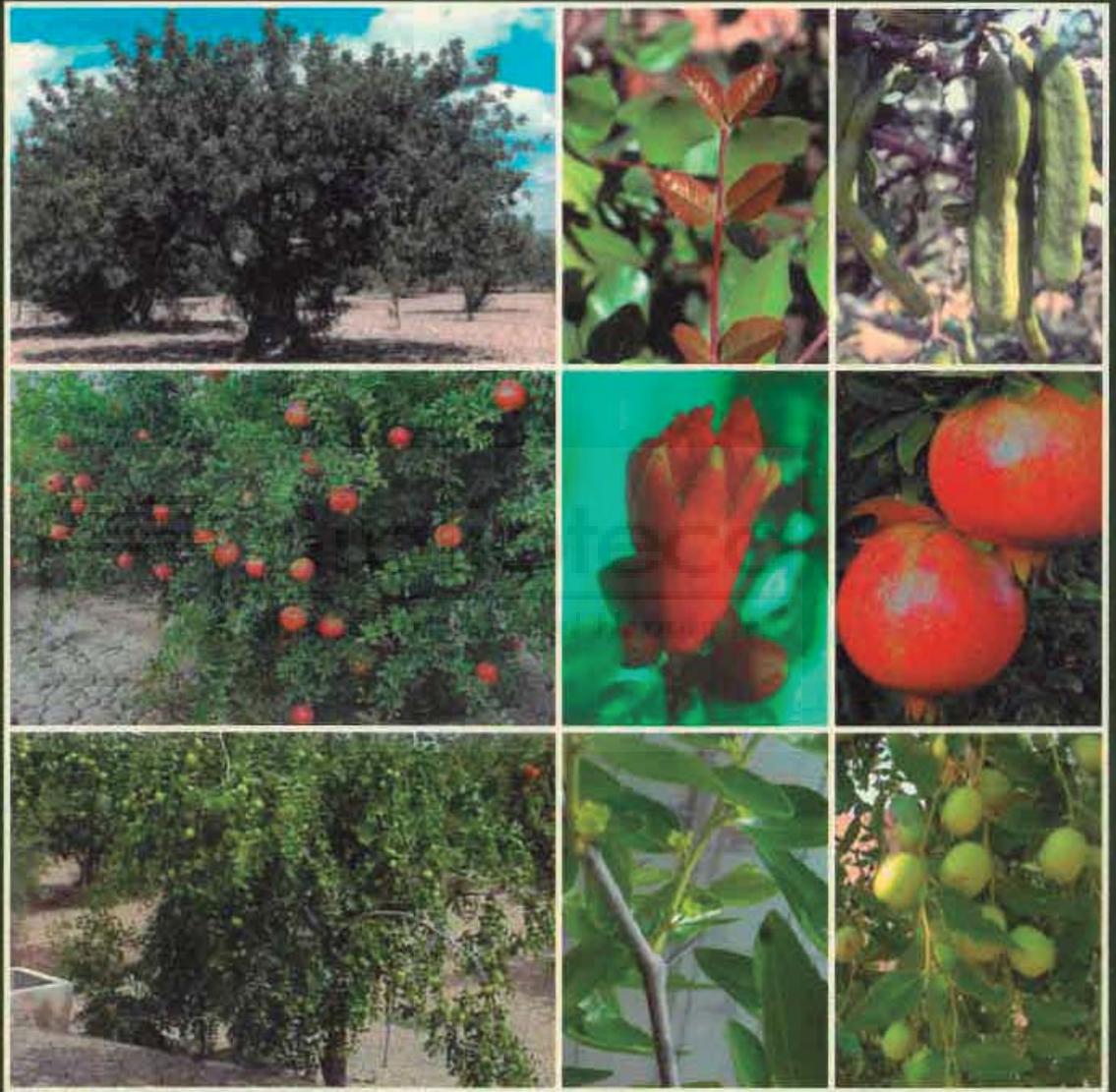


TRATADO DE FRUTICULTURA

para zonas áridas y semiáridas

algarrobo granado jinjolero



Vol. II ► Algarrobo, granado y jinjolero

Pablo Melgarejo Moreno
Domingo M. Salazar Hernández



AMV. EDICIONES



MUNDI-PRENSA



TRATADO DE FRUTICULTURA PARA ZONAS ÁRIDAS Y SEMIÁRIDAS (Vol. II)
Algarrobo, granado y jinjolero

© Pablo Melgarejo Moreno y Domingo M. Salazar Hernández
1.ª edición. Año 2003

Editán:

A. MADRID VICENTE, EDICIONES
Calle Almansa, 94 - 28040 MADRID (España)
Tlf.: 91 533 69 26 - Fax: 91 553 02 86
E-mail: amadrid@acta.es
Internet: www.amvediciones.com

MUNDI-PRENSA
Calle Castelló, 37 - 28001 MADRID (España)
Tlf.: 91 436 37 00 - Fax: 91 575 39 98
E-mail: libreria@mundiprensa.es
Internet: www.mundiprensa.com

I.S.B.N.: 84-89922-84-5 (A. Madrid Vicente, Ediciones)
I.S.B.N.: 84-8476-111-8 (Mundi-Prensa)
Depósito Legal: MU-99-2003
Imprime: PICTOGRAFÍA, S.L.
Carril de la Parada, 3 - 30010 MURCIA

QUEDA PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTA OBRA

**TRATADO DE FRUTICULTURA
PARA ZONAS ÁRIDAS Y SEMIÁRIDAS
Volumen II**

ALGARROBO, GRANADO Y JINJOLERO

PABLO MELGAREJO MORENO

Dr. Ingeniero Agrónomo
Catedrático de Universidad de Cultivos Leñosos
Escuela Politécnica Superior de Orihuela
Universidad Miguel Hernández

DOMINGO M. SALAZAR HERNÁNDEZ

Dr. Ingeniero Agrónomo
Prof. Titular de Universidad de Cultivos Leñosos
Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos de Valencia
Universidad Politécnica de Valencia

1.^a Edición - Año 2003



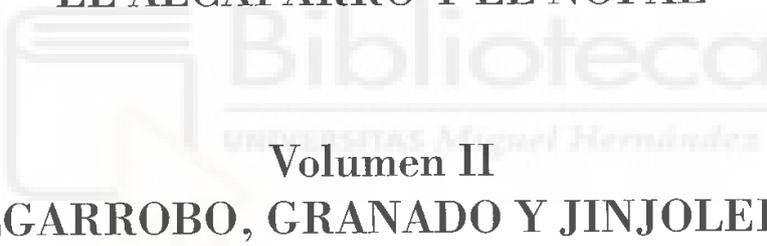
AMV EDICIONES



MUNDI-PRENSA

**TRATADO DE FRUTICULTURA
PARA ZONAS ÁRIDAS Y SEMIÁRIDAS**

**Volumen I
EL MEDIO ECOLÓGICO, LA HIGUERA,
EL ALCAPARRO Y EL NOPAL**

**Volumen II
ALGARROBO, GRANADO Y JINJOLERO**

**Volumen III
OLIVO, JOJOBA Y PALMERA DATILERA**

**Volumen IV
VID Y ALMENDRO**

Prólogo

De nuevo el profesor Melgarejo me pide que prologue, en este caso el Vol. II de su “Tratado de Fruticultura para zonas áridas y semiáridas” dedicado al estudio monográfico del algarrobo, granado y jinjolero o azufaifo y que continúa el Vol. I ya prologado por mí en Junio del año 2000 en el que se trataron la higuera, el alcaparro y el nopal. Resulta muy fácil hacerlo ya que en realidad todo lo que en aquel momento redacté, sigue siendo totalmente válido y aplicable, así que puedo ratificarme en todo lo dicho y además añadir que este nuevo volumen, aparte de mantener todas las características científicas, técnicas y profesionales propias de las publicaciones de los profesores Melgarejo y Salazar, trata en profundidad tres especies típicamente mediterráneas, de gran importancia local y regional, y muy pocas veces tratadas con criterios frutícolas en la bibliografía española.

Sea pues bienvenida esta aportación al conjunto de la bibliografía frutícola en castellano; se trata de una aportación totalmente original y con una ingente cantidad de datos obtenidos directamente en campo en las áreas de cultivo, entre los que destacan por su valor agronómico las caracterizaciones de múltiples variedades locales de las tres especies consideradas. Para mí, en estas condiciones, es una gran satisfacción profesional y personal el prologar y presentar este libro, a todos los interesados en las cuestiones frutícolas; a los que estoy seguro de que les va a resultar del máximo interés.

Madrid, enero de 2003

Fernando Gil-Albert Velarde

Catedrático de Arboricultura Frutal de la Universidad Politécnica de Madrid

Prólogo de los autores

El presente trabajo, iniciado con la idea de poner al día los conocimientos sobre algunas especies frutales cultivadas en el área mediterránea, de interés para regiones áridas y semiáridas, fue proyectado para ser publicado en tres volúmenes. Sin embargo, tras la publicación del primero de ellos, *el medio ecológico, la higuera, el alcaparro y el nopal*, se decidió distribuir su contenido en cuatro volúmenes, debido a la pretensión de las editoriales de no hacer libros excesivamente extensos. Ello nos ha obligado a redistribuir el contenido de cada uno de los volúmenes pendientes de editar.

La materia todavía no publicada se ha estructurado en tres volúmenes. El volumen II, comprende tres capítulos: *algarrobo, granado y jinjolero*. En el primer capítulo, dedicado al cultivo del algarrobo, se aporta una gran cantidad de datos sobre algunas de las variedades más importantes, especialmente las cultivadas en el Levante y Sureste de España, muchos de los cuales todavía no se habían publicado y que corresponden a trabajos de caracterización varietal realizados a lo largo de varios años por los equipos de Cultivos Leñosos de las universidades Politécnica de Valencia y Miguel Hernández de Elche. En el segundo capítulo se aborda el cultivo del granado; este capítulo constituye una ampliación de la obra denominada «el granado» (Melgarejo y Martínez, 1992), obra que ha sido ampliada, corregida y sintetizada en un capítulo en el que se ha intentado resumir la gran cantidad de nuevos conocimientos obtenidos por los equipos de trabajo de ambas universidades en el periodo 1992-2002. El tercer capítulo aborda el estudio del cultivo del jinjolero o azufaifo; en él se ha intentado recoger la poca información publicada sobre esta especie, aportando asimismo nuestra experiencia sobre su cultivo en España y la caracterización de cuatro variedades autóctonas, realizada por nuestro grupo de trabajo, lo que constituye una nueva fuente de información sobre algunas características de las variedades cultivadas en nuestro país.

El volumen III constará de tres capítulos dedicados al estudio monográfico de *olivo, jojoba y palmera datilera*, y en el volumen IV se estudiarán *vid y almendro*. Esperamos que esta reestructuración de los volúmenes que constituyen la obra «*Tratado de fruticultura para zonas áridas y semiáridas*», no vuelva a sufrir modificaciones y, en todo caso, si las sufriese, sería para mejorar el contenido y la presentación del proyecto.

Índice

CAPÍTULO I. ALGARROBO

1. Introducción	19
2. Situación del cultivo del algarrobo	22
3. Referencias históricas	26
4. Origen y sistemática	30
4.1. Origen del cultivo	30
4.2. Taxonomía y sistemática botánica	31
5. Morfología y fisiología	33
5.1. Morfología	33
5.1.1. Raíz	33
5.1.2. Tronco	34
5.1.3. Ramas, brotes y yemas	34
5.1.4. Hojas	36
5.1.5. Inflorescencias y flores	37
5.1.6. Fruto: algarroba o garrofa	40
5.1.7. Semilla: garrofín	42
5.2. Fisiología	43
5.2.1. Reposo invernal y crecimientos	43
5.2.2. Floración, polinización, fecundación y cuajado	44
5.2.2.1. Floración	44
5.2.2.2. Polinización	45
5.2.2.3. Fecundación	46
5.2.2.4. Cuajado	46
5.2.3. Evolución del fruto y su maduración	46
5.3. Fenología del algarrobo	47
6. Importancia del cultivo en España	48
7. Ecología básica del algarrobo	57
7.1. Exigencias	57
7.2. Ciclo biológico del algarrobo	58
7.3. Requerimientos ecológicos básicos	59
8. Cultivo y manejo del algarrobo	62
8.1. Diseño de plantación	62
8.2. Preparación del suelo	64
8.3. Abonado de fondo	65
8.4. Plantación del algarrobo	66
8.5. Podas del algarrobo	67
8.6. Fertilización y riego	72

8.7. Técnicas de mantenimiento del suelo	75
8.8. Uso de fitoreguladores	76
8.9. Recolección	76
9. Multiplicación y viverismo del algarrobo	78
9.1. Técnicas de reproducción y multiplicación	78
9.2. Mejora genética del algarrobo	85
10. Materiales vegetales. Caracterización y tipificación	86
10.1. Normas de caracterización	86
10.2. Normas de calidad	87
11. Estructura varietal	89
11.1. Clasificaciones y estructura varietal de las variedades	89
11.2. Descripción básica de algunas variedades importantes	96
11.3. Resumen de algunas características pomométricas	120
12. Principales plagas y enfermedades del algarrobo	123
12.1. Clasificación básica de las principales enfermedades y plagas	123
12.2. Descripción básica de las principales enfermedades fúngicas y bacterianas	125
12.3. Descripción básica de las principales plagas	131
13. Adversidades, fisiopatías y alteraciones no parasitarias en algarrobo	137
14. Usos y aplicaciones de la algarroba y del algarrobo	137
15. Caracterización del algarrobo	153
15.1. Descriptores de la especie	162

CAPÍTULO II. GRANADO

1. Introducción	167
2. Referencias históricas	170
3. Origen y sistemática	171
4. Morfología, fenología y fisiología	173
4.1. Morfología	173
4.1.1. Raíz	174
4.1.2. Tronco	174
4.1.3. Ramos	174
4.1.4. Yemas	175
4.1.5. Hojas	176
4.1.6. Flores	178
4.1.6.1. Pétalos	182
4.1.6.2. Sépalos	183
4.1.6.3. Estambres	183
4.1.6.4. Pistilo	184
4.1.6.5. Carpelos	184

4.1.6.6.	Clasificación de la flor del granado	187
4.1.6.7.	Anomalías en las flores	189
4.1.7.	Frutos	190
4.2.	Fenología	194
4.2.1.	Introducción	194
4.2.2.	Estados fenológicos	195
4.3.	Fisiología	199
4.3.1.	Crecimiento	199
4.3.2.	Floración y fructificación	201
4.3.2.1.	Antesis	204
4.3.2.2.	Dehiscencia	205
4.3.2.3.	Criterio de plena floración	205
4.3.3.	Otros aspectos de interés en la fisiología del granado	207
5.	Importancia del cultivo en España	210
5.1.	Introducción	210
5.2.	Evolución del cultivo en España	210
5.3.	Evolución de la producción y de la comercialización española	213
5.3.1.	Características del sector exportador	214
5.4.	Tendencias y conclusiones	217
6.	Características generales de las principales zonas de cultivo en España	218
6.1.	Ecología del granado	218
6.2.	Estructura socioeconómica de las zonas de cultivo	221
6.2.1.	Estructura socioeconómica de Elche (Alicante)	222
6.2.2.	Estructura socioeconómica de Albatera (Alicante)	223
6.3.	Suelos de las principales zonas de cultivo	224
6.3.1.	El suelo en el campo de Elche	224
6.3.2.	El suelo en el campo de Albatera	225
6.4.	El clima en las principales zonas de cultivo	225
6.4.1.	El clima de Elche	225
6.4.2.	El clima de Albatera	227
7.	El material vegetal	228
7.1.	Introducción	228
7.2.	Patrones	229
7.3.	Variedades españolas de granado	233
7.3.1.	Características comunes de los grupos varietales establecidos .	239
7.3.2.	Clasificación de las variedades por su interés agronómico comercial	239
7.3.3.	Descripción de algunas variedades	240
7.3.3.1.	Ejemplo de ficha varietal: clon ME15	243
7.3.3.2.	Descripción de otras variedades en su zona de origen: VA1, PTO8* y BA1**	245
7.3.4.	Algunas características diferenciales entre los grupos varietales	246

7.3.5.	Características organolépticas de otras variedades consideradas muy recomendables (VMR)	247
7.4.	Variedades extranjeras de granado	247
7.5.	Propagación	249
7.5.1.	Propagación por semilla	249
7.5.2.	Multiplicación asexual	250
7.5.2.1.	Propagación por estaquilla leñosa	250
7.5.2.1.1.	Introducción	250
7.5.2.1.2.	Preparación de las estaquillas y ensayos	251
7.5.2.2.	Propagación de estaquillas herbáceas y ensayos	259
7.5.2.3.	Estudio de la propagación comercial de granado mediante estaquillado leñoso y herbáceo	264
7.5.2.4.	Propagación por pollizos	267
7.5.2.5.	Injerto	267
8.	Necesidades de agua en el cultivo del granado	268
9.	Necesidades de elementos fertilizantes	270
9.1.	Análisis foliar	274
10.	Estudios básicos para la tipificación pomológica de granado	276
10.1.	Parámetros estudiados	276
11.	Plantación del granado	280
11.1.	Preparación del terreno	280
11.2.	Abonado de fondo	280
11.3.	Marco de plantación	281
11.4.	Plantación	281
11.5.	Riego de plantación	285
12.	Cultivo del granado	285
12.1.	Labores de cultivo	285
12.2.	Aclareo de frutos	286
13.	Conducción o poda del granado	287
13.1.	Poda de formación	288
13.2.	Poda de producción	289
13.3.	Poda de rejuvenecimiento	291
14.	Plagas, enfermedades, malas hierbas, fisiopatías y otros	292
14.1.	Plagas	292
14.1.1.	Pulgones	293
14.1.2.	Cotonet	295
14.1.3.	Barreneta	296
14.1.4.	Barrenillo	296
14.1.5.	Barrena del granado	297
14.1.6.	Cochinilla de la tizne	299
14.1.7.	Caparreta blanca	301

14.1.8. Mosca de las frutas	301
14.1.9. Ácaro rojo del granado	301
14.1.10. Eriófido del enrollado de las hojas	303
14.1.11. Nematodos	304
14.1.12. Caracoles	304
14.1.13. Ratas	304
14.2. Enfermedades	304
14.2.1. Corazón negro	305
14.2.2. Escaldado del tronco	305
14.2.3. Manchas necróticas	307
14.2.4. Bacterias	308
14.3. Malas hierbas	308
14.4. Fisiopatías y otros accidentes	309
14.4.1. Agrietado	309
14.4.2. Albardado	312
14.4.3. Rozaduras de frutos o rameo	315
14.4.4. Granizo, pedrisco y otros	316
14.4.5. Salinidad y clorosis férrica	317
14.5. Fitotoxicidades y productos recomendados	317
15. Recolección	318
15.1. Sistemas de compraventa del producto	319
15.2. Época de recolección	319
15.3. Método de recolección	319
15.4. Rendimiento	321
16. Proceso de manipulación	323
16.1. Descripción del proceso de manipulación	324
16.2. Conservación frigorífica	326
16.3. Alteraciones durante la conservación	328
16.3.1. Enfermedades fúngicas	328
16.3.2. Alteraciones fisiológicas	328
17. Norma de calidad para granadas	329
17.1. Norma de calidad. Orden de 8 de Octubre de 1981 por la que se dicta la norma de calidad para el comercio exterior de granadas	329
17.2. Disposiciones complementarias a la norma de calidad: Resolución de 8 de Octubre de 1981, de la Dirección General de la Exportación, por la que se dictan disposiciones complementarias a la norma de calidad para el comercio exterior de granadas	333
18. Industrialización, usos y productos derivados	335
18.1. Composición química de los frutos e interés de la corteza	335
18.1.1. Antocianos	338
18.1.2. Azúcares	342

18.1.3. Ácidos orgánicos	343
18.1.4. Sólidos solubles, pH y acidez valorable	344
18.1.5. Ácidos grasos	345
18.1.6. Características físicas y químicas de 2 variedades españolas de granada	347
18.2. Interés de la corteza	348
18.3. Aplicaciones alimentarias	349
18.4. Aplicaciones dietéticas y terapéuticas	352
18.5. Aplicaciones industriales	359
18.6. Otras aplicaciones	361
19. Descriptores de la especie	361

CAPÍTULO III. JINJOLERO

1. Introducción	367
2. Referencias históricas	368
3. Origen y sistemática	369
4. Morfología, fenología y fisiología	371
4.1. Morfología	371
4.1.1. Hojas	371
4.1.2. Flores	372
4.1.3. Frutos	373
5. Importancia del cultivo en España	374
6. Material vegetal	376
6.1. Patrones	376
6.2. Variedades	376
6.2.1. Caracterización de variedades españolas	377
6.2.1.1. Frutos	378
6.2.1.2. Semillas	379
6.2.1.3. Hojas	380
6.2.1.4. Caracterización de la porción comestible	381
6.2.1.5. Estudio del color	384
6.2.2. Fichas varietales de algunas variedades españolas	387
6.3. Propagación	395
7. El medio ecológico	395
8. Necesidades de fertilizantes y de agua	396
9. Labores de cultivo	396
10. Plagas, enfermedades y tratamientos fitosanitarios	397
11. Caracterización del jinjolero	398

Bibliografía	403
Glosario	417
Índice de tablas	423
Índice de figuras	425
Índice de gráficos	426
Índice de fotografías	427



CAPÍTULO I

EL ALGARROBO

1. INTRODUCCIÓN

El algarrobo (*Ceratonia siliqua* L.) es una especie xerofítica y esclerófila originaria de zonas áridas del Mediterráneo y de la península Arábiga que puede resultar muy interesante para algunas áreas del mundo, especialmente en regiones secas y en proceso de desertización que por desgracia cada vez son más frecuentes en entornos de clima mediterráneo.

En áreas semiáridas la especie se reproduce fácilmente y en ocasiones por asilvestramiento, ocupando zonas casi abandonadas.

El algarrobo posee características que lo hacen muy interesante para su cultivo o plantación en el litoral de la cuenca mediterránea donde es tradicional y en donde ocupa terrenos pobres o poco adecuados para otros cultivos; ello es debido a que éste es resistente a la sequía y a la caliza activa alta en los suelos (problemas muy frecuentes en ésta área), tolerante a la salinidad y con mínimas exigencias en cuidados culturales. Su área de cultivo se encuentra limitada, en la cuenca mediterránea, a una pequeña franja litoral debido a su alta sensibilidad al frío. En muchas zonas de nuestro litoral aún pueden verse excepcionales abancalamientos con algarrobos.

El algarrobo es en realidad una planta de distribución muy restringida tanto históricamente como actualmente ya sea por su sensibilidad al frío, por su lenta entrada en producción o por la vecería que frecuentemente presenta. Históricamente en Levante, Cataluña, Murcia y Andalucía fue un cultivo esencial en la economía del agricultor ya que era el mejor y más cotizado alimento para los animales de tiro.

En las regiones áridas y semiáridas, la utilización de especies tolerantes a la sequía y a la salinidad resultan del máximo interés, ya que son estos factores los que limitan el cultivo de muchas especies. La resistencia a la salinidad del algarrobo es alta, dado que esta especie tolera hasta 2 g/l de ClNa en el extracto salino del suelo (Gil-Albert, 1998), encontrándose en el mismo grupo que la palmera datilera (*Phoenix dactylifera* L.). Esto equivale a decir que se encuentra en el grupo 6 (máxima resistencia) de la tabla elaborada al respecto por el profesor Sánchez-Capuchino (1986), aunque éste no clasificó al algarrobo como de máxima resistencia a la salinidad, ya que en este grupo situó sólo a la palmera datilera.

Como hemos dicho el algarrobo es un árbol típicamente xerofítico y por tanto adaptado a las escasas o muy escasas disponibilidades hídricas.

Además de cultivarse por sus frutos, el algarrobo presenta un excepcional interés en jardinería y paisajismo. En jardinería suelen utilizarse ejemplares, a veces centenarios, que son transplantados por su gran belleza, al igual que se hace con el olivo y con la palmera datilera; su gran copa y su tronco, a veces retorcido y con las zonas del mismo que constituyen la peana de unión con las raíces muy marcadas, dan a estos ejemplares un atractivo especial, no necesitando prácticamente cuidados de cultivo por su gran rusticidad. En las zonas litorales mediterráneas, constituye un elemento paisajístico de gran valor ornamental y ecológico, creando zonas de vegetación donde muy pocos árboles pueden progresar, reduciendo los problemas de erosión tan importantes en suelos con pendientes acusadas y donde la aridez suele ir unida a precipitaciones torrenciales muy estacionales.

Estas peculiares características del algarrobo, conocidas desde antiguo, sólo han sido aplicadas por los agricultores para aprovechar los terrenos más pobres y de secano muy marcado, sin que haya sido utilizada por las Administraciones públicas para la repoblación de montes. Actualmente en las especies preferentes de reforestación sí está contemplado este árbol como posible alternativa a otros tipos de vegetación.

El algarrobo además de tener una buena capacidad para reducir los problemas de erosión, es capaz de producir en condiciones extremas de sequía y suelos pobres con excesivo contenido en caliza activa. Puede crear ambientes y alimento para el crecimiento y multiplicación de otras especies vegetales y animales, siendo adecuado para algunos parajes del este español que aún mantienen faunas de mamíferos silvestres como cabras, muflones, etc.

El fruto del algarrobo, denominado algarroba o garrofa, es rico en fibra bruta y de gran valor energético por su contenido en azúcares. Tradicionalmente ha sido utilizado para la alimentación animal y más recientemente para alimentación humana, siendo de relativa fácil conservación al recolectarse adecuadamente seco.

El algarrobo tiene hoy un sencillo procesado industrial consistente básicamente en un troceado y posterior separación de la semilla (garrofín), que supone entre un 10% y un 12% del fruto, y la pulpa que supone casi el 90%. La cutícula o cubierta de la semilla tiene aplicaciones en la industria textil, química y alimentaria. La pulpa es utilizada fundamentalmente para la fabricación de piensos compuestos (pulpa troceada) y en aplicaciones alimentarias y de uso farmacéutico; la harina puede utilizarse como sucedáneo del cacao para la fabricación de chocolates, pasteles, etc. El endospermo de las semillas es utilizado para la obtención de goma de garrofín, de gran interés en la industria agroalimentaria por ser un producto espesante, gelificante, estabilizante y emulsionante; asimismo, de la semilla también se obtiene el germen de uso alimentario humano y animal por su alto contenido proteico. El aprovechamiento del endospermo para la obtención de goma de garrofín alcanzó gran interés en los años ochenta; en la actualidad este producto natural, de alta calidad, compite con otros productos gelificantes o espesantes como son las pectinas de manzana o de cítricos, o con otros procedentes de algas, lo que hace difícil su mantenimiento como producto competitivo y rentable, aunque eso sí su calidad y adecuación es innegable.

El cultivo del algarrobo, actualmente bastante marginado en estudios, trabajos e investigaciones, fué importante no sólo en nuestro país sino en toda el área agraria mediterránea en épocas pasadas, y evidentemente puede volver a ser un cultivo al menos como alternativa, y en condiciones extremas, para nuestra área mediterránea en proceso de desertificación y con un papel importantísimo en el mantenimiento del suelo y el control de la erosión.

Existen diversas publicaciones sobre el algarrobo, muchas de ellas ya históricas como son los estudios de Bianca (1881), Assenza (1881) que se ocuparon de la situación del cultivo en Italia. En nuestro país los primeros datos, que nos constan sobre el cultivo del algarrobo, del que ya se hablaba en el Llibre del Repartiment del rey Jaime I y aparte de documentos jurídicos varios procedentes de particiones herencias y otras situaciones del siglo XVI, XVII y XVIII son los escritos del padre Viciano (1564 y 1556) sobre el entorno agronómico de las proximidades de la ciudad de Valencia, los escritos de Cavanilles (1795) y de Rozier (1798).

Posteriormente y como libros específicos sobre el algarrobo y su cultivo debemos recordar los escritos de Rullan y Esterlich 1882, Lleó-Comin (1901, en Valencia), Leotte (1900, en Portugal), Castro (1903), Sarda (1974), Amico (1916 sobre el algarrobo en Sicilia), Cassella (1925), Bassa (1917 y 1926), Coit (1949), Da Matta (1952), Castro (de nuevo en 1952), Russo (1954), Panateros (1955), Bonifacio (1959) y mas recientemente Daris (1964).

Todos estos escritos junto con los trabajos más recientes realizados en California, en el norte de África, en Grecia, en Italia, en Portugal e incluso en nuestro país indican que siempre ha existido una cierta inquietud y actividad sobre este árbol, pero desde luego no comparables, a nivel general, con los trabajos realizados en otros cultivos de nuestra área mediterránea. De todas formas en épocas más recientes, como indican diversos congresos y reuniones internaciones sobre este cultivo, el algarrobo volvió a tener interés pero los problemas en la estabilización de su comercialización y el abandono habitual de sus plantaciones hizo que este resurgimiento aún no se haya producido.

Actualmente el interés medio ambiental de este árbol es evidente, su utilización en jardinería y paisajismo también, su empleo como planta de interior o de terraza en determinados mercados han revitalizado el sector viverístico de este cultivo, pero el algarrobo como cultivo pese a los congresos de Ragusa (1984), Oreiras (1986) y Valencia (1987) aún no se ha recuperado.

Lo que si es claro es que este árbol mediterráneo por excelencia merece ser más estudiado, más conocido y más aprovechado.

Fotografía 1

Tamaño y forma de un algarrobo adulto



2. SITUACIÓN DEL CULTIVO DEL ALGARROBO

El algarrobo, que fue un cultivo emblemático en las zonas costeras mediterráneas españolas con una importante función histórica en el desarrollo del sistema agrario y económico valenciano (Hermosilla 1997), es hoy un cultivo en regresión pero que en épocas no muy lejanas se cultivó esmeradamente por la riqueza que suponían sus frutos, al menos en gran parte de la Comunidad Valenciana que aún hoy es la principal área productora mundial de algarroba; el cultivo del algarrobo también se ha mantenido en algunas zonas de Murcia y Cataluña. En algunos casos, eso sí muy puntuales, se ha intentado dinamizar el cultivo del algarrobo modificando y planificando sus marcos de plantación, buscando mejorar el rendimiento de su cultivo e incluso diseñando aperos de recolección específicos para mecanizar esta costosa tarea (sopladores y turboventiladores por ejemplo) actualmente en ensayo.

Evidentemente existen muchas problemáticas que mantienen el cultivo del algarrobo por debajo de cualquier rentabilidad lógica y que han hecho que la superficie dedicada al mismo se haya reducido recientemente y desde los años 50 a una tercera parte de lo que se cultivaba. Entre las problemáticas que han conducido a esta situación debemos mencionar las siguientes:

- Envejecimiento general de las plantaciones, que tuvieron una expansión cuando se incrementó la ganadería de tiro en nuestras costas mediterráneas (siglos XVIII y XIX), por lo que algunos árboles son ya muy viejos y procedentes si no de las plantaciones árabes anteriores a esta época sí de las plantadas hace ya dos o tres siglos por rejuvenecimiento, aunque realmente fue a principios del pasado siglo cuando se realizaron plantaciones que aún se mantienen en buenas condiciones.
- Abandono sistemático del cultivo por falta de rentabilidad.
- Sustitución del algarrobo por olivos, cítricos u otros frutales o cultivos, al disponer de agua, en unas zonas, o por ser más rentable su explotación en otros casos.
- Falta de cotización de la algarroba en el mercado, que cayó en su valor comercial, primero en los años sesenta y setenta, se recuperó durante la década de los ochenta pero volvió a caer a mediados de los noventa.
- Sensibilidad a las heladas. Concretamente las fuertes heladas de 1956 supusieron la muerte y la entrada en decadencia del algarrobo en muchas zonas.
- El cambio agrario que supuso la disminución progresiva del censo de animales de tiro al avanzar la mecanización motorizada de las tareas agrarias, e incluso los cambios de hábitos del agricultor que evidentemente cambiaron corrales y pallasas domésticas por garajes y trasteros.
- La falta de investigación en la posible mecanización del cultivo.
- La falta de alternativas reales, o mejor de su adecuado conocimiento, para dar usos y salidas a la algarroba.
- Un grave enemigo del algarrobo desde hace unos años, son las urbanizaciones periurbanas de muchas de nuestras ciudades ya que es frecuente la construcción de segundas residencias en zonas de colinas y de suelos muy pobres y secos, a las que aún no ha llegado el regadío y por ello subsistía el algarrobo.

- La alta sensibilidad del algarrobo a determinadas enfermedades y plagas que afectan a su madera, que dañan el árbol y ponen en peligro su subsistencia.
- La lenta entrada en producción de los árboles en condiciones de sequía, que, aunque pueden dar 4 ó 5 kilos a los 5 ó 6 años desde su plantación, no producen realmente hasta casi los 20 años. Nuevas formas de poda y manejo del arbolado pueden solucionar estos problemas.
- La alternancia en la producción ya sea debida a la mala polinización, a las poco convenientes técnicas de recolección habitual que es el vareo, o a las deficiencias en su manejo como cultivo.

Concretando pero al mismo tiempo ampliando un poco más podemos resumir la problemática del cultivo del algarrobo en la mayor parte de las zonas españolas de plantación en los siguientes apartados:

- Envejecimiento del arbolado.
- Marcos de plantación obsoletos, por demasiado amplios.
- Descenso progresivo de las producciones.
- Situación de marginalidad del cultivo, por localización y condiciones edafoclimáticas.
- Parcelación excesiva y casi imposibilidad de acceso hasta los árboles.
- Inexistente mecanización en el cultivo.
- Falta de selección e incluso de tipificación del material vegetal.
- Inadecuada estructura varietal, incluso con diseños de polinización no eficientes.
- Falta de desarrollo de las técnicas de cultivo.
- Agricultura no especializada.
- Precios de la algarroba inadecuados y además muy fluctuantes.
- Competencia muy fuerte de otros productos con usos y aplicaciones similares (soja, guar, etc.).
- Problemáticas específicas en la industria de transformación de tipo técnico (presencia de butírico, taninos excesivos) y estructurales del sector de transformación de la algarroba.
- Marginación del sector en el mundo cooperativo.

Este sector debería potenciarse para mantener este emblemático cultivo en nuestras tierras, lo que se puede conseguir con:

- Apoyos medioambientales al cultivo, a su uso en reforestación y a la creación de reservas vegetales en zonas con árboles viejos y emblemáticos.
- Valorización de subproductos de la algarroba.
- Fomento del asociacionismo en la producción y la industrialización.
- Búsqueda de alternativas de uso.
- Apoyo para la creación de nuevas y modernas plantaciones adecuadamente diseñadas.

De todas formas éste cultivo, de copa tupida y altísima resistencia a suelos desfavorables, aún tiene una oportunidad como árbol a potenciar en la conservación de paisaje mediterráneo en el que esta plenamente integrado.

En diversas reuniones internacionales del sector de la algarroba y en concreto en el II Symposium Internacional del Algarrobo se insistió en la necesidad, de valorizar la algarroba como fuente de la goma de garrofín (espesante agroalimentario de alta calidad) y de potenciar y manifestar el valor ecológico del algarrobo.

Como conclusiones de este Symposium Internacional desarrollado en Valencia, en 1987 se establecieron los siguientes apartados:

- Existencia real de demanda de goma de garrofín pero cuyo mercado está hoy en regresión.
- Necesidad de estabilización de precios.
- Necesidad de coordinación entre los grupos de investigación que trabajan con el algarrobo.
- Necesidad de definir objetivos y canalizar apoyos del sector, de los gobiernos nacionales, locales, regionales y de las comunidades autonómicas.
- También como conclusiones del II Symposium Internacional del Algarrobo se indicaron distintas acciones a proponer a los gobiernos de los países y a la Unión Europea como son:

Acciones propuestas a corto plazo:

- Potenciar la investigación sobre el uso de la algarroba.
- Estimular y favorecer proyectos de demostración sobre nuevos productos y tecnologías.
- Favorecer el aprovechamiento integral de la algarroba.
- Analizar necesidades y evolución del mercado.

Acciones propuestas a medio plazo:

- Caracterizar adecuadamente las variedades de algarroba.
- Favorecer las investigaciones sobre la propagación y el viverismo del algarrobo.
- Mejorar los aspectos de cultivo del algarrobo.

Acciones propuestas a largo plazo:

- Favorecer y estimular el establecimiento de nuevas plantaciones.
- Cubrir las demandas del mercado cuando los algarrobos, actualmente muy envejecidos disminuyan su producción o no sea rentable su cultivo, mantenimiento o recolección.
- Mejorar la mecanización del cultivo.

En 1983-84 el equipo de cultivos leñosos de la ETSIA de la Universidad Politécnica de Valencia intentó poner en marcha un ambicioso proyecto de caracterización y tecnificación del cultivo del algarrobo que tenía varias fases.

Fase 1. Caracterización pomológica, con los siguientes apartados:

- Puesta a punto de las normas de tipificación pomológica para el algarrobo.
- Prospección sistemática de los materiales en cultivo y análisis de la variabilidad existente en las principales denominaciones del algarrobo.
- Tipificación pomológica de los materiales prospectados.
- Caracterización físico-química básica de las principales variedades y mejora de las técnicas analíticas.

Fase 2. Puesta a punto de técnicas viverísticas, estudiando entre otras cosas lo siguiente:

- Capacidad de germinación de las distintas variedades.
- Técnicas de mejora del sistema radical inicial.
- Manejo de sustratos, contenedores y abonado inicial en vivero.
- Evaluación de las distintas técnicas de injerto.

Fase 3. Racionalización y diseño de nuevas plantaciones que, tras establecer algunas parcelas de ensayo permitiera estudiar el abonado y la fertilización, las exigencias en riego y especialmente los ensayos de mecanización en la recolección.

En fases posteriores y en colaboración con otros centros se abordaron, entre otras, las siguientes cuestiones:

- Mejora del secado inicial y de la conservación del fruto.
- Mejora tecnológica de la obtención de harina de pulpa.

La importancia mundial del cultivo del algarrobo por países no es grande, debido a que requiere un clima mediterráneo costero, como ya se indicó, y a su falta de rentabilidad actual. Sin embargo, España es el principal país productor, con una superficie de cultivo de 69.000 ha y una producción de 118.500 t en 1996 (MAPA, 2000). La máxima superficie de cultivo española se alcanzó en 1930, cultivándose entonces 188.700 ha con una producción de 546.600 t, lo que demuestra la gran importancia que en su momento tuvo este cultivo. La recesión del cultivo del algarrobo empezó en los años 20 cuando comienza a comercializarse el motor de explosión, lo que llevó a una gran reducción de la cabaña de animales de tiro. Entre 1930 y 1980 el cultivo pasa por una etapa de olvido, debido a su escasa rentabilidad (Tous, 1990), con un gran golpe por la helada de 1956 que redujo mucho su área de cultivo. En los años ochenta aparece de nuevo un cierto interés por esta especie, debido a las aplicaciones alimentarias de la algarroba, expectativas éstas que no han permitido el nuevo despegue, ni siquiera el mantenimiento, del cultivo que actualmente está prácticamente en una situación de abandono en muchas de las viejas plantaciones existentes, resultando hoy casi anecdótica la realización de nuevas plantaciones. Este hecho queda corroborado por la escasísima financiación dedicada en la actualidad a la investigación, tanto del cultivo como de las aplicaciones industriales de sus frutos, existiendo distintos grupos de investigación, que continúan con cierto interés por la especie y que deberían ser apoyados para encontrar alternativas viables.

Si por algo se mantiene el algarrobo es por simple inercia, quizás por falta de capitalización y medios para su transfor-

Figura 1
Distribución básica del algarrobo según el Atlas Nacional de España, IGN



mación; esto es un grave riesgo para el futuro de la especie que debe ser ya protegida tanto por la aplicación de ayudas medio-ambientales como agrarias. En este sentido recordemos que existen ciertas pequeñas ayudas para el cultivo del algarrobo que el agricultor debe conocer, muchas de ellas a nivel de comunidades autónomas y otras a nivel de la Unión Europea.

3. REFERENCIAS HISTÓRICAS

El algarrobo, como cultivo, es mencionado por Teofrasto (371-286 a.C.) en sus escritos, pero según Sprengel ya los hebreos y egipcios lo conocían pues como indica este autor fue con él, con lo que Moisés endulzó las aguas amargas del Mar para dar de beber a su pueblo durante su éxodo, además la algarroba era un fruto que los egipcios conocían y usaban para la momificación.

Plinio el Viejo describe perfectamente el algarrobo y la algarroba en su Historia Natural, precisando datos sobre su recolección y determinados usos, como su adecuación para mejorar el vino (endulzar), etc.

Strabon considera el algarrobo como habitual del valle del Nilo.

Catón, Virgilio y Plinio el Joven también lo citan como cultivo.

Lo que sí es claro, ya en épocas más recientes, es que los hispano-árabes lo utilizaban y lo cultivaban de forma habitual. Avicena (980-1037) lo menciona como árbol y como cultivo y describe sus propiedades farmacológicas en varios de sus escritos.

Daris (1964) relata dos posibles interpretaciones muy curiosas sobre la identidad del algarrobo, una sobre la posible correspondencia del algarrobo con la descripción del árbol del Loto en la Odisea y otra sobre los escritos de Teofrasto que menciona el árbol denominado Keromía y del que este autor dice que es un árbol en el que las semillas están contenidas en vainas como las de las leguminosas, y describe las características de su madera.

Sobre estos escritos de Daris hay que recordar que Colmuela en "De re rustica" habla de "siliqua greca, por algunos llamada Keration" y explica las técnicas para su cultivo y cita expresamente su uso habitual, en su época, en el engorde de cerdos, citando concretamente, "el algarrobo al que algunos llaman Keration y el melocotonero deben plantarse durante el otoño, antes del solsticio de invierno".

También existen referencias a la algarroba en los Evangelios, en la parábola del hijo pródigo y en el retiro de Juan Bautista en el desierto, etc.

En distintos relatos de escritores romanos se indica que el algarrobo era símbolo de pureza y fuerza y encomendado a Júpiter ya que los sacerdotes del templo de este dios debían enterrar los recortes de sus cabellos y uñas bajo un algarrobo para ser fuertes y ecuanímes.

La algarroba ha sido recomendada o desaconsejada por los antiguos médicos y boticarios como Lucas y Escríbonio (siglo I), Galeno (siglo II), Paladio (siglo IV) y Dioscorides y otros más recientes como Ximenez (1730), Font Quer (1981) etc.

Relacionado con el uso de la pulpa de algarroba en las boticas y considerando que el garrofín no tenía uso adecuado y que su peso era más o menos constante, se desarrolló el empleo de los garrofinos como unidad de peso en la medición de polvos y otros productos de farmacia y en joyería de oro y diamantes denominándose al peso más o menos constante (lo cual se ha comprobado que no es del todo cierto) de 198-199 miligramos, que se decían pesaban los garrofinos, quilate, tomando esta medida de peso la denominación de quilate de Derat o Karat nombre con el que se denominaba la semilla del árbol Keratia o algarrobo.

No existen datos detallados sobre fósiles del algarrobo aunque se consideran como ancestros de este árbol los restos de la flora terciaria descubiertos en diversos puntos de Grecia e Italia clasificados como *Ceratonia septimontana* Wess y Beber y *Ceratonia emarginaa* Braun.

De Candolle y Kotschy citan la algarroba y la madera de algarrobo en Egipto apoyándose en figuras y restos localizados por distintos egiptólogos (como Lepsius) y creen que debieron ser los hebreos y los árabes los que difundieron el cultivo del algarrobo. De todas formas es probable que la primera gran difusión del cultivo la realizaran los fenicios primero y luego los griegos, que evidentemente lo utilizaban farmacológicamente procedente de recolecciones, en busca de remedios farmacológicos, como se hacía con otras plantas medicinales, o proveniente de plantaciones concretas.

Una de las referencias españolas más antiguas sobre el cultivo del algarrobo son las de Alonso de Herrera (1513), que en su tratado "Agricultura General" escribe: *"De los Algarrobos. Son algarrobos unos árboles que llevan por fruto una bainillas de hechura de habas, con unos granillos dentro, y odestas las cáscaras son de comer, que los granos son muy duros: y que yo sepa, no son para mas que para sembrar. Estos árboles se crían en tierras calientes, y riberas de mar, con tal que sean calientes, y hacia Medio día, como es la costa de Málaga y Almería, y tierra de Valencia y la África. Son así mesmo buenas para estos árboles las tierras donde se hacen palmares, quieren en si mismo tierras secas, criándose bien en cerros y llanos, y quieren sitios hacia Mediodía, y aun si se pueden regar se hacen buenos. En las tierras que son templadas aunque se hacen grandes, y echan mucha flor, no la traen ni llegan a la fructífera, y en las frías no pueden vivir, ponense de ramo desgarrado, o estaca, o bárbados, y simiente, puedense bien poner de cualquier manera de las tres primeras, por Noviembre, y por Febrero, los de simiente por Febrero, en eras (como ya he dicho) y cuando están algo gordos trasponerlos. Quieren los hoyos bien hondos y anchos. Estos árboles echan flor muy hermosa, y devenlos guardar quando están floridos, que entonces les cortan muchos ramos, esto se entienda donde hay pocos que lo disipan presto. Tienen la corteza gorda, enjierese bien de coronilla, canutillo, y escudete en almendros, ciruelos, duraznos. Y porque los algarrobos quieren los aires que los almendros: aunque no sufren tanto frío, enjierense bien almendros en algarrobos, o algarrobos en almendros. De las enfermedades de este árbol vean arriba, mayormente para las hormigas, no los deben estercolar, que no tienen necesidad*

de estiércol, y aun no lo sufren, salvo sino se regaren. Han de coger su fruta cuando estuviere bien dulce, y leonada, y guardenlos en los zarzos, o lugares enjutos y extendido. Quien come las algarrobas verdes antes que se sequen, hacen hacer cámara, y dañan mucho el estomago, y si después de secas se comen, restriñen el vientre. Estas se guardan mucho tiempo, y aun acorren a el hambre, y falta del pan, y cuando hay abundancia de ellas es muy buen mantenimiento para los bueyes y bestias".

Cavanilles (1790) cita y describe el cultivo del algarrobo en nuestras tierras, en su Historia Natural del Reyno de Valencia donde habla del árbol y recomienda determinadas técnicas de cultivo y dice entre otras cosas las siguientes:

"Son secano regularmente los terrenos altos y desiguales, y las faldas de los montes; estos secanos están plantados de árboles entre los que figuran espesos bosques con masas de algarrobas, olivos, higueras y algunos viñedos", también escribe la lapidaria frase siguiente:

"Se ocupan de cultivar los campos pero sin las luces necesarias para sacar todo el partido que pudieran de los olivos y algarrobas", tras lo cual describe algunas zonas del norte de nuestra comunidad Valenciana diciendo:

"Todo está bien plantado de árboles, y lo estaba más antes de los crueles yelos que acabaron con casi todos los algarrobas".

Florece el algarrobo dos veces y sigue diciendo, esto es, en otoño, y a últimos de Enero o Febrero (...?...), esta floración no se da jamas en los renuevos sino en antiguos ramos, y hasta en el mismo tronco, el algarrobo conserva en el invierno cierta blandura (movimiento de la savia) por lo que presentan así al yelo mil puertas por donde entre este y destruya los árboles". "Es muy dura la madera del algarrobo; pero la savia que hincha los vasos con el yelo rompe ramos que cargados con el enorme peso de sus frutos, ceden, se rajan y perecen. Están por tanto expuestos a esta desgracia los algarrobas de mayor volumen. Así debe el labrador contener los ramos en una extensión proporcionada, cortando las puntas quando llegaron á cierta medida", evidentemente Cavanilles hizo muchas observaciones sobre el algarrobo como las siguientes:

"Sirvió el algarrobo como de termómetro en aquel invierno, y por el se pudo regular de algún modo lo intenso del yelo"

"De los que perecieron por yelo quedáron las raíces intactas, y arrojáron renuevos, los quales se hallan tan crecidos, que muchos tienen ya nuevos inxertos. De este momento debieran aprovecharse los labradores para poner en cada árbol de algarrobo un inxerto de macho, y tres o quatro de hembra, para lograr después cosechas abundantes. Sin el concurso de ambos sexôs no hay que esperar fruto. Apenas conocen esta circunstancia no menos importante, que es limpiar los algarrobas de las ramas muertas, quitándoles también aquellas que por el excesivo número se oponen á que el fruto sea proporcionada a la multitud de flores que arrojan"; hablando de plantaciones en el norte de la provincia de Castellón dice: "hay en él algunas encinas, xaras..... y tomillos: debía plantarse de algarrobas, principalmente los barrancos, puesto que estos árboles vegetan con fuerza entre peñas descarnadas, y se crían robustos en la zona".

Existen otras muchas referencias y reflexiones sobre el cultivo del algarrobo en el libro de Cavanilles que son muy interesantes y que recomendamos.

Para algunos autores fueron los fenicios los que primero utilizaron, ya en el siglo XX antes de Cristo y de forma habitual, la madera (para combustible) y el fruto del algarrobo como alimento básico.

Lo que sí es cierto es que tanto los cartagineses como luego los árabes extendieron el cultivo del algarrobo.

Los árabes lo consideraron un árbol ligado a la religión, al igual que los primeros cristianos.

Curiosa es la relación del algarrobo como árbol y la devoción a San Jorge tanto en Asia Menor como en Sicilia, Cataluña y Levante.

Si es claro que el nombre Kharrub, con el que en la Edad Media se denominaba el algarrobo es de origen árabe.

Los almogávares, genoveses y venecianos utilizaron la algarroba y extendieron el cultivo del algarrobo por todos sus dominios.

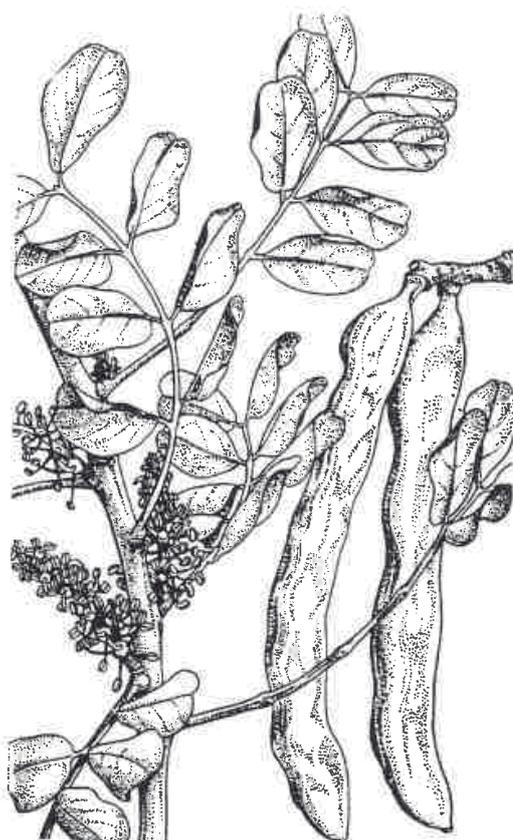
En la Edad Media el algarrobo tenía fama en toda Europa como alimento, como base de destilados muy apreciados y como medicamento.

En muchos lugares el algarrobo avanzó en la época postfiloxérica ocupando antiguas tierras de viña donde el clima lo permitía ya que este cultivo, como ya hemos mencionado, es muy sensible al frío aunque está bien adaptado a suelos pobres y es realmente un árbol anatómica y fisiológicamente xerofítico.

En España el algarrobo fue muy potenciado por los árabes aunque es un cultivo que debió llegar antes por las vías de transmisión cultural de Oriente a Occidente (Tous 1990), pasando desde la Península Ibérica a California, México y Chile y posteriormente desde estos lugares a Texas, Sudáfrica y Australia, siendo hoy un árbol no sólo Mediterráneo sino también asociado a todas las zonas de clima mediterráneo existentes en el mundo.

En nuestro país fue en el siglo XVII cuando este cultivo alcanzó una máxima expansión ocupando zonas montañosas adecuadamente orientadas y transformadas en bancales aún impresionantes, paisajísticamente hablando, en la actualidad.

Figura 2
Representación de frutos, hojas e inflorescencias de algarrobo (tomado de Sierra)



4. ORIGEN Y SISTEMÁTICA

4.1 ORIGEN DEL CULTIVO

En el algarrobo como ocurre en muchas especies, existen distintos centros de diversidad genética que no coinciden con el centro de origen de la especie, pudiendo encontrarse lejos del área donde se encuentran los antecesores silvestres de la especie cultivada. Vavilov distinguió entre **centros de origen y centros primarios** (aquellos donde posteriormente se diversificó la especie vegetal), reconociendo al mismo tiempo la existencia de formas vegetales de gran valor lejos de los **centros primarios de origen** (Allard, 1967).

Después de todo lo mencionado sobre el posible origen del algarrobo, debemos retener al menos las siguientes hipótesis sobre el origen del algarrobo:

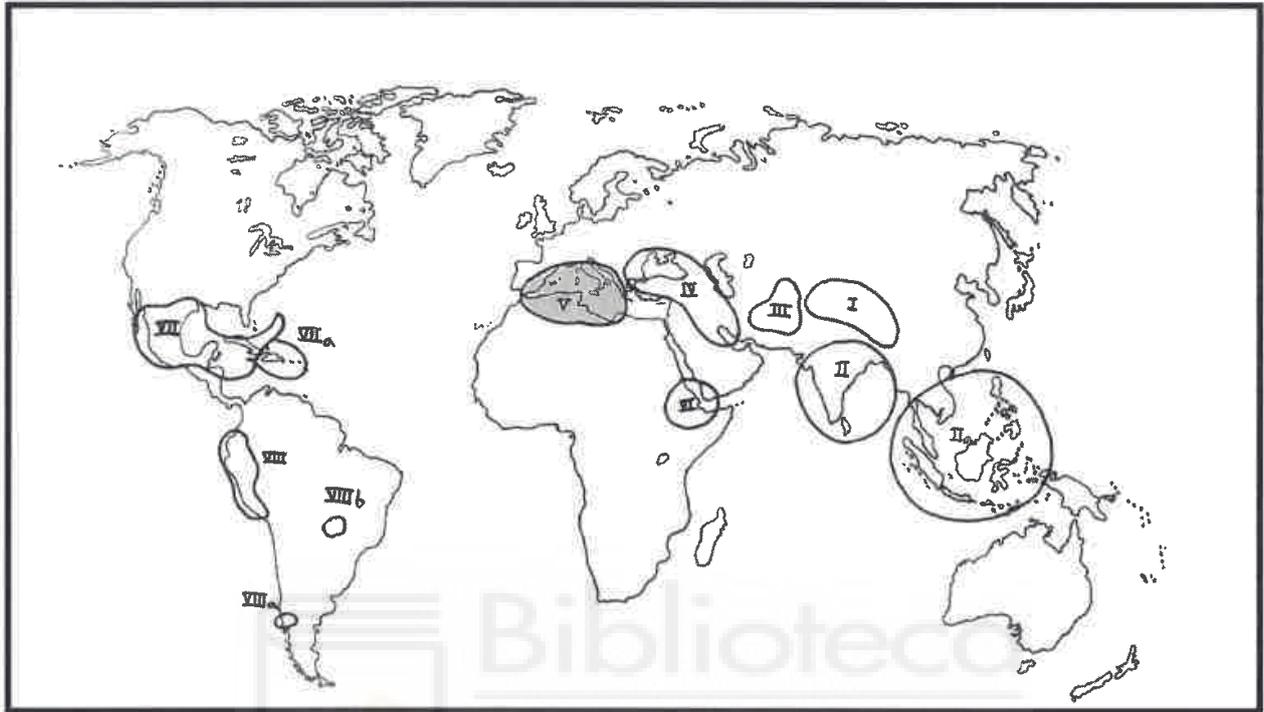
Según indicios encontrados en las Sagradas Escrituras y datos arqueológicos, sobre todo del antiguo Egipto, se consideran dos hipótesis probables sobre su origen:

Vavilov llegó a la conclusión de que el área mediterránea no es centro genético primario de especies cultivadas, sino un centro de diferenciación de éstas y, teniendo en cuenta el ciclo vegetativo, del algarrobo y la época de floración parece apuntar a una procedencia subtropical, por lo que sitúa el origen de éste en las vertientes montañosas del sudoeste de Asia orientadas al Mediterráneo, o sea, desde el Líbano a la altiplanicie Armenia (Daris, 1964).

Zohary en 1973, considera al algarrobo como una reliquia de las formaciones xerofíticas de una flora tropical que habitaba, en el Cretáceo tardío y Paleoceno, las costas del mar de Tetis, donde probablemente se incluían también *Olea*, *Mirtus* y *Laurus*. Esta flora habría sido exterminada de Europa durante el Terciario y el Pleistoceno; La desaparición del Mar de Tetis permitió la penetración de algunas de estas especies mediterráneas en África y Arabia (Martins-Louçao, 1985). El reciente descubrimiento de una nueva especie del género *Ceratonia*, citada más adelante, procedente de Arabia y Somalia, refuerza esta teoría.

Consideraremos, por tanto, como centro de origen del algarrobo las zonas costeras del Mediterráneo Oriental: Siria, Líbano, Israel y costas del sur de Turquía, tal como indica Tous *et al.* (1987), y Tous (2001), y esta área se puede incluir, de acuerdo con los centros de origen o diversidad descritos por Vavilof, en el **Centro V: Centro Mediterráneo**, ya que este incluye toda la cuenca mediterránea, tal como también apunta Sánchez-Monje (1974). En cualquier caso y pese a las pequeñas discrepancias apuntadas, sobre la ubicación concreta de su origen, debemos considerar al Mediterráneo como Centro de Diversificación, aspecto que no admite duda, y aunque éste no fuese el Centro de Origen, lo más importante atendiendo al interés del mejorador genético es que es en la cuenca mediterránea en donde existe una mayor diversificación de la especie y por tanto es el área en la que se pueden buscar nuevos materiales y genes con mayor probabilidad de éxito.

Figura 3
Centros de origen y diversificación de las plantas cultivadas según Vavilov
(Sánchez Monge, 1974)



4.2 TAXÓNOMIA Y SISTEMÁTICA BOTÁNICA

El algarrobo *Ceratonia siliqua* L. fue clasificado ya en los inicios del sistema taxonómico actual.

La situación del algarrobo en el mencionado esquema taxonómico es la siguiente:

- División: Fanerógamas.
- Subdivisión: Angiospermas.
- Clase: Dicotiledóneas
- Subclase: Arquiclamideas
- Orden: Rosales.
- Familia: Leguminosas.
- Subfamilia: Cesalpinoideas.
- Género: *Ceratonia*.
- Especie: *Siliqua*.

El género *Ceratonia* L. sólo contenía hasta hace unos años la especie *Ceratonia siliqua* L., hasta que en Arabia y Somalia se ha descrito otra, *Ceratonia oreothauma* Hillcoat, Lewis y Verdcourt (Hillcoat, 1980) con dos subespecies *oreothauma* y *somaliensis* (Mitrakos, 1987), silvestres en estos países y de las que se han censado numerosas pequeñas poblaciones.

Dado que el nombre específico del algarrobo hace referencia al tipo de fruto, que evidentemente no es una silicua, ya que la legumbre que produce el algarrobo es

monocarpelar larga y estrecha mientras que la silicua es un fruto bicarpelar ancho y corto y típico de algunas crucíferas, se propuso en 1987 pasar a la denominación *Ceratonia mediterranea* S-C para esta especie.

La algarroba, ni su nombre, ni su semilla debe confundirse con la semilla de otra leguminosa herbácea utilizada en alimentación animal con fines proteicos y conocida también con el nombre de *algarroba o algarroba común (Vicia sativa)*, siendo sinónimos de *veza común, veza forrajera, arveja, alverja alberja y aveza*.

La legumbre, fruto de las leguminosas, presenta una sola hoja carpelar y la dehiscencia se realiza por la sutura ventral y por el nervio medio dorsal (Font-Quer, 1959), mientras en el caso del algarrobo la legumbre resulta indehisciente.

Recordemos también que en América existe otra leguminosa arbórea de hojas pequeñas y muy adaptada a zonas áridas que recibe el nombre de algarrobo; su fruto es una legumbre y de sus semillas también puede obtenerse un alto porcentaje de goma alimentaría, con los mismos usos que el garrofín, y quizá por esta razón se le llamo algarrobo. Esta especie denominada científicamente *Prosopis chilensis* (Mol.) Stunz es nativa de Perú, Chile y noreste de Argentina, países de donde esta especie es autóctona y en donde convive con los materiales allí introducidos de nuestros algarrobos mediterráneos.

El algarrobo y su fruto reciben los siguientes nombres, en distintos idiomas:

Idioma	Árbol	Fruto
Español	Algarrobo	Algarroba
	Garrobo	Garrofa
	Garrofero	
Inglés	Carob tree	Carob
	Locust tree	Saint John's bread
Francés	Caroubier	Caroube
Italiano	Carrubo	Carruba
Portugués	Alfarrobeira	
Alemán	Johannisbrotbaum	Johannisbrot
Árabe	Kharraub	Alharoba
Ebreo	Kharuv	

En las distintas lenguas de España, el algarrobo y su fruto también recibe nombres diferentes. Así en Valencia el árbol recibe los nombres de garrofero y garrofera y el fruto se conoce como garrofa; en Cataluña el árbol se conoce con el nombre de garrofer y en Mallorca con los de garrové y garrover.

5. MORFOLOGÍA Y FISIOLOGÍA

5.1. MORFOLOGÍA

El algarrobo es un árbol típicamente xerofítico, perennifolio, de gran porte y ramificación abundante pero no vertical en su desarrollo, que tiene copas muy densas tendentes a ser formas semiesféricas o globosas con basitonía.

Es un árbol muy longevo del que se conocen ejemplares de cerca de trescientos años con diámetros de tronco de casi dos metros y más de 15 metros de altura.

5.1.1. Raíz

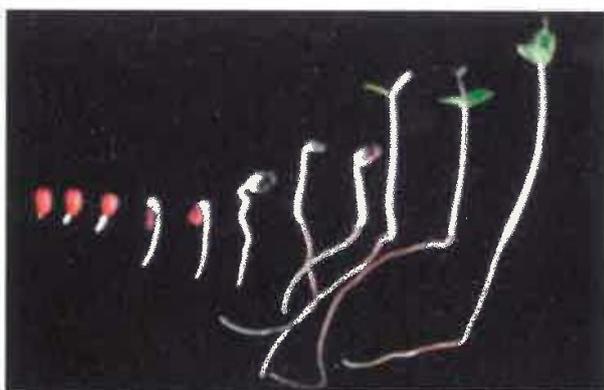
La raíz del algarrobo es muy ramificada en superficie, con formaciones gruesas en su parte superior que al irse separando del tronco van tomando oblicuidad por geotropismo positivo, lo que caracteriza en gran parte el sistema de raíces de esta especie, y forma una peana aunque mucho menos marcada que la que se forma en los olivos.

Las raíces tienen crecimiento lento pero con mucho desarrollo final, de manera que el volumen de raíces supera rápidamente en dos o tres veces el volumen de la copa, es decir que esta especie tiene un sistema radical muy extendido y especialmente distribuido en superficie. Inicialmente si la planta procede de semilla posee una fuerte raíz pivotante de ramificación progresiva que va perdiendo importancia relativa (excepto en situaciones peculiares de suelo y clima) respecto al sistema más fasciculado superficial que se va formando con el tiempo.

Tal como indico ya Natividade en 1941 y como han constatado otros autores Martins-Luçao (1985), etc. después de la fase juvenil el sistema radical pivotante inicial del algarrobo es prácticamente sustituido por un segundo sistema de raíces formado a partir de rudimentos caulógenos específicos de la base del tronco que

Fotografía 2

Desarrollo inicial de la raíz tras la germinación del garrofín



Fotografía 3

Aspecto de las raíces de un árbol adulto



llegan a constituir una estructura tipo peana como ya hemos dicho y que al formarse en planos superficiales da un aspecto característico a la base del tronco como lugar de iniciación de las gruesas raíces principales que se forman.

Debemos también recordar que el algarrobo, pese a ser una leguminosa, no posee simbiosis específicas con *Rhizobium* sp ni otras bacterias fijadoras de nitrógeno atmosférico como ya indica Martins-Louçao (1985), y como ha sido comprobado por numerosos autores.

5.1.2. Tronco

El tronco de éste longevo árbol es grueso, robusto con claros canales de circulación de savia, relacionados con las raíces más gruesas, que les da un aspecto tortuoso especialmente marcado en algunas variedades.

La corteza es rugosa en su base con ritidoma de desprendimiento sectorial de color entre gris y rojizo, mientras en la parte alta del tronco y la base de las ramas esta corteza es lisa.

El tronco en árboles gruesos y viejos es tortuoso y sinusoidal con ensanchamientos y nódulos de tamaño moderado en su base que llegan a alcanzar diámetros de 1'4 a 1'8 metros. En árboles de más de 200 años, que aún son frecuentes en algunas zonas del Levante, los diámetros del tronco pueden superar los 2 metros.

La madera del algarrobo, si no está afectada por ninguna patología, lo que es bastante frecuente, es dura, roja y brillante y bastante resistente a la humedad por lo que en algunas épocas fue considerada una madera noble para muebles y materia de calidad para la construcción de carros (Hernández 1969).

5.1.3. Ramas, brotes y yemas

La característica más peculiar de éste árbol mediterráneo por excelencia es ser caulifloro, es decir, con inserción directa de las inflorescencias en las ramas y los troncos.

Las ramas más viejas de este árbol tienden a la horizontalidad aunque cuando comienzan su desarrollo, en árboles jóvenes, crecen inicialmente verticales y posteriormente se van tumbando; por ello el árbol toma una forma globosa, que es normal-

Fotografía 4
Tronco de algarrobo adulto



Fotografía 5
Ramo joven



Fotografía 6
Brote



mente muy amplia y por tanto da al algarrobo un porte que tiende a ser abierto. En árboles viejos puede ser necesario poner soportes a estas grandes ramas horizontales ya que, al ser la madera atacada por distintos hongos e insectos la debilitan, y si no se apoyaran adecuadamente sería fácil su rotura. Las ramas iniciales de los algarrobos jóvenes tienden a la verticalidad por lo que tienen un aspecto esbelto y tienden a formas cilíndricas.

Cuando la madera es muy joven es de color verdoso a marrón grisáceo y en algunas variedades de color marrón rojizo característico. Las ramas jóvenes son nudosas y bastante flexibles de color gris y con lenticelas muy marcadas.

La nudosidad y los característicos engrosamientos de la madera de más de dos años es consecuencia del crecimiento en el mismo punto de las inflorescencias durante distintos periodos de floración.

Las ramas inferiores tienen un desarrollo superior a las superiores, por lo que presenta un comportamiento basítono. El orden de brotación es: la primera yema en brotar es siempre la superior, que crece mientras brotan las dos inferiores, soliendo brotar tres yemas en el extremo de las ramas, este orden se mantiene unas semanas, al cabo de las cuales se desarrollan más las dos ramas inferiores, mientras la superior se ralentiza en su crecimiento por lo que esta parte inferior toma dominancia.

Las brotaciones jóvenes poseen un color desde muy verde a rojizo según las variedades y de desarrollo muy ligado a las disponibilidades hídricas y a la buena capacidad de transpiración de las hojas. Se ha comprobado que la deposición de polvo y de ciertos contaminantes atmosféricos reduce drásticamente el crecimiento de los brotes.

Las yemas del algarrobo no poseen la pérulas características de otros frutales y por tanto son similares a los de otros árboles perennifolios.

En el algarrobo se diferencian las yemas apicales que generan brotaciones que son muy potentes tanto en otoño, si éste no es frío, como en primavera, yemas axilares y yemas estipulares (éstas son normalmente dos), que se sitúan en la base de las hojas

y que pueden ser de madera o de flor, en ocasiones; y dado que algunas inflorescencias poseen hojas en su estructura podemos hablar de yemas mixtas.

También son frecuentes en el algarrobo las yemas adventicias caulifloras que forman agrupaciones, tanto en tronco como en ramas, y que confieren un característico aspecto abultado secuencialmente a la madera de las formaciones del algarrobo.

5.1.4. Hojas

El algarrobo posee hojas compuestas paripinnadas de entre 4 y 5 parejas de folíolos, aunque en algunas variedades pueden llegar a ser más.

Los folíolos están dispuestos enfrentados a ambas partes del raquis pero en muchas ocasiones, el punto de inserción de los folíolos puede estar desplazado, dándoles aspecto de estar opuestos.

El folíolo central suele no desarrollarse como tal quedando reducido únicamente a un filamento curvado estrecho.

Los folíolos son elíptico-redondeados con una escotadura terminal o un mucrón más o menos marcados, de pedúnculo corto grueso, carnoso, articulado y de borde entero y liso.

Estos folíolos de aspecto coriáceo tienden a curvarse hacia el envés por situaciones de falta de agua, poseen una cara superior de color verde brillante muy oscuro y lustroso, con cutícula muy gruesa; la cara inferior de los folíolos es de color verde claro mate y con su eje central muy marcado.

La longitud de los folíolos es muy variable según la variedad y el estado de nutrición del árbol pudiendo estar comprendida entre los 5 y los 10 cm.

En ocasiones algún folíolo no se desarrolla bien o cae por su pedúnculo articulado.

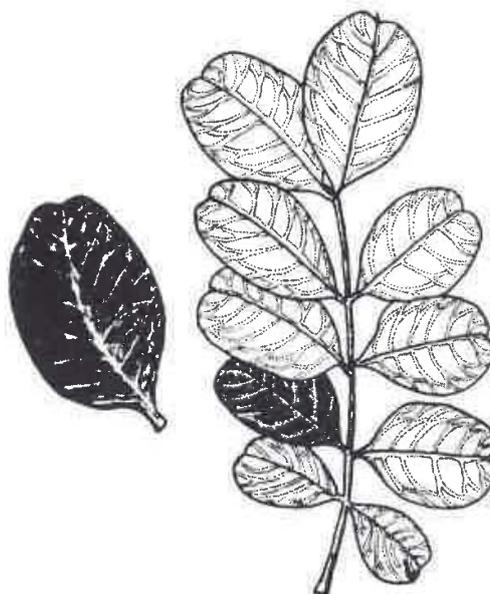
Las hojas, con longitudes muy variables, pueden llegar a medir más de 30 cm.

Cuando en la hoja se mantiene el folíolo central, éste es mayor que el resto de folíolos que constituyen esta hoja compuesta; esto ocurre en

Fotografía 7
Hoja con 8 folíolos



Figura 4
Hoja y folíolo de algarrobo



muy pocas ocasiones y en realidad este foliolo suele ser uno de los foliolos de la última pareja o que se desarrolla más o que pierde su pareja.

Las hojas suelen tener disposición externa con filotaxia 1/6, y la posición de las hojas se repite cada tres vueltas y media.

El carácter xerofítico del algarrobo es observable por la consistencia de sus hojas y por su tendencia a curvarse hacia su cara inferior en situaciones de estrés, ya sea este producido por sequías, vientos fuertes o cualquier otra alteración que eleve la temperatura ambiental.

5.1.5. Inflorescencias y flores

Respecto a la morfología de las inflorescencias debemos recordar que éstas son muy polimorfas y variables no sólo en el sexo de sus flores sino también en el color y características de su eje, en su longitud, anchura etc.

Aunque el algarrobo se ha puesto siempre como ejemplo de planta dioica, es decir con pies o plantas masculinas y plantas femeninas, y probablemente por selección ancestral, algunas variedades poseen flores hermafroditas y por

ello es una planta trioica. Un esquema de los tres tipos de flores existentes en el algarrobo se aprecia en la Figura 5.

La sexualidad de las flores del algarrobo se ha intentado estudiar por muchos autores aunque actualmente aún no se ha descifrado el mecanismo de la dioecia o monoecia, especialmente considerando que en los materiales silvestres o asilvestrados del algarrobo aparecen profusamente los tres tipos de árboles posibles y otros que sin injertar tienen distribuciones mixtas de los tipos de flor (Daris 1964 y Spina 1986) que algunos autores citaron en alguna variedad, que después se atribuyó a injertos de ramas (judíos) para la polinización del árbol, y que actualmente se ha confirmado al detectar algunas ramas o incluso algunas inflorescencias con flores de dos tipos de sexualidad. Actualmente existe un seguimiento exhaustivo de este tipo de variedades hermafroditas y complejas en Italia y en California.

Es evidente que una de las líneas de mejora actual del algarrobo es la obtención de variedades hermafroditas con buena calidad de la algarroba ya que en nuestro país al igual que en otros con cultivo del algarrobo, y salvo excepciones muy puntuales la calidad de la pulpa, su composición, comportamiento, etc., en variedades hermafroditas es sensiblemente más inadecuada que en las variedades de flores únicamente femeninas.

Figura 5
Esquemas de los tres tipos de flores
existentes en el algarrobo

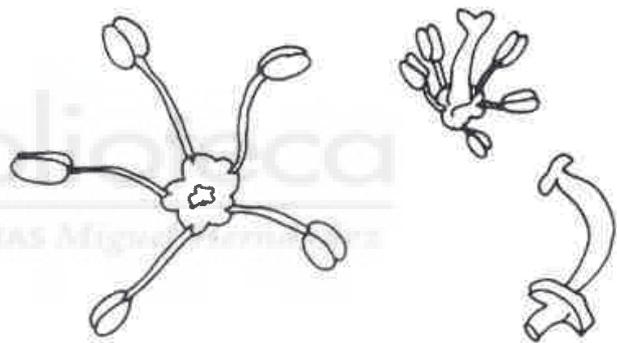
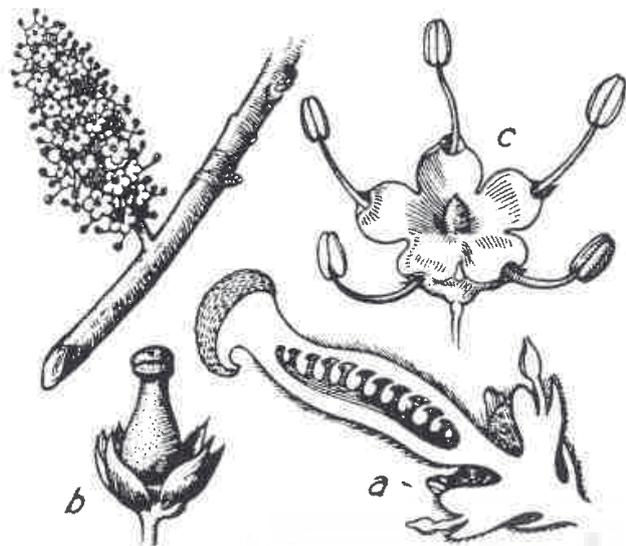


Figura 6
Flores femeninas (b) y masculinas (c) en el
algarrobo. Se esquematizan también un
ovario en sección (a) y una inflorescencia



Fuente: Darís (1964).

Encontramos los tres tipos de pies en esta especie, es decir, pies masculinos (normalmente denominados bordes), pies femeninos y pies hermafroditas; a este tipo de esquema sexual en plantas que fue ya denominado por Linneo poligamia trioecica, se le debería dedicar un especial estudio.

En un estudio realizado por Spina (1989) se indica que de la siembra de semillas se produce una obtención de hermafroditas de sólo un 1'1% mientras que el número de plantas resultantes tanto masculinas como femeninas es del 49'5% en ambos casos.

Las flores son pentámeras, pedunculadas y están insertas sobre un rodete con un disco carnoso o tálamo característico con nectarios bien desarrollados.

La flor del algarrobo es pentámera con un solo ovario superior en el caso de flores hermafroditas y femeninas. En el caso de flores masculinas o hermafroditas éstas tienen cinco estambres y suelen ser más pequeñas que las hermafroditas.

Las flores masculinas poseen cinco sépalos bien desarrollados con nectarios en su base soldados a estos sépalos y formando un disco carnoso con o sin rudimento pistilar central. Los cinco pétalos son meras protuberancias más o menos visibles en este disco floral de las que se destacan las cinco setas o filamentos estaminales largos (de hasta 5 ó 6 mm) y blancuzcos que estrechándose en la parte superior poseen una antera bilobulada de gran tamaño. La evolución de las flores masculinas se representa en la Figura 7.

Las flores femeninas poseen un largo pistilo más o menos curvado con estilo corto y grueso, y un estigma persistente muy grueso, uniforme, redondo, acorazonado o en forma de riñón de color verde amarillento, rico en mucílago y que con el tiempo y especialmente tras la fecundación pasa a color castaño rojizo o negro.

Las flores, sean del tipo que sean, se disponen formando inflorescencias en espiga más o menos largas y compactas con ejes delgados o gruesos y de colores verdes o rojizo, constituyendo estas inflorescencias un buen carácter pomológico de diferenciación varietal.

En general las inflorescencias masculinas son más cortas que las femeninas, y también más compactas y numerosas en el árbol; algo similar ocurre con las inflorescencias hermafroditas.

En ocasiones la inflorescencia puede tener dos ejes o incluso varias ramificaciones a modo de racimo, aunque esto último es muy poco frecuente.

El algarrobo es una especie polígamo-trioica en la que se conoce bien la morfología y anatomía floral, pero poco su fisiología. Dado que en-

Figura 7
Evolución del desarrollo de una flor masculina de algarrobo

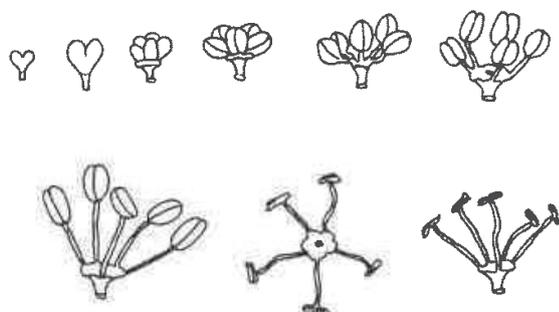
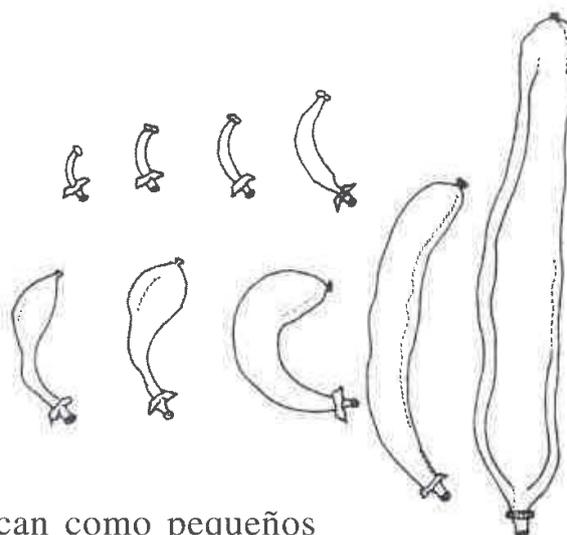


Figura 8
Evolución del desarrollo de una flor femenina hasta llegar a fruto joven



El pistilo está rodeado por un disco procedente de la soldadura de los rudimentarios pétalos, los nectarios y las atrofiadas setas de los estambres que destacan como pequeños muñones, normalmente muy visibles por su color más claro que el del resto del disco.

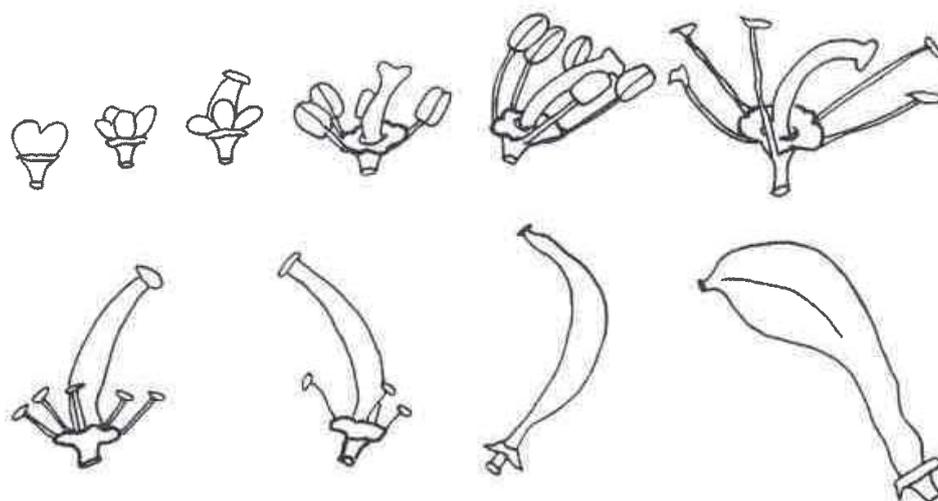
Los sépalos son perfectamente visibles en la base de este disco floral.

El ovario alargado es de placentación lateral y múltiple, con los óvulos y de implantación en el eje primitivo de la hoja carpelar.

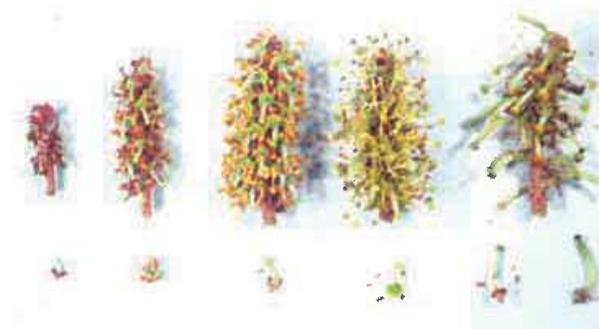
Un esquema de la evolución de las flores femeninas hasta llegar a fruto se indica en la Figura 8.

Las flores hermafroditas tienen los cinco estambres completos y de gran desarrollo y el ovario central y único desarrollándose al menos fisiológicamente un poco antes que la parte masculina de la flor. La evolución de una flor hermafrodita se esquematiza en la figura siguiente.

Figura 9
Evolución del desarrollo de una flor hermafrodita en el algarrobo



Fotografía 8
Inflorescencias y flores hermafroditas



Fotografía 9
Inflorescencias femeninas



Actualmente existen diversos estudios sobre la morfología del polen y su viabilidad habiéndose constatado, por diversos autores entre ellos Passos (1987), Cresti y Crescimanno (1986), Fegursen (1980), etc. y la mayor capacidad de germinación del polen de variedades hermafroditas.

Los granos de polen son elipsoidales tetralobulados y muy pesados lo que de alguna manera constata la necesidad de polinización entomófila del algarrobo.

La entomogamia del algarrobo pese a la poca vistosidad de sus flores es clara por los nectarios y exudaciones astigmáticas muy abundantes durante la maduración y por la abundante presencia de abejas y otros polinizadores en estos momentos del ciclo del algarrobo.

Fotografía 10
Flores e inflorescencias masculinas



5.1.6. Fruto: algarroba o garrofa

Los romanos denominaron el fruto del algarrobo como *siliqua graeca*, llamándose después *siliqua edulis*. La algarroba es una vaina comestible en forma normalmente curvada o retorcida que en ocasiones recuerda a un cuerno.

Según algunos autores las algarrobas fueron el alimento de Juan Bautista en el desierto, lo que ha originado el nombre de este fruto en algunos países nórdicos y anglosajones donde se le denomina Jonsbread o Jansbroad.

La algarroba es una legumbre indehiscente de gruesas paredes con alta acumulación de azúcares y taninos que le dan al principio de su ciclo un aspecto carnosos, diferenciable de una variedad a otras (de aquí el interés de estudiar pomológicamente el fruto aún verde) en el que es también significativo el ritmo y disposición espacial de su enverado.

Esta legumbre de forma más o menos curvada y contorsionada, con engrosamientos

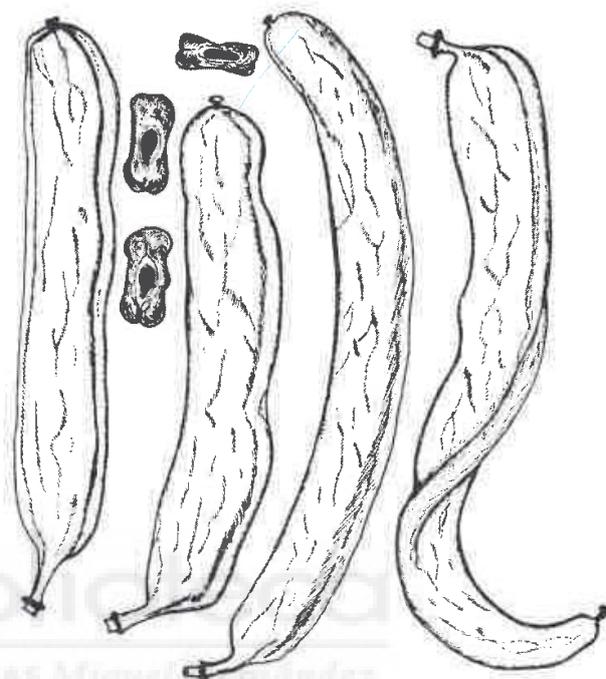
marginales en las zonas de sutura y eje carpelar es plurilocular, con desarrollo de tabiques pulposos cavernosos y receptáculos peculiares para sus semillas que están en un número variable según el desarrollo, condiciones ambientales y eficiencia de la polinización. El número de lóculos vacíos es bajo en condiciones eco-ambientales normales.

En maduración el fruto toma color entre rojo y negro según las variedades pero siempre con mucho brillo y comienza a perder agua hasta el momento de su recolección.

Durante el crecimiento y maduración del fruto permanecen algunas de las estructuras de la flor; así, se engruesa y lignifica el pedúnculo, se secan y ennegrecen los sépalos, tálamo y estigma, que se mantienen en el fruto aún después de la recolección.

El desarrollo de la algarroba se realiza durante el otoño, con un crecimiento inicial muy lento que se acelera en primavera, creciendo de modo visible hasta principios de verano que es cuando alcanza su máximo tamaño. Durante este periodo su color es verde claro, permaneciendo sin marcado crecimiento hasta mediados de verano; es durante este periodo cuando finaliza la formación de las semillas y la acumulación de azúcares en el mesocarpo; a mediados de verano el color verde va cambiando a color marrón chocolate oscuro o negro que se extiende en forma de manchas alargadas, iniciándose este envero normalmente en el ápice, donde se encuentra el estigma ya seco. La madurez se alcanza a partir de principios de septiembre oscureciéndose cada vez más la algarroba. Estas fases de crecimiento hasta la maduración se alcanzan prácticamente en 11 meses, originándose un solapamiento de la presencia de la algarroba madura en el árbol y el crecimiento inicial de las inflorescencias dada la prolongada duración tanto del desarrollo del fruto como de la época de floración.

Figura 10
Forma y sección transversal de algunos frutos de distintas variedades femeninas de algarrobo



Fotografía 11
Distintas formas de fruto



En el fruto pueden distinguirse tres partes:

1ª Exocarpo o piel, de naturaleza fibrosa y coloreada.

2ª Mesocarpo o pulpa, de naturaleza carnosa, rico en azúcares. Representa alrededor del 70-95% del fruto entero.

3ª Endocarpo, de color claro brillante, naturaleza fibrosa; recubre el interior del fruto dividiéndolo en segmentos o lúculos, constituyendo los espacios carpelares donde se sitúan las semillas o garrofines (Caja, 1985).

El número de frutos que quedan en cada inflorescencia es variable según las variedades y suele estar comprendido entre 1 y 6 frutos que quedan colgantes de las inflorescencias, de sus ejes.

5.1.7. Semilla: garrofin

Las semillas denominadas garrofinas, pinyols o garrovins, poseen unas dimensiones de 9 a 10 mm de largo por 6 a 8 mm de ancho, son elípticas, apuntadas en la zona del ápice umbilical y aplanadas distalmente; en cada algarroba están en un número variable entre 6 y 18, y ubicados en lóculos en el interior de la algarroba.

Su color es rojizo castaño, en ocasiones casi negro, brillante, de superficie lisa, aunque en ocasiones posee unas pequeñas ondulaciones consecuencia del inadecuado desarrollo de su endospermo.

El garrofin es muy duro y de gran resistencia.

En la semilla, que representa aproximadamente el 10% del peso del fruto completo, se pueden distinguir tres partes:

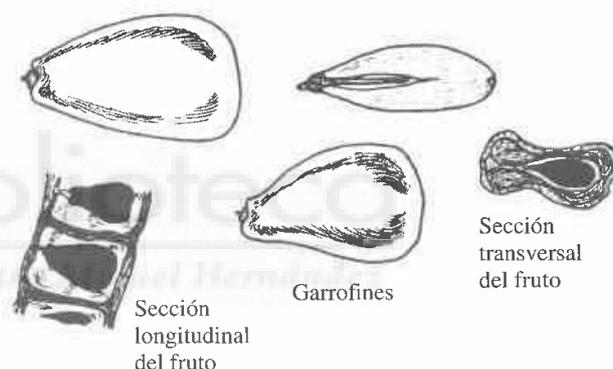
1ª.- Epispermo o cáscara. Cubre a la semilla y está constituida principalmente por celulosa, lignina y taninos. En éste a su vez se distinguen dos cubiertas, una exterior denominada testa, que es coloreada y dura, y otra interior denominada tegmen, que es más blanca y más blanda. Representa un 30-33% de la semilla.

2ª Endospermo. Se encuentra bajo el epispermo y constituye el tejido de reserva del embrión para la germinación. Es la parte de mayor interés económico de la semilla debido a su alto contenido en galactomanana o goma de garrofin, que es un polisacárido (hemicelulosa) formado por la combinación molecular de unidades de manosa y de galactosa en proporción 1:4 (Tous y Batlle, 1990). Representa un 42-46% de la semilla.

3ª.- Germen. En él se aprecian los cotiledones y el embrión (rudimento de la futura radícula). Representa un 23-25% de la semilla.

Conocer la composición tanto del garrofin como de la pulpa es importante. En el apartado de usos y aprovechamientos haremos referencia a ello.

Figura 11
Forma y ubicación del garrofin en la algarroba



Básicamente la pulpa es rica en azúcares (especialmente sacarosa y con porcentajes totales entre 37 y 53%), baja en proteínas (entre 2'5 y 6'25%) y en grasas (entre 0'24 y 1'25%) y rica en fibras; posee como elementos minerales fósforo, calcio y potasio y en menor cantidad magnesio y sodio.

El garrofín es muy rico en galactomananas polisacárido con características peculiares y de amplio uso en el sector alimentario, y relativamente rico en proteínas de alta calidad.

Fotografía 12

Garrofín: semillas bien conformadas y defectuosas



5.2. FISIOLÓGÍA

Si conocer la morfología de un árbol y sus órganos es muy importante para su manejo, no es menos importante conocer las peculiaridades del comportamiento de las distintas especies, en este caso del algarrobo.

Su característica de árbol perennifolio, adaptado a sequías extremas y cultivado en zonas cálidas determina que el algarrobo no tenga prácticamente parada invernal, al menos en inviernos de temperaturas suaves, pero condiciona también que este árbol sí reduzca sensiblemente su actividad en verano especialmente en los meses más calurosos.

Dado que posee sistemas de raíces muy potentes y extendidos el algarrobo es capaz de explorar un gran volumen de suelo.

No es una leguminosa fijadora de nitrógeno ya que no establece simbiosis sistémicas con bacterias de nitrificación, aunque sí posee asociación con hongos formando algunas micorizas pero de forma poco usual.

5.2.1. Reposo invernal y crecimientos

El algarrobo, por las zonas en que se cultiva no llega a tener latencia marcada aunque sí tiene un cierto reposo invernal en el cual se reduce tanto la velocidad de absorción por parte de sus raíces como la circulación de la savia, lo que determina la separación de dos periodos claros de crecimiento. Se ha comprobado, en ejemplares jóvenes, que el crecimiento es mayor en condiciones específicas de cultivo en invernadero con los mismos tratamientos y cuidados que en el exterior y que en estos casos su sistema de raíces crece más, lo que indica que fisiológicamente el algarrobo sí ralentiza su metabolismo durante el invierno.

Los crecimientos de la vegetación del algarrobo pueden ser dos o tres anuales, uno en primavera y otro a principios de otoño; si las condiciones son favorables se pueden diferenciar dos claros períodos de crecimiento en otoño en algunas zonas de cultivo de esta especie.

5.2.2. Floración, polinización, fecundación y cuajado

En algarrobo no es bien conocido ni el mecanismo ni el periodo de inducción floral.

De todas formas la inducción floral parece tener lugar al principio de la primavera.

La inducción está claramente relacionada con bajas concentraciones de giberelinas y es dependiente del complejo equilibrio entre auxinas y citoquininas por una parte y giberelinas y ácido abscísico por otra. Evidentemente dependiendo de estos equilibrios el ritmo temporal de todo el ciclo anual del algarrobo puede variar.

De todas formas estos equilibrios hormonales son dependientes de la climatología y de la disponibilidad en agua y nutrientes, especialmente nitrógeno, por parte de los algarrobos.

5.2.2.1. Floración

Debemos recordar que el algarrobo tiene una sexualidad peculiar ya que es trioico y además caulifloro.

Cada inflorescencia, cuya forma y color del eje son claras características varietales, posee entre 20 y 60 flores de las que sólo entre el 8 y el 10% cuajan y evolucionan adecuadamente, aunque en algunas variedades pueden mantenerse más algarrobos por inflorescencia.

La floración en el algarrobo es escalonada o con un periodo bastante amplio ya que en un mismo árbol puede durar entre dos y cinco meses. Es frecuente encontrar flores en estados iniciales en unas inflorescencias y otras ya con frutitos de 2 ó 3 cm de longitud.

La floración comienza en verano y termina a finales de otoño. Las flores masculinas tienen un periodo de antesis que, en el conjunto de la inflorescencia o grupo de inflorescencias, dura unos dos meses; la receptividad del conjunto de flores femeninas de un algarrobo dura algo más de cuatro meses.

Uno de los problemas que presenta el cultivo del algarrobo es que en recolección, que suele hacerse por vareo, ya están desarrolladas las inflorescencias, muchas de las cuales son dañadas en esta recolección. Esta peculiaridad hace que el algarrobo vareado sea vecero ya que años de producción alta al recolectar se dañan más las inflorescencias y el año siguiente disminuye la cosecha.

En la formación de las inflorescencias y en el adecuado cuajado de sus flores es decisiva la orientación y situación de las ramas en el árbol. Se ha comprobado que ramas horizontales inducen una mayor diferenciación floral y que son éstas las que más inflorescencias presentan.

En general las variedades hermafroditas y aunque entran antes en producción y son más productivas, suelen tener la pulpa menos fina pero su rendimiento en garrofín, como veremos más tarde es alto, por lo que hoy son muy apreciadas dado que no crean problemas de cuajado con lo que tienen más frutos y al tener estos más peso en garrofín son más rentables. Esta adecuación, generalmente mayor, de variedades hermafroditas esta cambiando el panorama varietal en plantaciones nuevas de algarrobo.

5.2.2.2. *Polinización*

La polinización en algarrobo es entomófila aunque sus flores sean poco vistosas; la anemofilia, al ser su polen muy pesado tiene muy poca importancia en la polinización efectiva.

Los insectos visitan de forma preferente flores masculinas y hermafroditas.

La polinización entomófila es referida por muchos autores que citan que las abejas visitan frecuentemente el algarrobo especialmente considerando que en la época de floración de esta especie, que además es amplia, existen pocas especies en floración que permitan libar a estos insectos.

Las flores masculinas y hermafroditas ejercen más poder de atracción para los insectos que las flores femeninas, probablemente por el colorido de anteras y del propio polen además de por la mayor densidad de secreción de los nectarios de estas flores.

Se han citado además de abejas visitando las flores de algarrobo, diversos dípteros, formícidos (hormigas) y lepidópteros (tanto noctuidos como geométridos), algunos coleópteros, ciertos hemípteros y tisanopteros así como también mutilas e icneumonidos, estos últimos muy interesantes como entomofauna mediterránea de zonas áridas. De todas formas la eficiencia polinizadora de algunos de estos grupos es baja.

En algunos trabajos entomológicos en que se han estudiado el polen portado en las cestillas y adherido al cuerpo en diversos grupos de insectos polinizadores y en los que se ha intentado localizar el polen de algarrobo se ha visto que himenópteros (abejas meleras y avispa silvestre), icneumonidos y sirfidos se deben considerar como los más eficientes polinizadores del algarrobo.

En el estudio polínico de muchas mieles mediterráneas se ha detectado la presencia de granos de polen de algarrobo.

La buena polinización es la mejor garantía de adecuadas producciones y buenos rendimientos en garrofín.

En general el periodo de apertura de anteras es, como hemos mencionado, más amplio que el de receptividad del estigma.

El polen de tamaño grande tetracolpado y pesado tiene capacidades de germinación muy distinta según se trate de flores masculinas o hermafroditas y según la variedad concreta dando eficiencias de emisión del tubo polínico (en medios adecuados con base de sacarosa y temperaturas entre 24 y 26°C) con porcentajes que varían entre el 60 y el 70% llegando en ocasiones al 80% o incluso más.

En algunas variedades el número de granos de polen no viables y con anomalías morfológicas puede llegar al 30 ó 40%.

5.2.2.3. Fecundación

La capacidad de germinación del grano de polen es muy diversa pero la capacidad de recepción de los estigmas parece no tener mucha diferencia entre las distintas variedades.

En ocasiones el problema de falta de fecundación de las flores es consecuencia de ambientes húmedos o lluviosos que evitan, en gran parte, el vuelo de los polinizadores; en otras ocasiones el problema es la falta de polen, si la variedad es de inflorescencias femeninas y se han eliminado o quemado los algarrobos machos silvestres en la zona y si no existe una adecuada estructura de brazos o ramas polinizadoras (judíos, xudeus). En otras ocasiones el agricultor ha reducido demasiado estas ramas masculinas injertadas sobre árboles de inflorescencias femeninas al despuntar la rama de flores masculinas del conjunto de la copa del algarrobo por tener normalmente más vigor y pensar que desequilibran el árbol o que actúan como tirasavias y suponen una competencia para el resto del árbol, con lo que al ser prácticamente suprimidas no cumple su valioso papel tanto en el árbol concreto como en el conjunto de la plantación.

5.2.2.4. Cuajado

El cuajado en el algarrobo es siempre parcial ya que la fecundación no es apropiada en todos los casos, normalmente no por falta de eficiencia polínica, es decir no por defectos de capacidad de emisión del tubo polínico, sino por la baja receptividad de los estigmas.

Sólo se han citado dos probables incompatibilidades polen estigma y no parece ser este el problema del deficiente cuajado habitual.

Normalmente cuajan adecuadamente de forma inicial de 6 a 9 frutitos por inflorescencia, aunque este número es variable con las condiciones ambientales, con el momento de la amplia época de floración en el que se da la fecundación y evidentemente según la intensidad del vuelo de los insectos en esos momentos de receptividad del estigma.

En general de estos frutos se suelen caer en algunas variedades aproximadamente el 60% pero en otras sólo el 20% lo que determina que algunas variedades, en las que el cuajado es mejor, se formen auténticos manojos o ramilletes de algarrobas y de cuya característica tomaron nombre algunas de nuestras variedades en cultivo (Ramillete, De Manoll, del Pom, etc.).

5.2.3. Evolución del fruto y su maduración

La evolución del crecimiento de la algarroba y las fases de enverado y maduración de estos frutos dependen, en gran manera, de las condiciones climáticas del año.

La evolución de los frutitos que comienza tras el cuajado, pasa por una primera fase de crecimiento progresivo que se para durante un tiempo, con las temperaturas más bajas de final y principio de año y se recupera, ya en primavera o a finales del

invierno, el ritmo de crecimiento de la algarroba que es alto y que sigue creciendo hasta finales de junio parándose de nuevo en esa época su alargamiento y comenzando la aparición de color y el aumento de azúcares en la algarroba.

Cuando la algarroba llega a los contenidos de azúcar típicos de la variedad ésta comienza a perder agua y se va secando ya en el árbol hasta humedades entre el 10 y el 15% que va disminuyendo, o deben disminuir aún mas, en el fruto en postrecolección, en sus primeras fases de almacenamiento y llegar hasta sólo al 5 ó 7% aproximadamente.

Humedades más altas pueden causar un grave deterioro de la pulpa de algarroba durante su conservación hasta que pase a ser troceada y procesada.

5.3. FENOLOGÍA DEL ALGARROBO

El proceso de floración y cuajado en algarrobos ha sido estudiado por diversos autores.

Los estados fenológicos de las flores tanto masculinas como femeninas fueron establecidos con una base numérica secuencial por Haselberg (1986), representados a continuación.

La fenología de las variedades hermafroditas no ha sido descrita con detalles pero, tomando como referencia los estados fenológicos antes indicados, puede establecerse según la secuencia y esquemas que figuran a continuación.

Figura 12

Estados tipo de desarrollo de las flores e inflorescencias femeninas de algarrobo

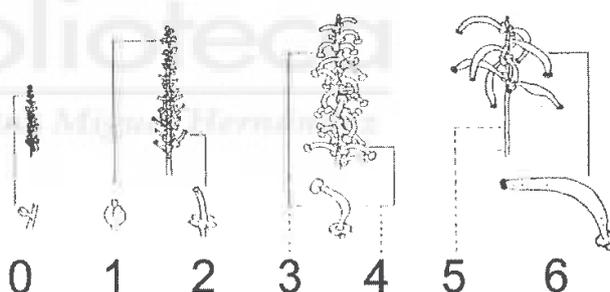


Figura 13

Flores e inflorescencias masculinas de algarrobo

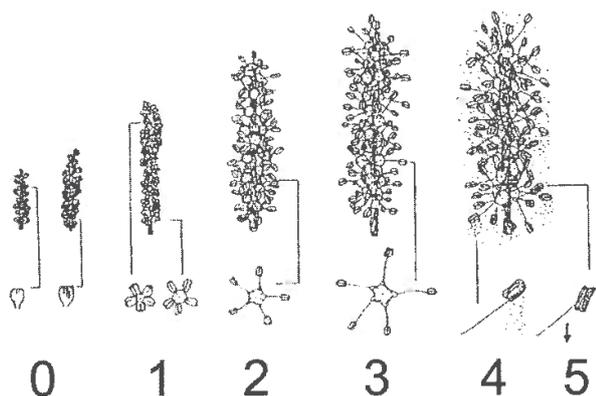
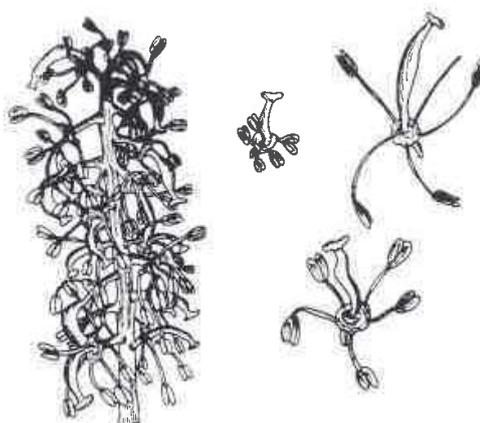


Figura 14

Flores e inflorescencias hermafroditas de algarrobo



6. IMPORTANCIA DEL CULTIVO EN ESPAÑA

Cavanilles (1795) cita la presencia de "bosques de algarrobos" en las tierras valencianas en los términos municipales de Alcalá de Xivert, Oropesa/Benicasim, Villafamés, Onda, Benimamet, Burjassot, Godella, Rocafort, Montcada, Alfara del Patriarca, Liria, Poble de Vallbona, Godella, Gandia, Onteniente, Alzira, Pego, Denia, Callosa, Orihuela y cita la existencia de algarrobos sueltos en otros numerosos municipios. Un esquema gráfico de la distribución de la producción de algarroba extraída de los datos de este autor se representa en la Figura 15. Es evidente que gran parte del entorno próximo a la ciudad de Valencia estaba ocupada por el cultivo del algarrobo; aún hoy quedan realmente algunos árboles testimoniales, y pequeñas parcelas muy secas y de suelos pobres aún no urbanizadas. Este autor calculó la producción global valenciana en 5.060.585 arrobas (es decir unas 58.200 tm) lo que podría suponer un total de unas 35.000 ha de cultivo y unos árboles sueltos abundantes y probablemente con una distribución de 14.000/15.000 ha de plantación en Valencia, 12.000/13.000 ha en Castellón y entre 5.000 y 8.000 ha en Alicante.

Una distribución geográfica del cultivo del algarrobo en nuestro entorno mediterráneo y en nuestro país fue realizada por Daris en 1964 que hace además un interesante juicio crítico sobre las situaciones del cultivo en distintas zonas y comarcas y que por su interés transcribimos a continuación:

"Abarca, por consiguiente, todo el litoral Mediterráneo, festoneando las costas de Istria y Dalmacia: Italia desde los sitios abrigados del golfo de Génova y en todo el litoral Oeste y Sur de la península; mediodía de Francia, España, Portugal e islas Canarias; no dándose, o haciéndolo en malas condiciones aún en dichas costas, en todos aquellos puntos en los cuales la elevación del terreno sobre el nivel del mar sea de 500 metros; alcanzando dicha altura en la provincia meridional portuguesa de Algarbe, tal vez por la temperatura elevada que allí reina en la parte baja. De no tan limitada anchura como parece en las costas meridionales europeas, ofrécese el hábitat del algarrobo en Grecia y en las islas del Mediterráneo, en todas las cuales se da, y que penetra, en la mayoría de ellas, más al interior, habiendo muchas en las que vegeta en la totalidad del terreno.

Son pues, puntos de producción: Creta, Chipre, Malta, Córcega, Sicilia, todas las islas del Archipiélago helénico, Cerdeña, Baleares y Canarias.

Crece también el algarrobo en todos aquellos parajes del Africa comprendidos en las condiciones expuestas antes; debiendo hacer observar que así como en el litoral europeo no se da en terrenos cuya altura exceda de 500 metros, puede, en la parte del continente africano, producirse a mayor altura, puesto que siendo el clima más cálido, necesita el algarrobo regiones que por su elevación compensen los calores que en el llano se producen, y serían perjudiciales al árbol por poco que su cultivo se extendiera hacia el sur de aquel continente. Vegeta, pues, en Argelia, Túnez, Berbería y Egipto.

En Asia existen dilatadas regiones en que se cultiva el algarrobo, y puede que precisamente allí sea en donde más antigüedad cuente cultivo.

*Asegúrase por varios autores que el algarrobo vegeta también en América; sin que podamos afirmar que sea nuestro algarrobo, esto es, el *Ceratonia siliqua*, el que se produzca en el Nuevo Continente, es indudable que hay en este terreno sobradas condiciones de clima y exposición a propósito para tal vegetal; y que de la familia de la leguminosas, a la que pertenece el algarrobo, se conocen cuatro clases de árboles a las cuales se designa con los nombres de algarrobo amarillo, algarrobo blanco, algarrobo de Orinoco y algarrobo negro; teniendo de común, alguna de estas clases con nuestro algarrobo, además de ser de la misma familia, el pertenecer a la tribu de las Cesalpíneas.*

Respecto a la extensión del cultivo del algarrobo este autor cita concretamente:

Concretándonos a España, la zona del algarrobo empieza a insinuarse en el litoral de la provincia de Gerona, pero no de una manera general, sino en las muy limitadas porciones de aquel territorio cercanas al mar, en las cuales no domine la temperatura demasiado fría, reinante en aquella provincia; puédesse, pues, en ella considerarse como excepcional dicho cultivo, ya que la cantidad de fruto que se recoge debe ser muy insignificante.

Preséntase en la provincia de Barcelona la zona de cultivo del algarrobo, de forma habitual, pero sin que tal cultivo llegue a alcanzar en la misma una notable importancia, pues perteneciendo la mayor parte de su litoral a la subregión del algarrobo, este cultivo no empieza a tomar proporciones hasta la parte oeste de la provincia, en la cual se ofrecen verdaderos algarrobales, cuando en el resto de la costa, por la parte de Levante, se le ve salpicando solamente algunos pocos terrenos propios para su cultivo. Es la provincia que produce menos fruto, dejando aparte la de Gerona, porque bien existen en ella enormes extensiones de terrenos en los cuales se daría perfectamente nuestro árbol, pues todo el llano del Llobregat es a propósito, para ello, así como también los alrededores de la capital, no trae cuenta dedicar muchos terrenos al cultivo que nos ocupa, puesto que dadas las condiciones de regadío y al estar muy cercanos a aquella populosa ciudad, las explotaciones hortícolas son preferibles en ellos, así como no es conveniente el que sean ocupados por plantaciones que para su aprovechamiento se necesita un considerable número de años. Descendiendo por la costa Poniente no puede señalarse el cultivo de algarrobo, sino por excepción, hasta llegar a las costas de Garraf, en donde son cultivados de una manera más general, si bien no suelen allí adquirir gran desarrollo sea por no estar aquellos terrenos situados francamente en zona propia del todo para el cultivo que nos ocupa, ya ser por esto, o porque generalmente, aquel suelo de fondo terroso, por estar compuesto de subsuelo pétreo impermeable, no se presta a favorecer el cultivo en regulares condiciones; así es que los algarrobos suelen presentarse, además de poco frondosos, achaparrados y bajos, demostrando con ello la poca profundidad a que pueden penetrar las raíces. Desde las costas de Garraf la zona del algarrobo se presenta ya sin intermitencias; cultívase en mayor escala y su parte y producción claramente demuestran que se ha entrada de lleno en terreno adecuado al cultivo que nos ocupa; así es que la casi totalidad del fruto del algarrobo que produce la provincia de Barcelona es recolectado

en aquel su límite Sur, contribuyendo a la producción los términos municipales de Sitges, Vilanova y Geltrú y Cubellas principalmente.

En la provincia de Tarragona empieza la zona del algarrobo, siendo sus límites por la parte Norte, lindante con la provincia de Barcelona, en San Jaume dels Domenys, y corriendo los límites en anchura, y más o menos paralelos a la costa, sigue por Bisbal del Panadés, Vilarrodona, Pla de Cabra y Figuerola; descendiendo después hacia Vallas, Alcover, La Selva, Aleixar y Riudecols; aproximándose aún más a la costa por Riudecanyas y Vilanova de Escornalbou hasta Tivisa, en que vuelve a separarse aquel límite de la costa, y elevándose por Mora la Nueva, llega a García, población de la provincia más separada de la costa, que produce algarroba, descendiendo luego rápidamente en la ribera sur del Ebro, por Mora de Ebro, Benisanet, Miravet, Pinell, Benifallet, Prat de Compte, Pauls, Cherta, Aldover y Roquetas, va a parar, por Santa Bárbara y Alcanar a La Galera y de este punto a San Carlos de la Rápita, donde termina; puesto que, desde este último punto sufre una interrupción la zona descrita hasta la vecina provincia de Castellón, en la cual continúa.

Puede decirse que Tarragona es la provincia en la que mejor se atiende ese cultivo y el fruto que se recoge pertenece casi exclusivamente a la sola variedad de algarroba: negra; prueba evidente de lo mucho que se atiende la selección del fruto por medio del injerto, no dando lugar a la aparición de variedades diferentes que sin este cuidado podrían sobrevenir, y que además de producir individuos que podrían no amoldarse a las condiciones del país, ofrecen el de presentar un fruto de diferentes clases, condición que perjudica siempre notablemente el precio que se puede obtener.

En la provincia de Castellón continúa la zona del algarrobo, afectando la desigual faja costanera, propia por otra parte de todo cultivo de área muy limitada, y empezando en Vinaroz y Benicarló, sigue por Traiguera y San Jorge. Las Cuevas, Villanueva y Benlloch, Borriol, Argelita y Lucena, llegando hasta la Useras, y por Fanzara y Ribesalbes a Onda, subiendo en el río Palancia hasta Segorbe y Castellnovo. Es la segunda provincia por orden de producción.

La provincia de Valencia es la que reúne mejores condiciones para el cultivo que nos ocupa; y aunque la zona del algarrobo sea, como en las otras provincias en las cuales se cultiva, desigual en su anchura, ésta es mayor que en las otras. Veamos lo que sobre el particular escribe el señor Lleó Comín, perfecto conocedor de esta región, así como de Alicante y Andalucía.

"En la provincia de Valencia se observa que mientras en las estribaciones de las sierras de Porta-Coeli, que parte de Sagunto, y la de Valldigna, que nace en Gandia, desaparece de las faldas y mesetas a poca distancia de la costa, a consecuencia de elevarse el suelo por los valles hasta los términos de Villar, Chulilla, Sot de Chera, Chera, Requena, Tous, Enguera y Fuente la Higera a más de 40 kilómetros de la costa mediterránea".

Es también objeto de especial cultivo en toda la costa de la provincia de Alicante, extendiéndose principalmente por los fecundos valles de Pego y Gallinera, Monóvar y Orihuela. En la de Murcia tiene escasa importancia su cultivo, pues solamente se ven

algunos centenares de algarrobos viejos y maltratados, esparcidos desde la sierra de Palos hasta Mazarrón, extendiéndose algunos en la cuenca del Segura hasta Ricote, que son los más elevados que en la mencionada provincia existen. Para remediar ese abandono, se han comenzado a hacer plantaciones que podrán convertir en productivos muchos terrenos hasta hace poco abandonados.

El algarrobo crece espontáneamente en los montes del litoral andaluz que no exceden de una altitud determinada y se aprovechan en unión de las demás matas de monte bajo, sin que haya sido objeto de cultivo especial, exceptuando alguno sitios donde se desarrolla con mayor vigor y donde suelen injertarse algunos rodales para utilizar el fruto sin hacerle objeto de nuevos cuidados. Por hallarse en este caso pueden citarse los algarrobos existentes en algunos cerritos de Dalías, en las estribaciones de la sierra de Gador, en la provincia de Almería, y los del monte de Casulas (Granada), de Utrique en Cádiz, de Torros en Málaga, etc. Es verdaderamente lamentable que existan todavía parajes de nuestra España en los que el algarrobo se aprovecha en unión de las demás matas de monte bajo. Esto equivale sencillamente a aprovechar billetes de Banco como trapos viejos".

Daris sigue indicando:

En toda la superficie de las islas Baleares se podría cultivar el algarrobo, demostrándolo así no tan sólo la composición del suelo y las condiciones climatológicas y termométricas de dicha región, sí que también los ejemplares vivos de nuestro árbol que con su presencia salpican en todas partes aquellos terrenos. Si bien se produce en las islas bastante algarroba se podría recoger mucha más, pues se podrían aprovechar buenas extensiones de tierra para su cultivo, sin contar lo que creemos sería más beneficioso a los propietarios de dar más importancia a la propagación del algarrobo sustituyendo por este árbol gran parte de terrenos ocupados por otras especies arbóreas menos rediticias en la actualidad.

La rusticidad y la gran parquedad de esta planta determinan, pues, un importante factor económico para la mayor difusión, armonizando los recursos naturales de muchas regiones del Mediterráneo con la experiencia milenaria del agricultor de aquellas zonas."

También Tous y Batlle (1990) indican que la distribución de superficies de cultivo del algarrobo en nuestro país afecta a todas las provincias costeras del mediterráneo y Cádiz y Huelva, indicando como Comunidades autónomas con cultivo del algarrobo la Comunidad Valenciana (donde la provincia con más superficie de cultivo de algarrobo es Valencia, seguida de Castellón y Alicante con mucha menos superficie dedicada a este cultivo), Cataluña (siendo Tarragona la tercera provincia española con importancia en el cultivo del algarrobo seguida de Barcelona y con producciones solo referenciables en Gerona) y también Baleares, Murcia y Andalucía (con superficies dedicadas al algarrobo en Almería, Granada, Málaga, Cádiz y Huelva). El interés por el algarrobo en Mallorca es importante.

Actualmente existe el cultivo del algarrobo en otras provincias en zonas limítrofes con las anteriores pero en pequeña superficie.

Estos autores indican que el cultivo del algarrobo se centraba en un 65% en la Comunidad Valenciana seguida de Baleares y Cataluña y por ese orden de importancia.

Hermosilla (1997) realizó un muy buen estudio geográfico del sector algarrobero valenciano y cita que ya a finales del siglo XVIII las zonas productoras más importantes por comarcas son las reflejadas en la Tabla 1.

Tabla 1
Zonas productoras de algarrobo más destacadas a finales del siglo XVIII en la actual Comunidad Valenciana

Comarca y población	Producción en arrobas
Bajo Maestrart:	
San Mateo	220.000
Vinaroz	480.000
Plana de Castellón:	
Castellón	613.000
Nules	339.000
Campo de Morvedre:	
Sagunto	473.100
Campo de Turia:	
Liria	480.425
La Marina:	
Denia	323.250
Callosa	358.000
Villa Joyosa	103.000
Pego	82.940
Huerta de Valencia	212.800
Ribera del Júcar	140.000
Valle de Albaida	251.000
La Safor	162.800
Bajo Segura	490

La situación actual del cultivo del algarrobo es claramente marginal con muchos árboles sueltos y mal cuidados y plantaciones abandonas o semiabandonadas, aunque existen también algunas comarcas en las que se mantiene el cultivo de las plantaciones con un cierto interés y preocupación en su adecuado mantenimiento ya que se realizan podas sistemáticas y labrado habitual del algarrobo.

Si pensamos en la evolución del cultivo del algarrobo en nuestro país y basándonos en datos estadísticos del MAPA (2000) debemos considerar la siguiente tabla.

Tabla 2
Evolución de superficies, número de árboles diseminados y producción del algarrobo en España tomando como referencia intervalos de 5 años

Año	Superficie (Miles ha)	Árboles diseminados (x 1000)	Producción (miles t)
1930	188'7	2.775	546'6
1935	177'0	3.545	554'1
1940	168'3	3.817	530'4
1945	162'2	3.562	418'2
1950	152'4	3.504	442'3
1955	154'1	3.266	322'3
1960	182'8	2.636	315'1
1965	146'8	2.167	395,0
1970	160'2	388	299'6
1975	144'1	639	219'5
1980	115'6	475	197'0
1985	102'0	403	153'3
1990	95'8	195	142'8
1995	70'9	136	110'1
1996	69'0	136	118'5

Fuente: MAPA (2000).

Algo interesante y que se extrae también de los datos estadísticos es que el precio de la algarroba era de 2'13 ptas/Kg en 1960 y sólo ha tenido precios de más de 60-70 pts/Kg a mediados de los años 80; actualmente sólo se cotiza a 30/45 pts/Kg (0'18-0'27 €/Kg).

En la Comunidad Valenciana existen actualmente 103.437 árboles diseminados (cuando comenzamos los trabajos pomológicos existían 115.626) y la superficie actual es de 52.400 hectáreas siendo en los inicios de este trabajo de caracterización mencionado 69.119 hectáreas y estando cultivado el algarrobo con más de mil hectáreas en 15 términos municipales, con algo menos de estas mil hectáreas en otros 26 términos y con más de 300 hectáreas de cultivo en 82 términos municipales, existiendo también algarrobo en otros 183 términos municipales pero en superficie menor de 10 ha, lo que supone la presencia del algarrobo en casi todos los pueblos y comarcas de la Comunidad Valenciana ya que existen algarrobos en más de 306 términos municipales.

Una representación de la localización y cuantificación aproximada de la superficie dedicada al cultivo del algarrobo en España se puede observar en la Figura 16.

Un cuadro representativo de la evolución histórica del cultivo del algarrobo en la Comunidad Valenciana sería el siguiente (Tabla 3).

Figura 15

Producción de algarroba a finales del siglo XVIII. Fuente Cavanilles 1795 (Hermosilla 1997)

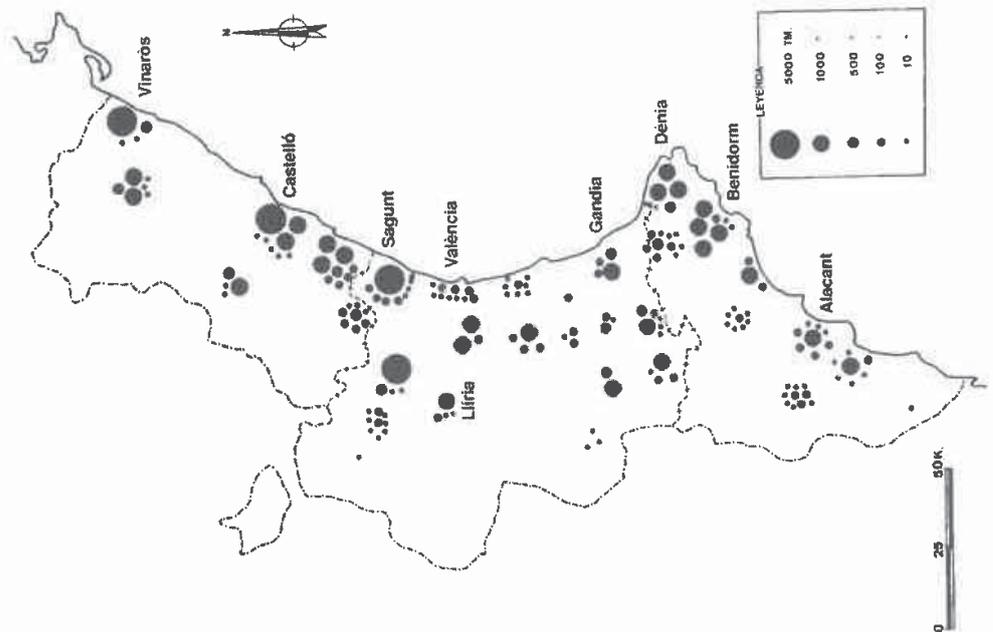


Figura 16

Representación gráfica de la superficie dedicada al cultivo del algarrobo en España en valores absolutos y relativos (Hermosilla 1997)

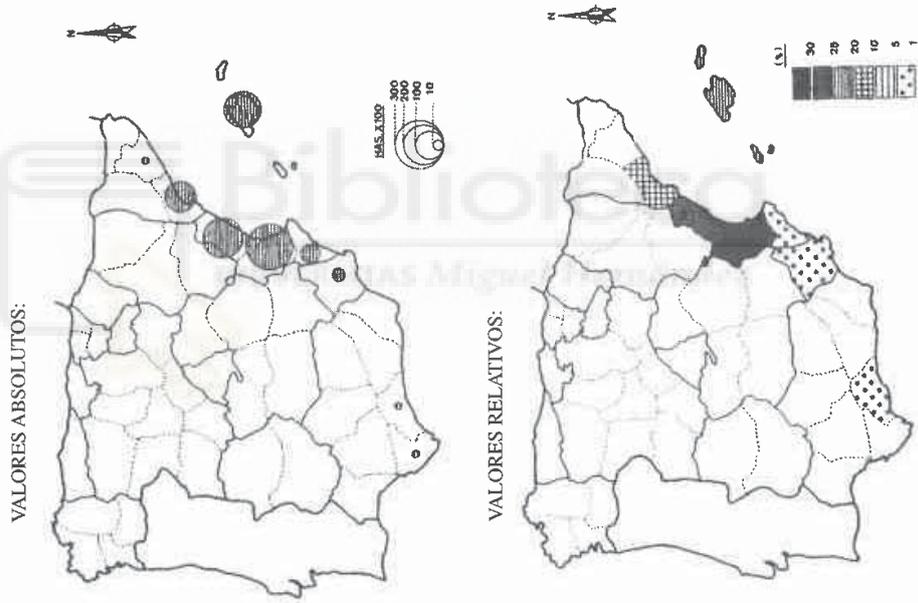


Figura 17

Localización y cuantificación aproximada de la superficie dedicada al cultivo del algarrobo a finales del siglo XX en la Comunidad Valenciana (tomado de Hermosilla, 1997)



Tabla 3
Evolución de la superficie de cultivo del algarrobo en la Comunidad Valenciana (ha)

Provincia	Cavanilles 1975	1910	1948	1983
Castellón	12.900	47.279	65.586	23.970
Valencia	14.200	20.420	39.425	40.248
Alicante	7.800	7.000	114.123	68.898
Total Comunidad Valenciana	34.900	74.699	114.123	68.898

Las variaciones superficiales reflejadas son consecuencia en ocasiones de la expansión y la riqueza agraria de alguna zona de cada una de las provincias y de los recesos que supusieron las heladas de 1946, 1956 y a la expansión, en las zonas tradicionales de algarrobo de otros cultivos como el almendro, el olivo, o los cítricos. La distribución del cultivo del algarrobo en España puede verse en la Tabla 4.

Tabla 4
Superficie de cultivo del algarrobo en las distintas Comunidades Autónomas españolas

Comunidad autónoma	Superficie total (ha)	Árboles diseminados	Producción (toneladas)
Andalucía	1.533	12.733	2.672
Baleares	14.101	49.682	15.194
Castilla-León	—	1.040	—
Cataluña	11.790	28.462	23.053
C. Valenciana	40.423	44.108	73.228
R. Murcia	1.957	—	4.345
España	69.804	136.025	118.492

Fuente: MAPA (2000). Datos 1996.

Si hablamos de producciones, en plantación regular éstas varían mucho entre antiguas plantaciones de secano con medias entre 1.300 y 1.600 Kg/ha y regadíos más o menos cuidados que llegan a producir entre 3.000 y 5.000 Kg/ha según cuidados y marcos de plantación. Existen hoy algunas plantaciones con formaciones especiales y en régimen de explotación mecanizada y con riego localizado que producen más. Valores de producciones medias citadas por distintos autores están recopilados en la Tabla 5.

Hay datos que hacen referencia a producciones muy altas por algarrobo pero esto no es frecuente; sin embargo sí existen muchos árboles con producciones de algo más de 80-85 Kg/árbol siendo frecuentes árboles de hasta 300 Kg de algarroba, aunque las medias de producción en árboles aislados están entre 15 y 18 Kg por árbol en nuestro país al menos según datos oficiales. De forma habitual se citan árboles con 200 o incluso 300 Kg cada uno en muchas de nuestras comarcas tanto en Valencia como en Cataluña y Murcia.

En otros países es frecuente la producción de algarroba en árboles grandísimos; así se citan producciones entre 800 y hasta 1.000 Kg por árbol en Sicilia; realmente estos casos suelen ser varios árboles formando una sola unidad, al menos en lo que nosotros hemos observado.

Debemos indicar que en el sector de la algarroba, que no es muy conocido, y en el que la especulación y las variaciones de precios hacen que algunos años no compense ni la recolección de la algarroba, existe una clara dominancia del comercio privado y las cooperativas valencianas seguidas de las de Cataluña y Baleares.

Nuestro país exporta habitualmente pulpa de algarroba pero suele también importar garrofín ya que el LBG (goma de garrofín) sigue siendo bastante empleado en el sector agroalimentario nacional y en otros sectores que, o se utiliza directamente o tras su preparación en alimentos. En ocasiones la goma de garrofín se exporta como tal producto a los países con más desarrollo a través de grandes compañías de alimentación o ya como productos elaborados.

El mercado de la algarroba como pulpa es más estable que el de la goma de garrofín pero bastante menos rentable.

Los usos y características de composición de pulpa, garrofín e incluso de goma de garrofín, ya han sido mencionados anteriormente.

Tabla 5

Producciones medias citadas por distintos autores en varios países para el algarrobo

Autor y País	Condiciones (árboles/ha)	Producción (Kg/ha)	Kg/Algarrobo
Coit (1949) California	100	3.200	32
Castro (1952) Italia	80	2.100	-
Davies (1970) Chipre	80-100	1.200/4.500	16-28-45
Gorr (1958) Israel	120-180	7.200/12.300	30-50/60-80
Merwin (1981) Portugal	-	5.400	45/60
Mitrakos (1968) Grecia	-	1.000/2.100	-
Salazar (1987) España	50	3.450	69
Tous (1990) España	45	2.738	61
Tous y Batlle (1987) España	100	4.200/5000	42/50
MAPA (2000) España	80	1.500	18

Evidentemente y como ya hemos citado existen ejemplares de algarrobo con producciones altísimas y que no se reflejan en la tabla anterior.

7. ECOLOGÍA BÁSICA DEL ALGARROBO

La ecología básica del algarrobo y considerando que este cultivo puede producir con sólo 350 mm de pluviometría anual, indica que es poco exigente en agua, pero es muy sensible al frío en invierno por lo que sólo puede vivir próximo al mar con altimetrías de menos de 500 m de altitud, aunque en algunas zonas su cultivo ocupa zonas más altas pero siempre con adecuadas exposiciones y con evidente riesgo de heladas.

Las zonas adecuadas ecológicamente hablando para el algarrobo coinciden con las de la carrasca, los cítricos y el olivo pero su posible expansión teórica territorial en zona templada es en realidad mayor que la de los cítricos y menor que la del olivo desde el punto de vista de exigencias ambientales.

Existen plantaciones de algarrobo, muchas ya históricas en casi todas las zonas abancaladas del mediterráneo, desde Palestina e Israel pasando por Grecia, Italia y sur de Francia o por Túnez y Argelia y hasta llegar a Portugal, con algunas plantaciones puntuales y anecdóticas en Canarias y en las Azores.

7.1. EXIGENCIAS

Como ya hemos indicado el algarrobo es un árbol xerofítico de amplia plasticidad respecto a tolerancia a suelos pero que requiere unas condiciones térmicas muy estrictas ya que es sensible al frío y a las heladas.

Es un árbol muy adaptado a regiones áridas donde puede considerarse como emblemático. Resulta tolerante a la salinidad lo que se refleja en la Tabla 6 en la que se indica la sensibilidad diferencial a la salinidad para distintas especies frutales.

Daris (1964) cita que en cada comarca se sabe perfectamente cual es la variedad que más produce y más calidad da, se sabe que variedades resisten más al frío, y se pregunta "¿cómo se explica, sino es por la gran desidia en el cultivo, el que se vean comarcas en las que abundan algarrobos semeando éstos un verdadero muestrario de variedades y clase?".

Su resistencia a la caliza activa se pone de manifiesto en las áreas de cultivo del Levante y Sudeste español, encontrándose plantaciones de algarrobos en zonas donde el carbonato cálcico total puede llegar al 60% y el contenido en caliza activa puede superar el 22%; en estas áreas la especie vegeta sin síntomas evidentes de clorosis férrica que serían normales en otras especies. Desde luego el algarrobo prefiere suelos de reacción alcalina, francos o franco-arenosos, como se comprueba por su vigor en estas zonas. Los suelos que se encharcan con facilidad no se consideran aptos para el cultivo de este árbol ya que es muy sensible a hongos del suelo.

Las áreas de cultivo del algarrobo en España se sitúan en la franja costera mediterránea comprendida entre la costa y los 40-50 Km hacia el interior, en áreas de escasa pluviometría, entre los 180 y 50 mm anuales. La cantidad de agua necesaria para una adecuada fructificación del algarrobo se estima y según distintos autores entorno a

los 350 mm/año, ya que la planta presenta una gran resistencia a la sequía, tan sólo superada por el pistachero (Tous y Batlle, 1990), pudiendo fructificar en zonas donde la lluvia no supera los 220 mm/año.

Tabla 6
Sensibilidad a la salinidad de diferentes especies frutales

Especies de buena tolerancia (<2 g/l de ClNa)	
Algarrobo	(<i>Ceratonia siliqua</i>)
Palmera datilera	(<i>Phoenix dactylifera</i>)
Pistacho	(<i>Pistacia vera</i>)
Especies de tolerancia media (entre 1 y 2 g/l de ClNa)	
Olivo	(<i>Olea europea</i>)
Vid	(<i>Vitis vinifera</i>)
Higuera	(<i>Ficus carica</i>)
Granado	(<i>Punica granatum</i>)
Especies sensibles (<1 g/l de ClNa)	
Albaricoquero	(<i>Prunus armeniaca</i>)
Almendro	(<i>Prunus amygdalus</i>)
Membrillero	(<i>Cydonia oblonga</i>)
Especies muy sensibles (<0'5 g/l de ClNa)	
Melocotonero	(<i>Prunus persica</i>)
Peral	(<i>Pyrus communis</i>)
Manzano	(<i>Malus pumila</i>)
Ciruelo	(<i>Prunus domestica</i>)
Cítricos	(<i>Citrus sp.</i>)
Níspero	(<i>Eriobotrya japonica</i>)
Pecano	(<i>Caria illinoensis</i>)
Nogal	(<i>Juglans regia</i>)

Fuente: Gil-Albert, 1998.

7.2. CICLO BIOLÓGICO DEL ALGARROBO

Este árbol perennifolio, de gran rusticidad y muy bien adaptado a las condiciones mediterráneas tiene una latencia corta sin llegar a interrumpir totalmente su desarrollo en invierno, sin embargo sí tiene una parada estival marcada.

Sus principales brotaciones tienen lugar en otoño y en primavera.

La inducción floral se produce en primavera aunque el desarrollo de las inflorescencias comienza en verano y éstas siguen su crecimiento durante septiembre y octubre.

La polinización puede comenzar ya en agosto aunque normalmente la mayor parte del cuajado de flores se produce entre septiembre y octubre; en este momento tiene lugar una importante caída de frutitos, la floración es por tanto muy larga, normalmente de 4 ó 5 meses y es escalonada ya que mientras los frutos de unas inflorescencias están ya cuajados, otros están iniciando su desarrollo. Los que no sufren esta caída comienzan a engrosar y crecer muy lentamente al principio permaneciendo en un desarrollo incipiente hasta marzo, mes en el que comienza el crecimiento rápido del fruto.

El enverdado o cambio de color que comienza por la zona estilar y por la zona de sutura carpelar es progresivo y en forma de mancha alargada y arracimada.

El desarrollo de la algarroba pasa por las tres típicas fases de la mayor parte de frutales pudiéndose asimilar su curva de crecimiento a una sigmoide cuyas fases están caracterizadas por la velocidad de crecimiento y por los pesos y longitudes de los frutitos.

Como puede observarse en el Gráfico 1, en el crecimiento de la algarroba se distinguen claramente tres fases:

- Fase I. Caracterizada por el lento crecimiento en longitud de los frutitos que llega a pararse prácticamente en los meses de noviembre a enero.
- Fase II. Caracterizada por un crecimiento rápido de la algarroba especialmente en longitud.
- Fase III. Se caracteriza por una ralentización de la velocidad de crecimiento comenzando el enverado, la maduración y la acumulación de azúcar en el fruto.

Los cambios en componentes del fruto no han sido aún bien estudiados en la algarroba ya que se conoce su secuencia, especialmente por lo que se refiere a contenido en azúcares y taninos, pero aún no se ha estudiado con suficiente profundidad ni el ritmo de acumulación ni los factores que influyen objetivamente en estas acumulaciones.

Es claro que la evolución de la composición de los frutos depende de la variedad de que se trate y de las condiciones medioambientales y probablemente de manejo de los materiales en cultivo.

Una representación de esta curva de crecimiento en los cultivares Negra y Banyeta estudiado en Castellón y siguiendo el modelo establecido por Ilahi y Vardar (1976) se representa en el Gráfico 1.

Como resumen del comentado ciclo anual del algarrobo podemos establecer un esquema cíclico como el que se muestra en la Figura 18, en la que se expresan las distintas fases y fenómenos de desarrollo del algarrobo a lo largo de los distintos meses del año.

7.3. REQUERIMIENTOS ECOLÓGICOS BÁSICOS

Tal como hemos mencionado el algarrobo tolera casi todo tipo de suelos, pero prefiere los calcáreos de consistencia media a sueltos.

No acepta suelos húmedos ni encharcables, aunque sea temporalmente ya que es sensible a diversas podredumbres de raíz.

Gráfico 1
Curva de crecimiento de las algarrobas de las variedades algarrobo Negra y Banyeta en Borriol (Castellón)

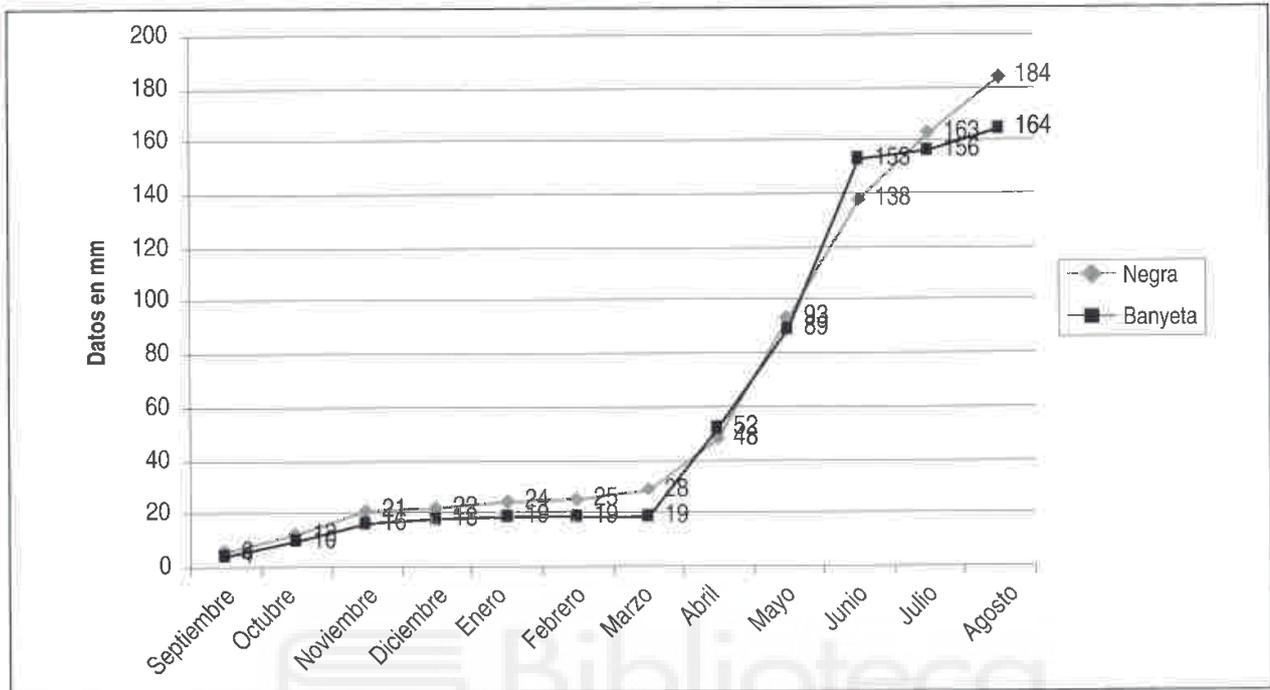
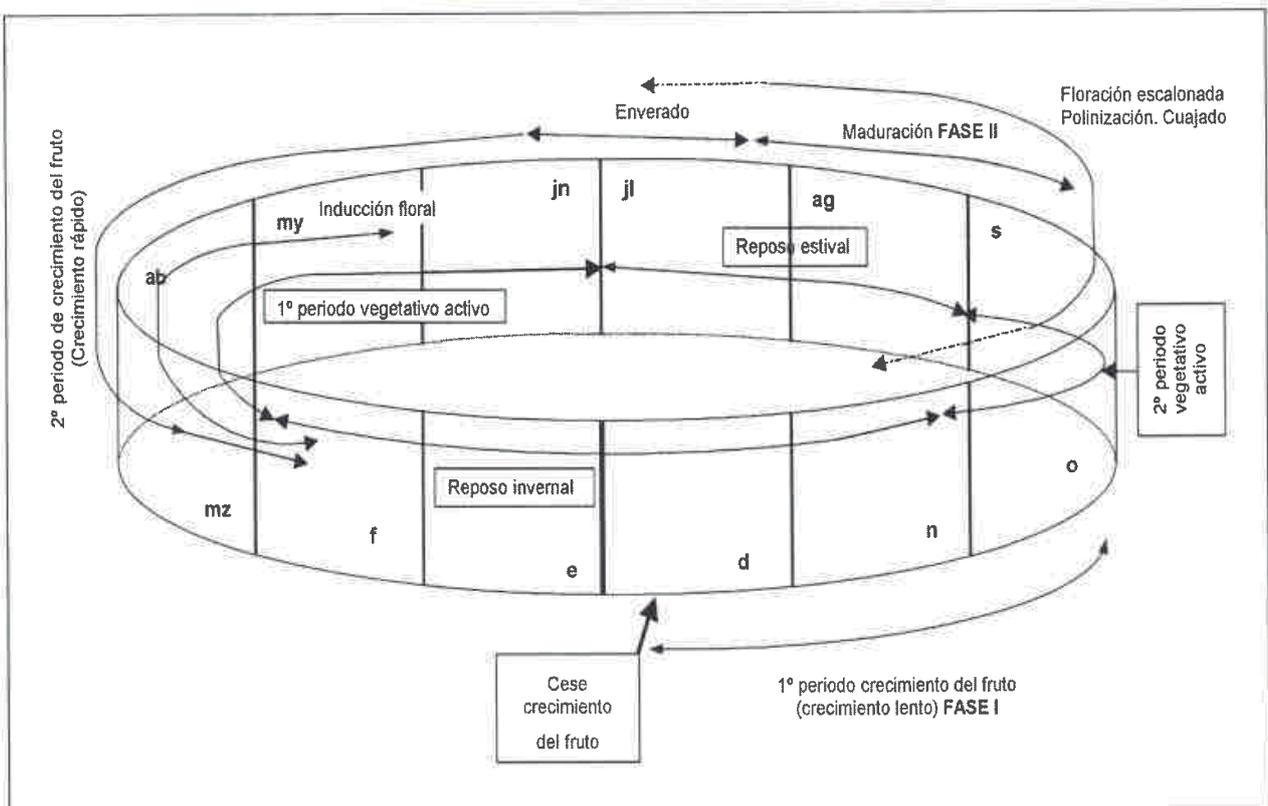


Figura 18
Ciclo anual del algarrobo



En suelos muy profundos y fértiles el algarrobo vegeta muy bien pero probablemente se desequilibra su vegetación y produce poco dando algarrobas de menos calidad, ya que contiene menos azúcar y además se conservan peor; tolera bien la salinidad y hasta límites altos como ya hemos indicado anteriormente.

De lo expuesto se puede concluir que el algarrobo requiere suelos permeables siendo realmente indiferente al tipo de suelo según su génesis y composición ya que produce bien en suelos graníticos, en areniscas y en los calcáreos y dolomíticos; funciona bien incluso en suelos esquistosos y de cantos rodados, donde desarrolla sistemas de raíces más profundos y extendidos.

Quizás por su sensibilidad a la humedad del suelo funciona muy bien en laderas y con cierta pendiente aunque los ejemplares más viejos que quedan actualmente están en abancalados bajos de zonas prácticamente llanas de nuestras zonas costeras mediterráneas.

En realidad como dice Daris (1964) el algarrobo es "frugal y vividor" y no es exigente ni en composición del terreno ni en la configuración del mismo ya que "tanto los valles y terrenos llanos, como las hondonadas, barrancos, colinas y hasta montañas son susceptibles de ofrecer al algarrobo un buen medio de vegetación".

En suelos muy pobres y con subsuelos pétreos y sin casi capa de tierra explorable los algarrobes crecen achaparrados, con poca vegetación y poco desarrollo, pero mantienen buenas producciones.

Respecto al clima sí es cierto que el algarrobo es sensible a las heladas de invierno ya que en muchas ocasiones en este periodo los frutitos son aún muy pequeños y resultan muy sensibles a las bajas temperaturas. Asimismo es cierto que la madera joven se hiela a temperaturas de 5°C bajo cero.

Por contra tiene un sistema muy eficiente y capaz de regular bien la transpiración y por ello tiene, y como ya hemos mencionado, muy bajos requerimientos hídricos, y soporta bien temperaturas altas, de más de 45°C en verano.

Daris (1964) cita unos requerimientos térmicos durante su ciclo, desde octubre-noviembre hasta agosto-septiembre, que es el momento de la fructificación hasta la maduración completa de fruto de 5.000 a 6.000 grados de calor.

Fuera de las condiciones térmicas requeridas el algarrobo puede vegetar pero prácticamente no produce como ocurre en el norte de nuestra cuenca mediterránea.

Desde el punto de vista de pluviometría y requerimientos hídricos el algarrobo es muy poco exigente aunque acepta bien el riego si posteriormente se cuida la conservación de la algarroba.

8. CULTIVO Y MANEJO DEL ALGARROBO

Hay muchas comarcas en las que no se atiende adecuadamente al algarrobo y en las que no se cuida la importantísima operación del injerto o se hace sin la debida selección de los materiales vegetales a utilizar Darís (1964).

De todas formas debemos tener en cuenta que en otros lugares y en el pasado en nuestras comarcas el algarrobo se ha cultivado con esmero, aunque eso sí, con pocas inversiones. Actualmente siguen existiendo parcelas de algarrobo muy bien mantenidas, con laboreos continuos y cultivo racional, además ya hace unos años se establecieron algunas nuevas y modernas parcelas, tanto en Andalucía como en la Comunidad Valenciana y Cataluña con estructuras de riego localizado, marcos de plantación adecuados y en ocasiones preparadas para su mecanización integral, que comprende desde la propia plantación a la recolección, tarea ésta para la que ya se han diseñado prototipos especializados y que se están ensayando hoy.

Como técnicas de cultivo básicas en esta especie como en cualquier otro frutal debemos recordar las siguientes:

- las podas,
- el abonado y en su caso la fertirrigación,
- el riego,
- el control de plantas adventicias,
- el control de plagas y enfermedades,
- el mantenimiento del suelo,
- la recolección,

el empleo de fitorreguladores en algarrobo aunque ha sido estudiado no es empleado en cultivo aunque sí en multiplicación de las plantas.

8.1. DISEÑO DE PLANTACIÓN

Al hablar del diseño de la plantación, debemos pensar en el tipo de arbolado que deseamos y, especialmente, que tipo de poda y recolección vamos a poner en marcha para la explotación, así como la superficie a plantar y su distribución en el terreno.

Debemos recordar que, históricamente, se decía que un algarrobo debía disponer de unos 45 m² de suelo para explorar y del que obtener el necesario alimento y agua, lo que conducía a plantaciones tipo dehesa con árboles muy separados, más de 15 ó 20 m, y que conducían a densidades de 25 a 45 o incluso menos árboles por hectárea.

En las nuevas plantaciones, en secano, para mecanizar o no la recolección, y especialmente en régimen de riego esporádico, ya sea riego de apoyo en verano antes de la maduración, o riego de restauración después de la recolección, si no llueve en estas épocas, o en plantaciones pensadas para riego localizado se realiza la colocación de árboles con marcos más estrechos y en lugar de plantaciones de 20x20, 20x15 ó 16x16 m que es como se plantaba antes, se realizan plantaciones en secano con

marcos de 8x8 ó 10x10 m que aún parecen muy amplios. Actualmente, y buscando máximas producciones en los últimos años, se han establecido parcelas con marcos de 9x4,5 m para aclarar quitando algunos árboles después de unos 15 ó 20 años y pasar a marcos definitivos de 9x9 m y conseguir así una aceptable producción por unidad de superficie al principio de la plantación, cuando aún los algarrobos son poco vigorosos. Se ha llegado a plantar con marcos 6x4 para, tras aclarar, pasar también a marcos de 6x8 m con lo que también se consigue un forzado inicial de las plantaciones jóvenes y un marco bastante denso para una producción, que podemos considerar como intensiva para el algarrobo.

Actualmente hay algunos ensayos a marcos de 6x4 m y en espaldera e incluso plantaciones de 4x4 m para tutorar, podar y rejuvenecer luego de forma alternativa pero sin llegar a arrancar ningún algarrobo.

Antes se recomendaba la asociación de cultivo, al menos en su fase inicial, cosa que hoy no se considera una opción aceptable por la diversidad de tratamientos que ello supone y tanto por su elevado coste, como por su agresividad medio ambiental y el difícil control efectivo de plagas y desarrollo que suponen este tipo de plantaciones. Realmente aún existen en explotación algunas asociaciones de algarrobo con almendro o incluso con melocotoneros y con distintos marcos de plantación.

Es evidente que actualmente se tiende a realizar las nuevas plantaciones con materiales vegetales hermafroditas, pero dado que la calidad y especialmente el rendimiento de estas variedades no siempre son las más adecuadas, se siguen plantando variedades de inflorescencias femeninas, al menos de momento; por tanto en este tipo de plantaciones se debe planificar una buena estructura de polinizadores que normalmente son variedades hermafroditas. En principio es suficiente establecer un árbol hermafrodita cada 8 femeninos y colocado en el centro de estos 8 árboles, lo que supone un total del 12% de polinizadores en la plantación, aconsejándose hoy que se utilicen un par de variedades polinizadoras distintas para cada parcela para así cubrir bien los cuatro a seis meses de receptividad de los estigmas; de todas formas la precocidad o retraso de la antesis aún no está ni suficiente ni adecuadamente estudiada.

Algunos autores consideran que con solo entre el 4 y el 6% de árboles polinizadores en la plantación es suficiente (Coit, 1949), mientras otros recomiendan al menos el 20% de pies polinizadores; otros como Thompson (1971) recomiendan la polinización con árboles hermafroditas colocados en filas alternas en los casos de demostrada eficiencia de las éstas, una fila de hermafroditas cada dos hileras de árboles femeninos; también pueden utilizarse colmenas.

La adecuación y sincronización de árboles polinizadores y receptores no está bien estudiada en estos momentos ya que no existen aún suficientes estudios sobre las épocas y sincronización intervarietal del periodo de polinización ni sobre la germinabilidad del polen de muchas de las variedades en cultivo, máxime cuando existen otros factores determinantes de la eficiencia de la polinización no bien estudiados; de todas formas y aunque sí existen autores que han estudiado estas problemáticas (Thompson 1971, Russo 1959), el tema no está definitivamente zanjado.

Lo que sí parece claro es la mayor eficiencia, en la consecución del cuajado de las variedades hermafroditas sobre algunos polinizadores masculinos tradicionales como se ha demostrado en Borriol (Castellón) con la variedad Mascle ampla (que es en realidad una variedad hermafrodita), con Tandillo y Santa Fe entre otras variedades en otros países y que ha sido citado por diversos autores de los mencionados anteriormente, y como se ha reflejado en los resultados obtenidos en unos ensayos iniciales de nuestro equipo, aún sin finalizar.

Debemos recordar que otra alternativa de polinización es el injerto de ramas de flores masculinas (como se hacía antes en todos los algarrobos de flores femeninas) o con injertos de variedades hermafroditas (que es lo más frecuente actualmente) e injertando solo ramas en el 25 o el 50% de los árboles de las plantaciones. La posición de estas ramas masculinas o hermafroditas en el algarrobo es importante. Debe optarse por el injerto en el centro del árbol y que floree adecuadamente este injerto sobre la copa del árbol o también puede ser colocada en un lateral del algarrobo pero alternando la posición del injerto en 3 o incluso 4 orientaciones distintas en los distintos árboles en que se establece este injerto o judío.

También debemos recordar que la existencia de árboles asilvestrados, procedentes de semilla que en muchas ocasiones dan pies masculinos, tenían un efecto polinizador zonal adecuado en la antigua estructura del cultivo del algarrobo por lo que en determinadas comarcas no era necesario, pero sí conveniente, el establecimiento de polinizadores.

Alguno de los autores más antiguos que citan el cultivo del algarrobo (Alonso de Herrera y Cavanilles por ejemplo) recogen la tradición árabe de plantar (o mejor sembrar) algarrobos machos en los márgenes y puntas de los bancales donde la recolección de la algarroba era más problemática o incluso en los riscos de dolomitas resquebrajadas que solían quedar en algunos de los lugares más escarpados de las fincas.

8.2. PREPARACIÓN DEL SUELO

Son muy pocas las plantaciones nuevas de algarrobos que se realizan hoy pero debemos recordar que es necesario, antes de proceder a la realización física de la plantación, conocer el suelo sobre el que se va a plantar. Pese a ser el algarrobo tolerante a caliza activa alta y salinidad, como hemos mencionado anteriormente, es importante conocer las características físico-químicas del suelo en que vamos a plantar mediante los adecuados análisis.

En ocasiones pueden ser necesarias ciertas correcciones que, al ser caras normalmente no se realizan, lo que hace que en nuevas plantaciones deban realizarse abonados de cobertera forzados o especialmente pensados para evitar las fisiopatías o carencias observadas en los árboles.

El aporte de materia orgánica bien humificada es adecuado, aunque eso sí, en cantidades moderadas.

El subsolado es importante para mullir el suelo y facilitar el desarrollo del sistema de raíces.

La limpieza de restos de otros cultivos o de desmontes previos a las nuevas plantaciones es importante. Antiguamente se recomendaban en las zonas próximas al futuro punto de plantación del algarrobo utilizar determinados extractos de plantas o enterrar determinados órganos de la misma.

Como preparación básica se recomienda un subsolado profundo inicial en una dirección y otro cruzado con el primero y realizado uno o dos meses después. Estos subsolados deben comenzarse en otoño para plantar posteriormente al final del invierno.

8.3. ABONADO DE FONDO

Dado que el algarrobo siempre ha sido una especie rústica, bien adaptada y con bajas exigencias, en muchas ocasiones, especialmente en los primeros estudios sobre este árbol, no se daban pautas de abonado o incluso se sugería la no necesidad del abonado ni de fondo ni prácticamente de mantenimiento y producción.

Actualmente el abonado de fondo previo a la plantación se considera adecuado, aunque solo con materia orgánica bien fermentada, y preferentemente con una adición de fósforo que facilite el desarrollo inicial del sistema de raíces.

El aporte de nitrógeno en el abonado de fondo no se considera adecuado primero por no ser necesario y además por su inutilidad ya que es fácilmente lixiviado y si se aporta inicialmente en estos abonados de fondo se pierde antes de que pueda ser tomado por las raíces.

El abonado de fondo y las enmiendas son caras, pero dado que ayudan al desarrollo inicial de los árboles son la base para poder llevar luego una fertilización más racional y barata, y son además una garantía de adecuada nutrición, por ello son convenientes y se emplearon cuando el algarrobo era un cultivo rentable; cuando esta rentabilidad o necesidad de algarroba cesó dejaron de emplearse, aunque evidentemente debería seguir empleándose en el establecimiento racional de las nuevas plantaciones. Por ello hoy se considera importante este abonado inicial de fondo y la corrección del suelo si ésta es necesaria.

Normalmente, como ya hemos dicho, el abonado de fondo se reduce a una enmienda orgánica. Realmente cualquier tipo de materia orgánica es utilizable en este cultivo, aunque no siempre sea la más adecuada.

Si se decide aportar fósforo, la cantidad de éste deberá ser mayor en regadíos, casi el doble, que en secanos. Puede ser adecuado el aporte de entre 80 y 100 Kg de P_2O_5 por hectárea; el potasio no es tan necesario pero puede aportarse en cantidades similares o algo menores, 60/80 Kg por hectárea de K_2O .

Desde luego estos aportes no serán necesarios en suelos con umbrales de reserva de fósforo mayores de 4 ppm pero normalmente se necesitará más este aporte en suelos básicos.

El potasio solo se aportará si su nivel de reserva en el suelo está por debajo de 6/8 ppm.

El aporte de magnesio y las enmiendas calcáreas no suelen ser necesarias en las zonas habituales de plantación de algarrobos en el Este español.

8.4. PLANTACIÓN

La plantación del algarrobo se debe hacer en hoyos previamente abiertos de aproximadamente 80x60 cm, de 50x60 cm o incluso de 30x50 cm y según el tamaño de la planta con que vaya a establecerse la plantación.

Debemos recordar que el algarrobo puede dar problemas en el trasplante por lo que es recomendable usar plantas con cepellón y evitar que éste se deshaga al plantar.

Actualmente la plantación de algarrobos se hace con ahoyador o con punzón, mejor si es acompañado de inyección de agua.

La plantación de algarrobos debe realizarse al final del invierno para evitar los riesgos de heladas a las que son más sensibles los jóvenes algarrobos, incluso aunque hayan sido bien aclimatados en el vivero. Al plantar en estas épocas es conveniente eliminar parte de las hojas y ciertos brotes para equilibrar la copa con el sistema de raíces.

Debemos indicar que el riego en los primeros años de plantación es esencial. Todas las labores de preparación previa, que deben darse en tempero, facilitaran la retención de agua por el suelo y ayudaran así al adecuado desarrollo inicial de los algarrobos.

Se deben recomendar siempre suelos adecuados, y aunque en principio es indiferente sea cual sea su composición, si es necesario decir que los suelos para la plantación de algarrobos deberán ser siempre permeables y por tanto no encharcables.

También es adecuado realizar las plantaciones en zonas soleadas y sobre todo bien aireadas.

La utilización de tutores bien colocados (en la dirección del viento más frecuente) y bien enterrados es esencial en este cultivo extremadamente sensible al viento ya que éstos son una garantía de mantener los injertos adecuadamente y evitar su rotura. Actualmente existen aperos que además de abrir el hoyo para las plantas perforan y colocan los tutores.

La forma de realizar el marqueo de las plantaciones esta perfectamente desarrollado por Gil-Albert (1989) para plantaciones frutales y considerando el marco decidido previamente es de aplicación en el diseño y ejecución de las plantaciones de algarrobo.

Al realizar una plantación de algarrobo ésta puede hacerse con una disposición regular de los árboles o irregular si la primera no puede realizarse por problemas de la forma u otras características de la parcela a establecer. Las plantaciones regulares son

las más habituales en zonas llanas, independientemente del marco de plantación concreto. Siguiendo a Gil-Albert (1989) debemos recordar que existen cuatro tipos básicos de plantación a "marco real", con marco rectangular, al "tresbolillo" o al "cinco de oros" además de disposiciones en línea y en bloques, aunque estos últimos no se utilizan en el algarrobo.

El número de árboles por superficie resultante según la separación entre filas e hileras de árboles debe ser calculado previamente antes de pedir las plantas al vivero.

En el algarrobo, dado que es adecuado su cultivo en laderas, en el pasado se realizaron, en muchas ocasiones, plantaciones en simples filas con poca regularidad y siguiendo normalmente las líneas de plantación las curvas de nivel o considerando la limitada disponibilidad de espacio en los bancales y terrazas se llegaron a realizar algunas plantaciones irregulares.

8.5. PODAS DEL ALGARROBO

El algarrobo no es exigente en poda, pero ésta técnica no debe olvidarse en su cultivo, sobre todo en la formación adecuada de los nuevos árboles ni en el mantenimiento de los árboles viejos en los que debe limitarse especialmente la tendencia a acostarse de las ramas principales y la eliminación de madera afectada por podredumbres u otras plagas mediante el adecuado saneamiento.

De todas formas no deben darse muchos cortes en la madera por dos motivos:

- En primer lugar porque el algarrobo es caulifloro y su producción se forma en madera de 2 ó 3 años y ésta madera una vez ha fructificado por primera vez en un punto determinado sigue fructificando en ese mismo punto durante muchos años. En realidad no es difícil ver algarrobas en ramas e incluso troncos de muchos años.
- En segundo lugar porque la madera del algarrobo es muy sensible a las podredumbres y a los ataques de parásitos e insectos de la madera por lo que deben evitarse cortes numerosos y gruesos a no ser que éstos se realicen para el saneamiento del árbol.

Por ello la técnica y la calidad de los cortes es muy importante; las técnicas completarias de la poda han sido estudiadas, descritas y esquematizadas por Gil-Albert (1997). La importancia de la poda ya fue establecida como dice Daris (1964), por Colomela que escribió "el que labra al pie de los árboles ruega, el que los abona suplica, pero el que los poda les obliga a dar fruto".

La poda busca el equilibrio vegetativo-productor de los árboles, debe realizarse racionalmente y, en el momento oportuno, tiene entre otros objetivos los siguientes:

- permite la adecuada y más rápida entrada en producción de los árboles jóvenes, si se realiza adecuadamente,
- aumenta la calidad y el tamaño de los frutos,

- evita la incidencia o al menos la intensidad de los ataques de algunas enfermedades y plagas,
- optimiza la iluminación y por ello la tasa fotosintética de los árboles,
- permite la adecuada aireación del árbol,
- permite prolongar la vida de los árboles,
- facilita la recolección,
- es una forma de renovar la capacidad productiva de los árboles viejos,
- es la forma de equilibrar tanto la copa en sí misma como la proporción entre vegetación y raíces.

El tipo e intensidad de la poda depende:

- de la especie y de los hábitos concretos de las variedades,
- de la climatología, y especialmente de los periodos de heladas,
- del suelo y su fertilidad, etc.

En el caso concreto del algarrobo la adecuada poda de mantenimiento es muy importante ya que ésta especie es cauliflora y florece y fructifica reiteradamente en madera de dos años ó más. Por ello en algarrobo es importante mantener la madera vieja siempre que esté adecuadamente dispuesta y no se halle dañada o atacada por plagas.

De todas formas debemos recordar que para que se forme madera productora de algarrobas es necesario mantener ésta ya en su formación con podas iniciales moderadas.

Por ello, de modo general, las podas del algarrobo deben ser escasas y limitarse a las exigencias concretas del árbol específico que se esté podando y por ello, aunque se den unas normas básicas, la poda y la consecución del adecuado equilibrio vegetativo-productor deben basarse en la situación concreta del arbolado, que es dependiente del clima, del suelo y de otras diversas características y situaciones concretas de cada uno de los árboles.

La adecuada elección de la época de poda es muy importante en el algarrobo.

Recordando que el algarrobo es poco exigente en poda, que fructifica en madera vieja, que es sensible al ataque de hongos vasculares y de madera en general y que tiene una clara denominancia apical en los ramos, debemos considerar que la poda es una de las más importantes tareas en las técnicas de cultivo.

Como en todo cultivo arbóreo debemos distinguir los siguientes tipos de poda:

- poda de formación de los árboles,
- poda de producción y mantenimiento del arbolado,
- poda de limpieza o cirugía de los árboles viejos, o poda de rejuvenecimiento; muy difícil es la realización de otras podas especiales como la de injerto o rejuvenecimiento aunque en ocasiones sean practicadas.

Sin embargo en el algarrobo y pensando en su cada vez más importante papel paisajístico y en jardinería, sí hay que considerar como una poda posible y habitual la:

- poda de transplante.

También debemos recordar que la poda puede hacerse en invierno o en primavera-

verano no pudiendo hablarse en el algarrobo y en sentido estricto de poda en seco o poda en verde sino de poda con menor o mayor intensidad de circulación de la savia.

Como normas generales en la poda y antes de pasar a desarrollar ésta recordaremos que como la producción en el algarrobo está en madera vieja, debemos respetar al máximo las ramas bien orientadas y en buen estado sanitario y vegetativo de los árboles.

Resulta importante observar el estado de la floración o la fructificación antes de podar, lo que debe hacerse observando la copa desde debajo de la misma.

Como principios básicos a considerar debemos tener en cuenta los siguientes:

- eliminar ramas tendentes a la vertical y con mucho vigor,
- evitar cruces inadecuados de ramas y enmarañamiento del algarrobo,
- eliminar ramas secas, en mal estado sanitario o con muy pocas hojas,
- eliminar ramas secas.
- aclarar adecuadamente el árbol, según la variedad y el tipo de suelo que determinan su vigor, para conseguir así las necesarias iluminación y aireación de las copas.
- favorecer el desarrollo de las ramas oblicuas y bien situadas, eliminando aquellas otras que les pueden suponer una competencia.

Algo que debe ser siempre considerado en la poda del algarrobo es el ángulo de inserción de las ramas que no deben ser ni demasiado abierto ni demasiado agudo, aunque el ángulo concreto a buscar depende en gran parte del hábito de la variedad de algarrobo de que se trate.

Poda de formación

En la poda de formación se debe evitar la creación de cuencos y zonas de posible almacenamiento del agua de lluvia; para ello es conveniente escalonar los puntos de inicio de las futuras ramas principales, evitando que éstas salgan del mismo punto.

La importancia de la formación de los algarrobos es evidente y debe tener en cuenta, además de las características concretas de los materiales vegetales de los que se trate, el tipo de recolección prevista.

Nunca debe precipitarse la formación del eje del árbol que posteriormente será el tronco; si éste posee unas ramificaciones bajas iniciales, eliminar éstas demasiado pronto impide la adecuada formación del sistema de raíces que es mejor cuando el árbol joven posee más vegetación.

Así, cuando más se retrase la poda de formación más se facilitará la formación de unas buenas raíces que permitan el desarrollo de árboles adecuados.

La preformación de árboles en vivero requiere un adecuado manejo de las plantas que evidentemente permita o mejor estimule la adecuada formación de raíces.

La tendencia actual es realizar podas lo más sencillas posibles y tener siempre presentes el tipo de suelo, manejo del arbolado y el tipo de recolección planificado y de éste último aspecto deriva la conveniencia o no de troncos bajos, que favorecen la entrada en producción, o troncos altos que permitan el vibrado como técnica de recolección mecanizada. Actualmente con diseños de recolección por sopladores es conveniente, al menos en plantaciones densas, el tronco bajo.

La forma en vaso libre, más bajo o más alto, es la poda habitual en el algarrobo, con desbrotes lo más tardíos posible y con sólo algunos pinzamientos de las ramas laterales medias, y manteniendo de tres a cinco ramas bien formadas y adecuadamente dispuestas en cada árbol.

La forma en vaso descoronado o sin eje central también se ha recomendado en algunas zonas.

El eje central modificado supone un primer aclareo de ramificaciones bajas, unos despuntes iniciales de los brotes más vigorosos y una eliminación alternativa de ramificaciones en el eje que permitan mantener entre cinco y siete ramas primarias adecuadamente distribuidas espacialmente.

En el caso de espaldera la elección de las ramificaciones para mantener el plano es muy importante y aunque este tipo de formación es poco habitual en algarrobo si se ha ensayado en algunas plantaciones intensivas mecanizables.

Diversos autores consultados recomiendan la formación de los algarrobos jóvenes en 2 ó 3 años mediante podas parciales y ligeras del arbolado y siempre sin intentar adelantar esta formación.

Poda de mantenimiento o producción

Una vez establecida la forma de los algarrobos es adecuado realizar despuntes de verano si la vegetación es poco densa o demasiado vertical, empleando normalmente también podas suaves y anuales de primavera los primeros años después de la formación de los árboles y pasar a podas bisanuales de madera de diámetros entre 3 y 8 cm evitando cortes gruesos, en años posteriores y en árboles ya adultos.

La mejor época para la realización de esta poda es a principios de otoño e inmediatamente después de la recolección de la algarroba, si no es previsible la existencia de heladas en la época siguiente a la poda; en otras zonas es más recomendable realizar la poda de mantenimiento después de pasado el invierno y al inicio de la primavera, pero antes de que comiencen los nuevos crecimientos del año.

En el mantenimiento del arbolado es importante la eliminación de madera afectada por patologías o con pocas hojas y eliminar también las ramas más verticales.

En todos los casos esta poda implicará:

- la eliminación de ramas cruzadas y muy juntas en su inicio,
- antiguamente se recomendaba la eliminación de las ramas más bajas, para poder transitar por debajo del árbol; hoy estas ramas pueden mantenerse en diversas condiciones y formas de manejo de la plantación pero evitando su excesiva longitud,
- se eliminarán chupones y brotes tendentes a la vertical,
- se deberá igualar la longitud de las ramas que se hayan mantenido en la formación evitando así desequilibrios zonales en el árbol,
- se mantendrán ramas de adecuada inclinación y tendentes a la horizontabilidad siempre que no se curven excesivamente hacia el suelo, lo que da un especial interés a la formación de algarrobos con troncos suficientemente altos,
- se deberá prever la sustitución de ramas, por posibles roturas, al ser el algarrobo un árbol sensible a vientos fuertes.

En árboles con injerto de "judíos", ó sea ramas de flores únicamente masculinas o hermafroditas si el algarrobo es de flores femeninas, éstas deben ser despuntadas y rejuvenecidas constantemente para evitar su dominancia y crecimiento excesivo que puede llegar a desequilibrar la armoniosa distribución de la vegetación incluso de un algarrobo bien formado y adecuadamente podado, pero no deben ser eliminadas ni disminuidas mucho en su madera capaz de formar las inflorescencias que justifican su existencia; por ello, debemos recordar que el mantenimiento el vigor y madera adecuada en estas formaciones es esencial para la correcta polinización.

Poda de rejuvenecimiento

La práctica de esta poda es muy problemática en algarrobo, ya que después de cortes severos en madera gruesa es frecuente el ataque de diversos hongos de la madera; por ello, de practicarse, ya sea para el trasplante del arbolado como para regularizar su producción, rectificar portes demasiado tumbados, o para su rejuvenecimiento, es importante utilizar pinturas con funguicidas adecuados después de realizar cortes gruesos y siempre orientar bien la inclinación de estos cortes.

Tras un afracilado el algarrobo responde emitiendo abundantes brotes muy poco vigorosos que después de un tiempo deben ser seleccionados pensando en la futura forma del árbol.

Buscar la homogeneidad en la distribución de las ramas y el equilibrio entre las distintas partes del árbol es importante. En ocasiones nos puede interesar forzar la brotación de alguna parte del árbol, en otras reducir su crecimiento. Si existen huecos de vegetación en el algarrobo es conveniente forzar la brotación para llenar el vacío de vegetación; esta brotación puede inducirse con incisiones semicirculares en los puntos adecuados de ramas o incluso del tronco.

La poda debe ser muy reducida en las orientaciones norte y noroeste de los árboles y más severa en la parte este y sudeste para que la iluminación penetre mejor en el segundo caso y en el primero para evitar los efectos del viento que suele ser más fuerte en nuestras zonas cuando sopla de estas orientaciones.

Al podar debemos eliminar formaciones de poco vigor en el interior de los árboles e intentar que los cortes no sirvan de receptáculo de agua o humedades pero que tampoco estén expuestos a calores muy intensos; los cortes adecuadamente inclinados de ramas siempre son convenientes.

En la práctica de los cortes en madera más o menos gruesa debe tenerse también cuidado, además de con la inclinación con que se da el corte, en evitar desgarros de tejidos.

También debemos recordar que las podas no deben ser muy intensas y siempre que sean adecuadas para el árbol concreto de que se trata y según el tipo de suelo, clima y estado de la vegetación.

La frecuencia y época de poda tampoco deben fijarse a priori, pero estas podas no pueden separarse mucho en el tiempo pues ello conlleva tener que realizarlas mediante cortes más gruesos, lo que no es adecuado en modo alguno para el algarrobo.

8.6. FERTILIZACIÓN Y RIEGO

Realmente hay muy pocos datos sobre el riego en algarrobo ya que en las ubicaciones en que se encuentra, o en las que ha quedado relegado, no es fácil disponer de agua y el empleo de ésta es muy restringido o por la inversión que suponen las infraestructuras de riego o por el propio precio del agua, pero actualmente si existen algunas plantaciones en riego, tanto a manta como riego de apoyo o en riego localizado.

Desde antiguo se decía que el riego no es oportuno en algarrobo ya que según distintos autores (Leotte, 1900; Daris, 1964; Castro, 1952) el riego hace "volverse al fruto poco dulce y muy alterable".

Actualmente en Israel y en California se ha avanzado, no sólo en las técnicas de riego en sí, sino también en su forma y dosis a aplicar a distintos cultivos entre ellos el algarrobo.

Lo que sí es claro es que el riego moderado en algarrobo elimina la vecería y se aumentan las producciones de forma sistemática en más de un 60%.

Sí debemos recordar que humedades y encharcamientos cerca de los troncos del árbol no son adecuados ya que el algarrobo es especialmente sensible a armillaria y a otras patologías fúngicas del suelo.

El algarrobo necesita algo más de 450 mm de aporte hídrico, por lo que en nuestras condiciones de cultivo el riego sería adecuado, aunque produce bien con 300 mm o incluso con menos.

En algunas plantaciones modernas se ha instalado riego localizado y su efecto es muy adecuado y rápidamente visible en las producciones incluso con aportes muy bajos, entre 100 y 200 mm/año, es decir con aportes típicos de RDC (riego deficitario controlado) que es una buena técnica para este cultivo y una vez superada la alta inversión de instalación necesaria. Una consideración a realizar sobre el posible riego del algarrobo es que pueden utilizarse aguas de relativa baja calidad y con conductividades altas de hasta 3-5 decisiemens por metro y RAS muy altos de 12 o incluso 16, según algunos ensayos de riego realizados.

Si el riego en un cultivo como este, típicamente adaptado a zonas muy secas, es importante para vencer la vecería, no lo es menos su adecuada fertilización que debe comenzar en preplantación o en el momento concreto de la plantación y cuya conveniencia ya hemos mencionado en apartados anteriores.

Un abonado rico en fósforo en plantaciones jóvenes de algarrobo, si recordamos que éste es poco móvil y lo aplicamos adecuadamente, mejora mucho el desarrollo de la barbada de los algarrobos jóvenes. La carencia de éste elemento se manifiesta por folíolos de las hojas adultas menos coriáceas de lo normal y con nervios muy claros y amarillos tanto en el caso del nervio central como de los secundarios.

Las carencias en calcio no son detectables en nuestras zonas de cultivo.

La falta de magnesio produce amarillamiento marginal e internervial en los folíolos en las épocas más calurosas.

Las carencias en potasio se detectan por necrosis marginal no continua y no asociadas a ninguna otra patología, en los foliolos que, además, cambian su tendencia hiponástica natural por una tendencia a curvarse hacia el haz.

Las carencias de potasio se asocian a posteriores disminuciones del vigor, brotaciones de entrenudos muy cortos y problemas de cuajado de las semillas, es decir aparición de algarrobas muy cortas (medallones) con solo dos o tres garrofinos. De todas formas estos frutos son bastante habituales en algunas variedades como es el caso de la Negra, variedad en la que no pueden ser atribuidos a esta carencia.

Actualmente la fertilización racional, basada en análisis previos del suelo y tras la valoración de las extracciones atribuibles al cultivo es junto con la adecuada polinización, la poda y la protección fitosanitaria conveniente, la única garantía de obtener buenas producciones y de calidad.

Las extracciones medias por 100 Kg de algarroba han sido estudiadas por varios autores y se indican en Tabla 7.

Tabla 7
Extracciones realizadas por 100 Kg de algarroba y basadas en los análisis de estos frutos en maduración

Elemento químico	Castro (1952) Kg	Soroa (1953) Kg	Salazar (1987) Kg
N	1,005	0,90	1,031
P ₂ O ₅	0,118	0,52	0,62
K ₂ O	1,03	0,80	0,98

Planificar un abonado es siempre problemático y debe basarse en análisis de suelos y foliares que sean representativos de la parcela, de manera que tras comparar éstos con las extracciones que realiza el cultivo, al menos por producción, poda y vegetación, y considerar además la edad del arbolado y ecología zonal y comparando los datos obtenidos con valores de referencia o cartas nutricionales previamente establecidas para el cultivo y a ser posible aplicadas; esto, en el algarrobo, es bastante difícil de conseguir ya que las necesidades reales del cultivo están poco estudiadas.

De todas formas hay algo que es esencial en la fertilización, y es hacerla pensando en el árbol, en la zona y apoyándose en todos los datos disponibles. Teniendo en cuenta las extracciones mencionadas por diferentes autores, así como las experiencias propias, se ha elaborado la Tabla 8, referida a árboles de más de 40 años, en buen estado vegetativo y con producciones de 70-79 Kg de algarroba/árbol en el caso de nuestro ensayo.

Los datos bibliográficos referidos son para árboles viejos en Puglia (Italia) y en Mallorca (España) y de producciones y vegetación normal sin detallar más datos.

Aunque en ocasiones se cita en trabajos clásicos que el algarrobo no se abona o se abona muy poco y ello porque en su momento se le aportaba estiércol o cualquier otra materia orgánica de forma puntual. Hoy y tras considerar algunos análisis de hojas y

Tabla 8
Extracciones de algunos elementos químicos por el algarrobo. Datos por árbol y expresados en Kilogramos

Elemento químico	Extracciones (datos bibliográficos)		Extracciones en Liria (Valencia). Datos medios	
	Por producción	Por vegetación (poda, etc.)	Por producción	Por vegetación (poda)
N	2'6/3'5	1'3/2'5	3'21	1'4
P	0'24/0'62	0'15/0'41	0'71	0'31
K	0'73/1'51	0'75/0'96	1'36	0'88
Ca	0'30/0'62	0'28/0'61	0'71	0'53
Mg	0'12/0'20	0'06/0'14	0'24	0'13

brotaciones realizadas por distintos autores (Montero *et al.*, 1987) y considerando que este cultivo es poco exigente, podemos considerar como un abonado de referencia el siguiente:

- entre 50 y 60 Kg/ha de N,
- entre 50 y 70 Kg/ha de K₂O,
- unos 30 Kg/ha de P₂O₅,
- unos 15 Kg de Mg,

todo ello para árboles de entre 20 y 30 años, con plantación clásica de marcos amplios (de unos 50 árboles/ha) y para extracciones de unos 2.000/2.800 Kg de algarroba por hectárea.

En principio el uso de nitrato potásico es adecuado.

Proponer un abonado concreto teniendo en cuenta la diversidad de marcos de plantación y edad de arbolado no lo consideramos conveniente, aunque se considera inicialmente adecuado buscar el equilibrio teórico 3-1-1'5, aunque para nuestras áreas de cultivo el abonado recomendado debería mantener el equilibrio 1'5-1-1'5-0'2 Mg, ya que nuestras comarcas costeras tienen buenos aportes de nitrógeno por el agua de lluvia.

Actualmente no se dispone de datos, con la suficiente repetibilidad, para delimitar la situación de carencias ni de macro ni de microelementos en el algarrobo.

Los criterios de esencialidad de los elementos minerales son similares a los de otros frutales, pero probablemente con límites menos estrictos.

Lo que sí ha sido estudiado es el efecto fitotóxico, tanto en suelos como en atmósfera de ciertos cationes como el bromo, el boro, el cromo, el aluminio y algunos otros como el plomo, el vanadio y el estroncio algunos de ellos con síntomas muy visibles en las hojas.

8.7. TÉCNICAS DE MANTENIMIENTO DEL SUELO

El mantenimiento del suelo en un cultivo tiene unos objetivos determinados (Gil-Albert, 1991):

- Eliminar o controlar la vegetación espontánea que pueda suponer una competencia para el cultivo.
- Evitar la formación de costras superficiales y grietas de retracción en el suelo para mejorar la infiltración y almacenamiento del agua y evitar su pérdida.
- Mantener o mejorar el nivel de materia orgánica y fertilidad del suelo.
- Facilitar la incorporación, movilidad y absorción de nutrientes por las raíces.
- Permitir el adecuado desarrollo del sistema de raíces.
- Facilitar la entrada en las plantaciones para la realización de tratamientos, podas y recolección.
- Minorizar la escorrentía y por ello la erosión.

El algarrobo necesita pocos cuidados, pero responde muy bien a laboreos poco profundos con gradas o punzones, sobre todo porque es una forma de aumentar la retención temporal del agua de lluvia y aumentar su infiltración superficial y al mismo tiempo minimizar escorrentía y otras pérdidas.

Antes eran frecuentes entre 3 y 5 gradeos anuales, unos en otoño y otros en primavera; actualmente se recomiendan dos pases, siempre superficiales, uno inmediatamente después de la recolección, en otoño, para optimizar la percolación de las lluvias de otoño y otro en marzo para aprovechar las aguas de abril si éstas se producen. Las labores profundas llegan a perjudicar el desarrollo de las raíces, rompiendo mucha barbada superficial que provoca desequilibrios entre la copa y el sistema radicular, con lo que suele caerse bastante más hoja de lo que es habitual en este cultivo, en el que las hojas permanecen en el árbol entre 15 y 30 meses.

El no laboreo se ha practicado en algunas ocasiones, pero el desarrollo de determinadas adventicias supone una seria competencia por los recursos hídricos escasos en nuestras condiciones de cultivo, por lo que el control de malas hierbas con adecuados herbicidas es necesario en caso de adoptarse este sistema de cultivo.

El uso de cubiertas vegetales ha sido ensayado con éxito pero manteniendo densidades bajas de siembra y dos o tres recortes anuales, lo que hace difícil considerar esta técnica de manejo de los algarrobos como alternativa real, por problemas económicos frente al laboreo tradicional usado en nuestras condiciones.

El uso de herbicidas se ha extendido bastante los últimos años en el mantenimiento de este cultivo. Han resultado eficientes como herbicidas, eso sí para las floras adventicias habituales de nuestros entornos ambientales y de cultivo, la simacina en preemergencia y el glifosato en postemergencia. También se han utilizado como herbicidas en algarrobo paracuat y dicuat.

Las formas de actuar de las distintas materias activas ya sean de uso en preemergencia o en postemergencia o contacto o sistémicas, deben ser consideradas antes de elegir alguna de ella para los tratamientos a realizar.

Se ha demostrado que los derivados del uracilo son altamente fitotóxicos para este cultivo, además de ser también nocivos para el hombre.

De todas formas no se considera adecuado utilizar herbicidas residuales en plantaciones muy jóvenes.

Cubiertas vegetales en siega establecidas con cereales o leguminosas se han ensayado con buenos resultados en este cultivo. Pero su uso, dados los déficits hídricos habituales en sus zonas de cultivo, está muy limitado.

El munching que puede utilizarse en cultivos frutales ha sido recientemente puesto en práctica en plantaciones de algarrobo establecidas en Cádiz y en Valencia. Esta técnica de manejo tiene muchas ventajas en este cultivo pero su problema es el riesgo de incendio en muchas de las localizaciones actuales del algarrobo.

Actualmente una muy adecuada forma de manejo del suelo es el empleo mixto de herbicidas bajo de las copas y laboreo superficial, mejor si es cruzado, en las calles.

8.8. USO DE FITOREGULADORES

El empleo de fitorregulares en algarrobo es bajo; sin embargo se han utilizado tanto para estimular la germinación del garrofín (Goodin y Stoutemeyer, 1962) como para controlar su crecimiento (Corcoran, 1970; Ilahi, 1979).

Debemos recordar que determinados compuestos a utilizar en el control del vigor poseen también fitotoxicidad y tienen sus limitaciones tanto por la influencia en los resultados de su aplicación, claramente dependientes del estado nutricional de los árboles como por la existencia de interacciones entre ellos.

Se han realizado algunos ensayos con fitoreguladores para evitar la caída de algarrobas (giberalinas) y poder recoger éstas mecánicamente, evitando que caigan al suelo antes de la recolección, aunque los resultados no son por el momento concluyentes y en ocasiones han resultado erráticos.

El uso de fitorregulares en algarrobo es casi exclusivo como favorecedor del enraizado de las estaquillas y estimulante de la germinación de las semillas.

Determinados productos como el tidiazuron, la butralina, el n-decanol o la hidracida maleica pueden utilizarse para el control de la vegetación.

8.9. RECOLECCIÓN

La recolección es sin duda la tarea más costosa en las plantaciones de algarrobo si se hace de forma manual.

En la planificación de la recolección debemos tener en cuenta además de la técnica considerada como más adecuada para evitar dañar las inflorescencias, que ya están en el árbol cuando recolectamos, el potencial de las variedades y su vecería. Ambas características dependen del volumen de la copa en el primer caso y del manejo de la

plantación, la variedad, la insuficiente polinización y condiciones meteorológicas adversas en el segundo.

Los rendimientos en el algarrobo son dependientes de múltiples factores y no sólo de las disponibilidades hídricas y la edad de los árboles, que desde luego los determinan en gran manera; éstos pueden variar según marcos de plantación y manejo del cultivo entre algo más de 1.000 Kg/ha y hasta más de 12.000 Kg/ha en condiciones de regadío y alta densidad.

Numerosos autores estudian y analizan la productividad por superficie y por árbol, habiéndose hablado de medias entre 18 Kg por árbol y más de 300 Kg en viejos algarrobos de gran tamaño.

Como producciones medias en España se consideran 1.500 Kg/ha y en algunas plantaciones adultas controladas en Cataluña y como medias de varios años (7) se citan 2.738 Kg/ha (Tous 1990), habiéndose llegado a medias también durante 10 años en Liria (Valencia) de 3.450 Kg/ha, ambas producciones para densidades de 50 árboles por hectárea. Esto indica que con adecuados marcos de plantación y un buen manejo las producciones de algarroba y por tanto de garrofín pueden ser suficientemente altas como para hacer rentable el cultivo, incluso en condiciones de aridez.

Tradicionalmente la recolección se realizaba con caña de rizoma y por enganche o golpeo de ramas con lo que la caída de la algarroba podía resultar complicada, recojiéndose el fruto en mantas para pasarlo después a sacos de yute o ser cargadas en carros o remolques.

Actualmente se suelen usar vibradores individuales eléctricos o mecánicos y se recoge con mallas o lonas, aunque siguen usándose pértigas y cañas para su derribo en recolección manual.

La recolección con vibradores multidireccionales se está aplicando en plantaciones modernas, jóvenes y con árboles preparados para esta recolección; su aplicación a árboles viejos ha resultado problemática.

Se han ensayado también turboventiladores de impulsión para la recolección que resultan muy eficientes si la algarroba está adecuadamente madura, con el pedúnculo negro, que es cuando resulta de fácil desprendimiento del árbol.

La recolección mecanizada no está aún suficientemente desarrollada ya que de una u otra forma o se dañan los árboles y sus ramas o se siguen perdiendo inflorescencias y por tanto se sigue induciendo alternancia en los árboles.

Tanto la recolección manual como la mecanizada exigen un adecuado mantenimiento del suelo para facilitar el tránsito de maquinaria o personal y especialmente la recogida de la algarroba del suelo si ésta se realiza por barrido, hilerado o aspiración, o para facilitar el manejo de mallas y lonas en la retirada de algarroba tras su derribo.

Fotografía 13

Plantación de algarrobos con riego por goteo



9. MULTIPLICACIÓN Y VIVERISMO EN ALGARROBO

El algarrobo es una especie que no presenta problemas en su multiplicación ni en su injerto pero sí en la fase final del ciclo viverístico, el trasplante, y ello precisamente por la pivotancia de su raíz inicial y por ser además una especie perennifolia.

La multiplicación tradicional ha sido siempre por semilla (reproducción sexual) o a partir de garrotes o estacas gruesas, o en su caso a partir de "rebrotines" de pie procedentes de algarrobos viejos (reproducción vegetativa).

Algunos autores tradicionales recomendaban la multiplicación por semilla y desaconsejaban la multiplicación vegetativa por la dificultad del enraizamiento de las estacas; hoy la inducción de raíces no es ya problema.

En este cultivo siguen existiendo viveros clásicos pero hace unos años comenzaron éstos y otros dedicados a la producción de otros tipos de plantas, la obtención moderna de plantas utilizando técnicas de enraizamiento bajo nebulación tanto de estacas leñosas como de brotes tiernos. Actualmente existen algunos viveros que producen plana autoradicada en medios de cultivo específicos ya sea "in vitro" o empleando como soportes substratos especiales.

Recientemente se han puesto a punto técnicas de cultivo de tejidos.

Finalmente, y ante el auge del algarrobo, como planta de jardín o como planta de revegetación se ha vuelto, en gran parte, a la obtención de plantas a partir de garrofín, ya que esta técnica es cómoda y no genera hoy problemas.

9.1. TÉCNICAS DE REPRODUCCIÓN Y MULTIPLICACIÓN

Aunque existen distintas formas de multiplicar las plantas leñosas como reflejamos en el esquema siguiente, sólo algunas de ellas se utilizan en algarrobo de forma habitual.

Las técnicas de multiplicación y propagación de plantas leñosas, tomando como base el esquema establecido por Hartmann y Kesler (1978) y con algunas modificaciones, puede resumirse como sigue:

Propagación sexual: Semillado

Propagación asexual: Estaquillados, que pueden clasificarse:

- según la lignificación de los materiales empleados,
- según su época de realización,
- según el órgano empleado.

Acodos, aéreos o enterrados.

Separación de órganos proliferativos.

Cultivo de tejidos, meristemos o embriones mediante cultivo "in vitro".

Injertos de muy diversos tipos:

- según la época de realización,
- según la técnica empleada,
- según la lignificación del injerto y del patrón, etc.

El manejo hoy de todo este tipo de técnicas de propagación, que en algunos casos es muy sencillo, puede mejorar los resultados con el empleo de camas calientes, con bioestimulantes y/o enraizantes, o incluso empleando cámaras especiales con humedades, temperaturas e iluminación controladas y manejando distintos sustratos, mientras que en otros casos necesita instalaciones ya muy tecnificadas como es el caso del cultivo "in vitro".

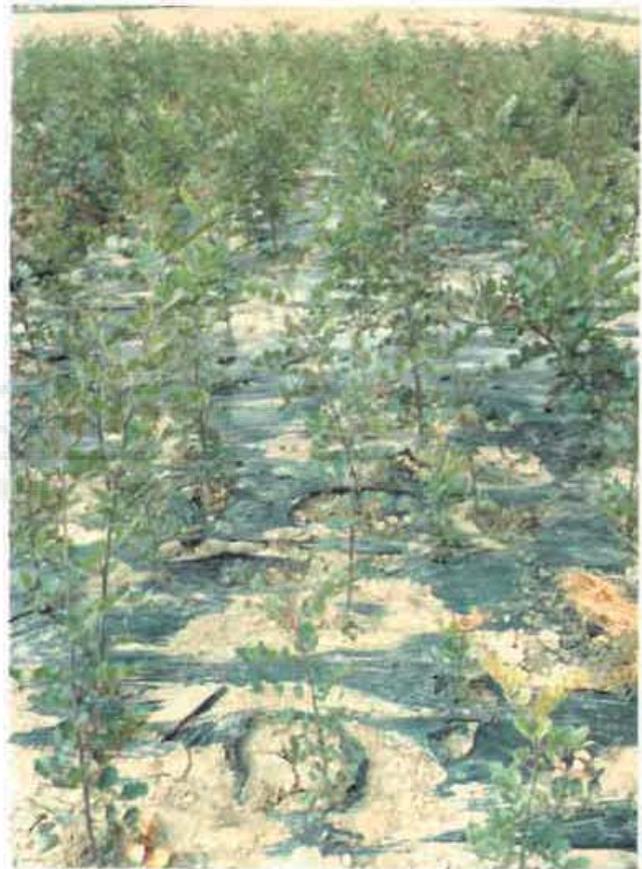
Concretamente Hartmann y Kester (1978) citan que "el algarrobo suele propagarse por semillas, las cuales germinan sin dificultad" y siguen indicando para esta especie: "Trasplantar las plántulas con raíz desnuda da malos resultados, de modo que las semillas se deben plantar en su lugar definitivo o se inician en macetas para después trasplantar. Se pueden enraizar estacas, pero con dificultad. El acodo aéreo a fines de verano tiene bastante éxito".

Un esquema de tres de los sistemas de propagación del algarrobo, tomado de Medrano (1988) es el que se indica en la Figura 19.

Como tipos de plantas a utilizar en el establecimiento de las plantaciones podemos citar:

- Plantas con cepellón, de tierra o turba de origen o preparado. Es mejor que el cepellón esté en un recipiente individual como es un envoltorio plástico, una maceta, un recipiente prefor-

Fotografía 14
Vivero con acolchado plástico



Fotografía 15
Vivero en invernadero



mado, una bolsa de plástico, o un "pot".

- Plantas a raíz desnuda.

Cualquiera de estos tipos de planta a emplear puede estar injertada o no. En algarrobo es importante el injerto; luego si la planta ya está injertada de vivero y posee un buen sistema de raíces, mejor. El problema es que la planta injertada es cara y el sistema de certificación varietal y el control del estado sanitario es precario en esta especie, por lo que difícilmente se justifica este incremento de precio en la planta. Por ello muchos agricultores se injertan sus plantas con la variedad deseada, pero comprando el plantón en vivero o incluso produciéndolo ellos mismos en semilleros, y esto puede ser adecuado si elegimos bien los árboles de los que se toman la varetas para injertar, evitando especialmente madera afectada por plagas o enfermedades de las más habituales en nuestros viejos algarrobos.

Sobre el injerto en el algarrobo también se indica (Hartmann y Kester, 1978):

"Es mejor injertar las plantas obtenidas de semillas o procedentes de estaquillados con variedades selectas y con injertos procedentes de árboles seleccionados; esta técnica se hace con más éxito a fines de primavera".

Sea cual sea el tipo de planta a emplear debe evitarse su deshidratación, aunque sea parcial, por altas temperaturas o por acción del viento, que en ambos casos aumentan la transpiración, lo que puede tener efectos graves en la posterior viabilidad de la planta.

La preparación de las plantas antes de ubicarlas en el terreno definitivo es importante, aunque en algarrobo, como veremos más adelante, esta preparación es mínima en la mayor parte de tipos de planta a emplear.

Como formas y técnicas de multiplicación del algarrobo debemos destacar las siguientes:

- germinación de garrofinos,
- enraizado de estacas leñosas y estacones,
- autoenraizamiento de estaquillas herbáceas o semileñosas.

Unas consideraciones básicas sobre estos tres tipos de multiplicación habituales en algarrobo son las siguientes:

Germinación de garrofinos:

El garrofín germina sin problemas en la mayor parte de casos, como se ha visto en gran número de ensayos de distintas variedades en las que se ha estudiado. No se han

Figura 19
Distintos tipos de propagación empleados en el algarrobo



detectado diferencias entre la capacidad de germinación en las variedades ensayadas en España (Salazar, 1987), al igual que comprobaron De Michele *et al.* (1987) con variedades italianas.

Como pretratamientos de la semilla hemos utilizado los siguientes:

- Remojado en agua corriente y a temperatura ambiente. Para una buena germinación son suficientes entre 2 y 4 días.
- Tratamiento de escarificación física mediante frotamiento parcial con diversos tipos de lijas.
- Tratamiento de escarificación química. Se han ensayado el ácido clorhídrico y el sulfúrico y con distintos tiempos de inmersión en estos ácidos concentrados (de muy corta duración) y en tres diluciones al 50%, al 25% y al 10% (con tiempos de inmersión de 3 y 8 horas). Los treinta y dos tratamientos ensayados (dos ácidos con cuatro concentraciones y cuatro tiempos distintos), han resultado eficientes pero apenas suponen ventajas evidentes, en el porcentaje de germinación, sobre los garrofines remojados en agua corriente. No obstante el tratamiento más eficiente de los ensayados ha sido el empleo de sulfúrico concentrado durante 50 minutos.
- Tratamiento con ácido giberelico. Se han ensayado concentraciones de 30 y 10 ppm. Posteriormente se realizó un nuevo ensayo con 200 ppm.
- Inmersión en hidrolizados con fitoregulares naturales y altos contenidos en aminoácidos y ácido fúlvico.
- Combinaciones entre estos cuatro tipos de tratamientos.

Alguno de los tratamientos combinados ensayados acelera el tiempo de germinación y otros aumentan el sistema de raíces. Todos los ensayos se han realizado en bandejas de alvéolos y se han comprobado las germinaciones iniciales y el desarrollo del sistema de raíces; en primer lugar, tres meses después de la plantación en las bandejas de alvéolos y luego, tras su trasplante a bolsas seis meses después, es decir nueve meses tras la siembra de los garrofines sometidos a los diversos tratamientos aplicados. Estos ensayos aún pendientes de publicar han sido realizados por la UPV y personal de CONVASER (Consellería de Sanidad y Servicios Sociales de la Generalidad Valenciana).

No parece tener efecto significativo la iluminación constante, en el proceso de germinación, ni con 2.000 ni con 3.000 luxes.

Las temperaturas en germinación también han sido ensayadas tanto en garrofines sobre papel de filtro, como en bandejas con sustrato de turba. No hay diferencias significativas en el porcentaje de germinación entre 16 y 35°C, pero sí existen diferencias en el tiempo hasta la germinación y sobre todo en la velocidad de crecimiento

Fotografía 16
Germinación de garrofines



de la raíz. La temperatura más adecuada se considera la de 26°C. Temperaturas por debajo de 20°C ralentizan el tiempo de germinación y por encima de 30°C estimulan ésta, pero ralentizan o perjudican la velocidad de crecimiento de la raíz ya que superada esta temperatura pueden producirse desecaciones parciales de raicillas e incluso del ápice de la raíz inicial.

En ensayos posteriores la inmersión en agua caliente 85/90°C y después en agua fría corriente durante varias veces se ha manifestado como una buena técnica de inducción de la germinación. Temperaturas altas como inductores de germinación han sido ensayadas por varios autores (De Michele *et al.*, 1987).

El uso de garrofines recogidos en septiembre y empleados seis meses después, en marzo, dan buenos resultados. Se considera adecuado guardar los garrofines en bolsas de plástico y en frigorífico aunque a temperatura ambiente también se conservan bien.

El poder germinativo de los garrofines se conserva hasta 3 años y medio. Pasados los cuatro años desde el partido o troceado de la algarroba o su recolección, el poder de germinación queda mermado.

El tiempo medio de germinación de las semillas de algarrobo sí que varía con los tratamientos. La escarificación química induce germinaciones más rápidas pero menos seguras. El tiempo de inmersión y tipo de ácido influyen de manera clara.

Los garrofines pueden tardar en germinar, después de los distintos tratamientos ensayados, entre casi dos días y más de cinco.

Enraizado de estacas leñosas y estacones:

El enraizado de algunas variedades resulta lento y da sistemas de raíces poco abundantes y sensibles.

El uso de extractos y enraizantes mejora la velocidad de emisión de raíces y el sistema radical.

Para forzar el enraizado se han empleado, AIB, AIB+ANA, ANA, AIB solos o mezclados con otros productos como citoquininas e hidrolizados ricos en aminoácidos (al menos tres formulaciones distintas y varias dosis). El AIB se ha ensayado a dosis entre 4.000 y 10.000 ppm, en ocasiones adicionado con 500 y 1.000 ppm de ANA y en otras adicionadas con citoquininas a 500 ppm.

En la toma de estaquillas para su enraizado, en el que se han ensayado distintos sustratos, se han obtenido resultados variables por nosotros y por otros autores (Lee *et al.*, 1979; Aloda y Medrano, 1986 y 1987; Jackson, 1986). En cada ensayo de los consultados y en el realizado por nosotros, el enraizado de las estaquillas parece depender de la época en que se han tomado las estaquillas del árbol, es decir el momento del ciclo vegetativo en el que se encuentran estos árboles; el estado fenológico concreto del árbol del que se toman las estaquillas parece determinante de su capacidad para enraizar, obteniéndose, en general, mejor resultado con estacas de la zona media de los brotes tomados entre enero y febrero y en segundo lugar con los tomados de esta misma posición o basales entre marzo y abril.

El uso de mezclas de AIB y ANA parecen el producto más eficiente en la inducción del sistema de raíces del algarrobo.

La conservación en frío y con humedad controlada desde su preparación o desde la toma de brotes del algarrobo es decisiva para el adecuado enraizamiento.

El enraizado de estacas de madera es problemático y aunque éste es posible, deben reducirse las hojas para su adecuado manejo pero éstas no deben eliminarse totalmente.

La desinfección de la madera para el estaquillado es esencial pudiendo utilizarse captan al 10% ú otros fungicidas o bactericidas; el mancoceb parece interesante.

Practicar hendiduras o escotaduras en la base de las estacas resulta importante.

Parece que estacas de variedades hermafroditas o masculinas son más eficientes en el enraizamiento, aunque esto sólo se ha constatado con Mascle amplia y Bautista, y no ha sido confirmado en Ramillete. Sin embargo, no existen diferencias significativas en la capacidad de enraizamiento de las distintas variedades de flores femeninas ensayadas por distintos grupos de trabajo.

Finalmente, debemos indicar que el estaquillado en algarrobo aún es problemático y debe ser estudiado con más profundidad.

Enraizado de estaquillas semileñosas:

Este tipo de multiplicación es muy adecuado para el algarrobo aunque requiere instalaciones específicas que son caras, unas condiciones adecuadas casi idóneas de estaquillado son las siguientes:

- Cama térmica con temperaturas entre 25 y 28°C. Esta temperatura debe ser uniforme en la bancada.
- Empleo de AIB entre 4.000 y 10.000 ppm. en inmersión rápida. Se han ensayado mezclas de AIB y ANA y AIB más citoquininas.
- Nebulización ambiental o sistemas "fog".
- Desinfección adecuada de las estaquillas.
- Deflectores o entoldados que eviten las corrientes de aire en las instalaciones.

Estas medidas de producción requieren invernaderos bien acondicionados e incluso con sistemas de doble túnel en el interior de los mismos.

Injerto y trasplante:

El uso del injerto de púa en plantas enraizadas de estaquillas semileñosas se ha ensayado con resultados muy desiguales según las repeticiones y años.

Tanto las plantas procedentes de germinación de garrofinos (que en gran porcentaje producen inflorescencias de flores masculinas) como en plantas obtenidas por cualquiera de los sistemas de estaquillado deben ser injertadas (si no corresponden a la variedad deseada) en vivero o en su caso en campo si están destinadas a producción.

Las plantas de reforestación no se suelen injertar, aunque no es en absoluto desaconsejable que éstas tengan frutos y éstos sirvan para el sustento de una parte de la fauna de nuestras zonas forestales.

La planta injertada de algarrobo es cara y no siempre es la elegida para las plantaciones por el agricultor, como ya hemos mencionado.

El injerto en vivero que mejor resultado da es el realizado en patrones de algo más de 2 cm de grosor en primavera y por chapa. Pueden utilizarse injertos de escudete en patrones de menor diámetro y siempre en actividad vegetativa alta tanto del patrón como de la yema (ramo del que se toma la chapa o escudete).

Se han realizado ensayos de injerto con escudete de madera (es decir injerto en astilla) en patrones de poco grosor y el nivel de prendimiento es más bajo que en el caso anterior de injerto en chapa.

El uso de cualquiera de estos tipos de injerto utilizado en otoño suele dar algunos problemas de prendimiento, aunque pueden utilizarse con suficiente nivel de efectividad, por lo que se aconseja el injerto en momentos de mayor actividad del arbolado.

Actualmente nuestro grupo está ensayando técnicas de injerto omega y almenadas en taller que parecen dar buenos resultados.

Sin duda lo que supone un mayor problema en el circuito viverístico del algarrobo es el trasplante. Se ha comprobado que el trasplante a raíz desnuda no es conveniente en el algarrobo.

Un plantón bien formado, preferentemente ya injertado en vivero y con abundante y denso sistema de raíces, no suele presentar problemas en el trasplante si éste se realiza a partir de plantas con cepellón adecuado.

En la multiplicación del algarrobo a partir del garrofín puede optarse por su siembra, tras el remojo o tratamiento elegidos, en macetas grandes de 20x35 o 15x15 cm o en bolsas de polieteno negro de similares dimensiones, o de 15 cm de diámetro por 45 ó 60 cm de profundidad. También se puede proceder al semillado previo en bandejas de alvéolos o incluso en bandejas de tipo forestal. En estos casos luego debe repicarse a las bolsas. Este semillado suele durar entre tres y cinco meses, según se realice en invernadero o a cielo abierto. Las bandejas de semillado deben mantenerse bien aireadas en su base y no deben mantenerse dentro de otras bandejas o recipientes para riego por capilaridad. Cuando la raíz principal de la semilla sale de la turba o substrato utilizado por debajo del alveolo, inmediatamente, al desecarse parcialmente, comienza la formación del sistema fasciculado de raíces con lo que un mes después puede ser ya repicado a contenedores o bolsas.

La planta repicada se debe dejar un ciclo vegetativo antes de ser injertada.

Un problema que puede ser grave es el desarrollo de hongos en los sustratos de

Fotografía 17
Injerto



vivero por lo que se recomienda, al menos en caso de estaquillados, utilizar turba desinfectada al vapor y una adecuada mezcla en el sustrato de enraizamiento que puede ser a terceras partes turba, arena y tierra (ya sea la turba negra o rubia) o mezclas de turbas y perlita o vermiculita en porcentajes variables y que realmente deben ser ensayadas y determinadas de forma concreta en su manejo por el personal del vivero multiplicador.

El enriquecimiento del sustrato con formulados orgánicos especiales a base de microelementos, fitoregulares naturales y aminoácidos ha resultado muy estimulante en los efectos conseguidos ya que mejoran claramente el sistema radical y el grosor de las raíces que, posteriormente, ramifican mucho más y adquieren más volumen en los contenedores ó bolsas de repicado y luego en plantación en campo.

9.2. MEJORA GENÉTICA DEL ALGARROBO

En el algarrobo los criterios de selección están poco estudiados pero existen unos principios aceptados por los investigadores y técnicos del sector que pueden resumirse en los siguientes apartados y como condiciones o características deseables en el algarrobo:

- rápida entrada en producción,
- pies con flores hermafroditas y de adecuada calidad en pulpa y rendimiento en garrofín de la algarroba,
- brotación equilibrada en hábito y densidad que permita una poda sencilla,
- bajo o nula alternancia en las producciones,
- floración agrupada,
- maduración homogénea,
- baja presencia de algarrobas cortas y con deficiente evolución del garrofín y por tanto con fallos en su rendimiento teórico,
- alto rendimiento en garrofín,
- alto contenido de los garrofinos en goma,
- buen contenido en azúcar en la pulpa,
- baja sensibilidad a plagas y enfermedades,
- tolerancia a temperaturas bajas,
- adecuado desprendimiento de la algarroba que permita la mecanización de esta tarea,
- adecuada respuesta, en producción y sobre todo en calidad, al riego localizado,
- buena aptitud para la conservación inicial del fruto en almacén,
- adecuada aptitud para el partido, etc.

En esta búsqueda del material ideal de algarrobo pueden incluirse otros parámetros o características de tipo viverístico, etc.

Finalmente, decir que aún es mucho lo que falta por estudiar y hacer en la mejora del algarrobo, cultivo en el que genéticamente se ha trabajado poco.

10. MATERIALES VEGETALES. CARACTERIZACIÓN Y TIPIFICACIÓN

En el algarrobo, como cultivo antiguo que es y además con poca tecnificación, y aunque históricamente fué muy importante en la socio-economía del agricultor, no ha existido ni existe una adecuada caracterización y tipificación de los materiales en cultivo.

La diversidad existente dentro del algarrobo es muy alta ya que es un material autóctono y bien adaptado a las condiciones de clima mediterráneo. Muchos de los cultivares proceden de la elección de un árbol de semilla de excepcionales características en el punto ecológico en el que se encuentra y que fué multiplicado reiteradamente en esa zona por los agricultores de la misma y en ocasiones extendido a otras comarcas. Por ello muchos cultivares son de ámbito local y son denominados con el nombre que se da en la zona a alguna de sus peculiaridades o incluso se les denomina con topónimos locales. Este es el caso de Borriolenca (o más frecuentemente denominada Bañeta o Banyeta), Mas d'en Regas, etc.

10.1. NORMAS DE CARACTERIZACIÓN

No existen, por el momento, normas de caracterización pomológica de reconocimiento general en el algarrobo aunque existen varias propuestas, unas realizadas por el IBPGR, otras por proyectos concretos como RESGEN029CT95, así como también otras propuestas de grupos de investigadores del sector.

Hoy la caracterización de la algarroba debe incluir además de su pomología y pomometrías sus perfiles enzimáticos y de ADN, y por supuesto la caracterización físico-química de sus frutos y sus semillas, con especificación de sus aptitudes agronómicas y adecuaciones de uso.

Una propuesta básica de caracterización del algarrobo debe tener en cuenta y en la búsqueda de una mejor rentabilidad de la algarroba y sus derivados, el siguiente esquema (Brito de Carvalho, 1987):

Caracterización de los árboles:

- Regularidad de la producción.
- Precocidad en la entrada en producción
- Precocidad en la maduración. Suele interesar para poder recolectar cuando otras especies aún no comienzan a ser cosechadas.
- Polinización y su eficiencia adecuada.
- Distribución conveniente de la algarroba en el árbol
- Sensibilidad al frío.
- Sensibilidad a la niebla o humedad ambiental.
- Sensibilidad a plagas y enfermedades.

- Sensibilidad al viento.
- Respuesta a la poda.
- Respuesta al riego y la fertilización.

Caracterización de los frutos:

Propone la diferenciación de las características de su pulpa y de su garrofín, además de considerar su rendimiento en garrofín.

Caracterización de la pulpa:

- Aromas y sabor.
- Contenido en taninos.
- Contenido en azúcares.
- Contenido en fibra.
- Valor nutritivo.

Caracterización del garrofín:

- Contenido en goma (LBG).
- Calidad de la goma (LBG).
- Proporción de germen.

Otros autores recomiendan la caracterización varietal basada en el número de folíolos por hoja, el tamaño de los nervios de los folíolos, el color de la algarroba, el sexo y las características de sus flores, etc.

Marakis *et al.* (1987) proponen una caracterización basada en el contenido en galactomanana y la composición en ácidos grasos de sus lípidos en el garrofín, tras analizar las diferencias morfométricas de frutos y semillas.

10.2. NORMAS DE CALIDAD

Actualmente existen unas normas de calidad de la algarroba y su garrofín basada en análisis objetivos de su contenido en azúcar y su rendimiento en garrofín.

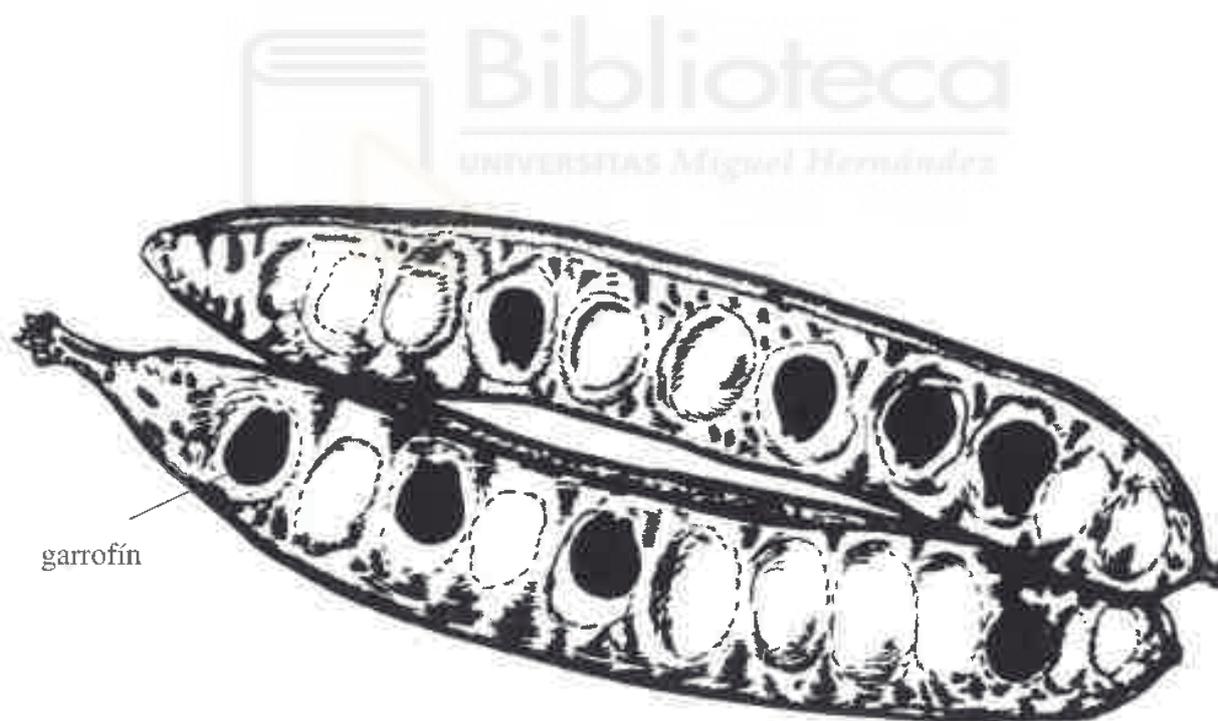
La composición más o menos completa de la pulpa de algarroba y el garrofín ha sido estudiada por diversos autores y en distintos países, algunos de estos estudios de composición se reflejan en el apartado correspondiente.

Como referencia de una composición básica de la algarroba podemos considerar los datos incluidos en la Tabla 9 en la que se intenta reflejar las distintas características y calidades de la algarroba.

Tabla 9
Composición básica de pulpa y garrofín en la algarroba

Composición de la algarroba y el garrofín expresada en porcentaje (%)				
Características estudiadas	Algarroba (%)		Garrofín (%)	
	Mulet, 1988	Datos propios	Mulet, 1988	Datos propios
Humedad	9-18	8-14	8-12	8-10
Azúcares reductores	13-19	14-21	–	20-23
Sacarosa	23-28	22-32	53-56	30-33
Celulosa	5-6	4-8	3-4	4-6
Gomas y pectinas	20-34	20-28	4'8	6-12
Proteínas	3-5	4-7	1-3	2-4
Taninos	1'3-1'8	1'2-2'3	–	–
Grasas	1	1-1'6	–	–
Cenizas	1'2-2'4	1'4-3'8	1	1'1'6

Fuente: Mulet, 1988 y datos propios.



Sección longitudinal de algarroba en la que se aprecian los garrofines

11. ESTRUCTURA VARIETAL

11.1. CLASIFICACIONES BÁSICAS DE LAS PRINCIPALES VARIEDADES DE ALGARROBO

España, principal productor mundial de algarrobas, es también uno de los países en que se cultiva el algarrobo, donde hay una mayor diversidad de materiales vegetales de la especie, como es lógico tras realizar, sistemáticamente plantaciones de semilla como en muchas ocasiones hacían los agricultores en la antigüedad, y seleccionar luego para multiplicar vegetativamente los mejores ejemplares. La plantación de semillas es una técnica habitual en los cultivos en recesión y con baja rentabilidad, pues debido a ello el agricultor no ve la necesidad de modernizar sus plantaciones y hacer que sean más homogéneas, ya que tradicionalmente se destinaron sus frutos a la alimentación animal y, ocasionalmente, a la humana y no estaban tipificadas calidades. Hoy, aunque se establecen plantaciones procedentes de semilla en su mayoría (pues son escasos los estaquillados ya que el semillado es más rentable), éstas se injertan siempre con variedades concretas ya en vivero o más frecuentemente en plantación en terreno definitivo.

Ya Linneo (1797) intentó una clasificación del algarrobo basándose sobre todo en el sexo de sus flores.

Cavanilles (1795) fue uno de los primeros autores que realizaron la descripción detallada de algunas de las variedades de algarrobo.

Entre las descripciones varietales clásicas debemos recordar las realizadas por Gallesio (1839), Rullan (1897), Lleo (1901) y Bassa (1917); estos tres últimos autores describen respectivamente algunas de las variedades de Mallorca, Valencia y Cataluña.

Las primeras propuestas modernas para la caracterización pomológica del algarrobo fueron las de Donno y Panaro (1965), Coit (1967), Orphanos y Papaconstantinou (1969) y Thomson (1971) en California, y siguen los trabajos de caracterización de Tous (1985), Tous y Batlle (1986) en Cataluña, de Brito de Carvalho (1987) en Portugal, Crescimano *et al.* (1987) en Italia, Rodríguez y Frutos (1987) en el Sur y Sureste español, Sánchez-Capuchino *et al.* (1987) en la Comunidad Valenciana y Tous (1990) en Cataluña y a nivel nacional.

Cavanilles (1795) cifra las producciones de algarroba valenciana en casi seis millones de arrobas e indica su facilidad de adaptación a nuestras condiciones de cultivo y da cuenta de la existencia de este cultivo en al menos 22 términos municipales desde Alcalá de Xivert hasta Orihuela.

A principios del siglo XX y tras la expansión de este cultivo, producida de mediados a finales del siglo XIX, época en la que el algarrobo ocupa en tierras valencianas más de 260.000 hectáreas (Piqueras, 1985), lo que coincidió con los ataques filoxéricos. Posteriormente el cultivo disminuyó de nuevo y se estabilizó a mediados del siglo XX en unas 140.000 hectáreas. Lo cierto es que desde entonces el algarrobo no ha dejado de retroceder en nuestras zonas de cultivo. Esta evolución histórica se refleja en la Tabla 2.

Fotografía 18
Variedad Mascle



Fotografía 19
Variedad Mojonera



Fotografía 20
Variedad Ramillete



Fotografía 21
Variedad Mollar



Daris (1964) trata de unificar las denominaciones varietales, recordando que los nombres distintos con los que algunas de éstas se conocen pueden tener un origen en la diversidad lingüística existente en las distintas zonas mediterráneas y en la posible diversificación, de los materiales estudiados, por motivos ecológicos, y habla de un ensayo de trasplantes de las variedades Caches y Tendral que tienden a converger en suelos buenos y profundos. Este autor matiza "un mismo árbol, variando su medio ofrece aspectos distintos hasta el punto de poder ser considerado como distinta variedad, dada la pródiga diversidad de estas variedades".

El propio Daris indica que existen, sean o no verdaderas variedades, clases de algarroba y algarrobo muy distintas y dice que es en las zonas en las que menos se cuida y conoce el algarrobo en las que más denominaciones distintas existen ya que, en éstas, se han seleccionado poco los materiales para el cultivo.

Los patrones utilizados en el cultivo del algarrobo siempre han sido, casi con exclusividad, francos de semilla, obtenidos por siembra directa o en semillero, lo que ha

originado una gran dispersión en muchas plantaciones no injertadas, dando origen a tres grupos de materiales ya descritos en el apartado de morfología: algarrobos de flores hermafroditas, algarrobos de flores masculinas y algarrobos de flores femeninas, pudiéndose encontrar árboles con inflorescencias femeninas y masculinas en el mismo pie por la tradición valenciana de injertar una o más ramas (denominadas judío, normalmente, hermafrodita o de flores masculinas) para asegurar la producción de las variedades de flores femeninas; pero en ocasiones se han citado árboles con distintos tipos de flores, y sin injerto detectable que justifique esta heterogeneidad.

Una lista varietal citada por Daris (1964) y atribuida por este autor a Bassa es la que figura en la Tabla siguiente.

Tabla 10
Lista de las llamadas variedades de la algarroba. Establecidas por Bassa y citadas por Daris (1964)

Bardina	De la mel	Molla negra
Bleda	Del pomell	Negras
Bugader	Del toro	Negretas
Blanca	Francesa	Rocha
Banya de cabra	Forastera	Rossa
Casudas	Flor y garrofa	Roya
Caches	Grossa	Roja
Capollcurt	Lisas	Rueda
Costella	Lindares	Silvestre
Chopes	Lucientes	Tendral
Costilla de asno	Mollar	Vaina de puñal
Carnosa	Matalaferas	Valenciana
Costelales	Manolleras	Vera, de ley
Durayó	Mas Rabassa	Vermeya
D'oreya de burro	Mata la fam	Vara larga
De la canal	Meleras	
De pom	Menudas	

Algarrobos de flor masculina, flor amarilla y flor roja.

El panorama varietal español y mundial es amplísimo, existiendo casos de sinonimias y de homonimias que hacen todavía más confusa, si cabe, la situación y la clasificación de las variedades de esta especie insuficientemente estudiada.

Una tabla básica en la que se clasifican las variedades españolas de algarrobo, según la zona de origen y/o cultivo, figura a continuación.

En Cataluña y Valencia los árboles de flores masculinas se conocen como Borts o Mascles y como Judeus, siendo la población de variedades hermafroditas más reducida que la de femeninas; los cultivares masculinos son de dos tipos, según el color de

Tabla 11
Variedades de algarrobo cultivadas en España

Autonomía/Provincia	Denominaciones
CATALUÑA:	
Barcelona	Negra, Banya de cabra, Molla negra, Banya de marrà
Tarragona	Negra, Rojal, Valencia, Costella de ruc, Negret de pom, Tendral, Mixt* y Dolça
BALEARES:	
Mallorca	D'en bugader, Rotge, De la mel, Costella d'ase, Pic d'abella, Duraió, De la canal, Mollar
Ibiza	Panesa, Borda, Orellona y Boval
C. VALENCIANA:	
Castellón	Negra, Ralladora, Banyeta, Costella de caball, Tembril, Murtera, Matalafera, Del pom, Casuda, y Mascle*
Valencia	Matalafera, Melera, Costella, Rocha, Negra, Chopá, Casuda, Caches, Bautista*, Llisca y Blanca.
Alicante	Lindar, Costella de bou, Melera, Vera, Fornera, Blanca, Sta. María, Rocha, Borrera, De la peña, Ramillete* y Mojonera
MURCIA:	
Murcia	Mollar, Ramillete* y Mojonera
ANDALUCÍA:	
Málaga	Rubia, Sagalonga y Bravía
Granada (Motril)	Laesa, Vacta y Fina
Huelva	Blanca

Fuente: Tous y Batlle (1990). *: Variedad hermafrodita

sus inflorescencias, amarillas y rojas, produciendo éstos mayor cantidad de polen, aunque son más sensibles al frío (Tous y Batlle, 1990).

Existen también, al menos en ensayo, algunos materiales de reproducción vegetativa como son las variedades clonales A-19; L-33; Cs-6; S-3; C-2-12, las cinco hermafroditas y otras variedades como A-1; Cs-27; A-32; Cs-61, etc., con flores femeninas.

Una clasificación de las variedades muy interesante es la basada en el sexo de sus flores ya que se ha comprobado, de forma reiterada, el interés de cultivar variedades hermafroditas.

Ya Assenza (1981-1983), citado por Spina, realizó los primeros estudios sobre el tipo de flores y las distintas fructificaciones en algarrobo; también Schoroeder (1959), Coit (1961 y 1967), Francini (1951), Albo (1951), Hechel y Schacdenauffen (1982), entre otros autores, hicieron referencia en sus clasificaciones al sexo de las flores de los materiales vegetales por ellos descritos.

Tabla 12
Variedades minoritarias

Aguaderas		Gauzin	Mildo
Aleixar	ConSORCI	Gelavert	Mojacar
Almería (?)	Coribe	Judeva	Morisca
Andalucía (?)	Corona	Laesa	Punt Inglés
Bautista	Corberana	Lindar	Ralladora
Banya (cuerno)	Costella de bou	Llisa	Rubia
de marrà	Costella mascle	Lluenta	Rojal
Blanqueta	Costella de Ruc	Mallorquina (?)	Rojavera
(diversificada)	Cuerno de Cabra	Mas d'en Rabassa	Sayalonga
Borda (variable	Chocolatera	Mascle (Ampla)	Santa María
según zonas)	Chopa	Malagueña	Serrana
Borra	De la canal	Mascletera	Sucina
Borrera	De la peña	Mixt	Tembril
Boval	De pedra	Murtera	Tendral
Bravia	De manoll	Nacho	Torrat
Caches	Del pom	Negra molla	Udeniera
Cajiz	Del pomell	Negrillo	Vacta
Castellana	Dulce	Orellona	Valenciana (?)
Casuda	Duraíó	Panesca	Vera
Cazno	Flor y garrofa	Pasta Negra	
Cervera	Forastera	Pic d'abella	
Costella d'Ase	Fornera	Primerenca	
Comuna (variable	Francesca	Princep	
según zona)	Gastor		

Tabla 13
Principales variedades hermafroditas

Cultivares hermafroditas	Autores
Bautista	Salazar, Tous
Bolser	Schroeder, Spina
Bonifacio	Schroeder, Spina, Tous
Bort Mascle	Tous
Bugadera	Spina
Camino	Schroeder
Conejo	Schroeder, Tous
Dickerson	Schroeder
Flor y Garrofa (?)	Tous
Grecia	Tous
Horne	Schroeder, Spina

Isaly	Schroeder
Loma	Schroeder
Mascle (Ampla)	Salazar, Tous, Spina
Mass de Rabassa	Spina
Mixt	Tous
Molino	Schroeder, Spina
Nicols	Schroeder, Spina
Ramillete	Martinez, Salazar, Tous
Santa Fe	Schroeder, Spina
Tantillo	Schroeder, Spina, Tous
Triggianese	Spina
Uhland	Schroeder

Si hemos citado las principales variedades de algarrobo cultivadas o citadas en España, consideramos también adecuado mencionar las variedades cultivadas en otros países de nuestro entorno y en otras zonas.

Tabla 14
Estructura varietal básica del algarrobo en Italia

Algarroba	Femminella	Moreschella	Sccarata
Bonifacio	Giubiliana Ispica	Nera	Sciabola
Bari	Giubiliana Siciliana	Normale	Schioviesca
Calabrese	Grappuna	Pasta Cattolica	Sottile
Carrovello	Greca	Pasta Monreale	Sottile falcata
Cavallaro	Grosa	Pasta Ribera	Spacco Bianco
Cicalitana	Impollinatrice	Pasta Sciaca	Spatara
Cicara	Lardara	Piccia Luce	Stretta
Comidi	Mansa	Pecore	Tantillo
Corna de Capra	Melara	Racemosa	Triggianese
Cotta	Moresca Nera (S.C.)	Rizzulina	Trigianesca
Fauciara	Moresca Modica	Santa Cruz (G.)	Verdisa
Falcata	Morescona	Selvática	

Tabla 15
Estructura varietal básica del algarrobo en Portugal

Altea	Canela
Aida	Costella de Vaca
Alfarroba de burro	Galosa
Brava	Magosta
Boujil	Mollar
Bonita	Mulata

Otras variedades de origen diverso y establecidas al menos en alguna colección de ensayo en España son:

- Santa Fe (Origen EE.UU.)
- Clifford (Origen EE.UU. y Australia)
- Yabani (Origen Turquía)
- Paxton (Origen Australia)

En Grecia son destacables las variedades: Agria, Apostólíka, Costapiatta, Sykea, Tylliria, Koundourka, Koumbota, Hemere, Perama, Lakki, Matala, Melata, Pastelli, Kritiqui; algunas variedades de origen griego se han denominado y están introducidas en colección en España con las siglas U- o G-, en diversas colecciones de material vegetal de algarrobo.

En Israel se cultivan las variedades Habatí y Sandalami como mayoritarias, Aaronshn, Tylliria y AA-2, como secundarias o aún poco extendidas.

En Argelia, Bouje y Altea principalmente. En Túnez, Sfax y Tunisina. En Libia, Kyruiotiké, Sarakiné y también Templéotike.

De origen californiano son las variedades Drego, Victoria, Bolser, Anheim, Excelsior, Conejo, Gabriel, Molino, Horno, Michols White, Eggers, Arlington, Hall, entre otras.

Como variedades australianas debemos citar entre las habitualmente cultivadas Paxton, Chook House, Maitland, Irlam, Marshall, etc.

En la Tabla 16 se recoge el tipo de flores de las variedades más conocidas en España.

Tabla 16
Clasificación general de variedades atendiendo al sexo de sus flores en el algarrobo

Flores hermafroditas	Flores femeninas	Flores femeninas
Bautista	Banya de cabra	Matalaferea
Bolser	Banya de marrà	Mojonera
Bonifacio	Banyeta (Borriolenca)	Mollar
Bort mascle	Blanca	Molla Negra
Bugadera (D'en bugader)	Borrera	Murtera
Camino	Boval	Negra
Conejo	Bravia	Panesca
Dickerson	Casuda	Ralladora
Flor y garrofa	Caches	Rocha
Grecia	Costella de'ase	Rojal
Horne (Horno)	Costella de Caball	Rotga
Isaly	Costella de ruc	Rubia
Loma	Cos	Santa Maria
Mascle (Ampla)	Chopa	Tembril
Mass d'en Rabassa	De la mel (Melera)	Tendral
Mixt	De la canal	Vactra

Molino	Del pom	Valencia (?)
Nicols	Dolça	Vera
Ramillete	Duriò	Flores masculinas
Santa Fe	Fina	(preferentemente)
Tantillo	Fornera	Bort
Triggianese	Laesa	Boerdenca
Uhland	Llisa	Silvestre

Para el troceado de la algarroba resulta interesante conocer la resistencia al corte de algunas de nuestras variedades.

Tabla 17
Resistencia al corte de distintas denominaciones de algarrobos estudiada en Valencia

Aguaderas	12,86	Lindar	9,86
Bañeta curta	13,68	Llisa	9,71
Blanca	10,21	Lluenta	15,01
Borda	14,80; 11,30; 1,16	Mascle	10,01
Borrera	11,01	Mascletera	15,96
Caches	8,91	Mallorquena	13,76
Casuda	16,12	Matalafera	13,21
Cervera	14,10	Melera	10,03
Comuna	9,66	Murtera	15,16
Costella	15,96	Mildo	14,08
Costella llarga	14,26	Negra	14,08
Costella de mascle	12,86	Panesca	8,76
Cistekka de burro	16,21	Primerenca	17,87
Costella de bou	19,10	Ralladora	18,20
Costella curta	14,61	Ramillete	12,08
Chopa	13,96	Rocha	8,06
Del pomell	14,08	Rojal	9,08
Del manojo	13,09	Santa maría	13,06
Judeva	8,69	Vera	9,87

Valores obtenidos con tenderómetro y expresado en Kg/cm²

11.2. DESCRIPCIÓN BÁSICA DE ALGUNAS VARIEDADES IMPORTANTES

Antes de pasar a descripciones pomológicas concretas y haciendo una primera revisión de esta pomología en el algarrobo, debemos recordar las siguientes observaciones iniciales realizadas por algunos autores sobre los tipos o variedades de algarrobos por ellos conocidos, descritos o estudiados.

Bianca (1887) habla de cuatro variedades (o grupos de variedades) comestibles de algarroba:

- *Ceratonia siliqua saccharata*,
- *Ceratonia siliqua latissima* Dusch,
- *Ceratonia siliqua racemosa* Nob,
- *Ceratonia siliqua falcata* Nob,

considerando la segunda como la más extendida en cultivo.

Bassa indica que no son variedades distintas todo lo que tiene distintas denominaciones dado que no existe una unidad de lenguaje ni siquiera en las áreas de habla catalana.

Desde luego y de acuerdo con Bassa (1917) y aunque mantengamos las denominaciones Costella de rus, Costella de Caball, Costella d'ase y de Rotjeta, Roja, Rocha, etc., es muy probable que aunque diversificadas en este momento sean realmente la misma variedad. Los estudios isoenzimáticos y del ADN que actualmente se están comenzando en la Unidad de Cultivos Leñosos de la Universidad Politécnica de Valencia, contribuirán a clarificar el problema de las sinonimias.

Lleo (1901) duda también de la existencia de muchas variedades como tales, citando algunos nombres que probablemente se usan en sitios distintos para referirse a los mismo materiales; así por ejemplo da como nombre para las mismas variedades,

- Pom, Pomell y Manolleras,
- Negras y Negretas,
- Rochas, Rossas, Royas y Rojas,

y probablemente según Daris (1964) también parecen ser las mismas variedades las denominadas:

- Grossas, Molla negra.
- Vara larga y Mas Rabassa.
- Negra, Casuda, Mollar, Donzell, de la Mel, Melera, Negreta, Negrilla y Pich de beya.

Entre las descripciones pomológicas Daris (1964) habla de Tendral, Flor y Garofa, Mas Rabassa, Negra, Bort y un amplio grupo de variedades que no describe tan detalladamente como las anteriores.

La dispersión de muchos de los cultivares esta limitada a su zona de origen ya que en sus inicios muchas variedades proceden de la multiplicación, en el pasado, de árboles de semilla emblemáticos y de buena producción o calidad.

También debemos recordar que existen diversas sinonimias para los mismos materiales e incluso denominaciones erróneas o demasiado amplias y conocidas con gentilicios que poco dicen de ellas.

La falta de concreción en las denominaciones es aún más amplia en los materiales de flores masculinas que se conocen con nombres generales y se diferencian por adjetivos localistas o generales. Un ejemplo de esta falta de concreción son las denominaciones Mascle, Bort, etc., con que se conocen algunos de los materiales y que sirven también, en algunas zonas, para denominar algunas variedades realmente hermafroditas como Mascle, Mascle ampla, etc.

La caracterización pomología de las variedades en algarrobo es necesaria para

intentar recuperar su cultivo, profundizar en la tipificación de la calidad y la adecuación de estos materiales; por ello es hoy importante:

- Caracterizar química y físicamente las variedades.
- Analizar más profundamente el rendimiento en garrofín y los factores que influyen en el número de garrofinos por algarroba.
- Mejorar las características de la harina de pulpa de algarroba.
- Valorar el contenido en azúcares y taninos de las distintas variedades de algarroba.

En 1984 la Unidad de Cultivos Leñosos de la Universidad Politécnica de Valencia, que incluía a algunos de los actuales componentes de la EPS de Orihuela, comenzó una caracterización pomológica sistemática del algarrobo en las Comunidades Valenciana y Murciana. El esquema pomológico básico adoptado tenía los siguientes apartados:

- Identificación de materiales conocidos.
- Prospección de nuevos materiales vegetales.
- Caracterización pomológica.
- Caracterización y tipificación pomométrica.
- Caracterización isoenzimática de los materiales en estudio (que posteriormente se ha ampliado a una caracterización por RFLP.)
- Determinación y valoración de la diversidad intravarietal detectada.

Tras las prospecciones y recolección del material de algarrobo en cultivo se diseñó una caracterización pomológica y pomométrica basada en el estudio de:

- Inflorescencias.
- Flores.
- Fruto verde.
- Fruto maduro, algarroba.
- Semillas, garrofín.
- Hojas.
- Vegetación.
- Hábitos.
- Sensibilidad a distintas plagas de los árboles de algarrobo.

Concretamente se propuso el siguiente esquema pomológico básico:

CARACTERIZACIÓN INFLORESCENCIA:

- Longitud.
- Numero flores y densidad.
- Sexualidad.
- Forma y anchura (4 parámetros).
- Coloración (2 parámetros).
- Frutos cuajados (4 parámetros).
- Flores (4 parámetros).

CARACTERIZACIÓN FRUTO VERDE:

- Anchura (3 parámetros).
- Espesor (3 parámetros).

- Forma (3 parámetros).
- Pedúnculo (6 parámetros).
- Estilo y estigma (6 parámetros).
- Sutura carpelar (2 parámetros).
- Lobulación (2 parámetros).
- Nervio carpelar (3 parámetros).

CARACTERIZACIÓN FRUTO MADURO:

- Longitud.
- Peso.
- Coloración.
- Anchura (3 parámetros).
- Espesor (3 parámetros).
- Forma (3 parámetros).
- Superficie.
- Pedúnculo (6 parámetros).
- Estilo y estigma (4 parámetros).
- Sutura carpelar (2 parámetros).
- Lobulación (2 parámetros).
- Número garrofinos (2 parámetros).
- Peso de los garrofinos.
- Relación peso fruto/peso garrofin.
- Composición (3 parámetros).

CARACTERIZACIÓN SEMILLAS (GARROFÍN):

- Peso.
- Coloración.
- Dimensiones (5 parámetros).
- Forma (3 parámetros).
- Superficie.
- Características (4 parámetros).
- Composición (4 parámetros).

CARACTERIZACIÓN HOJAS:

Foliolos

- Número.
- Superficie.
- Dimensiones (3 parámetros).
- Forma (3 parámetros).
- Coloración (3 parámetros).
- Características (4 parámetros).

Eje

- Longitud (3 parámetros).
- Coloración.
- Características (3 parámetros).

CARACTERÍSTICAS DEL ÁRBOL:

- Porte.
- Vigor.
- Frondosidad.
- Hábito de ramificación.
- Hábito de fructificación.
- Características madera (4 parámetros).
- Resistencias a plagas y enfermedades.
- Comportamiento agronómico (9 parámetros).

En el desarrollo del proyecto de caracterización del algarrobo en la Comunidad Valenciana se tipificaron pomologicamente 32 variedades; también se caracterizaron dos variedades procedentes de la Región de Murcia (Tabla 18).

Tabla 18
Variedades caracterizadas y sometidas a estudio en la Comunidad Valenciana

PROVINCIA DE CASTELLÓN:	
Banyeta	Matalafera
Casuda	Murtera
Costella de ruc	Negra
Del pom	Ralladora
Lluenta	Rojal
Mascle de Borriol	Tembril
PROVINCIA DE VALENCIA:	
Banya de cabra	Llisa
Bautista	Matalafera
Blanca	Melera
Casuda	Negra
Catxa	Rotja
Costella	
PROVINCIA DE ALICANTE:	
Blanca	Lindar
Borrera	Melera
Costella	Rotjal
De la penya	Vera
Fornera	
COMUNIDAD MURCIANA:	
Mojonera	Ramillete

El número de árboles prospectados, seguidos durante 2 ó 3 años en su comportamiento y finalmente caracterizados se indican en la tabla siguiente.

Tabla 19
Datos básicos del número de árboles prospectados controlados y caracterizados de algarrobo en la Comunidad Valenciana

Denominación	Nº de árboles prospectados	Nº de árboles controlados	Nº de árboles finalmente caracterizados
Aguaderas	18	6	1
Bañeta	98	21	9
Bautista	21	4	1
Blanca	26	7	3
Borda	—	12	3
Borrera	11	4	2
Caches	32	9	2
Casuda	16	4	2
Cervera	12	3	1
Comuna	16	2	2
Costellas	73	21	7
Cuerno de Cabra	16	7	2
Chopa	8	4	2
Del pomell (del manojo)	22	6	1+1
Flor y Garrofa	12	6	1
Judeva	2	1	1
Judio	6	2	1
Lindar	21	7	2
Llisa	30	8	3
Lluenta	60	16	6
Mascle	89	23	6
Mascletera	8	2	1
Mallorquina	12	3	1
Matalafera	62	22	8
Melera	28	12	3
Mildo	11	4	2
Murtera	21	8	2
Negra	98	26	8
Panesca	11	3	1
Primerenca	21	2	1
Çralladora	12	3	1
Ramillite	31	6	3
Rocha	69	15	5
Rojal	21	6	3
Santa María	6	2	1
Vera	8	—	2
Total	1.013	290	101

Como descripciones básicas de las variedades más extendidas e importantes debemos mencionar las siguientes:

BANYETA (BORRIOLENCA)

- *Origen:* La Plana Alta (Castellón).
- *Zonas de cultivo habitual:* Costa de Castellón y zonas próximas a la capital.
- *Características del árbol:*
De porte grande y follaje muy denso. Hojas de tamaño mediano, de 8 a 10 folíolos grandes.
- *Características de las inflorescencias:* De flores femeninas de tamaño medio, eje verde y grueso, muy compactas.
- *Características del fruto y de la semilla:*
Fruto de mediano a corto, rojizo, ancho y muy denso.
Con altos rendimientos en garrofín.
Bajísimo porcentaje de aborto en sus semillas.
Las inflorescencias mantienen entre 3 y 4 frutos en maduración.
De resistencia media al troceado (entre 13,5 y 14,5 Kg/cm²).
- *Características agronómicas:*
Árbol de rápida entrada en producción, muy productivo y poco vecero.
Bastante resistente al oidio.
Sensible a *Zeuzera*.

Como ejemplo de las características pomométricas medias de tres clones en estudio de Banyeta e indicando los valores medios para esta variedad, elaborados a partir de 100 órganos estudiados por año y durante 4 años se obtienen los siguientes valores:

Variedad	Hojas		Inflorescencia		
	Longitud (cm)	Nº de folíolos	Longitud (cm)	Diámetro (cm)	Nº Flores
Banyeta					
Rango	8'06/13'70	6/8	5'13/8'96	1'97/2'96	35/68
Valor medio	11'10	8	7'86	2'31	45'95
Valor medio	9'16	8	5'74	2'09	39'30
Valor medio	8'89	8	5'79	1'89	35'25
Valor medio global	9'71	8	6'46	2'10	40'17

Variedad	Fruto						
	Longitud total (cm)	Peso (g)	Anchos peduncular, central y estilar (cm)			Longitud pedúnculo (mm)	Longitud ápice (mm)
Banyeta							
Rango	13'1/17'60	9'67/15'78	1'51/2'0	1'73/2'02	1'51/1'89	1'09/1'47	0'13/0'18
Valor medio	14'64	14'48	1'78	1'82	1'73	1'18	0'15
Rango	9'41/14'20	9'65/18'78	1'69/2'15	1'82/2'8	1'73/2'08	1'11/1'39	0'10/0'15
Valor medio	11'97	18'08	1'82	2'11	1'94	1'21	0'12
Rango	9'75/13'60	8'92/19'39	1'64/1'99	1'61/2'05	1'73/2'03	1'05/1'35	0'08/0'21
Valor medio	11'63	18'36	1'75	1'90	1'86	1'17	0'13
Valor medio global	12'75	16'93	1'78	1'94	1'84	1'19	0'13

Variedad	Semilla (garrofín)					
	Peso (g)	Longitud (mm)	Ancho (mm)	Espesor (mm)	Rendimiento (%)	Número por fruto
Banyeta						
Rango	0'180/0'189	9'16'9'87	7'31'7'68	3'82/4'51	–	–
Valor medio	0'184	9'56	7'57	4'32	13'59	11'82
Rango	0'184/0'191	9'21'9'83	7'17'7'39	3'58/4'06	–	–
Valor medio	0'186	9'60	7'31	3'89	13'83	7'29
Rango	0'182/0'188	9'31'9'93	7'09'7'28	3'63/3'94	–	–
Valor medio	0'185	9'85	7'17	3'82	13'92	7'42
Valor medio global	0'185	9'67	7'35	4'01	13'78	8'84

BANYA DE CABRA

- *Origen:* Probablemente la zona del Garraf en Barcelona. Deben existir materiales con origen distinto o al menos con centros de diversificación en el sur de la provincia de Castellón, en la el río Palancia (Castellón) y en la Canal de Navarres (Valencia).
- *Zonas de cultivo habitual:* Provincia de Barcelona y Valencia, con menos extensión en el interior del sur de Castellón. También se cultiva en Tarragona.
- *Características del árbol:*
Árbol muy vigoroso, de porte tendente a inclinarse en producción. Porte abierto, con poca ramificación.
Madera muy rugosa y nudosa.
Hojas muy grandes y foliolos numerosos y alargados aunque anchos.
- *Características de la inflorescencia:*
De flores femeninas, las inflorescencias son muy largas y de eje grueso y fuerte.
- *Características del fruto y la semilla:*
Fruto de color marrón muy oscuro, de superficie rugosa, incluso con algunas estrías, y de forma muy arqueada y en ocasiones retorcido.
La algarroba es muy plana y con rodetes laterales desiguales y poco marcados.
Alto rendimiento en garrofín, entre 14 y 16%.
Resistencia media al partido (13,5 kg/cm²).
- *Características del agronómicas:*
Variedad muy productiva, aunque con cierta alternancia.
De fácil desprendimiento del fruto, que no posee cantidades altas de azúcar y es muy fibroso.
Bastante susceptible al oidio.
Sensible a *Zeuzera pyrina* L.
Sensible a la podredumbre de madera.
Probablemente es la variedad más resistente al frío de entre las habitualmente cultivadas.

Los valores pomométricos medios de un clon seleccionada de esta variedad son los siguientes:

Variedad	Hojas		Inflorescencia		
	Longitud (cm)	Nº de foliolos	Longitud (cm)	Diámetro (cm)	Nº Flores
Banya de Cabra	7'95	6/8	4'86/7'88	1'9/2'4	35/64
Valor medio	9'76	8	6'33	2'23	39'8

Variedad	Fruto					
	Longitud total (cm)	Peso (g)	Anchos peduncular, central y estilar (cm)		Longitud pedúnculo (mm)	Longitud ápice (mm)
Banya de Cabra	16'5/22'0	18'9/26'5	1'96/2'63	1'99/2'59	1'78/2'15	1'0/1'7
Rango	18'33	22'44	2'15	2'29	1'89	0'22/0'23
Valor medio						0'27

Variedad	Semilla (garrofín)					
	Peso (g)	Longitud (mm)	Ancho (mm)	Espesor (mm)	Rendimiento (%)	Número por fruto
Banya de Cabra	0'192/0'211	9'03/9'81	6'63/7'01	3'96/4'18	–	–
Rango	0'206	9'36	6'87	4'07	15'26	13'2
Valor medio						

BLANCA

- *Origen:* Comarcas del Suroeste de Valencia.
- *Zonas de cultivo habitual:* Valencia y algo menos en Alicante.
- *Características del árbol:*
De vigor alto y mucha densidad de hoja al tener bastante ramificación.
Hojas de color verde oscuro y foliolos muy anchos.
- *Características de las inflorescencias:*
De flores femeninas.
- *Características del fruto y de la semilla:*
Fruto largo, ancho y grueso, de color marrón claro.
Buen rendimiento en garrofín (mas del 12%).
Alto contenido en azúcar en su pulpa.
Fruto de baja resistencia al corte.
- *Características agronómicas:*
Árbol con vecería marcada pero muy productivo en años favorables.
Sensible al oidio.
Bastante resistente a Zeuzera.
Como valores pomométricos básicos para la variedad se han determinado los siguientes:

Variedad	Hojas		Inflorescencia		
	Longitud (cm)	Nº de foliolos	Longitud (cm)	Diámetro (cm)	Nº Flores
Rango	9'98	8/10	6'81/9'33	2'12/31'6	35/61
Valor medio	11'98	8	7'96	2'43	48'3

Variedad	Fruto						
	Longitud total (cm)	Peso (g)	Anchos peduncular, central y estilar (cm)		Longitud pedúnculo (mm)	Longitud ápice (mm)	
Rango	17'4/24'5	21'1/34'0	1'64/2'23	2'08/2'32	1'73/2'0	1'7/2'1	0'16/0'28
Valor medio	20'87	27'22	1'96	2'19	1'87	1'85	0'27

Variedad	Semilla (garrofín)				
	Peso (g)	Longitud (mm)	Ancho (mm)	Espesor (mm)	Rendimiento (%)
Rango	0'179/0'186	10'75/10'85	7'98/8'14	3'63/3'76	–
Valor medio	0'182	10'80	8'11	3'71	12'26

BAUTISTA

- *Origen:* Comarca de La Ribera (Valencia).
- *Zonas de cultivo habitual:* Valencia. Se ha introducido en Andalucía.
- *Características del árbol:*
Muy vigoroso y denso, de porte vertical pero extendido.
Hojas muy grandes de color verde bastante oscuro. Foliolos anchos.
- *Características de las inflorescencias:*
De flores hermafroditas.
Inflorescencias largas y bastante compactas.
- *Características del fruto y la semilla:*
Fruto recto muy largo y grueso.
De alto rendimiento en garrofín, entre el 12 y 14%.
Mantiene de 4 a 8 algarrobas por inflorescencia en maduración.
- *Características agronómicas:*
Árbol muy productivo y sin alternancia en sus producciones.
De rápida entrada en producción.
Como valores pomométricos básicos para la variedades se han establecido los siguientes:

Variedad	Hojas		Inflorescencia		
	Longitud (cm)	Nº de foliolos	Longitud (cm)	Diámetro (cm)	Nº Flores
Blanca					
Rango	9'86/13'21	8/10	8'89/9'36	2'51/2'68	41/71
Valor medio	12'11	8	9'02	2'62	62

Variedad	Fruto					
	Longitud total (cm)	Peso (g)	Anchos peduncular, central y estilar (cm)		Longitud pedúnculo (mm)	Longitud ápice (mm)
Blanca						
Rango	15'5/21'5	31'0/35'1	2'72/3'62	2'31/2'73	2'14/2'38	1'1'6
Valor medio	17'85	33'88	2'71	2'43	2'30	1'25

Variedad	Semilla (garrofín)				
	Peso (g)	Longitud (mm)	Ancho (mm)	Espesor (mm)	Rendimiento (%)
Blanca					
Rango	0'216/0'254	11'03/11'21	7'81/7'90	3'76/3'79	-
Valor medio	0'251	11'16	7'86	3'78	13'86

BRAVÍA

- *Origen:* Zonas montañosas de Málaga.
- *Zona de cultivo habitual:* Andalucía Oriental.
- *Características del árbol:*
De vigor medio, con baja ramificación.
Hojas de color verde intenso y brillante.
Foliolos pequeños.
- *Características de la inflorescencia:*
De flores femeninas.
- *Características del fruto y la semilla:*
Algarroba de longitud media (entre 12 y 16 cm) relativamente estrecha y fina.
De color marrón negruzco.
De muy alto rendimiento en garrofín (entre 14 y 18%).
Pulpa muy coriácea y de bajo contenido en azúcares.
- *Características agronómicas:*
De producción estable aunque no muy abundante.
Poco sensible al oidio.

CACHES

- *Origen:* en la Comunidad Valenciana, zonas próximas a la capital.
- *Zonas de cultivo habitual:* Valencia y con cierta presencia en Castellón (zona Sur) y Alicante.

- *Características del árbol:*
De vigor medio, con poca ramificación y por ello poco compacto.
De porte muy tumbado, casi rastrero.
Su madera es de color gris pálido y lisa.
- *Características de las inflorescencias:*
De flores femeninas.
Inflorescencias largas y gruesas.
- *Características del fruto y la semilla:*
Frutos largos y gruesos, muy anchos pero de poco espesor.
De color rojo-marrón muy oscuro.
Mantiene de 4 a 8 algarrobas por inflorescencia, con buen cuaje.
- *Características agronómicas:*
De producción muy constante aunque no muy elevada.
Se adapta bien a suelos muy pobres.
- *Observaciones:* Esta denominación incluye materiales muy diversos.

COSTELLA (Diversificada)

Bajo esta denominación se conocen materiales vegetales distintos, uno de estos grupos de algarrobas son los agrupados bajo la denominación: *COSTELLA DE CAVALL (Castellón)*.

- *Origen:* zonas costeras del centro y norte de la provincia de Castellón. Variedad claramente policlonal y muy diversificada.
- *Zonas de cultivo habitual:* se cultiva sobre todo en Castellón, pero en realidad estos u otros materiales vegetales con nombres similares se encuentran extendidos por toda la Comunidad Valenciana y Sur de Cataluña.
- *Características del árbol:*
De vigor alto pero con poca ramificación y baja densidad de hojas.
Madera con muchos abultamientos.
- *Características de las inflorescencias:*
De flores femeninas.
Hojas grandes, con numerosos folíolos (entre 10 y 12) que son también grandes, redondeados y de color verde oscuro.
- *Características del fruto y la semilla:*
De fruto muy largo (18 a 24 cm) y bastante estrecho. Muy curvado y retorcido.
De color negro oscuro.
De poco espesor en su zona central.
- *Características agronómicas:*
De muy buena producción y baja vecería
Bastante resistente al frío.
Poco sensible al oidio.
Muy sensible a *Zeuzera*.

– *Observaciones:*

Existen materiales con esta denominación, de bastante similitud pomológica, originarios de Mallorca.

El nombre hace referencia a la longitud y forma peculiar de la algarroba por lo que no es difícil que se engloben en esta denominación materiales muy distintos, tanto en su origen como en sus características.

Como ejemplo de los valores pomométricos de algunos de los materiales vegetales, incluidos en principio en esta denominación, podemos indicar los siguientes:

Variedad	Hojas		Inflorescencia		
	Longitud (cm)	Nº de foliolos	Longitud (cm)	Diámetro (cm)	Nº Flores
Rango	9'61	8-9	3'02/4'83	1'23/1'93	21/42
Valor medio global	11'88	8	4'15	1'79	31'6

Variedad	Fruto						
	Longitud total (cm)	Peso (g)	Anchos peduncular, central y estilar (cm)		Longitud pedúnculo (mm)	Longitud ápice (mm)	
Rango	14'20/23'20	16'22/35'88	1'92/2'93	2'29/3'05	1'98/2'84	1'03/1'57	0'09/0'15
Valor medio	19'18	23'77	2'28	2'68	2'37	1'23	0'12
Rango	20'7/26'6	19'5/33'8	1'28/2'99	2'49/3'75	2'12/2'53	0'08/0'134	0'07/0'11
Valor medio	23'48	27'63	2'69	2'89	2'31	1'10	0'09
Rango	24'5/27'5	51'3/66'3	2'73/3'22	3'02/3'24	2'62/2'73	1'10/1'53	0'08/0'12
Valor medio	25'67	36'97	2'89	3'13	2'65	1'09	0'09
Valor medio	19'73	36'7	2'76	2'44	2'63	1'31	0'16
Valor medio	18'57	33'68	2'74	2'75	2'48	1'09	0'17
Valor medio global	21'33	31'74	2'64	2'77	2'49	1'16	0'11

Variedad	Semilla (garrofin)					
	Peso (g)	Longitud (mm)	Ancho (mm)	Espesor (mm)	Rendimiento (%)	Número de garrofines
Rango	0'218/0'261	11'23/13'12	7'43/8'01	3'18/3'41	–	–
Valor medio	0'223	12'81	7'84	3'33	10'46	8'48
Rango	0'216/0'249	12'11/12'69	7'01/7'96	2'94/3'18	–	–
Valor medio	0'231	12'45	7'48	3'04	9'56	10'08
Rango	0'216/0'251	12'01/12'98	7'21/8'12	3'03/3'43	–	–
Valor medio	0'238	12'63	7'77	3'18	9'21	11'63

DE LA MEL (NEGRILLA)

- *Origen:* Artá (Mallorca).
- *Zonas de cultivo habitual:* Mallorca.
- *Características del árbol:*
Muy vigoroso, frondoso de ramificación abundante y densa lo que le confiere mucho vigor.
Ramas nudosas.
Porte abierto tendente a acostado.
Hojas pequeñas y de foliolos de color verde oscuro.
- *Características de las inflorescencias:*
De flores femeninas. Sus inflorescencias son cortas y densas.
- *Características del fruto y la semilla:*
De color rojo oscuro brillante y de superficie rugosa.
Fruto largo, bastante ancho y muy grueso.
Pulpa de color claro y con alto contenido en azúcares.
Posee buen rendimiento en garrofín, entre 14 y 16%.
Mantiene 3 ó 4 algarrobas, en ocasiones más, en sus inflorescencias en maduración.
- *Características agronómicas:*
Variedad productiva, pero vecera.
Maduración tardía.
Soporta bien humedades en el suelo, para las características de la especie, aunque no muy altas.
De sensibilidad media al oidio.
Es una variedad con la que actualmente se realizan algunas plantaciones nuevas dado el altísimo interés comercial de la misma, tanto por rendimiento en garrofín como por contenido en azúcar.
Es de las variedades que mejor se adapta al riego, especialmente si éste es localizado.
- *Observaciones:*
En las condiciones de estudio se muestra claramente distinta a la Melera valenciana.
Es posible que dentro de esta denominación se incluyan materiales vegetales distintos.

DURAIÓ.

- *Origen:* Norte de Mallorca
- *Zonas de cultivo habitual:* Mallorca e Ibiza.
- *Características del árbol:*
De vigor medio a alto y porte abierto y por ello tendente a la horizontabilidad.
De ramificación abundante pero con lento crecimiento de sus ramos.
De madera muy lisa inicialmente pero que con el tiempo adquiere engrosamientos secuenciales marcados.
Hojas grandes de color verde claro.

- *Características de las inflorescencias:*
De flores femeninas. De longitud media y eje grueso.
- *Características del fruto y la semilla:*
Fruto de color rojo-castaño oscuro, brillante.
Fruto curvado de longitud media (entre 14 y 20 cm), ancho (de 2 a 2,4 cm) y de espesor menor de 1 cm. De pedúnculo largo.
Buen rendimiento en garrofín (entre 10 y 12%)
- *Características agronómicas:*
Muy productiva y poco vecera.
Sensible al frío.
Sensible a los hongos del suelo.
Muy sensible al oidio.

FINA (Diversificada).

Bajo la denominación Fina se incluyen materiales muy distintos. En nuestro caso se consideran los materiales denominados Fina murciana.

MOJONERA O FINA MURCIANA

- *Origen:* Campo de Cartagena (Murcia).
- *Zonas de cultivo habitual:* Murcia, Alicante y este de Andalucía.
- *Características del árbol:*
De porte medio y algo abierto
Hojas largas con predominio de 12 foliolos por hoja. De color muy oscuro y densidad media.
- *Características de las inflorescencias:*
De flores femeninas de color marrón rojizo que tienden a marrón oscuro. Los pedúnculos de las flores son rojos.
De longitud muy variable predominando las largas de forma cónica con número muy variable de flores y con bajos porcentajes de aborto inicial.
- *Características del fruto de la semilla:*
Largo, ancho de pedúnculo largo y ápice marcado.
Bajo porcentaje de aborto por lo que el número de garrofines por algarroba es alto.
Mantiene de 2/4 algarrobas por inflorescencia inicial.
- *Características agronómicas:*
Árboles veceros, pero productivos.
- *Características morfométricas:*

Variedad	Hojas		Inflorescencia		
	Longitud (cm)	Nº de foliolos	Longitud (cm)	Diámetro (cm)	Nº Flores
Mojonera					
Rango	14'4/22'2	10/12	33/82	15/40	7/50
Valor medio	17'47	12 (76%)	5'25	2'51	19'45

Variedad	Fruto						
	Longitud total (cm)	Peso (g)	Anchos peduncular, central y estilar (cm)			Longitud pedúnculo (mm)	Longitud ápice (mm)
Mojonera							
Rango	13'5/19'6	16/36	1'93/2'21	2'64/2'98	2'01/2'23	0'89/1'12	0'15/0'18
Valor medio	16'9	27'84	2'18	2'78	2'12	0'00	0'16

Variedad	Semilla (garrofín)				
	Peso (g)	Longitud (mm)	Ancho (mm)	Espesor (mm)	Rendimiento (%)
Mojonera					
Rango	0'216/0'243	1'05/1'07	0'71/0'76	0'30/0'33	—
Valor medio	0'231	1'06	0'73	3'19	8'45

LLUENTA

- *Origen:* Provincia de Castellón.
- *Zonas de cultivo habitual:* Castellón y Norte de Valencia.
- *Características del árbol:*
De mucho vigor y alta densidad de copa.
De madera lisa y clara.
Con mucha ramificación.
Sus hojas son grandes con mucrón terminal muy grande, foliolos ovalados alargados, de pedúnculo largo oscuro y grueso, con nervios muy marcados.
- *Características de las inflorescencias:*
De flores femeninas con inserción claramente perpendicular al pedúnculo de la inflorescencia. De inflorescencias largas.
- *Características del fruto y de la semilla:*
Fruto de tamaño medio, fino de color negro muy brillante, negro azabache.
La zona apical es estrecha y aguda.
Con garrofinos oscuros, prácticamente negros.
Con buen rendimiento en garrofín y poco aborto.
- *Características agronómicas:*
Variedad de producción media pero muy poco vecera.
Resistente al oidio.
Sensible a podredumbres de madera.

Como datos morfométricos básicos de esta variedad, de la que se han estudiado tres adquisiciones, podemos establecer los siguientes:

Variedad	Hojas		Inflorescencia		
	Longitud* (cm)	Nº de foliolos	Longitud (cm)	Diámetro (cm)	Nº Flores
Lluenta					
Rango	9'03/14'56	8-12	6'60/8'41	2'12/2'41	25/51
Valor medio	12'65	8	7'85	2'28	48'3

* Longitud del eje. La longitud media total de las hojas es 16'11 cm.

Variedad	Fruto						
	Longitud total (cm)	Peso (g)	Anchos peduncular, central y estilar (cm)			Longitud pedúnculo (mm)	Longitud ápice (mm)
Lluenta							
Rango	14'21/19'92	14'6/18'3	0'42/0'56	0'31/0'36	0'32/0'34	1'13/2'13	0'13/0'23
Valor medio	18'34	18'72	0'46	0'33	0'33	1'64	0'16
Valor medio	16'86	19'07	0'40	0'31	0'30	1'41	0'16
Valor medio	19'36	21'08	0'43	0'32	0'34	1'42	0'16
Valor medio global	18'19	19'62	0'43	0'32	0'32	1'49	0'16

Variedad	Semilla (garrofín)				
	Peso (g)	Longitud (mm)	Ancho (mm)	Espesor (mm)	Rendimiento (%)
Lluenta					
Rango	0'188/0'213	0'88/1'06	0'57/0'75	0'27/0'45	8'9/12
Valor medio	0'189	0'97	0'68	0'38	11
Valor medio	0'203	0'998	0'71	0'35	11
Valor medio	0'208	0'96	0'72	0'36	12
Valor medio global	0'200	0'97	0'70	0'36	11'33

MATALAFERA

- *Origen:* Sur de Castellón y centro de Valencia. Variedad bastante diversificada.
- *Zonas de cultivo habitual:* Castellón y Valencia.
- *Características del árbol:*
De vigor medio y poca frondosidad, tendente a porte tumbado en producción.
De madera lisa.
De ramificación escasa y con crecimiento inicial vertical pero curvándose en producción.
De hojas muy grandes, de más de 10 foliolos llegando a 14 o incluso 16.
- *Características de las inflorescencias:*
De flores femeninas.
Inflorescencias largas y de eje muy cónico.
- *Características del fruto y de la semilla:*
Fruto de color marrón oscuro. Bastante largo, de curvatura marcada, muy ancho (de entre 2,2 y 2,5 cm) y de bastante espesor.
Su rendimiento en garrofín está entre el 10 y el 12%.

Puede tener fallos en el cuajado por lo que algunas algarrobas tienen loculos vacíos y curvaturas en su contorno.

Mantiene de 4 a 6 algarrobas por inflorescencia en maduración.

– *Características agronómicas:*

Fruto de buena calidad y alto rendimiento en azúcar.

Variedad muy productiva y sin vecería.

Bastante resistente al oidio.

Muy sensible a topillos y otros roedores.

Como características morfométricas básicas de 4 clones seleccionados de Matalafera, podemos considerar los datos siguientes:

Variedad	Hojas		Inflorescencia		
	Longitud (cm)	Nº de foliolos	Longitud (cm)	Diámetro (cm)	Nº Flores
Matalafera					
Rango	8'69/13'11	8-10	5'23/6'64	1'63/2'31	38/57
Valor medio global	12'10	10	6'09	1'89	39'3

Variedad	Fruto						
	Longitud total (cm)	Peso (g)	Anchos peduncular, central y estilar (cm)		Longitud pedúnculo (mm)	Longitud ápice (mm)	
Matalafera							
Rango	11'50/19'3	10'60/23'65	1'47/2'43	1'98/2'55	1'93/2'26	0'9/1'22	0'19/0'36
Valor medio	14'65	15'85	1'94	2'31	2'18	1'20	0'21
Valor medio	15'49	18'09	2'39	2'46	2'22	1'08	0'31
Valor medio	16'81	19'93	2'38	2'50	2'09	1'12	0'26
Valor medio	17'81	21'11	2'21	2'36	2'16	1'16	0'30
Valor medio global	16'19	18'75	2'23	2'41	2'16	1'14	0'27

Variedad	Semilla (garrofín)					
	Peso (g)	Longitud (mm)	Ancho (mm)	Espesor (mm)	Rendimiento (%)	Número de garrofines de fruto
Matalafera						
Rango	0'183/0'203	9'98/11'28	8'16/8'61	3'32/3'92	–	8/14
Valor medio	0'195	10'74	8'19	3'39	9'68	10'2
Valor medio	0'198	11'12	8'19	3'86	9'91	11'8
Valor medio	0'199	10'43	8'23	3'92	9'83	10'3
Valor medio	0'194	10'83	8'29	3'86	9'86	10'7

Como valor medio de las características morfométricas del fruto de matalafera, para un año concreto de caracterización, tomando como datos las medidas de cien algarrobas del cultivar procedentes de ocho posibles cabezas de clon preseleccionadas en nuestros trabajos de prospección, consideramos los valores indicados en la Tabla 20.

Tabla 20
Características biométricas de frutos maduros: medias

	Peso (g)	Longitud (cm)	Anchura		
			ZC (cm)	ZP (cm)	ZE (cm)
Matalafera 2-66	26'29	18'17	2'33	2'33	2'17
Matalafera 2-73	18'73	15'38	2'24	2'26	2'18
Matalafera 1'88	19'46	16'42	2'20	2'21	2'19
Matalafera 3'61	19'28	17'12	2'30	2'32	2'22
Matalafera 2-127	18'76	16'10	2'27	2'29	2'19
Matalafera 2-115	16'63	15'36	2'24	2'32	2'18
Matalafera 2-77	15'93	13'68	2'28	2'38	2'06
Matalafera Estrecha 2-71	13'11	13'26	2'14	2'17	2'04
Media	18'52	15'69	2'25	2'29	2'15
σ	3'56	1'54	0'05	0'06	0'06
C.V.	3'80	1'65	0'06	0'07	0'07

	Espesor				
	ZC	ZM Sutura	ZM Nervio	N.º Semillas	N.º Abortos
Matalafera 2-66	0'67	1'01	1'11	10'79	3'18
Matalafera 2-73	0'68	1'02	1'00	9'15	4'10
Matalafera 1'88	0'64	1'04	1'05	10'37	4'18
Matalafera 3'61	0'65	1'02	1'00	10'70	2'81
Matalafera 2-127	0'66	1'01	0'98	10'30	3'26
Matalafera 2-115	0'67	0'99	0'97	8'05	3'72
Matalafera 2-77	0'68	1'18	1'12	7'10	4'98
Matalafera Estrecha 2-71	0'66	0'93	0'99	6'01	5'28
Media	0'66	1'03	1'03	9'06	3'94
σ	0'01	0'06	0'05	1'70	0'81
C.V.	0'01	0'07	0'06	1'82	0'87

MELERA

- *Origen:* Sur de la provincia de Valencia.
- *Zonas de cultivo habitual:* Valencia. Existen algunos árboles y alguna plantación en Murcia, Andalucía y en Alicante.
- *Características del árbol:*
Muy vigoroso y denso.
Madera lisa y grisácea, con pocas nudosidades.
Porte vertical, abundante ramificación y de alta producción.
De hojas pequeñas y folíolos de color verde claro.
- *Características de las inflorescencias:*
De flores femeninas.

De inflorescencias largas y de eje muy grueso.

– *Características del fruto y la semilla:*

Fruto rojo muy vivo pero oscuro de superficie bastante rugosa, de tamaño medio, ancho y muy grueso con reborde marcado.

Posee buen rendimiento en garrofín, entre 12 y 14%.

Muy alto contenido en azúcares.

Mantiene de 4 a 6 algarrobas en maduración en sus inflorescencias.

– *Características agronómicas:*

Bastante productiva y de baja alternancia.

Sensible al oidio.

Bastante sensible al frío.

Junto con otras variedades similares, actualmente están realizando algunas plantaciones con ella.

Se adapta bien al riego localizado sin reducir sensiblemente su contenido en azúcares.

Como resumen de las características morfométricas de esta variedad debemos considerar los siguientes valores:

Variedad	Hojas		Inflorescencia		
	Longitud (cm)	Nº de foliolos	Longitud (cm)	Diámetro (cm)	Nº Flores
Melera					
Rango	13'1/23'1	10/12	4'39/7'83	2'53/2'68	31/48
Valor medio	16'38	10	5'83	2'63	39

Variedad	Fruto						
	Longitud total (cm)		Anchos peduncular, central y estilar (cm)		Longitud pedúnculo (mm)	Longitud ápice (mm)	
Melera							
Rango	14'70/21'00	13'64/21'07	1'79/2'20	1'87/2'29	1'85/2'31	0'99/1'23	0'08/0'19
Valor medio	16'94	19'72	1'97	2'08	2'00	1'08	0'16

Variedad	Semilla (garrofín)					
	Peso (g)	Longitud (mm)	Ancho (mm)	Espesor (mm)	Rendimiento (%)	Número de garrofines de fruto
Melera						
Rango	0'187/0'196	10'71/10'95	7'64/7'81	3'58/3'70	–	–
Valor medio	0'193	10'85	7'71	3'63	11'81	8'92

NEGRA (diversificada)

NEGRA VALENCIANA

– *Origen:* Comarcas de la Plana Alta (Castellón). Probable diversificación inicial hacia el Maestrazgo (Castellón), Tarragona y Barcelona.

- *Zonas de cultivo habitual:* Norte de la Comunidad Valenciana y las provincias de Barcelona y Tarragona.
- *Características del árbol:*
Muy vigoroso, de abundante ramificación y porte abierto.
Hojas grandes y con foliolos anchos, de color verde muy oscuro.
- *Características de las inflorescencias:*
De flores femeninas.
De tamaño largo con eje verde claro y bastante delgado.
- *Características del fruto y de la semilla:*
Fruto negro oscuro, ancho, poco curvado, bastante largo con buen cuajado.
Pedúnculo corto y grueso que mantiene bien la algarroba en el árbol.
El rendimiento en garrofín es bajo (menos del 10%).
Suele producir frutos poco desarrollados y conteniendo pocas semillas denominadas medallones o garrofines.
Mantiene 3 ó 4 frutos por inflorescencia y si son deformados y cortos hasta 5 ó 6.
- *Características agronómicas:*
Árbol con cierta vecería.
El fruto es de desprendimiento problemático, por lo que el vareo debe ser intenso.
De maduración tardía.
Se adapta bien a suelos pobres ya que es una variedad muy rústica.
Muy sensible a zeuzera.
Tolera bastante bien los hongos del suelo, aunque dentro de los límites de baja tolerancia de la especie.
Sensibilidad media al oidio.
Sensible a necrosis foliares por ataques bacterianos.
Tolera bastante bien fríos moderados y por ello se considera poco sensible al frío.
Como características pomométricas básicas de algunos clones y de los valores medios para el cultivar debemos indicar los siguientes:

Variedad	Hojas		Inflorescencia		
	Longitud* (cm)	Nº de foliolos	Longitud (cm)	Diámetro (cm)	Nº Flores
Negra					
Rango	8'16/10'43	8/10	4'46/5'57	1'56/2'18	33/43
Valor medio global	9'02	8	4'97	1'83	34'43

* Longitud del eje, longitud total media 14'18 cm.

Variedad	Fruto						
	Longitud total (cm)	Peso (g)	Anchos peduncular, central y estilar (cm)			Longitud pedúnculo (mm)	Longitud ápice (mm)
Negra							
Rango	15'2/21'10	13'03/24'10	1'79/2'68	1'96/2'63	1'69/2'32	1'05/1'29	0'13/0'19
Valor medio	13'65	18'27	2'04	2'16	1'98	1'13	0'17
Valor medio	17'66	21'32	2'49	2'54	2'21	1'25	0'17
Valor medio	16'32	20'38	2'31	2'42	2'28	1'23	0'18
Valor medio	17'30	22'18	2'46	2'55	2'23	1'24	0'18
Valor medio global	16'23	20'56	2'30	2'42	2'18	1'21	0'18

Variedad	Semilla (garrofín)				
	Peso (g)	Longitud (mm)	Ancho (mm)	Espesor (mm)	Rendimiento (%)
Negra					
Rango	0'183/0'218	9'64/8'49	6'82/7'82	3'82/4'43	–
Valor medio	0'211	8'90	7'10	4'48	10'85
Valor medio	0'208	8'88	6'90	3'74	9'68
Valor medio	0'210	8'49	6'48	4'41	10'26
Valor medio	0'199	9'60	7'11	3'95	11'18
Valor medio global	0'207	8'97	6'99	4'15	10'49

RAMILLETE

- *Origen:* Cuenca del Segura.
- *Zonas de cultivo habitual:* Sur de la provincia de Alicante y Murcia.
- *Características del árbol:*
De vigor medio y porte tumbado, de escasa ramificación.
- *Características de las inflorescencias:*
De flores hermafroditas.
- *Características del fruto y de la semilla:*
Fruto marrón oscuro de marcada curvatura, de bastante longitud (entre 18 y 23 cm), de anchura media (entre 2'1 y 2'4 cm), bastante grueso (mas de 1'2 cm) y con rebordes muy marcados. De pedúnculo largo y estrecho.
Mantiene entre 6 y 12 algarrobas por inflorescencia con flores adecuadamente cuajadas.
De resistencia media al corte (13 Kg/cm²).
- *Características agronómicas:*
Variedad autofertil de alta productividad, aunque bastante vecera.
De muy rápida entrada en producción.
Alta sensibilidad al oidio.
Actualmente se está utilizando en nuevas plantaciones.
Las características morfométricas medias se han establecido en las condiciones del entorno medioambiental en el que hemos trabajado, Valencia.

Variedad	Hojas		Inflorescencia		
	Longitud* (cm)	Nº de foliolos	Longitud (cm)	Diámetro (cm)	Nº Flores
Rango	9'63/15'2	8/10	6'44/7'69	2'92/3'81	28/36
Valor medio	14'6	8	7'06	3'36	31'6

* Longitud del eje central, la longitud total de la hoja tiene un valor medio de 19'4.

Variedad	Fruto					
	Longitud total (cm)	Peso (g)	Anchos peduncular, central y estilar (cm)	Longitud pedúnculo (mm)	Longitud ápice (mm)	
Rango	16'96/18'23	22'12/31'10	2'01/2'32	1'98/2'46	1'96/2'10	1'21/1'52
Valor medio	17'46	28'17	2'12	2'28	2'01	1'43

Variedad	Semilla (garrofín)				
	Peso (g)	Longitud (mm)	Ancho (mm)	Espesor (mm)	Rendimiento (%)
Rango	2'36/2'67	0'99/1'06	0'69/0'76	0'30/0'32	8'7/13'8
Valor medio global	2'60	1'04	0'71	0'31	11'63

ROJAL (diversificada)

ROJAL DE CASTELLÒ

- *Origen:* Bajo Maestrazgo (Castellón). Otros materiales muy similares se consideran de origen en la costa sur de Tarragona, en las proximidades de Salou.
- *Zonas de cultivo habitual:* Provincia de Tarragona donde también se le conoce con el nombre de Valencianas y en zonas costeras del norte de Castellón.
- *Características del árbol:*
Muy vigoroso y compacto, de porte erguido y con mucha ramificación.
De madera bastante lisa.
Hojas grandes de color verde oscuro, con foliolos de pedúnculo corto y muy fino.
- *Características de las inflorescencias:*
Inflorescencias de tamaño medio con flores femeninas.
- *Características del fruto y de la semilla:*
Fruto de color rojizo muy brillante con borde más claro, curvado y con bordes carpelares poco engrosados. De epidermis muy lisa.
Presenta alto porcentaje de aborto en algunos frutos.
De longitud entre 16 y 24 cm, ancho entre 2 y 2,5 cm y de poco espesor medio (<1 cm).
Pulpa azucarada.
Rendimiento en garrofín alto entre el 11 y el 12%.
El garrofín es castaño claro con moteado oscuro característico.

– *Características agronómicas:*

Varietal bastante productiva y poco alternante, de rápida entrada en producción. Fácil recolección, pues sus frutos se desprenden muy fácilmente.

De maduración precoz.

Resistencia media al frío.

Bastante resistente al oidio.

Es una de las pocas variedades con las que se están realizando nuevas plantaciones.

Como valores pomométricos de distintos clones de Rojal controlados en la Comunidad Valenciana y como valores medios para este cultivar debemos considerar los siguientes:

Variedad	Hojas		Inflorescencia		
	Longitud* (cm)	Nº de foliolos	Longitud (cm)	Diámetro (cm)	Nº Flores
Rojal (Rocha)					
Rango	6'33/8'92	1-10	3'46/6'23	1'85/2'68	18-43
Valor medio	8'18	8	5'04	2'32	33'8
Valor medio	8'17	8	5'52	2'35	21'55
Valor medio	6'59	8	3'42	1'86	31'50
Valor medio	7'59	8	3'97	1'87	19'90
Valor medio	7'33	8	4'11	1'95	20'56
Valor medio	8'18	8	5'36	2'59	19'6

* Longitud del eje central, la longitud total de la hoja tiene un valor medio de 19'4.

Variedad	Fruto						
	Longitud total (cm)	Peso (g)	Anchos peduncular, central y estilar (cm)		Longitud pedúnculo (mm)	Longitud ápice (mm)	
Rojal (Rocha)							
Rango	18'9/20'1	19'6/21'9	2'01/2'28	2'05/2'48	1'84/2'19	1'1/1'6	0'18/0'31
Valor medio	19'72	19'87	2'04	2'27	2'18	1'37	0'21
Valor medio	14'98	21'29	2'24	2'36	2'14	1'42	0'18
Valor medio	15'93	24'30	2'18	2'32	2'11	1'14	0'19
Valor medio	15'76	22'77	2'19	2'38	2'09	1'11	0'22
Valor medio	17'17	27'89	2'27	2'45	2'19	1'27	0'17
Valor medio global	16'71	23'22	2'18	2'36	2'14	1'26	0'19

Variedad	Semilla (garrofin)				
	Peso (g)	Longitud (mm)	Ancho (mm)	Espesor (mm)	Rendimiento (%)
Rojal (Rocha)					
Rango	0'183/0'226	0'81/1'08	0'63/0'79	0'28/0'72	11-13
Valor medio	0'189	0'99	0'69	0'33	12'6
Valor medio	0'203	0'93	0'67	0'34	11'6
Valor medio	0'211	0'98	0'69	0'33	12'8
Valor medio	0'216	1'00	0'68	0'33	11'3
Valor medio	0'221	0'98	0'70	0'32	11'4
Valor medio global	0'208	1'04	0'73	0'35	11'1

TENDRAL

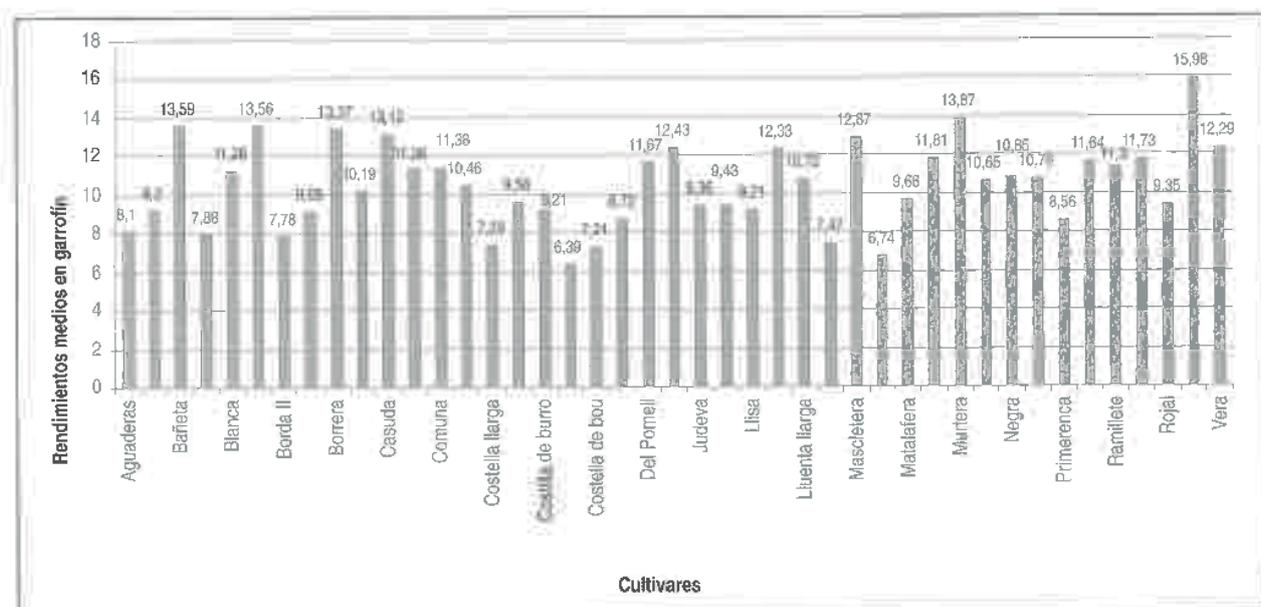
- *Origen:* Sur de Cataluña.
- *Zonas de cultivo habitual:* Cataluña, en Tarragona y Barcelona.
- *Características del árbol:*
De vigor medio, alta frondosidad y porte tumbado.
Madera lisa y hojas de color verde intenso muy brillante.
- *Características de las inflorescencias:*
De flores femeninas.
- *Características del fruto y de la semilla:*
Algarroba de tamaño medio (entre 16 y 19 cm), anchas y gruesas. De color marrón muy oscuro y lisas.

11.3. RESUMEN DE ALGUNAS CARACTERÍSTICAS POMOMÉTRICAS

Como resumen de los rendimientos medios de garrofín, estudiados durante cinco años, en árboles elegidos de algunas de las variedades existentes en nuestro entorno mediterráneo en la Comunidad Valenciana, en parcelas origen de las accesiones, y por tanto en árboles ya viejos, que son los que se buscaron por preselección, se establecieron los valores que se indican en el Gráfico 2.

Gráfico 2

Representación de los rendimientos medios en garrofín de algunos cultivares estudiados en la Comunidad Valenciana



Un resumen de los rendimientos en garrofín considerados como representativos, tras más de diez años de control en la variedades consideradas de mayor interés o más extendidas en nuestros entornos de trabajo, se indica en la Tabla 21.

Tabla 21
Rendimientos en garrofín de algunas variedades de algarrobo seleccionadas en Valencia y Murcia

Cultivar	Rendimiento en garrofín (árboles origen)*	Rendimiento en garrofín (parcelas ensayo)*
Banyeta	8'84	9'36
Banyeta sel.	11'32	11'68
Banya de cabra	13'2	12'79
Blanca	12'26	12'36
Bautista	13'86	13'98
Costella	9'89	10'11
Lluenta	11'33	11'6
Matalafera	10'75	11'26
Mojonera	8'45	10'06
Melera	8'92	11'04
Negra	10'49	10'96
Ramillete	11'63	11'83
Rojal	11'1	11'68

* Valores medios.

Como resumen de las características del fruto y garrofín de algunas de las variedades o denominaciones varietales establecidas en las colecciones pomológicas establecidas en Liria (Valencia) y Cabanes (Castellón) de la Universidad Politécnica de Valencia y controladas durante 8 años, se presentan los datos que se indican en el Gráfico 3.

Gráfico 3
Representación gráfico del peso (g) y longitud (cm) de la algarroba y peso (g) y rendimiento del garrofín en dos parcelas de ensayo establecidas en Liria y Cabanes

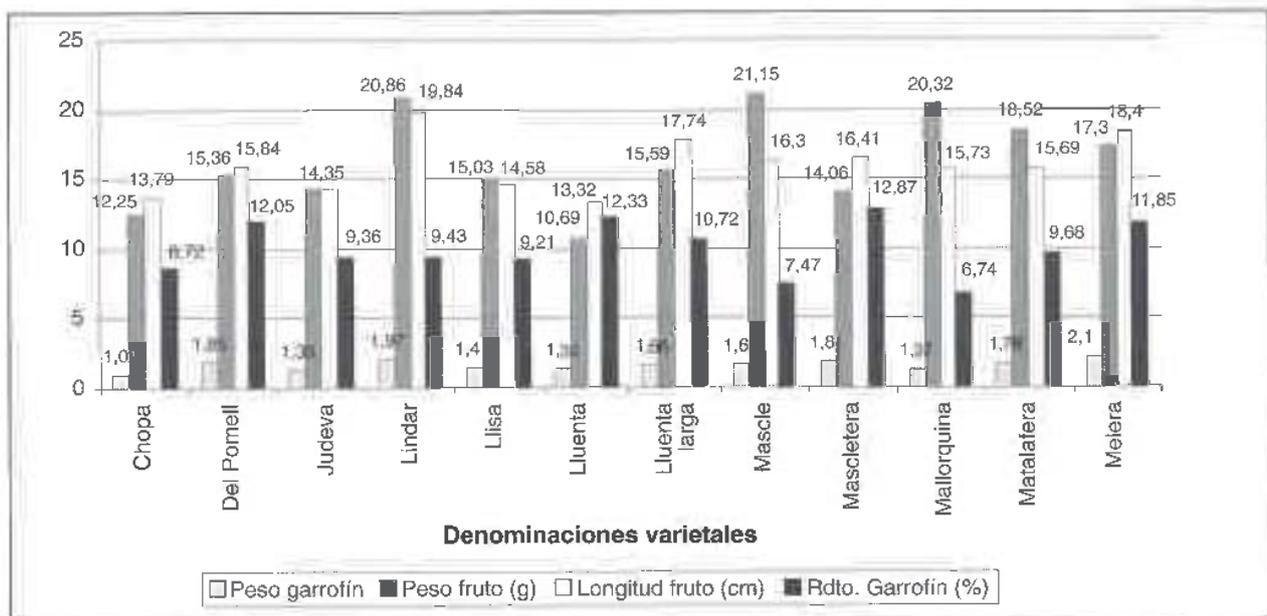


Gráfico 4
Representación gráfica del peso del fruto, peso del garrofín, longitud del fruto y rendimiento en garrofín estudiados en la Comunidad Valenciana (I)

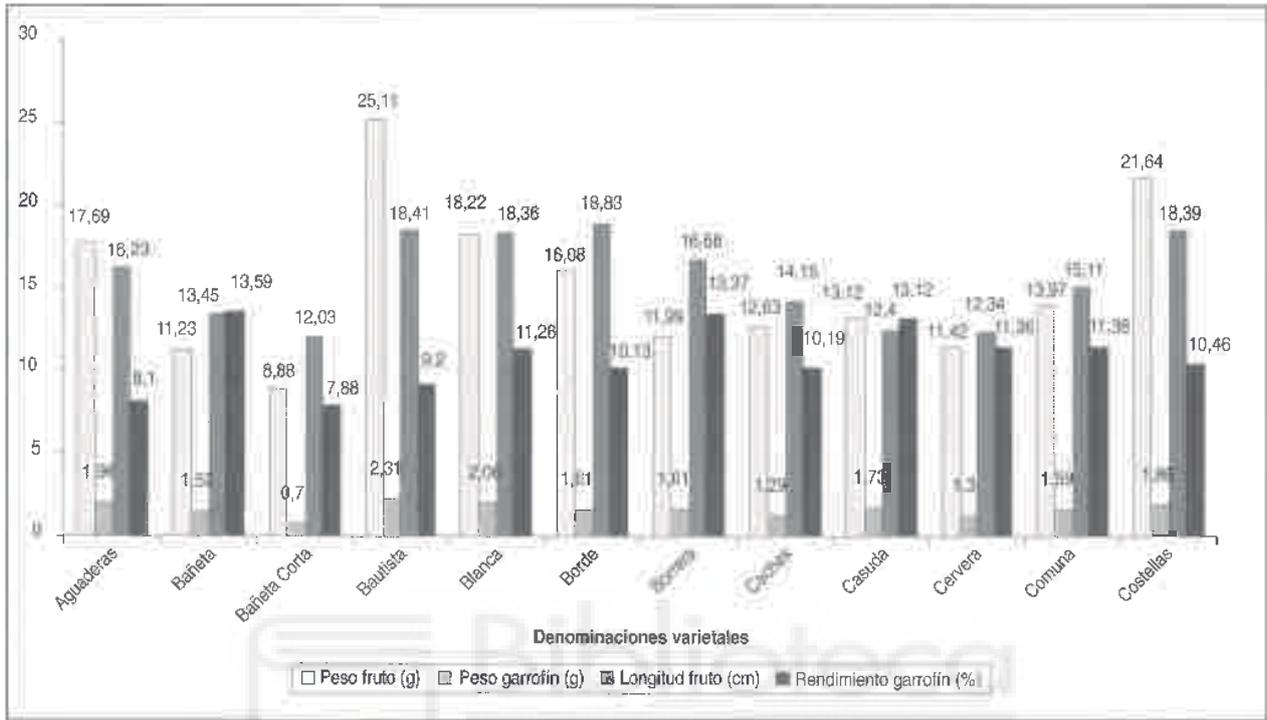
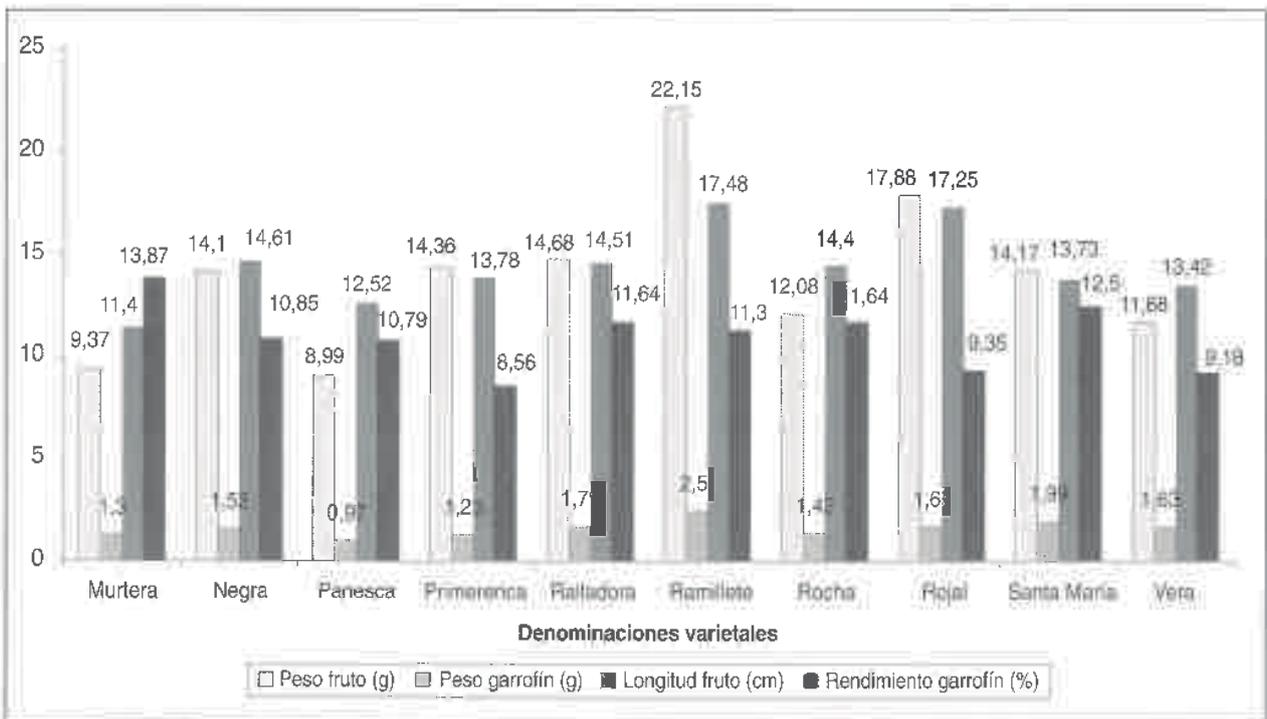


Gráfico 5
Representación gráfica del peso del fruto, peso del garrofín, longitud del fruto y rendimiento en garrofín estudiados en la Comunidad Valenciana (II)



12. PRINCIPALES PLAGAS Y ENFERMEDADES DEL ALGARROBO

12.1. CLASIFICACIÓN BÁSICA DE LAS PRINCIPALES ENFERMEDADES Y PLAGAS

La algarroba como fruto no es especialmente sensible a muchas plagas y enfermedades, pero sí lo es a determinados patógenos. Como árbol el algarrobo es, sin embargo, bastante sensible a diversas plagas y enfermedades fúngicas como las que indicamos a continuación.

Una clasificación básica de las principales patologías del algarrobo es la siguientes:

Enfermedades producidas por hongos:

- Oidio. *Oidium ceratoniae* Comes, que es sin duda la enfermedad que más frecuentemente ataca a nuestros algarrobos, tanto a sus hojas como a sus frutos.
- Caries. *Polyporus igniarius* y *Polyporus sulphureus*, enfermedad característica que conduce a la descomposición de la madera del algarrobo hasta un serrín rojo intenso y denominada también podredumbre roja.
- *Colletotrichum Gloesporoides* Penz y Sacc.
- *Phyllosticta ceratoniae* Berk.
- *Ranularia australis* Sacc.
- Podredumbre blanca. *Armillaria mellea* (Quél, Vahl) Kumm.
- Podredumbre rosada. *Rosellinia necatrix* (Hart) Berl.

Enfermedades producidas por bacterias:

- *Pseudomonas ciccaronei*.
- *Agrobacterium tumefaciens* Smith y Town.

Plagas producidas por insectos:

- Lepidópteros,
 - Larva barrenadora, barrenador o *Zeuzera pyrina* L.
 - Polillas de la garrofa. *Myelois ceratoniae* Zell, *Ephestia calidella* Guer y *Ephestia vapidella* Mn.
 - Gusanos, *Cossus cossus* y *Cossus aesculi*.
- Coleópteros,
 - *Cerambyx cerdo* L.
 - *Ptosima undecimmaculata* Herbts
 - *Sinoxylon sexdentatum* Oliv.
- Dípteros,
 - *Cecidomido* o *Asphondylia* (*Eumarchalia*) *gennadii* March
- Pulgones,
- Cochinillas,
 - *Aspidiotus ceratoniane* Vall.

- Piojo Blanco. *Aspidiotus hederae* Vall
- *Mytilococcus ulmi* L.
- *Pseudococcus citri* Risso

También se han citado ataques de hormigas y tijeretas (*Forficula auricularia* L.), aunque ambos deben ser más bien considerados como vectores de otras plagas.

Afecciones producidas por virus, micoplasmas y viroides:

Aún hoy no existen estudios profundos sobre los virus y micoplasmas que afectan al algarrobo, por lo que no se puede establecer ningún listado de estas afecciones transmisibles.

Plagas producidas por mamíferos:

El algarrobo es especialmente sensible a los roedores, que encuentran un buen alimento en sus raíces; entre ellos debemos citar:

- Topillos, *Pithymis duodecimcostatus*.
- Ratas, *Rattus norvegicus*.

Plagas Producidas por vegetales:

- Muerdago. *Viscum album*.
- Líquenes, diversas especies.

Actualmente estas infestaciones, que suelen ser bajas en nuestras condiciones ambientales, no se consideran plagas al no tener patogenicidad evidente y constatable.

Estos dos últimos grupos de plagas no tienen incidencia significativa en el algarrobo, excepto en casos muy concretos.

Moreira (1987) cita como enfermedades importantes afectando a la vegetación del algarrobo en Portugal a *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz) Penz y Sacc, *Alternaria alternata* (Fr.) Keis, así como también cita la sensibilidad de frutos y semillas a *Cladosporium*, *Epicoccum migrum* Linky Fr., *Pleospora herbarum* (Fr.) Rabeen, *Pestalotia zonata* Ell y Ev., *Pestalotiopsis neglecta* (Thue) Stey, *Septoria carrubi* Pass, así como en la madera del algarrobo este autor menciona también la presencia de *Poma*, *Phomopsis*, *Stemphylium* y *Ulocladium*.

Spina (1986) cita como enfermedades y plagas del algarrobo en Italia de entre las producidas por hongos *Oidium ceratoniae* Comes, *Phyllosticta ceratoniae* Berk, *Ramularia australis* Sacc., *Polyporus sulphureus* (Fr. Karst) Bull y *Polyporus igniarius* (L) Fr., como producidas por bacterias *Pseudomonas ciccaronei*. Como plagas producidas por insectos este autor destaca *Myelois ceratoniae* (microlepidóptero), *Eumarchalia gennadii* (cecidómido) y otros lepidópteros como *Zeuzera pyrina* L., *Ephestia calidella* Guer., *Ephestia vapidella* Mn. y *Corcyra cephalonica* Stt., entre los coleópteros cita el *Sinoxylon sexdentatum* Oliv., *Cerambyx cerdo* L. y *Ptosima undécimaculata* Herbs., y entre la cochinillas menciona *Planococcus citri* Risso, *Aspidiotus hederae* Vall., *Chrysomphalus dictyospermi* Morg., *Mytilococcus ulmi* L., *Aonidiella aurantii* Mask., *Coccus hesperidium* L., *Guerriniella serratulae* F. y cita

como ocasional *Psylla pulchella* Forst. mencionando también daños debidos a ataque de mamíferos.

Para España debemos recordar que Tous (1990) cita como plagas en nuestros algarrobos *Zeuzera pyrina* L, *Myelois ceratoniae* Zell. entre los lepidopteros, *Aspidiotus hederae* V. como cochinilla, menciona la presencia de pulgones, y como enfermedades cita el oidio (*Oidium ceratoniae* Comes) y *Pollyporus sulphureus* Bull., citando también posibles daños producidos por mamíferos.

A continuación pasamos a mencionar los síntomas y daños que producen las principales enfermedades y plagas detectadas en nuestro país por otros autores y por nuestro equipo indicando, aunque de forma muy básica, el posible control de las mismas.

12.2. DESCRIPCIONES BÁSICAS DE LAS PRINCIPALES ENFERMEDADES FUNGICAS Y BACTERIANAS

Oidio

Organismo patógeno productor: El hongo *Oidium ceratoniae* Comes.

Denominaciones de la enfermedad: Ceniza, Cendrosa, Blanquilla.

Síntomas y daños: Se ha comprobado que existen sensibilidades diferenciales dentro de nuestros habituales materiales de algarrobo en cultivo.

Este hongo con un comportamiento similar al que tienen en otras especies los denominados en sentido amplio oidios, origina manchas y zonas con aspecto de fieltros de color gris ceniza o blancos con un velo superficial blancuzco característico.

Este hongo afecta sobre todo a algarrobos aún verdes, aunque ya crecidas, pero también puede afectar a hojas (foliolos) donde puede llegar a formar un fieltro prácticamente continuo, afectando también a los brotes jóvenes, a las yemas e incluso a las inflorescencias en desarrollo y a sus frutitos en primeras fases de evolución.

Ataques fuertes pueden retrasar la maduración de la algarroba o incluso que ésta no termine de madurar y se caigan en ese momento gran parte de los frutos del algarrobo.

En ataques precoces puede deformar los frutitos en evolución.

Control: El control del oidio, que sólo requiere tratamientos específicos cuando la infección es muy alta, se puede realizar con fermarimol o triforina, en muchas ocasiones se dan espolvoreos con azufre como forma de control sistemático contra este hongo.

Fotografía 22
Oidio en frutos



Podredumbre roja

Organismo patógeno productor: *Polyporus sulphureus* Bull y *Polyporus sulphureus* Fr.

Denominaciones de la enfermedad: Caries, Carcoma fúngica. Madera roja.

Síntomas y daños: Este hongo xylófago ataca a la madera de algarrobos debilitados por otras patologías o problemas, penetrando por cortes realizados durante las técnicas de cultivo, especialmente por cortes de poda gruesos.

La madera afectada se reblandece, se esponja, toma un color rojo vivo muy característico y se descompone.

Este hongo al producir huecos en la madera, tanto del tronco como de las ramas, hace que el algarrobo sea más sensible al viento y más vulnerable a cualquier patología, siendo una de las causas más evidentes del envejecimiento y deterioro de los algarrobos, que en ocasiones se ve muy acelerado por esta enfermedad que destroza su armazón al ahuecar el micelio el xilema del árbol, primero se enrojece y luego se descompone en un serrín característico.

Los carpóforos de este hongo tardan 14 ó 15 años en desarrollarse y no son frecuentes; como en otros casos toman forma como de repisa simple o múltiple de tonos grisáceo, canela o marrón y con reborde blancuzco o más claro.

Control: Es importante el saneado quirúrgico de troncos y su protección con un mastic que contenga funguicidas; los restos de madera deben ser eliminados de las plantaciones.

El tratamiento con caldos cúpricos tiene misión preventiva.

Como cualquier hongo de la madera es muy difícil de controlar con tratamientos fitosanitarios dirigidos, una vez que el algarrobo ya posee un grado de infección elevado.

Nota: Recordemos que en algarrobo también pueden encontrarse otras podredumbres de madera, caries blanca o caries marrón, es decir *Phomes igniarius* (L.; Fr.) Kickx., conocido también como hongo yesquero, así como también *Coriolus versicolor* (L.; Fr.) Quéll.

Algunos autores han citado también a *Schizophyllum comuna* (L.) Fr. en algarrobo.

Armillaria

Organismo patógeno productor: *Armillaria mellea* (Quéll, Vahlex Fr.) Kumm., que es un hongo de raíces que afecta a muchos cultivos, siendo frecuente en algarrobos. Es un basidiomiceto polífago.

Denominaciones de la enfermedad: Podredumbre blanca, podredumbre fibrosa, mal blanco.

Síntomas y daños: Aunque la armillaria es considerada como un patógeno de debilidad puede afectar a plantas sanas y más o menos jóvenes pero con efectos lentos y a largo plazo en sus consecuencias.

Afecta a las raíces de tamaño medio o gruesas, que se reblandecen, se oscurecen, se

rompen fácilmente y se recubren de cordones miceliares blancos, formando unas placas subcorticales nacaradas de contorno irregular y que tienden a forma semicírculos o estrellas lobuladas. Para observar estas placas debemos descortezar las raíces y entonces, además de ver estas placas, se percibe un característico olor a moho húmedo.

Las hojas y folíolos son de menor tamaño de lo habitual, caen antes de terminar su ciclo, tras perder turgencia.

El árbol tiene brotes más cortos de lo que es normal y reduce mucho su vigor.

El algarrobo puede llegar a morir por el ataque de éste hongo, que en pocas ocasiones llega a formar, antes de la muerte unos carpóforos (setas) de color miel o marrón con collarete visible y agrupados en forma de haces por su base.

Esta patología inhabilita el suelo para futuras plantaciones de prácticamente cualquier cultivo leñoso.

Control: Tras un ataque por este hongo deben eliminarse todos los restos de raíces gruesas o medianas que pueden servir de reservorio de la patología en el suelo.

Dado que requiere suelos húmedos para su desarrollo lo mejor es, además de evitar usar madera para injerto (o actualmente para enraizado) que esté afectada, no hacer plantaciones en suelos encharcables o con mal drenaje.

La desinfección del suelo y el reposo de la tierra tras el arranque de plantaciones afectadas es necesaria pero no siempre suficiente para evitar esta enfermedad; hasta ahora se utilizaba bromuro de metilo en la desinfección, en el futuro deben recomendarse desvitalización de árboles enfermos con herbicidas sistémicos, solarización y el uso de metan-sodio, dazomet, metilisocianato o sulfuro de carbono.

Eficiente en el control de armillaria se muestra el hongo antagonista *Trichoderma viride*.

Rosellinia

Organismo Patógeno productor: *Rosellinia necatrix* (Hart) Berl; pertenece al orden de los caliciales.

Denominaciones de la enfermedad: Podredumbre rosada de las raíces, podredumbre lanosa.

Síntomas y daños: Como hongo vascular que afecta a las raíces, recubre las raíces secundarias y terciarias delgadas de una hifas finas, con aspecto de cabellera inicialmente blanca que pasa a rosada con el tiempo y que es más o menos enmarañada. En ocasiones pueden, observarse unas peritecas muy características. Este hongo afecta a tejidos floemáticos y corticales no penetrando en la madera de las raíces.

Afecta al vigor del árbol reduciéndolo.

Estos ataques producen la caída de bastantes hojas con lo que se observan muchas ramas secas en la parte alta de la copa.

La presencia de abundante micelio en los entornos de las raíces y al fragmentarse y secarse éstas, momento en que se dispersa el hongo permaneciendo en el suelo, hace que se puedan generar problemas de "cansancio del suelo", al realizar otras plantaciones de ésta u otras especies sensibles en los mismos lugares.

Esta enfermedad se propaga por fragmentos de micelio.

La materia orgánica, la humedad y las temperaturas altas del suelo, entre 16 y 22°C, favorecen el desarrollo de la enfermedad.

Control: El hongo tiene una localización tanto superficial como profunda en el suelo y por tanto es muy difícil su control y eliminación.

Como el micelio afecta a raíces muy finas es muy difícil eliminar el inóculo de la enfermedad del suelo, por lo que se recomienda su desinfección inmediata con DD más metilisocianato, con dazomet o con metansodio y proceder después a la solarización del suelo, evitando siempre replantar éste árbol, y muchos otros, en el hueco del árbol afectado por esta enfermedad.

El empleo de formol de manera localizada y la cal viva o el sulfato de hierro pueden ser una opción de control aunque de eficiencia limitada.

Antracnosis

Organismo patógeno productor: *Colletotrichum gloeosporoides* (Penz) Penz y Sacc, sinonimo de *Glomerella cingulata* (Stone) Spauld y Schrenk; hongo muy extendido entre las plantas leñosas pero en las que no produce grandes daños. Pertenece a los hongos deuteromicetos.

Denominaciones de la enfermedad: Pústula negra, punteado de carbón.

Síntomas y daños: Este hongo afecta a las hojas que quedan invadidas pronto por el micelio que forma inicialmente unas áreas muy claras redondeadas en los folíolos, pero sus síntomas más visibles son un punteado negro difuso con claro relieve y hendidura central en el haz de las hojas que tiende a converger en bandas más o menos anchas en los folíolos afectados.

El ataque de antracnosis acelera la caída de las hojas, que además de producirse antes de lo habitual, también caen en más cantidad de lo habitual.

Puede afectar a la algarroba, quedando con unas características pustulaciones que se mantienen visibles hasta el enverado; algunas de las algarrobas atacadas por esta enfermedad caen durante su desarrollo.

Este hongo, aunque de forma puntual, puede afectar también a las inflorescencias.

Control: Sin duda el mejor control para esta patología es la prevención basada en la destrucción de la madera afectada.

Pueden usarse funguicidas de alta penetración, ya sean cúpricos u orgánicos.

Se han ensayado oxiclورو de cobre, oxiclورو de azufre y zineb.

Seca de hojas

Organismo patógeno productor: *Phyllosticta ceratoniae* Pers.; es un hongo anamorfo que afecta a bastantes árboles, y denominado también *Mycosphaerella* sp. Su taxonomía y efectos no están bien determinados y en ocasiones se le ha considerado como saprofito.

Denominaciones de la enfermedad: Seca del borde de hojas; ha sido citado en diversas leguminosas y en distintos árboles.

Síntomas y daños: Este hongo, de alta persistencia en restos vegetales, produce unas manchas foliares amarillas con picnidios muy evidentes de color negro azabache y que terminan por necrosarse parcialmente. Produce caída de hojas.

Este hongo suele ir asociado a *Phomes* y otros hongos que producen podredumbres de la madera de algarrobo por lo que debe incluirse en el complejo de hongos que producen podredumbres esponjosas.

Puede ser el motivo de la seca de brotes en algarrobo, en los que se ha detectado en varias muestras estudiadas.

Control: Como en todos los casos de hongos vasculares su tratamiento es poco efectivo.

Su control debe ser por tanto preventivo, es decir, evitar utilizar para las plantaciones material vegetal infectado.

El gran problema que existe es que parece ser que puede transmitirse por semilla.

Se intenta controlar con los mismos productos que el resto de las podredumbres de madera.

Agrobacterium. Chancro Tumoral

Organismo patógeno productor de la enfermedad: *Agrobacterium tumefaciens* (Smith y Townsend) Con. Es un bacilo peritríco del que existen varios biovares y patovares o subespecies. Esta bacteria es cosmopolita y endémica en nuestros suelos, pudiendo afectar a más de setecientas especies de plantas.

Denominación de la enfermedad: Cáncer bacteriano, tumoración de raíces, chancro tumoral, agallas de raíces.

Síntomas y daños: Esta bacteria hiperplásica, que produce peculiares engrosamientos en las raíces del algarrobo, ralentiza el crecimiento de las plantas infectadas pero no produce daños importantes en algarrobos ya establecidos con amplios sistemas radicales.

Las tumoraciones son la consecuencia de la entrada de la bacteria en los tejidos por cualquier tipo de heridas, de poda, pedriscos, rozaduras por aperos a nivel de copa y por el laboreo y por muchos insectos del suelo a nivel de raíces.

Esta patología se disemina por el viento, el agua y por el hombre en el manejo e introducción de materiales vegetales.

Los algarrobos afectados reducen la capacidad de emisión de nuevas raíces, resultando, su vigor, producción y vida o duración de la planta muy restringidos. Realmente los daños dependen del número, localización y tamaño de los tumores generados.

Las plantas procedentes de germinación o enraizado en vivero que están infectadas mueren o no progresan manifestando un evidente enanismo en su desarrollo, así como un endurecimiento de tallo y raíces principales que apenas tienen ramificaciones y desde luego generan muy poca rizosfera. Recordemos sin embargo que con el *Agrobacterium* libre en el suelo, procedente de otras especies, no se ha podido demostrar su patogenicidad específica para el algarrobo y que *Agrobacterium rhizogenes* se utiliza como estimulante del enraizado de estaquillas en algunas ocasiones (Filipini

et al. 1997) y que éste es instrumento genético, y al igual que otras especies de este genero y otros puede ser empleado en multiplicación de plantas y en la introducción de nuevos caracteres y resistencias.

Control: Dado que esta bacteria puede permanecer bastante tiempo (muchos años) en el suelo, es importante levantar bien la vegetación y sacar los restos de raíces antes de plantar algarrobos; precisamente como esto no se ha hecho siempre, sí bien es cierto que se hacía antiguamente y durante un tiempo se abandono esta practica, aunque hoy se ha retomado, el patógeno está presente en muchas plantaciones de algarrobos de entre 30 y 80 años, en las que aunque la bacteria no produce daños importantes pero que sí afecta a árboles sueltos en los que produce seca de muchas ramas.

El uso de nuevas plantas sanas es la mejor forma de evitar esta enfermedad. Realmente las plantas afectadas por estos tumores en vivero no pueden comercializarse al ser un patógeno controlado por los servicios oficiales de plantas de vivero.

Pseudomonas. Chancro Suberoso

Organismo patógeno productor de la enfermedad: Esta enfermedad es producida por el bacilo gran negativo no esporulante, *Pseudomonas ciccaronei*.

Denominación de la enfermedad: Necrosis o chancro suberificado.

Síntomas y daños: Ataca a brotes, ramas y afecta a hojas; no suele suponer un grave problema en el algarrobo aunque esta bacteria, no bien sistematizada como especie, es frecuente en el Oeste del mediterráneo.

Pseudomonas produce unos chancros alargados en ramas y ramos del algarrobo pudiendo afectar a la algarroba en la que da lugar a unas lesiones alargadas suberificadas y agrietadas.

También afecta a brotes jóvenes y al borde de algunos foliolos.

Esta bacteriosis penetra por cualquier tipo de heridas, no sólo por cortes de podas, sino también a través de simples daños por roce.

El vareo y la poda diseminan el inóculo y producen pequeñas heridas por las que esta bacteria puede penetrar.

La marchitez de algunas inflorescencias ha sido atribuida a esta bacteriosis.

En vivero puede transmitirse por simple salpicadura de la bacteria hasta las cicatrices de las hojas o heridas.

Control: El control debe ser preventivo y la eliminación de la madera afectada por poda estricta es esencial.

Si las plantas de vivero resultan afectadas no deben utilizarse o incluso deben arrancarse si ya se han establecido.

Los tratamientos con compuestos de cobre ralentizan el avance de la enfermedad pero no la controlan totalmente.

Como patógenos oportunistas pueden localizarse en tejidos de algarrobo *Pseudomonas syringae* y *Pseudomonas viridiflava*.

En algarrobo algunas podredumbres de brotes e inflorescencias han sido atribui-

das a *Xantomonas campestris* que es una especie bacteriana muy diversificada y que ataca a muchos cultivos leñosos. Esta bacteriosis debe ser considerada como ocasional. Los brotes jóvenes atacados por xantomonas se marchitan y se secan posteriormente, formando unas banderolas típicas en brotes laterales de algunas ramas del algarrobo.

12.3. DESCRIPCIONES BÁSICAS DE LAS PRINCIPALES PLAGAS

Zeuzera. Carcoma. Barrenador de la madera

Insecto productor de la plaga: *Zeuzera pyrina* L. Lepidóptero noctúido, de la tribu cossidos y familia zeuzéridos.

Denominaciones de la plaga: Taladro, barreneta, carcoma, barrena, barrina, roemadera, banyarique, etc.

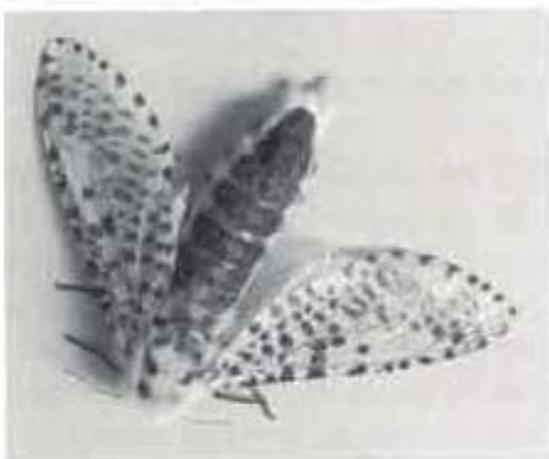
Síntomas y daños: Los adultos, de vida corta y hábitos nocturnos, no producen daños como tales pero realizan las puestas de un característico color amarillo, a principios de verano, en los brotes más jóvenes del algarrobo que sí son atacados por las larvas que salen de estos huevos.

Esta plaga es polífaga.

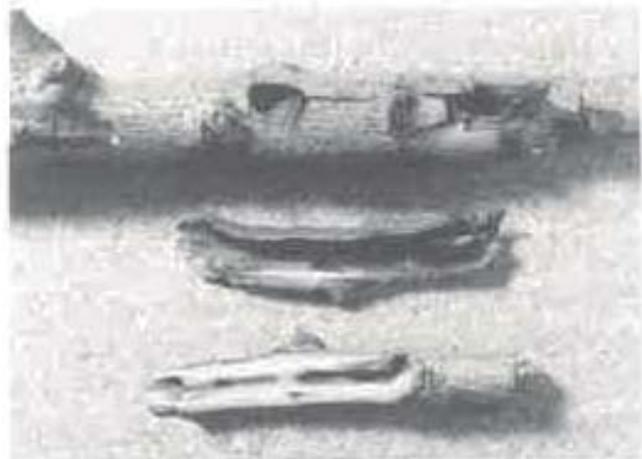
Las larvas tras la eclosión de los huevos penetran por las axilas de las hojas en los brotes tiernos que llegan a secar. Las larvas pasan por distintas fases que siguen taladrando madera cada vez más gruesa en brotes y ramas, entrando y saliendo de las mismas varias veces; las galerías que excavan primero perpendicularmente a su eje y después en paralelo al mismo, son relativamente cortas ya que cuando la galería excavada le resulta estrecha sale de nuevo y vuelve a penetrar en la madera haciendo nuevas galerías que llegan prácticamente a ahuecar completamente la madera.

La larva vive dos años y o algo más y durante ellos puede producir varios metros de galerías. La larva adulta es de color amarillo ambarino con la base de sus quetas y

Fotografía 23
Adulto de *Zeuzera pyrina*



Fotografía 24
Galerías realizadas por *Zeuzera pyrina*



mamelones de sus anillos de color rojo. En verano es cuando la larva pasa a ninfa en las galerías excavadas para ello próximas a la corteza y obstruidas por una fina capa de seda muy consistente.

Daris (1964) detalla de forma maestra la evolución de los ataques de zeuzera en algarrobo, concretamente indica:

"El efecto más grave de la zeuzera, de su larva es el debilitamiento general que produce en ramas e incluso en el tronco que además permite la entrada sistemática de hongos de la madera (caries) que terminan por debilitar tanto la estructura del árbol que resulta muy sensible a roturas por el viento o simplemente por falta de armazón suficientemente consistente de sus ramas".

Control: Como medida profiláctica debe eliminarse toda la madera afectada por el taladro y después de la poda. La madera de esta poda debe ser sacada inmediatamente de las parcelas y eliminarse adecuadamente.

El control directo de la plaga es muy difícil.

La extracción mediante cortes para sacar las larvas no es adecuada, aunque suponga un saneamiento de la madera; el uso de productos fitosanitarios penetrantes aplicados con espátulas a los orificios de entrada de las galerías detectados por excrementos o serrín tiene una eficacia limitada. Antiguamente se introdujeron alambres por los orificios de entrada de las larvas más grandes, para eliminar éstas; esta práctica solo puede mantenerse en árboles aislados y plantaciones jóvenes pues no es posible llegar a las ramas altas afectadas.

Como tratamientos generales al árbol pueden utilizarse azinfos, diazinon, fention, fenitrothion, medietion triclorfon o clorpirifos y también distintos piretroides como deltametrina y cipermetrina, todos ellos con eficiencia limitada en el control de la plaga. Extractos de nicotina parecen dar también esperanzadores resultados.

La época de realización de estos tratamientos es importante debiendo estudiarse el ciclo biológico de la plaga y realizar el tratamiento cuando las larvas son aún jóvenes, normalmente a principios de verano y cuando es frecuente su salida para comenzar la excavación de galerías de tamaño medio.

Polillas

Insecto causante de la plaga: *Myelois ceratoniae* Zell. Microlepidóptero muy polífago, con alas de colores marrones listados y que son muy vistosos.

Denominaciones de la plaga: Polilla, palometas.

Síntomas y daños: La polilla puede llegar a causar daños importantes a la algarroba en almacenamiento inicial.

La larva, que eclosiona ya en almacén, aunque la puesta es realizada por las mariposas adultas en campo y sobre algarrobas maduras, se alimenta de la pulpa dejando tras los ataques a estos frutos unas finas sedas que han utilizado para hacer sus capullos y abundantes excrementos negruzcos como pequeñas cabezas de alfiler que son muy característicos.

Las polillas llegan a destruir muchas algarrobas de las que deshacen una parte y ahuecan su pulpa, que además toma mal sabor.

Control: La polilla de la algarroba debe ser tratada como cualquier otra plaga de almacén, es decir, proceder a la desinfección de los almacenes en el momento en que se detecte la plaga.

Como lucha prácticamente de prevención, aunque no debe ser considerada como preventiva en sentido estricto, pueden utilizarse malatión, paratión o triclorfón.

Actualmente se emplean rotenonas y piretrinas.

Recordemos que en la desinfección de almacenes se han utilizado productos como bromuro de metilo, óxido de etileno, cloropicrinas, acrilonitrilos, sulfato y tetracloruro de carbono, dicloroetano y dibromometano; el uso de estos productos, especialmente los más agresivos, no tiene ningún fundamento para el control de esta plaga.

Piojo Blanco. Cochinilla

Organismos productores: *Aspidiotus ceratoniae* Vall.

Denominación de la plaga: Cendrosas, blanqueta, senrada, piojo blanco, cochinilla blanca.

Síntomas y Daños: El piojo blanco es una cochinilla polífaga que puede atacar a todos los órganos verdes del algarrobo.

La plaga se detecta por la presencia de larvas o adultos que se localizan en el envés de los folíolos, concretamente junto al nervio de éstos.

Los ataques son más frecuentes en climatologías y ambientes secos.

Ataca también a frutos y se mantiene debajo de la corteza de ramas y troncos afectando también a brotes jóvenes muy tiernos.

Los algarrobos muy atacados además de sufrir las picaduras de estos insectos chupadores ven restringida la transpiración y la adecuada iluminación de sus órganos fotosintéticos, ya que pueden perderse muchas hojas como consecuencia de los daños producidos en los folíolos atacados.

La algarroba puede no llegar a madurar adecuadamente, manteniendo verdes sus dos extremos y siendo difícil su derribo del árbol.

La acumulación de polvo sobre las hojas facilita el ciclo del piojo blanco.

Controles: La existencia de cochinillas puede ser controlada por los coccinélidos; entre ellos la mariquita (*Coccinella septempunctata*).

La poda cuidadosa de ramas afectadas es importante. Climas secos y temperaturas altas favorecen la expansión de esta plaga.

El control químico de esta plaga puede realizarse con las siguientes materias activas: diazinon, quinalfos, metidation, fosmet y metil azinfos entre otras. Generalmente no suelen ser necesarios estos tratamientos en el algarrobo.

Existen distintos parásitos *Aphytis* sp, *Encarsia* sp., capaces de controlar adecuada-

Fotografía 25
Piojo blanco y cotonet



mente esta plaga; también han sido citados en otros cultivos diversos parasitoides como *Aspidiotiphagus* sp. entre otros (Garrido y Ventura, 1993).

Como depredadores de esta cochinilla se han mencionado *Chilocorus bipustulatus*, cocinélido frecuente en los algarrobales y *Rhyzobius lophanthae*.

Planococcus Citri

Organismo productor: *Planococcus (Coccus) citri* Risso, especie cosmopolita y altamente polífaga.

Denominación de la plaga: Melazo, cochinilla blanca, cotonet.

Síntomas y daños: Esta plaga que es muy móvil en todos sus estadios y puede tener en nuestras condiciones medioambientales de cultivo del algarrobo hasta cuatro generaciones anuales, es gregaria y de alta fecundidad; produce daños en foliolos y brotes jóvenes y altera los procesos de maduración de las algarrobas.

En ocasiones afecta a la inflorescencias, llenándolas de unas masas algodonosas, que de forma secundaria es atacada por negrilla y produce la caída sistemática de los frutitos jóvenes en formación.

El mayor problema de esta plaga, es que actúa como un foco de atracción, probablemente relacionada con estímulos hormonales, de la polilla del algarrobo (*Myelois ceratoniae* Zell).

La humedad y poca ventilación en árboles no podados actúa como facilitador de los ataques de esta plaga.

Controles: Como productos muy efectivos para el control de esta plaga podemos citar el benzoximato, el dicofol, el bromopropilato, el tetradifon, el clorfenson, el amitraz y los aceites.

En otros cultivos se ha demostrado también la eficiencia de fenarimos, etion carbofentión, fenbutestan y otras numerosas materias activas.

De todas formas debemos diferenciar la eficiencia en el control de larvas o de adultos de ésta especie y usar el producto adecuado para cada momento del ciclo de la plaga. Unos cuadros de efectos muy detallados para el control químico de esta plaga en cítricos fueron establecidos por Garrido y Ventura (1993).

Existen diversos parásitos y depredadores de esta especie como el ya mítico *Cryptolaemus monstrouzieri*, ejemplo de lucha biológica en distintos cultivos, el díptero *Leucopis griseola* y el hemeróbido *Synpherobius compreus*, pudiendo ser eficientes en su control también algunas especies de *Anagirus*, *Leptomastoidea*, *Pachyneumon* y *Marietta*, etc.

Debemos tener en cuenta que el establecimiento de nuevas plantaciones de algarrobo, con mayor humedad ambiental por las técnicas de cultivo en riego y la proximidad de otros cultivos, como los olivos o los cítricos, en muchas de nuestras comarcas en las que existen algarrobos, y considerando que éstos árboles son muy sensibles a las cochinillas, es probable encontrar otras especies de cochinillas en algarrobo entre estas especies, aunque en infestaciones de baja densidad y poca importancia

como *Saisetia oleae* (caparreta), *Chrysomphalus* sp. *Parlatoria* sp., *Ceroplastes sinensis* y sólo de forma anecdótica *Coccus hesperidum*, aunque es posible, como ya hemos dicho, que otras cochinillas de las conocidas, o al menos de las 14 ó 15 citadas en nuestros entornos costeros mediterráneos como más o menos habituales, aparezcan en el algarrobo.

Pulgones

Especies de pulgones con incidencia en el algarrobo: En zonas levantinas se han citado hasta once especies distintas, siendo los más frecuentes *Aphis (Frangulaes) gossypii* Glover, *Aphis spiraecola* Patch, y *Aphis fabae* Scopoli.

También se han encontrado *Myzus persicae* Sulzer y *Toxoptera aurantii* B.F. en algarrobo.

Síntomas y daños: Los pulgones pueden causar daños al algarrobo si atacan a sus brotes en crecimiento, especialmente en vivero o en árboles jóvenes y recién plantados.

Con tiempo bueno se suceden hasta seis generaciones, unas partenogenéticas vivíparas y otras sexuales.

El pulgón puede diferenciarse por su color negro (o marrón) o de tonos claros (verdes o amarillos); ambos grupos inducen disminución del vigor de las formaciones jóvenes y deformación de folíolos además de producir fitotoxicidad específica.

Al segregar melaza estos pulgones son potenciadores de distintos hongos y posible vía de transmisión de enfermedades víricas no estudiadas realmente en el algarrobo.

Control: Para el control de los pulgones, históricamente en algarrobo, se han utilizado tratamientos peculiares como el espolvoreo con cal viva, con solución jabonosa y detergentes (hoy eficientes en esta función se muestran algunos lavavajillas), decocciones de hojas de tabaco, etc.

Buenos resultados en el control químico de muchas de las especies de pulgones dan el empleo de diazinon, dimetoato, vamidotion, acefato, endosulfan, azinfos, fenitroton, metamidofos y otras materias activas que pueden ser recomendadas por los servicios oficiales de plagas de las distintas comunidades autónomas.

Fotografía 26
Pulgones en hojas



Fotografía 27
Pulgones en frutos



Como control natural debemos recordar que diversos neurópteros, coccinellidos, heterópteros, sirfidos y cecidómidos son verdaderos depredadores de pulgones que en el algarrobo suelen ser suficientes para mantener los ataques de pulgones en niveles bajos (Garrido y Ventura, 1993), especialmente si consideramos la presencia también de algunos arácnidos y ácaros depredadores.

Además existen también varias especies de himenópteros parasitoides de estos pulgones.

Debemos tener en cuenta que existen más de quince especies de pulgones citadas en cítricos como presentes en nuestra área mediterránea de las más de 80 especies clasificadas en nuestro país.

Araña amarilla

Organismo productor: *Tetranychus urticae* Koch.

Denominación de la plaga: Araña amarilla.

Síntomas y daños: Sus colonias se desarrollan en el envés de los folíolos que toman un color amarillo característico tanto en el haz como en el envés.

Pueden afectar al fruto verde en el que producen un estriado y aspecto marronáceo típico.

Control: En algarrobo el control de éste acaro suelen realizarlo otros ácaros fitoseidos y algunos coccinélidos como *Stethorus punctillum*.

El control químico de estos ácaros puede realizarse con dicofol, tetradifon y otras materias activas nuevas pero que resultan demasiado caras para su utilización en este cultivo.

No debe descartarse la presencia, aunque puntual y casi anecdótica, de otros ácaros en la vegetación del algarrobo. Se ha comprobado la existencia en las inflorescencias de al menos seis arañas y cuatro ácaros además de *Tetranychus*.

Nematodos

No existen censos ni daños descritos específicamente por nematodos en el algarrobo pero sí citas de detección en raíces de éstos; en estas plantaciones, tanto en campo como más recientemente, en cultivo en bolsas o contenedor de vivero. Concretamente se ha citado la presencia de distintas especies de *Meloidogine* que producen deformaciones y agallas en raíces delgadas o de tamaño medio. Los nematodos encontrados en algarrobo son las especies *M. hapla* y *M. hispanica* aunque no se descarta la presencia de otras especies. Se han encontrado también en algarrobo los nematodos *Heterodera goetlingiana* Schmidt, *Pratylenchus vulnus* Filipjev, probablemente procedentes de frutales próximos a los campos de algarrobos en el Sur de Cataluña y Norte de la Comunidad Valenciana, y *Tylenchulus semipenetrans*, en esta última comunidad, siendo probable también la presencia de otros nematodos.

De todas formas un inventario exhaustivo de plagas en el algarrobo no ha sido realizado de forma específica hasta el momento.

13. ADVERSIDADES, FISIOPATÍAS Y ALTERACIONES NO PARASITARIAS EN ALGARROBO

Como hemos mencionado anteriormente, y aunque el algarrobo como árbol es tolerante a la salinidad, a altas concentraciones de caliza en el suelo y a la sequía, es sin embargo sensible al frío y a otras problemáticas climáticas y edáficas entre ellas las siguientes:

- Heladas
- Viento
- Nieblas y humedades ambientales altas,
- Granizo, etc.

Los efectos y valoración de daños por estas problemáticas medioambientales no han sido bien estudiadas en el algarrobo.

Sí existen numerosas referencias generales a los efectos de cada uno de estos agentes meteorológicos; así por ejemplo, el viento se ha citado desde los primeros tratados y publicaciones sobre el algarrobo como uno de los problemas más importantes tanto para los algarrobos que son muy sensibles a la rotura de ramas, especialmente si éstas están debilitadas por taladro (*Zeuzera pyrina* L.), barrenadores o por hongos (*Polyporus ssp*), o por la alta incidencia que tienen vientos fuertes en la rotura de injertos jóvenes y por la caída frutos que producen estos vientos en algunas variedades.

Los daños por frío y los efectos de las heladas también han sido referidos por muchos autores.

Los daños producidos por pedrisco han sido poco estudiados en esta especie.

El efecto de las nieblas y humedades ambientales han hecho que, ya desde antiguo, se recomendara no plantar algarrobos en parajes y zonas húmedas. Los efectos concretos de la niebla en la fecundación y la más alta incidencia de algunas enfermedades en estas condiciones está actualmente en estudio por distintos grupos de investigación tanto en nuestro país como en otros lugares del mundo en los que se han plantado algarrobos recientemente.

14. USOS Y APLICACIONES DE LA ALGARROBA Y DEL ALGARROBO

Aunque tradicionalmente la algarroba se ha utilizado directamente como alimento, ya sea humano como de los animales, actualmente su mayor interés radica en la obtención de la goma de garrofín con múltiples usos en el sector alimentario y farmacológico.

En el proceso de industrialización y obtención del garrofín es esencial el correcto troceado de la algarroba, que debe realizarse cuando ésta posee la humedad adecuada.

La existencia de troceadoras y plantas de procesado de algarroba es muy frecuente en comercios particulares y cooperativas de muchas comarcas en la Comunidad Valenciana donde existe una larga tradición en la comercialización de la algarroba

como indican Bassa (1926) y Hermosilla (1988), donde también existen unos canales de comercialización bien desarrollados, ya que hace tiempo, en el siglo XVIII existía un flujo importante de comercialización de la algarroba en los puertos de Vinaroz, Castellón, Burriana, Alicante y Altea (Franch 1986), además de en otros puertos de Cataluña; la producción y comercialización de la algarroba y de sus productos más o menos elaborados sigue siendo tradicional e importante en todo el arco mediterráneo español.

Actualmente existen 32 almacenistas de algarroba en Comunidad Valenciana manejando algunos de ellos cantidades próximas a 10 millones de Kg de algarroba. De todas formas más del 75% de la producción está controlada, al menos inicialmente, por las cooperativas (36) entre las que destacan tres grandes organizaciones como Inercop-Castellón, Fruti Sec-Liria y OPA de Traiguera, existiendo además numerosas SAT_s que trabajan con la algarroba. También en Cataluña, Murcia y Andalucía existen numerosos comercios y agrupaciones que manejan la algarroba.

De la algarroba, aunque puede utilizarse industrialmente tanto la pulpa como el garrofín, el producto más cotizado es la semilla, que es materia prima para la obtención de una goma vegetal muy apreciada, con muchos usos y constituida sobre todo por galactomanana y con formación de distintas estructuras de polisacáridos constituidos por (1-4) β -D manosa como cadena continua y con ramificaciones o sustituciones diversas con (1-6) α -D galactosa.

La goma de garrofín o E-410, según el código alimentario, posee muchos usos basados en sus propiedades que son básicamente las siguientes:

- geleificante,
- espesante,
- estabilizante,
- emulsionante,
- aglomerante,
- espumante,
- elastizante de geles, etc.

y que ha sido empleada para muy diversas aplicaciones.

El germen del garrofín se considera una fuente proteica muy interesante, especialmente para alimentación y aplicaciones dietéticas.

La pulpa de la algarroba ha sido siempre un alimento interesante por su alta riqueza energética en algunas tribus beduinas del Norte de África, donde se ha consumido como alimento básico habitual desde siempre; recientemente y tras la mejora de la eliminación del butírico que se genera en su troceado y tostado (Berna *et al.*, 1997), se está aplicando en diversos productos dietéticos, como sucedáneo del cacao y en la industria farmacéutica. Además la pulpa ha sido siempre una fuente de obtención de azúcares fermentables (Gasque, 1988) y transformable en licores o "vinos", también se utiliza para la producción de piensos, y para la obtención de taninos, aromas para bebidas amargas e incluso colorantes.

Entre los usos de la goma de garrofín y considerando sus propiedades, que ya

hemos mencionado y de entre las que debemos destacar sus características como espesante, texturizante y estabilizante, citaremos los siguientes:

- en la formulación de helados, a los que aporta cremosidad, elasticidad y mejora su consistencia,
- en cremas pasteleras,
- en productos y derivados lácteos (batidos, yogures y cremas),
- en quesos a los que aporta finura,
- en sorbetes,
- en bollería,
- en gelatinas para elaboración de alimentos y platos,
- en sopas y platos preparados,
- en cremas para condimentación de ensaladas y otros platos fríos,
- en salsas de tomate,
- en mermeladas,
- en conservas vegetales,
- en la elaboración y mejora de productos dietéticos,
- en alimentos para animales,
- en formulaciones farmacéuticas, jarabes y geles,
- en cosmética, para pasta de dientes, cremas de afeitar, etc.

Además debemos también recordar los distintos usos de la pulpa de algarroba entre los que podemos considerar los siguientes:

- obtención de azúcares y edulcorantes para uso alimentario,
- base de fermentaciones alcohólicas,
- sucedáneo de cacao del que recuerda además de su sabor y color otras propiedades pero soslayando la presencia de excitantes como la teobromina,
- elaboración de productos hiperenergéticos,
- base, como sustrato, para bioreactores para el cultivo de diversos hongos productores de antibióticos y otros productos de alto interés,
- fabricación de piensos para alimentación animal, etc.,

todo ello sin olvidar su ancestral uso como alimento directo de animales, ya que en épocas no muy lejanas y actualmente se sigue empleando como alimento básico del ganado caballar, bovino, ovino y porcino.

Actualmente además de los usos alimentarios preferentes la pulpa y el garrofín también se han utilizado con otros fines, entre ellos:

- para conseguir apresto de tejidos, ya utilizado por los antiguos egipcios en vendas para momificación (el garrofín),
- mejorante del papel (pulpa y garrofín),
- tinción de tejidos (pulpa) etc.

Las inflorescencias también tuvieron su utilización peculiar por los colmeneros como alimento y mejorante de sus apiarios y de sus mieles.

La madera también era apreciada para construcción de carros, maquinaria de molinería y en carbonería.

Como hemos indicado los usos de la algarroba y el algarrobo son múltiples pero una mención especial de entre ellos merecen sus efectos farmacológicos como droga activa.

Las propiedades de la harina de algarroba son muchas, algunas de ellas relacionadas con su alto contenido en taninos, entre las propiedades farmacológicas de la algarroba debemos citar las siguientes:

- antidiarreico potente, considerado como principio activo (polvo) en los catálogos de materias activas farmacológicas,
- protector ulcero, gen, o,
- astringente,
- regulador de la secreción gástrica,
- estabilizador de membranas,
- antiemético,
- antifúngico (en este caso y para esta utilización se emplean la decocción y extractos del fruto verde),

por ello la harina de algarroba se utiliza en casos de diarreas, gastritis, úlcus gastroduodenal, vómitos infantiles, etc. Como principios activos de la harina de algarroba deben considerarse además de sus azúcares, la pectina, el ácido benzoico y fórmico, los mucílagos y los taninos.

También el garrofín se considera como una droga base para la extracción de una goma peculiar compuesta por galactomanana como principio activo y de la que se citan las siguientes propiedades farmacológicas:

- secuestrante general y específico de metales pesados y otros compuestos tóxicos de síntesis. Esta propiedad se basa en la capacidad de gelificación de esta goma que retiene intersticialmente diversos lípidos, glúcidos y elementos químicos,
- de efecto antihiperlipemiente,
- útil en la prevención de la arteriosclerosis,
- laxante por su efecto volumizante,
- coadyuvante en tratamientos para el control del peso, componente de productos muy clásicos en este control,
- de uso en alimentación especial para diabéticos,
- emoliente,

Como producto farmacológico posee una serie de contraindicaciones que son obstrucciones intestinales, estenosis de diversa etiología y localización, y otras inadecuaciones derivadas de su forma de preparación.

Además de estos usos clínicos aceptados en medicina tradicional y clásica Obon y Rivera (1991) recogen una serie de usos de la algarroba citados en la remediación de patologías y en parte no reconocidos como tales remedios por la medicina establecida pero, que evidentemente, son eficientes en sus efectos como ocurre con su utilización entre otras en:

- eliminación de verrugas, al utilizar el látex de algarrobas verdes,
- componente activo antitusígeno obtenido de hojas, corteza e incluso de algarrobas por decocción,

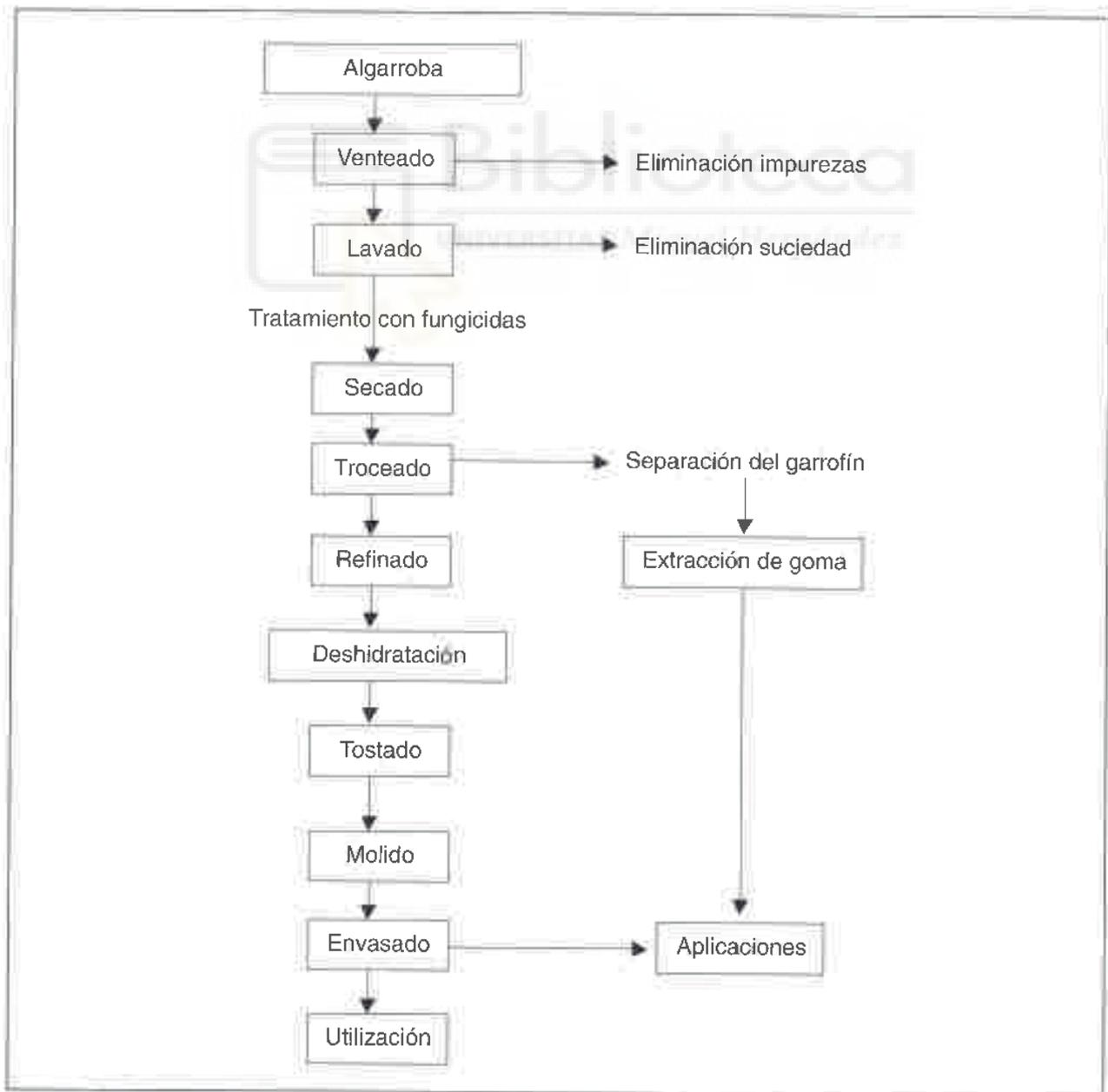
- control del estreñimiento mediante el uso de decocción de frutos troceados,
- expectorante activo por uso de extractos de su corteza,
- mitigación de ronquera por enjuague con líquido de prensado directo de frutos aún no totalmente maduros, etc.

Si hemos mencionado los usos de la algarroba, de su pulpa y de su semilla, también es importante mencionar sus composiciones.

El proceso de tostado de la pulpa de algarroba debe ser revisado ya que según el troceado inicial antes de tostar (Berna *et al.*, 1997) el contenido en butírico de la harina resultante es distinto.

Un esquema básico de este proceso de industrialización es el siguiente:

Figura 20
Esquema básico de industrialización de algarroba



El tostado puede realizarse con tiempos y temperaturas variables. La duración de este proceso depende del tipo de instalación y de si es un proceso en continuo o por cargas y varía entre 10 y 25 minutos que no deben superarse en este tostado para las temperaturas habituales de trabajo que están comprendidas entre 160 y 180°C.

Actualmente las empresas de obtención de goma de garrofín son básicamente 8 en la Comunidad Valenciana tres de capital nacional (total o mayoritario) y otras varias en manos de Grinsleed, Hercules, Meyhall y Wild, empresas de origen foráneo. Realmente la mayoría de empresas del sector en Europa pertenecen a una asociación de mucha potencia económica y con capacidad de decisión denominada Instituto Europeo de Industria de la Goma de Algarrobo (INEC).

Como esquema básico de comercialización en el sector podemos tomar como base el indicado por Tous (1987) con alguna pequeña modificación y que es el siguiente:

Unos esquemas del procesado de la algarroba, tomados de Tous (1990) se indican a continuación.

Figura 21
Esquema básico de comercialización de algarroba

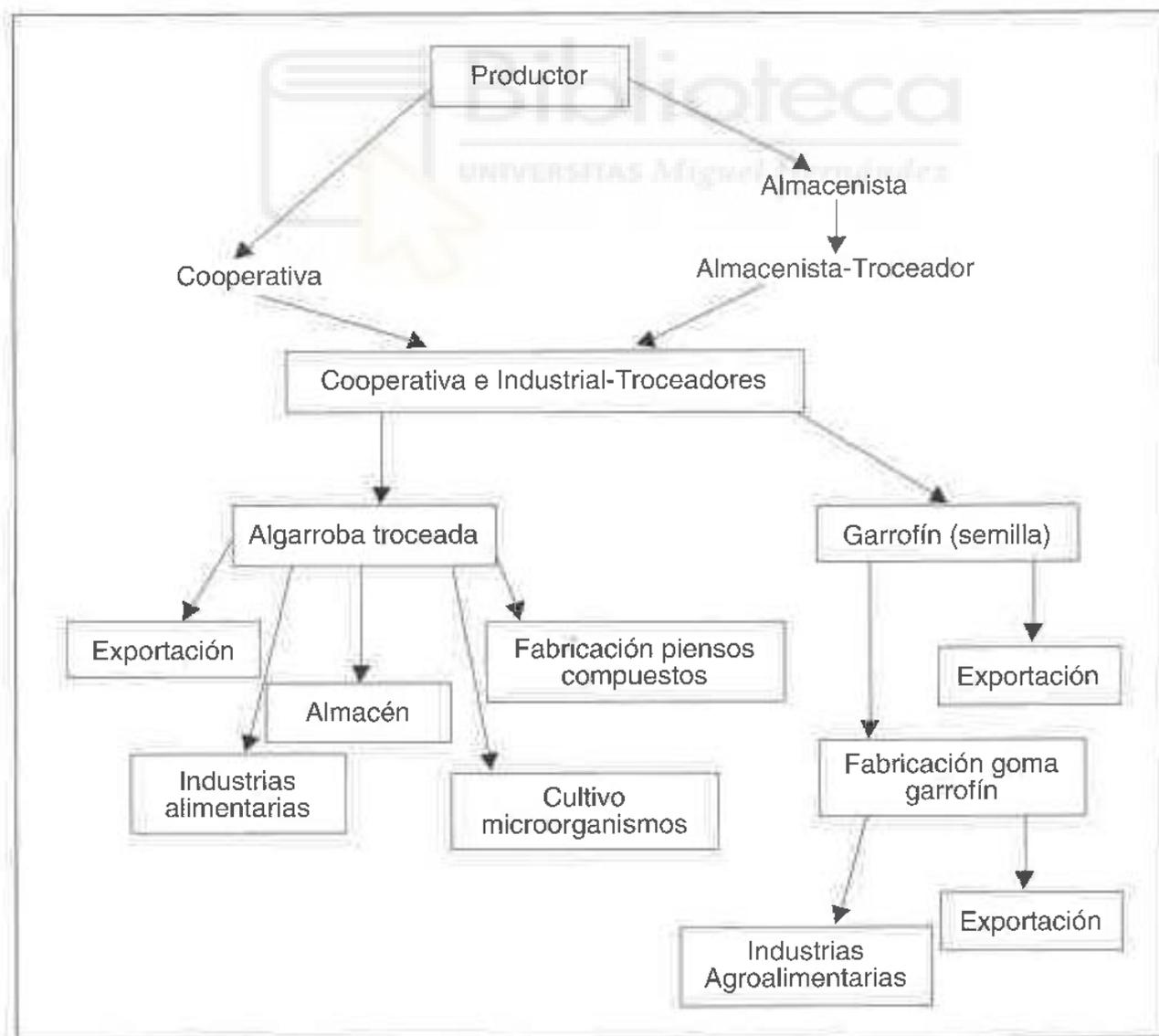
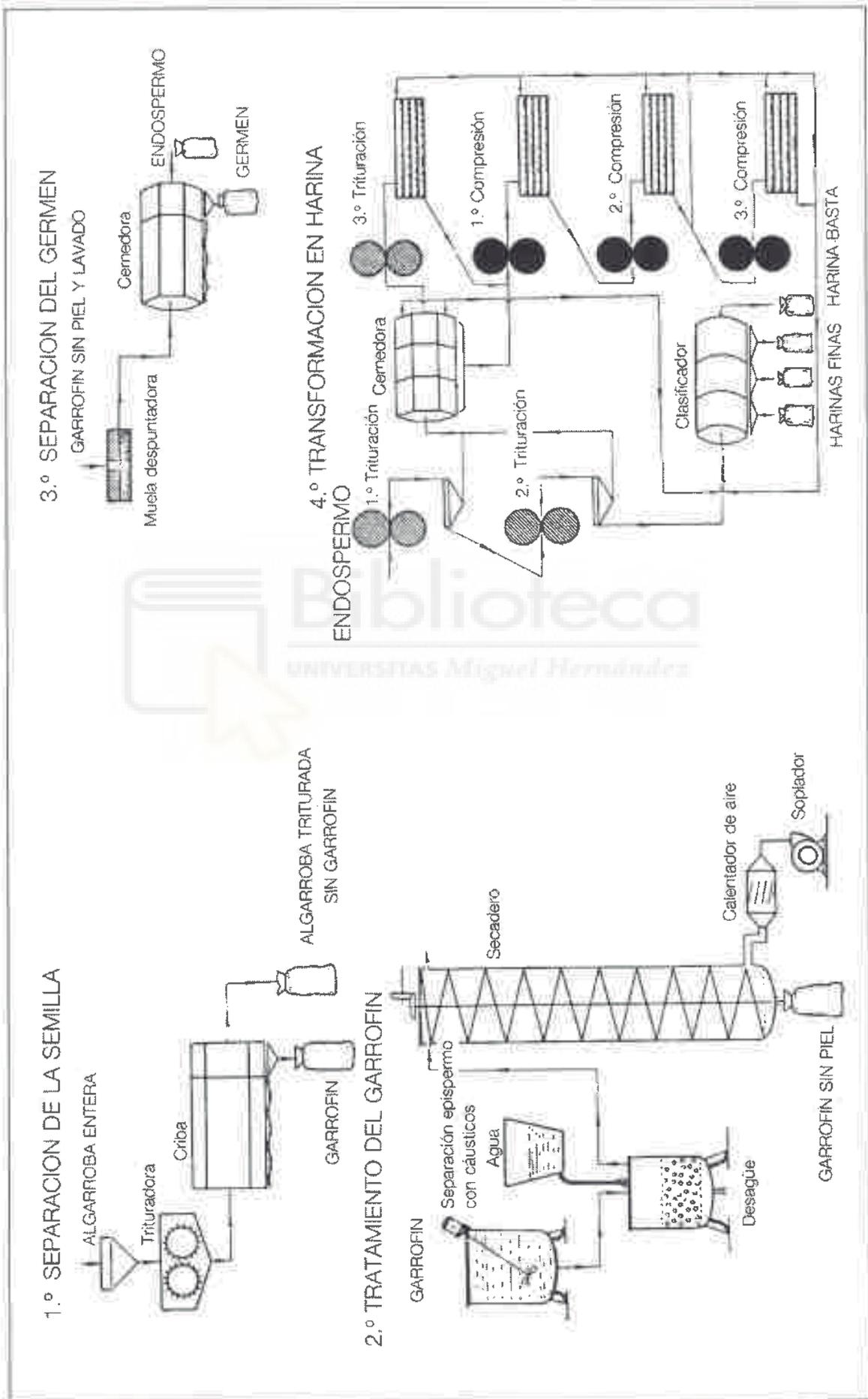


Figura 22
Esquema básico del procesado y obtención de productos a partir de la algarroba



Conocer los procesos básicos de industrialización es necesario, igual que ocurre con las vías habituales de comercialización, pero más importante resulta, después de conocer a nivel general los usos y aplicaciones que se dan a este producto agrario, estudiar su composición y sus características físico-químicas, primero a nivel de producto y luego, si ello es posible, a nivel de variedades.

En el caso de la algarroba y después de ver que existen dos líneas de aprovechamiento perfectamente diferenciadas, tanto en producción como en comercialización, vamos a recopilar los datos más básicos de sus componentes, es decir, la composición de la pulpa, tanto en principios inmediatos como en elementos minerales más importantes, y la composición del garrofín.

Los valores porcentuales medios de pulpa y garrofín así como los constituyentes de este último han sido citados, entre otros muchos autores, por Tous, Hermosilla, Gonçalves y Salazar.

Tabla 22
Distribución porcentual de las distintas partes que conforman la algarroba y constituyentes del garrofín

Componente en % de la algarroba	Tous, 1985	Gonçalves <i>et al.</i> , 1987	Salazar, 1987	Mulet, 1988	Newcon, 1988	Hermosilla, 1997
Pulpa	90	84'5/86'8	86/88/89	—	—	—
Garrofín	10	15'5/13'2	14/12/11	—	—	—
Desglose de los constituyentes de garrofín	Sobre 10	Sobre 100 expresado en porcentaje (%)				
Germen	2	54/49	32	25/30	23/25	30
Cutículas	4'2	54/59	21	30/35	30/33	25
Endospermo	3'8	46/41	47	35/45	42/46	45

Sobre la pulpa de la algarroba también hay muchas referencias, tanto respecto a su composición en principios inmediatos y en algún otro componente, como sobre su contenido en elementos minerales; también ha sido estudiado el tipo concreto de azúcares.

Saura (1988) detalló la composición en elementos minerales de la algarroba expresada en mg por 100 g de pulpa; estos datos se reflejan en la Tabla 23, junto con datos obtenidos de las variedades de algarroba Negra y Matalafera en Castellón y los máximos y mínimos valores obtenidos por Puchades *et al.* (1987) a partir también de cuatro variedades estudiadas en Valencia, incluyéndose también los datos aportados por Souci *et al.* (1991).

Tabla 23
Composición en elementos químicos de la pulpa de algarroba

Elementos químicos mg/100 g de pulpa seca	Saura, 1988	Salazar, 1998 var. Negra	Salazar, 2000 val. Matalafera	Puchades <i>et al.</i> , 1987	Souci <i>et al.</i> , 1991
Fósforo	900	1.021	1.076	31'07/67'86*	1.011
Potasio	1.100	1.086	989	742'71/859'91	480
Magnesio	42	64	68	41'26/80'91	76
Calcio	307	421	396	267/47/338'92	15
Sodio	13	16	23	—	11
Cobre	0'23	0'18	0'27	0'15/0'26	0'18
Hierro	1'04	1'21	1'25	0'33/1'05	0'51
Manganeso	0'40	0'83	0'98	0'85/1'35	0'81
Cinc	0'59	0'39	0'52	0'52/1'24	0'49

* Estos valores de fósforo, que se diferencian del resto, han sido obtenidos por la norma FIL-IDF 42:1967 y con métodos calorimétricos.

En los análisis todos los autores mencionados han seguido los métodos AOAC y técnicas de absorción atómica.

También existen datos de la composición en azúcares en la pulpa de algarroba, resultando, en todos los casos revisados, la sacarosa el azúcar mayoritario.

Tabla 24
Contenido en azúcar (%) en la pulpa de algarroba y composición de ésta en distintos azúcares (%)

	Angelidis, 1954	Tinner, 1960	Mulet, 1988	Saura, 1988	Salazar, 1998
Azúcar en la pulpa%	57'5	59'6	30/40	56'8	58'5
Composición del tipo de azúcar %					
Sacarosa	63'3	52'6	63	65/75	64'6
Fructosa	13'8	16'89	20-22	15-25	14'1
Glucosa	13'6	18'91	20-22	15'25	15'3

Distintos autores han estudiado los azúcares en pulpa, garrofín y goma de garrofín, como se refleja en las tablas siguientes; estas composiciones, excepto en algún caso, son similares si exceptuamos los valores obtenidos para la pulpa desaminada.

Tabla 25
Composición en principios inmediatos y otros constituyentes de la pulpa de la algarroba

Composición %	Orphanos y Papacons-		Saura		Salazar		Puchades		Caja		Gasque		Neukom		Saura		Brito de Calvalho	
	1969	1982	1987*	1987*	1987*	1987*	1987*	1987*	1987*	1987*	1987*	1988*	1988	1988*	1988*	1990	1991	
Azúcares totales	53	49	49'6/57'8	40/50	39/56	-	-	28'69/40'72	50	37/52	50	50	50	50	50	50	68	
Proteínas	4'03	6'25	3'3/3'7	3/4	3'9/5'1	2'87/5'13	3'98	3'37/4'40	5	2'5/3	5	5	5	5	5	5	5	
Grasas	0'24	1'25	0'2	0'4/0'8	0'3/0'6	1'5/2'41	0'65	0'49/1'20	0'5	0'5/1	0'5	0'5	0'5	0'5	0'5	0'5	0'5	
Fibra bruta (fibra total)	5'89	7'5	2'1/3'2 (25/30)	4'4/6'8	5'6/7'3	7'05/8'94	7'98	-	6'21	4/5 (22/27)	8'2	8'2	8'2	8'2	8'2	8'2	8'2	
Cenizas	3'03	3'13	2'4	2'3	2'1	2'47/2'70	3'33	1'51/2'57	2	2/3	2	2	2	2	2	2	-	
Taninos	-	-	1'4/1'9	1'3/2'0	1'2/1'9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

* Se recogen los intervalos dados por estos autores que estudian la composición en distintas variedades (Puchades en Valencia refiere datos de las variedades Alicantina (?), Negra, Matalafera y Rojja).

Tabla 26
Composición desglosada de los azúcares que forman los polisacáridos presentes en pulpa, garrofín y goma de garrofín

Composición desglosa en distintos azúcares	Pulpa desaminada (Saura <i>et al.</i> , 1987) g/100g de m.s.	Garrofín (Marakis <i>et al.</i> , 1987) (%)	Goma de garrofín (Gonçalves, 1987) (%)
Arabinosa	1'2±0'1	1'3/2'1	1'21/1'25±0'1
Fructosa	0'1±0'01	—	—
Galactosa	0'9±0'1	21'3/24'8	21'49/19'97±0'4
Glucosa	5'6±0'4	3'7/4'1	2'15/2'5±0'2
Manosa	0'4±0'1	68'0/72'3	75'04/76'38±0'5
Ramnosa	0'1±0'01	—	0'07
Xilosa	2'1±0'2	0'5/1'1	0'31/0'36±0'04

Fuente: elaboración propia. Gonçalves da valores de la composición de la goma de garrofín de las variedades Galhosa y Mulata.

Tabla 27
Contenido porcentual de azúcares totales en la pulpa de algunas variedades de algarrobo

Variedad	Porcentaje en azúcar en pulpa	Variedad	Porcentaje en azúcar en pulpa
Amele di Bari	53-54	Ampla (Màscle)	49'8
Fleshy	38'71	Bautista	51'6
Giubiliana	38-40	Banyeta	52'3
Koumbota	53	Casuda	42'8
Koumdourka	50 (49-51)	Negra	52'9
Mulata	40-50	Matalafera	52'1
Sisam	43'84	Ramillite	46'5; 5'0-54
Santa Fe	47/48	Torrat	50'2
Sfax	51/52		
Tylliria	50/51/52		
Wild	32'01 (?)		

Fuente: Datos recopilados de varios autores y propios.

De todas formas como valores de referencia en cantidad de azúcar en la pulpa y según zonas y países en que este porcentaje se cita por alguno (o algunos) investigadores y que pueden considerarse como valores medios y no por variedad se indican en la Tabla 28.

Tabla 28
Contenidos (citados por varios autores) de azúcar en la algarroba producida en distintas zonas y países

Zona o país	% de azúcares totales respecto a materia seca
Chipre	48/52
Mallorca	41'1
Marruecos	43'2
Portugal	46'6
USA (EE.UU.)	45'3

Debemos recordar que estos porcentajes han de ser considerados únicamente como referencias, ya que la extracción de azúcar y por tanto el porcentaje varía según el agotamiento a que someta la pulpa, la temperatura empleada y el tiempo de extracción (Mulet *et al.*, 1987), obteniéndose valores ligeramente distintos si utilizamos, por ejemplo 30 minutos o 5 horas de tiempo de extracción, y si utilizamos como temperatura del baño de extracción 20 ó 50°C. De todas formas estos procesos de extracción y siguiendo a los autores mencionados, son muy variables tanto en temperaturas (entre 20 y 100° C) como en tiempos (entre 1 y 8 horas).

Algunos autores han estudiado el contenido en taninos en la pulpa de algarroba (Saura, 1988) y citan entre el 16 y 20%, mientras otros hablan de un contenido comprendido entre el 4 y el 8%; probablemente estas diferencias, al ser los taninos hidrosolubles, son consecuencia de las distintas técnicas de extracción empleadas y por diferencias en el agotamiento de la matriz según la técnica empleada y las condiciones de extracción.

Estudios más profundos sobre la composición de la pulpa de algarroba han sido realizados por Saura *et al.*, 1987, que determinaron además del contenido en fibras dietéticas solubles e insolubles (FDS y FDI), el contenido específico en azúcares y en aminoácidos; estos datos que son muy interesantes desde el punto de vista dietético, junto con los datos dados por otros autores, figuran en la Tabla 30.

Algunos investigadores han analizado el contenido proteico general del garrofín (goma de garrofín LBG) y obtienen los resultados reflejados en la Tabla 29.

Tabla 29
Composición proteica de la goma de garrofín expresada en porcentajes

Contenido	Gonçalves, 1987	Salazar, 1987	Mulet, 1988
Proteínas (N. total x 5'7) (%)	3'96/3'39	5'2	6
Humedad de la muestra (%)	14'02/12'74	11'9	12
Cenizas (%)	0'52/0'66	0'71	0'7/1'5
Polisacáridos (%)	78'9/81'85	81'3	80

La composición en aminoácidos de la pulpa y el garrofín también han sido estudiada (Tabla 30) y citada por algunos investigadores.

Tabla 30
Composición en aminoácidos de la pulpa y otras partes de la algarroba

Composición	Composición pulpa Saura <i>et al.</i>, 1987 (mg/100g)	Composición garrofín Tous, 1990 (%)
Aminoácidos totales	2.692	—
Ácido aspártico	268'9	—
Ácido glutámico	233'1	—
Alanina	208'3	—
Arginina	3'2	1'5
Cisteina	13'7	4'24
Fenilalanina	70'3	—
Glicina	93'1	—
Hidroxiprolina	66'5	—
Histidina	3'6	2'43
Isoleucina	110'4	3'67
Leucina	215'4	6'31
Lisina	115'8	5'89
Metionina	35'5	1'28
Prolina	459'2	—
Serina	179'3	—
Tirosina	70'0	—
Treonina	131'6	3'6
Valina	232'9	4'23

La composición general de la semilla de algarroba también ha sido estudiada por distintos autores. Algunos de los valores de la composición de esta semilla se reflejan en la Tabla 31.

Tabla 31
Composición porcentual básica de la semilla de algarroba

Composición	Brito de Carvalho y Martins, 1988	Mulet, 1987	Salazar, 1998
	(%)	(%)	(%)
Humedad	6	6/8	5'8
Proteínas	55	53	58
Azúcares	10	9	11
Grasa	6	4	4'2
Fibra	6	6'1	6'5
(Celulosa)	(1'2)	—	—
Fósforo	1	1	1'3
Potasio	1'7	1'8	2'0
Magnesio	0'4	0'4	0'5
Calcio	0'5	0'5	0'6
Goma	5'6	—	6'3

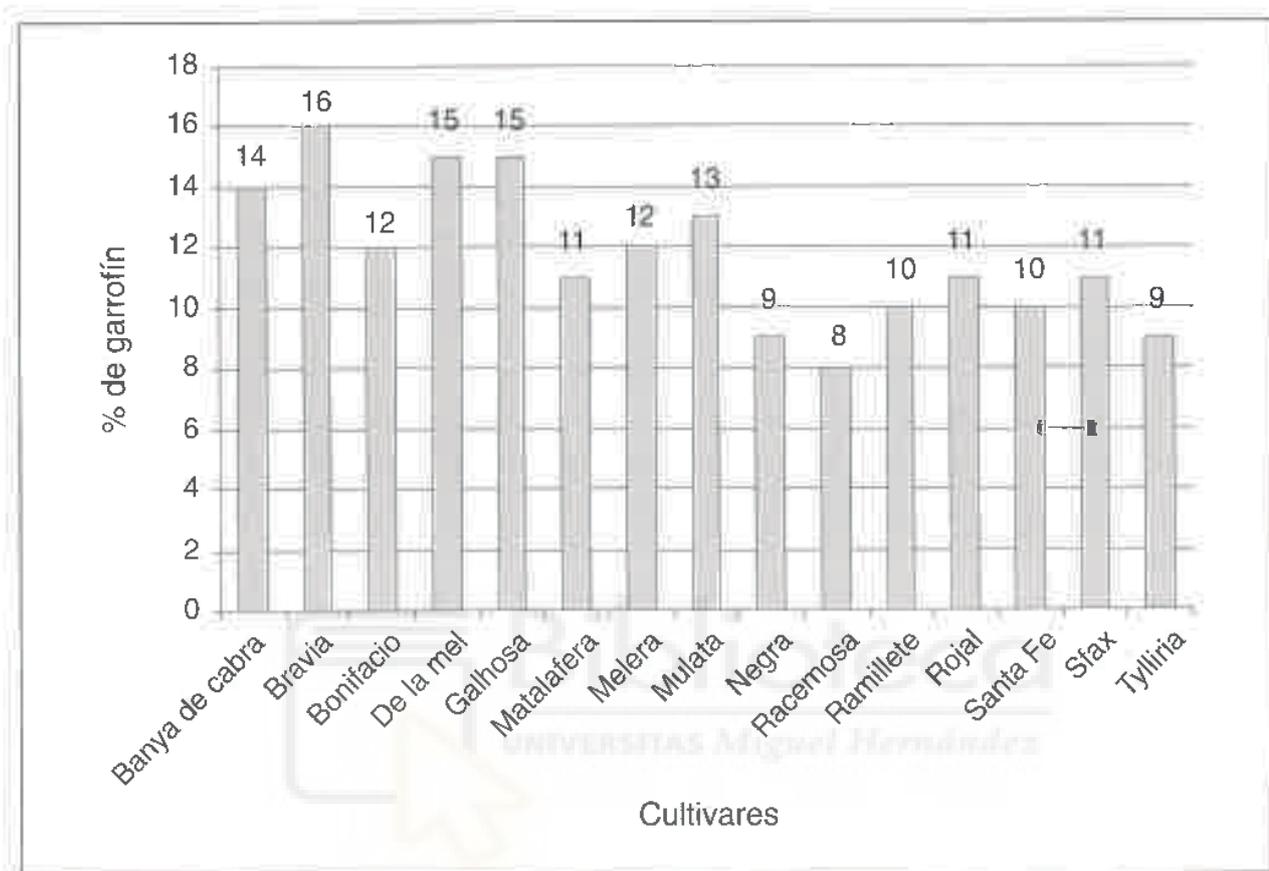
Como el garrofín es el producto más valorizado actualmente de la algarroba, es importante referir su composición, su porcentaje en la algarroba y su peso unitario, como puede verse en las tablas siguientes:

Tabla 32
Porcentaje de garrofín obtenido en el troceado de la algarroba

Variedad	Porcentaje en garrofín según		
	Tous, 1990	Spina, 1986	Otros autores
Amele de Bari	8	—	—
Banya de cabra	14-15	—	—
Bravía	—	—	15/17
Bonifacio	—	12'09	—
Da la miel	13-16	—	—
Duraió	8'10	—	—
Galhosa	—	—	15'5
Gililana	9'10	19'14	—
Koundourka	14-15	—	—
Matalafera	10-11	—	10/11
Melera	11-12	—	13'2
Mulata	12-14	—	—
Negra	8-9	—	—
Recemosa	—	7'55	—
Ramillete	8-10	—	—
Rojal	10-11	—	—
Sacarata	—	9'341	—
Santa Fe	10	—	—
Sfax	10-12	—	—
Tylliria	7'6-10'6	—	—

Gráfico 6

Representación de los rendimientos medios en garrofín de algunos cultivares y clones de algarrobo estudiados en la Comunidad Valenciana



Los valores medios del peso del garrofín, dados por distintos autores, se recogen en la Tabla 33.

El algarrobo debe ser considerado como un muy buen bioindicador de contaminación; así hemos constatado su alta sensibilidad no sólo al polvo, que determina una clara asimetría en los árboles y conduce a una descompensación del vigor de la copa y a una reducción marcada de la producción, sino que también es un detector de la radioactividad, él y algunos de los líquenes simbióticos habituales con él; también es un buen detector de ciertos metales pesados que se acumulan, probablemente por razones fisiológicas en sus hojas, en las que producen oscurecimientos característicos que no se han podido relacionar con carencias de ningún tipo y que sí están relacionadas con fitotoxicidades específicas como es el caso del cromo, el vanadio, el plomo y el cobalto, entre otros.

El algarrobo se considera un buen detector del sulfuroso.

Finalmente debemos recordar que cualquier producción agraria, tiene una finalidad, la económica. Aunque no debemos entrar en desarrollos sobre las características económicas de este cultivo, sí debemos recordar que existen una serie de problemas generales en el sector.

Tabla 33
Peso del garrofín en distintas variedades

Variedad	Spina, 1986 (gr.)	Salazar, 1985 (gr.)	Otros autores (gr.)
Amele di Bari	0'173	—	—
Aguadera	—	0'176	0'163
Ampla (Màscle)	—	0'212	—
Bañeta	—	0'183	0'181
Bautista	0'186	0'251	—
Blanca	—	1'182	—
Caches	—	0'196	—
Cavallaro	0'215	—	—
Costellas	0'218	0'216/0'243	0'210
Chopa	—	0'188	0'179
Lindar	—	0'208	0'181
Lluenta	—	0'191	0'190
Matalafera	—	0'190	0'196
Melera	—	0'188	0'190
Piccia luce	0'183	—	—
Schiovinesca	0'194	—	—
Negra	—	0'191	0'183
Primerenca	—	0'183	0'146
Ralladora	—	0'184	—
Ramillete	—	0'221	0'198
Triggianesca	0'189	—	—
Trigianese	0'250	—	—
Rojal	—	0'189	0'179
Santa María	—	0'188	0'183

Un problema claro para el sector de la algarroba es la aplicación diferencial de impuestos sobre ésta, sobre el garrofín y sobre la goma de garrofín, que son distintos según los países; en este sentido España está en desventaja ante la comercialización global que se hace de estos productos.

Actualmente y dentro de la Unión Europea es necesario reducir los derechos arancelarios que benefician a terceros países en este sector.

En nuestro país es conveniente intensificar el cultivo, aumentar su productividad y evidentemente reducir costes, para que el algarrobo pueda mantenerse.

Resulta decisivo para el sector valorizar y promocionar adecuadamente un producto de alta calidad para alimentación como es la goma de garrofín.

De todas formas no todo está perdido para el sector ya que este cultivo puede beneficiarse de ciertas ayudas a la explotación aportadas por los PIM (Programas Integrados Mediterráneos) a través de apoyo a las Organizaciones y Asociaciones de Productores Agrarios y a través de programas medioambientales para zonas desfavorecidas y de montaña.

Debemos finalmente recordar que existen algunas ayudas al sector en determinadas comunidades autónomas y para determinados usos.

Así en la Comunidad Valenciana existen:

- Ayudas entre el 90 y el 100% para reforestación y mantenimiento del arbolado y según la superficie de la explotación sea menor o mayor de 15 hectáreas continuas.

En la región de Murcia también existen ayudas para el sector que es considerado como un cultivo de alto interés ecológico, junto con el almendro como corrector de la desertificación y mitigadores del abandono del suelo por parte del agricultor. Estas ayudas se concretan en Planes de Mejora.

En Cataluña también existen apoyos al mantenimiento del cultivo y a la transformación.

En Mallorca están aumentándose los apoyos al sector en los últimos años.

La concreción de ayudas al sector deben ser consultadas en las Consejerías de Agricultura correspondientes en cada autonomía y desde luego deberían ser potenciadas.

15. CARACTERIZACIÓN DEL ALGARROBO

Como ya hemos indicado en el apartado de pomología se han propuesto distintos esquemas para la tipificación pomológica clásica y para la evaluación de los materiales de algarrobo, entre estos esquemas debemos recordar los propuestos por Brito de Carvalho (1987), Sánchez-Capuchino (1983), Sánchez-Capuchino *et al.* (1987).

Concretamente Brito de Carvalho (1987) propone, después de indicar las características más importantes para identificar las variedades de algarrobos un listado para evaluar los materiales vegetales de acuerdo con sus aptitudes y la calidad de sus producciones; en este listado se consideran:

- Denominación y sinonímias.
- Sensibilidad al frío.
- Sensibilidad a temperaturas altas.
- Sensibilidad a plagas y enfermedades.
- Respuesta a la fertilización.
- Respuesta al riego.
- Adecuado injerto y buena compatibilidad.

Además de otros caracteres importantes relacionados con la semilla, el árbol, el fruto y la vegetación; después de estas especificaciones este autor establece un esquema pomológico básico que es el siguiente:

Características de la algarroba:

- de su harina:
- Aromas, código P1.
 - Gusto, código P2.
 - Contenido en taninos, código P3.
 - Contenido en azúcares, código P4.

- Contenido en fibras, código P5.
- Valor nutritivo, código P6.

- de su garrofín:
- Porcentaje de semilla en el fruto, código K1.
 - Contenido en goma, código K2.
 - Calidad de la goma, código K3.
 - Porcentaje en germen, código K4.
 - Facilidad de extracción, código K5.

Características del árbol, en el que considera:

- Producción, código C1.
- Regularidad de la producción, código C2.
- Precocidad, código C3.
- Polinización, eficiencia, código C4.
- Edad del árbol, código C5.
- Distribución y tipo de ramificación, código C6.
- Tamaño, forma y porte del árbol, códigos C7, C8 y C9.
- Respuesta y facilidad de poda, códigos C10 y C11.

este autor recomienda también profundizar en la caracterización de la calidad, composición de la algarroba y del garrofín.

A continuación se expone el protocolo pomológico-agronómico propuesto por Sánchez-Capuchino (1983) Sánchez-Capuchino *et al.* (1987) y seguido por nuestro equipo para la caracterización de los materiales vegetales de algarrobo, basado en 58 caracteres básicos codificados y otros 26 complementarios, utilizados en la caracterización de los árboles considerados como representativos de las variedades cultivadas en el área mediterránea española:

Denominación varietal:

- Denominación prioritaria adoptada.
- Sinonímias y otras denominaciones. Se recogen nombres locales y ligados a la tradición escrita y oral.
- Localización de la accesión:
 - Datos geográficos.
 - Datos topológicos.

Dasometría del árbol base (o seleccionado) para la tipificación:

- Altura total.
- Altura de tronco.
- Altura de copa.
- Ramas principales, número y diámetro de las mismas.
- Diámetro del tronco
- Superficie proyectada de la copa.
- Edad estimada.

Estado sanitario, al menos visual para las plagas y enfermedades conocidas.

En plantas jóvenes y nuevas obtenciones este apartado deberá sustituirse por el seguimiento del crecimiento y control del arbolado.

Caracterización del árbol:

- Vigor. Código VA. Valoración 1, 5, 9. Existe la posibilidad e utilizar cinco valores 1, 3, 5, 7 y 9 en la valoración del vigor.
- Porte. Código PA. Valoración 1,2,3,5,7,8 y 9. Caracterología considerada, p: porte pendular; t: tumbado o tendente a ello, llorón; ma: muy abierto; a: abierto; g: globoso esferoidal; v: vertical; mv: muy vertical o erguido.
- Densidad de copa. Código DA. Valoraciones 1,3,5,7 y 9. Determinación cualitativa, mc: muy compacto de vegetación; c: compacto; m: densidad media o normal; cl: poco denso; mcl: muy poco denso o claro.
- Nudosidad de la madera. Código NA. Valoraciones 1, 3 y 9. Tipo pn: madera poco nudosa; n: madera nudosa; mn: madera muy nudosa.
- Resistencia al viento. Código RVA. Se contemplan tres grupos de mayor a menor sensibilidad asignándoseles los valores 1, sv: sensible al viento; 5 mr: mediana resistencia; 9, rv: de elevada resistencia a la rotura de ramas por el viento.

Caracterización de hojas y folíolos:

- Número de folíolos. Código NF. En este carácter se han considerado tres tipos 1, 5, 9, que indican menos de 8 pares, entre 8 y 10 y más de 10 pares de folíolos.
- Tipo de hojas. Código TH. Tipos 1, 9, imparipinada/paripinada.

Eje central o raquis de la hoja

- Longitud eje. Código LEH. Cuantificado en tres tipos 1, 5, 9, y de menor a mayor longitud.
- Longitud peciolar. Código LPH. Cuantificado en tres tipos 1, 5, 9, y de menor a mayor longitud.
- Coloración eje. Código CEH en el haz y CEE en el envés. Caracterología diferenciada 1, 3, 5, 7 y 9. Siendo va: verde amarillento; mcl: marrón claro; mv: marrón verdoso; mo: marrón oscuro; r: rojizo.
- Anchura de la base del peciolo. Código ABPH. Cuantificación 1, 9. Base del peciolo estrecha o ancha.

Folíolos

- Tamaño del folíolo. Código TF y midiéndolo y asignando tres valores según el tamaño considerado 1, 5 y 9, y asignados de menor a mayor.
- Forma del folíolo. Código FF, diferenciando entre e: elíptico (1); ovalado (5); y r: redondeado (9) y estableciendo tres tipologías.
- Curvatura folíolos. Código CF, cuantificación 1, 9. Existencia o no de esta curvatura.
- Curvatura folíolos tendencia. Código CFT. 1, 9. Hacia arriba ó hacia abajo que es lo más habitual.
- Grado de curvatura de los folíolos. Código GCF. Valoración en cuatro tipologías a las que se les asignan los valores 1, 3, 5, 9. Caracterología que determina estas tipologías p: planos, lc: ligeramente curvados, c: curvados, mc: muy curvados.
- Tipo de curvatura de los folíolos. Código TCF. Valoración 1, 9; siendo curvatura c: continua o lineal; f: festoneada.

- Amplitud de la curvatura de los foliolos. Código ACF. Valoración 1, 9. Si la tiene todo el limbo del foliolo o no.
(Posteriormente se utilizaron también en caracterización la intensidad del curvado en dos momentos distintos del día).
- Forma de la zona distal de los foliolos. Código FZD. Valores asignados 1, 3, 5, 7, 9, 10. Tipologías consideradas, r: foliolo romo; rle: foliolo como con ligera escotadura; re: foliolo romo con escotadura evidente; rme: foliolo romo con mucha escotadura; ref: romo con filodia marcada en la escotadura; y a: foliolo apuntado, que es muy poco frecuente en las variedades en cultivo.
- Forma de la zona proximal de los foliolos. Código FZP. Valores asignados 1, 3, 5, 7, 9, 10. Tipologías consideradas, aam: muy apuntada y asimétrica; am; muy apuntada; a: apuntada; al: ligeramente apuntada; rl: ligeramente redondeada; r: redondeada.
- Color del nervio central del foliolo, por el envés y por el haz del foliolo. Códigos CNFE y CFN. Tipologías de color consideradas, acms: amarillo claro muy marcado y saliente (1); acm: amarillo muy claro (2); ac: amarillo claro (3); a: amarillo (4); av: amarillo verdoso (5); v: verdoso (6); am: amarillo marrón (7); ams: amarillo marrón muy saliente (8); mc: marrón claro (9); mo: marrón oscuro (10), con independencia si son marcados o no.
- Color del haz del foliolo. Código CHF. Valoración 1, 3, 5, 7, 9 y 10, con las siguientes tipologías, vb: verde blanquecino (1); vg; verde grisáceo (3); va: verde amarillento (5); vc: verde claro (7); vo: verde oscuro (9); m: marrón (10).
- Color del envés del foliolo. Código CEF. Valoración 1, 2, 3, 5, 8, 9. Tipificación según los siguientes caracteres vb: verde blanquecino (1); vg: verde gris (2); va: verde amarillento (3); vc: verde claro (5); vm: verde marronáceo (7); m: marrón (8); r: rojizo (9).
- Brillo del haz del foliolo. Código BHF. Valoración de la tipología considerada 1, 5, 9, según sea poco brillante, de brillo medio o brillante.
- Escotadura apical del foliolo. Código AEF. Valoraciones asignadas a las tres tipologías básicas consideradas 1, 5, 10 y posteriormente se utilizaron las siete tipologías siguientes 1, 2, 3, 5, 7, 8 y 9, con la siguiente nomenclatura, l: escotadura apical ligera o no existente (1); la: escotadura apical ligera y abierta (2); lma: escotadura ligera muy abierta (3); m: escotadura marcada (5); ma: escotadura marcada abierta (7); ml: escotadura marcada muy ligera (8); mp: escotadura marcada profunda (9).
- Longitud del múcron del foliolo en caso de existir. Código LMF. A los tres tipos considerados se les asignaron los valores 1, 5 y 9.
- Disposición de los foliolos en el eje central. Código DF, con valores 1, 9 y caracterización 1 para foliolos opuestos; 9 para foliolos alternados.
- Longitud del pedúnculo del foliolo. Código LPF y con valores 1, 5, 9 según la medida de este pedúnculo.
- Longitud total del foliolo; se incluye la longitud de su pecíolo. Código LF y estableciendo tres agrupaciones asignándoles los valores 1, 5 ó 9.

- Anchura distal del foliolo. Código ADF y asignándoles 1, 5 ó 9.
- Anchura media del foliolo. Código AMF y asignándole también tres valores 1, 5 ó 9.
- Anchura basal del foliolo. Código ABF y asignándole tres posibles valores 1, 5 ó 9.
- Superficie del foliolo. Código SF y asignado cinco agrupaciones a las que se les dan los valores 1, 3, 5, 7 ó 9.
- Relación longitud anchura media del foliolo. Código LAF y considerando tres agrupaciones. Relación baja (1) lo que indica folíolos cortos; relación media (5) lo que indica folíolos redondeados; y relación alta (9) lo que indica folíolos alargados.

Caracterización de frutos al iniciar el *enverado* o cambio de color, especificando:

- longitud media,
- anchura en su zona media,
- espesor en la zona central,
- espesor en el borde interno, del eje carpelar,
- espesor del borde externo, zona de la sutura carpelar del fruto.
- zona de comienzo del oscurecimiento en longitud (distal o próximal) y en posición (zona del eje o de la sutura carpelar),
- tipo de punteado inicial del enverado, disperso, compacto o tendente a agruparse,
- persistencia o no del estilo.

Esta caracterización se considera complementaria y aunque puede ser útil en la diferenciación varietal no se utilizó inicialmente dentro del esquema pomológico propuesto.

Caracterización de frutos en maduración

Esta caracterización considera como prioritarios el rendimiento en garroffín y el contenido en azúcar, y considera hasta 21 caracteres o parámetros, unos estimados y clasificados y otros cuantificados por medición concreta y que son los siguientes:

- Forma general del fruto. Código FFG y diferenciando entre 5 clases. Algarroba recta r (1); algarroba curvada c (3); algarroba muy curvada mc (5) o en hoz; algarroba con doble curvatura dc (7) y algarroba retorcida o contorsionada rc (9).
- Longitud total del fruto. Código LFG y agrupando después de su medida las algarrobas en tres tipos: c: cortas con menos de 12 cm (1), m: de tamaño medio entre 12 y 20 cm (5) y g: de tamaño grande (9) de más de 20 cm.
- Superficie de la algarroba. Código SF y diferenciando entre muy rugosa (mr,1), rugosa (r, 5) y lisa (l,9).
- Color del fruto. Código CFV y diferenciando las algarrobas en tres grupos: rojiza (r,1); marrón oscuro (m,5) y negra (n,9). En la puesta a punto de esta técnica y tras valoración por colorímetro Hunterlab se establecieron 7 coloraciones diferenciables.
- Rendimiento en garroffín. Código RG; en este caso se establecieron tres tipos con rendimiento bajo (b,1) con 8% o menos de peso en garroffín; medio (m,5) con rendimientos entre el 8 y el 12% y con rendimiento alto 12% o más (a,9).

- Contenido en azúcar de la pulpa. Código AP. En esta esencial tipificación se establecieron tres grupos. De contenido bajo (b,1) con menos del 40% de azúcares; de contenido medio con el 40% de azúcar o más y menos o igual al 50%. De alto contenido, con más del 50% en azúcares en la pulpa.

También se propuso la consideración entre los parámetros a tener en cuenta en la tipificación de frutos las siguientes mediciones y características:

- Longitud del pedúnculo del fruto.
- Grosor en posición frontal y de perfil y del pedúnculo de la algarroba.
- Presencia o no del estigma.
- Forma del estigma, redondeada o en forma de riñón y su tamaño.
- Longitud del estilo y estigma residuales y determinando si es corto, medio o largo.
- Profundidad de la sutura carpelar de la algarroba.
- Coloración de la zona de la sutura.
- Anchura media de la algarroba. Código AMF. Se proponen tres medidas a 1'5 cm del inicio del fruto, en su parte central, y a 1'5 cm del final (zona estilar). Se considera que dichas anchuras deben analizarse independientemente.
- Espesor de la pulpa en la zona central y media, por seccionado de la algarroba. Código EPMF. Se consideran además del dato medido su distribución en tres grupos con asignación de tipo 1, 5 y 9.
- Espesor de las zonas del eje de la algarroba, proponiéndose también tres medidas en iguales posiciones de la algarroba como se miden las anchuras. Código EMF.
- Espesor de la zona de sutura carpelar también medida en tres puntos de la algarroba. Código SMF.
- Forma del fruto en la zona peduncular. Código FBF y considerando dos tipos redondeado (re,1) y apuntado (a,9).
- Forma del fruto en la zona estilar. Código FEF y diferenciando tres tipos, roma (ro,1), redondeada (re,5) y apuntada (a,9).
- Dureza o resistencia de la algarroba al corte. Código DF. Con medición específica de esta resistencia y cuantificación que puede ser parametrizada en cinco valores 1, 3, 5, 7 y 9.
- Número de lobulaciones en el fruto, sólo con valor relativo pues depende del cuajado.
- Presencia de rodete peduncular, determinando su grosor, su anchura y su mayor o menor estriado y suberificación.

Algunos parámetros de los mencionados fueron estudiados pero no se incluyeron en el protocolo pomológico para no complicar excesivamente la tipificación.

Como indicación de algunas de las medidas pomométricas a realizar en la algarroba y el garrofín debemos considerar las medidas de las partes indicadas en la Figura 24.

Caracterización de las flores

- Sexualidad de la flor. Código SFL con valores 1, 5 y 9 para flores masculinas, hermafroditas y femeninas, respectivamente.

- Tamaño de las flores. Código TFL, con valores 1, 5 y 9.

Parametrización del rodete floral.

- Longitud del pedúnculo floral.
- Anchura del pedúnculo floral.

La medición de estos tres parámetros y dando puntuaciones 1, 5 y 9 según los valores obtenidos sean bajos, medios o altos, debe realizarse cuando empiezan a caer las primeras flores de las inflorescencias.

- Color del pedúnculo de las flores. Código CPFL, y con siete tipos y asignación de valores de escala que son: vc: verde claro (1); va: verde amarillento (2); rv: rojo verdoso (3); rc: rojo claro (5); mr: marrón rojizo (7); ro: rojo oscuro (8) y g: granate (9).

Características de la inflorescencia

- Longitud de la inflorescencia. Código LI, con parámetros valorados en 1, 5 y 9 y, a ser posible en desarrollo máximo, es decir, cuando la inflorescencia está madura y empiezan a caer los primeros frutitos. Se consideran inflorescencias cortas las menores de 8 cm; de tamaño medio, entre 8 y 10 cm; y largas las de más de 10 cm.
- Anchura de la inflorescencia, Código AI, considerando las flores en oportuna maduración y antes del inicio de su senescencia.
- Forma de la inflorescencia. Código FI, con tres tipos y valoraciones: (1) c: cónica; (5) r: rectangular; (7) ci: cónica invertida.
- Número de flores presentes. Código NFL, con tres tipos y valoraciones. Se cuentan éstas y se les incluye en un rango concreto asignándoles los valores 1, 5 ó 9, según sean menos de 15, entre 15 y 30 o más de 30.
- Cuajado. Número de flores cuajadas por inflorescencia. Código NFC, con tres valoraciones, asignándoles 1, 5 ó 9.
- Número de flores abortadas. Código NFA. Se asignaran tres tipos y valoraciones 1, 5 y 9.
- Relación número de algarrobas viables por longitud de inflorescencia y número de algarrobas por número de flores por inflorescencia.
- Color del pedúnculo y eje de la inflorescencia. Código CI. Este carácter tiene alto valor taxonómico. Se diferenciarán siete tipos y se les asignaran los siguientes valores y símbolos; va: eje verde amarillento (1); vr: eje rojizo (2); mc: marrón claro (3); rc: rojo claro (5); mr: marrón rojizo (7); ro: rojo oscuro (8) y g: granate intenso (9).

Características del garrofín

- Rendimiento o contenido en goma. Código GRG. Se establecen tres grupos: 1, 5 y 9, según este contenido sea bajo, medio o alto.
- Calidad de la goma y se valora según su densidad. Código VG. Se establecen tres grupos. Goma primaria de menos de 2.000 centipoises (valor 1), goma de entre 2.000 y 3.000 centipoises (valor 5) y goma de más de 3.000 centipoises (valor 9).

- Peso del garrofín, que aunque se ha considerado tradicionalmente bastante estable tiene ciertas variaciones. Código PG. Se asigna valor 1 a pesos menores de 0'18mg, valor 5 a pesos entre 0'180 y 0'200 mg, y valor 9 a garrofines que pesen de media para la variedad más de 0'200 mg.
- Forma del garrofín. Código FG, y se consideran tres tipos básicos. Garrofín ovoidal (o,1); garrofín elipsoidal (el,5) y garrofín esferoidal (es,9).
- Aspecto de la superficie de la semilla. Código SG. Con tres valores establecidos que son mr: garrofín muy rugoso (1); r: garrofín rugoso (5) y l: garrofín liso (9).
- Color del garrofín. Código CG con asignación de tres valores, n: negro (1); co: castaño oscuro (5) y cc: castaño claro o rojizo (9).
- Longitud del garrofín. Código LG y considerando tres tipos, c: garrofín corto (1); m: garrofín de longitud media (5); l: garrofín largo (9).
- Anchura del garrofín. Código AG. Considerando como valores tipo en la determinación de este carácter e: baja, garrofín estrecho (1); m: garrofín de anchura media (5); a: garrofín ancho o grande (9).
- Espesor del garrofín. Código EG. Se establecen tres grupos de semillas según este carácter que son, d: garrofín muy fino o delgado (1); m: semilla de grosor medio (5); g: garrofín grueso (9).

Resistencia o tolerancia a plagas y enfermedades

El comportamiento ante distintas plagas y enfermedades ha sido aún poco estudiado en nuestras variedades de algarrobo. Debemos considerar como básicas las siguientes características agronómicas de los algarrobos frente a patologías.

- Resistencia frente a oidio, en hoja y en fruto. Códigos ROH y ROF y considerando como valoraciones, 1: muy bajo grado de resistencia; 3: baja resistencia; 5: resistencia media; 7: resistencia elevada; 9: resistencia muy elevada. Se determina esta valoración por el número y dimensión de las manchas y necrosis producidas por el oidio en hojas y en algarrobos.

No se ha establecido parametrización para las otras enfermedades y plagas detectadas en el algarrobo.

Otras características de los árboles y su comportamiento

Aunque sin codificar específicamente, se deben tener en cuenta en caracterización comportamientos del algarrobo como son:

- Rusticidad y adaptabilidad a los suelos diferentes.
- Rapidez en su entrada en producción.
- Baja tendencia a la alternancia en las producciones, es decir sin vejería.
- Época de maduración que facilite su recolección en ventanas de ocupación agraria en cada una de las zonas de cultivo.
- Resistencia al desprendimiento del fruto para evitar su caída precoz pero que permita su adecuado y fácil desprendimiento en el momento de la recolección.
- Análisis de la evolución de su fenología y búsqueda de la mejor época para la floración.

- Resistencia de la fase de crecimiento del fruto a la sequía.
 - Resistencia de las flores al frío,
- y otra serie de consideraciones agronómicas deseables.

En la actualidad ya hemos comenzado la codificación y parametrización de algunos de estos caracteres.

También se ha propuesto la consideración de otros caracteres en la tipificación de los cultivares de algarrobo como son:

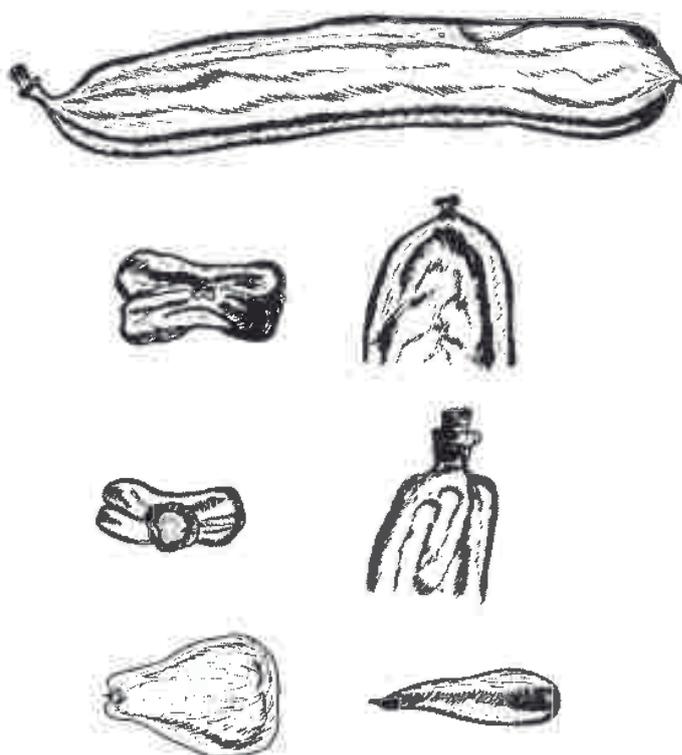
- La rapidez de crecimiento en vivero y en plantación definitiva.
- La capacidad de enraizamiento de la madera también debe ser considerada en la caracterización de los materiales vegetales del algarrobo.

Los valores utilizados para la parametrización van del 1 al 9, según la intensidad del carácter a que se hace referencia; en casos de longitudes o medidas de menor a mayor y en colores de más claro a más oscuro. De todas formas es adecuado utilizar no sólo la clave o código del carácter y su cuantificación parametrizada sino también las iniciales del carácter o cualidad a que se refiere.

Uno de los sistemas hoy propuestos a nivel internacional es el elaborado por el proyecto RESGEN 29-CT-95 y que se acompaña a continuación; en el que figuran primero datos de la localización y características "in situ" de los materiales a tipificar (es decir de las accesiones o muestras) y posteriormente se catalogan 19 caracteres de hojas, inflorescencias y frutos.

Figura 23

Esquemas de algunas de las mediciones pomométricas a realizar en la algarroba y el garrofín



15.1. DESCRIPTORES DE LA ESPECIE

A continuación se exponen los descriptores acordados por los investigadores del proyecto RESGEN 029-CT-95.

**Project on Minor Fruit Tree Species Conservation - RESGEN 29
DESCRIPTOR LIST FOR CAROB TREE (*Ceratonia siliqua* L.)
(For *in situ* conservation)**

<http://www.unifi.it/project/ueresgen29/netdbase/db1.htm>

PASSPORT - Accession data

- 1 **European minor fruit tree species database (EMFTSD) number:** unique numerical identifier for an accession;
- 2 **Species:** to be repeated for each accession (botanical name);
- 3 **Accession designation:** name of the accession (cultivar, breeder's designation, donor's designation);
- 4 **Accession synonym:** a synonym to the accession designation. For each species with synonyms, a common accession designation should be identified for each partner and then synonyms should be quoted here;
- 5 **Donor name:** name of institution or individual responsible for donating the germplasm;
- 6 **Acquisition date:** the date on which the accession entered the collection in the form;
- 7 **Collecting institute number:** the partner number from technical annex of project. The same number reported in the institution database file,
- 8 **Country of collection:** two letter abbreviation (see attached list) for country of origin of the accession;
- 9 **Province-State:** name of the administrative subdivision of the country in which the sample was collected;
- 10 **Location of collection site:** distance in kilometres from nearest town or village;
- 11 **Latitude of collection site:** degrees by N (North);
- 12 **Longitude of collection site:** degrees by E (East) and W (West)(e.g. 10W);
- 13 **Altitude of collection site:** elevation above sea level (m);
- 14 **Country keeping the accession;**
- 15 **Collection source**
 - 1 = wild
 - 2 = abandoned (marginal) farm land
 - 3 = farm land
 - 4 = nursery
 - 5 = institute
 - 6 = other (specify in Collector's notes - point 19)

16 Status of sample

- 1 = wild
- 2 = breeder's line
- 3 = primitive cultivar (landrace)
- 4 = advanced cultivar (bred)
- 5 = other or uncertain

17 Virus disease status

- 1 = virus disease free
- 2 = virus disease present
- 3 = no tested

CHARACTERISATION**18 Fruit use**

- 1 = no use
- 2 = dessert
- 3 = seed production
- 4 = other

19 Plant use

- 1 = no use
- 2 = fruit production
- 3 = only pollinator
- 4 = mother plant for seeds (rootstock)
- 5 = ornamental
- 6 = other

20 Identification of material

- 1 = verified
- 2 = probable
- 3 = uncertain

21 Sex

- 1 = male
- 2 = female
- 3 = hermaphrodite

22 Number of leaflets**23 Leaflet size (cm²)**

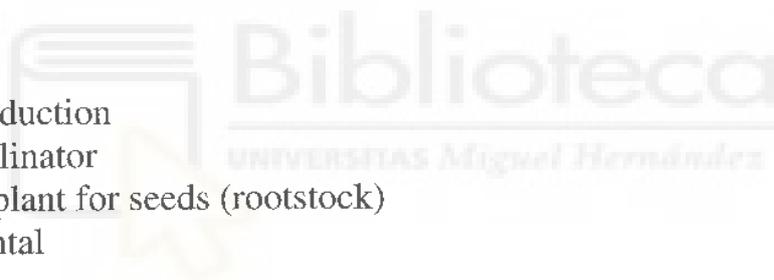
- 1 = small
- 2 = medium
- 3 = big

24 Leaf colour

- 1 = light green
- 2 = green
- 3 = dark green

25 Inflorescence length (cm)

- 1 = short (< 8)



- 2 = medium (8-10)
 3 = long (>10)
- 26 Fruit shape**
 1 = straight
 2 = curved
 3 = twisting
- 27 Fruit length**
 1 = short (< 14)
 2 = medium (14-18)
 3 = long (>18)
- 28 Fruit width**
 1 = small
 2 = medium
 3 = big
- 29 Fruit thickness**
 1 = thin
 2 = medium
 3 = thick
- 30 Fruit colour**
 1 = black
 2 = brown
 3 = reddish
- 31 Inflorescence colour (only male trees)**
 1 = green
 2 = yellow
 3 = red
- 32 Seed yield (%)**
 1 = low (<9.5)
 2 = medium (9.5-13)
 3 = high (>13)
- 33 Sugar content (%)**
 1 = low (<40)
 2 = medium (40-50)
 3 = high (>50)
- 34 Gum content (% dry weight of endosperm)**
 1 = low (<48)
 2 = medium (48-52)
 3 = high (>52)
- 35 Harvesting easiness**
 1 = low
 2 = medium
 3 = high



36 Regularity of production

1 = low

2 = medium

3 = high

37 Collector's notes

Además de estas propuestas de protocolo pomológico para la tipificación de los materiales de algarrobo existen otras que además de considerar los parámetros pomológicos clásicos, han propuesto establecer características varietales sobre la respuesta al riego de las distintas variedades, estudios concretos sobre la compatibilidad de los injertos, facilidad de poda, mantenimiento de la algarroba en el árbol pero al mismo tiempo de adecuado desprendimiento en vareo, y por supuesto se propone una caracterización varietal basada en aptitudes tecnológicas, partido, respuesta al tostado, contenido en azúcares, en garrofín, etc. y en las características químicas de la algarroba y su garrofín (contenido en azúcares, en goma, proteínas y su composición en aminoácidos, contenidos en elementos químicos de interés tecnológico o dietético, etc.) y, por supuesto, considerando su diferencial sensibilidad a plagas y enfermedades.

Recientemente se han propuesto caracterizaciones pomológicas apoyadas en perfiles isoenzimáticos y en análisis de secuencias de ADN también en el algarrobo.

Respecto a la algarroba no existen normas de calidad aceptadas por la comunidad internacional, pero el mercado (controlado por el sector de aplicaciones y usos) establece tres calidades de goma de garrofín que son:

- especial,
- estándar,
- industrial

y que se diferencian por la viscosidad de su solución acuosa al 1% siendo la de más calidad la que posee más viscosidad. El sector alimentario de más valor añadido exige viscosidades entre 2.800 y 4.200 centipoises.

El CAE y el CAUE aceptan el uso de goma de garrofín en adicción a alimentos hasta cantidades de 0'5% y la consideran como un producto de alta calidad y natural para su uso alimentario en el hombre.

CAPÍTULO II

EL GRANADO

1. INTRODUCCIÓN

El granado (*Punica granatum* L.) es un frutal muy interesante para muchas zonas del mundo, especialmente en regiones áridas y semiáridas, ya que aunque menos importante que otros frutales, es capaz de adaptarse a distintas zonas en las que muchos, actualmente más importantes, serían incapaces de dar una producción rentable; en España se ha utilizado tradicionalmente en zonas con tierras salinas, regadas en muchos casos con aguas de un alto contenido salino, obteniéndose en ellas una rentabilidad que muy pocos frutales podrían igualar. Es sin duda un cultivo capaz de dar buenos rendimientos en condiciones especialmente salinas, clasificándose en el grupo 4 por su resistencia a la salinidad: muy resistentes, de la tabla elaborada al respecto por el profesor Sánchez-Capuchino (1986). Su resistencia a la salinidad solamente es igualada o superada, de entre los cultivos implantados en el Levante español, por la higuera (*Ficus carica* L.), que se encuentra en el mismo grupo, la chumbera (*Opuntia ficus indica* L.) y el azufaifo (*Zyzyfus vulgaris* L.), que se encuentran en el grupo 5: extraordinaria resistencia, y por la plamera datilera (*Phoenix dactylifera* L.), que se encuentra en el grupo 6: máxima resistencia; asimismo, y también según los estudios del citado profesor, su resistencia a la clorosis férrica es extraordinaria, teniendo una puntuación de 5 en la tabla correspondiente (máxima puntuación), siendo igualada ésta por la higuera y en algunos casos por el olivo (*Olea europea* L.).

Además de tolerar los suelos y las aguas salinas, es capaz de soportar los suelos con mal drenaje, presentando además una extraordinaria resistencia a la sequía. Por estas razones, merece el calificativo de "frutal de zonas áridas y de agua salada", sin que de aquí se desprenda que éste no prefiera suelos y aguas de mejor calidad agronómica, como queda demostrado por su expansión en las provincias de Alicante y Murcia, en las que se ha realizado la puesta en cultivo de nuevas fincas, de superficie considerable, con buen suelo en los campos de Cartagena, Alhama, Totana, etc..., y regado también con aguas de calidad muy superior a las utilizadas en la zona tradicional de cultivo, como lo son las del trasvase Tajo-Segura, y por supuesto obteniendo una excelente vegetación y producción (Melgarejo y Martínez, 1992).

En España, se cultiva fundamentalmente en regadío, ya que en la zona productora (Sureste), la pluviometría es escasa y mal distribuida en el tiempo, lo que obliga a X realzar el riego de las plantaciones; en éstas, generalmente infradotadas hídricamente,

se utiliza agua de calidad aceptable cuando los recursos almacenados lo permiten, y aguas de muy inferior calidad, generalmente de pozo, en épocas o periodos de escasez; el número de explotaciones que utilizan el riego por goteo como sistema capaz de optimizar los recursos hídricos, es creciente, frente al sistema tradicional de inundación.

En el contexto nacional español, las principales provincias donde se realiza el cultivo del granado son, por orden de importancia, Alicante y Murcia; en la provincia de Alicante destacan los municipios de Elche, Albuera y Crevillente por orden de importancia, obteniéndose en estas zonas frutos de gran calidad. En esta área nos encontramos ante un cultivo de gran importancia económica y social, que se concentra en muy pocos municipios, donde han sabido cultivar y comercializar eficazmente este frutal, tal como lo demuestra el hecho de que la granada española, cultivada casi exclusivamente en esta pequeña zona, sea líder en los mercados internacionales. Por otro lado, si analizamos la relación *t exportadas/t producidas*, dentro del grupo de cultivos leñosos, nos sorprenderemos al encontrar que ésta es muy alta, superior al 50%; es decir, es un cultivo cuyos frutos se destinan mayoritariamente a la exportación, aumentando, años tras año, la cantidad de producto exportado y el número de países a los que se destina, distribuyéndose hasta Japón por el Este y hasta Canadá por el Oeste, a pesar de no recibir el suficiente impulso estatal, como lo demuestran las escasísimas publicaciones al respecto y el bajo número de investigadores que de manera permanente estudian la especie y sus problemas. Año tras año va ganando nuevos adeptos entre consumidores y cultivadores, ya que su rentabilidad es superior a la de otros cultivos, incluyendo a cítricos tan importantes en Murcia y Alicante como el limonero al que, en la actualidad, en estas condiciones adversas, supera en rentabilidad, necesitando el granado menos costos para su cultivo, siendo capaz de aprovechar suelos y aguas no tolerados por otros cultivos y de vegetar en condiciones de extrema sequía durante varios años sin que por ello se produzca la pérdida de la plantación, lo que constituye una ventaja frente a otros frutales en los que los periodos de sequía prolongados pueden provocar su desaparición, especialmente en zonas áridas donde las dotaciones de agua no están aseguradas y los problemas de salinidad son crecientes.

Hasta ahora no existen industrias de transformación, con excepción de las dedicadas a su manipulación en fresco, por lo que pensamos que iniciativas como: congelar el producto (sus semillas) en túneles IQF, comercializar las semillas refrigeradas en envases de un solo uso, la fabricación de confituras, jaleas, mermeladas y zumos (cuyo desarrollo comentaremos más adelante), podrían tener éxito por ofrecer una oferta más dilatada y cómoda para el consumidor. Estas nuevas formas de consumo conllevarían además la posibilidad de concentrar la corteza de granado en la industria (pudiéndose obtener de ella piensos, taninos, alcaloides, etc.), permitiendo así el aprovechamiento integral de este fruto.

Por otro lado, el granado es un frutal que vegeta en los climas más diversos, pero donde realmente produce bien es en los cálidos de tipo mediterráneo y en los

subtropicales, no madurando bien en los templados, dando peor calidad también en los subtropicales húmedos, y obteniéndose los mejores frutos en aquellas regiones donde las altas temperaturas estivales coinciden con la maduración del fruto, como ocurre en el Sureste español y en otras zonas áridas y semiáridas. De lo anteriormente expuesto se deducen las grandes posibilidades que este cultivo tiene en muchas regiones del Mundo, de conseguir que su demanda aumente. Como el resto de frutales de hoja caduca es capaz de soportar las bajas temperatura invernales durante su periodo de reposo, aguantando temperaturas de hasta -15°C , y algunas variedades no se hielan con temperaturas de -18°C y -20°C .

Asimismo, también tiene interés como árbol utilizado en jardinería y paisajismo (especialmente los ejemplares viejos de tronco y ramas retorcidos), e incluso como ornamental para interiores y exteriores, mediante la utilización de formas enanas.

Desde el punto de vista económico-social, el cultivo es importante en algunos municipios de Alicante, como Elche, Albatera y Crevillente, realizándose el mismo fundamentalmente en explotaciones familiares. La atomización del cultivo en gran número de parcelas cultivadas por pequeños agricultores y la relativamente pequeña dimensión del sector se relaciona directamente con el gran número de empresas exportadoras, las cuales demandan gran cantidad de mano de obra, siendo baja su capacidad innovadora debido a la pequeña cantidad de producto comercializado por cada empresa, llegando a 340 t/empresa en la campaña de 1996-97 (Paños, 1998). Los principales países importadores del producto español en la campaña de 1997-98, por orden de importancia, fueron, Francia, Reino Unido e Italia. La producción se centra fundamentalmente en las provincias de Alicante, donde se cultivan 2.400 ha (con una producción de 22.000 t), y de Murcia con 257 ha (con una producción de 1.446 t), siendo la superficie nacional dedicada a este cultivo de 2.868 ha (con una producción de 25.039 t) (MAPA, 1996); la superficie dedicada a este cultivo en 1985 era de 1.550 ha, lo que supuso un incremento del 85 % en 11 años.

En el año 2000 se estima que la superficie nacional de granados alcanzó las 3.300 ha y que la producción llegó a las 30.000 t, previéndose que para el año 2003-2005 se alcance la producción de 50.000 t. Del análisis de estas cifras se deduce el interés creciente de los agricultores por el granado, y al tiempo nos alerta de la necesidad de incentivar tanto el consumo nacional como el externo, de modo que en el futuro inmediato se asegure o incremente la renta de los agricultores que podrían ver peligrar sus ingresos.

España es el principal país productor de granadas de la UE, existiendo otros grandes productores en el área mediterránea como Turquía (euroasiático) que produce unas 60.000 t y Túnez (norte de África), que produce unas 50.000 t. La diferencia entre estos países y España es que mientras en este último se realiza un cultivo intensivo especializado y la red comercial está muy desarrollada, en los otros el cultivo es más extensivo, menos especializado, y su red comercial está menos desarrollada, exportándose aproximadamente sólo un 5% de la producción.

2. REFERENCIAS HISTÓRICAS

No se ha escrito mucho de este frutal dentro de la literatura técnica, aunque sí aparece con frecuencia en la literatura bíblica y en otros textos. La literatura existente en España y en el resto de los países es escasísima, lo que pone de manifiesto el desconocimiento técnico de la especie, si bien es conocida desde muy antiguo, pudiéndose encuadrar dentro del grupo de frutales bíblicos, como la vid, el olivo, etc.

Los pueblos árabes ensalzaron las virtudes medicinales de sus frutos, y los romanos la denominaron *Malum punicum* (manzana cartaginesa).

El granado puede ser considerado como un frutal bíblico, ya que a él se hace referencia en varias ocasiones en el Libro Sagrado; así en el "Cantar de los Cantares", 4-3 y 4-13, puede leerse:

- 4-3: *Tus labios, una cinta de escarlata,
tu hablar, encantador, tus mejillas,
como cortes de granada a través de tu velo.*
- 4-13: *Tu cutis, es un paraíso de granados,
con frutos exquisitos.*

Fue cultivado en la antigüedad por fenicios y griegos, que hacían mención al fruto y al árbol en sus escritos. También fue apreciado por los egipcios, como lo demuestran los frescos de las habitaciones sepulcrales de Ramsés IV.

Los fenicios lo introdujeron en Cartago, dando lugar estas plantaciones a equívocos sobre su origen, motivados por la denominación de Linneo (*Punica granatum*). Plinio asignaba a los frutos de Cartago la mejor calidad.

En la antigua Roma es considerado en ceremonias y cultos como símbolo de orden, riqueza y fecundidad.

En la historia de la ciudad de Granada podemos ver que en el paso de los libio-fenicios se rindió culto al dios Rimmon en sierra Elvira, nombre que significa *granado* entre los rabinos. La granada figura en numerosos grabados y escudos entre los que destaca el de la ciudad de Granada (España); en éste puede verse una porción de ramos con ~~las~~ hojas y una granada abierta, dejando ver sus numerosas semillas. El fruto ha sido igualmente objeto de estudio de muchos pintores que lo han plasmado en numerosísimas ocasiones, sólo o con otros frutos; al respecto destaca el cuadro que se conserva en la *Galeria degli Uffici* (Museo de los Oficios) de Florencia donde puede verse la obra titulada *la donna de la granada*, en el que se pinta a una virgen con el niño en un brazo y una granada en la mano del otro brazo.

Respecto a su cultivo y propiedades destacan las referencias del agrónomo gaditano Columela (Lucio Junio Moderato Columela), quien escribió en su libro V sobre "El granado y sus remedios" y las de Alonso de Herrera en su obra "Agricultura General", quien dedica un capítulo a su cultivo y propiedades. Aunque de Columela no se sabe con certeza su fecha de nacimiento (Holgado, 1988), se sabe que fue amigo de Séneca (nacido en el año 4 a.d.C.) y de su hermano (Junio Galión), que era un poco mayor que el primero; de estas y otras referencias se deduce que nació hacia el cambio de era, muriendo entorno a los años 65-70 d.d.C.(4 a.d.C./4 d.d.C.-65/70 d.d.C.);

Columela, que parece acabó su obra ya viejo, puso de manifiesto la problemática, todavía actual, sobre el rajado, la acidez y la dureza de las semillas de las granadas. Alonso de Herrera (1513 y reedición de 1539), plantea igualmente la problemática expuesta por Columela, poniendo de manifiesto su facilidad de adaptación a todo tipo de suelos y climas e indicando las ventajas e inconvenientes en cada uno de ellos, clasifica las granadas en dulces, agrias y agridulces, citando además las épocas de plantación, los sistemas de propagación, algunos aspectos sobre el cultivo y finalmente escribe sobre las propiedades medicinales de sus flores, a las que los médicos de la época dan el nombre de *Balustias* (conocidas en farmacia como *flores granati*), así como del zumo, corteza y frutos.

En la Edad Media la granada es considerada frecuentemente como fruto cortés y sanguíneo, apareciendo también en las fábulas alegóricas de numerosos países.

Más tarde, también el poeta Federico García Lorca se fijó en este fruto, escribiendo:

*La granada es corazón
que late sobre el sembrado.
Un corazón desdeñoso
donde no pican los pájaros.
Un corazón que por fuera
es duro como el humano,
pero da al que lo traspasa
olor y sangre de mayo.*



Tradicionalmente el Reino Unido ha sido el principal comprador de las granadas españolas, destinándose fundamentalmente al consumo en fresco, especialmente en las cuencas mineras de Inglaterra, debido a sus propiedades beneficiosas frente a la contaminación por metales pesados.

Actualmente tiene gran valor decorativo en toda Europa, colocándose frecuentemente sobre fruteros para adorno, existiendo gran cantidad de recetas populares, algunas de las cuales le asignan poder afrodisíaco, siendo todavía muy apreciado por los pueblos árabes y el judío.

También existen informaciones no escritas, acerca de sus nuevas aplicaciones, en clínicas especializadas, dentro del campo de la medicina moderna.

3. ORIGEN Y SISTEMÁTICA

Es sin duda Nikolai Ivanovich Vavilov el biólogo que más ha contribuido al conocimiento del origen de las especies y a su expansión. Este científico llegó a la conclusión de que la gran mayoría de diversidad varietal de nuestras plantas cultivadas se encontraba en ocho grandes centros de dispersión. En muchos casos, estos **centros de diversidad genética** no coinciden con el **centro de origen**, encontrándose lejos del área donde se encuentran los antecesores silvestres de la especie cultivada. Asimismo distinguió entre **centros primarios**, (aquellos donde posteriormente se diversificó la especie vegetal), reconociendo al mismo tiempo la existencia de formas

vegetales de gran valor lejos de los **centros primarios de origen** (Allard, 1967), citándose como ejemplo el caso de la naranja Washington Navel, descubierta en Brasil, mientras que el centro básico de dispersión del género *Citrus* se encuentra en el Sudeste de Asia.

Según el científico ruso, el granado pertenece al Centro IV: Centro de Oriente Próximo, que incluye el interior de Asia Menor, la Transcaucasia, el Irán y las tierras altas de Turkmenistán, centro al que también pertenecen otros frutales como la higuera, manzano, peral, membrillero, cerezo, almendro, avellano, castaño, etc., entre otras especies vegetales (Sánchez-Monge, 1974). La situación de los centros de origen puede verse en la Figura 24.

La sistemática del granado es la siguiente:

División: Fanerógamas.

Subdivisión.: *Angiospermas*

Clase: dicotiledóneas.

Subclase: Arquiclamídeas.

Orden: Myrtales.

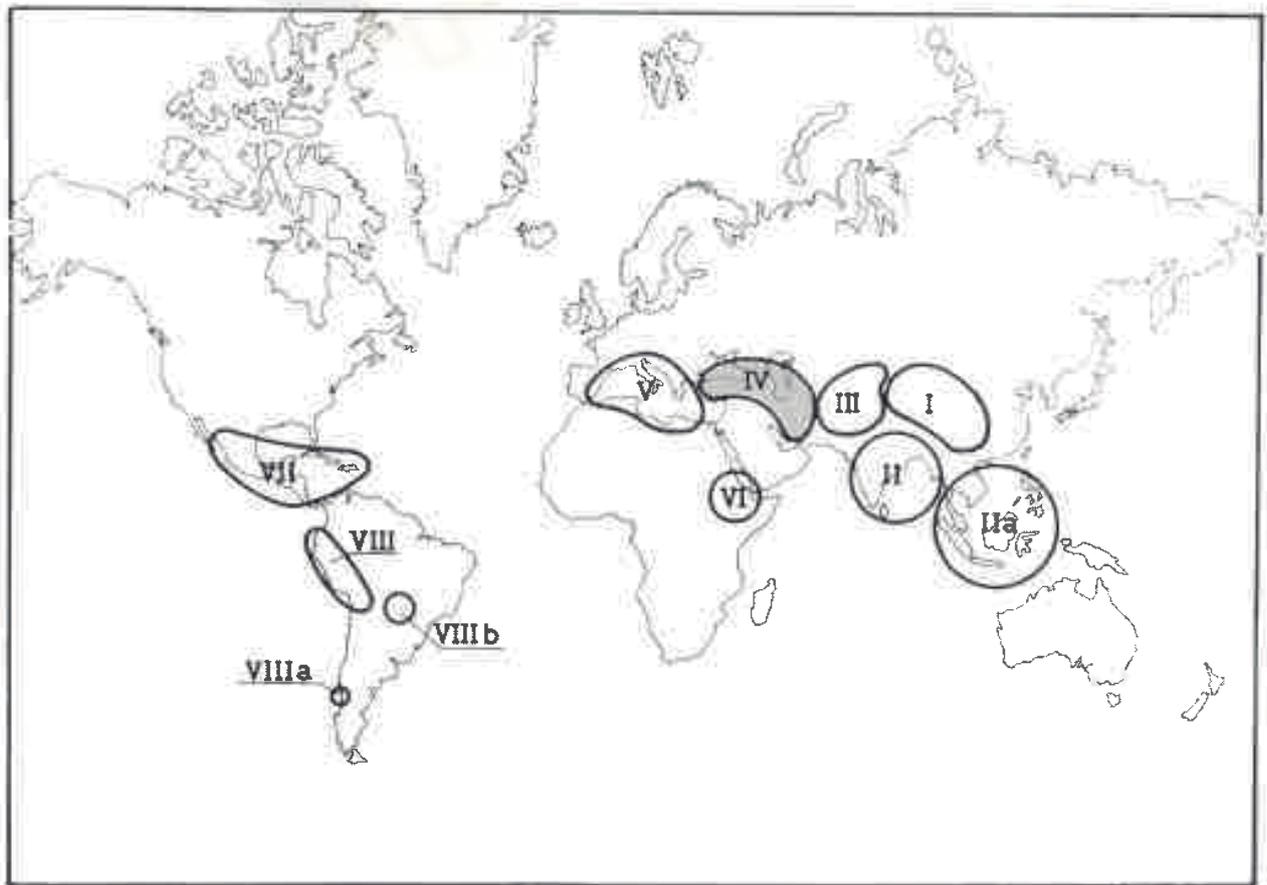
Familia: Punicaceae.

Género: *Punica*.

Especie: *Granatum*.

Figura 24

Centros de origen y diversidad de las plantas cultivadas, según Vavilov (Sánchez-Monge, 1974)



La familia Punicáceas solo posee que el género *Punica* L. (Font Quer, 1959). De este género las dos especies más conocidas son:

Punica granatum L.: granado cultivado por sus frutos.

Punica nana L.: granado enano, de uso ornamental y frutos no comestibles. En ocasiones esta especie es considerada una variedad de *P. granatum*, denominándose como *P. granatum* var. *nana* L.

Otros autores (Zukvskij, 1950; Moriguchi *et al.*, 1987; Guarino *et al.*, 1990) indican que el género *Punica* incluye dos especies: *P. protopunica* (endémico en la isla de Socotra (Yemen) y *P. granatum* (Mars, 1998), presumiéndose que la primera está implicada en el origen del granado cultivado (*P. granatum* L.).

Punica granatum L. es una especie diploide cuyo número somático es $2n = 16$ y su número haploide de cromosomas es $n=8$ (Westwood, 1982) ó $2n = 16$ ó 18 (Mars, 1998).

En el antiguo Egipto el granado recibía el nombre de *Arhumani* y los antiguos semitas le llamaron *Rimmon*, que deriva de los nombres hebreo *Ramon* y del Árabe *Rumman*.

El granado y su fruto reciben los siguientes nombres, en distintos idiomas:

Idioma	Árbol	Fruto
Español	Granado	Granada Mangrana Mengrana
Inglés	Pomegranate tree	Pomegranate
Francés	Grenadier	Grenade
Italiano	Melograno	Melagrana Melograna

4. MORFOLOGÍA, FENOLOGÍA Y FISIOLOGÍA

El granado, como todo árbol frutal, es el elemento primario de la plantación, por lo tanto es *conditio sine qua non* llegar a conocerlo, adquiriendo los conocimientos morfológicos y fisiológicos necesarios, para realizar su cultivo.

4.1. MORFOLOGÍA

El granado, como todo frutal, es una unidad morfológica y funcional, por lo que su aspecto es la respuesta a las condiciones fisiológicas internas y al medio ambiente, siendo indispensable conocer su organografía para estudiar después sus hábitos de crecimiento y fructificación.

4.1.1. Raíz

El sistema radicular del granado es reflejo de la manera habitual de propagación; así pues, como actualmente se multiplica mayoritariamente por estacas, su raíz es muy superficial, horizontal, careciendo de raíz pivotante. Las raíces se caracterizan por ser nudosas, consistentes y de corteza rojiza, conteniendo cinco alcaloides conocidos, de los que el más importante es el llamado Peletierina o Punicina.

La raíz del granado alcanza un gran desarrollo y tiene un gran poder de absorción en medios salinos, lo que le hace muy interesante para este tipo de suelos. Existen árboles aislados que vegetan en zonas que no han sido regadas hace más de treinta años y con pluviometría inferior a 200 mm.

Cuándo la capa freática está alta su desarrollo se ve muy limitado, presentando los síntomas típicos de las plantas sometidas a estas condiciones, por lo que el sistema radicular, ante la falta de oxígeno, crece curvándose hacia arriba, adoptando una forma muy característica.

4.1.2. Tronco

Por su tendencia basítona tiende, en su período juvenil, a poseer varios tallos que luego se convertirán o no, por su forma de cultivo, en tronco o troncos. Como en todo árbol frutal, la misión de éste es la de sostén y transporte, destacando entre sus características principales el ser redondo, erguido y ramificado. Sus ramas son alternas, abiertas y a veces espinosas en el ápice. La corteza al envejecer se agrieta, tomando un color grisáceo.

La característica más importante, por su trascendencia en la multiplicación, es su tendencia a emitir chupones en el tronco, ramas principales y secundarias, que crecen rectos, verticales, con longitudes que pueden superar los tres metros, y que, de no eliminarse durante su periodo juvenil, dan como consecuencia árboles o arbustos de porte erecto y poco productivos. Estos chupones son utilizados generalmente para la propagación de la especie mediante estaquillas leñosas, pudiendo ser recolectados durante la poda, hacia el mes de diciembre/enero, o bien después de la poda, inmediatamente antes de realizar el estaquillado.

Algunas medidas, como la de realizar una poda racional, pueden utilizarse para reducir el número y vigor de estos chupones que en definitiva, salvo que se desee obtenerlos específicamente, provocarán problemas de productividad y de desarrollo de las ramas productivas del árbol.

4.1.3. Ramos

En el granado podemos encontrar ramos vegetativos, chupones, que suelen superar los 2 m y que no producen flores, y ramos mixtos.

Los ramos mixtos pueden dividirse a su vez en (Martínez, 1999):

- Ramos mixtos cortos. Tienen una longitud entre 5 y 100 mm, y en su extremo llevan un botón floral: dan lugar a un racimo de flores (es en realidad un ramo mixto, pues posee hojas pequeñas que puede perder), y en ellos no se aprecian a simple vista yemas axilares.
- Ramos mixtos largos. Pueden superar los 100 cm de longitud; contienen racimos de flor y frecuentemente llevarán ramos anticipados.
- Rosetas de hojas. No suelen sobrepasar los 5 mm de longitud; se trata de un ramo con entrenudos muy cortos que habitualmente presentan tres pares de hojas. Sobre estas formaciones cortas también se puede producir la floración.

4.1.4. Yemas

Las yemas de invierno del granado son de tipo determinado, siendo éstas vegetativas o mixtas. Las vegetativas dan crecimientos de tallo con hojas, sin flores, y las mixtas

Fotografía 28
Detalle de yemas laterales



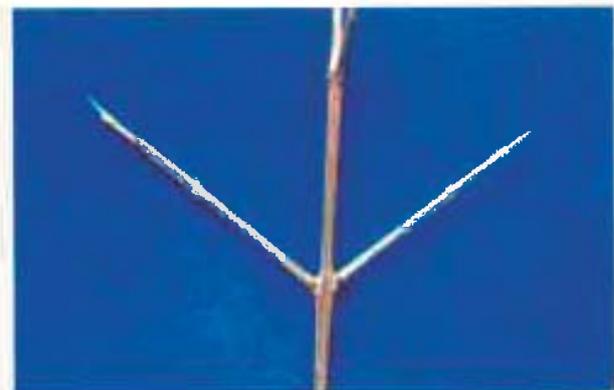
Fotografía 29
Ramos con dos yemas/nudo que han originado ramos anticipados



Fotografía 30
Ramo con tres yemas/nudo que han originado ramos anticipados



Fotografía 31
Detalle de ramos anticipados en invierno que acaban en espina.



dan ramos con flores. Sobre estos ramos mixtos las flores pueden encontrarse de la siguiente manera:

- 1°. Coronando al ramo, solitarias o en racimos que generalmente contienen entre 2 y 7 flores, frecuentemente en número de 3, estando la flor terminal del racimo determinado más desarrollada y originando a su vez un fruto de mayor tamaño, pudiendo en ocasiones caer esta flor antes que las que le acompañan, que suelen ser más débiles, aunque se abren más tarde cuando las condiciones térmicas son más favorables para la polinización y fecundación.
- 2°. Coronando al ramo como en el caso anterior y además apareciendo flores o racimos de flores en las yemas axilares.
- 3°. Como en los dos casos anteriores, pero además con flores también sobre ramos anticipados, pudiéndose dar sobre éstos las mismas combinaciones ya expuestas.
- 4°. Con flores solamente sobre los ramos anticipados; suelen ser más tardías, más pequeñas y de peor calidad que las que se dan sobre ramos del año.

Los ramos del año son más o menos largos según estén insertos en madera de uno o más años, siendo normalmente los más largos los que se insertan en madera del año anterior.

Las yemas son laterales encontrándose en las axilas de las hojas, ya que la verdadera yema terminal, unas veces se transforma en pincha o espina y otras veces se transforma en flor, por lo que, al no tener verdaderas yemas terminales vegetativas y tener ^{que} continuar su crecimiento, obligadamente, a partir de yemas laterales, se encuadra dentro de las especies simpodiales.

4.1.5. Hojas

Las hojas, como anteriormente se ha indicado, van insertas en ramos vegetativos y mixtos; éstas tienen un tamaño comprendido entre 2 y 9 cm de longitud y de 1 a 3 cm de ancho, aproximadamente, siendo enteras, lisas, opuestas, sin estípulas, verticiladas unas veces y esparcidas otras, glabras, oblongas, caducas y de peciolo cortos. Su filotaxia es la de disposición cruzada o decusada.

En ocasiones, y en unas variedades con mayor frecuencia que en otras, además de la disposición descrita (dos hojas por nudo, opuestas), podemos encontrar, en el mismo árbol, ramos con tres hojas por nudo dispuestas a 120° e incluso, ramos con 4 hojas por nudo.

Cuando las hojas son jóvenes presentan un color rojizo, pero cuando son adultas adquieren un color verde brillante y con el peciolo de la misma tonalidad rojiza. Por el haz las hojas presentan un color verde más oscuro que por el envés.

Fotografía 32
Detalle del hinchamiento de yemas
y del inicio de la brotación



Fotografía 33
Detalle de la brotación y de ramo
acabado en espina



Fotografía 34
Brotación de yemas laterales



Fotografía 35
Despliegue de las hojas en la
brotación



Fotografía 36
Aspecto de la brotación rojiza típica del granado



Fotografía 37
Brotación de un ramo anticipado



Fotografía 38
Brotación de verano



Fotografía 39
Detalle de la heterogeneidad en la longitud de las hojas de un árbol



4.1.6. Flores

Las flores van insertas según se ha expuesto en párrafos anteriores en madera del año sobre ramos mixtos o en brotes de movidas sucesivas, cortos o largos, separadas en el tiempo, originando distintas épocas de maduración de frutos; también pueden aparecer, muy excepcionalmente, sobre formaciones muy cortas insertas en madera de dos o más años (Melgarejo, 1993; Melgarejo *et al.* 1998). Esta forma de florecer pone de manifiesto que los frutos se encontrarán sobre madera del año generalmente, a diferencia de lo manifestado Fouad *et al.* (1981), quienes aseguran que el cuajado de los frutos es mayor sobre madera vieja que sobre los ramos del año, para variedades y clima distintos a los nuestros.

La floración en olas, típica de este frutal, no sólo origina distintas épocas de maduración sino que además proporcionará frutos de calidad inferior a medida que ésta

Fotografía 40
Emergencia de la floración a finales de invierno



Fotografía 41
Apertura de la flor



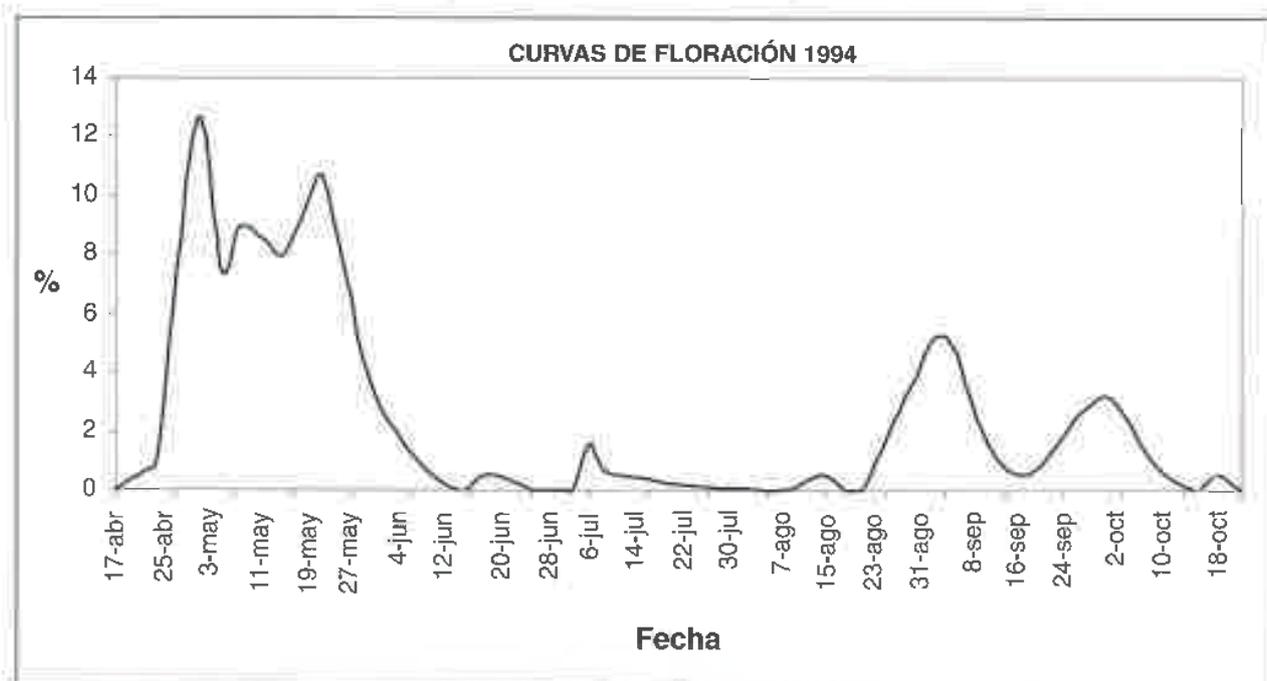
sea más tardía. Por esta razón es necesario el aclareo, para eliminar los frutos de calidad inferior en beneficio de los primeros. En la provincia de Alicante suele comenzar desde mediados de marzo a primeros de abril, pudiéndose prolongar hasta finales de junio o primeros de julio, y más raramente hasta finales del verano, sin que ésta quede interrumpida. Se suelen apreciar claramente dos periodos de floración, el primero que comienza a mediados de marzo o primeros de abril, dependiendo del clima, y el segundo, de menor intensidad, que comienza hacia mediados de junio, pudiéndose producir después de esta segunda ola de floración, una tercera de menor importancia que la segunda (en algunos clones) y también, normalmente, se producen flores aisladas hasta el mes de octubre o primeros de noviembre, sin que se pueda decir que éstas originen un nuevo periodo de floración. Sólo de la primera floración o floración principal se obtienen frutos comerciales en el Sureste español.

La floración principal se realiza entre los 20 y 30 días desde su inicio, por lo que la recolección de los frutos de la cosecha principal, al producirse una maduración escalonada, se efectúa en 2 ó 4 veces. *(entre 2 y 4 cortes)*.

Existe una diferencia marcada entre años respecto al porcentaje de flores que se producen en los distintos periodos de floración. Así, en los gráficos siguientes puede apreciarse que mientras en 1994 se produjeron en todas las variedades estudiadas dos ó tres periodos de plena floración (Gráfico 9), en 1995 sólo se produjo un periodo de plena floración (Gráfico 10).

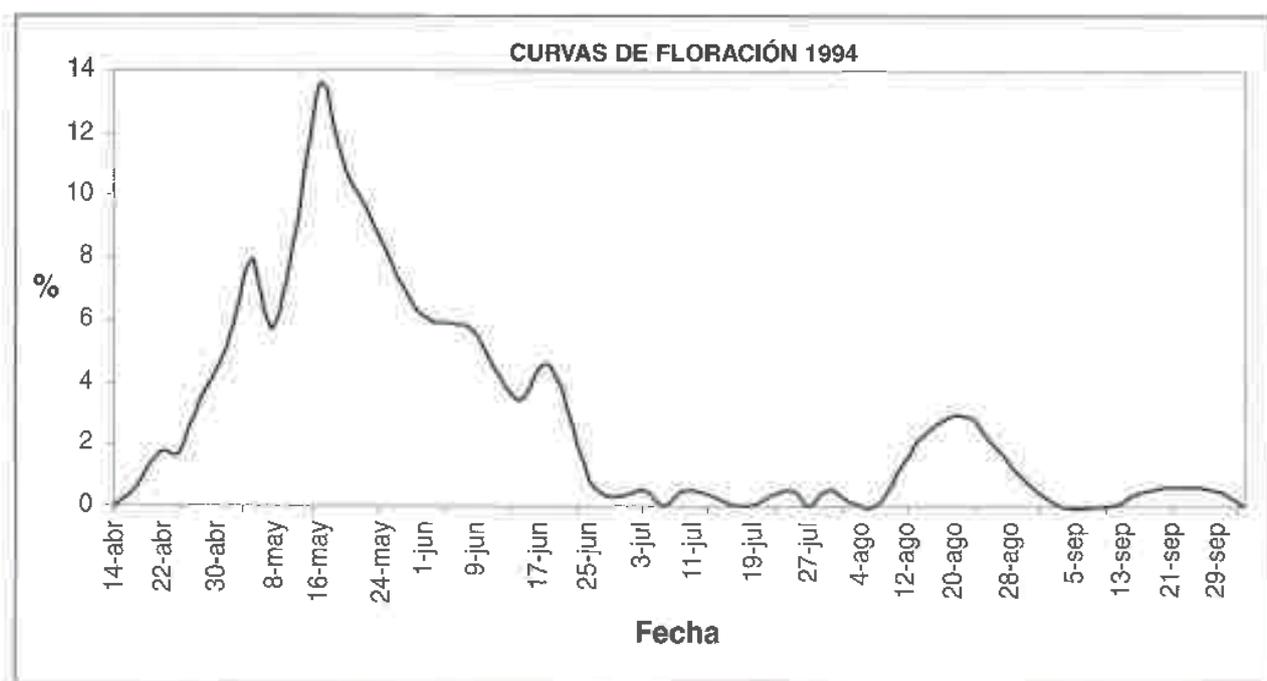
Las flores pueden ser hermafroditas (completas) y "masculinas" (estaminadas o incompletas), muy vistosas, con tálamo apezonado, cóncavo y carnoso, casi sentadas, solitarias o en grupos de dos a siete, con cáliz campanuláceo y carnoso que persiste en el fruto maduro (Melgarejo y Martínez, 1989, 1992; Melgarejo, 1993). Las flores denominadas masculinas o incompletas son en realidad flores hermafroditas en las que el pistilo no es funcional, aunque si lo es el polen producido.

Gráfico 7
Curva de floración de la variedad PTO4



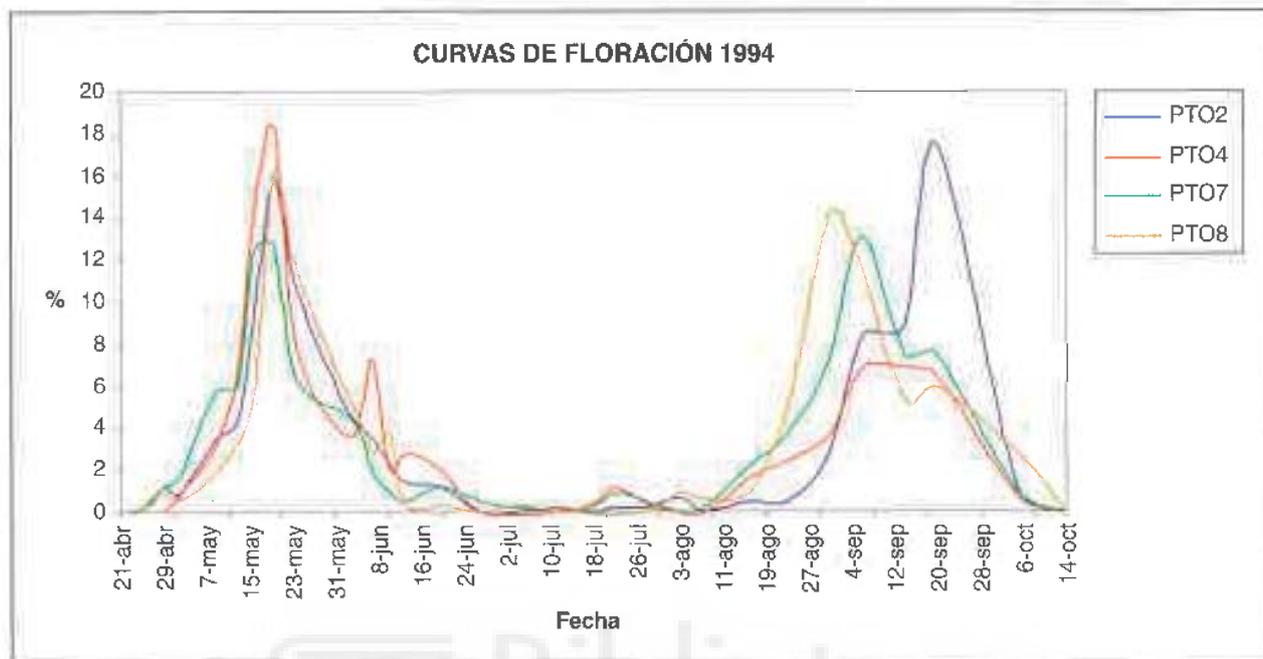
Fuente: Fernández, 1996.

Gráfico 8
Curva de floración de la variedad ME15



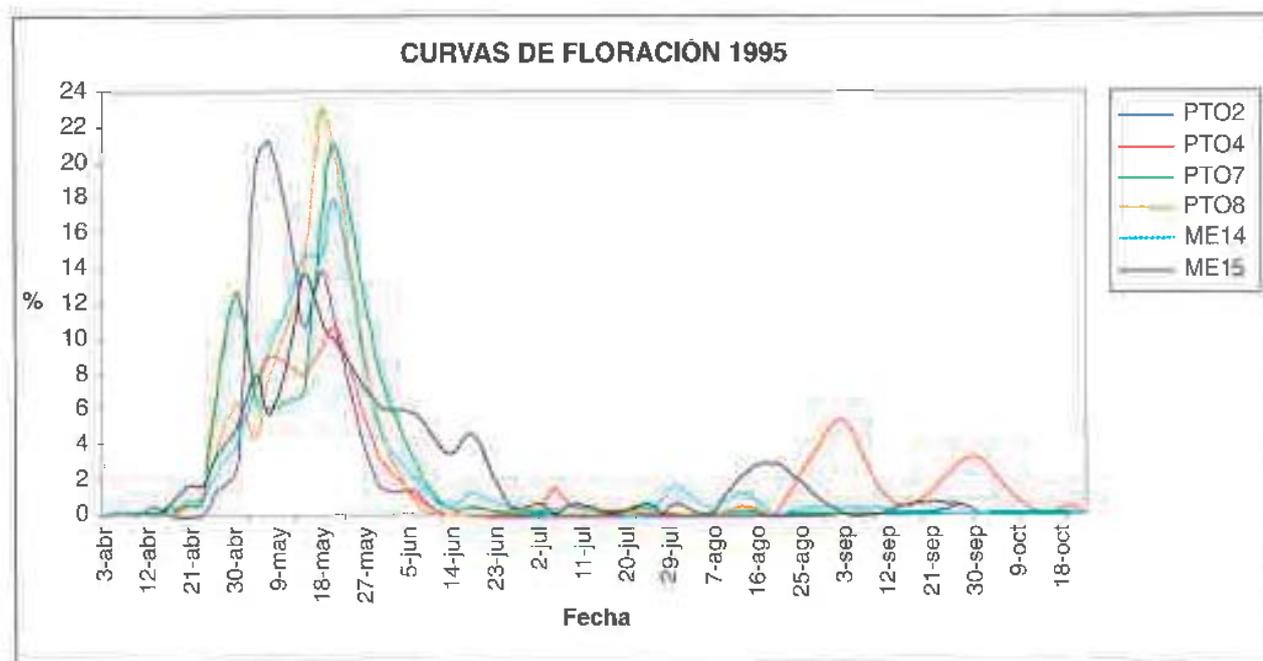
Fuente: Fernández, 1996.

Gráfico 9
Curvas de floración de los clones PTO2, PTO4, PTO7 y PTO8



Fuente: Fernández, 1996.

Gráfico 10
Curvas de floración de los clones PTO2, PTO4, PTO7, PTO8, ME14 y ME15



Fuente: Fernández, 1996.

Fotografía 42

Flor abierta en la que se ve parte del pistilo



Fotografía 43

Flor abierta visitada por una abeja



Kolesnikov (1964) dividió las flores del granado según la forma del pistilo y de florecer en dos tipos; las de *forma acampanada*, con pistilo insuficientemente desarrollado y sin formación de ovarios que son denominadas imperfectas (todas ellas caen), mientras que las *ascidiformes* (forma de botella), de largo pistilo, con muchos estambres y que en su mayor parte cuajan, son llamadas perfectas.

4.1.6.1. Pétalos

Los pétalos están en número de 5 a 9, arrugados, purpurinos, alternados con los sépalos y son finos, de un color rojo escarlata, siendo más largos que los sépalos. El número de pétalos y de sépalos es el mismo en una misma flor (Josan, Jawanda y Uppal, 1979; Melgarejo y Martínez, 1992; Melgarejo, 1993).

Las flores "masculinas" o estaminadas presentan diferencias morfológicas respecto a las hermafroditas. Éstas son:

Flores hermafroditas o completas

- Presentan pistilo de longitud tal que sobresale por encima de los estambres, o bien llega al nivel de los más elevados.
- Tálamo engrosado junto al pedúnculo de inserción con el ramo, adquiriendo forma de botella.
- Presentan una sección longitudinal no cónica.
- Presentan tamaño superior a las estaminadas.

Flores "masculinas" o estaminadas

- El pistilo no existe, puede aparecer como un rudimento o bien no está suficientemente desarrollado, quedando el estigma por debajo de las anteras de los estam-

Fotografía 44
Secciones de flor «masculina» y hermafrodita



bres más elevados.

- El tálamo no está engrosado junto al pedúnculo, presentando forma campanulácea.
- Presentan una sección longitudinal cónica.
- Presentan tamaño inferior a las hermafroditas.

La diferencia entre flores hermafroditas y estaminadas ya se aprecia durante el estado fenológico E2.

El polen es viable con independencia de que proceda de flores hermafroditas o de flores estaminadas; todas las flores estaminadas caerán una vez que las anteras se hayan abierto y hayan soltado el polen, lo que sucede en el estado fenológico G.

La longitud, anchura y forma de los pétalos pueden utilizarse como parámetros para la caracterización de algunas variedades comerciales de granado.

4.1.6.2. Sépalos

Los sépalos, en número de 5 a 9, alternados con los pétalos y más cortos que éstos, forman un almenado carnososo y persistente de color rojo. Existen diferencias entre los sépalos de diferentes variedades y dentro del mismo árbol, pudiendo observarse que los sépalos podían adoptar una disposición perpendicular a la flor (sépalos abiertos/

cerrados), permanecer aproximadamente en la misma dirección (sépalos no cerrados) o adoptar posiciones intermedias a las anteriores; este aspecto así como el tamaño de los mismos no presenta diferencias significativas entre las variedades estudiadas. Los sépalos presentan por su parte interior un color variable, desde amarillos (en el menor número de casos) hasta amarillo-anaranjados o anaranjados, existiendo diferencias entre las flores de un mismo árbol, según la posición que ocupan éstas en el mismo y también dependiendo de la iluminación recibida.

4.1.6.3. Estambres

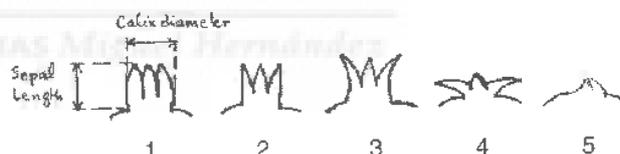
Los estambres, en gran número, dispuestos alrededor del pistilo, se encuentran insertos en las paredes del cáliz, pudiéndose encontrar frecuentemente en número próximo a 300 en cada flor, existiendo variedades que superan los 400 estambres por flor; son filiformes, de 1 cm aproximadamente de longitud, con filamento rojizo y anteras biloculares de color amarillo cuyos restos no desaparecen, sino que se quedan insertos en el cáliz que corona al fruto maduro.

El número de estambres que posee la flor es una característica que puede ser utilizada para diferenciar clones de granado.

Figura 25
Forma de los pétalos



Figura 26
Forma del cáliz



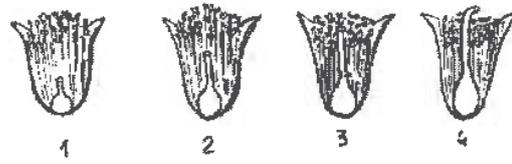
Mars and Melgarejo *et al.*, 1996.

4.1.6.4. Pistilo

El pistilo presenta una curvatura en su parte distal, igualando o superando la altura de las anteras de la última fila de estambres (flores hermafroditas) o situarse por debajo de éstas en la mayor parte de los casos cuando las flores son “masculinas”.

Figura 27

Situación del pistilo respecto a los estambres



Mars and Melgarejo et al., 1996.

Fotografía 45

Sección de flor hermafrodita



Fotografía 46

Flores estaminadas



Por la forma, se distinguen cuatro tipos de pistilo desde un punto de vista práctico:

- 1.- Pistilo reducido a un pequeño rudimento, sin apenas crecimiento longitudinal.
- 2.- Pistilo cuyo estigma está por debajo de las anteras más altas.
- 3.- Pistilo con estigma a nivel de las anteras más altas.
- 4.- Pistilo con estigma por encima de las anteras más altas.

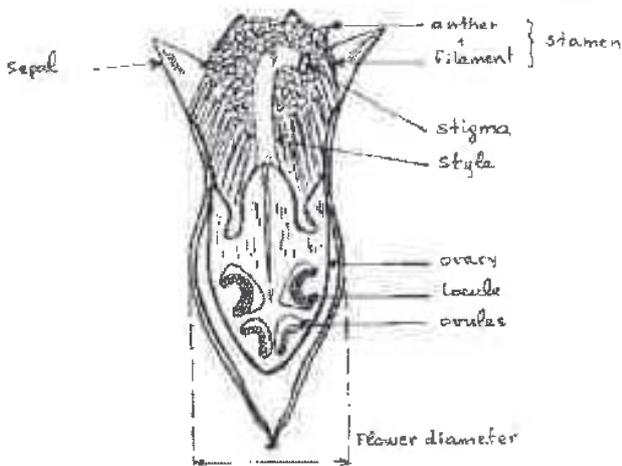
Los tipos 1 y 2 son los que se presentan en las flores estaminadas o “masculinas”, mientras que los tipos 3 y 4 son los que se dan en las flores hermafroditas.

4.1.6.5. Carpelos

Los carpelos están en número variable, generalmente 8, superpuestos en dos verticilos por el desarrollo del tálamo, formando un ovario sincárpico. Estos carpelos, dispuestos en dos pisos, se encuentran distribuidos en número de 5 generalmente en el superior y originados por los carpelos externos, siendo levantados por el tálamo en su desarrollo, mientras que en el piso inferior no se hallan más de 3 por lo regular.

Iskenderova (1980 y 1988) describió cuatro formas ornamentales de *Punica granatum* L. con flores dobles rojas (fértils o infértils), rosa variegada (infértils) y

Figura 28
Sección y partes de la flor hermafrodita



Fuente: Mars and Melgarejo et al., 1996

Fotografía 47
Flor «doble» (los estambres se han transformado en pétalos)



color crema (fértiles). En las formas de flor doble infértil, encontró flores dobles marcadas, con carpelos deformados y estaminados, sin óvulos, flores con anteras o polen estériles y óvulos no desarrollados. En las formas fértiles las flores tenían pétalos múltiples y varias anomalías en pistilo, pero pocas con órganos reproductivos no desarrollados. El desarrollo normal no fue observado.

En Murcia, se ha detectado una variedad ornamental de flor doble variegada de color rosa salmón. Esta variedad posee unos 70 pétalos que han originado por transformación de estambres, siendo de gran valor ornamental. En las variedades comerciales de granado raramente se encuentra alguna flor en la que algunos estambres se han transformado en pétalos.

Fotografía 48
Evolución de flor cerrada a fruto recién cuajado



Fotografía 49
Detalle de fruto recién cuajado



Fotografía 50
Granos de polen germinados y no germinados (sin tubo polínico)



Fotografía 51
Granos de polen viables (teñidos con carmín acético)



Fotografía 52
Fruto obtenido mediante polinización artificial



Fotografía 53
Frutos obtenidos de flores emasculadas (izquierda) y normales (derecha)



4.1.6.6. Clasificación de la flor del granado

Para clasificar botánicamente la flor del granado conviene antes realizar algunas consideraciones previas sobre las definiciones correspondientes a los órganos de la misma. La clasificación se realizará a partir de algunas de sus características morfológicas de acuerdo con Font Quer (1975), García *et al.* (1988) y Fernández (1996).

Algunos conceptos botánicos:

La flor de las Angiospermas es un conjunto de partes (órganos) estériles y fértiles o reproductivas dispuestas sobre un eje llamado receptáculo. Las partes estériles son los sépalos que en conjunto forman el cáliz y los pétalos que forman la corola. Cáliz y corola forman el periantio.

Androceo: es el conjunto de estambres de una flor.

Androceo asimétrico: androceo sin simetría.

Cáliz acrescente: cáliz persistente, que no sólo persiste pasada la floración, sino que continua desarrollándose y se acrecienta.

Cáliz actinomorfo o regular: cáliz con dos ó más ejes de simetría.

Cáliz campanulado: de forma semejante a la de una campana.

Cáliz gamosépalo o sinsépalo: con sépalos soldados en mayor o menor longitud.

Cáliz persistente: cuando persiste e incluso acompaña al fruto.

Carpelo cerrado: cuando las hojas carpelares se sueldan y forman tantas cavidades como carpelos.

Corola actinomorfa o regular: cuando los pétalos, libres o soldados, son iguales entre sí y simétricos respecto a un eje.

Corola dialipétala o coripétala: cuando los pétalos están libres o separados hasta su misma base.

Corola nonámera: corola con nueve pétalos.

Corola pentámera: corola con cinco pétalos.

Corola rosácea: corola dialipétala regular cuyos pétalos tienen uña corta y lamina bien desarrollada.

Dehiscencia longitudinal: cuando se produce en el sentido del eje de la teca.

Estambre: está formado por una antera dividida en dos tecas, cada una de las cuales tiene unos sacos polínicos o microsporiangios. La antera está sustentada por un filamento.

Estambres epíginos: cuando están libres entre ellos y por encima del gineceo.

Estambres inclusos: respecto al tubo de la corola, las anteras quedan dentro del tubo de la corola y no son aparentes desde el exterior.

Estambres introrsos: estambres con las anteras dirigidas hacia el interior de la flor.

Flor anisostémona: es la flor que tiene el número de estambres distinto al número de pétalos o sépalos.

Flor diclamídea: consiste en una flor que posee periantio doble, con cáliz y corola.

Flor hermafrodita: flor que posee órganos sexuales masculinos y femeninos fértiles.

Flor perígina: es la flor que tiene el talamo cóncavo, el gineceo queda libre en el fondo del receptáculo, mientras que los sépalos, pétalos y estambres se encuentran más o menos distantes en la parte apical. El ovario es medio o semiínfero.

Flor poliandria: flor con estambres numerosos.

Flor poliestémona: dentro de la clasificación de flor anisostémona, es la flor que tiene un número de estambres tres veces (o más) mayor al de pétalos o sépalos.

Flor unisexual: cuando la flor sólo tiene un sexo fértil que el androceo.

Flor verticilada o cíclica: es aquella en la que la disposición de las hojas florales en el receptáculo es verticilada (nacen al mismo nivel).

Funículo: es el cordoncito o filamento mediante el cual los primordios seminales, y luego las semillas, no sésiles, se unen a la placenta.

Gineceo: es el conjunto formado por los primordios seminales y los carpelos.

Gineceo pluricarpelar: gineceo con varios carpelos.

Gineceo sincárpico o paracárpico: gineceo con carpelos concrecentes en un sólo pistilo.

Hojas carpelares: son las hojas metamorfoseadas que forman el gineceo.

Inflorescencia: todo sistema de ramificación que se resuelve en flores.

Inflorescencia cimosa o simpódica: son aquellas en las que el tallo floral termina en flor. Es sinónimo de inflorescencia centrífuga, porque las flores empiezan a abrirse en el propio eje, y la antesis va avanzando hacia la periferia. Es decir, se abre primero la flor terminal de cada brote y por tanto la floración avanza desde el centro a la periferia.

Inserción dorsifija: inserción del filamento del estambre por el dorso de la antera.

Nuclea: en el rudimento seminal, es la parte interna del mismo, rodeada por el tegumento o los tegumentos, y desprovista de hacecillos conductores, en la cual se contienen una o varios sacos embrionales.

Óvulos: los óvulos o primordios seminales son los gametos femeninos que se desarrollan a partir de la placenta del ovario, recibiendo el alimento por medio de haces conductores denominados haces placentarios.

Periantio: es el conjunto de hojas modificadas que dan protección (y sirven de reclamo para los insectos) a la parte fértil de la flor.

Placentación: Disposición de los óvulos en el ovario.

Placentación axial: cuando los carpelos se doblan completamente sobre sí mismos formando varias cavidades cerradas.

Planta andromonoica: es la planta que tiene flores hermafroditas y flores unisexuales masculinas en el mismo pie.

Prefloración corrugada: con los pétalos arrugados o con pliegues irregulares.

Primordio seminal artropo, ortótropo o recto: es el primordio seminal u óvulo en el que la nuclea se dispone en línea recta sobre el funículo.

Uña: en las corolas dialipétalas, es la parte inferior de los pétalos, generalmente más estrecha y a menudo descolorida, cuya longitud varía mucho.

De acuerdo con las anteriores definiciones, se puede **clasificar la flor** del siguiente modo, atendiendo a diversos aspectos morfológicos:

- **Por la disposición de las piezas florales (verticilos florales):** flores verticiladas o cíclicas.
- **Por el tálamo (posición del ovario):** flor perígina.
- **Por el periantio:** flor diclamídea.
- **Por la sexualidad de las flores:** flores unisexuales y también hermafroditas.
- **Sexualidad de la planta,** según la sexualidad de las flores: andromonoica.
- **Por el número de piezas:**
 - a) Androceo: flor poliandria y anisostemona (polistemona).
 - b) Corola: al poseer de 5 a 9 pétalos la corola será de pentámera a nonámera.
 - c) Gineceo: pluricarpelar.
- **Por la relación (concrecencia) entre las piezas:**
 - a) Sépalos: cáliz gamosépalo o sinsépalo.
 - b) Pétalos: corola dialipétala o coripétala.
 - c) Estambres: libres entre ellos, estambres epigínios.
 - d) Carpelos: carpelos cerrados, ovario plurilocular y gineceo sincárpico o paracárpico.
- **Por la simetría:**
 - a) Cáliz: actinomorfo o regular.
 - b) Corola: actinomorfa o regular.
 - b) Androceo: asimétrico.
- **Por su permanencia o duración (cáliz):** persistente y acrescente.
- **Por su prefloración (disposición de pétalos y sépalos en el capullo floral):** corrugada.
- **Por su morfología externa:**
 - a) Cáliz: gamosépala y campanulada.
 - b) Corola: dialipétala regular rosácea.
- **Por la situación, orientación y placentación:**
 - a) Tipos de estambres según la orientación de las anteras: introrsos.
 - b) Tipos de estambres según su disposición en la flor: inclusos.
 - c) Tipos de primordios seminales: atropo, ortótropo o recto.
 - d) Tipos de placentación, según la disposición de los óvulos: axial.
- **Por la inserción y dehiscencia de los estambres:** inserción dorsifija y dehiscencia longitudinal.
- **Inflorescencia:** cimosa o simpódica.

4.1.6.7. Anomalías en las flores

Algunos defectos morfológicos han sido observados en las flores del granado, aunque cuantitativamente no resultan importantes (<1%), conviene conocerlos; los más frecuentes son:

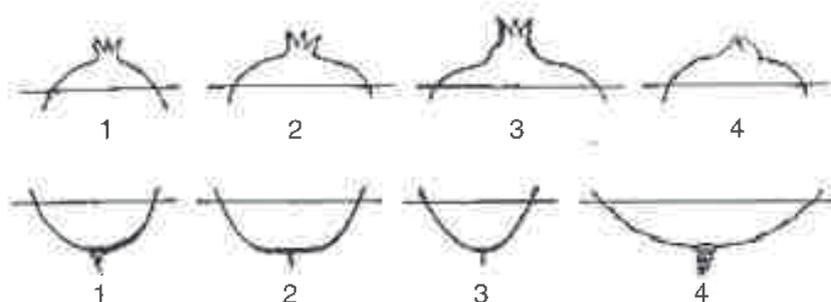
- Transformación de un estambre en pétalo. Esta anomalía puede afectar a todo el estambre o sólo a las anteras.

- El estambre no presenta antera.
- Aparición de un “pistilo” de color verde claro y con vellosidad blanquecina en el extremo del estambre.
- Falta de algunos estambres en las paredes del cáliz.
- Aparición de flores dobles que pueden dar lugar a frutos dobles o gemelos.
- Flores de tamaño excesivamente grande.
- Flores en las que los sépalos están subdivididos apareciendo un número de hasta 18, con pistilo igualmente anormal. Estos sépalos pueden no estar divididos completamente.
- Botones florales con algunos sépalos atrofiados.
- Flores afectadas por ataques de pulgones que posteriormente originan frutos con tendencia a rajarse como consecuencia de presentar una corteza acorchada en las zonas afectadas.
- Abultamiento excesivo de la flor en estado H.
- Frutos cuajados antes de la antesis.
- Malformaciones de flores por la presencia de excesivo número de botones florales en el mismo racimo.
- Antesis anormal por la apertura lateral del botón floral.

4.1.7. Frutos

El fruto, de forma globosa, cuyos tamaños comerciales se sitúan normalmente entre el de la naranja y el pomelo, es una baya gruesa que recibe el nombre de balausta, de piel gruesa, complejo, envuelto completamente por el tálamo, con varias cavidades polispermas, separadas entre sí por tenues tabiques membranosos; su interior está repleto de numerosas semillas gruesas, de consistencia leñosa con testa carnosa o pulposa (Gilg y Schürhoff, 1959; Strasburger *et al.*, 1986), de forma prismática, sin albumen, embrión recto, y cotiledones enrollados el uno con el otro, de color rosa, granate o blanco, muy jugosas. Esta balausta está coronada en la parte opuesta al pedúnculo por un cáliz carnoso y persistente, en donde aún después de la maduración pueden verse los restos de los estambres (Melgarejo y Martínez, 1992; Melgarejo, 1993, 1997).

Figura 29
Formas del ápice y de la base del fruto



Fuente: Mars and Melgarejo *et al.*, 1996.

Figura 30
Sección longitudinal del fruto

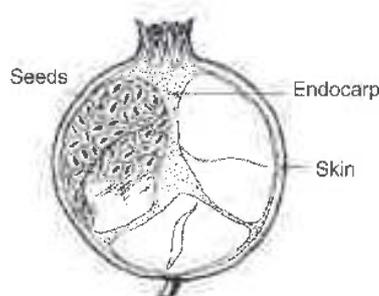
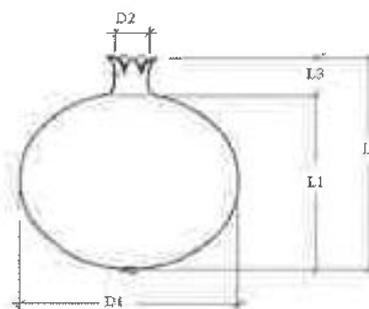


Figura 31
Dimensiones del fruto



Fuente: Mars y Melgarejo *et al.* (1995 y 1996).

Tabla 34
Datos morfológicos de frutos enteros: variedad BA1

Nº	Peso (g)	D1 (mm)	D2 (mm)	L1 (mm)	L2 (mm)	L3 (mm)	Nº carpelos	Rto. Semillas (%)	P. Cort. + +P.Carp. (g)	Espesor Cort. (mm)
1	355,05	89,92	20,31	78,70	93,99	15,29	7	64,18	127,19	2,30
2	334,87	86,48	21,37	76,72	91,70	14,98	7	62,73	124,82	2,75
3	310,90	85,66	22,28	74,53	90,14	15,61	7	63,69	112,90	3,88
4	388,77	94,05	22,91	80,25	95,81	15,56	7	69,88	117,10	2,23
5	391,27	94,38	19,15	78,38	91,80	13,42	7	67,94	125,43	2,00
6	326,58	93,27	21,10	77,95	92,05	14,10	7	63,80	118,21	3,75
7	339,59	87,27	22,83	77,23	90,78	13,55	7	66,39	114,15	2,25
8	365,43	89,63	24,19	75,74	90,34	14,60	6	62,43	137,30	3,20
9	353,40	88,26	19,11	78,21	92,34	14,13	8	66,44	118,61	2,50
10	356,49	90,93	19,90	76,07	92,22	16,15	6	66,30	120,14	2,70
MEDs	352,24	89,99	21,32	77,38	92,12	14,74	6,90	65,38	121,59	2,76
σ	24,27	2,98	1,63	1,58	1,62	0,88	0,54	0,02	6,90	0,62

La balausta del granado se asienta sobre racimos determinados insertos en ramos del mismo año o también, muy excepcionalmente, insertos en formaciones cortas sobre madera de dos o más años.

Fotografía 54
Diferentes tamaños de fruto en junio



Fotografía 55
Alzado y sección de un fruto mollar



Los frutos de la granada pueden guardarse varios meses después de la recolección en lugares fríos y secos (conservación tradicional) y también en cámaras frigoríficas como veremos posteriormente.

En los cuadros precedentes pueden verse algunos de los parámetros morfológicos estudiados en las variedades de granado.

4.2. FENOLOGÍA

4.2.1. Introducción

Fleckinger (1945) inicia los primeros estudios sobre los estados fenológicos y su representación gráfica, utilizando para ello el peral y posteriormente el manzano. Durante el periodo de actividad vegetativa, que se inicia a finales del invierno, el árbol realiza intensamente todos sus procesos fisiológicos, y ello se traduce exteriormente en el desarrollo vegetativo de brotes y ramas, así como en el engrosamiento de ramas y tronco, por una parte, y por otra, en la aparición de flores y frutos y en el desarrollo de éstos últimos. A lo largo de este periodo, los elementos presentes en cada momento en la parte aérea del árbol (yemas, brotes, flores, etc.), muestran un aspecto exterior diferente al que se denomina estado fenológico, y al estudio del ritmo de sucesión en el tiempo de estos estados se llama fenología de la especie considerada (Gil-Albert, 1991).

En 1989 aparece una nueva nomenclatura (Bleiholder *et al.*, 1989) para describir los estados fenológicos, que sirve tanto para las plantas herbáceas como leñosas. Este sistema recibe el nombre de "Escala General BBCH" descrita por un grupo de científicos provenientes de las firmas BASF AG, BAYER AG, CIBA-GEIGY AG y HOECHST AG, donde se unificaron todos los códigos anteriores específicos para diferentes familias botánicas en una Escala General válida para todas las plantas; Stauss (1994) hizo en una publicación más detallada de esta Escala. Este nuevo método es un sistema decimal que permite identificar de modo general los distintos estados de desarrollo de todas las plantas mediante la asignación de 2 dígitos; el primer código define los estados generales bien diferenciados pudiendo tomar los valores comprendidos entre 0 y 9 y, el segundo dígito, que también puede variar de 0 a 9, hace referencia a los estados secundarios.

Esta nomenclatura ya ha sido utilizada por diferentes autores para varias familias de plantas como son las siguientes: Zadoks *et al.* (1974) para cereales, Lancashire *et al.* (1991) para colza, judía y girasol; Meier *et al.* (1993) para remolacha; Hack *et al.* (1993) para patata; Meier *et al.* (1994) para frutales de hueso y de pepita, grosella y fresa; Lorenz *et al.* (1994) para vid; Feller *et al.* (1995 a) para diversas hortalizas y Agustí *et al.* (1995) para cítricos. Para el granado se han estudiado también los estados fenológicos, tanto con la nomenclatura tradicional como con la nueva nomenclatura (Melgarejo *et al.*, 1996; 1997); éstos se consideran de gran importancia para

acometer futuras investigaciones sobre su biología floral, fisiología, técnicas de cultivo, tratamientos fitosanitarios, entre otros. Como resultado de este trabajo se han obtenido los diferentes estados tipo del granado, utilizando para ello tanto la nomenclatura tradicional descrita por Fleckinger y otros autores para frutales como su equivalencia con la "Escala General BBCH".

4.2.2. Estados fenológicos

De los resultados obtenidos del seguimiento individualizado de la evolución de las yemas marcadas, se deduce que los estados observados son generales y que son extrapolables a la evolución de las yemas del resto de la parcela estudiada. Las diferencias en cuanto a la floración son las normales para la especie considerando que ésta es escalonada, mientras que la brotación emerge de manera más uniforme con las diferencias propias de la posición y orientación de la yema en el árbol (Melgarejo *et al.*, 1996).

Las diferencias de duración de los distintos estados fenológicos son inapreciables para las distintas yemas estudiadas.

Como resultado del seguimiento de la evolución fenológica del granado (*Punica granatum* L.) y estudiando el material gráfico y fotográfico se ha llegado a la descripción de los siguientes estados-tipo, cuya representación gráfica se expone al final de este apartado; en la Tabla 36 se reflejan los estados y subestados estudiados con indicación de la fecha de inicio, de finalización y su duración, así como las unidades de calor (Uc). Estas unidades se han medido como la "acumulación de días-grado", entendiendo esta expresión como la suma de las diferencias entre las temperaturas medias diarias y un valor base correspondiente al nivel térmico de activación del desarrollo de las yemas (Baldini, 1992). Como temperatura umbral para el desarrollo de las yemas en esta especie hemos tomado 10°C. La acumulación de calor se ha contabilizado a partir del inicio del hinchamiento de las yemas, ya que en este momento se encuentran en condiciones de crecer por haber superado sus necesidades de reposo invernal. Del mismo modo, no se han computado las unidades de calor desde la caída de las hojas hasta el inicio del estado de yema hinchada por encontrarse la planta en reposo invernal. $Uc = \sum(T_m - t)$; $t = 10^\circ\text{C}$. Así, los resultados obtenidos pueden extrapolarse a distintos años y áreas geográficas.

Trabajos posteriores aconsejan tomar el cero vegetativo del granado en 9°C, por lo que las Uc reflejadas en la Tabla anterior se reducirían en nuevos cálculos.

Para integrar las características de cada estado-tipo, a veces no visibles en un sólo plano, se han realizado los dibujos que los caracterizan, siendo coloreados posteriormente utilizando el material fotográfico y de vídeo obtenido durante todo el estudio. Estos dibujos se encuentran representados en la Figura 34.

Tabla 37
Estados fenológicos del granado

Estado-tipo	Código	Código	Duración en días	Unidades de calor (°C)
	Fleckinger	BBCH		
Yema en reposo invernal	A	00	61	–
Yema hinchada	B	01	11	12
Punta roja	C	09	6	25
Salida de las primeras hojas	D	10	6	21
Separación de las hojas	D2	10	4	20
Hojas en crecimiento	D3	10	12	44
Alargamiento de entrenudos	D4	31	119	1.228
Aparición de los botones florales	E	51	3	21
Cáliz hinchado	E2	55	11	88
Apertura del cáliz	E3	59	3	24
Flor abierta	F	61	6	59
Caída de los pétalos	G	67	2	27
Fruto cuajado	H	69	10	129
Fruto joven	I	71	17	182
Desarrollo del fruto	J	73	90	1.323
Segunda movida de los brotes	K	39	45	700
Maduración del fruto	L	81,85	35	366
Caída de las hojas	M	93	57	–

Fuente: Melgarejo *et al.*, 1996.

Estados-tipo:

A: 00: Yema en reposo invernal: Caracteriza el estado de reposo invernal del árbol. La yema es totalmente parda, está completamente cerrada, muy unida a la madera del árbol y puntiaguda en su extremo distal.

B: 01: Yema hinchada: La yema se hincha y redondea, produciéndose un progresivo aumento de tamaño, adquiere una coloración más clara. Al final de este periodo las escamas comienzan a separarse (desborre).

C: 09: Punta roja: La yema continua hinchándose y se abre hasta presentar el joven brote, a modo de punta de lanza con su extremo terminal rojo.

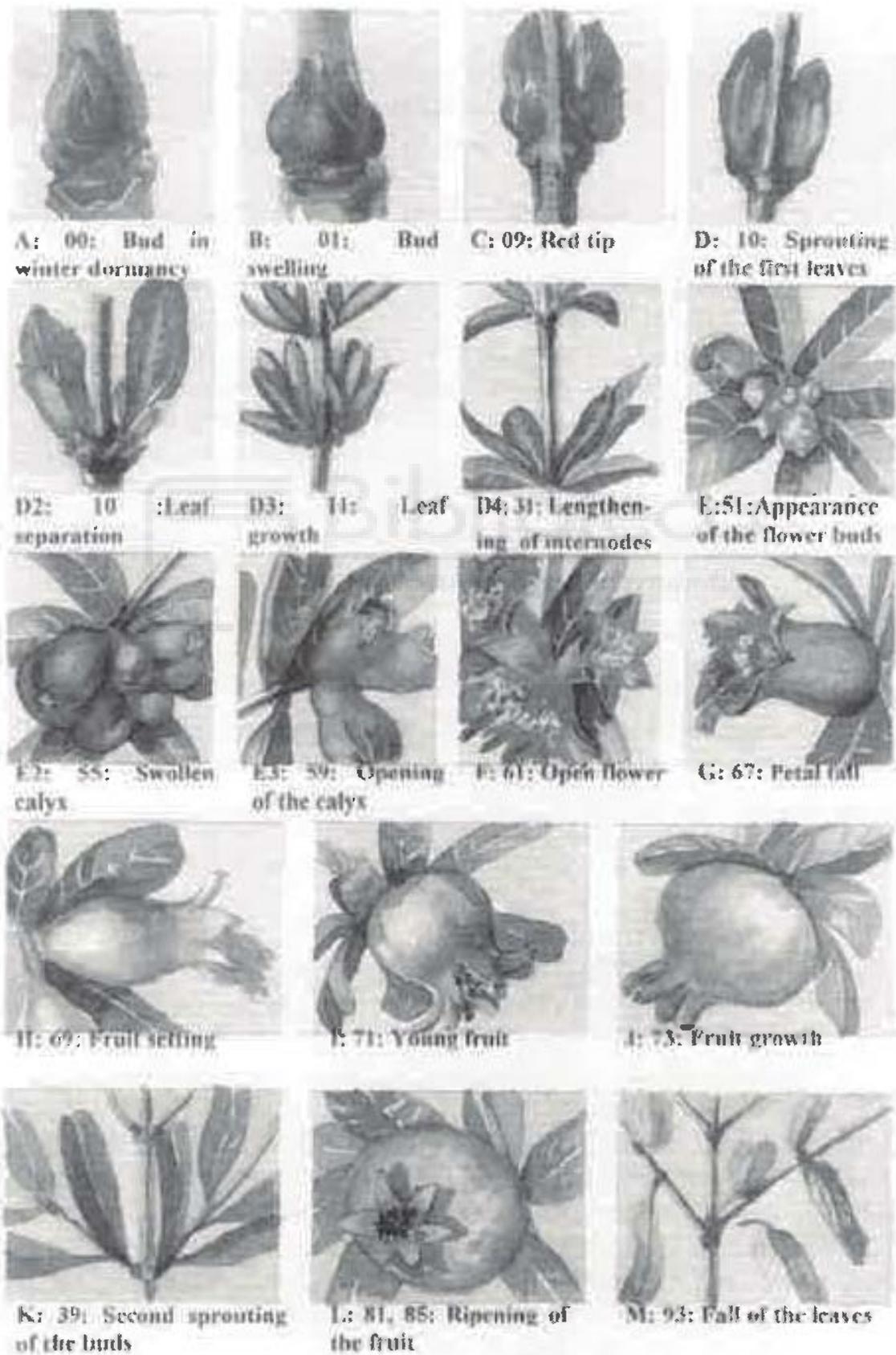
D: 10: Salida de las primeras hojas: Aparecen las primeras hojas, apretadas unas contra otras, con el nervio central de color verde claro y el resto de la hoja de color rojo brillante.

D2: 10: Separación de las hojas: Las hojas jóvenes se separan unas de otras.

D3: 11: Crecimiento de las hojas: Se produce un crecimiento de las hojas en longitud y anchura, pasando del color rojo brillante al verde claro.

D4: 31: Alargamiento de entrenudos: Se caracteriza por el alargamiento de los entrenudos y por un rápido crecimiento de los brotes.

Figura 34
Estados fenológicos del granado



E: 51: Aparición de los botones florales: Los botones florales aparecen entre las hojas de los brotes. Tienen una coloración verdosa al principio, virando en pocos días a la rojiza y son visibles los sépalos que están unidos. Los botones aparecen normalmente en número impar, dando en el mismo ramo 1, 3, 5 ó 7 flores.

E2: 55: Cáliz hinchado: Los capullos aumentan de tamaño, tomando una forma aperada. Se hace visible la diferencia entre las flores hermafroditas y "masculinas", cuyo pistilo es inviable al estar atrofiado, por la forma y color del cáliz. En este momento suele producirse la caída del capullo terminal en los ramos con varias flores.

E3: 59: Apertura del cáliz: Los sépalos se abren formando un almenado carnosos, viéndose en su interior los pétalos replegados y de color rojo. Al final de esta fase los pétalos se despliegan y se observan el pistilo de color verde claro y las anteras de los estambres de color amarillo pálido.

F: 61: Flor abierta: El cáliz se abre totalmente, desplegándose los pétalos que sobresalen, arrugados y purpúreos, sobre los sépalos. Los pétalos se insertan en el punto de unión de cada dos sépalos, por su parte interna, produciéndose una imagen de alternancia entre pétalos y sépalos. Las anteras de los estambres viran al color amarillo intenso cuando el polen está maduro y es capaz de fecundar. Durante este estado se produce la polinización.

G: 67: Caída de pétalos: Los pétalos se marchitan y caen, habiéndose realizado la fecundación. Posteriormente se produce un cambio de color del cáliz variando del rojo al rojo-naranja. Los estambres se curvan por su extremo libre hacia el eje longitudinal de la flor, virando el color de las anteras del amarillo al amarillo-parduzco. Se seca la parte terminal del estilo.

H: 69: Cuajado del fruto: El ovario fecundado aumenta de tamaño, produciéndose un engrosamiento rápido de la base del cáliz. Los estambres se marchitan virando las anteras al color pardo. La corteza del fruto cambia del color rojo naranja al marrón-verdoso, predominando la tonalidad marrón.

I: 71: Fruto joven: Se produce un rápido crecimiento del fruto, virando su color marrón-verdoso, predominando ahora la tonalidad verde.

J: 73: Desarrollo del fruto: En este estado, las células ya formadas aumentan de volumen, produciéndose el engorde del fruto hasta su tamaño casi definitivo. Los sépalos forman una corona, que aumenta de tamaño con el crecimiento del fruto, y en su interior se encuentran los estambres secos.

K: 39: Segunda movida de los brotes: Se produce un crecimiento rápido de los brotes en todo el árbol.

L: 81, 85: Maduración del fruto: Se producen una serie de transformaciones bioquímicas en el interior del fruto, obteniéndose las características organolépticas óptimas para su consumo. Entre las transformaciones internas más importantes, apreciables visualmente, está el cambio de coloración de las semillas carnosas del blanco al rosado-rojo o rojo. Exteriormente la corteza del fruto cambia del color verde al amarillo-verdoso, tomando finalmente el color amarillo marrón con algunas zonas más o menos extensas de color rojizo.

M: 93: Caída de hojas: Durante el otoño se produce un amarilleamiento de las hojas que acaba con su caída progresiva en el tiempo, comenzando al final de ésta un nuevo periodo de reposo invernal.

Los estados fenológicos descritos por Melgarejo *et al.* (1996; 1997), permiten en general una fácil distinción de los mismos; sin embargo, la transición entre los estados E y E2 presenta cierto grado de subjetividad que dificulta su apreciación. Teniendo en cuenta esta consideración, Martínez (1999) estudió mediante parámetros morfométricos la posibilidad de realizar la distinción en el cambio de E a E2; realizando medidas de la longitud y anchura, en la zona media de las flores, en el momento en que se está produciendo el paso de uno a otro estado, llegó a la conclusión que la ratio (longitud/diámetro)x100 permite agrupar los clones estudiados en dos grupos, dado que existen diferencias significativas entre ellos. Los clones ME14 y CRO1 presentan para esta ratio valores entorno a 125, mientras que para el resto de clones estudiados (PTO1, PTO2, PTO4, PTO7, PTO8 y ME15) está próxima a 175.

4.3. FISILOGÍA

Con objeto de llegar a conocer el comportamiento normal de esta especie se han observado los siguientes aspectos que a continuación se exponen en lo referente a crecimiento y fructificación.

4.3.1. Crecimiento

El crecimiento del granado es de tipo simpodial, como ya indicó Sánchez-Capuchino *et al.* (1966). Este crecimiento simpodial lo hemos podido comprobar en las condiciones ecológicas del Sureste español en dos épocas netamente diferenciadas, primavera y verano. En primavera, como indica Fouad *et al.* (1981) en Egipto, "en las yemas mixtas el número de hojas no aumentó entre el 27 de febrero y el 4 de marzo, más a partir de esta fecha y hasta primeros de abril el incremento del número de hojas procedentes de éstas fue muy importante, y la aparición de botones florales tuvo lugar entre el 9 de abril y el 12 de mayo". Las yemas vegetativas dieron lugar a que su ápice terminal se secase y cayera, como en toda simpodial, mientras que las yemas anticipadas del ramo de esta misma época dieron origen a la formación de espinas, por lo que las yemas invernales (tanto mixtas como vegetativas) son determinadas.

En nuestras condiciones ecológicas y con las variedades autóctonas hemos observado que la yema terminal del ramo del año puede caer, originar una flor o racimo de flores u originar una espina, siendo mucho menos frecuente la formación de espinas en estos ramos que en los anticipados. La movida de verano se realiza a partir de las yemas próximas al ápice, pudiendo originar flores aisladas o racimos de flores, ramos vegetativos o ramos mixtos; en los ramos vegetativos no se producirá la diferen-

ciación floral, por lo que no darán flores. En el ápice de los ramos mixtos podemos encontrar una flor, un racimo de flores, una espina o una yema vegetativa; esta última, llegado su momento se seca y cae como es normal en todo crecimiento simpodial. Los ramos mixtos y vegetativos cuando son jóvenes presentan una sección poligonal, mientras que los ramos mixtos que originan flores (llamados racimos de flor porque pueden perder las pequeñas hojas que poseen), presentan una sección circular y color rojizo. Por otro lado, las brotaciones cortas o *spurs* sólo dan movidas de primavera (1ª movida).

Zeiger y Schwart (1983), en California, observaron que el granado en suelos áridos abre los estomas durante el día y los cierra durante la noche. Por otro lado, Turner y Lersten (1983) observaron la existencia de un nectario apical por hoja, consistente en un grupo de células con vacuolas grandes que evolucionan a un pequeño depósito en el que al no haber poros ni estomas para que el néctar escape, éste sale por roturas de las células epiteliales. El análisis cromatográfico de estas gotas de néctar muestra que este líquido está compuesto a partes iguales de glucosa, fructosa y sacarosa.

Respecto a las necesidades de frío invernal del granado, Rozamov y Vorobeva (1968) observaron una correlación entre la duración de la latencia invernal y las temperaturas inferiores a 16 °C, lo que viene a indicar que todas las temperaturas que no superen esta cifra acumulan horas en el reposo invernal de esta especie frutal.

En las condiciones ecológicas del Sureste español, el granado es capaz de vegetar y fructificar durante un periodo más largo si se cultiva en invernadero, aún sin calefacción. La experiencia acumulada no permite avanzar resultados sobre la productividad, sin embargo sí ha servido para conocer que el material cultivado en estas condiciones puede utilizarse, durante todo el año, para obtener estaquillas herbáceas de gran interés en la propagación de la especie y de variedades productoras directas, como veremos más adelante.

El crecimiento vegetativo de las distintas variedades se ve notablemente influenciado por el vigor de las mismas, de tal modo que las técnicas de cultivo y programas de nutrición deberían ser específicas, según sean vigorosas o no:

- En los árboles vigorosos, poco productivos, el crecimiento no se detiene, excepto en la parte baja de la copa (lo que ocurre a finales de mayo), si bien una vez cuajado el fruto (primeros de junio) el crecimiento se reanuda con mayor velocidad que en los ramos de la parte alta.
- En los árboles poco vigorosos (generalmente clones de la variedad población Mollar de Elche), que son productivos, los ramos de la parte inferior de la copa frenan su crecimiento a finales de abril, justo cuando comienza su floración, deteniéndose poco después, en el periodo de plena floración; hasta este momento la longitud de los brotes es escasa y los ramos anticipados emitidos son pocos; los ramos de la parte superior de la copa presentan mayor velocidad de crecimiento, y ésta no se reduce hasta finales de mayo, produciéndose una parada que dura aproximadamente un mes y, a finales de junio se reanuda el crecimiento normal; los ramos de

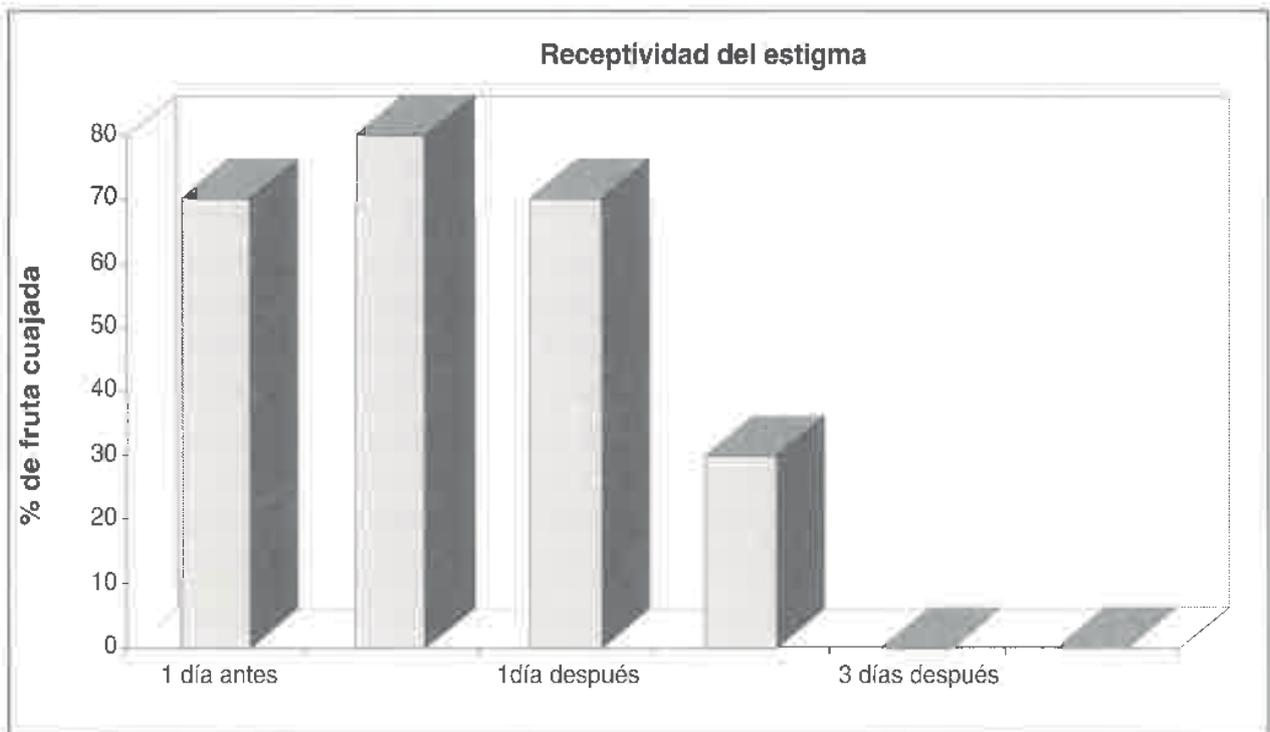
la zona alta de la copa sólo se ven afectados en el momento de máxima demanda, por lo que en ellos se da un excesivo crecimiento vegetativo.

En el estudio del comportamiento de los clones vigorosos y no vigorosos, Martínez (1999) define un coeficiente $K=L_{ta}/L_p$, donde L_{ta} =longitud total de ramos anticipados de un árbol y L_p =longitud de ramos formados en la primera brotación (primavera). En los clones poco vigorosos $K < 1$, lo que significa que se produce mayor longitud de ramos mixtos de la primera brotación que anticipados; en los clones vigorosos, K alcanza valores de 2-3 unidades de longitud. Así, en los clones de la variedad población Mollar de Elche $L_{ta} < 2'3$ y $L_p < 3'1$, mientras que en los clones vigorosos, como los PTO, L_{ta} varía entre 7'8 y 23'6 y L_p varía entre 3'1 y 8'4.

4.3.2. Floración y fructificación

Dado el interés que tiene el conocimiento del momento en que el estigma empieza a poseer una receptividad aceptable y cuanto dura ésta, Nalawadi *et al.* (1973) realizaron un estudio con la variedad Dholka, observando que los estigmas fueron receptivos desde un día antes de la antesis hasta dos días después de la misma, siendo más receptivo el mismo día de la apertura de la flor; Igualmente, Nath y Randhawa (1959) afirmaron que el estigma era más receptivo el día de la apertura de las flores.

Gráfico 11
Receptividad del estigma de la flor de granado (variedad Dholka)



Fuente: Nalawadi *et al.* (1973).

Josan *et al.* (1979) estudiaron la receptividad del estigma mediante observaciones visuales, así como por el método de la fruta cuajada. En las observaciones visuales se examinó el color, brillo y salida del fluido estigmático del estigma, dando como resultado que un estigma verde-azulado brillante es considerado como receptivo a los granos de polen. El método de la fruta cuajada consistió en la realización de polinizaciones cruzadas Bedana x Dholka; en flores emasculadas se tomaron los estados estigmas como 2 días y 1 día antes de antesis, el día de la antesis y 1, 2, 3 y 4 días después. Como podemos observar en la Tabla 5, el resultado fue que el estigma era receptivo un día antes de la antesis y con un máximo el mismo día de la antesis, permaneciendo con una buena receptividad un día después y hasta el tercer día después. Las flores no cuajadas se obtuvieron como resultado de la polinización dos días antes y cuatro días después de la antesis.

Tabla 38
Receptividad del estigma en granado por el método de la fruta cuajada

Cultivar	Porcentaje de fruta cuajada en diferentes días después de la emasculación de flores						
	2 días antes de antesis	1 día antes de antesis	día de la antesis	1 día después de antesis	2 días después de antesis	3 días después de antesis	4 días después de antesis
Bedana x Dholka	0	15	50	40	30	25	0

Fuente: Josan *et al.* (1979).

Singh *et al.* (1980) estudiaron la receptividad del estigma en la variedad Kali Shirin; se estudió visualmente mediante la germinación de polen y por el método de la fruta cuajada. La conclusión fue que el estigma llegó a ser receptivo 1 día antes de la antesis y se mantuvo hasta dos días después. Aunque el estigma apareció visualmente receptivo un día antes, el cuajado fue pobre (15'00%) cuando el estigma fue polinizado; esto puede ser debido al hecho de que el estigma podría no haber alcanzado la madurez fisiológica hasta que la flor abre completamente. También se dio una germinación pobre del polen en la superficie estigmática en los dos días anteriores y el tercer día en adelante después de la antesis, que puede ser atribuido a que las células estigmáticas estuvieran en el primer caso poco maduras y en el segundo no fueran funcionales en el momento de ser polinizadas.

Singh *et al.* (1981), en la India, observaron que la antesis máxima ocurre entre las diez y las doce de la mañana, mientras que la dehiscencia del polen fue influenciada por la temperatura diurna, estando el tamaño de los granos de polen estudiados entre 13 y 23 μ . La máxima germinación del polen obtenida fue del 73,5% en un medio con el 12,5% de sacarosa. Asimismo, con respecto a su expresión hermafrodita o unisexual, Singh *et al.* (1982), observaron que las inflorescencias se desarrollan a partir de yemas mixtas situadas en crecimientos del año anterior así como también de "spurs" o

formaciones cortas de 1-2 años, mientras que la floración parece que emerge simultáneamente durante la última semana de marzo, apreciándose algunas diferencias respecto a la duración de la floración entre distintos cultivares.

Con referencia a la polinización del granado, Josan *et al.* (1980), en la India, estudiaron las ventajas e inconvenientes de la polinización cruzada o la autopolinización, observando que en la polinización cruzada se produjeron los porcentajes de frutos cuajados entorno al 62%, mientras que en las autopolinizaciones de las mismas variedades los porcentajes de frutos cuajados fueron sensiblemente más bajos.

Fouad *et al.* (1981), indican que el cuajado de los frutos es mayor en madera vieja que en ramos del año, aunque en nuestra zona hemos observado que la mayor parte de las flores se producen en los ramos mixtos del año.

En las condiciones ecológicas del Sureste español, el periodo de plena floración está comprendido entre la primera semana de mayo y la primera semana de junio para la mayoría de las variedades autóctonas estudiadas, y el tiempo medio que transcurre para que una flor pase desde el estado E hasta el H varía entre los 27 (clon PTO4) y los 38 días (clon ME14) (Martínez, 1999). El número de floraciones que se producen en nuestras variedades es variable y se encuentra también influenciado por el año, aunque lo habitual es que se produzcan 2 ó 3, entre marzo y octubre, tal como se ha sido corroborado en distintos estudios.

El porcentaje de flores “masculinas” es en general muy importante (más del 60-70%), dependiendo de la variedad y de la estación; además existe una correlación positiva entre la capacidad para producir y el porcentaje de flores perfectas (El Sese, 1988; Chaudari y Desai, 1993). En un estudio realizado con material autóctono (Martínez, 1999), se obtuvo que los clones ME14 y ME15 producen un 40'36% y un 46'13% de flores “masculinas”, respectivamente; mientras que el resto de clones estudiados presentan entre un 69'56% (PTO4) y el 84'59% (PTO7). Los primeros son de los mejores productores de nuestra colección, mientras que los segundos son malos productores. Por tanto, podemos concluir que, el porcentaje de flores hermafroditas adecuado para que una variedad presente un alto potencial productor debe ser igual o superior al 55-60%.

En general, aquellos clones que han producido mayor número de botones florales son los que dan menos frutos y por tanto menor producción, lo que podemos atribuir, además de a la existencia de un bajo porcentaje de flores hermafroditas, a una mayor competencia entre flores por los carbohidratos.

Podemos concluir que, los clones menos vigorosos son más productivos que los más vigorosos debido a que presentan un mejor equilibrio entre floración y desarrollo vegetativo, predominando la floración frente al desarrollo vegetativo durante el periodo de floración. Por el contrario, en los clones vigorosos, en los que coincide la floración con la brotación, ya que las flores emergen de los brotes en crecimiento, se produce un desequilibrio a favor del desarrollo vegetativo, estableciéndose una competencia importante que provoca la caída de botones florales presentes, flores recién cuajadas e incluso frutos jóvenes. Este aspecto deberá tenerse muy en cuenta en la

programación del riego y la fertilización, aplicando técnicas que permitan evitar o reducir los desequilibrios que conducen a una falta de cuaje; incluso habrá que considerar la posibilidad de utilizar retardadores del crecimiento, aplicados cuando el desequilibrio a favor del crecimiento vegetativo puede hacer peligrar el cuaje de un número de flores satisfactorio, para conseguir una cosecha adecuada. Esta última consideración es de especial interés cuando el granado se cultiva en buenas tierras y con agua de calidad, donde la tendencia al crecimiento vegetativo en detrimento de la fructificación puede ser determinante.

Las flores producidas 4 ó 5 semanas después del inicio de la floración dan el mayor cuajado de fruto (90%), con bajo rajado y la máxima calidad de fruto (Melgarejo y Martínez, 1992; Melgarejo, 1993; Martínez, 1999).

Respecto a la posición de los frutos en la copa del árbol, en nuestras variedades autóctonas, podemos concluir que:

- Más del 95% de los frutos se producen sobre madera del año, mientras que en madera vieja se producen menos del 5% de los frutos.
- Con relación a la zona de producción en la copa, de modo general, podemos decir que en la parte alta se produce una pequeña cantidad de frutos (entorno al 7%), que en la parte media se produce entorno a un 40% de los frutos y que en la parte baja se produce entorno al 53%. Las cifras expuestas ponen de manifiesto que la mayor parte de la cosecha se obtiene en la parte media y baja de la copa, lo que explica el excesivo crecimiento que se origina en la parte alta de la copa de los árboles frente a las partes media y baja en las que predomina la floración y fructificación.
- Con relación a la posición del fruto en los ramos, podemos decir que más del 75% de los frutos se obtienen en el extremo de los ramos, que entorno al 25% se obtienen en la parte media y que menos del 1% se obtienen en la parte basal.
- Respecto a la producción en función de la orientación, conviene aclarar que en este frutal la iluminación resulta un factor limitante de la producción, de modo que las zonas poco iluminadas producen menos que las iluminadas; por tanto, la iluminación tiene repercusión sobre la producción. Se ha comprobado que con marcos amplios, en los que la luz llega a todas las zonas del árbol, si la poda se realiza adecuadamente, se obtiene mayor producción. Por ello, aunque en general se ha observado mayor fructificación en la cara Sur, debe tenerse en cuenta que la orientación de la plantación y la separación entre árboles resultan determinantes para que se obtenga una producción adecuada. Desde un punto de vista práctico, resulta necesario establecer marcos más amplios en las calles que en las filas, para facilitar la iluminación en las calles, que es por donde se realiza la recolección.

4.3.2.1. Antesis

La tendencia para el conjunto de nuestras variedades, según los trabajos de Fernández (1996), Martínez (1999) y otros, es que entre el 50 y el 60% de la antesis se produzca entre las 10:30 h y las 14:30 h, mientras que entre las 10:30 h y las 16:30 h se produce más del 70% de la antesis que ocurre durante todo el día.

4.3.2.2. *Dehiscencia*

El tiempo necesario desde la antesis hasta que se de el 100% de la dehiscencia (Martínez, 1999) oscila entre las 52 h para el clon PTO8 y las 80 h para el PTO1, aunque éste es un valor que está muy influenciado por la temperatura del aire durante ese periodo, siendo más corto cuando la temperatura es más alta, por lo que en verano se realiza con mayor rapidez que en primavera y en otoño. Al respecto, Singh *et al.* (1980), indican que las anteras maduras tienen un surco a lo largo de su periferia; la formación de este surco puede ser atribuido al hecho de que las paredes de células gruesas están unidas a la vez por una capa delgada de células. La rotura de esta capa puede ser atribuida a la acción combinada de la temperatura, humedad y a la presión interior ejercida por el desarrollo de los granos de polen; la pared rota de la antera, más tarde, se enrolla hacia atrás, indicando que este carácter no varió entre los distintos cultivares estudiados.

Los distintos estudios realizados en distintos países ponen de manifiesto la diferencia varietal existente respecto a la dehiscencia tras la apertura de la flor, así como la influencia de la temperatura en el proceso, siendo determinante para la polinización del estigma. En todos los casos la dehiscencia comienza por las anteras de los estambres situados en la parte más baja del cáliz hasta llegar a los situados más arriba. Las primeras anteras comienzan a abrirse, generalmente, a las pocas horas de la antesis, aumentando este proceso hacia las horas centrales del día, que son las más calurosas.

4.3.2.3. *Criterio de plena floración (PF)*

Distintos autores consideran un porcentaje de flores abiertas diferente para determinar cuando se produce la PF. Así, Vozmediano (1982) interpreta que el inicio de la floración se produce cuando el árbol tiene abierta alguna flor, y cuando se observen abiertas el 50% de sus flores se considerará que está en PF; Coletto (1989) considera la plena floración cuando están abiertas, en un determinado día, del 50 al 90% de las flores de toda la floración; García (1978), trabajando con almendro considera como periodo de PF el intervalo que engloba el 90% central de la floración producida por los árboles; Fernández (1995), trabajando en granado, tomó como inicio de la floración, el momento en el que aparecieron los primeros botones florales (estado E), y como final de la misma cuando sucedieron los últimos cuajes de flores (estado H), considerando además la PF cuando había de un 50 a un 95% de flores abiertas (estado F), respecto del total de los estados-tipo también contados (estados E, E2, E3, G y H). Sin embargo, en granado, el porcentaje de flores abiertas en un determinado día no llega al 25%, por lo que no se pueden tomar como indicadores de PF los porcentajes citados anteriormente para esta especie.

En especies como las del género *Prunus*, el periodo de floración está muy acotado en el tiempo, por lo que las fechas de inicio y final de la floración están muy próximas; en estos casos la “plena floración (PF)” dura unos pocos días o como mucho unas pocas semanas. En otras especies como el granado, existen varios picos de floración a lo largo del periodo vegetativo, ocasionándose una floración muy escalona-

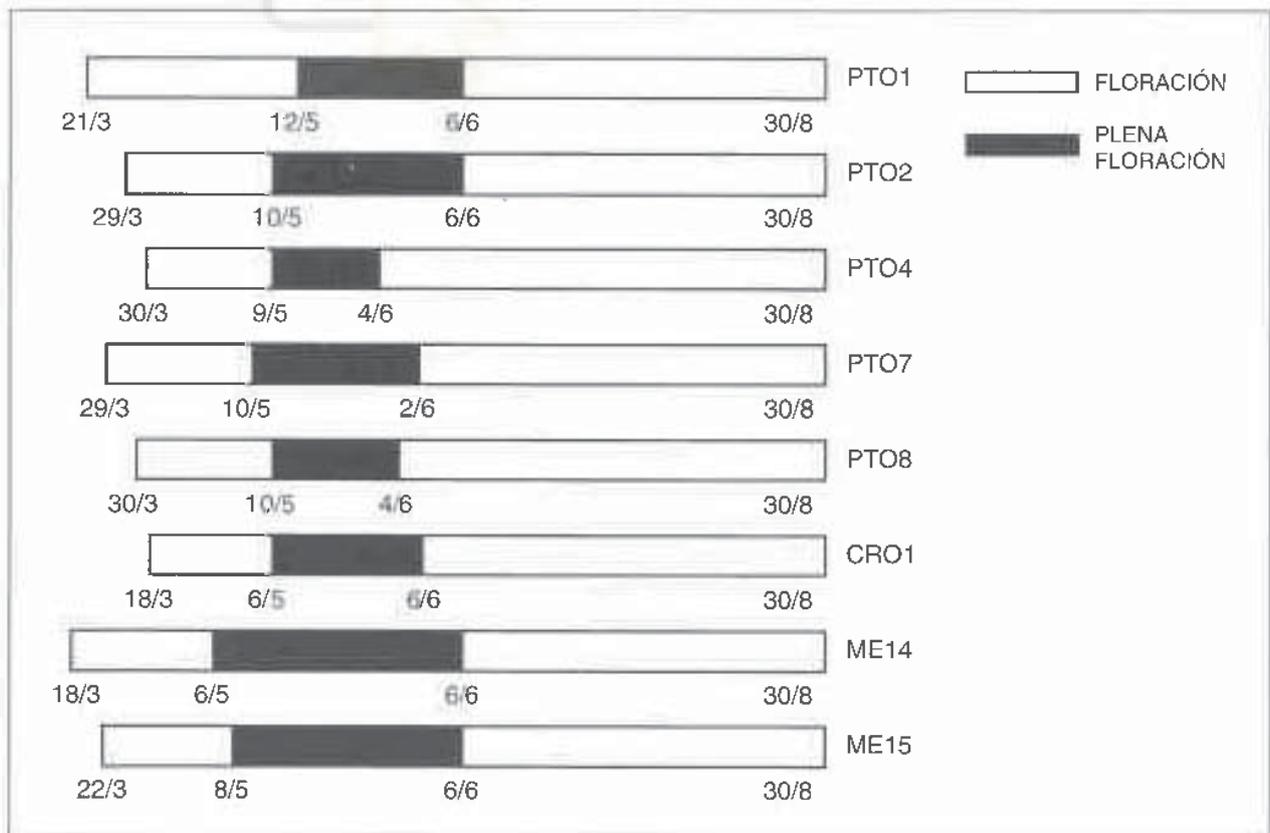
da en el tiempo (la primera flor se abre a finales de marzo o primeros de abril y la última puede hacerlo a finales de octubre o incluso a primeros de noviembre), por lo que resulta más difícil determinar el periodo de PF que en los frutales de floración más agrupada.

Como criterio para determinar el periodo de PF en esta especie se aplica el siguiente método, utilizado en distintos estudios por nuestro equipo de trabajo (Fernández, 1995; Fernández, 1996; Legua, 1996; Martínez, 1999): Se considera que diariamente el % de flores abiertas debe ser superior o igual al 4% sobre el total de flores abiertas en todo el periodo de floración (el número de flores contadas es el comprendido desde el inicio de la floración hasta mediados de agosto). Por tanto, el periodo de PF será el intervalo que engloba los días que cumplen el criterio indicado. Las razones por las que adoptamos este criterio como válido son:

- Se ajusta a la realidad floral y productiva del granado en nuestras variedades y condiciones ecológicas.
- No sufre alteraciones importantes entre años.
- Es sencillo.

Mediante un diagrama floral, como en el que se expone a continuación, podemos representar el periodo de floración y el de PF para algunas variedades de granado.

Gráfico 12
Diagrama floral. Fechas medias para el periodo 1995-1998



Fuente: Martínez, 1999.

De lo expuesto se deduce que para nuestro material vegetal y en nuestras condiciones ecológicas, el periodo de plena floración está comprendido entre la primera semana de mayo y la primera semana de junio. El tiempo medio necesario para que una flor pase desde el estado E al estado H varía entre los 31'49 días en el clon ME15 y los 32'25 días en el PTO1; el tiempo mínimo transcurrido en este cambio fue de 25'5 días (PTO4) y el máximo fue de 37'67 días (ME14), lo que está de acuerdo con otros estudios realizados con nuestro material vegetal y en las mismas condiciones y también en el entorno de los resultados obtenidos en la India por Nalawadi *et al.* (1973) (Martínez, 1999).

Respecto a la polinización se exponen algunas conclusiones extraídas de distintos trabajos realizados con variedades autóctonas en condiciones homogéneas de cultivo y clima, como son:

- La máxima viabilidad del polen coincide con el periodo de máxima floración, excepto para algunos clones como el ME15.
- La autopolinización es muy importante para algunas variedades, como ME16, mientras que en otras, las menos, el polen es prácticamente incompatible con su propio pistilo (ME5), aunque gran número presentan un alto grado de autoincompatibilidad. La autopolinización puede variar entre el 0 y el 100%.
- La polinización cruzada varía entre el 0 y el 70%.
- La polinización entomófila varía entre el 0 y el 32%.
- La polinización anemófila varía entre el 0 y el 39%.
- El periodo durante el que permanece receptivo el estigma va desde 2 días antes de la antesis hasta 3 días después de ésta.
- El periodo de polinización efectiva va desde el día de la antesis hasta 3 días después.
- Si se desea conservar polen, ésta es mucho más eficaz a 5°C que a 28°C.
- El poder germinativo del polen es superior incubándolo a 28°C que a 5°C.

4.3.3. Otros aspectos de interés en la fisiología del granado

Dada la importancia de algunos de los aspectos reseñados en la bibliografía consultada y con la experiencia propia, expondremos a continuación algunos de los que consideramos de interés:

La producción de sierpes o pollizos es una característica propia de la especie en nuestra ecología, no habiéndose encontrado individuos sin ellas más que en contadas ocasiones donde las condiciones salinas impedían su desarrollo; la propagación vegetativa de estos árboles en otras condiciones condujo a la producción de sierpes. Éste es un carácter no deseado, por lo que se buscan individuos que produzcan el menor número posible.

Tanto la presencia de espinas como la producción de ramos anticipados, carácter que suele ir ligado al primero, son no deseados. Éstos caracteres tienen una compo-

nente genética muy importante y poco se puede hacer para reducir su presencia con la aplicación de técnicas culturales, por lo que, como en el caso anterior, se buscan individuos sin espinas y con el menor número posible de ramos anticipados.

Se ha observado que cuando se aplica el ANA (Ácido α -naftalen acético) a las hojas, en aspersión foliar, éstas se vuelven amarillas y se caen a los pocos días del tratamiento (Matveen, 1951).

La aplicación de antitranspirantes al 2-2,5% a árboles de 17 años, realizados por Bacha e Ibrain (1980) en Egipto, a primeros de julio (4-5 semanas antes de la recolección), redujo el rajado de los frutos en experimentos realizados durante dos años; asimismo, estos productos no indujeron ningún efecto en la producción ni en la composición química de los frutos.

La aplicación de GA_3 a dosis de 250 a 1.000 ppm, entre el 26 de junio y el 27 de agosto en Irán, redujeron el rajado de los frutos, no existiendo diferencias en cuanto a la concentración de hormona utilizada (Sharifi y Sepahi, 1984).

El tratamiento de granados con Alar (SADH), en Irán, a las dosis de 500, 1.000, 2.000 y 3.000 ppm efectuado 15 días después de la floración y repitiendo éstos dos semanas más tarde, inhibieron el crecimiento, y este efecto se incrementó con la concentración del producto. Asimismo, el Alar redujo el diámetro de los frutos, mientras que aumentó el número de los mismos, no produciendo ningún efecto significativo sobre el contenido en sólidos solubles ni de vitamina C (la media de los valores hallados fue del 17,2% de sólidos solubles y de 19,2 mg de vitamina C por 100 c.c. de zumo). La caída de frutos fue más pronunciada durante los 45 días posteriores al tratamiento, siendo más reducida con las concentraciones más altas de Alar (Tafazoli y Badiza Degan, 1972).

Estudiando los efectos del Ethephon (Ácido 2-cloroetil fosfónico), en esta especie frutal, Shaybany y Sharifi (1973), en pulverizaciones foliares a 500, 1.000, 1.500 y 2.000 ppm, dieciocho días antes de la recolección, observaron que con el incremento de la dosis de este regulador, las concentraciones de los sólidos solubles, pH, vitamina C y la relación azúcares/ácidos, decreció marcadamente. Sin embargo, la caída de hojas y de frutos, así como el porcentaje de ácidos en el fruto aumentaron. Experimentos similares se realizaron en España con Ethrel (Ethephon) aplicado en pulverización foliar 3 semanas antes de la recolección, como generador de etileno, produciéndose un amarilleamiento generalizado seguido de la defoliación casi total.

Respecto al granado enano (*Punica granatum cv. nana*), al que también nos referiremos más adelante por su aplicación ornamental, Chinn y Criley (1982) observaron, en EE.UU., que éste florece en condiciones controladas con fotoperiodos de 8-24 horas.

Otros aspectos de interés que serán tratados en sus apartados específicos son los que hacen referencia al color exterior del fruto y al de las semillas, que son de gran interés comercial; así Kriventsov y Arendt (1986), hacen referencia a la presencia de distintos antocianos en el zumo como responsables de su color. Otros estudios hacen referencia a su composición en ácidos grasos insaturados, de gran interés para la

prevención de enfermedades coronarias, como los de El Shaarawy y Nahapetian (1983), Melgarejo *et al.* (1995; 1999) y Hernández *et al.* (1998), mientras que otros hacen referencia la composición en azúcares y ácidos de distintas variedades (Crncevic (1953), Melgarejo *et al.* (2000) . Todos éstos y otros estudios, no sólo presentan interés para conocer la composición de los frutos de esta especie, sino también por su aplicación quimiotaxonómica práctica para distinguir algunas variedades y grupos varietales.

Por último, Kader, Chordas y Salaheddin (1984), en California, experimentando la combinación de la aplicación de distintos tratamientos de etileno con el almacenaje frigorífico, llegaron a las conclusiones siguientes:

- 1°. Las granadas no maduran fuera del árbol por lo que deben recolectarse en su momento óptimo.
- 2°. Los tratamientos de etileno no tienen influencia en el color externo de los frutos, ni en el color del zumo, ni en la composición química de las granadas.
- 3°. La humedad relativa del 95% en el almacenaje frigorífico minimiza las pérdidas de peso.
- 4°. Las granadas son susceptibles de daños por el frío si se almacenan más de un mes entre -3 °C y 5 °C.
- 5°. La temperatura mínima de almacenaje hasta los dos meses es de 5 °C.
- 6°. Más largos almacenamientos en cámara frigorífica deben hacerse a 10 °C para evitar daños en el fruto.

Estas conclusiones quedan corroboradas por Ben Arif *et al.* (1985), en Israel, estudiando la variedad de granada Wonderful, donde también apreciaron que la granada no es un fruto climatérico.

Ensayos posteriores realizados por nuestro grupo de trabajo han puesto de manifiesto la posibilidad de conservar durante más de 5 meses las granadas a 5°C, mediante el uso de polímeros plásticos, consiguiendo una perfecta conservación del producto en el que no se apreciaron pérdidas de peso ni por ataques fúngicos ni por alteraciones fisiológicas, siendo mínimas las pérdidas tras simular un periodo de comercialización de una semana a 15°C, en comparación con los frutos conservados a la misma temperatura sin envoltorio plástico en los que las pérdidas por las distintas causas aumentan considerablemente a partir del tercer mes de conservación.

5. IMPORTANCIA DEL CULTIVO EN ESPAÑA

5.1. INTRODUCCIÓN

España es uno de los principales países productores de granadas del mundo y el mayor productor y exportador europeo a mucha distancia de otros países de este continente. La producción española se concentra fundamentalmente en dos provincias, Alicante y Murcia donde se cultiva respectivamente, el 85% y el 9% de la superficie española dedicada a este frutal (MAPA, 1996). En Alicante a su vez este cultivo se concentra fundamentalmente en tres municipios, Elche, Albuera y Crevillente, por orden de importancia, lo que pone de manifiesto su importancia socio-económica para éstos.

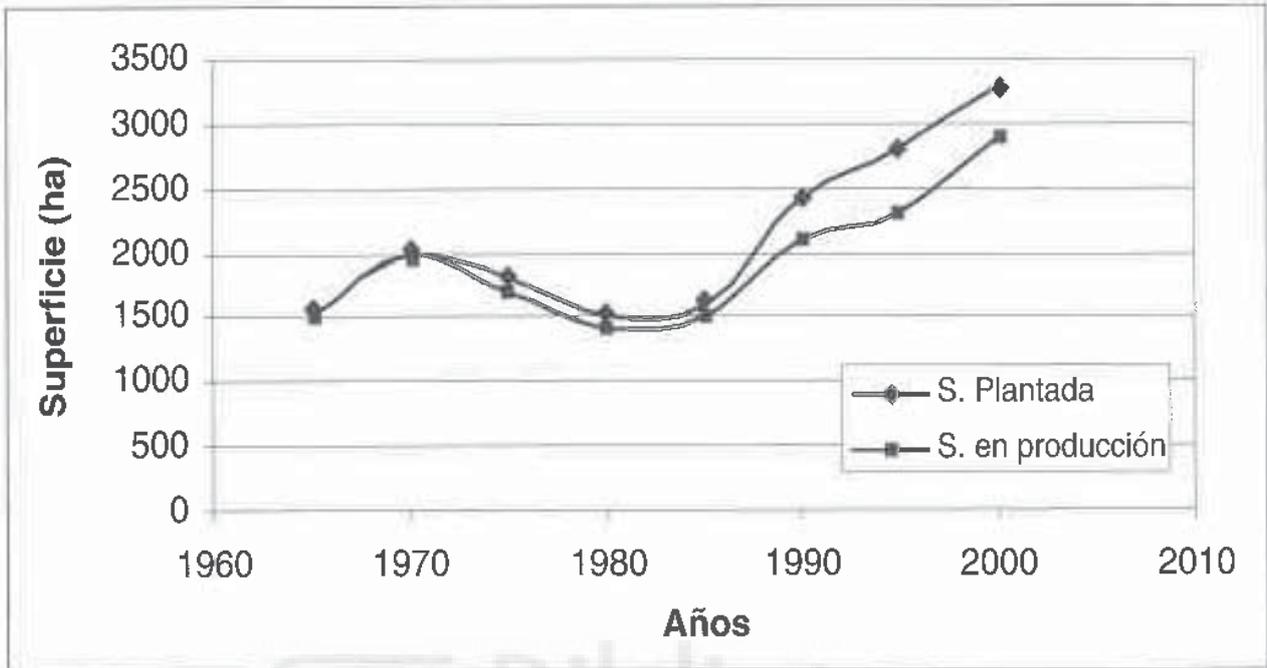
Durante los últimos años el granado ha alcanzado su mayor superficie de cultivo en España, pero este incremento no se debe precisamente a las numerosas leyendas y propiedades extraordinarias que se le han atribuido a lo largo de la historia, sino a su rentabilidad, sobre todo teniendo en cuenta que se desarrolla de manera rentable en zonas donde difícilmente podrían competir con él otros frutales cultivados en el Levante español. Este frutal es capaz de tolerar suelos y aguas salinas, suelos con mal drenaje y presentar al mismo tiempo una extraordinaria resistencia a la sequía. Para nosotros merece el calificativo de "frutal de zonas áridas y de agua salada", sin que de aquí se desprenda que éste no prefiera suelos y aguas de mejor calidad agronómica, como lo demuestran las nuevas fincas plantadas en tierras de excelente calidad y utilizando agua también de buena calidad, en los que se obtiene una excelente vegetación y producción.

5.2. EVOLUCIÓN DEL CULTIVO EN ESPAÑA

El granado, comparado con otros frutales, no ha sufrido incrementos notables en los últimos decenios, registrándose periodos en los que incluso se han producido descensos de la superficie dedicada a su cultivo. En la gráfica siguiente puede observarse tanto la evolución de la superficie total en plantación regular como la superficie en producción.

En la gráfica se observa como a partir de 1970 se produce una separación entre las curvas de superficie plantada y superficie en producción, cifrándose en unas 100 ha en 1975. Entre 1970 y 1980 la superficie plantada se reduce desde 2.000 a 1.500 ha. A partir de 1980 se produce un gran crecimiento, alcanzándose el máximo histórico de 3.300 ha en el año 2000, con unas 400 ha que todavía no han entrado en producción.

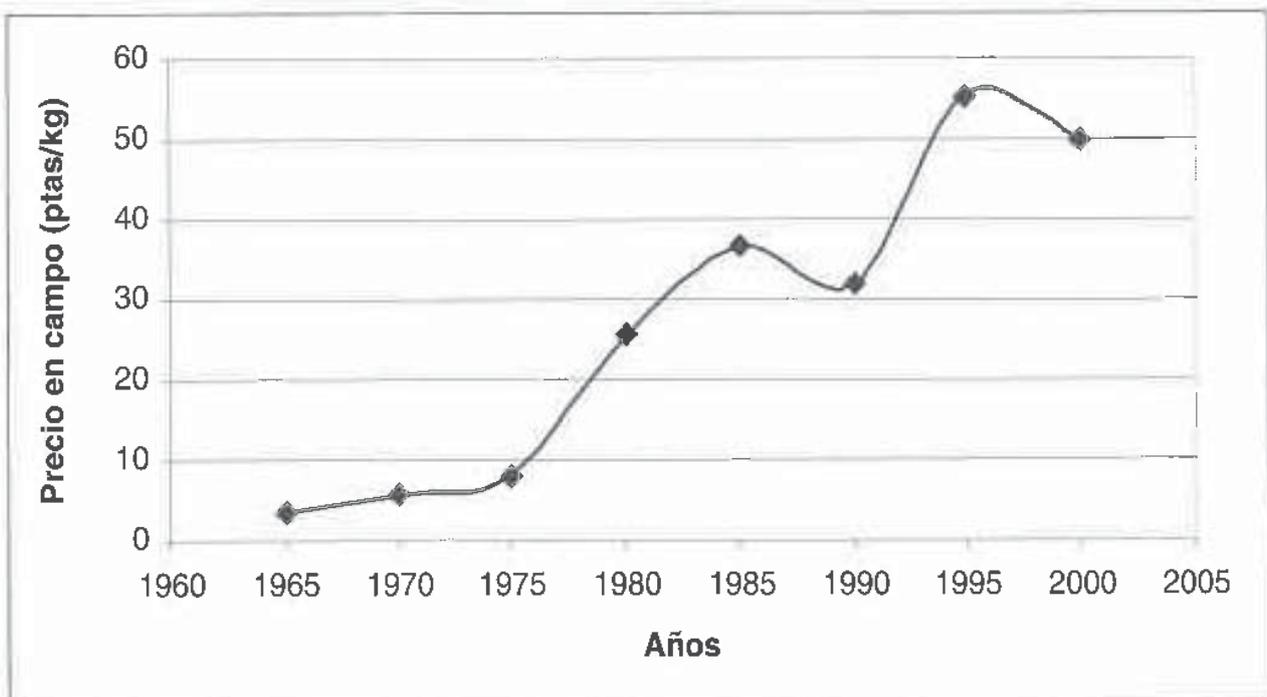
Gráfico 13
Evolución de las superficies plantada y en producción (1965-2000*)



Fuente: MAPA (2000); *: Estimación propia.

Este fuerte crecimiento se debe, fundamentalmente, a la progresiva evolución del precio obtenido por el agricultor, como podemos apreciar en la gráfica siguiente:

Gráfico 14
Evolución de precios de granada (1965-2000*)



Fuente: MAPA (2000); *: Estimación propia.

Los precios alcanzados en el año 2000 en el árbol fueron los siguientes:

- Mollar de Elche: 35-55 pts/Kg.
- Valenciana: 55-65 pts/Kg.

Los agricultores asociados en cooperativas de comercialización o en Sociedades Agrarias de Transformación suelen percibir unas 5-10 pesetas más por kilogramo, con independencia de la variedad cultivada.

Para la interpretación de la gráfica expuesta debe tenerse en cuenta las siguientes consideraciones básicas:

- a) El precio indicado corresponde a medias aritméticas y no al valor medio ponderado.
- b) Ni en la gráfica expuesta, ni en otras fuentes se diferencian precios por variedades.
- d) En el año 2000 se refleja una caída del precio que puede ser explicado por:
 - El incremento de la producción que se produce en los últimos años sin que aumente ni la competencia de los compradores, especialmente exportadores, ni la exportación en la misma medida.
 - Aunque ha aumentado el consumo interno, no se ha producido ningún avance en la comercialización de nuevos productos semielaborados y derivados, lo que unido al desconocimiento sobre el desgranado del fruto hace que la demanda no se haya incrementado al mismo ritmo que el incremento de producción.

En la actualidad, y a pesar del buen momento que, en general, ha atravesado el sector, el aumento de la producción podría afectar negativamente al precio percibido por el agricultor, si no se adoptan medidas urgentes que favorezcan el consumo de este producto; el aumento progresivo de las exportaciones, fundamentalmente, es lo que está manteniendo los precios a los niveles citados, con tendencia a la baja, ya que desde 1990 la ratio *kg exportados/kg producidos*, ha pasado del 61'5 al 53%, lo que pone de manifiesto la necesidad de realizar un esfuerzo adicional en la promoción del producto en los mercados internacionales.

Especial mención merece la situación de los dos principales grupos varietales cultivados “mollares” y “valencianas”. Las primeras, de mayor calidad y productividad mantienen un precio más estable a lo largo del tiempo, siendo todas ellas de media estación (se recolecta desde mediados de septiembre hasta finales de octubre o primeros de noviembre), mientras que las segundas son un grupo de variedades tempranas, menos productivas, a los marcos utilizados, y de peor calidad gustativa (se recolectan entre la primera semana de agosto y el 20 de septiembre). Las variedades del grupo Valencianas, que hace unos 10 años se pagaban en campo entre 150 y 200 ptas/kg, están llegando al nivel de producción máximo que por el momento admite el mercado, ya que su precio ha decrecido a medida que se ha ido incrementado la producción, alcanzando un valor mínimo en el año 2000 (unas 55-65 ptas/kg), lo que unido a su menor producción por unidad de superficie las sitúa prácticamente en su umbral de rentabilidad, especialmente aquellas más tardías, por solaparse su maduración con las primeras “mollares”, de mayor productividad y calidad. No obstante, los clones más tempranos, de recolección en agosto, todavía alcanzan excelentes pre-

cios. La evolución de precios de cada uno de los grupos varietales en las dos últimas campañas, ha sido:

Precio percibido por el agricultor (Ptas/Kg)			
Año	2001	2002	2003
Valencianas	65-80	70-85	
Mollares	45-50	50-55	55-70 pts/kg.

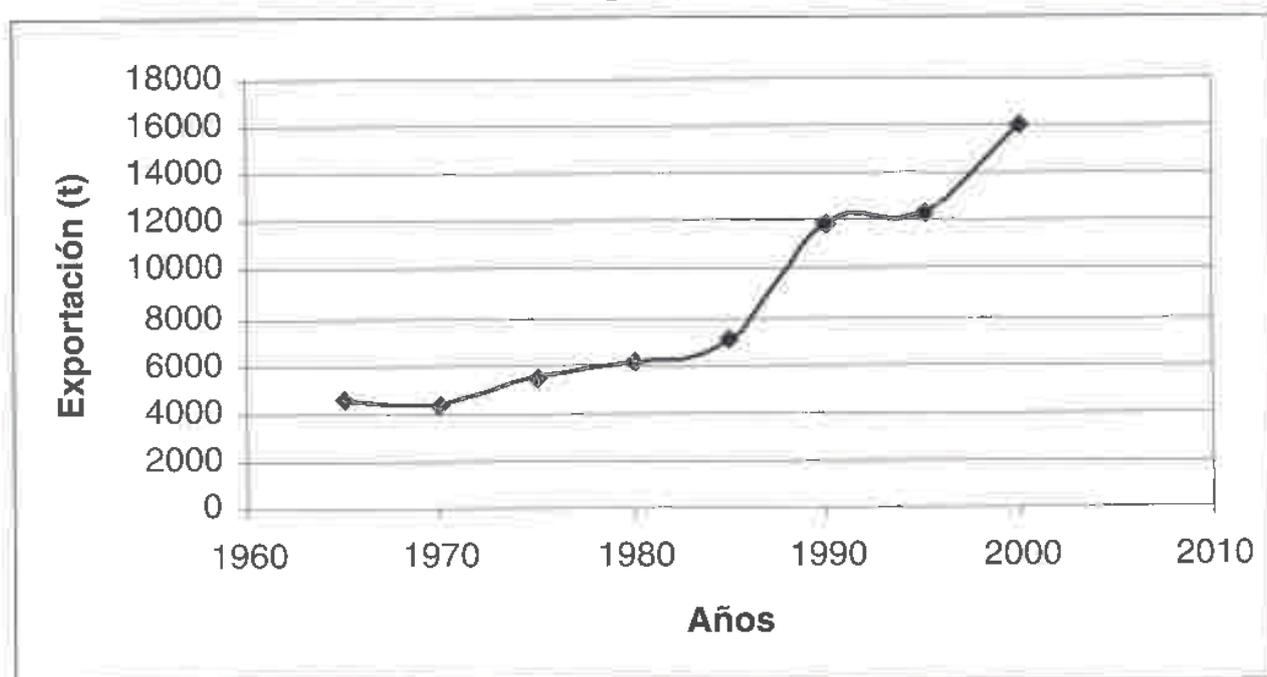
5.3. EVOLUCIÓN DE LA PRODUCCIÓN Y DE LA COMERCIALIZACIÓN ESPAÑOLA

Considerando que en el año 2000 la producción ya ha superado las 30.000 t, que en este año existen unas 400 ha que no han entrado en producción y la mejora en las técnicas de cultivo que se producen año tras año, los expertos del sector estiman que para el año 2005 podrían superarse las 50.000 t.

En cuanto a la evolución de los mercados nacionales de granada destacan los correspondientes a las dos grandes ciudades españolas, Mercamadrid en Madrid y Mercabarna en Barcelona; la cantidad vendida en el mercado interior es inferior al 45% del total comercializado, siendo mayoritario el porcentaje destinado a la exportación.

La exportación de granadas queda reflejada en el gráfico que se expone a continuación:

Gráfico 15
Evolución de la exportación (1965-2000*)



Fuente: MAPA (2000); Paños (1998) *: Estimación propia.

5.3.1. Caracterización del sector exportador

Como puede apreciarse en el gráfico anterior, la exportación de granadas ha experimentado un gran incremento desde 1965 hasta el 2.000*, pasando de 4.500 t hasta 16.000 t (*: estimación personal). Entre los factores que han determinado el aumento de la exportación de granadas españolas, pueden citarse:

- Incremento de la producción durante los meses de agosto y septiembre, consiguiendo alargar la campaña de comercialización hasta los meses de enero y febrero. En 1994 se exporta por primera vez en el mes de agosto (gracias al significativo incremento del cultivo de variedades tempranas, aunque algunas distan mucho del estándar de calidad que exige el consumidor, lo que sin duda acabará pagando el Sector). Con estas nuevas producciones, el mes de septiembre se convierte en el 2º mes en el que mayor cantidad se exporta, detrás del mes de octubre que ocupa el primer lugar, superándose en ese mes la exportación de noviembre que tradicionalmente ocupaba el 2º lugar; hay, por tanto, un desplazamiento de la producción hacia épocas más tempranas, diversificándose los envíos en el tiempo. A esta diversificación contribuye también el aumento de las exportaciones en los meses de enero y febrero, como consecuencia de la mejor aplicación de las técnicas de manipulación y de conservación frigorífica, aunque el sector no suele disponer de cámaras modernas en las que las condiciones ambientales puedan mantenerse dentro del rango óptimo para conservar el producto con calidad durante más de tres meses; los ensayos realizados al respecto junto con el uso de polímeros plásticos hacen posible conservar el producto en buenas condiciones e incluso alargar fácilmente el periodo de comercialización, lo que supone una gran ventaja por favorecer la regulación del abastecimiento del mercado desde el origen.

Tabla 39
Exportaciones por meses en la campaña 1997-98

	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Total
t	270	4.056	5.650	3.513	1.432	185	6	15.111
%	1'79	26'84	37'38	23'24	9'48	1'22	0'04	100

Fuente: Paños (1998).

- La entrada de España en la Comunidad Económica Europea en 1986, permitió que se aumentasen las exportaciones hortofrutícolas españolas, lo que a su vez favorece la exportación de granadas en épocas en las que hay poco producto, junto a otros productos más demandados, en envíos conjuntos, viéndose el sector favorecido por un efecto de masa crítica necesaria para poder realizar envíos, siendo al mismo tiempo recíproca la influencia positiva de la exportación de granada sobre el envío de pequeñas cantidades de otros productos.

Como ya se indicó anteriormente, durante los últimos años, España exporta anualmente más del 50% de su producción (porcentaje muy importante comparándolo con el que se obtiene para la mayoría de los frutales), siendo el principal productor y exportador de granadas europeo. Esta característica nos diferencia claramente de los principales países productores de la Cuenca Mediterránea, Turquía y Túnez; el primero produce unas 60.000 t anuales y el segundo entorno a 55.000 t/año; éstos se diferencian de España, entre otros aspectos referentes al cultivo, por tener una red comercial menos desarrollada que la española, exportando solamente entorno al 2-7% de su producción.

Considerando la cantidad de producto exportado, podemos decir que existe un gran número de empresas exportadoras. En la campaña de 1997-98 participaron un total de 81 empresas en la exportación de granadas, lo que supone una media de 185'5 t exportadas por empresa; a esto hay que añadir que el 72% de la exportación fue realizado por 9 empresas (Paños, 1998), de donde podemos deducir que muy pocas de ellas tienen capacidad de innovación tecnológica para abordar los nuevos retos de calidad, presentación y servicio que imponen los mercados internacionales. El número de entidades asociativas que participaron en la exportación durante la campaña citada fue de 10, con un porcentaje exportado del 22'45% del total (Paños, 1998). En los últimos diez años el porcentaje de producto exportado por entidades asociativas, se encuentra estancado entorno al porcentaje expuesto anteriormente, lo que no supone un avance para resolver uno de los principales problemas de los pequeños agricultores, que son la mayoría, la comercialización (Melgarejo, 1991); efectivamente, un mayor grado de asociacionismo permitiría conseguir mejoras importantes como:

a) Mayor control de la oferta en los mercados.

b) Mayor control sobre la época adecuada de recolección. Este es un problema que afecta al grado de madurez y consecuentemente a la calidad, siendo ésta una característica esencial para la aceptación del producto por el consumidor. En ocasiones se realizan recolecciones anticipadas aprovechando el buen momento de los mercados, sin tener en cuenta que se trata de un fruto no climatérico y que por tanto su madurez no evolucionará durante su conservación y transporte, ofreciéndose, en estos casos, un producto no suficientemente apto para el consumo, que además de provocar su propio desprestigio, satura el mercado influyendo negativamente sobre los precios. Debe tenerse en cuenta que el granado produce una floración escalonada y que por tanto los frutos también maduran escalonadamente, por lo que debe establecerse un calendario de recolección adecuado, realizando de 2 a 4 cortes en los momentos oportunos (Melgarejo, 1991). La recolección del fruto se efectúa durante los meses de agosto, a noviembre, recolectándose aproximadamente y en función del clima, un 2-5% en agosto, un 10-15% durante septiembre, un 60-80% en octubre y un 10-20% durante el mes de noviembre. El producto, recolectado en el momento oportuno, suele conservarse en cámaras frigoríficas durante 2-4 meses, por lo que esta

técnica de conservación puede evitar la saturación de los mercados ofreciendo la máxima calidad, siempre que se tomen medidas para mantenerlas en condiciones óptimas; a partir del mes de enero comienzan a observarse los problemas típicos de la conservación, apareciendo un importante número de frutos con alteraciones internas que se incrementan notablemente durante el periodo de comercialización, aspecto que alcanza mayor importancia si el producto almacenado fue clasificado previamente, lo que se debe, además de al envejecimiento natural, a los golpes sufridos durante la manipulación, ya que normalmente las líneas de confección son polivalentes y no han sido específicamente diseñadas para la confección de granadas.

c) Se eliminaría en gran parte el "oportunismo comercial", con lo que además de obtener un producto con las mejores características organolépticas, se obtendría un buen calibre, al tiempo que se produciría un cierto incremento de la producción, concienciando al agricultor de la importancia que sobre el producto final y sobre el precio tienen el momento y grado de aclareo más adecuados. Si comparamos la cotización del producto en función de su calibre, veremos que mientras para el mercado inglés no tiene excesiva importancia (aunque va en aumento), si la tiene en el resto, pudiendo duplicarse el precio en los calibres gruesos. La influencia del calibre sobre el precio del producto, como factor de calidad apreciado por el consumidor, así como el color, pueden ser tales que, según Vicente (1988), "la masiva influencia de calibres pequeños, 40 e inferiores, con grado de selección relativo, hacen que la demanda no sea suficiente en el mercado del Reino Unido, así como que en las zonas mineras de este mercado, principales receptoras, se adopten otros métodos terapéuticos, frente al tradicional que era el consumo de granadas".

d) Se podría conseguir un mejor calibrado y presentación, ya que las pequeñas empresas del sector no pueden soportar las inversiones necesarias en maquinaria de manipulación de precisión. La pequeña cantidad de granada exportada por la empresa media de este sector, 185'5 t/Ud en 1997/98, es un factor negativo.

e) Se pueden realizar programas de tratamientos, fertilización, etc., dirigidos por los técnicos de las entidades asociativas con objeto de aumentar la calidad y el rendimiento de las explotaciones agrícolas.

Otro aspecto a destacar es el incremento de países que cada año se suman a la lista de clientes de los exportadores españoles; en la actualidad las granadas españolas son conocidas mundialmente, habiendo alcanzado los mercados de Canadá y EE.UU. por el Oeste y los de Japón por el Este, siendo España líder mundial en la exportación de granadas. El principal destino de la granada española exportada son los países de la U.E. a los que en la campaña 97-98 se destinó el 82'62% (Paños, 1998). Nuestros principales clientes son, por orden de importancia: Francia, Reino Unido, Países Bajos e Italia; los Países Bajos en realidad no consumen toda la granada importada sino que, gracias a su excelente red comercial, reexportan una gran cantidad del producto español, por lo que puede decirse que Italia ocupa el tercer lugar entre los países consumidores de nuestra granada.

5.4. TENDENCIAS Y CONCLUSIONES

El gran incremento sufrido por este cultivo en los últimos años está poniendo de manifiesto la necesidad de adoptar medidas que reduzcan el riesgo que conlleva un incremento de la producción mucho más rápido que el incremento en el consumo. Este aspecto, que hace peligrar la economía tanto de las explotaciones agrícolas como de las empresas comercializadoras del sector, ha desencadenado un interés investigador hacia los problemas que afectan a este frutal. Esta situación crítica, donde la oferta puede superar a la demanda, negativa a corto plazo, creemos sin embargo que beneficiará al sector, ya que está despertando el interés de los afectados y de la Administración pública para afrontar y resolver el problema. De este interés nacen nuevas ideas y actuaciones que permitirán mantener este cultivo de manera rentable, ya que ésta y otras pequeñas fruticulturas solucionarán una parte del problema de la fruticultura del Sureste español y muy especialmente aquellas que, como el granado, son capaces de tolerar medios de cultivo inasequibles para otros muchos cultivos.

Como conclusiones de todos los datos y reflexiones expuestas, podemos destacar las siguientes:

1º.- Es imprescindible realizar una selección del material vegetal existente, tipificarlo y ponerlo a disposición del sector. La búsqueda de nuevas variedades permitirá escalar la producción, mejorar la calidad en aspectos tan importantes como color, tamaño, sabor, contenido en fibra bruta de las semillas, resistencia al albardado o soleado, mayor resistencia al agrietado y mayor rendimiento en semillas. Durante los últimos diez años se han realizado selecciones en distintos países europeos, destacando el banco de germoplasma existente en la Escuela Politécnica Superior de Orihuela (Universidad Miguel Hernández); en éste se han estudiado las características de los distintos clones, de modo que en la actualidad se dispone de material que puede mejorar notablemente la productividad media y la calidad de las plantaciones actuales.

Asimismo, deben buscarse patrones que permitan la mejor adaptación al medio y con resistencia al escaldado del tronco que es uno de los problemas que más afecta al patrón, según hemos podido observar en las plantaciones comerciales.

2º.- Debe establecerse un plan de mejora de las técnicas de cultivo que permita optimizar la calidad del producto.

3º.- Debe alargarse el periodo de producción con objeto de escalar la comercialización, comenzando antes y acabando después, lo que además nos permitiría competir con las granadas de otros países como Israel, Egipto o Irán.

4º.- Debe evitarse que se comercialicen frutos verdes, de semillas duras, con excesivo contenido de fibra bruta, albardados, etc, en definitiva de baja calidad, ya que éstos desprestigian al producto, dificultando el aumento de su consumo y perjudicando gravemente la comercialización y consumo de los frutos de gran calidad.

5º.- Hay que aumentar el nivel tecnológico de los almacenes de manipulación, perfeccionando además las técnicas de conservación frigorífica, tratamientos postrecolección, etc., así como la presentación del producto.

6°.- Facilitar la creación de empresas, de dimensión suficiente, para que puedan ejercer su influencia sobre el mercado, individual o colectivamente, evitando la caída de los precios y haciendo más asequible y rentable la implementación tecnológica necesaria.

7°.- Debe profundizarse en la investigación y desarrollo para el desgranado mecánico, ya que este proceso es el principal problema que se plantea al consumidor, lo que facilitaría el aumento del consumo. Este aspecto permitirá y facilitará además:

a) Comercializar el producto pelado en tarrinas como producto de cuarta gama.
 b) Profundizar en las técnicas de congelación, para su consumo en toda época.
 c) Obtener nuevos productos derivados: zumos, licores, mermeladas, confituras, jaleas, granos en almíbar, etc. Ya hemos conseguido con un alto nivel de calidad en la fabricación de jaleas, mermeladas y confituras; el proceso industrial para la fabricación de estos productos permitiría aprovechar, al mismo tiempo, la porción leñosa de las semillas.

d) El proceso de desgranado permitirá además concentrar en la industria la corteza del fruto, con lo que podría ser utilizada para piensos, para la obtención de taninos, como combustible, etc.

e) Se podrán aprovechar los frutos rozados, rajados, albardados, calibres inferiores, etc., que representan un porcentaje importante; hoy apenas son aprovechables, y en muchas ocasiones sólo sirven para desprestigiar al producto fresco y competir en el mercado con el de mejor calidad, reduciendo los precios.

8°.- Es necesario seguir investigando las cualidades nutritivas, dietéticas y terapéuticas, que sin duda posee el producto, con lo que además de conocerlas podrían ser utilizadas en la promoción del producto comercializado.

9°.- Por último, resulta imprescindible crear la Denominación de Origen de la Granada, como elemento fundamental para defender un estándar de calidad en las zonas acogidas, que sin duda redundará positivamente sobre el consumidor y sobre el productor.

6. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LAS PRINCIPALES ZONAS DE CULTIVO EN ESPAÑA

6.1. ECOLOGÍA DEL GRANADO

El granado vegeta en los climas tropicales, subtropicales e incluso templados prefiriendo los cálidos, de tipo Mediterráneo y los subtropicales, ya que en los templados no acaba de madurar convenientemente; en este último clima el árbol se utiliza más como ornamental que como frutal, observación que ya era conocida desde la Edad Media y que fue recogida por Alonso de Herrera (1513), quien indica: *Los granados son árboles que quieren aires calientes, o templados, que en los lugares fríos no se pueden criar, y aunque se criassen no llevaiian fruto. Su fruto es de tres*

diferencias, o maneras en su sabor, dulces, o agros, o en medio que llaman agrodulces: mas aunque en el fruto ay esta diferencia, no la ay en el arbol para en las maneras de sus labores, que todos quieren una manera de aire y tierras; o gruessas o recias, o gredales, o arcillas, y aun en arenales se crian bien, con tal que sea una arena gruessa, sustanciosa, y si es tierra tal que les convenga, sufren cualquier sitio, o altos, o valles, o llanos, y son de tal calidad, que en los lugares que son asperos y pedregosos, con muy poca sustancia que la tierra tenga, basta para bien fructificar, y no requieren lugares muy humedos: porque aunque con el humor los granados se hacen lindos, y muy crecidos y verdes, llevan las granadas muy acedas, y de poca dura, aunque ventaja tienen los granados, que estan en buena tierra suelta y sustanciosa para mejor genero, mas para guardar las granadas, son mejores las de tierra enjuta, y arenisca.

Con respecto a los países tropicales hay que indicar que en climas húmedos el fruto es de menor calidad, por lo que los mejores frutos son los obtenidos en la ecología mediterránea y subtropical, donde el periodo de las altas temperaturas estivales coincide con la maduración del fruto. En este orden de ideas parece que el granado tiene cierta semejanza con la palmera datilera y sólo cuando éste tiene una cierta humedad en sus raíces y un ambiente extremadamente cálido en la copa, da los frutos de más alta calidad. Esto no quiere decir que el granado no soporte bien la sequía y que bajo condiciones de estrés no llegue a vegetar a costa de producir poco.

En las áreas subtropicales, las zonas más satisfactorias para el cultivo del granado son los valles interiores o lugares donde los veranos son cálidos y secos, dando esta climatología los frutos de mejor color y sabor. Las zonas costeras y las áreas de veranos suaves son límites para la producción comercial de frutos; por ello, en éstas, se ve más como árbol ornamental que como árbol frutal (La Rue, 1980). El granado se adapta a un amplio espectro de suelos en mayor medida que otras especies frutales, sin embargo, los mejores huertos son los de suelos profundos más que los arenosos, así como también los arcillosos.

Por otro lado, esta especie frutal tolera suelos moderadamente salinos así como otros de poco drenaje, aunque su producción y crecimiento es peor que en los suelos anteriormente indicados. En consecuencia, el granado, como otras especies frutales, prefiere los suelos de mejor calidad.

Con respecto a las bajas temperaturas, esta especie llega a vegetar donde las temperaturas en la época de reposo descienden por debajo de -15°C , y sólo ciertas variedades de frutos ácidos, así como ciertos cultivares de Asia Central, que son más rústicos, están mejor adaptados a los fríos invernales y resisten incluso hasta los -25°C ó -30°C (Aleksandrow, 1950). Asimismo, aunque el granado brota tardíamente, como un peral, teme a las heladas tardías de primavera llegándose a helar, como hemos comprobado en el paraje de Román, término municipal de Jumilla (Murcia), cercano a la línea divisoria con el término municipal de Abarán (Murcia), no habiéndose observado heladas tardías de importancia en las zonas tradicionales de cultivo, en las provincias de Murcia y Alicante.

La resistencia del granado a la salinidad, anteriormente indicada, sólo es superada por la palmera datilera (*Phoenix dactylifera* L.) e igualada por el azufaifo o jinjolero (*Zizifus vulgaris* L.), lo que hace de él un frutal apreciado y aprovechable en zonas de aguas salinas donde no es posible el uso rentable de otras especies frutales.

Por otro lado, el granado junto con la higuera (*Ficus carica* L.) y el almendro (*Prunus amigdalus* Batsch) son las especies más resistentes a la clorosis férrica. Según las investigaciones realizadas por Sánchez-Capuchino (1986), las especies frutales estudiadas tanto por su resistencia a la clorosis férrica como a la salinidad, han sido las siguientes:

Tabla 40
Resistencias diferenciales a la salinidad de los principales cultivos frutícolas

GRUPO 1: Poca resistencia	
Níspero del Japón/Franco	1
Cerezo/P. avium	1
Manzano/Patrones clonales	1
Melocotonero/Melocotonero franco	1-2
GRUPO 2: Resistencia Media	
Albaricoquero/Albaricoquero franco	1-3
Peral/Membrillero	2-2
Melocotonero/Ciruelos pollizos	2-2
Albaricoquero/Ciruelo mirabolano	2-2
Albaricoquero/Ciruelos pollizos	2-3
Caqui/Franco	2-3
Ciruelos/Ciruelos	2-3
GRUPO 3: Bastante resistentes	
Almendro/Almendro franco	3
Peral/Peral	3-4
Viníferas/patrones adecuados	3-4
Viníferas/francas de pie	3-5
Olivo/Acebuche	3-4
GRUPO 4: Muy resistentes	
Granado	4-3
Higuera	4
GRUPO 5: Extraordinaria resistencia	
Chumbera	5
Azufaifo	5
GRUPO 6: Máxima resistencia	
Palmera datilera	6

A igualdad de patrón, existen importantes diferencias varietales. La clave de puntuaciones convencionales utilizada es de 1 a 6 (1 es muy sensible y 6 muy resistente).

Respecto a su resistencia a la caliza, podemos decir que en nuestros trabajos se han encontrado suelos con un porcentaje de caliza activa superior al 22%, donde el

Tabla 41
Comportamientos medios de determinadas combinaciones injerto/patrón frente a la clorosis férrica

Melocotonero/Melocotonero franco	1
Peral/Membrillero	1-2
Manzano/Manzano franco	3
Cítricos/Naranja amarga	3-4
Ciruelos/Ciruelos	4
Albaricoquero/Albaricoquero franco	4-5
Olivo	4-5
Granado	5
Higuera	5

Se ha establecido una puntuación convencional con los siguientes significados: 1, combinaciones muy sensibles; 2, combinaciones sensibles; 3, combinaciones con cierta resistencia; 4, combinaciones resistentes; 5, muy resistentes.

granado produce satisfactoriamente, aunque no todas las variedades presentan tan alto nivel de resistencia.

No obstante, en los suelos calizos y salinos, donde habitualmente se cultiva, suele apreciarse la clorosis férrica en verano, cerca del periodo de maduración de los frutos. Ésta puede corregirse con aplicaciones preventivas de quelatos de hierro, aplicados en primavera y verano; de este modo, no sólo se evita la aparición de la clorosis sino que se obtienen beneficios adicionales en la cantidad y precocidad de la cosecha. En muchos casos esta clorosis es transitoria, y poco después de la recolección desaparece sin necesidad de realzar aplicaciones de hierro, aunque su uso es recomendable en muchos casos.

En el Sureste español el nivel de materia orgánica es bastante bajo con carácter general, pudiendo constituir, en algunos casos, un factor limitante de la producción.

Se puede deducir, en conclusión, que el granado puede vegetar en condiciones rentables en las zonas salinas de las Vegas Bajas del Vinalopó y del Segura (Elche, Crevillente, etc,...), en bastantes zonas de la Región de Murcia y en otras zonas de España de similares características agroclimáticas, obteniéndose en estas condiciones ecológicas los frutos de máxima calidad que se conocen hoy en día y en especial en el caso de los frutos de la variedad población Mollar de Elche, que es la principal variedad española cultivada y organolépticamente una de las mejores del mundo.

6.2. ESTRUCTURA SOCIOECONÓMICA DE LAS ZONAS DE CULTIVO

Dada la importancia del cultivo en la provincia de Alicante, nos centraremos en ella, pero no sin antes mencionar que en la Región de Murcia este cultivo ha tenido una gran aceptación, habiendo pasado de 52 ha en 1985 a 225 ha en 1990, lo que

supone un incremento del 332%, pasando las producciones de 548 t en 1985 a 747 t en 1990 y 1.446 t en 1996. A diferencia de lo que ocurre en la provincia de Alicante, donde existe gran número de fincas pequeñas, en Murcia son proporcionalmente más frecuentes las fincas grandes.

En la provincia de Alicante, el granado se cultiva fundamentalmente, por orden de importancia, en los municipios de Elche, Albuera y Crevillente, y especialmente en los dos primeros, ya que Elche posee aproximadamente el 51%, Albuera el 36% y Crevillente el 9% de las plantaciones.

6.2.1. Estructura socioeconómica de Elche (Alicante)

El municipio de Elche cuenta con unos 191.713 habitantes (IVE, 2000), concentrándose cerca del 90% de éstos en esta ciudad ya que su población, por sectores, se dedica fundamentalmente a la industria (51,9%), a los servicios (33,5%), a la agricultura (7,4%) y a la construcción (7,2%). Por tanto nos encontramos ante un municipio fundamentalmente industrial y con poca participación de la población activa en la agricultura, que es fundamentalmente minifundista, por lo que en muchas ocasiones el empresario agrícola es obrero de otro sector, dedicándose a tiempo parcial a la agricultura con los inconvenientes que ello conlleva para el desarrollo de una agricultura avanzada, siendo su nivel de formación generalmente bajo y poco especializado en lo que se refiere a nuevas técnicas, con escasos conocimientos técnicos en general y bajo grado de mecanización de sus explotaciones. Según el censo agrario del INE (1989), en Elche existen 3.861 explotaciones con superficie agrícola utilizada, distribuyéndose la tierra por intervalos de superficie de la siguiente manera, según el grado de parcelación:

Tabla 42
Distribución de la tierra según tamaño de parcela en Elche

Intervalos	Nº de parcelas	%
– De 0,1 a 4,99 ha	3.108	80,50%
– De 5 a 9,9 ha	540	14,24%
– De 10 a 19,9 ha	149	3,86%
– De 20 a 49,9 ha	44	1,14%
– De.....>50 ha	10	0,26%

El municipio tiene 21.770 ha en parcelas de explotaciones agrícolas, de las que 20.659 ha se tienen en propiedad (94,9%), 937 ha se tienen en arrendamiento (4,47%), 158 ha en régimen de aparcería (0,7%) y 16 ha en otros regímenes (0,07%).

De la totalidad de la superficie 480 Km², el 45,35% se destina a cultivos, dedicándose 5.961 ha a cultivos herbáceos, 6.787 ha a frutales, 250 ha a olivar y 400 ha a

viñedo. En este municipio, el granado junto con la palmera datilera constituyen los frutales más característicos, habiéndose producido un fuerte incremento del primero en los últimos años gracias a la llegada de nuevas aguas procedentes del trasvase Tajo-Segura y, sobre todo, al buen comportamiento de los precios alcanzados por la granada en los últimos años.

La superficie estimada de granado en este municipio en 1991 era de 1.100 ha, de las que unas 100 ha todavía no habían entrado en producción, habiéndose incrementado esta cifra en los últimos años.

6.2.2. Estructura socioeconómica de Albufera (Alicante)

El municipio de Albufera cuenta con 8.521 habitantes (IVE, 2000), concentrándose cerca del 70% de éstos en el núcleo urbano. Su población por sectores se dedica fundamentalmente a la agricultura (64,6 %), a los servicios (25,8%) y a la industria (9,7 %). Se trata de un municipio básicamente agrícola y con una participación alta de la población activa en la agricultura, que es fundamentalmente minifundista, siendo el agricultor en muchas ocasiones empresario de otro sector como el de servicios o la industria, dedicándose a tiempo parcial a la agricultura (IVE, 1990). Según el censo Agrario del INE (1989), en Albufera existen 1.271 ha en parcelas de explotaciones agrícolas utilizadas, distribuyéndose la tierra por intervalos de superficie de la siguiente manera, según el grado de parcelación:

Tabla 43
Distribución de la tierra según tamaño de parcela en Albufera

Intervalos	Nº de parcelas	%
- De 0,1 a 4,99 ha	1.119	88,03
- De 5 a 9,9 ha	116	9,13
- De 10 a 19,9 ha	29	2,28
- De 20 a 49,9 ha	3	0,13
- De.....>50 ha	4	0,31

El municipio tiene 5.765 ha en parcelas de explotación agrícolas, de las que 5.263 ha (91,3%) se tienen en propiedad, 79 ha (1,37%) se tienen en régimen de arrendamientos, no existe aparcería y 423 ha (7,34%) se tienen en otros regímenes.

De la totalidad de la superficie 73,09 Km², el 47,23 % se destina a cultivos, dedicándose a cultivos herbáceos 648 ha, a frutales 2.511 ha, a olivar 104 ha, a viñedo 150 ha y a otras tierras labradas 3 ha. En este municipio los cítricos, el granado y la higuera son los frutales más característicos, habiéndose producido un importante crecimiento de estos frutales durante los últimos años como consecuencia de la llegada de nuevas aguas procedentes del Trasvase Tajo-Segura.

La superficie estimada de granado en este municipio en 1991 era de unas 710 ha de las que unas 30 ha todavía no habían entrado en producción.

Son características comunes tanto a los dos municipios estudiados, como al resto en los que se cultiva el granado las siguientes:

- El grado de mecanización es mínimo.
- El sistema de riego utilizado fundamentalmente es el de inundación.
- En la mayoría de los casos, labores como la poda, tratamientos fitosanitarios e incluso de laboreo del suelo, son realizadas por empresas o especialistas dedicados a prestar estos servicios al pequeño empresario agrícola.
- El asesoramiento técnico se realiza a través de: técnicos de la Conselleria de Agricultura i Pesca, técnicos de empresas de productos agro-químicos, técnicos de empresas de riego, y más raramente a través de técnicos de la propia empresa agrícola.

Nos encontramos por tanto ante un cultivo en el que se apoyan gran número de familias, al menos parcialmente, con un grado de desarrollo y mecanización bajo, que se efectúa de manera muy tradicional, con poco apoyo de la Administración para la mejora del sector y que sin embargo es muy importante para los municipios citados, siendo una verdadera alternativa a otros cultivos, fundamentalmente en las zonas donde tradicionalmente se ha cultivado.

6.3. SUELOS DE LAS PRINCIPALES ZONAS DE CULTIVO

Como ya se indicó, el granado se adapta a una gran gama de suelos, en mayor medida que la mayoría de las especies frutales cultivadas en el Sureste español, tolerando suelos salinos, con deficiente drenaje, etc.; sin embargo, como otras especies frutales vegeta y produce más en los suelos de mejor calidad. A continuación se exponen las características más relevantes en cuanto a suelo y clima en los municipios de Elche y Albuera, por ser éstos donde más se cultiva esta especie en España.

6.3.1. El suelo en el campo de Elche

En esta zona, los suelos donde tradicionalmente se ha cultivado el granado presentan las siguientes características:

La textura suele ser limo-arcillosa, limo-arenosa y franco-arcillosa, encontrándose con cierta frecuencia zonas con una degradación de la estructura por floculación de arcillas; son los denominados “saladares” donde solo suele verse la palmera datilera, la higuera y el granado como especies frutales.

El pH del suelo está comprendido entre 7 y 8 y suele ser pobre en materia orgánica (< 1,5%). El contenido en carbonato cálcico total y activo suele ser alto, como veremos en los análisis de suelos de esta zona.

Generalmente el granado se ha plantado en aquellas áreas donde las aguas son

más escasas o más salinas. Entre las aguas más salinas destacan las que proceden del Hondo de Elche (laguna natural que se recarga artificialmente), azarbes y las de los pozos. Las procedentes del río Segura y trasvase Tajo-Segura son de mejor calidad, y suponen un gran alivio para muchas zonas salinizadas, en las que se está produciendo una mejora del suelo y de las producciones como consecuencia del uso de este agua.

Cuando se emplean aguas de mala calidad deben preverse los caudales necesarios para evitar la acumulación de sales en el suelo. En ocasiones se alternan aguas malas con las buenas (generalmente del Transvase Tajo-Segura), ya que el contenido salino de las aguas existentes puede impedir el desarrollo normal de la cosecha. En ocasiones se utilizan aguas con una conductividad eléctrica superior a los 5 mmhos/cm.

6.3.2. El suelo en el campo de Albatera

En este municipio, situado en la Vega Baja del río Segura, donde tradicionalmente se ha cultivado el granado, junto a la higuera, palmera y los cítricos entre otros frutales, los suelos presentan las siguientes características:

- Predominan los suelos pardo-calizos, pedregosos de ladera sobre formaciones coluviales; en este municipio, y en el vecino de San Isidro existe una zona de saladares, donde también se cultiva el granado.
- La materia orgánica suele encontrarse en porcentajes muy bajos, menor del 1,2% en el 71% de los casos, con pH algo inferior a 8 y baja capacidad de intercambio catiónico (suele ser inferior a 10 meq/100g (Ortuño *et al.*, 1969).
- El 60% de los suelos son ligeramente salinos debido a la presencia de sodio y de cloruros y el 36% son salinos o muy salinos con contenidos medios, elevados o muy elevados de ión cloruro (Ortuño *et al.*, 1969).
- En los suelos analizados por nosotros, donde se cultiva el granado con éxito, la textura varía desde franco-arcillo-limosa con contenidos de carbonato cálcico total de hasta el 57% y en caliza activa de hasta el 20,2%.
- En este municipio el cultivo del granado ha ganado superficie durante los últimos años ocupando tierras y utilizando aguas de mejor calidad que las que tradicionalmente se le habían dedicado, sobre todo aquellas zonas que pueden ser regadas con agua del trasvase Tajo-Segura. Las aguas utilizadas para el riego proceden del río Segura, de pozos y del trasvase Tajo-Segura (canal de la margen izquierda).

6.4. EL CLIMA EN LAS PRINCIPALES ZONAS DE CULTIVO

6.4.1. El clima de Elche

La comarca de Elche, situada en el Bajo Vinalopó, es una de las más áridas de España, contabilizándose siete meses de sequía al año. La precipitación media está entorno a las 300 mm anuales, que se distribuyen en los restantes cinco meses, gene-

ralmente en otoño y primavera. La temperatura media anual se sitúa entorno a 17°C, registrándose las temperaturas más bajas en enero con una media de 11°C, y las temperaturas máximas se alcanzan en agosto con una media de 27°C.

La insolación anual registrada está entorno a 3.000 horas y los vientos más frecuentes en la comarca son el Levante, Leveche y Mistral.

El agua para riego puede obtenerse de las siguientes fuentes:

- Pozos situados en las mismas explotaciones. Es un sistema poco utilizado, y el agua obtenida es muy salina.
- Río Vinalopó. El agua, desde el pantano de Elche, construido en el Siglo XVII, se divide hacia ambos márgenes por las acequias Mayor y Marchena.
- Río Segura. El agua se obtiene del propio río mediante elevaciones.
- Comunidades de riego. Aprovechan las aguas sobrantes del río Segura. Surgieron así las sociedades "Nuevos riegos del progreso" y "El porvenir". La Comunidad de riegos de Levante es una sociedad fundada en 1918 con capital fundamentalmente extranjero y administrada por una comisión gestora, es la más importante de las comunidades existentes en la comarca. Se creó para la distribución y venta de los 8.200 l/seg de agua del río Segura que tenía como concesión a perpetuidad, abasteciendo a una amplia zona agrícola de unas 30.000 ha regables, situadas entre Orihuela y Alicante y comprendiendo un total de 22 términos municipales (San Juan, Muchamiel, Elche, Crevillente, Cox, etc.) (Melgarejo, 1988). En la actualidad también toma agua de la laguna de Elche (El Hondo) y del trasvase Tajo-Segura.

Como resultado de la aplicación de la clasificación agroclimática de Papadakis según el atlas agroclimático nacional de España (1986), para la estación meteorológica de Elche C.D.A. resulta:

Estación: Elche C.D.A.

Tipo de invierno: Citrus (Ci)

Tipo de verano: Gossypium menos cálido (g)

Régimen térmico: Su

Régimen de humedad: Mediterráneo seco (Me)

Lluvia lavado: 7,2

Índice anual de humedad: 0,27

Tipo climático: Mediterráneo subtropical.

donde: Ci = Citrus; g = Gossypium menos cálido; Me = Mediterráneo seco. Las exigencias climáticas del cultivo, según el atlas citado pueden verse en el cuadro siguiente.

Según el trabajo realizado en el atlas agroclimático nacional de España (1986), la relación entre Zonas Agroclimáticas-Cultivos para la tripleta Ci, g, Me (tipo de invierno, tipo de verano, régimen de humedad), correspondiente a la estación Elche C.D.A. y para el cultivo del granado, resulta: **2, sr**, donde:

2: cumple los requisitos exigidos por el cultivo.

s: cultivo de secano.

r: cultivo de regadío.

Tabla 44
Requisitos climáticos del cultivo

Cultivos	Tipo Invierno	Tipo Verano	Régimen Humedad	Observaciones
Ciruelo	ti, o más suaves	t, o más cálidos	Hu, o riesgo	Prunus domestica, tiene aproximadamente la misma resistencia a inviernos que el manzano. Prunus salicina tiene bajos requerimientos en frío y puede cultivarse en regiones con inviernos relativamente cálidos. Un clima que es bueno para el melocotonero, es también bueno para el ciruelo; pero utilizando las variedades apropiadas, puede cultivarse en climas con inviernos muy fríos o muy cálidos para el melocotonero. Cuando se quiere producir ciruela-pasa se exige el mismo clima, pero con veranos secos (mediterráneos o desérticos).
– Otros de frutos carnosos:				
Higuera	av, o más suaves	g, o más cálido	Sin riesgo, con Me o más húmedos Con riesgo, me o desértico	Más resistente al invierno que el olivo. El verano debe ser seco. Es resistente a la sequía.
Granado	Ci, o más suaves			Tan resistente a heladas como los Citrus. Muy poco exigente en frío. Menos que Prunus salicina. Se cultiva en toda la cuenca mediterránea. En secano es poco productivo y los frutos son de baja calidad. No le perjudican los climas más cálidos. Es más, los frutos mejoran en calidad.
Palmera	Ec, Tp, tP, tp	g, c, O	HU, Hu, MO, Mo, mo	Siete o más meses húmedos. Incluso en climas Hu, responde bien al riego. Con riego se puede cultivar incluso en desierto.

6.4.2. El clima de Albaterra

El municipio de Albaterra presenta un clima similar al del resto de los municipios de la Vega Baja del Segura y de características muy similares a los de la comarca de Elche. La precipitación media está entorno a los 300 mm anuales. La temperatura media anual se sitúa entorno a los 18°C, descendiendo la temperatura media a 11°C en el mes más frío (enero) y subiendo hasta 26°C en el mes más cálido (agosto).

La insolación anual registrada se sitúa entorno a las 3.010 horas, lo que hace de esta zona una de las de mayor insolación del país, superada solamente por Huelva (3.050 horas) y Cádiz (3.233 horas) (Cabrera *et al.*, 1977).

El agua de riego se obtiene de las siguientes fuentes:

- Pozos. El agua que se obtiene es bastante salina.
- Río Segura. Se obtiene mediante acequias y elevaciones, y la salinidad del agua suele ser muy variable con la estación del año.
- Comunidades de regantes. Destaca la comunidad de Riegos de Levante cuyas aguas proceden del río Segura y del trasvase Tajo-Segura.
- Trasvase Tajo-Segura. A través del canal de la margen izquierda. El agua es de buena calidad.

Para determinar la clasificación agroclimática de este municipio, así como la relación entre la zona agroclimática y el cultivo considerado, utilizaremos el atlas agroclimático nacional de España (MAPA, 1986). Dado que el Instituto Nacional de Meteorología no posee estación meteorológica en Albaterra y la similitud de clima y proximidad con el vecino municipio de Orihuela (ambos pertenecientes a la comarca de la Vega Baja del Segura), tomaremos para su clasificación los datos correspondientes a la estación Orihuela C.H.S., de la que resulta:

Estación: Orihuela C.H.S.

Tipo de invierno: Ci

Tipo de verano: G

Régimen térmico: SU

Régimen de humedad: Me

Lluvia de lavado: 16,8

Índice anual de humedad: 0,28

Tipo climático: Mediterráneo subtropical.

donde: Ci = Citrus; G = Gossypium más cálido; y ME = Mediterráneo seco.

Las exigencias climáticas del cultivo son las que se han expresado en el punto anterior, según el atlas citado. Asimismo, la relación entre zonas Agroclimáticas-Cultivos para la tripleta Ci, G, Me, correspondiente a la estación Orihuela C.H.S. y para el cultivo del granado, resulta: **2, sr** de donde se deduce, como en el punto anterior que la zona agroclimática cumple con las requisitos exigidos por la especie.

7. MATERIAL VEGETAL

7.1. INTRODUCCIÓN

El material vegetal es el elemento principal de toda plantación frutal, por lo que tendrá un peso específico importantísimo en el resultado de la explotación comercial de una especie. En el caso del granado, la información sobre las características del material vegetal, para realizar una elección adecuada, conlleva un trabajo extraordinario debido a la escasez de publicaciones sobre la especie.

El granado es una especie que se adapta a todo tipo de suelos y climas (Alonso de Herrera, 1513), tolerante a la sequía, a la salinidad, a la clorosis férrica (Sánchez-

Capuchino, 1986) y a la caliza activa (Melgarejo, 1993). En efecto, hemos comprobado que, en general, la especie es capaz de vegetar en las peores condiciones de cultivo del Sureste, junto con la higuera, la chumbera y la palmera datilera. Se ha cultivado tradicionalmente en zonas de saladares, como los de Elche, Albatera y Crevillente, en la provincia de Alicante. En este área, donde su cultivo es muy importante, el clima es Mediterráneo Subtropical, según la clasificación de Papadakis (MAPA, 1986), con 7 meses de sequía al año (la precipitación media es de unos 300 mm/año) y una temperatura media entorno a los 17,5°C, siendo uno de los climas más áridos de España. Las altas temperaturas estivales que se producen aquí, mejoran la calidad de la fruta (Melgarejo y Martínez, 1989; 1992), aunque la gran diversidad varietal existente, incluso dentro de una misma parcela, es la principal responsable de la falta de calidad y de productividad de muchas plantaciones. Por ello, resulta imprescindible conocer el material vegetal existente, ya que sólo de este modo podremos elegir aquél que se adapte a las distintas situaciones de cultivo y conseguir los objetivos perseguidos de calidad, productividad, precocidad, etc.

En este apartado, dedicado al material vegetal, pretendemos alcanzar los siguientes objetivos:

- 1º. *Conocer la problemática del material autóctono de granado.*
- 2º. *Conocer las características más importantes que deben buscarse en esta especie.*
- 3º. *Conocer los patrones y variedades más importantes de granado en España.*
- 4º. *Conocer los sistemas de propagación más utilizados en la especie.*

7.2. PATRONES

La única clasificación de patrones conocida hasta el momento es la que distingue entre patrones *agrios o bordes* y patrones *dulces*. Los primeros son árboles cuyos frutos son agrios, presentan un elevado contenido en ácidos orgánicos (AO); los segundos son árboles utilizados como variedades habitualmente (con menor contenido en AO), por lo que no precisan ser injertados, salvo que se desee realizar un cambio varietal. La *acidez*, que permite clasificar tanto los patrones como las variedades, varía en esta especie entre límites amplios, pudiéndose clasificar el material de acuerdo con los siguientes nombres y rangos (Melgarejo, 1993):

Grupo varietal	Acidez valorable (a.v.) (%)	a.v. (%) Excepciones
Variedades dulces:	0'15 (PB1)-0'48 (SFB1)	0'74 (PTO9)
Variedades agridulces:	0'54 (PTO7*)-0'91 (PTO8*)	
Variedades agrias:	2'34 (BA1**)-2'69 (BB1**)	

Del mismo modo podemos clasificar los patrones y las variedades por el índice de madurez (IM), como se verá más adelante.

Estos límites de acidez establecidos no son definitivos, ya que se han obtenido a partir del material vegetal autóctono de granado seleccionado y estudiado por nosotros hasta el momento.

Los requisitos exigibles a los patrones de granado, son:

- 1°.- Resistencia a los ataques de barrena (*Zeuzera pyrina* L.).
- 2°.- Resistencia al escaldado del tronco.
- 3°.- Resistencia a la salinidad.
- 4°.- Resistencia a la asfixia radicular.
- 5°.- Resistencia a la caliza activa.
- 6°.- Resistencia a la sequía.
- 7°.- Resistencia a los nematodos.
- 8°.- La baja o nula producción de sierpes.
- 9°.- Que presenten una capacidad de enraizamiento alta.

Los patrones agrios son más valorados por los agricultores que los dulces, debido a que a los primeros se les atribuye mayor resistencia, en general, a los ataques de barrena, al escaldado del tronco, a la salinidad y a la asfixia radicular. Estas 4 características serán como mínimo exigidas, a un patrón de granado, para que pueda utilizarse en los suelos donde habitualmente se cultiva en la provincia de Alicante. Estos patrones agrios, al ser variedades tardías, inducen este carácter en las variedades injertadas sobre ellos.

A continuación comentaremos las características citadas:

Zeuzera pyrina L. es una plaga polífaga, perteneciente al orden Lepidópteros, familia Cossidae, que taladra ramas y tronco (con mayor frecuencia ramas jóvenes y finas) haciendo galerías de sección circular. El ciclo biológico de *Z. pyrina* generalmente dura 2 años, pero en regiones cálidas como la nuestra puede completarlo en 1 año. El adulto realiza la puesta en verano bajo la corteza del granado y el periodo de incubación es de unos 7 días. La oruga se introduce rápidamente hacia la zona del cambium, donde permanece unos dos meses para después seguir profundizando en la madera (Domínguez, 1976). La rotura de los vasos liberianos y leñosos dificulta la circulación de la savia, por lo que el árbol se debilita, envejece y es incapaz de dar una producción normal. Si el ataque es intenso la parte afectada del árbol se seca. El control de la plaga resulta difícil por la forma de vida que tienen las orugas, por lo que es necesario utilizar métodos de lucha indirectos de resultados inciertos; entre éstos se citan el uso de ramas cebo, las aplicaciones fuertes de nitrógeno con riegos copiosos para vigorizar el árbol y la utilización de cebos trampa luminosos en la noche; de los 3 métodos citados, el último es el que mayor interés presenta, ya que así podremos realizar tratamientos directos a “curva de vuelo”, pues los adultos vuelan para aparearse y poner. Conociendo la curva de vuelo podremos conocer la evolución de la “curva de huevos”. De este modo podremos conocer, con alguna antelación, cuándo habrá un máximo de orugas y utilizar entonces insecticidas de gran acción de choque y penetración como el “Mevinfos”, con el que se obtienen ciertos resultados positivos. Éste es un producto penetrante, pero de poca persistencia. Otros productos

como Lebaycid, Diazinon, Fosalon, Ethion y los Piretroides tienen cierta eficacia, aunque menor que el anterior, dependiendo la eficacia del primero o de los segundos de la ubicación de la oruga.

El **escaldado del tronco** es una afección clasificada por el momento como una fisiopatía, por no haber identificado ningún agente patógeno causante de la misma, aunque se cree que está provocada por *Phytophthora*. Provoca la destrucción del sistema vascular de la planta, manifestándose con síntomas y épocas distintas:

a) Escaldado del tronco tipo A: puede presentarse a finales de invierno y a finales de verano, afectando al cuello de la raíz y a 15-20 cm. del tronco. Su descripción puede verse en 14.2.3. Escaldado del tronco.

b) Escaldado del tronco tipo B: es mucho más llamativo. Se produce a **finales de verano** y la afección se extiende por todo el tronco pudiendo llegar hasta las ramas principales. Su descripción puede verse en 14.2.3. Escaldado del tronco.

La **resistencia a la salinidad** es otra de las características buscadas en los patrones de granado, ya que aunque la especie presenta una resistencia generalmente alta frente a la salinidad, existiendo plantaciones que habitualmente se riegan con agua cuya conductividad supera los 3-4 dS/m a 25 °C, por lo que los problemas de salinidad son crecientes en la zona de cultivo del granado, aconsejándose la selección del patrón teniendo en cuenta este factor.

La **resistencia a la asfixia radicular** es también una característica genérica de la especie. Sin embargo, en las plantaciones comerciales, que suelen ser heterogéneas, hemos observado una resistencia diferencial de los distintos individuos a este factor, así como en los suelos salinos de estructura bastante degradada, en los que la permeabilidad es muy pequeña. La manifestación de esta fisiopatía en el cultivo del granado, en las condiciones citadas, nos indica que este factor deberá tenerse muy en cuenta, tanto al elegir el patrón como al proyectar las infraestructuras de la finca para evitar los encharcamientos y facilitar la salida del agua en caso de fuertes lluvias.

La **resistencia a la caliza activa** es otra característica exigible a los frutales que se cultiven en muchas zonas del Sureste. El granado presenta también una gran resistencia a este factor edáfico. Hemos detectado varias plantaciones en perfecto estado, en suelos clasificados como salinos y con un contenido en caliza activa del 22'6%, mientras que en otros casos, con menor contenido en caliza activa, deben realizarse aplicaciones de quelatos de hierro, para mantener la plantación en buen estado, debido a una menor resistencia del patrón utilizado.

La **resistencia a la sequía** es otro de los factores que caracterizan a la especie, pues a diferencia de otros frutales es capaz de tolerar grandes periodos de sequía sin que peligre la vida del árbol. Se conocen antiguas plantaciones de regadío, en zonas con pluviometría de unos 250 mm/año, a las que se les suspendió el riego hace más de 25 años, y donde los árboles sobreviven a pesar del cambio de situación y de la escasez de lluvias.

Por otro lado, la resistencia diferencial observada en plantaciones varietalmente heterogéneas, aconseja tener en cuenta este factor al seleccionar el patrón para la

zona de cultivo en las provincias de Alicante y Murcia, donde las dotaciones de agua no están aseguradas.

La **resistencia a los nematodos**, desconocida en España en este frutal, es otro de los factores a tener en cuenta. Recientemente han aparecido problemas de productividad en algunas plantaciones, responsabilizándose de éstos a nematodos del género *Meloydogine* encontrados, tal como indican Darekar *et al.*(1989) en la India y Siddiqui y Khan (1986) en Libia.

La **baja o nula producción de sierpes** como factor positivo para este cultivo se fundamenta en que la eliminación de éstas conlleva importantes gastos, además de ser un lugar de cobijo y desarrollo de plagas. Por tanto, la selección del patrón teniendo en cuenta este aspecto resulta de gran interés.

La **capacidad de enraizamiento** es otra de las características exigibles a un patrón, ya que aunque existe la creencia de que el granado enraíza fácilmente, algunas variedades necesitan, cuando se propagan por estacilla leñosa, la aplicación de técnicas como el calor de fondo, la producción de heridas o la utilización de auxinas para obtener un % aceptable de estacillas enraizadas.

Como resumen sobre todo lo expuesto sobre patrones de granado, resaltaremos que:

- Debido a que actualmente los conocimientos existentes sobre patrones son insuficientes, debe recurrirse a la elección de pies bordes, que suelen ser resistentes a algunos de los factores indicados anteriormente, cuando se tengan dudas sobre el comportamiento de la variedad como produc-

Fotografía 58

Árbol con bajo número de pollizos



Fotografía 59

Aspecto débil de pollizos tratados con herbicida



Fotografía 60

Árbol con gran n.º de pollizos en primavera



tor directo. Se han iniciado ensayos para conocer la respuesta de los distintos clones de nuestra colección a algunos de los factores indicados, de modo que puedan ser clasificados respecto a los factores que afectan al patrón.

- Como patrones que retrasan la madurez se tienen los bordes en general y específicamente los denominados BA1, BB1 y BO1.
- Como patrones que podrían inducir precocidad, por ser variedades tempranas, tenemos: VA1, VA2, VA3, PTO6, PTO9 y PDO1, además de otros de reciente introducción en la colección.

Algunas características de estas variedades, se expondrán al estudiar las variedades, con objeto de resaltar algunos aspectos diferenciales.

7.3. VARIEDADES ESPAÑOLAS DE GRANADO

Las variedades de granado son muy numerosas existiendo frecuentemente, dentro del mismo huerto, varios genotipos cuyo aspecto es distinguible a simple vista. Al problema de falta de selección varietal hay que añadir la inexistencia de estudios sanitarios, desconociéndose la incidencia de virus o de micoplasmas sobre las poblaciones de granado.

Las características exigibles a las variedades de granado, son:

a) *Características exigibles a los frutos:*

1º.- Que se clasifiquen como dulces y de piñón tierno para el consumo en fresco. Las agridulces de piñón tierno tienen una cuota potencial de mercado mucho más reducida para el consumo en fresco, mientras que las agrias sólo pueden tener interés industrial y como patrones.

- 2ª.- Que presenten un tamaño grande o muy grande.
- 3ª.- Que presenten un gran porcentaje de color rojo exterior.
- 4ª.- Que sus semillas presenten color rojo o rosa intenso.
- 5ª.- Que presenten un elevado rendimiento en semillas (porción comestible).
- 6ª.- Que presenten facilidad para el desgranado.
- 7ª.- Que estén bien conformados y con cáliz no excesivamente largo.
- 8ª.- Que presenten resistencia al agrietado.
- 9ª.- Que presenten resistencia al albardado.

b) *Características exigibles a la planta:*

- 1ª.- Que sea productiva.
- 2ª.- Que presente bajo número de flores estaminadas o “masculinas”.
- 3ª.- Que tenga un periodo de floración y de recolección agrupado.
- 4ª.- Que presente pocas espinas.
- 5ª.- Que presente pocos ramos anticipados.
- 6ª.- Que sea de vigor adecuado para el tipo de suelo utilizado.
- 7ª.- Que presente gran superficie foliar.

Comentaremos brevemente las características citadas:

Para determinar si las variedades se clasifican como **dulces, agridulces o agrias**, podemos recurrir tanto a la **acidez valorable** como al **índice de madurez (SS/A)**. La clasificación realizada, respecto a la acidez valorable ya ha sido expuesta anteriormente, por lo que expondremos ahora los límites entre los que se encuentran las variedades estudiadas en la EPSO (Melgarejo, 1993), para los tres grupos citados, según su IM en la época de recolección:

Grupo varietal	IM (SS/A) (%)	IM (%) Excepciones
Variedades dulces:	31'7 (SFB1)-97'7 (PB1)	22'5 (PTO9)
Variedades agridulces:	17'6 (ADO4)-23'1 (PTO8)	
Variedades agrias:	5'7 (BB1)-6'2 (BA1)	

Si restringimos esta clasificación a las variedades dulces consideradas en nuestros estudios como recomendables o muy recomendables, con la excepción de la PTO9, el IM para este grupo de variedades de mayor interés estará comprendido entre 48'2 (CRO2) y 95'6 (ME18).

Para explicar por qué la variedad PTO9 es dulce, cuando por su IM debería ser agridulce, sólo hemos encontrado el hecho de que su contenido en azúcares reductores es del 15'99% (7'77% de glucosa y 8'12% de fructosa), superior al del resto de variedades agridulces, en las que oscila entre el 12'32 y el 14'10%.

En las variedades extranjeras de granado, que son muy numerosas, también ha sido estudiado este índice. La comparación de éstas con las nuestras nos da idea de la calidad de las granadas españolas, que son posiblemente las mejores del mundo. El-Sese (1988), en Egipto, estudió distintas variedades, encontrando:

Variedad	Acidez (%)	SS (%)	IM
Manfalouty	0'979	17'06	17'42
Nab El-Gamal	0'913	15'23	16'68
Arabi	0'333	14'67	44'05

De los resultados obtenidos por este autor se deduce que la Manfalouty y Nab El-Gamal son variedades agridulces, mientras que Arabi es dulce.

En los estudios realizados por Ben-Arie *et al.* (1984) en Israel y por Chace *et al.* (1984) en California, sobre la variedad **Wonderful**, que es la variedad tipificada más cultivada en Israel y en USA, se considera que la misma es apta para el consumo cuando se alcanzan los siguientes valores mínimos:

Variedad	Acidez (%)	SS (%)	IM considerado aceptable
Wonderful (Israel):		>15	6-13
Wonderful (California):	<1'8		7-12

En California estos frutos pueden superar el 17% de SS, alcanzando el IM valores entre 11-16 y en este caso los frutos son considerados sabrosos. De esta apreciación puede también destacarse la diferencia de calidad de nuestras variedades frente a la Wonderful, conocida mundialmente gracias a la influencia agrícola de norteamericanos e israelíes, aunque realmente es una variedad prácticamente agria, de muy inferior calidad gustativa a nuestras variedades dulces.

Fotografía 61

Fruto de la variedad Wonderful



Fotografía 62

Banco de germoplasma de granado de un año



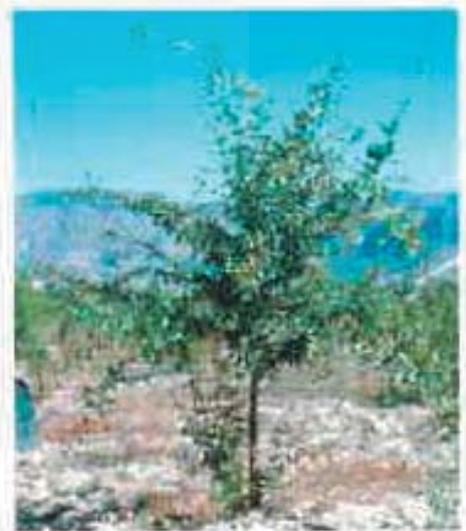
La **dureza de las semillas** o **granos** (porción comestible del fruto). Las semillas son de consistencia leñosa con testa carnosa o pulposa (Gilg y Schürhoff, 1959; Strasburger *et al.* 1986), y la denominación “piñón tierno” o “piñón duro”, se realiza en función de la menor o mayor dificultad que presente para la masticación, según su dureza. De todas las variedades españolas estudiadas, son de piñón tierno aquellas cuyo contenido en fibra bruta es inferior al 9%. La que menor contenido en fibra bruta presenta es la ME11 (5'2%) y la de mayor contenido es la BA1 (18'95%).

Otros índices adecuados para medir la calidad de las semillas para el consumo (Melgarejo, 1993), son:

a.- La dificultad de masticación: Este índice puede obtenerse a través de dos procedimientos distintos:

a1.- Mediante un panel de catadores. Éstos puntúan la dificultad de masticación de las semillas dándole valores entre 1 (dureza inapreciable) y 10 (dureza máxima). Para este índice se elaboró la siguiente clasificación, a través de la degustación de nuestras variedades, con un panel de catadores especializado, resultando:

Fotografía 63
Árbol de porte erecto en banco de germoplasma (1 año)



Grupo varietal	Dureza
Variedades de piñón blando	1'0-4'5
Variedades de piñón semiduro	5'0-6'0
Variedades de piñón duro	6'5-10'0

Este índice, para nuestra colección de variedades, varía entre 1'5 (ME20) y 7 (AB1, PB1, BB1, PDO1 y PDO2).

Si estudiamos el grupo de variedades dulces consideradas como recomendables o muy recomendables este índice varía entre 1'5 (ME20) y 4 (PTO1).

Para las variedades agridulces consideradas recomendables o muy recomendables este índice adquiere el valor 3 (PTO8).

a2.- *Mediante una prensa*: Éste sería un método objetivo de medir la dureza de las semillas, que relacionado con el anterior podría ser utilizado como el índice más adecuado para la caracterización varietal, según la dureza de las semillas.

b.- **El índice de porción leñosa**: $Ipl = (Psst/Ps) \times 100$, descrito por Melgarejo (1993), nos permite medir la **agradabilidad no gustativa**, a través de un procedimiento objetivo como es la relación entre el peso de la semilla sin testa (Psst) y el peso total de la semilla (Ps). Este índice, para el grupo de variedades consideradas como recomendables o muy recomendables varía entre 3'73 (CRO1) y 10'77 (VA1). De todos modos, éste debe ser considerado como secundario frente al contenido en fibra bruta y a la dureza, ya que en algunas ocasiones el Ipl tiene un valor muy bajo y sin embargo las semillas resultan incomedibles.

Respecto al **tamaño del fruto** puede tenerse en cuenta la siguiente clasificación, que agrupa de dos en dos los intervalos establecidos en la Norma de Calidad para granadas (Anónimo, 1981a) y Disposiciones Complementarias (Anónimo, 1981b), dado por Melgarejo (1997):

Peso del fruto (g)	Tamaño
> 376	Muy grande
De 226-375	Grande
De 151-225	Medianos
De 130-150	Pequeños

Los frutos inferiores a 130 g no pueden comercializarse según la Norma, sin embargo, en la actualidad también suelen despreciarse comercialmente los de tamaño inferior a 151 g. En el conjunto de las variedades estudiadas por nosotros y dentro de los grupos considerados como recomendables y muy recomendables, el peso medio oscila entre 259'2 g (ME2) y 460'0 g (PTO1). Las variedades extranjeras citadas anteriormente y cultivadas en Egipto (El-Sese, 1984), alcanzan, en general, un peso superior: Manfalouty (604'3 g), Nab El-Gamal (518'2 g) y Arabi (384'5 g), aunque no debemos olvidar que las 2 primeras son agridulces. No obstante, este parámetro no debe confundirnos, pues el peso del fruto, sin tener en cuenta la producción en kg/árbol o en kg/ha es por sí mismo insuficiente para valorar al individuo.

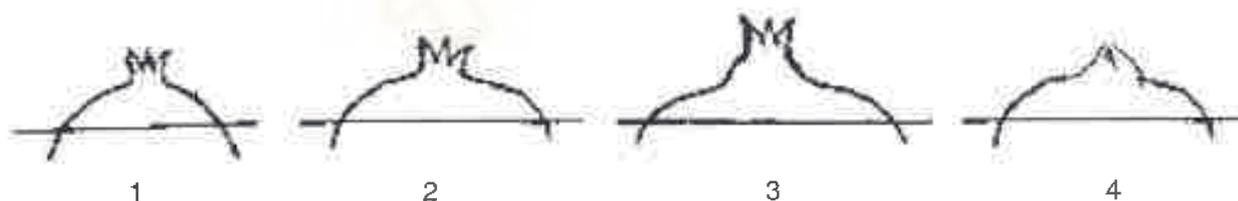
El **color exterior del fruto** es un parámetro especialmente valorado por el consumidor, ya que junto con el tamaño es lo que más le atrae al realizar la compra y, en muchas ocasiones, de esta primera impresión depende el grado de aceptación frente a otros frutos de la misma o distinta especie. Los frutos rojos, más llamativos, son los más apreciados por los consumidores.

El **color de las semillas**, no apreciable externamente, es muy valorado por el consumidor en el momento de ser consumidas, que prefiere el color rojo (rojo intenso o el rosa intenso) frente a los colores más claros.

El **rendimiento en semillas** (porción comestible) es otro de los factores que determinan la calidad del fruto, ya que como se sabe es una baya gruesa que recibe el nombre de balausta, con 8 carpelos, generalmente, repletos de semillas envueltas por las membranas carpelares (un fruto suele tener entre 450 y 650 semillas). En ocasiones, las membranas carpelares, placenta y corteza representan un porcentaje importante del fruto, lo que afecta a su rendimiento en semillas. Este aspecto adquirirá una especial relevancia cuando el fruto se someta a algún proceso industrial. En las variedades españolas estudiadas, este índice varía entre el 58% (VA1) y el 75% (CRO1), lo que nos da una idea clara de su rango de variación e importancia.

La **facilidad para el desgranado** es otra característica que sin duda tendrá interés en el futuro, especialmente cuando los frutos sean sometidos a un proceso industrial; por el momento los estudios realizados al respecto son preliminares, por lo que todavía no podemos valorar este aspecto en la especie.

La **forma del fruto**, es otro factor que influye sobre la elección del consumidor. En este sentido, los frutos **bien conformados** (prácticamente esféricos) y **con cáliz no excesivamente largo** son más apreciados. Los que presentan un cáliz cerrado están menos expuestos a la rotura de los sépalos, presentando una forma más esférica.



La **resistencia al agrietado** adquiere una gran importancia, pues los agrietados no son aprovechables actualmente, ya que los gastos de mano de obra y transporte hacen que estos frutos, generalmente, queden en la parcela y en ocasiones sobre el mismo árbol. Sólo el uso industrial de esta fruta podría dar sentido económico a su recolección. Los daños en los mejores años no suelen ser inferiores al 5% y en los peores pueden superar el 30%. Al igual que en otras fisiopatías se ha observado una resistencia diferencial de las distintas variedades, por lo que la selección de éstas, teniendo en cuenta este factor, resulta de gran interés.

Por otro lado, el agrietado puede controlarse bastante con técnicas de cultivo, especialmente mediante la nutrición hídrica y mineral adecuadas. Sin embargo, al cultivarse tradicionalmente en zonas donde las dotaciones de agua no están aseguradas y generalmente salinas, los desequilibrios hídricos son frecuentes y en consecuencia los daños suelen ser importantes. Finalmente, debe tenerse en cuenta que las lluvias en la época de recolección agravan considerablemente este problema; por

ello, los agricultores, tras una lluvia en época de recolección, intentan recolectar rápidamente el producto para evitar su agrietado.

La **resistencia al albardado** es otro factor importantísimo a tener en cuenta al elegir la variedad, ya que los frutos dañados no son aprovechables para el consumo en fresco, con el agravante de que además del mal aspecto externo (como quemado con pequeñas grietas), se produce una pérdida de color y de sabor de las semillas bajo la zona afectada (los granos quedan incoloros y sin sabor). Las distintas variedades presentan una resistencia diferencial a esta fisiopatía, por lo que la elección adecuada resulta de gran interés. Las pérdidas por este concepto pueden superar a las del agrietado. En este caso, la orientación más adecuada y algunas prácticas como una correcta nutrición hídrica y el buen estado de la planta, pueden mejorar la situación, ya que se produce un déficit hídrico en las zonas más soleadas del árbol, afectando a los frutos expuestos al sol. No se produce en las orientaciones Este y Norte ni en el centro de los árboles, donde los frutos están muy protegidos del sol.

En el año 2000 hemos ensayado, por primera vez, un producto comercializado con el nombre de Surround (Kaolin o Caolinita), formulado como polvo para formar una suspensión de aplicación en pulverización a todo el árbol. Con 3 tratamientos entre junio y agosto al 6, 3 y 3%, respectivamente, se puede conseguir una reducción de más del 15% de los daños causados en los frutos no tratados. El tratamiento resulta viable fisiológica y económicamente.

b) Características exigibles a la planta:

La **productividad** es uno de los objetivos fundamentales de la plantación frutal. Las variedades españolas de granado han sido clasificadas, respecto a este factor, del siguiente modo (Melgarejo, 1993):

Productividad	Kg/árbol
Baja	< 20
Media	20-40
Alta	> 40

El bajo **número de flores estaminadas o “masculinas”** no suele mermar la cosecha, sin embargo cuando el número de flores incompletas de este tipo es muy elevado, puede haber una reducción de cosecha muy importante, hasta el punto de existir variedades cuya productividad, por esta causa, es prácticamente nula. Este aspecto puede verse con más detalle en el apartado 4.6.4. de este capítulo.

El periodo de **floración y recolección**. La floración, que en el granado es en muchas ocasiones excesivamente escalonada, presentando varios picos desde la primavera a finales de verano, debe ser agrupada y en primavera. Los primeros frutos cuajados alcanzan la máxima calidad y los que cuajan tarde no llegan a madurar. Por tanto, se deben seleccionar preferentemente variedades de floración temprana y agrupada. Con ellas, además de obtener mayor cosecha y mayor calidad, se abaratarán los costes de recolección, que son muy cuantiosos por tener que dar de 2 a 4 cortes.

Mayores detalles sobre estos aspectos pueden verse en los apartados 4.1.6., 4.1.7., 4.2. y 4.3.2. de este capítulo.

La presencia de **espinas** es un factor que en muchas ocasiones determina la calidad de la cosecha. Deben seleccionarse plantas que tengan pocas espinas, ya que además de producir rozaduras en los frutos, dificultan y encarecen otras labores de cultivo como la injerta, la poda y la recolección. Este carácter suele ir ligado a la producción de **ramos anticipados** de modo que las variedades que presentan mayor número de éstos, también presentan mayor número de espinas (valoración de 0-5). Asimismo, las plantas con tendencia a producir muchos ramos anticipados dan floraciones más tardías, por lo que muchos de sus frutos no llegan a alcanzar la madurez.

En general, las plantas que presentan un **vigor medio-alto** son preferibles frente a las muy vigorosas y a las de poco vigor, cuando se utilizan en suelos muy salinos. Las muy vigorosas suelen tener tendencia a la verticalidad dando producciones escasas y las poco vigorosas tienen una superficie de fructificación escasa que también puede afectar negativamente a la productividad (valoración de 1-10); sin embargo, cuando los suelos y aguas no son excesivamente salinos, las poco vigorosas con adecuado número de flores hermafroditas pueden ser las más adecuadas para obtener altas producciones, ya que en esta especie se produce con facilidad un desequilibrio a favor del crecimiento vegetativo, pudiendo peligrar la cosecha, por lo que las aplicaciones de agua en la época de floración-cuajado deben mantenerse a un nivel moderado-bajo.

Las plantas con una **gran superficie foliar** presentan la ventaja de proteger más a los frutos de la radiación directa del sol, reduciéndose en ellos el número de frutos albardados.

7.3.1. Características comunes de los grupos varietales establecidos

Grupo Varietal	IM (SS/A)	Dureza de la semilla	Uso normal (Ocasional)	pH	Ácido predominante
D	48'2-95'6	PB: Fb<9% y D<4'5	Variedades	4'38-4'87	Cítrico/Málico
A-D	17'6-23'1 ADO4-PTO8	PB a SD y D<6	Variedades (Patrones)	3'36-4'13 ADO4-PTO8	Cítrico: 0'61-0'78
A	5'7-6'2 BB1-BA1	PD: Fb>9% y D>6	Patrones	2'88-2'95 BA1-BB1	Cítrico: (2'00-2'17) Acético: (0'30-0'37)

D: dulces; **A-D:** agridulces; **A:** agrias o ácidas; **PB:** piñón blando; **PD:** piñón denso; **SD:** piñón semiduro; **D:** Dureza; **Fb:** fibra bruta.

7.3.2. Clasificación de variedades por su interés agronómico comercial

Del trabajo realizado con el material vegetal seleccionado en sus condiciones de cultivo, durante los años 1988 a 1992, se ha podido hacer una primera clasificación del material vegetal en VnoR (variedades no recomendables), VI (variedades intere-

santes), VR (variedades recomendables) y VMR (variedades muy recomendables), teniendo en cuenta únicamente la posibilidad de consumo en fresco y de acuerdo con los siguientes criterios:

– **VnoR:** Presentan características agronómico-fisiológicas, no deseables para el cultivo o para su comercialización: ME3, ME3-1, ME4, ME7, ME8, ME11, ME12, ME13, PDO1, PDO2, PTO7, BA1**, BB1**, BO1**. De éstas, algunas pueden tener un claro interés como patrones o para su aprovechamiento industrial, bien para la fabricación de productos elaborados o para la obtención de sustancias de interés en otras aplicaciones alimentarias o industriales. *: variedades agridulces; **: variedades agrias. Algunos pueden ser recomendables en otras condiciones de cultivo.

– **VI:** Deben comprobarse sus características en condiciones de cultivo adecuadas: ME1, ME6, ME9, ME10, ME19, ME21, MA3, MO2, MO3, MO4, MO5, SFB1, PTO6 y ADO4*.

– **VR y VMR:** Presentan características agronómico-fisiológicas satisfactorias o muy satisfactorias, respectivamente, para su cultivo y comercialización. **VR:** ME2, ME18, MA1, MA2, MA4, MA5, VA1, MO6, PTO3, PTO9, y CRO2. **VMR:** ME5, ME14, ME15, ME16, ME17, ME20, PTO1, PTO2, PTO4, PTO8* y CRO1.

Para seleccionar definitivamente las mejores variedades para su cultivo y comercialización, habrá que esperar todavía los años necesarios para que concluyan los estudios en marcha y para que los árboles, que fueron plantados en marzo de 1992 procedentes de estaquillas enraizadas el año 1991, puedan estudiarse en otras condiciones ecológicas.

7.3.3. Descripción de algunas variedades

Dado el gran número de variedades caracterizadas *in situ*, veremos la ficha varietal completa de 1 de ellas (ME15), la descripción de otras 3 (VA1, PTO8* y BA1**) y algunas características diferenciales entre ME15, PTO8* y BA1**, obtenidas de sus respectivas fichas varietales.

$$I_f = (D_1/L_1) 100$$

$$I_{cc} = (E_c/D_1) 100$$

$$I_c = (L_3/L_2) 100$$

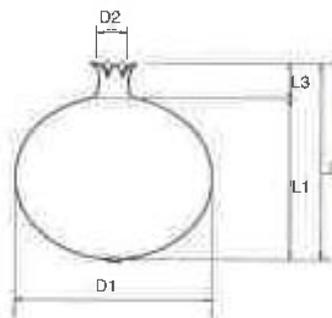
I_f : Índice de forma

I_{cc} = Índice de espesor de corteza

I_c : Índice de corteza

E_c : Espesor de corteza

P: Peso del fruto



Fotografía 64

Árbol de porte llorón en banco de germoplasma (1 año)



Fotografía 65

Banco de germoplasma a los 3 años



Fotografía 66
Aspecto de árbol adulto



Fotografía 67
Aspecto de plantación con calles anchas



Fotografía 68
Plantación en espaldera



Fotografía 69
Árbol joven (2.º año)



Fotografía 70
Aspecto del tronco de un árbol adulto



Fotografía 71
Formación de un árbol con tres troncos



Fotografía 72
Árbol de una variedad mollar en suelo arcilloso



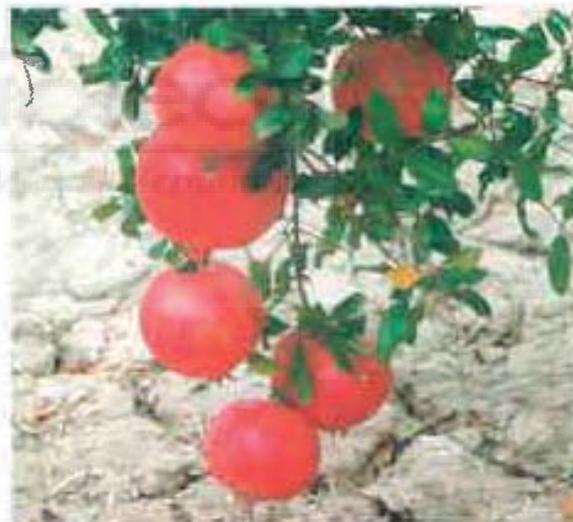
Fotografía 73
Frutos del árbol anterior



Fotografía 74
Fruto de la variedad mollar anterior



Fotografía 75
Frutos de un clon de valenciana en suelo arcilloso y salino



Fotografía 76
Frutos de otro clon de valenciana



Fotografía 77
Clon valenciano en primer plano y de mollarés detrás (más grandes)



7.3.3.1. Ejemplo de ficha varietal: clon ME15

Morfología de frutos

Los índices de forma (I_f), de espesor de corteza (I_{ec}) y de cáliz (I_c), se definen del siguiente modo:

$$I_f = (D_1/L_1) 100; I_{ec} = (E_c/D_1) 100; I_c = (L_3/L_2) 100.$$

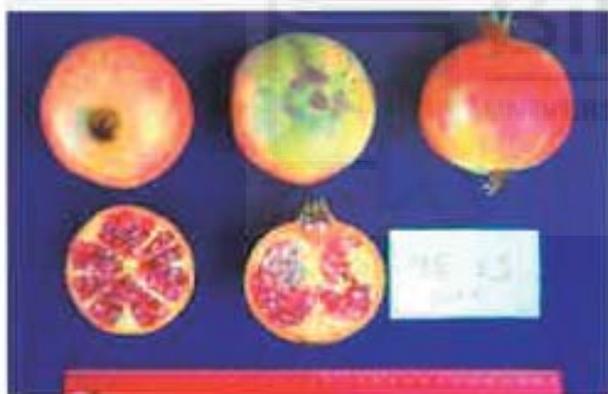
	P_f (g)	D_1 (mm)	D_2 (mm)	L_1 (mm)	L_2 (mm)	L_3 (mm)	E_c (mm)	Carp. (Nº)	P_{c+M_c} (%)	Rto. S. (%)
μ	264'03	81'42	18'01	70'14	85'66	15'52	2'81	7'57	83'67	67'99
σ	47'17	5'34	1'62	4'70	5'15	2'21	0'44	1'01	12'94	3'60
CV (%)	17'86	6'56	0'02	6'70	6'01	14'22	15'66	13'30	15'46	5'29

I_f :116'08%

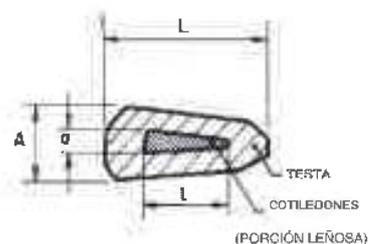
I_{ec} :3'45%

I_c :18'19%

Fotografía 78
Frutos del clon ME15



Fotografía 79
Semillas de ME1



Morfología de semillas (ME15)

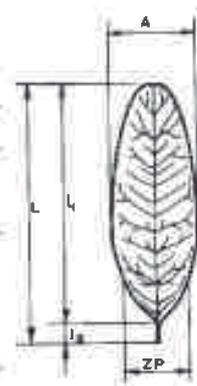
	Semillas completas				Porción leñosa		
	P_s (g)	L (mm)	A (mm)	Agua (%)	P_{pl} (g)	l (mm)	a (mm)
μ	0'35	10'96	7'62	81'67	0'022	6'33	2'69
σ	0'05	0'83	0'78	0'56	0'006	0'44	0'45
C.V. (%)	14'54	7'56	10'25	0'68	24'933	7'04	16'75

Aspecto visual: Rojo.

$I_{pl} = 6'29\%$.

Morfología de hojas (ME15)

	Limbo						Pecíolo	Hoja
	ZD (mm)	ZP (mm)	l_1 (mm)	A (mm)	$l_1 \times A$ (mm)	l_1/A	l_2 (mm)	L (mm)
μ	8'08	9'89	54'92	15'17	857'39	3'65	5'42	60'40
σ	1'81	2'10	12'48	2'99	306'33	0'66	1'45	13'49
CV(%)	22'47	21'24	22'72	19'70	35'73	18'11	26'80	22'33



Características organolépticas de las semillas

	pH	SS (°Brix)	Acidez (%)	IM (SS/A)	FB (%)
μ	4'48	16'8	0'1771	94'9	6'84

Valoración gustativa: Dulce. Dureza: 2.

Características químicas de las semillas (ME15)

* Azúcares (%) y ácidos orgánicos (%):

Fructosa	Glucosa	Sacarosa	Maltosa	Oxál.	Cítr.	Mál.	Láct.	Fum.	Tartá.	Acét.
8'23	7'65	TR	TR	0'056	0'130	0'148	TR	ND	0'016	ND

* Grasas y ácidos grasos en semillas (ME15). Contenido de grasa total: 4'92 %:

$C_{12:0}$	$C_{14:0}$	$C_{16:0}$	$C_{16:1}$	$C_{18:0}$	$C_{18:1}$	$C_{18:2}$	$C_{18:3}$	$C_{20:0}$	$C_{22:0}$	$C_{24:0}$
ND	ND	3'133	0'135	1'321	3'983	5'818	0'361	0'237	0'034	0'044

* Elementos minerales:

N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn	Na	B	Cu
(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)
1'15	0'12	0'77	0'11	0'01	10'4	9'8	11'4	45'3	19'8	6'2

Características agronómico-fisiológicas

Vigor: 9'5.

Productividad: Alta.

Espinosidad: 0.

Inicio de floración: Del 25/3 al 5/4.

Recolección: Del 1/10 al 30/10.

Nº de yemas por nudo: 3, 4 (2).

Emisión de ramos anticipados: 0.

Presencia de hojas dobles: No.

Presencia de frutos albardados: Si.

Presencia de frutos rajados: Si.

Valoración general en las condiciones de cultivo

Variedad de media estación, de vigor alto, productividad alta y sin espinas. Fruto grande, dulce y agradable tanto por el sabor como por la dureza de las semillas. Presenta una coloración roja intensa en más del 80% de su superficie. **VMR**.

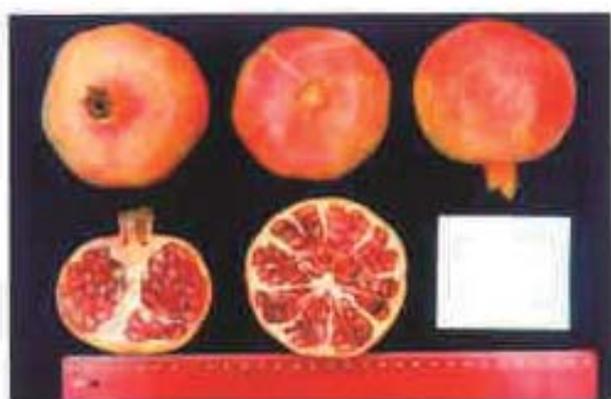
7.3.3.2. Descripción de otras variedades en su zona de origen: VAI, PTO8 y BAI***
VAI:

Variedad temprana, de vigor medio, productividad media y con bastantes espinas (3). Fruto grande, mayor de lo normal en el grupo de variedades denominadas valencianas, algo insípido, con semillas bastante blandas. Presenta una coloración rosácea por la zona de insolación y amarilla por el resto. Es una variedad de calidad inferior, en general, a las del grupo Mollar, pero muy apreciada por el agricultor debido a las altas cotizaciones que alcanza por ser muy temprana, siendo recomendable económicamente, a pesar de no ser de muy buena calidad y de presentar el árbol bastantes espinas; **VR**. No presenta frutos rajados ni albardados.

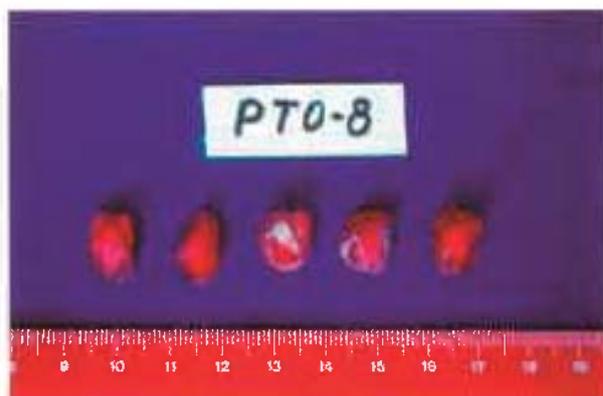
PTO8:*

Variedad de media estación, de vigor bajo, productividad media y sin espinas (0). Fruto grande, algo agridulce, agradable tanto por el sabor como por la dureza de las

Fotografía 80
Frutos del clon PTO8



Fotografía 81
Semillas de PTO8



semillas. Presenta una color rojo en prácticamente el 50% de su superficie, siendo el resto amarillo-anaranjado. **VMR**, si se clasifica dentro del grupo de las agridulces. No presenta frutos albardados.

BA1**:

Variedad tardía, de vigor medio, productividad media con muchas espinas (4). Fruto grande, muy agrio y con semillas duras o piñonencas. Presenta una coloración bastante atractiva. **VnoR** para su consumo en fresco, utilizada tradicionalmente para la obtención de nuevas plantas por estaquillas.

Fotografía 82
Semillas completas y parte leñosa de BA1



7.3.4. Algunas características diferenciales entre los distintos grupos varietales

Características de las semillas:

Clon	pH	SS (°Brix)	Aci. (%)	IM (SS/A)	FB (%)	Dureza	Rto. (S. (%))
ME15	4'48	16'8	0'18	94'9	6'84	2	67'99
PTO8*	4'13	15'1	0'65	23'1	6'42	3	73'76
BA1**	2'88	14'5	2'34	6'2	17'08	7	64'30

Características químicas de las semillas:

Azúcares (%)

Clon	Fructosa	Glucosa	Sacarosa	Maltosa
ME15	8'23	7'65	TR	TR
PTO8*	6'43	5'97	0'07	ND
BA1**	5'54	5'53	ND	TR

Ácidos orgánicos (%)

Clon	Oxál.	Cítr.	Máli.	Lácti.	Fumá.	Tart.	Acét.
ME15	0'056	0'130	0'148	TR	ND	0'016	ND
PTO8*	0'005	0'784	0'104	TR	TR	ND	ND
BA1**	0'013	2'498	0'042	ND	TR	TR	0'370

7.3.5. Características organolépticas de otras variedades consideradas muy recomendables (VMR)

VARIEDAD	pH	SS(%)	Acidez total (%)	I.M. (SS/A)	Fibra bruta (%)
ME5	4'56	16'5	0'1920	85'9	5'46
ME14	4'38	16'1	0'1920	83'8	5'41
ME16	4'56	15'6	0'1835	85'0	5'60
ME17	4'44	15'3	0'1643	93'1	6'53
ME20	4'71	14'9	0'2048	72'7	5'95
PTO1	4'40	14'8	0'2453	60'3	4'94
PTO2	4'24	15'3	0'3136	48'8	6'05
PTO4	4'18	15'0	0'2923	51'3	8'01
CRO1	4'22	15'5	0'3013	51'4	6'40

Aclaración sobre las siglas utilizadas en la denominación de patrones y variedades:

– Si el nombre está compuesto por 2 letras + 1 ó 2 dígitos:

La 1ª letra corresponde al nombre local.

La 2ª letra corresponde al municipio donde se seleccionó.

El número corresponde al nº de orden asignado a cada variedad seleccionada.

– Si el nombre está compuesto por 3 letras + 1 ó 2 dígitos:

La 1ª y 2ª letra corresponden al nombre local.

La 3ª letra corresponde al municipio donde se seleccionó.

Las siglas de las variedades agridulces y agrias llevan, respectivamente, 1 ó 2 asteriscos como superíndice. *: variedad agridulce. **: variedad agria.

Ejemplos:

ME1: Mollar de Elche 1.

ADO4*: Agri dulce de Ojós 4.

MA1: Mollar de Albaterra 1.

SFB1: San Felipe de Blanca 1.

MO5: Mollar de Orihuela 5.

BA1**: Borde de Albaterra 1.

AB1: Albar de Blanca 1.

PB1: Piñonencia de Blanca 1.

PTO1: Piñón tierno de Ojós 1.

7.4. VARIETADES EXTRANJERAS DE GRANADO

Aunque sólo a modo de enumeración, se citan algunas de las variedades cultivadas en distintas zonas y países.

– *Zona Magreb:*

Se incluyen aquí denominaciones varietales de Marruecos, Argelia y Túnez, indi-

cadas por Simonneau (1948), Ayala (1970) y otras. Estas son: Dulce colorada, Granada blanca, Chelfi, Gabsi, Ajelbi, Tounsi, Zeri y Maiki. En *Túnez*, uno de los principales productores del Mediterráneo, Mars (1993) describe las siguientes variedades: Zehri, Gabsi K, Gabsi H, Kalaii, Khedhri, Chelfi, Tounsi, Jebali, Nebli, Mezzi, Zaghouni, Andalousi, Chetoui, Beldi, Bellahi y Garsi.

– *Zona mediterránea media: Italia y Grecia:*

Italia. Ayala (1970) cita: Ácida Patras, Dulce de Patras, Tanagra y Ginsepe. Caruso (1996), cita 21 variedades italianas, que se conservan en distintos centros de investigación, de tamaño medio a grande, poco coloreadas externamente, dulces, con $SS > 12\%$, resistentes al rajado, para consumo en fresco y cuyo cultivo se limita al Sur de Italia, algunas con nombre tradicional y otras que todavía tienen un nombre en clave: Dente di Cavallo, Neirana, Profeta Partanna, Selinunte, Ragana, Racalmuto, ICA-PA 1, ICA-PA 2, ICA-PA 3, ICA-PA 4, ICA-PA 5, ICA-PA 6, ICA-PA 7, ICA-PA 8, ICA-PA 9, ICA-PA 10, ICA-PA 11, ICA-PA 12, ICA-PA 13, ICA-PA 14, ICA-PA 15.

En *Grecia*, Tsipouridis (1996) cita 30 variedades, destinadas fundamentalmente al consumo en fresco, entre las que existe gran variabilidad y que se conservan en el National Agricultural Research Foundation Pomology Institute (NAGREF-PI): Altsanidis Leykadia 1, Altsanidis Leykadia 2, Altsanidis Leykadia 3, Altsanidis Leykadia 4, Altsanidis Leykadia 5, Argiriou, Arximidis, Grafiadelis, KT 1, KT 2, KT 3, KT 4, KT 5, KT 6, KT 7, KT 8, KT 9 (Grafiadelis 1), KT 10 (Kampadico xino), Neromilos gliko, Pantazis Aristotelis, Pantazis Kavasilla, Paylidou Marina 1, Paylidou Marina 2, Pouliopoulos Nisi, Prinolofos Platania, Samaras, Temenos Paranestiou 1, Temenos Paranestiou 2, Xatzipsaltis, Ypsilantis Leykadia.

– *Zona de Oriente Medio:*

Se incluyen aquí variedades de Turquía, Arabia, Egipto y Afganistán. Estas, según Ayala (1970) y Abel-Aal *et al.* (1975).

Turquía: Tchercherdeksis, Chios, Ar-Anar, Kara-Anar y Kyzyl-Anar; en este país Köksal (1988) cita la variedad Gok Bâce, y Özgüven y Yilmaz (1998), citan un gran número de clones seleccionados de las variedades Hicaznar (se exporta), Silifke, Aşisi, Devedişli y Lefan, que son las mejores en comparación con otras, y describe las características de algunas variedades selectas: 07 08 Hicaznar, 33 N 26 Çekirdeksiz (IV), 33 N 16 Silifke Aşisi, 31 N 06 Lefan (o Lifani), 31 N 07 Katirbaşı, 33 N 23 Çevlik, 07 N 14 Mayhoş (IV) (o Ekşi Nar), 33 N 12 Ekşi Gökmar, 07 N03 Aşi Nar, 01 N 04 fellahyemez (I), Gevrek Nar (o Izmir 1), Izmir 2, 10/3 Kara 1 (o Izmir 10), Izmir 12, Izmir 1261, Izmir 1267 e Izmir 1445.

Arabia Saudí: Cherabani, Mellassi, Romman Chonall, Selimi, Senna-Djemes y Nejidi. En este país, Al-Kahtani (1992) cita las siguientes variedades, algunas de las cuales pueden tener procedencia española: Taifi-A, El-Madina, Khad El-Jameel, Red Balady, Mellasí, De-Jativa, Molar, Manfaloti, Benati y Succary.

Egipto: Wardy, Manfalonty, Hegazy, Nab El-gamal. y Arabi pomegranate.

Afganistan: Reed Kandagar, White Kandagar, Blak Kandagar, Wonderful, Paper-Shell, Purple Seeded y Spanish-Ruby.

– *India:*

Según Purohit (1984) se cultivan las variedades Aladin (Maharashtra), Muskat, Ganesh, Bassein Seedless (Karnataka), Bedana, Dholka (Gurajut) y Kandhari, entre otras citadas por Yandagni *et al.* (1987): Jodhpur, Banipur Selection, Chawla, Spinsakri, Nabha y otras.

– *República de Georgia:*

Según Lasareshuili (1988) en esta república se cultivan las variedades Burachnyl, Gei-Turush-Nar, Zakatal Ski krasnyi y Kyrmyz-Kabukn.

– *Norteamérica:*

Según La Rue (1980), las variedades cultivadas en California, son: Wonderful, Granada, Ruby Red, Foothill Early, Spanish Sweet.

Otro grupo de variedades no citado por los autores anteriores es el constituido por las siguientes: G.B-1 Seedless, Suni Bedana, Achikdana, Surakh Anar, Shirin Anar, Kali Shirin, Guleshah, Kazil Anar, Anar Alak, Bashi-Kalinski, Anar Post-e-Safed Shirin, AK-Anar, Anar Shirin-e-Mohamed Ali, Kazkai, Anar Tabestani tajrish, Anar Malas, Shakh-Nar, Srinagar Special, Wild punica, Country Large Red, Musquet white, Jeolikot Local, Arabi, Banati, Kabul Yellow, Japanese Dwarf y Patiala.

Sin embargo la relación de variedades expuesta, aunque extensa, queda lejos de reflejar la variabilidad existente en esta especie. La mayor parte del material no se encuentra en colecciones y tampoco ha sido estudiado; como muestra de lo dicho basta con citar que sólo la Estación Experimental de Recursos Genéticos de Plantas de Turkmenistán, creada en 1934, cuenta con 1.117 accesiones (Mars, 1988), de las que apenas tenemos referencias, tal como ocurre con las existentes en otros países. La característica común que presentan todas las colecciones existentes en muchos países y repúblicas del área mediterránea y orientales es su estanqueidad, resultando difícil no sólo el conocimiento de las características del material existente en colecciones, sino también su intercambio.

7.5. PROPAGACIÓN

El granado, como la mayoría de las especies leñosas, puede propagarse tanto por reproducción sexual como por multiplicación vegetativa.

7.5.1. Propagación por semilla

Las semillas germinan fácilmente sin necesitar un período de reposo, pero los árboles obtenidos son muy heterogéneos y, normalmente, los frutos son de caracte-

rísticas no comerciales, lo que hace inapropiado este método para propagar cultivares y patrones, ya que los árboles nacidos de semilla dan una variada expresión de frutos, de grandes a pequeños, de jugosos a secos, de color rojo oscuro a rosa blanquecino y de dulces a agrios, por lo que se prefiere la multiplicación vegetativa.

7.5.2. Multiplicación asexual

En este frutal, los métodos de multiplicación asexual más utilizados son la **estaquilla leñosa**, para la propagación de patrones y de variedades (utilizadas en muchos casos como productoras directas), y el **injerto** para la propagación de los cultivares. Sin embargo, según hemos podido demostrar recientemente (Melgarejo *et al.*, 2001), cuando se trata de propagar las variedades como productores directos, la rentabilidad del proceso de multiplicación mediante **estaquilla herbácea** es con gran diferencia el método más rentable.

7.5.2.1. Propagación por estaquilla leñosa

7.5.2.1.1. Introducción

La rizogénesis o neoformación de raíces es el fenómeno de organogénesis más generalmente implicado en la multiplicación vegetativa. No existe una bibliografía específica en España sobre el enraizamiento de estaquillas de granado teniendo en cuenta la aplicación de parámetros como la temperatura, tratamientos hormonales y lesionado o herida, si bien sí existen trabajos similares aplicados a otros frutales y plantas herbáceas.

En relación a la influencia de la temperatura en el enraizamiento de estaquillas, Hartmann y Kester (1987) afirman que en la mayoría de las especies son satisfactorias unas temperaturas diurnas de unos 21°C a 27°C y unas temperaturas nocturnas de 15°C. Además, Van Den Heede y Lecourt (1981), opinan que tiene que haber un calor de apoyo en el sustrato de las estaquillas para mejorar la multiplicación, debiendo existir una diferencia de calor entre la atmósfera y el suelo.

La rizogénesis está controlada, al igual que otros procesos como la brotación, por un equilibrio entre auxinas y otros componentes de la planta. Las auxinas estimulan la división celular y fomentan el desarrollo de callos. Además son efectivas para la formación de raíces de varias especies vegetales. Las auxinas de síntesis facilitan la aplicación de las mismas para el enraizamiento de estaquillas. Entre ellas, las más utilizadas son el ácido indolacético (AIA), ácido indolbutírico (AIB) y el ácido naftalenacético (ANA). El AIB es probablemente la mejor sustancia para estimular la producción de raíces adventicias en estacas de un gran número de especies vegetales, debido a su no toxicidad en una amplia gama de concentraciones. Es más estable, persistente y se desplaza poco, además de ser menos soluble que el AIA, actuando más tiempo en el punto de aplicación. Son muchos los autores que confirman que dicha aplicación ayuda o favorece el enraizamiento (Weaver, 1976; Hartmann y Kester, 1987).

La práctica de heridas basales es beneficiosa para el enraizamiento de estacas de ciertas especies, como el rododendro y enebro, en especial en estacas que tienen

madera vieja en la base. Con frecuencia, después de las lesiones, la producción del callo y el desarrollo de raíces es mayor en los márgenes de la herida. Esto se debe a una acumulación natural de auxina y carbohidratos en el área lesionada, y a un incremento en la tasa de respiración. Por otro lado, los tejidos lesionados son estimulados para que produzcan etileno del cual se sabe que promueve la formación de raíces adventicias (Hartmann y Kester, 1987).

Distintos trabajos realizados por nosotros en estaquillados de granado, han puesto de manifiesto que es posible la mejora del enraizamiento de estaquillas leñosas de esta especie teniendo en cuenta una serie de factores que influyen en la formación de raíces, como son la aplicación de calor de fondo por debajo de la base de las estaquillas, el uso de películas plásticas en el suelo, la aplicación del AIB como regulador del crecimiento a diferentes concentraciones y la producción de heridas basales en las estaquillas. De esta forma se puede mejorar la propagación de alguna variedad de granado de difícil enraizamiento y buscar así alternativas en el uso de buenos patrones, distintos al comúnmente utilizado en el cultivo de esta especie, el agrio o borde.

El estaquillado leñoso se realiza en los meses invernales y hasta el invierno del siguiente año las estaquillas enraizadas no están listas para ser transplantadas a suelo definitivo (Melgarejo *et al.*, 1992). Con este método de propagación se obtienen porcentajes de enraizamiento relativamente elevados, aunque éstos pueden ser superados usando la propagación vegetativa mediante estaquillas herbáceas.

7.5.2.1.2. Preparación de las estaquillas y ensayos

Las estaquillas utilizadas para este fin suelen tener de 25-30 cm de longitud y un diámetro de 1-2 cm. Éstas se obtienen de los ramos vigorosos y verticales que todos los años se producen en las ramas principales.

Estas estaquillas se toman durante el invierno, de madera del periodo vegetativo anterior, aunque también pueden tomarse estaquillas de 2 años. Los procedimientos para realizar el estaquillado son variables, aunque lo normal es:

- Tomar las estaquillas en febrero y ponerlas inmediatamente a enraizar. Si las estaquillas se obtienen antes y se desea guardar en cámaras frigoríficas, es preciso envolverlas en un plástico impermeable, con algún material húmedo en su interior y desinfectadas, o bien proporcionarles la humedad necesaria durante su conservación evitando a toda costa su deshidratación. En caso de lluvia que impida la inmediata plantación y si no se dispone de cámaras frigoríficas, se deben guardar en un lugar fresco, a la sombra, recubiertas por un material que retenga la humedad como tela de saco, etc., donde diariamente se rocían con agua.

- Las estaquillas se plantan a una distancia de unos 25-30 cm en la fila y a unos 70 cm en la calle, dejando sólo una o dos yemas al descubierto. Cuando el sistema de riego es el de goteo, se ponen en filas pareadas para aprovechar al máximo los emisores, dejando aproximadamente una separación de 1 m entre las tuberías portagoteros.

– Las estaquillas deben plantarse en lugares abiertos, de modo que no queden en zonas resguardadas donde pueda incrementarse la temperatura localmente, como por ejemplo junto a un invernadero, ya que en estos casos puede producirse la brotación anticipada de las mismas, sin que se haya producido el callo ni la emisión de raíces.

– Los tratamientos hormonales, la producción de heridas o la aplicación de calor de fondo mejoran notablemente la capacidad de enraizamiento en algunas variedades que presentan dificultades, aunque de modo general la especie enraíza bien. Al respecto, hemos realizado ensayos de enraizamiento con distintas variedades en “camas calientes” de temperatura controlada mediante termostato electrónico. Se han ensayado:

– *Temperaturas de 18 y 22°C (±1°C)*, utilizando al mismo tiempo una “cama caliente” testigo, a temperatura ambiente (cuya temperatura media fue de 15´75°C el primer año y de 15´08°C el segundo). La temperatura óptima de enraizamiento para todas variedades ensayadas fue de 22°C.

– *AIB* como hormona de enraizamiento a las dosis de 4.000 y 8.000 ppm, sumergiendo los últimos 2 cm de la base de las estaquillas en la solución hormonal durante 5 segundos. Este tratamiento, con las dosis y variedades estudiadas, dio resultados distintos, no pudiéndose deducir del ensayo realizado que esta hormona mejore el enraizamiento de todas las variedades de granado; estos resultados están de acuerdo con los indicados por Hartmann y Kester (1987) en algunas especies de enraizamiento difícil. En el patrón BA1, al aumentar la concentración de hormona aumenta el enraizamiento de las estaquillas, pasando de un 0% de estaquillas enraizadas para el testigo al 57´1% para el tratamiento con 4.000 ppm y al 66´6% para el tratamiento con 8.000 ppm.

– *Heridas* de unos 2 cm en la base de las estaquillas. En este caso las estaquillas elegidas fueron del patrón BA1, pero plantadas directamente en suelo. La formación de callo aumenta considerablemente con este tratamiento, pasando del 0% al 57´1% de estaquillas enraizadas. Pero cuando este tratamiento se combina con los tratamientos hormonales (4.000 y 8000 ppm de AIB), los resultados son óptimos, obteniéndose para ambos casos el 100% de estaquillas enraizadas; este aumento puede deberse a que las heridas favorezcan una mayor absorción de agua frente a las que no tienen heridas, y al mismo tiempo una mayor absorción de la hormona aplicada (Hartmann y Kester, 1987).

El método de propagación mediante estaquilla leñosa es el más utilizado en esta especie y el patrón elegido en algunas ocasiones por los agricultores es el denominado Borde o Agrio, denominación genérica que no asegura la identidad varietal del material vegetal; esta tendencia de los agricultores se debe a la creencia popular, no demostrada científicamente, por la que a este “patrón” se le atribuyen las siguientes propiedades:

- Es más resistente a los ataques de barrena (*Zeuzera pyrina* L.).
- Es más resistente al escaldado del tronco.
- Induce una entrada en producción más tardía.
- Presenta mayor resistencia a la asfixia radicular y a la salinidad.

En la actualidad, como los árboles obtenidos de pies “bordes” deben ser injertados, muchos agricultores tienden a obtener estaquillas de los mejores árboles “dulces” que conocen para evitar la realización del injerto, que resulta imprescindible en el caso de las estaquillas procedentes de los primeros.

En 1997 se obtuvieron un total de 15.811 estaquillas leñosas del conjunto de clones existentes en el banco de germoplasma de la Escuela Politécnica Superior de Orihuela (Universidad Miguel Hernández). De todos ellos sólo expondremos los resultados correspondientes a los clones ME1, ME11, ME12, ME14, MC1, SFB1, CRO2, PTO8, PDO1 y BA1, por considerarlos representativos de los diferentes grupos en que se pueden clasificar. Las estaquillas leñosas tenían una longitud media de unos 30 cm, bien agostadas (madera de un año); la recolección de se realizó el 6/2/97, sometién-dose a un tratamiento de desinfección, y la plantación se realizó el 18/2/97, eligién-dose las partes medias y basales del ramo, ya que las terminales suelen ser demasiado delgadas, presentando menor contenido de reservas, por lo que son menos aptas para el enraizamiento, según hemos podido comprobar en diferentes ensayos de enraizamiento anteriores; las estaquillas fueron sometidas a un tratamiento hormo-nal, mediante inmersión rápida en soluciones de distintas concentraciones de AIB, y a la realización de heridas en su base. El tratamiento con AIB se realizó sumergiendo la parte basal de la estaca (aproximadamente los dos últimos centímetros), durante 5 segundos en una solución de AIB disuelto en alcohol etílico del 95%, utilizando tam-bién una solución testigo sin hormona para el tratamiento testigo; este método tiene la ventaja de que la cantidad de hormona aplicada por unidad de superficie es cons-tante, pudiendo utilizar la misma solución varias veces, teniendo siempre la precau-ción de que el tratamiento se haga en un corto período de tiempo para reducir el riesgo de evaporación del alcohol, evitando así un cambio de concentración de la solución. Se prepararon 4 soluciones distintas de AIB: 2.000, 4.000, 8.000 y 12.000 ppm. Asimismo, otras estaquillas fueron sometidas a la realización de heridas en su base (4 incisiones en los 2 últimos centímetros). Los tratamientos realizados fueron: T0 (testigo); T1 (2.000 ppm); T2 (4.000 ppm); T3 (8.000 ppm); T4 (12.000 ppm) y T5 (realización de heridas basales). La plantación de las estaquillas se realizó direc-tamente en suelo, con al menos 2 yemas al exterior en todos los casos, en filas para-das, dejando unos 15 cm entre estaquillas, regadas por una misma tubería portagotos y separadas unos 20 cm dentro de la línea; la separación entre cada dos filas de estaquillas fue de 1 m, para facilitar las labores de limpieza de malas hierbas y control del estaquillado. Las temperaturas medias de los meses durante los que se realizó el ensayo se indican en la tabla a continuación.

Temperaturas medias (°C) durante 1997

Enero	Febr.	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.
11'7	13'9	14'2	16'8	20'3	24'4	24'5	25'7	23'5	21'2	15'5	12'7

El control del enraizamiento de las estaquillas se realizó el 14/7/97 y el arran-que se realizó con tractor provisto de vertedera, a raíz desnuda, el 23/12/97.

Los resultados del ensayo de enraizamiento descrito se encuentran resumidos en la Tabla 45, indicándose en la misma los distintos tratamientos y resultados del ensayo.

Tabla 45
Tratamientos y resultados del ensayo de enraizamiento

Clon	T	NEP	NEE	E (%)	Clon	T	NEP	NEE	E (%)
ME1	T0	13	1	7,69	SFB1	T0	39	28	71,79
	T1	13	2	15,38		T1	39	35	89,74
	T2	12	4	33,33		T2	40	33	82,50
	T3	12	2	16,67		T3	39	33	84,62
	T4	12	3	25,00		T4	38	37	97,37
	T5	12	1	8,33		T5	39	34	87,18
ME11	T0	21	11	52,38	CRO2	T0	36	22	61,11
	T1	21	10	47,62		T1	36	31	86,11
	T2	21	15	71,43		T2	34	32	94,12
	T3	21	12	57,14		T3	36	29	80,56
	T4	21	14	66,67		T4	36	34	94,44
	T5	21	12	54,55		T5	36	35	97,22
ME12	T0	24	14	58,33	PTO8	T0	39	32	82,05
	T1	24	10	41,67		T1	39	30	76,92
	T2	24	11	45,83		T2	37	25	67,57
	T3	24	8	33,33		T3	39	22	56,41
	T4	24	18	75,00		T4	39	26	66,67
	T5	26	12	46,15		T5	49	33	67,35
ME14	T0	12	3	25,00	PDO1	T0	28	28	100,00
	T1	12	2	16,67		T1	32	32	100,00
	T2	12	5	41,67		T2	46	38	82,61
	T3	12	4	33,33		T3	31	31	100,00
	T4	12	6	50,00		T4	35	35	100,00
	T5	13	4	30,77		T5	38	38	100,00
MC1	T0	34	19	55,88	BA1	T0	37	35	94,59
	T1	31	19	61,29		T1	37	30	81,08
	T2	30	24	80,00		T2	37	31	83,78
	T3	33	21	63,64		T3	37	33	89,19
	T4	30	25	83,33		T4	37	34	91,89
	T5	33	26	78,79		T5	37	37	100,0

T: Tratamiento; NEP: N° de estaquillas plantadas; NEE: N° de estaquillas enraizadas; E: % enraizamiento

Los clones estudiados pueden agruparse según su uso y productividad. ME1, ME11, ME12, ME14, MC1 y SFB1 son menos vigorosos que CRO2, PTO8, PDO1 y BA1. Los clones PDO1 y BA1 no son aptos para el consumo en fresco de los frutos por la dureza de sus semillas y el BA1 en un clon agrio. El clon ME1 es el menos vigoroso, por lo que es menos apto para la obtención de estaquillas adecuadas para el enraizamiento.

El análisis de costes se realizó para el total de estaquillas utilizado, incluyendo, además de los gastos de preparación cultivo y arranque, los gastos de administración y dirección, el transporte hasta cámaras frigoríficas de conservación, las amortizaciones de equipos y los intereses del capital circulante, resultando un coste unitario medio de 57'05 Ptas/Ud por cada estaquilla plantada y de 77'75 Ptas/Ud por cada estaquilla enraizada. El porcentaje medio de enraizamiento fue de 73'38%.

En el clon ME1, el testigo (T0) presenta un % de enraizamiento similar al tratamiento con heridas (T5), obteniéndose el mayor % de enraizamiento para el tratamiento T2 con el 33'33% (4.000 ppm de AIB), seguido del T4 (12.000 ppm) con el 25'00%. En el clon ME11, el % de enraizamiento es similar para el T0 y T5, alcanzándose el mayor % de enraizamiento para el T2 con el 71'43%. En los clones ME12, ME14, MC1, SFB1 y CRO2, el mayor % de enraizamiento se obtiene con el tratamiento T4 (75'00, 50'00, 83'33, 97'37 y 94'44%, respectivamente), lográndose porcentajes de enraizamiento inferiores con el resto de tratamientos. En el clon CRO2, el mayor % de enraizamiento se obtiene con el tratamiento T5 (97.22%), seguido de T4 y T2 (94.44 y 94.12%), respectivamente. En el clon PTO8 no se observa influencia de los tratamientos, obteniéndose el mayor % de enraizamiento en el T0 (82.05%). En el clon PDO1 no existe influencia de los tratamientos aplicados, siendo el porcentaje de enraizamiento del 100% para T0, T1, T3, T4 y T5. En el clon BA1 no existe influencia de los tratamientos con AIB, obteniéndose un % de enraizamiento del 94.5% para el T0, del 100% para el T5 e inferior para los tratamientos con AIB, siendo el mayor de éstos el T4 (91.89%).

Asimismo los resultados obtenidos han sido sometidos a un análisis de la varianza para el enraizamiento, encontrándose diferencias significativas al nivel de confianza del 95% para los distintos clones ensayados, existiendo una gran influencia del clon sobre el porcentaje de enraizamiento. Mediante el test de rango multiple LSD se obtiene que existen diferencias significativas al nivel de confianza del 95% para el porcentaje de enraizamiento según el tratamiento al que han sido sometidas las estaquillas, resultando que existen diferencias entre los tratamientos T0-T4, T1-T4 y T3-T4. Finalmente, del análisis realizado, también se deduce que con el tratamiento T4 se obtiene el mayor porcentaje de enraizamiento.

Como **conclusiones** de este estudio, podemos destacar las siguientes:

1ª. *Que los clones menos vigorosos presentan un menor porcentaje de enraizamiento natural y que éste puede ser aumentado mediante la aplicación de AIB a altas concentraciones, siendo con la aplicación a 12 000 ppm de AIB (T4) con la que mejores resultados se obtienen (ME11, ME12, ME14, MC1, SFB1).*

2ª. *La producción de heridas en la base de las estaquillas (T5) origina en la mayoría de los clones porcentajes de enraizamiento similares o mayores que la aplicación de AIB a bajas concentraciones (ME1, ME11, ME14, MC1, SFB1, CRO2).*

3ª. *Que las variedades muy vigorosas presentan una capacidad de enraizamiento natural altísima, que no es incrementada ni por la aplicación de AIB ni por la producción de heridas (PDO1 y BA1). Estas últimas presentan una aptitud excepcional*

para su propagación natural por estaquilla leñosa, siendo las que presentan el mayor % de enraizamiento.

Como continuación de los estudios sobre la capacidad de enraizamiento de distintos clones de granado, propagados mediante estaquilla leñosa, se realizó un estudio en 1998, considerando los resultados obtenidos el año anterior y mejorando la técnica de cultivo mediante el empleo de film plástico de polietileno negro, con lo que se consigue un gran ahorro de agua y de mano de obra durante el periodo de enraizamiento. Se constata una diferencia en la capacidad de enraizamiento como consecuencia de la utilización de la técnica de acolchado y se valora la reducción de costes en producción de estaquillas enraizadas, que se cifra en el 37%.

El material vegetal objeto de estudio está constituido por estaquillas leñosas de granado pertenecientes a los clones ME1, ME11, ME12, ME14, MC1, SFB1, CRO2, PTO8, PDO1, BA1 y VA2; éstas se seleccionaron en el banco de germoplasma existente en la Escuela Politécnica Superior de Orihuela (Universidad Miguel Hernández), cultivados en condiciones homogéneas; las estaquillas leñosas se obtuvieron con una longitud media de unos 30 cm, bien agostadas (madera de un año). La recolección de las estaquillas se realizó el 4/3/98, sometándose a un tratamiento de desinfección y conservación en cámara frigorífica a 5°C hasta su plantación el 29/3/98, eligiéndose las partes medias y basales del ramo para obtener las estaquillas. Previo a la plantación se procedió a realizar una labor de preparación del terreno, se instaló la red de riego por goteo y con la ayuda de un tractor se extendieron láminas de polietileno lineal negro de 0'95 m de anchura y 25 m de longitud, de las siguientes características:

Marca: Sotrafa, S.A. Modelo: Sotrafilm NG.

Propiedades (unidades)	Valor	Norma
Espesor medio: galgas (μ).	60 (15)	UNE 53328
I.F. (g/10 min.)	1'05	UNE 53098
Resistencia al rasgado (g)	D.M.: 210 D.T.:500	UNE 53220 UNE 53220
Tracción en el punto de rotura (Mpa)	D.M.: 33 D.T.: 31	UNE 53165 UNE 53165
Elongación final (%)	D.M.: 510 D.T.: 720	UNE 53165 UNE 53165
Resistencia al impacto F 50 (g)	200	UNE 53119
Propiedades espectrales (%):		
– Transmitancia	1	–
– Absorbancia	95	–
– Reflectancia	4	–

D.M.: Dirección de la máquina. D.T.: Dirección transversal. I.F.: Índice de fluidez.

La utilización de esta lámina de plástico presenta las siguientes ventajas:

– *Mejora de la temperatura del suelo, lo que a su vez influye positivamente sobre la formación de raíces y mejora el desarrollo de la planta, evitando grandes contrastes entre las temperaturas diurna y nocturna.*

- *Reduce notablemente la evaporación del agua en el suelo, consiguiéndose una gran uniformidad en la humedad de esta zona donde se desarrolla el sistema radicular.*
- *La combinación del aumento de temperatura y de la humedad del suelo favorece la nitrificación y por tanto la nutrición nitrogenada de las plantas.*
- *Favorece el desarrollo lateral del sistema radicular en superficie donde existe mayor concentración de oxígeno y disponibilidad de nutrientes.*

A continuación se procedió a regar el terreno durante 4 horas para facilitar la introducción de las estaquillas en el mismo, atravesando la lámina de plástico.

Considerando los resultados del ensayo realizado en 1997, en el que, en general, los mejores resultados se obtuvieron, para la concentración de AIB de 12.000 ppm y con la producción de heridas en la base de las estaquillas, se optó por aplicar a las estaquillas de todos los clones ensayados estos dos tratamientos. Las estaquillas fueron sometidas primero a la realización de heridas en su base (4 incisiones en los 2 últimos centímetros) y seguidamente fueron sometidas a un tratamiento hormonal mediante inmersión rápida, durante 5 segundos, en una solución de AIB disuelto en alcohol etílico del 95% y agua, a la concentración de 12.000 ppm, sumergiendo en ella la parte basal de la estaca (aproximadamente los dos últimos centímetros). El clon VA2 fue sometido al mismo tratamiento que el resto de clones y además se dejó un testigo, al que se le practicaron heridas pero no AIB, con objeto de estudiar la influencia de la hormona sobre este clon.

La plantación de las estaquillas se realizó de la forma indicada, dejando en todos los casos al menos 2 yemas al exterior; ésta se efectuó en filas pareadas, dejando unos 20 cm entre estaquillas, que fueron regadas por una misma tubería portagoteros y separadas unos 30 cm dentro de línea; la separación entre cada dos filas de estaquillas fue de 1 m, para facilitar el control del estaquillado. Las temperaturas medias de los meses durante los que se realizó el ensayo fueron:

Temperaturas medias del aire durante 1998 (°C)

Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto
12'2	13'0	15'3	17'1	19'1	23'6	26'6	26'6

El control del enraizamiento de las estaquillas se realizó el 1/7/98.

Durante el ensayo se comprobó que la temperatura del aire, del suelo protegido con el plástico y la del suelo no protegido son diferentes. Así, la temperatura del suelo acolchado superaba en unos 4-5°C a la temperatura del suelo no acolchado y ésta a la del aire en unos 2°C. Este incremento de la temperatura durante los meses en los que se realiza el enraizamiento, permite obtener un nivel óptimo de ésta en el suelo, sin coste energético, lo que se traduce en un incremento del enraizamiento.

Los **resultados del ensayo** descrito se encuentran resumidos en la Tabla 46, indicándose en la misma los distintos tratamientos y resultados del ensayo.

Tabla 46
Tratamientos y resultados del ensayo de enraizamiento con acolchado de plástico

Clon	T	NEP	NEE	E (%)	Clon	T	NEP	NEE	E (%)
ME1	T1	61	53	86.89	SFB1	T1	77	75	97.40
ME11	T1	75	69	92.00	CRO2	T1	74	74	100.00
ME12	T1	73	73	100.00	PTO8	T1	75	75	100.00
ME14	T1	75	54	72.00	PDO1	T1	77	75	97.4
MC1	T1	78	70	89.74	BA1	T1	75	74	98.67
VA2	T1	304	262	86.18	VA2	T0	66	63	94.45

T: Tratamiento; NEP: N° de estaquillas plantadas; NEE: N° de estaquillas enraizadas; E: enraizamiento
T1: 12 000 ppm de AIB + Heridas + Acolchado; T0: Heridas + Acolchado

En la Tabla 47, se describen y valoran los gastos de cultivo realizados para la multiplicación de un total de 4.687 estaquillas leñosas, aunque los resultados expuestos en la tabla anterior corresponden a 1.110 estaquillas representativas del conjunto estudiado.

Tabla 47
Gastos de preparación, cultivo y arranque de estaquillas

Operación	Coste de la operación para una plantación de 4.687 estaquillas en (Ptas)
Preparación del terreno y del riego	14.800
Lámina de plástico y acolchado	7.800
Recolección de estaquillas	30.000
Solución hormonal	13.000
Preparación, desinfección y plantación	36.000
Eliminación de malas hierbas y control	6.000
Poda y limpieza, antes del arranque	22.000
Energía, agua, fertilizantes e insecticidas	19.000
Arranque y transporte a cámaras de conservación	22.000
Amortización de la instalación de riego	3.000
Dirección y administración	14.000
Total capital circulante (C.C.)	187.600
Interés del capital circulante (10%/C.C)	18.760
Total	206.360

El coste medio de las estaquillas plantadas fue de 44'03 Ptas/Ud, mientras que el de las estaquillas enraizadas fue de 48'06 Ptas/Ud.

El Porcentaje medio de enraizamiento fue del 91'62%.

El desarrollo vegetativo de las plantas enraizadas fue excelente, alcanzando una altura media superior a 86 cm, lo que hace que sean más adecuadas para su posterior transplante al terreno definitivo.

Fotografía 83
Estaquillado leñoso con riego
por inundación



Fotografía 84
Estaquillado leñoso con riego
por goteo



Fotografía 85
Brotación de
estaquilla leñosa



Las **conclusiones** que se obtienen del estudio descrito son:

1ª. El enraizamiento ha sido muy alto en todas las estaquillas, destacando las de los clones ME12, CRO2, y PTO8, que alcanzan el 100%. Los clones que menor porcentaje de enraizamiento presentan son los más débiles como son el ME1 y ME14, lo que se atribuye a que las estaquillas de éstos contenían menos reservas; muchas de estas estaquillas tenían un diámetro inferior a 5 mm.

2ª. El acolchado del suelo con el plástico negro de 60 galgas produce un aumento de la temperatura del suelo que favoreció el enraizamiento de las estaquillas y un excelente desarrollo vegetativo.

3ª.- La utilización del acolchado y las condiciones favorables de temperatura y humedad que se generan como consecuencia en la zona de enraizamiento, pueden sustituir al efecto del AIB, tal como se observa en el clon VA2, para el que el AIB a 12.000 ppm no mejora el porcentaje de enraizamiento.

4ª.- Realizando una comparación de medias mediante el test de Student para el enraizamiento de los clones de este ensayo y hallando un intervalo de confianza, con el realizado en el año 1997 (sin acolchado), se obtiene que, al 99% de confianza, el enraizamiento es muy superior en 1998, atribuyéndose este incremento a la técnica de acolchado utilizada este año.

5ª.- El acolchado, además de aumentar el porcentaje de enraizamiento, permite obtener importantes ahorros de agua y de mano de obra. Este ahorro de agua y mano de obra conjunto, unido al ahorro producido como consecuencia del incremento de enraizamiento, puede valorarse en 28.69 ptas/estaquilla (77.46 pts/ud. – 48.06 pts/ud.), lo que supone una reducción de los costes del 37% frente a la técnica sin acolchado.

7.5.2.2. Propagación por estaquillas herbáceas y ensayos

Para la propagación de variedades en granado, se ha utilizado tradicionalmente el injerto y la estaquilla leñosa. Sin embargo, los estudios realizados sobre propagación mediante estaquilla herbácea ponen de manifiesto que este último sistema presenta grandes ventajas sobre los anteriores, tanto si se desea obtener productores directos como si se desean obtener patrones.

Entre las **ventajas** más importantes tenemos:

- Se pueden obtener nuevas plantas durante todo el periodo vegetativo, y durante todo el año.

- Utiliza pequeñas cantidades de material vegetal.
- Se obtienen los mayores porcentajes de enraizamiento.
- Se puede obtener gran cantidad de planta en un espacio físico bastante reducido y en un mínimo periodo de tiempo.
- La producción de la planta en un breve espacio de tiempo y a lo largo de todo el año manteniendo las plantas madre en invernadero, permite obtener gran cantidad de estaquillas de una misma planta madre, con una notable reducción del coste de las estaquillas y de las plantas finalmente obtenidas.
- La producción continua de plantas permite, no sólo disponer de plantas en el momento deseado, sino también reducir los coste de amortización de los equipos empleados.

Como **inconvenientes** del sistema podemos indicar los siguientes:

- Precisa de un invernadero con sistema de nebulización en la zona de propagación (en nuestro caso se utilizó la microaspersión).

Fotografía 86

Estaquillado herbáceo en cama caliente



Fotografía 87

Estaquillado herbáceo en bandejas de alveolos de PE



Fotografía 88

Estaquilla herbácea enraizada y brotada procedente de bandeja de alveolos



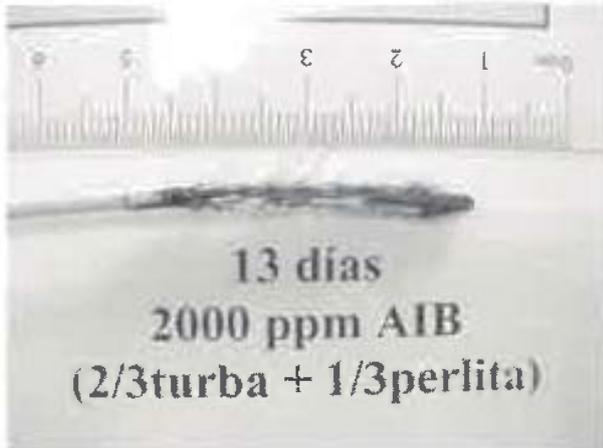
Fotografía 89

Raíces de estaquilla herbácea a los 13 días, sin tratamiento hormonal



Fotografía 90

Raíces de estaquilla herbácea a los 13 días, con 2.000 ppm de AIB



Fotografía 91

Raíces de estaquilla herbácea a los 13 días, con 6.000 ppm de AIB



Fotografía 92

Raíces de estaquilla herbácea a los 13 días, con 10.000 ppm de AIB



Fotografía 93

Aspecto de estaquillas herbáceas los 20 del estaquillado (tratadas con AIB)



- Precisa de camas calientes y sistemas automáticos para el control de la temperatura y de la humedad.

A continuación expondremos los datos más relevantes del ensayo realizado para la puesta a punto de este sistema de propagación en granado. En este trabajo se ha estudiado la propagación vegetativa mediante estaquillas herbáceas y diferentes factores que influyen en ella, tales como la aplicación de reguladores de crecimiento (AIB), diferentes tipos de estaquillas, sustratos etc.

El material vegetal objeto de estudio está compuesto por los clones ME3-1, ME14 y ME15 pertenecientes a la variedad Mollar de Elche, que son de gran interés comercial. Estos clones forman parte del banco de germoplasma de granado existente en la Escuela Politécnica Superior de Orihuela (Universidad Miguel Hernández). Las estaquillas se seleccionaron de árboles de 8 años de edad, aparentemente sanos, cultivados en condiciones homogéneas, plantados a un marco de 4 x 3 m y regados por

goteo. El experimento fue llevado a cabo en invernadero, que cuenta con una zona aislada de unos 50 m², con cuatro camas calientes, sistema de microaspersión y un sistema de control ambiental informatizado.

La temperatura del aire media a lo largo del ensayo fue de 25.7°C, siendo la máxima 40°C y la mínima 17°C. La humedad relativa media fue del 85.54%, siendo la máxima del 98% y la mínima del 39%. El ensayo se realizó entre el 23/06/00 y el 12/08/00.

Se tomaron ramos herbáceos de unos 25 cm de longitud, obteniéndose estaquillas de unos 6 cm de longitud, clasificadas en apicales, basales y medias; previo a la plantación, las estaquillas fueron tratadas con AIB mediante inmersión durante 5 segundos en solución hidroalcohólica, ensayándose 6 dosis (0, 2.000, 4.000, 6.000, 8.000 y 10.000 ppm), tres tipos de estaquillas (apicales, medias y basales) y dos sustratos diferentes: turba (2/3) + perlita (1/3) y turba (2/3) + vermiculita (1/3). Cada uno de los tratamientos estaba formado por 20 estaquillas.

El estaquillado se realizó en los sustratos indicados, estableciéndose la temperatura de fondo de las camas calientes en 25°C; una vez enraizadas fueron transplantadas a bandejas de alveolos de polietileno, trasladándose a los 3 días a un umbráculo donde pasaban el periodo de aclimatación, unos 15 días, antes de ser transplantadas a suelo.

El estudio estadístico consistió en un análisis de la varianza y un test de rango múltiple DMS a un nivel de confianza del 95%.

Los resultados del ensayo se muestran en las tablas siguientes, observándose los porcentajes de enraizamiento y aclimatación obtenidos en cada uno de los tratamientos.

Fotografía 94

Diferencia del sistema radicular de estaquillas herbáceas tratadas con AIB (T1) y no tratadas (T0)

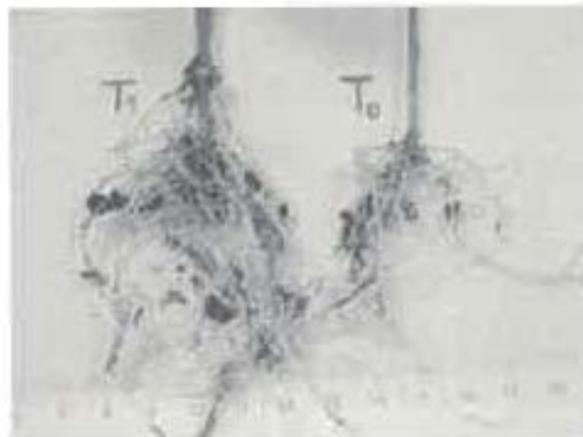


Tabla 48
Resultados de estaquillado herbáceo utilizando turba (2/3) + vermiculita (1/3)

Tipo de estaquilla	Tratamiento con AIB (ppm)	ME3-1		ME14		ME15	
		%E	%A	%E	%A	%E	%A
Apical	T ₀ = 0	30	100	25	100	70	100
	T ₁ = 2000	45	100	50	90	35	100
	T ₂ = 4000	65	100	65	100	30	100
	T ₃ = 6000	55	100	65	100	55	100
	T ₄ = 8000	35	100	70	92.8	25	100
	T ₅ = 10000	35	100	40	100	20	100
Medio	T ₀ = 0	60	100	100	100	90	100
	T ₁ = 2000	95	100	100	100	100	100
	T ₂ = 4000	95	89.5	100	95	95	100
	T ₃ = 6000	100	100	100	100	100	100

	T ₄ = 8000	100	95	95	100	95	100
	T ₅ = 10000	100	95	90	100	95	89.5
Basal	T ₀ = 0	60	100	100	100	90	100
	T ₁ = 2000	50	90	100	90	70	100
	T ₂ = 4000	65	76.9	100	100	90	94.4
	T ₃ = 6000	85	100	100	100	90	100
	T ₄ = 8000	70	100	95	100	90	100
	T ₅ = 10000	80	100	95	100	70	100

%E: porcentaje de enraizamiento; %A: porcentaje de aclimatación.

Tabla 49
Resultados de estaquillado herbáceo utilizando turba (2/3) + perlita (1/3)

Tipo de estaquilla	Tratamiento con AIB (ppm)	ME3-1		ME14		ME15	
		%E	%A	%E	%A	%E	%A
Apical	T ₀ = 0	65	100	35	100	25	100
	T ₁ = 2000	65	100	60	83.3	55	100
	T ₂ = 4000	50	100	60	33.3	50	100
	T ₃ = 6000	60	91.6	65	100	70	100
	T ₄ = 8000	60	100	40	87.5	40	87.5
	T ₅ = 10000	55	81.8	15	100	15	100
Medio	T ₀ = 0	100	100	95	100	100	95
	T ₁ = 2000	100	100	95	84.2	100	100
	T ₂ = 4000	100	100	100	60	95	94.7
	T ₃ = 6000	100	85	95	100	95	100
	T ₄ = 8000	100	100	100	100	95	68.4
	T ₅ = 10000	100	100	95	100	100	90
Basal	T ₀ = 0	100	100	95	94.7	95	100
	T ₁ = 2000	100	95	100	65	95	100
	T ₂ = 4000	100	100	95	57.9	100	100
	T ₃ = 6000	95	94.7	95	100	100	100
	T ₄ = 8000	95	79.8	100	100	100	70
	T ₅ = 10000	100	100	100	95	95	89.5

%E: porcentaje de enraizamiento; %A: porcentaje de aclimatación.

– Tras el análisis estadístico de los resultados no se aprecian diferencias significativas respecto al porcentaje de enraizamiento entre las diferentes dosis de AIB aplicadas, ni entre sustratos, ni tampoco entre los diferentes clones.

– Existen diferencias estadísticamente significativas entre los diferentes tipos de estaquillas, obteniéndose para las apicales una media de enraizamiento inferior a la obtenida para las medias y basales.

– No se aprecian diferencias respecto a la aclimatación, siendo igual para los dos sustratos, tipo de estaquilla y tratamiento hormonal. Tampoco se aprecian diferencias en la supervivencia al transplante a suelo, que prácticamente fue del 100%.

– No existe influencia de la dosis de AIB respecto al porcentaje de enraizamiento, aunque los días necesarios para el enraizamiento disminuyen al aumentar la dosis de hormona, a la vez que se obtiene mayor calidad del sistema radicular.

- El porcentaje de enraizamiento para el clon ME14 con estaquillas leñosas, acolchado plástico del suelo y produciendo heridas en la base es del 72% (Melgarejo *et al.*, 1998), mientras que en este caso, para estaquillas herbáceas, es del 81'3% considerando las estaquillas apicales y del 97'5% sin considerarlas.

Analizando los porcentajes medios de enraizamiento, para el conjunto de clones y diferentes tipos de estaquilla, las apicales presentan una media de enraizamiento del 47'22%, muy inferior a la obtenida para estaquillas medias y basales, 96'52 y 90'5%, respectivamente, de acuerdo con lo expuesto al respecto por Hartmann *et al.* (1987) en otras especies.

Como **conclusiones** del estudio se obtiene:

- 1ª. No existen diferencias significativas entre los clones estudiados.
- 2ª. La aplicación de AIB no influye en el porcentaje de plantas enraizadas, pero sí en la calidad del sistema radicular y los días necesarios para el enraizamiento, obteniéndose los mejores resultados con la dosis de 10.000 ppm de AIB.
- 3ª. Las estaquillas apicales resultan poco apropiadas para la propagación herbácea.
- 4ª. No se han apreciado diferencias entre los sustratos utilizados.
- 5ª. El estaquillado herbáceo es una alternativa rentable frente al estaquillado leñoso.

7.5.2.3. Estudio de costos en la propagación comercial de granado mediante estaquillado leñoso y herbáceo

Como se expuso en apartados anteriores, se constata una diferencia en la capacidad de enraizamiento de estaquillas leñosas como consecuencia de la utilización de la técnica de acolchado con lámina de plástico y se valora la reducción de costes en producción de plantas, que se cifra en el 38'1%. Asimismo, mediante la técnica de enraizamiento de estaquillas herbáceas se consigue un ahorro de los costes de producción que se cifran el 64'6 % respecto al estaquillado sin film plástico y del 42'7% respecto al estaquillado con film plástico. Mediante el estaquillado herbáceo se acorta drásticamente el periodo necesario para la obtención de nuevas plantas y se aumenta espectacularmente el número de éstas que se pueden obtener a partir de una planta madre.

Los costes de producción mediante estaquillas leñosas y el tiempo necesario hasta realizar el trasplante en esta especie, son similares a los necesarios en otros frutales. Sin embargo, mediante la experimentación realizada durante los años 1997 y 1998 (Melgarejo *et al.*, 1998), utilizando estaquillas leñosas y perfeccionando el procedimiento tradicional, se obtuvieron ventajas en el porcentaje de enraizamiento y en los costes de producción, haciendo más fácil y viable la producción de planta con fines comerciales.

Con la idea de conseguir mejores resultados, en el año 2000, se realizaron nuevos experimentos que utilizaban para la propagación de variedades comerciales estaquillas herbáceas, como técnica que podría permitir reducir los tiempos y costes de producción (Melgarejo *et al.*, 2001).

En este apartado se aborda la comparación de los métodos de producción de planta anteriormente citados, con objeto de averiguar la efectividad y rentabilidad de los mismos.

El material vegetal objeto de estudio en los ensayos realizados en 1997 estuvo constituido por estaquillas leñosas de granado pertenecientes a los clones ME1, ME11, ME12, ME14, MC1, SFB1, CRO2, PTO8, PDO1 y BA1; éstas tenían una longitud media de unos 30 cm, bien agostados, de madera de un año (Melgarejo *et al.*, 1998).

El material vegetal objeto de estudio en 1998 está constituido por estaquillas leñosas de granado pertenecientes a los clones ME1, ME11, ME12, ME14, MC1, SFB1, CRO2, PTO8, PDO1, BA1 y VA2, con las mismas características citadas anteriormente. Previo a la plantación se procedió a realizar una labor de preparación del terreno, se instaló la red de riego por goteo y con la ayuda de un tractor se extendieron láminas de polietileno lineal negro de 0'95 m de anchura y 25 m de longitud; el resto de condiciones y características de los materiales ha sido descrito por Melgarejo *et al.* (1998).

El material vegetal objeto de estudio en el año 2000 estaba compuesto por los clones ME3-1, ME14 y ME15 pertenecientes a la variedad Mollar de Elche, que son de gran interés comercial. Las estaquillas utilizadas eran herbáceas, con una longitud media de 6 cm. El resto de condiciones y características han sido descritas por Melgarejo *et al.* (2001).

Los procedimientos seguidos, podemos resumirlos del siguiente modo:

Durante 1997 realizamos un experimento al aire libre, tomando las estaquillas leñosas de árboles cultivados en condiciones homogéneas. Éstas fueron plantadas inmediatamente después de su recolección, y la evaluación de los resultados se efectuó el 14/7/97. Para este trabajo se han tenido en cuenta 2 factores que influyen en la formación de raíces: el tratamiento con ácido indol butírico (AIB) a 4 concentraciones diferentes (2.000, 4.000, 8.000 y 12.000 ppm) y la realización de heridas en la base de las estaquillas. La plantación de las estaquillas se realizó directamente en suelo, con al menos 2 yemas al exterior en todos los casos, en filas pareadas, dejando unos 15 cm entre estaquillas, regadas por una misma tubería portagotos y separadas unos 20 cm dentro de la línea; la separación entre cada dos filas de estaquillas fue de 1 m, para facilitar las labores de limpieza de malas hierbas y control del estaquillado (Melgarejo *et al.*, 1998).

Como continuación a los estudios sobre la capacidad de enraizamiento descritos, en 1998 se realizó un estudio considerando los resultados obtenidos el año anterior y mejorando la técnica de cultivo mediante el empleo de film de plástico de polietileno negro, con lo que se consigue un gran ahorro de agua y de mano de obra durante el periodo de enraizamiento. El resto de características del ensayo, han sido descritas por Melgarejo *et al.* (1998).

En el año 2000, se tomaron estaquillas herbáceas de los clones anteriormente citados, procediendo a su propagación en invernadero provisto de camas calientes, sistema de microaspersión y un sistema de control ambiental informatizado; las estaquillas

fueron tratadas con AIB mediante inmersión durante 5 segundos en solución hidroalcohólica, ensayándose 6 dosis (0, 2.000, 4.000, 6.000, 8.000 y 10.000 ppm). El resto de condiciones del ensayo: temperaturas, humedad, sustratos y tipo de estaquillas, y otros materiales auxiliares, han sido descritas por Melgarejo *et al.* (2001).

El estudio estadístico consistió en un análisis de la varianza y un test de rango múltiple DMS a un nivel de confianza del 95%.

Los resultados obtenidos en los tres ensayos citados se resumen a continuación:

- En el ensayo realizado en 1997 con estaquillas leñosas, se constata que el tratamiento con AIB aumenta, generalmente, el porcentaje de enraizamiento de las estaquillas, pero no a cualquier concentración y que la concentración de 12.000 ppm de AIB es la que mayor porcentaje de enraizamiento induce para la mayoría de los clones estudiados. Asimismo, la realización de heridas en la base de las estaquillas también ha mejorado el porcentaje de enraizamiento en la mayor parte de los clones estudiados respecto a los testigos. El porcentaje medio de estaquillas enraizadas fue del 73'38% y el precio medio de estaquillas enraizadas fue de 77'75 ptas/ud.

- En el ensayo realizado en 1998 con acolchado plástico, se comprueba una diferencia en la capacidad de enraizamiento como consecuencia de la utilización de esta técnica y se valora la reducción de costes en producción de estaquillas enraizadas, que se cifra en el 37%. El porcentaje medio de enraizamiento fue del 91'62% y precio medio de las estaquillas enraizadas fue de 48.06 ptas/ud.

- En el ensayo realizado en 2000, el porcentaje medio de enraizamiento, para el conjunto de clones y diferentes tipos de estaquilla fue del 47'22% en apicales, del 96'52% en medias y del 90'5% en basales. El precio medio de las estaquillas enraizadas fue de 27'52 ptas/ud.

Como discusión de resultados de los tres ensayos descritos, se obtiene:

- En el ensayo realizado en 1997, los clones con los que mayor porcentaje de enraizamiento se obtuvo (100%), fueron PDO1 y BA1, clones que sólo tienen interés como patrones y no como variedades para consumo en fresco, mientras que en los clones que tienen interés como variedades comerciales el porcentaje de enraizamiento llegó al 83% en el clon MC1 y al 50% en el ME14.

- En el ensayo realizado en 1998, los clones con los que mayor porcentaje de enraizamiento se obtuvo (100%) fueron CRO2, ME12 y PTO8, mientras que en los clones que tienen mayor interés como variedad, es el porcentaje de enraizamiento llegó al 89'74% en el clon MC1 al 72% en el ME14.

- En el ensayo realizado en 2000, se obtiene un porcentaje de enraizamiento del 100% en los mejores tratamientos para todos los clones (ME3-1, ME14 y ME15), todos ellos de interés comercial.

- El menor precio por estaquilla enraizada corresponde al estaquillado herbáceo, siendo de 27'52 ptas/ud.

- El menor tiempo necesario para obtener planta adecuada para ser transplantada corresponde al estaquillado herbáceo, pudiéndose llevar las plantas al terreno definitivo al cabo de un mes de realizar el estaquillado.

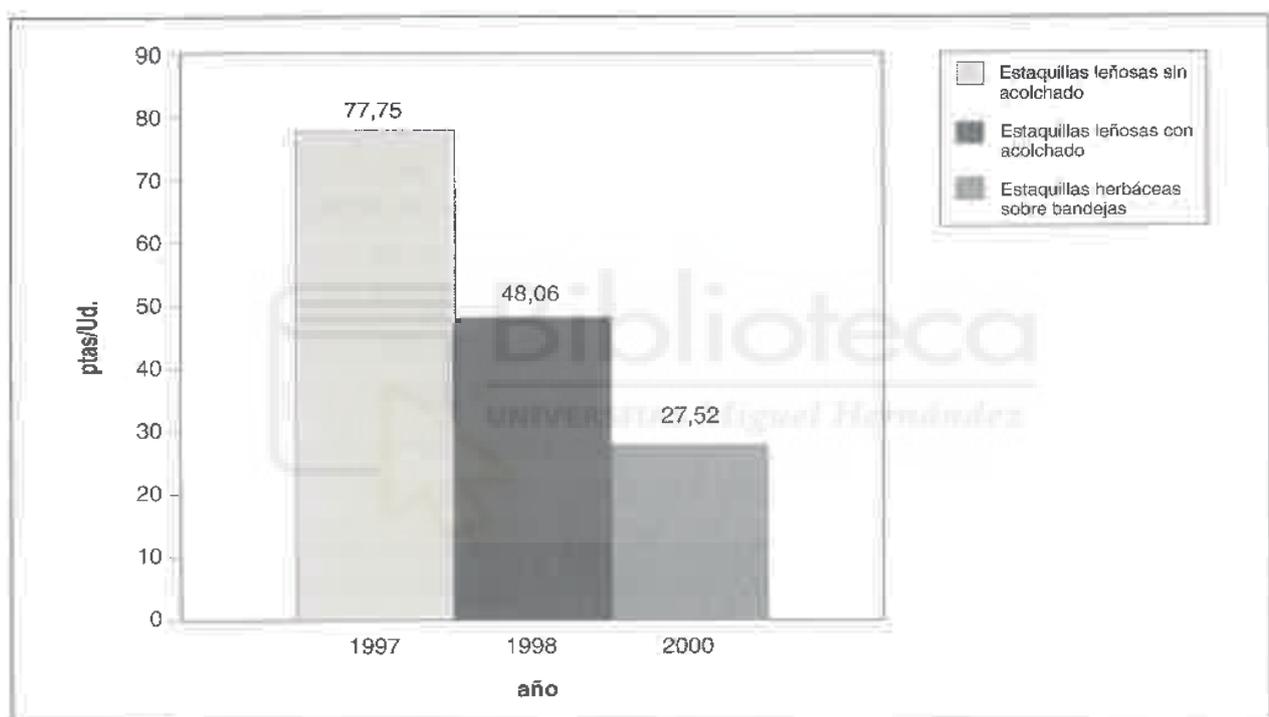
Finalmente, de los estudios realizados **se concluye** que:

1°. El estaquillado herbáceo resulta más interesante económicamente para la producción de planta de granado.

2°. El tiempo necesario para obtener planta comercializable con el estaquillado herbáceo es de un mes frente a un año que se precisa en el leñoso.

3°. El estaquillado herbáceo resulta más rentable que el leñoso con film plástico y éste lo es más que el estaquillado leñoso tradicional.

Gráfico 16
Evolución de los costes de las estaquillas enraizadas de granado



7.5.2.4. Propagación por pollizos

Otros métodos de multiplicación asexual para la propagación de patrones como el acodo o los pollizos, son excepcionalmente utilizados en este frutal. En ocasiones, los agricultores aprovechan los pollizos que nacen junto al tronco para multiplicar la especie. Este método es raramente utilizado y, actualmente, sólo se utiliza para obtener una reposición rápida de árboles que se han secado por haber sufrido un fuerte ataque de *Z. pyrina*, o por cualquier otra circunstancia; en este caso suelen dejarse 2-3 pollizos junto al tronco seco, siendo un método rápido de recuperación de la planta perdida, ya que se aprovecha el sistema radicular existente.

7.5.2.5. Injerto

El injerto puede realizarse en primavera o a finales de verano. En la Vega Baja del Segura es más utilizado el injerto de primavera, a “ojo velando”, durante el mes de

abril. El injerto a "ojo durmiendo" es menos utilizado porque a finales de verano la corteza del granado despegga con mayor dificultad y en ocasiones no puede realizarse bien esta operación. Las varetas suelen tomarse antes del hinchamiento de las yemas y se guardan en frigorífico a 5-7°C hasta que se ha producido la brotación del patrón (unas 3-4 semanas antes); éstas suelen tener un grosor de aproximadamente 1 cm para el injerto de escudete, que es el más utilizado. El injerto de placa se utiliza únicamente cuando se desea realizar un cambio varietal o de realizar una injerta en patrones con demasiado diámetro; en el de escudete, conviene que con la corteza que se ha levantado en el patrón se cubra la plancha injertada, atándose posteriormente con rafia o cinta plástica.

A los 15-20 días de efectuado el injerto se corta el plástico, y a los pocos días el injerto empezará a brotar.

Es importante que en el momento de injertar se acote el patrón a unos 15-20 cm por encima de la zona de injerto con el fin de cortar el flujo de savia, y concentrar la misma en un punto cercano al injerto para tener, tanto abundante savia como al mismo tiempo evitar el "ahogamiento" de la planta. Este tocón se utilizará también, en caso necesario, para atar los injertos y evitar que se rompan.

Durante su primer ciclo vegetativo se le suministrará agua con precaución, eliminándose toda la vegetación del patrón que es muy abundante y que va en detrimento del injerto. Cuando el injerto llegue a su altura, conviene que se le despunte para provocar la ramificación según sea el sistema de conducción.

Por último, cabe indicar que no se conocen incompatibilidades entre los patrones y variedades de granado.

8. NECESIDADES DE AGUA EN EL CULTIVO DEL GRANADO

La expresión vegetativa del granado es máxima con aguas de la mejor calidad para el cultivo agrícola; sin embargo, este frutal tolera el riego con aguas de alto índice de salinidad (4 dS/m a 25°C o más), como frecuentemente se puede ver en plantaciones establecidas en la Vega Baja del río Segura.

Asimismo, el granado puede sufrir largos períodos de sequía, aunque en estas condiciones de sequedad produce poco y los árboles pueden sobrevivir muchos años; cuando se riega convenientemente, crece normalmente y da buenas producciones.

Las necesidades de agua del granado están condicionadas por la E.T.P., el desarrollo y la producción que sustenta el arbolado; por otro lado las características físicas del suelo no son demasiado limitantes, salvo en situaciones extremas. Así pues, el granado produce abundantes cosechas de buena calidad con cantidades y frecuencias ligeramente inferiores a las aplicadas en cítricos (unos 5.500-6000 m³/ha-año) como

se ha observado en la Vega Baja del río Segura y tal como se conoce de la experiencia que de este frutal se tiene en California.

Con estos grandes aportes de agua, se mantiene en adecuadas condiciones de humedad el suelo durante todo el verano y principios de otoño, por lo que se cubren ampliamente las necesidades del cultivo y se reduce el número de frutos rajados o abiertos. Las cantidades de agua anteriormente indicadas corresponden a sistemas de riego de sumersión o a manta, mientras que los riegos localizados aplicados actualmente pueden reducir a unos 5.000-5.500 m³/ha-año, tal como se ha demostrado en los buenos resultados obtenidos, durante varios años, en diferentes explotaciones de granado de la provincia de Alicante, pudiéndose llegar a los 4.500 m³/ha-año, en años de lluvia normal, sin reducción de cosecha. En Israel, el consumo de agua se cifra en unos 15m³-ha/día, llegando hasta 50 m³/ha-día en verano en las zonas arenosas de desierto, de baja pluviometría (50 mm), pudiéndose utilizar aguas de 5 mmhos/cm, aunque el consumo medio se estima en 5.400-6.000 m³/ha en riego por goteo (Blumenfeld *et al.*, 1998).

En la región natural del Sureste español hay que hacer varias observaciones que ayudarán a comprender el funcionamiento de la especie en esta área, donde se desarrolla el 94% del cultivo del granado en España:

1^a. Se trata de un área donde la pluviometría no alcanza los 300 mm de media, con algunos años en los que no se alcanzan los 200 mm anuales, y en la que la evapotranspiración media suele superar los 1.600 mm anuales. Se trata de una zona árida, de acuerdo con los distintos índices climáticos, con un alto riesgo de salinización. Además las lluvias se producen de manera estacional, concentrándose en primavera y otoño y en muy pocos días, por lo que en muchos casos son torrenciales, siendo mínimo el aprovechamiento de éstas.

2^a. Como consecuencia de lo anterior y de la sobreexplotación de acuíferos realizada a lo largo de los años, la salinidad del agua y del suelo alcanza valores tan altos en algunas zonas, que son muy pocas las especies de interés agrícola que pueden cultivarse de modo rentable. Este hecho hace que los agricultores de la zona exijan agua de mejor calidad agrícola, como la del trasvase Tajo-Segura o la del Ebro, para aliviar esta situación que empobrece el suelo y merma notablemente las producciones.

3^a. En los suelos con estructura degradada por el exceso de salinidad, conviene establecer pendientes que faciliten, de modo adecuado, la salida del agua de la parcela de cultivo, ya que su capacidad de drenaje se encuentra muy reducida; de no ser así, se pueden producir encharcamientos que afectarán gravemente a la aireación del sistema radicular, manifestándose problemas de asfixia radicular.

4^a. Los suelos poseen generalmente un alto contenido en caliza activa, lo que provocará clorosis férrica estacional, a pesar de la resistencia de la especie a esta fisiopatía, repercutiendo en la producción y en la precocidad de la maduración de los frutos.

Fert. normal en Campo de Elche UF/ha $\left\{ \begin{array}{l} N=150 \\ P_{2O_5}=100 \\ K_2O=200 \end{array} \right.$ Riego en junio \approx 40-50l/árb
 No riego a julio de 50-60l/árb
 N^o frutos 100-150/a

9. NECESIDADES DE ELEMENTOS FERTILIZANTES

Como todo árbol frutal utilizado en la producción comercial de frutos, el granado tiene tanto necesidades de fertilizantes como hídricas que deben ser cubiertas convenientemente para obtener producciones en cantidad y calidad. El conocimiento de éstas es uno de los objetivos a alcanzar para establecer los programas nutricionales de las diferentes variedades en distintas situaciones de cultivo. Sin embargo, ante la escasez de publicaciones científicas sobre estos aspectos, recurrimos a la experiencia existente en la Vega Baja del río Segura, donde para la obtención de una cosecha de unos 50 Kg/árbol, se utiliza el siguiente equilibrio medio en N-P-K, en riego por inundación:

Tabla 50
Fertilización con abonos simples en riego por inundación

Fertilizante	UF (Kg/árbol)	árb/ha	UF (Kg/ha)	Sulfato amónico (21%)	Superfosfato de cal (18%)	Sulfato potásico (50%)
N	0,3	555	166,5	792,9	0,0	0,0
P ₂ O ₅	0,2	555	111	0,0	616,7	0,0
K ₂ O	0,5	555	277,5	0,0	0,0	555,0
Abonos totales (kg)				792,9	616,7	555,0
Equilibrio: 1,5-1,0-2,5						

Por tanto, se considera apropiado, y es bastante frecuente, en tierras con una estructura del suelo no degradada y con niveles mínimos de materia orgánica, aportar los siguientes abonos en 3 veces, en riego por inundación:

- 1º En el primer riego de invierno:
 - 0,5 Kg/árbol de sulfato amónico, 21%
 - 0,5 Kg/árbol de superfosfato de cal, 18%
 - 0,5 Kg/árbol de sulfato potásico, 50%
- 2º A finales de abril-primeros de mayo:
 - 0,9 Kg/árbol de sulfato amónico, 21%
- 3º A mediados de Julio:
 - 0,5 Kg/árbol de superfosfato de cal, 18%
 - 0,6 Kg/árbol de sulfato potásico, 50%

Por otro lado, hay que tener en cuenta los siguientes aspectos en la aplicación del agua y de los fertilizantes:

- Si tras el primer riego de invierno, se vuelve a regar sin que se haya producido la floración y cuaje, puede producirse un desequilibrio favoreciéndose la vegetación sobre la floración y cuajado, obteniéndose una cosecha insuficiente y un exceso de vegetación que dificultará la entrada de la luz y encarecerá la poda de invierno.

- El exceso de nitrógeno en primavera puede provocar un crecimiento rápido, de tal modo que se puede producir el desgajamiento de ramos; a esto hay que añadir que como el granado tiene una lignificación lenta, los nuevos ramos se arquean excesivamente, pudiendo llegar a romperse por su propio peso.
- El exceso de nitrógeno, sin tener el adecuado equilibrio N-P-K, hace estallar frecuentemente los frutos antes de la época de madurez, a la vez que influye negativamente en el desarrollo del color. Asimismo, los desequilibrios hídricos resultan negativos para el control del rajado de los frutos.
- Las excesivas aplicaciones de N en árboles con poca o ninguna producción causan un incremento del crecimiento vegetativo, reduciendo la producción al año siguiente.
- El potasio ejerce un efecto favorable sobre el *cracking* de los frutos, quizás debido a que este elemento influye tanto en el mecanismo de apertura y cierre de estomas como en dar una mayor flexibilidad a la pared celular, permitiendo un aumento de volumen de las células sin que se produzca el rajado ante un crecimiento rápido del fruto originado por una rápida absorción de agua como consecuencia de la reducción de la presión osmótica que producen las lluvias otoñales.
- En el Sureste español, es frecuente que se produzca una carencia estacional de Fe en verano, que en ocasiones puede ir asociada a otras de Zn y Mn, por lo que su aporte preventivo resulta prácticamente imprescindible. Por ello, al menos el Fe debe aportarse preventivamente desde la primavera en forma de EDDHA-Fe. Zn y Mn pueden aportarse foliarmente aprovechando los tratamientos contra pulgón en primavera.

A continuación se exponen dos casos de fertilización que se realizan en dos fincas de la provincia de Alicante en tierras muy salinas, donde existen problemas de permeabilidad por degradación de la estructura del suelo y en las que, sin embargo, se obtienen buenas producciones, una en riego por goteo y otra en riego por inundación.

A) La nutrición hídrica y mineral de una finca de granados adultos, variedad Mollar, de buena producción (30.000 kg/ha), plantados al marco de 6 x 3 m (555 granados/ha) y **regados por goteo**, es la siguiente (García, 2001).

- Agua: 5.000-5.500 m³/ha-año, dependiendo de lluvias y calidad del agua de riego.
- Fertilizantes:

Tabla 51
Fertilización en riego por goteo

Fertilizante	Kg/árbol	árboles/ha	Kg/ha	N (UF)	P ₂ O ₅ (UF)	K ₂ O (UF)
Nitrato Amónico (33,5-0-0)	1'5	555	832'5	278'9	0	0
Fosfato monoamónico (12-61-0)	0'6	555	333'0	40'0	216'4	0
Nitrato potásico (13-0-43)	1'2	555	666'0	86'6	0	286'4
			UF/ha	405'5	216'4	286'4
			Equilibrio	1'9	1'0	1'3

Además, debido al elevado contenido en caliza activa del suelo, en esta finca se utilizan de 20 a 40 g/árbol-año de quelato de hierro en forma de EDDHA con un 6% de Fe.

En Israel, Blumenfeld *et al.* (1998), indican que el granado se fertiliza con unas 200-300 UF de N/ha y unas 200-300 UF de K₂O/ha, aportando el fósforo a través del sistema de fertirrigación, en forma de ácido fosfórico.

B) La nutrición hídrica y mineral de una finca de granados adultos, variedad Mollar, en una zona de saladares, de buena producción (25.860 kg/ha), plantados al marco de 4 x 3'8 m (666 granados/ha) y **regados por inundación**, es la siguiente.

- Agua: 5.000-6.000 m³/ha-año, dependiendo de lluvias y calidad del agua de riego.
- Fertilizantes: Antes de exponer el plan de fertilización de esta finca, debemos indicar la necesidad de aplicar en zonas como esta, y en general en las provincias de Alicante y Murcia, un quelato de hierro para paliar los efectos negativos de la clorosis férrica tanto para obtener mayor producción como para adelantar la cosecha, especialmente cuando se cultiven variedades tempranas. La fertilización tipo usada hasta 1998, fue:

Tabla 52
Fertilizantes en riego por inundación

Fecha	Fertilizante	Kg/árbol	árb/ha	Kg/ha	N (UF/ha)	P ₂ O ₅ (UF/ha)	K ₂ O (UF/ha)
18/02/99	FMA (18-46-0)	1'25	666	832'5	149'9	383'0	0'0
10/06/99	FMP (0-52-34)	0'5	666	333'0	0'0	173'2	113'2
Totales (kg)				1.165'5	149'9	556'1	113'2
Equilibrio					1'3	4'9	1'0
20/03/99	EDDHMA-Fe: 40 g/árbol						

FMA: Fosfato monoamónico; FMP: Fosfato monopotásico.

Como puede observarse en la fórmula de abonado utilizado, se detecta un desequilibrio aparente de P₂O₅ frente a N y a K₂O. Teniendo en cuenta este aspecto así como la aparición de clorosis férrica en verano, se optó por cambiar el plan de fertilización, aunque se obtenía buena calidad de frutos. Se plantearon 3 nuevas fórmulas de abonado que pretendían evitar los síntomas de clorosis férrica y reducir los costes de fertilizantes.

Ensayos realizados en 1999:

Tabla 53
Fertilizantes en riego por inundación (Tratamiento 1)

Fecha	Fertilizante	Kg/árbol	árb/ha	Kg/ha	N (UF/ha)	P ₂ O ₅ (UF/ha)	K ₂ O (UF/ha)
18/02/99	FBA (18-46-0)	1'25	666	832'5	149'9	383'0	0'0
10/06/99	NO ₃ K (13-0-43)	0'5	666	333'0	43'3	0'0	143'2
Totales (kg)				1.165'5	193'1	383'0	143'2
Equilibrio				1'5	2'7	1'0	
20/03/99	EDDHMA-Fe: 40 g/árbol						

FBA: Fosfato biamónico.

Tabla 54
Fertilizantes en riego por inundación (Tratamiento 2)

Fecha	Fertilizante	Kg/árbol	árb/ha	Kg/ha	N (UF/ha)	P ₂ O ₅ (UF/ha)	K ₂ O (UF/ha)
18/02/99	FBA (18-46-0)	1,5	666	999'0	179'8	459'5	0'0
10/06/09	NO ₃ K (13-0-43)	0,5	666	333'0	43'3	0'0	143'2
Totales (kg)				1.332'0	223'1	459'5	143'2
Equilibrio				1'6	3'2	1'0	
20/03/99	EDDHMA-Fe (6%): 30 g/árbol						
10-04-99	Insecticida contra pulgones+Quelato de Zn y Mn, pulv. foliar						
10/07/99	EDDHMA-Fe (6%): 20 g/árbol						

FBA: Fosfato biamónico.

Tabla 55
Fertilizantes en riego por inundación (Tratamiento 3)

Fecha	Fertilizante	Kg/árbol	árb/ha	Kg/ha	N (UF/ha)	P ₂ O ₅ (UF/ha)	K ₂ O (UF/ha)
18/04/98	FBA (18-46-0)	1'25	666	832'5	149'9	383'0	0'0
10/06/98	NO ₃ K (13-0-43)	0'5	666	333'0	44'7	0'0	143'2
Totales (kg)				1.165'5	194'6	383'0	143'2
Equilibrio				1'4	2'7	1'0	
20/03/99	EDDHMA-Fe (6%): 30 g/árbol						
10-04-99	Insecticida contra pulgones+Quelato de Zn y Mn, pulv. foliar						
10/06/99	EDDHMA-Fe (6%): 20 g/árbol						

FBA: Fosfato biamónico.

Estos ensayos mostraron diferencias significativas respecto a la aparición de la clorosis férrica. Así, tanto el plan de fertilización utilizado en 1998 como el Tratamiento 1 de 1999, en los que sólo se hace una aplicación de quelato de hierro, muestran clorosis en verano; el Tratamiento 2 y 3 de 1999 no muestran esta fisiopatía; asimismo, en estos dos últimos se produce un adelanto de la maduración respecto al Tratamiento 1 y una mayor producción. Aunque las fórmulas de abonado y los equilibrios son diferentes, se demuestra la conveniencia de aplicar el Fe en dos veces (marzo y junio-julio).

Finalmente, tanto las diferencias en cantidad de unidades fertilizantes como la diversidad de fórmulas utilizadas, ponen de manifiesto la necesidad de planificar ensayos que permitan obtener una fórmula de abonado idónea para cada situación.

9.1. ANÁLISIS FOLIAR

La gran laguna existente en cuanto a estudios de fertilización es fiel reflejo del estado de la cuestión en cuanto a métodos de diagnóstico sobre niveles foliares de elementos nutrientes en hojas. Las únicas referencias encontradas al respecto son las correspondientes a algunos trabajos publicados por profesores de la Escuela Politécnica Superior de Orihuela (UMH), lo que pone de manifiesto el gran vacío de conocimientos existente sobre la nutrición del granado. Sin embargo, algunos de los estudios realizados, pueden tomarse como preliminares mientras no se obtengan resultados concluyentes.

Para realizar el análisis foliar del granado se han de tener en cuenta las siguientes consideraciones, que contemplan consideraciones y resultados de algunos trabajos realizados por nuestro equipo, y otras de índole general:

1ª. Seleccionar árboles representativos de la explotación, libres de plagas, enfermedades, lesiones mecánicas o de tamaño anormalmente grande o pequeño, evitando los árboles de la periferia.

2ª. Tomar hojas de ramos de la primavera precedente, sin fruto terminal, a la altura del hombro, aproximadamente, eligiéndolos en las cuatro orientaciones cardinales.

3ª. La fecha de toma de muestras que se estima adecuada es la comprendida entre el 15 de julio y el 15 de agosto para la mayor parte de los elementos.

4ª. Tomar 4 ó 5 hojas en cada orientación, de la parte media de los ramos indicados hasta constituir una muestra de análisis formada por unas 100 hojas.

El análisis de hojas de algunas variedades existentes en nuestra colección no mostró diferencias significativas en la composición mineral de sus hojas, mientras que otras variedades, distintas a las anteriores y cultivadas en otras fincas, si mostraron diferencias. Se ha encontrado una correlación negativa entre la cosecha y el nivel de Ca y K, ya que a medida que aumenta la cosecha el contenido en hoja de éstos es menor, lo que puede explicarse por la acumulación de estos elementos en los frutos, debido a que las muestras foliares se toman cuando frutos están en pleno desarrollo, próximo a la madu-

rez. Por el contrario, existe una correlación positiva entre el contenido en Fe y la cosecha, a medida que el contenido en hoja es mayor la cosecha también lo es (Giménez *et al.*, 1998). Considerando lo expuesto y teniendo en cuenta la concentración de elementos nutrientes en hojas de un clon de la variedad población Mollar, en árboles de producción elevada, se pueden obtener los niveles de normalidad preliminares, considerando para ello el valor medio obtenido para cada elemento $\pm\sigma$.

Tabla 56
Concentración de elementos nutrientes en hojas de un clon de la variedad Mollar y rango de normalidad preliminar

Muestra N°	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	Fe (ppm)	Zn (ppm)	Mn (ppm)	Cu (ppm)	B (ppm)	Na (ppm)
1	1'63	0'13	0'61	0'72	0'34	110	4	32	15	14	262
2	1'93	0'16	0'68	0'67	0'36	150	5	39	17	12	245
3	1'52	0'10	0'55	0'99	0'29	63	4	30	10	12	245
4	1'62	0'12	0'77	1'27	0'29	60	4	40	12	11	280
5	1'48	0'14	0'55	0'70	0'39	140	3	37	14	12	297
6	1'51	0'16	0'63	0'97	0'27	40	2	39	11	11	187
7	1'50	0'11	0'69	1'06	0'31	73	2	66	16	12	270
8	1'47	0'12	0'54	0'83	0'35	65	4	27	11	10	232
9	1'81	0'13	0'63	1'33	0'34	50	3	38	14	11	190
10	1'40	0'10	0'62	1'54	0'40	78	2	31	15	15	207
11	1'10	0'11	0'54	0'83	0'31	73	2	27	9	15	230
12	1'65	0'13	0'66	2'11	0'34	100	8	23	14	15	265
Medias	1'55	0'13	0'62	1'09	0'33	83'5	3'6	35'75	13'2	12,5	242,5
σ	0'21	0'02	0'07	0'42	0'04	34'6	1'7	11'06	2'5	1'8	34'9
Media - σ	1'34	0'11	0'55	0'66	0'29	48'9	1'8	24'7	10'65	10'7	207'6
Media + σ	1'76	0'15	0'69	1'51	0'37	118'1	5'3	46'8	15'68	14'3	277'4
Rango de normalidad	1'34-1'76	0'11-0'15	0'55-0'69	0'66-1'55	0'29-0'37	49-118	2-5	25-47	10-16	11-14	208-277

Debido a que los niveles reflejados aquí corresponden a una sola variedad, en una determinada ecología y con un agua de riego determinada, realizaremos algunas observaciones adicionales que pueden dar una visión más amplia ante un resultado de análisis foliar; para ello se han tenido en cuenta los análisis de todas las variedades de nuestro banco de germoplasma en sus condiciones de cultivo, es decir, cuando fueron preseleccionadas. Sin embargo, los datos que se expondrán no fueron correlacionados con la cosecha, por lo que han de considerarse con cautela.

Observaciones:

1ª. Los análisis expuestos no reflejan el contenido en Mo ni en Cl, que son elementos esenciales, mientras se refleja el contenido en Na que no lo es, pero que puede provocar problemas de toxicidad.

2ª. Con valores de N entorno al 1% no se han observado síntomas de carencia.

3ª. Con valores de P comprendidos entre 0'15 y 0'20% no se han observado síntomas de exceso.

4ª. Con valores de K comprendidos entre 0'7 y 1% no se han observados síntomas de exceso.

5ª. Con valores de Ca comprendidos entre 0'2 y 0'6% no se han observado problemas de carencia, aunque este elemento puede resultar de gran importancia para el rajado.

6ª. Niveles de Mg comprendidos entre 0'15 y 0'3% no ha manifestado síntomas de carencia.

7ª. Niveles de Fe inferiores a 20 ppm son frecuentes en el cultivo del granado, aunque las plantaciones muestran, al menos, síntomas de carencia estacional; este hecho ha sido relacionado de manera negativa con la producción y con la precocidad en la maduración.

8ª. Niveles foliares de Zn comprendidos entre 7 y 14 ppm, no se han relacionado con síntomas de exceso.

9ª. Niveles foliares de B comprendidos entre 15 y 30 ppm, no se han relacionado con un exceso de este elemento.

10ª. El contenido foliar en Na suele ser inferior a 100 ppm en gran número de plantaciones.

10. ESTUDIOS BÁSICOS PARA LA TIPICACIÓN POMOLÓGICA DEL GRANADO

Ya en 1986 consideramos que el granado era una alternativa a la situación de los cultivos leñosos en la Vega Baja del río Segura, sobre todo en aquellos suelos salinos donde el cultivo de los frutales más corrientes en la zona resultaba prácticamente imposible, gracias a la gran resistencia del granado a estas condiciones. Por ello, y dada la importancia creciente de su cultivo, el equipo del Cultivos Leñosos de la Universidad Politécnica de Valencia consideró importante abordar los estudios relativos a la caracterización y tipificación pomológica de los cultivares de la especie en esta zona, donde se cultivaba más del 95% del granado español (provincia de Alicante y región de Murcia). En la actualidad, tal como hemos visto en puntos anteriores, esta alternativa de cultivo se ha consolidado en nuestro país, habiendo experimentado su cultivo un crecimiento considerable, que además ha ido acompañado de un crecimiento de las exportaciones a gran número de países; asimismo, este interés creciente se ha extendido a otros países de la cuenca mediterránea y al continente americano.

10.1. PARÁMETROS ESTUDIADOS

Teniendo en cuenta la normativa española para la exportación de granadas, donde se indica: "Se autoriza exclusivamente la exportación de las variedades-Tendral o

Mollar-y-Albar-, quedando excluidas, por tanto, las que presenten granos con elevada porción de materia leñosa” (B.O.E. 24-10-1981), y considerando que este parámetro no puede ser utilizado como único para la definición de un cultivar, ya que dentro de las poblaciones de las “variedades” citadas existe gran diversidad, tanto respecto a éste como a otros parámetros observados, es por lo que se decidió estudiar un gran número de parámetros, dentro de las poblaciones de granado de la zona de estudio, con objeto de elegir aquellos que resulten distintivos para la tipificación varietal de esta especie.

En la primera fase de este trabajo (1986-1992) se ha realizado una prospección sistemática de las plantaciones de granado existentes en las comunidades autónomas de Valencia y Murcia, que culminó con la propagación de 58 clones, de características distintas entre sí, en la finca de la escuela politécnica Superior de Orihuela. Estos se han tomado como material vegetal base en la tipificación pomológica de granado (*Punica granatum* L.), así como para el establecimiento de los parámetros más significativos que permitan una separación de los materiales vegetales actualmente en cultivo. La metodología seguida para la caracterización de este frutal se basa en la apreciación y cuantificación de una serie de parámetros tanto cualitativos como cuantitativos que pueden resumirse de la siguiente manera:

I. Parámetros físicos:

- 13 en frutos completos.
- 9 en semillas.
- 11 en hojas.
- 11 en formaciones fructíferas y flores.
- 9 en ramos vegetativos.
- 14 en árboles.

II. Parámetros químicos:

- 12 elementos minerales en fruto (porción comestible).
- 3 grupos de compuestos orgánicos en porción comestible: azúcares, ácidos orgánicos y ácidos grasos, identificando distintos componentes es cada grupo.
- 5 características de la porción comestible: pH, acidez total, S.S., I.M. y fibra bruta.
- 11 elementos minerales en hojas.

En total se analizaron y controlaron 107 parámetros, incluyendo los fisiológicos y agronómicos, lo que permitió realizar las fichas varietales de los clones estudiados y un resumen de las características agronómico-comerciales más destacables de cada individuo.

Como resultado del trabajo realizado, y tras los análisis estadísticos de la información obtenida, se detectaron diferencias significativas dentro de las denominaciones varietales estudiadas en cuanto a:

- Tamaño del fruto.

- Color del fruto y color de las semillas.
- Época y hábito de brotación.
- Época y hábito de floración.
- Época de recolección.
- Espinosidad de los brotes.
- Características organolépticas.
- Contenido en materia leñosa de las semillas.
- Rendimiento en semillas.
- Interés Agronómico y comercial.

Finalmente hemos de indicar que la elección de individuos distintos entre sí, permitió la creación del primer banco de germoplasma del material vegetal de granado existente en las zonas estudiadas, al mismo tiempo que ha servido para elegir hoy los clones más adecuados para el cultivo, que han sido ya propagados y puestos en otra zona de cultivo para conocer su respuesta en la misma, con lo que además se ha obtenido un duplicado del material de la colección.

III. Parámetros bioquímicos:

Actualmente se está intentando aplicar la técnica PCR para identificación de los diferentes clones.

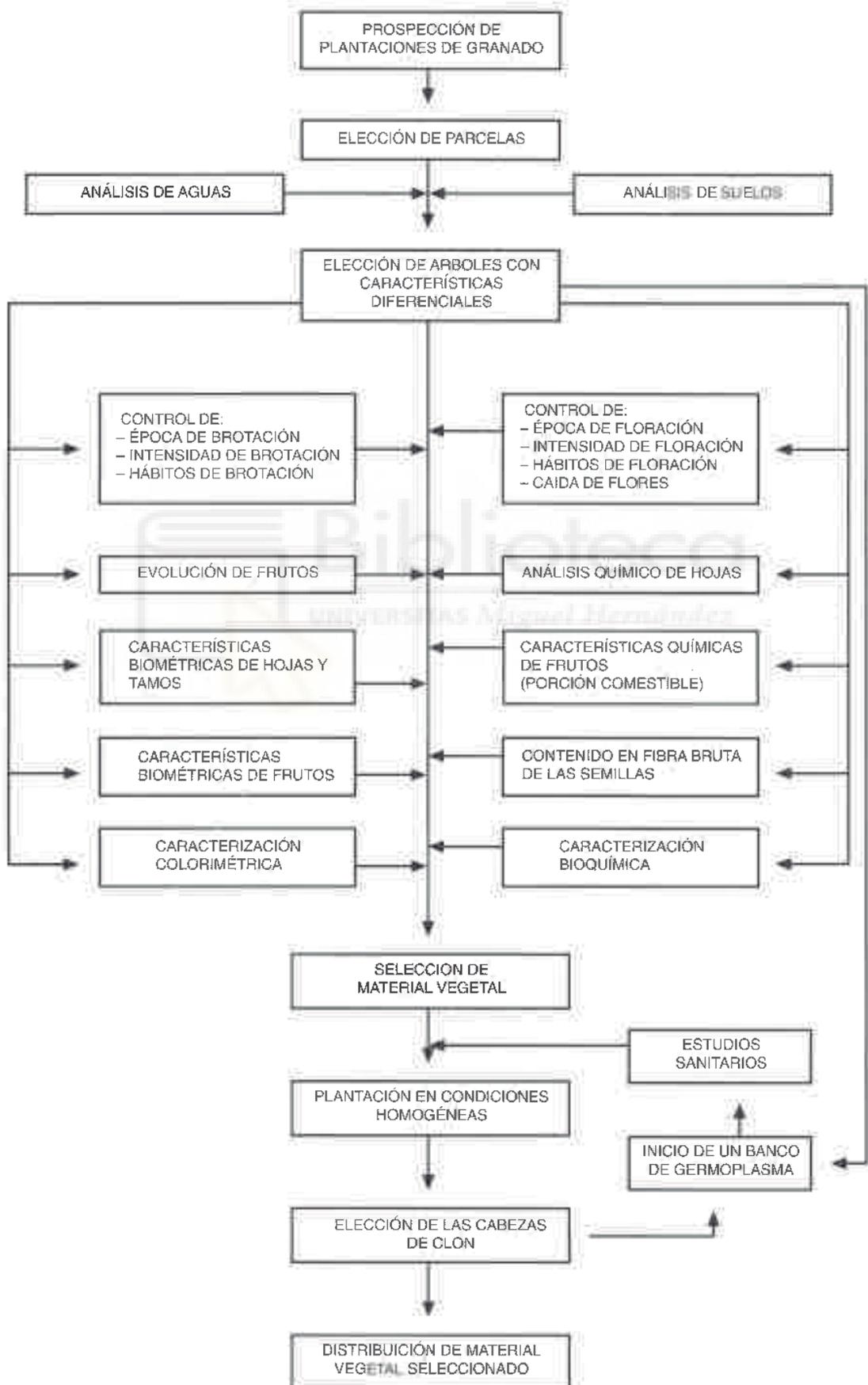
Desde 1992 hasta la fecha, y gracias tanto a un proyecto concedido por la U.E. como a otro recientemente concedido por el INIA, el banco de germoplasma creado ha sido ampliado, contando en la actualidad con un total de 107 clones, cuya denominación y zonas de origen se expone a continuación:

Tabla 57
Clones de granado en el banco de germoplasma de la EPSO (UMH)

Lista de árboles seleccionados

Zona I		Zona II		Zona III	Zona IV		Extranjeras		
ME1	ME15	MA1	VA9	MO2	BO1	PT09	Hicaznar	I15	I24
ME2	ME16	MA2	VA10	MO3	BB1	PTO10	I1	I16	I25
ME3	ME17	MA3	VA11	MO4	AB1	PTO11	I2	I17	I26
ME3-1	ME18	BA1		MO5	CRO1	PTO12	I3	I18	I27
ME4	ME19	MA4		MO6	CRO2	PTO13	I4	I19	I28
ME5	ME20	MA5			ADO4	ADB1	I5	I20	I29
ME6	ME21	MC1			PTO1	SFB1	I6	I21	I30
ME7	ME22	VA1			PTO2	PDO1	I7	I22	I31
ME8	ME23	VA2			PTO3	PDO2	I8	I23	I36
ME9	VE1	VA3			PTO7	ADO1	I9		
ME10		VA4			PTO8	ADO2	I10		
ME11		VA5			PTO1	ADO3	I11		
ME12		VA6			PTO2		I12		
ME13		VA7			PTO3		I13		
ME14		VA8			PBO4		I14		

Gráfico 17
Esquema seguido en la selección de material vegetal de granado



11. PLANTACIÓN DEL GRANADO

Desde antiguo, la plantación de este frutal ha conllevado siempre una cierta preparación del terreno previa a la plantación, habiéndose alcanzado últimamente un mayor grado de perfeccionamiento debido a la necesidad de obtener cada vez con mayor frecuencia frutas de calidad, al empleo de patrones y variedades seleccionados, a la utilización de riegos localizados, etc.

11.1. PREPARACIÓN DEL TERRENO

El acondicionamiento del suelo para la puesta en cultivo del granado se realiza mediante la parcelación y nivelación de la superficie cuando se trata de riego tradicional o bien realizando plantaciones en pendiente si el sistema elegido es el riego localizado. Seguidamente se realiza una labor profunda de desfonde, entre 0'5-0'7 m, con el fin de, al romper las capas compactas, facilitar el drenaje y la aireación del suelo; estas operaciones se deben realizar en épocas relativamente secas como el verano o principios del otoño para que haya una buena roturación del terreno, evitando los periodos de lluvias. Previo a la apertura de hoyos se darán las labores complementarias de desterronado y refino.

Por último, un mes antes de la plantación se podrán abrir los hoyos para realizar la plantación del granado, que pueden tener dimensiones estándares de unos 50 x 50 x 40 cm, si se realiza del modo tradicional, manualmente; otros sistemas modernos han sido utilizados recientemente con la plantadora en zanja, tal como se realiza en la viña. En cualquier caso y nunca en la parte más honda de los surcos, como en ocasiones se ha efectuado con resultados desastrosos. Este último sistema únicamente está recomendado en un sistema tradicional de riego por inundación cuando no existe agua suficiente para regar toda la parcela y en zonas áridas, donde el riesgo de encharcamiento por lluvias es bajo; en caso contrario es aconsejable plantar a nivel del suelo o sobre mesetas.

11.2. ABONADO DE FONDO

Después de la labor de desfonde y antes de la apertura de los hoyos para la plantación, se incorporan en una labor el abonado fosfo-potásico, que según la práctica en la zona de cultivo es de unos 2.000 Kg/ha de superfosfato de cal y de unos 1.000 Kg/ha de sulfato de potasa; seguidamente se da una labor destinada a enterrar el abono, a romper los terrones y dejar allanado el suelo. Muchas veces, se prepara el terreno añadiéndole al mismo tiempo que se extiende el abonado fosfopotásico, una enmienda orgánica de unos 10.000 Kg/ha de estiércol o de basura de población.

11. 3. MARCO DE PLANTACIÓN

El granado entra en producción al 2^o-3^{er} año, pudiendo alcanzar la plena producción a los 6-7 años si se cultiva adecuadamente; los marcos de plantación deben ser lo suficientemente amplios para realizar la mecanización de las labores y permitir su desarrollo asegurando una buena iluminación. La mayoría de las plantaciones antiguas están realizadas a marcos pequeños: 3 x 3 m y 4 x 4 m, especialmente en zonas de riego por inundación en las que se utilizan sulos y aguas de mala calidad; sin embargo, en la actualidad se utilizan marcos cuya calle es más ancha: 6 x 3 m, 6 x 4 m ó 5 x 3. En Israel se utilizan marcos de 6 x 4 m ó 6 x 5 m, y de 5 x 3 m en cultivares semienanos (Blumenfeld *et al.*, 1998), mientras que en Turquía el marco más utilizado es el de 6 x 4 m (Özgüven y Yilmaz, 1998).

La tendencia a hacer plantaciones más anchas y holgadas, según indican diversos agricultores, es debida a que así se obtienen granadas de mayor calidad y un menor número de frutos abiertos. Otro factor que aconseja que se planten dejando calles anchas es la gran ramificación leñosa que produce este frutal, lo que dificultaría el cultivo en calles estrechas, haciendo más incómodas labores como la recolección, el aclareo, la poda, etc; además, el sombreamiento que se produce con marcos estrechos dificulta el adecuado desarrollo del color debido a la insuficiencia lumínica; asimismo, los frutos se rozan y se dañan más a marcos más estrechos. La luz se ha mostrado como un factor de calidad importante para el desarrollo del color, por lo que en la poda de invierno se debe tener en cuenta este aspecto abriendo suficientemente las copas para facilitar la entrada de la luz; asimismo, la poda en verde practicada en verano, eliminando las ramas junto a los frutos para permitir una buena iluminación de éstos, permite un buen desarrollo del color, tal como también ha constatado Blumenfeld *et al.* (1998) en Israel. Tanto en los ensayos realizados por éstos como los nuestros, se ha podido comprobar el efecto negativo que tienen las mallas protectoras sobre el desarrollo del color; sin embargo, éstas tienen un efecto positivo para reducir las quemaduras por el sol (albardado), así como las rozaduras de frutos con las espinas (por la menor incidencia del viento), como para proteger contra el granizo y reducir las pérdidas de agua por evapotranspiración debido al sombreo que producen estas mallas.

En algunas ocasiones, el granado se planta a lo largo de márgenes y lindes formando empalizadas en plantaciones cerradas, separados 1 ó 2 metros, con lo que los chupones y las sierpes que produce la vegetación basípeta de este frutal, hace que se formen arbustos que dan un seto muy denso.

11.4. PLANTACIÓN

La mejor época para realizar la plantación es la comprendida entre los meses de enero y febrero, e incluso hasta principios de primavera, ya aunque el granado tiene una brotación tardía, es en esta época cuando se obtienen los mejores resultados.

Los plantones se arrancan del vivero en la época indicada, siendo trasladados al terreno definitivo, a raíz desnuda o con cepellón y tras un año desde que se hizo el estaquillado leñoso. Antes de plantarlo se le elimina la mitad de la madera que durante este tiempo se ha formado, para lo cual debemos acotarlo a una altura de 40-50 cm, procurando que, una vez plantados, no queden a más de 2-3 cm de profundidad de lo que estaban en el vivero.

Distintos trabajos han puesto de manifiesto que el transplante a raíz desnuda resulta más aconsejable y económico que cuando se realiza con cepellón. La propagación de granado suele realizarse mediante el enraizamiento de estaquillas leñosas, aunque como se indicó en apartados anteriores, el estaquillado herbáceo ha abierto un camino muy esperanzador en la propagación de esta especie. Como ya se ha indicado, el arranque de las estaquillas enraizadas suele hacerse en invierno, realizándose el transplante al terreno de cultivo desde finales de invierno a principios de primavera, siempre antes de la brotación pero, en ocasiones, distintos factores pueden impedir que el transplante se realice en el momento oportuno; ante esta posibilidad, se realizó un ensayo en el que se pretendió estudiar la época más tardía en que era posible realizar el transplante de las plantas enraizadas al terreno definitivo. El estudio se realizó con plantas enraizadas en 1997, arrancadas del vivero en diciembre de 1997, conservadas en cámaras frigoríficas a 5°C y 95-100% de humedad relativa y plantadas en el terreno definitivo en distintas fechas de 1998. Los resultados obtenidos permiten asegurar que en esta especie puede realizarse un transplante tardío, hasta el mes de mayo, en las condiciones ecológicas de la provincia de Alicante, siempre que la conservación en cámara frigorífica sea adecuada. Dado que es la primera vez que se realiza un ensayo de este tipo en este frutal, describiremos aquí el procedimiento seguido, los resultados y las conclusiones obtenidas:

- El material vegetal utilizado está compuesto por estaquillas de distintos clones de granado, enraizadas durante la primavera de 1997 y arrancadas, a raíz desnuda, el 23 de diciembre de 1997. Aunque en el experimento se ensayaron distintos clones, centraremos la atención en una mezcla de algunos muy utilizados en la propagación comercial del granado en la zona, concretamente los clones MO2, MO3, MO4, MO5 y MO6 (que presentan características muy similares), tomados al azar, productores de fruta de buena calidad y de buen rendimiento en la propagación por estaquilla leñosa; las condiciones en la que fue realizado el estaquillado y enraizamiento de estas plantas están descritas por Melgarejo *et al.* (1998). Las estaquillas para el ensayo fueron recolectadas el 6 de febrero de 1997. La plantación de las estaquillas se realizó el 18 de febrero de 1997 en una parcela de la finca de la Escuela Politécnica Superior de Orihuela, directamente en suelo, tras ser sometidas a tratamiento con AIB y heridas en la base.

- La conservación desde el arranque de las plantas enraizadas hasta su plantación se realizó en cámara frigorífica, teniendo en cuenta los resultados de ensayos anteriores, realizados por nosotros mismos, sobre las condiciones de conservación. La temperatura de conservación fue de $5\pm 1^{\circ}\text{C}$ y la humedad relativa se mantuvo entre

el 95 y el 100%. El control de la temperatura se realizó mediante un termostato electrónico y el control de la humedad mediante un psicrómetro instalado en la cámara. Cada vez que la humedad llegaba al 95%, se rociaban las plantas con agua, manualmente, para subir la humedad ambiente hasta el 100%.

– Para averiguar la capacidad de supervivencia al trasplante de las plantas conservadas, se fueron realizando trasplantes al terreno definitivo en las fechas que se indican en la tabla siguiente, teniendo en cuenta que en la zona de cultivo el trasplante suele realizarse entre los meses de febrero y marzo.

– El primer trasplante se realizó el 12 de febrero de 1998 y el último el 7 de julio de 1998. El último control sobre la supervivencia de los plantones se realizó el 8 de agosto de 1998.

– Las plantas trasplantadas fueron regadas mediante el sistema de riego por goteo, aplicando una cantidad de agua de 9 litros/planta a la semana, excepto en el caso del trasplante realizado el 15-04-98 que fueron regadas con cuba existiendo déficit de agua durante el periodo de enraizamiento.

– Las temperaturas medias durante el periodo de plantación y enraizamiento fueron:

Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto
12.2	13.0	15.3	17.1	19.1	23.6	26.6	26.6

Los resultados del ensayo, con indicación de la fecha de plantación, número de plantas trasplantadas y número de plantas que sobrevivieron al trasplante, se indican en la tabla siguiente.

Tabla 58

Supervivencia al trasplante de plantas de granado conservadas en cámara frigorífica a 5°C y 95-100% de humedad relativa

Fecha de plantación	Nº de plantas plantadas	Nº de plantas que sobrevivieron al trasplante	% de plantas que sobrevivieron al trasplante
12-02-98	300	298	99'3
15-04-98	271	241	88'9
15-05-98	52	52	100'0
05-06-98	52	13	25'0
10-06-98	49	14	28'6
23-06-98	49	6	12'2
07-07-98	51	1	1'9

Antes de realizar el análisis de los resultados expuestos hay que destacar que durante la conservación de las plantas en la cámara frigorífica, se produjo un fallo en el control de humedad ambiental; así, el 5-6-98 la humedad en la cámara era del 60%,

observándose, en este momento, un importante grado de deshidratación de las plantas conservadas, al que atribuimos una notable influencia sobre los resultados de supervivencia al trasplante a partir de esta fecha. Esta degradación del material vegetal, unida al incremento de las temperaturas que se produjo en los meses de junio y julio hicieron que la supervivencia en este último mes fuese prácticamente nula.

Se observa que hasta mediados de mayo es posible conservar las estaquillas de granado enraizadas en cámara frigorífica y obtener la máxima supervivencia de las plantas transplantadas. A partir de primeros de junio, la supervivencia de las plantas transplantadas decrece notablemente, aunque no tenemos la seguridad de que la supervivencia en esta fecha no pueda ser mejor que la obtenida en este ensayo, sobre todo teniendo en cuenta el fallo en el mantenimiento de la humedad en la cámara frigorífica donde se conservaban las plantas, aunque puede decrecer notablemente como consecuencia del aumento de las temperaturas que se produce a partir de este mes y que dificultan el éxito del trasplante.

Del estudio realizado se puede concluir que:

1°. Es posible conservar las plantas de granado, enraizadas y arrancadas a raíz desnuda en cámara frigorífica a la temperatura de $5\pm 1^{\circ}\text{C}$ y con una humedad del 95-100%, durante al menos 5 meses sin que por ello se produzcan fallos en el trasplante, pudiendo calificar las citadas condiciones de humedad y temperatura como óptimas para la conservación de las plantas de granado, durante el periodo ensayado.

2°. La reducción de la humedad durante la conservación de las plantas enraizadas, conservadas en cámara frigorífica, puede influir muy negativamente en la supervivencia de las plantas de granado al trasplante, reduciéndose el periodo de conservación durante el cual es posible realizar el trasplante con un porcentaje de éxito aceptable.

3°. Mientras no se realicen nuevos ensayos de supervivencia y para las condiciones climáticas en las que se ha realizado el ensayo, el trasplante no debe realizarse más tarde de finales de mayo.

La experiencia en la zona de cultivo muestra que, debido a la sensibilidad de este frutal al “escaldado del tronco”, es desaconsejable la plantación de surcos por favorecer esta alteración, siendo por el contrario aconsejable la plantación en meseta y también con alcorques solamente, ya que evitan una alta humedad en el cuello de raíz; se ha apreciado que con estas técnicas de plantación se reduce la aparición de esta patología. En las plantaciones donde se utiliza el riego por goteo, la presencia de la enfermedad es menos frecuente, aumentando cuando el emisor se sitúa junto al tronco. La plantación en surcos únicamente puede recomendarse en plantaciones recién hechas para consumir menos agua, cuando el sistema de riego es el de inundación, y siempre que los surcos tengan pendiente suficiente para evitar encharcamientos.

La realización del trasplante debe evitarse en días muy ventosos, regando inmediatamente, ya que el reducido número de raíces junto con la alta pérdida de agua hacen peligrar el éxito de la operación.

Las plantas en maceta, procedentes de estaquillado herbáceo, pueden transplantarse con un mes o mes y medio de edad en cualquier época del año.

11.5. RIEGO DE PLANTACIÓN

Una vez realizada la plantación realizaremos el primer riego de implante, pudiéndose regar únicamente la zona donde se realizó el hoyo de plantación por cualquier procedimiento; cuando el sistema de riego utilizado es el de goteo, se dará un riego muy intenso de varias horas, situando el emisor cercano al tronco del árbol, para que de esta manera el terreno se asiente y no queden huecos o grietas importantes junto a las raíces. Posteriormente los arbolitos jóvenes deberán ser regados, sin permitir que la tierra de alrededor del tronco se seque demasiado para que no se produzcan grietas, siendo indispensable mantener la humedad suficiente del terreno para que haya un buen prendimiento y una buena movida. Asimismo, para conseguir este fin, se aconseja que la zona alrededor del plantón del granado esté limpia de malas hierbas, evitando la presencia de plagas como pulgones, caracoles, etc.

12. CULTIVO DEL GRANADO

Además de la fertilización y del riego indicados con anterioridad, el granado tiene necesidades de labores, podas y tratamientos pesticidas como cualquier otra especie frutal, aunque a veces se cultiva con menos cuidados que otras.

12.1. LABORES DE CULTIVO

Si el granado se cultiva con riego por inundación, con posterioridad a cada riego y con el tempero o sazón suficiente, se dará una labor para romper la capilaridad del terreno que se forma con el riego precedente, indicándose que previamente a este riego se aportarán los abonos necesarios.

Si el riego es localizado, la dosis y frecuencia se realizarán tal como indique la E.T.P. aplicando el coeficiente de cultivo de los frutales de hueso, siendo mayor cuanto más salina sea el agua. Es aconsejable que los riegos se realicen diariamente, aportándose los abonos incorporados al agua, denominándose a este sistema: fertirrigación o fertigación.

El control de las malas hierbas en el granado con herbicidas en el riego localizado presenta dificultades, ya que hasta ahora no hay ningún herbicida de preemergencia registrado para el uso en el cultivo de granado, por lo que habrá que usar los tradicionalmente utilizados de postemergencia.

En la actualidad es cada vez más frecuente evitar las labores de cultivo en este frutal, optándose por un sistema de suelo desnudo durante todo el año; para ello se utilizan distintos tipos de herbicidas entre los que destacan: paraquat entre los de contacto y glifosato entre los sistémicos. En los últimos años se están utilizando otros como sulfosato y la mezcla de MCPA (18%)+glifosato (18%); este último está siendo

utilizado con bastante frecuencia para el tratamiento de los pollizos o sierpes que nacen junto al tronco, que son sin duda un problema más importante que las malas hierbas en este cultivo; en otras ocasiones, para eliminar los pollizos se emplea paraquat, o los cortan manualmente, siendo este último procedimiento tedioso y caro. Naturalmente, las referencias citadas sólo son una pequeña muestra del gran espectro de herbicidas utilizados en fruticultura y que en menor grado se aplican también en granado, aunque no existen ensayos publicados sobre su acción, posibles fitotoxicidades, etc., en este frutal.

12.2. ACLAREO DE FRUTOS

Esta operación se realiza para obtener un tamaño comercial adecuado de los frutos, ya que se pagan mejor los calibres grandes. Además esta práctica permite:

- Obtener los calibres exigidos por el mercado.
- Eliminar los de forma irregular, deformes o mal situados, en beneficio de los mejores.
- Adelantar la recolección, lo que en ocasiones, unido a las técnicas de fertirrigación dirigidas en el mismo sentido, tiene un gran interés económico.

Hasta ahora no se han utilizado técnicas de aclareo químico en este cultivo, realizándose éste manualmente. El momento en que se efectúa esta operación es cuando el fruto tiene un diámetro de 3-4 cm, debiéndose repetir esta operación a los 20-30 días para eliminar aquellos frutos procedentes de la floración continuada que tiene el granado y que no son deseables, ya que perturban el normal desarrollo de los precoces, que son los más deseados. Por tanto, el primer aclareo suele realizarse a primeros de junio y el segundo a finales de éste o a primeros de julio.

Fotografía 95

**Aclareo: racimo donde sólo debe quedar
1 ó 2 frutos**



Fotografía 96

**Diferentes frutos con defectos
en el cuaje**



Los frutos que se eliminan con esta práctica son:

- Los frutos gemelos.
- Los frutos pequeños o retrasados.
- En los árboles muy jóvenes, o los debilitados, los frutos del último tercio de las ramas principales y de las secundarias, asegurándose de este modo el normal desarrollo de las mismas.

Para realizar es aclareo del granado se viene utilizando un tipo de tijeras parecidas a las de podar con hojas más largas y estrechas o bien tijeras de podar normales y en otras ocasiones se realiza a mano. En esta operación se debe procurar que no queden frutos juntos, a no ser que la cosecha sea escasa, pues entre frutos suelen proliferar plagas como el cotonet, además de que una mejor distribución conduce a un mejor desarrollo.

13. CONDUCCIÓN O PODA DEL GRANADO

La poda es una técnica de cultivo que mediante la supresión, acortamiento, incisión o arqueado de ramas, modifica el desarrollo natural del árbol con la finalidad de obtener los máximos beneficios económicos.

El granado se cultiva como árbol de un solo tronco o como árbol de varios troncos. La forma de arbusto es sólo satisfactoria cuando se utiliza en setos o vallas, pero no para plantaciones de producción comercial.

El granado, como toda planta basítona tiende a producir muchas sierpes junto al tronco y chupones en éste. Si se desea un árbol con un sólo tronco habrá que quitarlos todos excepto uno. Así pues, estos rebrotes basales deberán eliminarse periódicamente para que el tronco principal crezca y se forme el árbol adecuadamente.

En otros países prefieren un sistema de varios troncos de un mismo árbol, especialmente en países con cierta tendencia a tener olas de aire polar, por lo que al dejar varios troncos puede helarse alguno, continuando el resto produciendo. Los brazos o troncos helados pueden sustituirse por chupones o sierpes nuevas que al cabo de 2-3 años alcanzan su tamaño normal. Por el contrario, en estos países de vientos polares, si un árbol de un sólo tronco se hiela habrá que esperar 3-4 años para reconstruirlo a partir una sierpe o pollizo. En estos países está demostrado que un árbol con muchos troncos requiere menos podas durante los primeros años y entra en producción bastante antes que los árboles de un solo tronco.

Sin embargo, en nuestro país la experiencia nos ha demostrado más interesante la plantación con árboles de un solo tronco, ya sean productores directos, procedentes de estaquillas leñosas, o plantones injertados sobre un patrón agrío, alcanzándose con esta forma mayores producciones. Además es preciso realizar podas anuales para renovar la madera improductiva o mal situada y para permitir la entrada de la luz al centro de la copa.

La época en que se realiza la poda es: enero-febrero; fechas en que el árbol se encuentra en pleno letargo invernal. Para realizar la poda se deben conocer los hábitos del crecimiento y fructificación del granado. Es un árbol vigoroso de desarrollo medio que cada año emite muchas sierpes o pollizos, de crecimiento simpodial (Sánchez-Capuchino *et al.*, 1986), con una movida de primavera y otra movida de verano; sobre la primera se obtendrá la cosecha del año, ya que los frutos que cuajen sobre la segunda no terminarán su total desarrollo por la llegada del letargo invernal.

Las formaciones cortas se desarrollan sobre madera que ha producido varios años frutos con crecimientos muy cortos, mas con la particularidad de que cuanto más engorda el diámetro de la rama, más pierde ésta su hábito de producir, y esto es así sobre todo en aquellas variedades con poca tendencia a emitir ramos anticipados.

Asimismo, la poda y la iluminación suficiente estimulan el crecimiento de formaciones cortas, por lo que se deberá abrir el árbol convenientemente. Al mismo tiempo es importante indicar que las podas fuertes reducen la producción, por lo que habrá que tener cuidado al realizar la misma en la madera productiva del árbol.

En consecuencia, en la poda se deben eliminar las ramas que se crucen o interfieran el paso de la luz, además de dejar ramos productivos que permitan el aclareo y produzcan frutos adecuados sin heridas o rozados.

A lo largo de la vida del granado, la poda se clasifica en tres tipos según el fin al que se destinan y son:

- Poda de formación.
- Poda de producción.
- Poda de rejuvenecimiento.

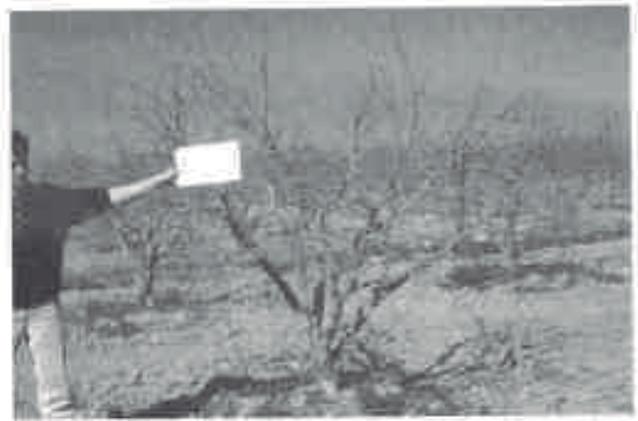
13.1. PODA DE FORMACIÓN

Con esta poda se pretende crear una estructura productiva capaz de soportar la cosecha y las incidencias climatológicas.

El granado, una vez injertado, se debe acotar a unos 40-50 cm del suelo; después de iniciarse la vegetación se suelen dejar 3 ramas que serán las que formen la estructura del árbol, eliminando los pollizos y los chupones, que debido a su gran vigor merman la savia de las ramas principales. Es conveniente que las ramas madres estén lo más simétricamente posible alrededor del tronco para que adquieran la dirección y

Fotografía 97

Aspecto que presenta el granado antes de la poda de invierno



vigor adecuados. Al invierno siguiente, estas ramas que han constituido el esqueleto del árbol serán podadas a 3/5 de su longitud y en la primavera siguiente; sobre estas ramas aparecen nuevas formaciones vegetativas y algunas flores que pueden fructificar, debiéndose suprimir en esta época todos los brotes sobre el tronco y en la parte baja de las ramas. Los frutos de estos arbolitos, caso que cuajen, deben ser eliminados en su totalidad antes de que alcancen un tamaño que puedan hacer que el ramo que los sustente se doble o se desgarré por su debilidad.

Al tercer año con este criterio de poda, ya debe estar ya constituida la base fundamental del esqueleto del árbol, por lo que en el 4°-5° año puede terminarse regularmente la formación del árbol.

Durante los años en que se realiza esta poda se debe aumentar regularmente el abonado, sobre todo en nitrógeno, con el fin de que el crecimiento sea rápido y se forme el esqueleto del árbol.

13.2. PODA DE PRODUCCIÓN

Los objetivos de esta poda son:

- a) Incrementar la producción: los árboles podados estarán en disposición de producir más que los no podados.
- b) Mejorar la calidad: Con la poda se puede obtener una mejora de la calidad de los frutos y obtener frutos en el interior de la copa.
- c) Reducción de los gastos de cultivo: Una poda adecuada puede favorecer otras labores de cultivo como los tratamientos fitosanitarios, la recolección, etc.

El granado produce fundamentalmente en madera del año, en ramos mixtos procedentes de yemas existentes en madera del año anterior; por ello en esta poda se tiende a dejar la leña productiva y eliminar la vieja, tal como se ha indicado en los hábitos de producción del granado.

La entrada en producción del granado tiene lugar hacia el segundo o tercer año en los casos más precoces y al cuarto en los más tardíos, según sea el patrón utilizado y/o los cuidados recibidos.

La poda de fructificación del granado consiste en suprimir chupones, sierpes (al menos 2 veces al año) y ramas o ramos que se entrecruzan o que brotan en el interior, así como la madera muerta. Los pollizos y chupones que se hayan crecido durante el último ciclo deben ser cortados o tratados con herbicidas, excepto en el caso de que tengamos la necesidad de reemplazar algún árbol que haya muerto.

Este tipo de poda debe ser bastante frecuente, anualmente, debido a la gran proliferación de ramos que tiene el árbol; si no se hiciera así, el exceso de vegetación dificultaría la entrada de luz, dificultando el aclareo de frutos, facilitaría la rozadura de los mismos y dificultaría su recolección, toda vez que la falta de luz influiría negativamente sobre la diferenciación floral y sobre el desarrollo del color de los frutos.

Como ya se indicó, el crecimiento vegetativo de las distintas variedades se ve notablemente influenciado por el vigor de las mismas, de modo que las técnicas de cultivo y programas de nutrición deberían ser específicas, según sean vigorosas o no:

- En los árboles vigorosos, poco productivos, el crecimiento no se detiene, excepto en la parte baja de la copa (lo que ocurre a finales de mayo), si bien una vez cuajado el fruto (primeros de junio) el crecimiento se reanuda con mayor velocidad que en los ramos de la parte alta. En estos la nutrición debe ser moderada durante el periodo de floración y cuajado, ya que de lo contrario se puede producir un desequilibrio vegetativo en contra de la floración y fructificación; en éstos, la poda de invierno será más costosa, pues habrá que eliminar más madera.
- En los árboles poco vigorosos (generalmente clones de la variedad población Mollar de Elche), que son productivos, los ramos de la parte inferior de la copa frenan su crecimiento a finales de abril, justo cuando comienza su floración, deteniéndose poco después, en el periodo de plena floración; hasta este momento la longitud de los brotes es escasa y los ramos anticipados emitidos son pocos; los ramos de la parte superior de la copa presentan mayor velocidad de crecimiento, y ésta no se reduce hasta finales de mayo, produciéndose una parada que dura aproximadamente un mes y, a finales de junio se reanuda el crecimiento normal; los ramos de la zona alta de la copa sólo se ven afectados en el momento de máxima demanda, por lo que en ellos se da un excesivo crecimiento vegetativo. En ellos también se recomienda una nutrición moderada durante la floración y cuajado.

Tanto en clones vigorosos como en no vigorosos es recomendable realizar una poda en verde, entre mediados de junio y mediados de julio, lo que facilitará una mayor iluminación de los frutos para obtener mejor color y reducirá los costes de poda en invierno; debe tenerse en cuenta que la exposición directa a la radiación solar puede ocasionar graves daños por quemaduras (albardado), especialmente en las orientaciones Sur y Oeste, lo que se deberá tener en cuenta si se practica este tipo de poda. En las condiciones ecológicas del Sureste español, el periodo de plena floración está comprendido entre la primera semana de mayo y la primera semana de junio, por lo que a partir de esta fecha ya puede realizarse la poda en verde.

En general, las variedades que producen mayor número de botones florales son las que dan menos frutos, lo que se atribuye, además de a la existencia de un bajo porcentaje de flores hermafroditas, a una mayor competencia entre flores por los carbohidratos. Por tanto este último aspecto también debe tenerse en cuenta en los programas de nutrición y a la hora de practicar la poda en verde, que sólo deberá realizarse una vez se haya producido el cuaje.

Finalmente, recordaremos algunos aspectos, ya expuestos, y que pueden resultar de interés para determinar la forma de poda y la conveniencia de actuar en determinadas partes con mayor intensidad que en otras, todo ello referido a las variedades españolas de granado:

- Más del 95% de los frutos se producen sobre madera del año, mientras que en madera vieja se producen menos del 5% de éstos.

- Con relación a la zona de producción en la copa, de modo general, podemos decir que en la parte alta se produce una pequeña cantidad de frutos (entorno al 7%), que en la parte media se produce entorno a un 40% de los frutos y que en la parte baja se produce entorno al 53%. Las cifras expuestas ponen de manifiesto que la mayor parte de la cosecha se obtiene en la parte media y baja de la copa, lo que explica el excesivo crecimiento que se origina en la parte alta de la copa de los árboles frente a las partes media y baja en las que predomina la floración y fructificación. Este aspecto sugiere que posiblemente el uso de productos retardadores del crecimiento, aplicados a las zonas de mayor crecimiento vegetativo, podrían tener interés, especialmente en variedades vigorosas.
- Con relación a la posición del fruto en los ramos, podemos decir que más del 75% de los frutos se obtienen en el extremo de los ramos, que entorno al 25% se obtienen en la parte media y que menos del 1% se obtienen en la parte basal.
- Respecto a la producción en función de la orientación, conviene aclarar que en este frutal la iluminación resulta un factor limitante de la producción, de modo que las zonas poco iluminadas producen menos que las iluminadas; por tanto, la iluminación tiene repercusión sobre la producción. Se ha comprobado que con marcos amplios, en los que la luz llega a todas las zonas del árbol, si la poda se realiza adecuadamente, se obtiene mayor producción. Por ello, aunque en general se ha observado mayor fructificación en la cara Sur, debe tenerse en cuenta que la orientación de la plantación y la separación entre árboles resultan determinantes para que se obtenga una producción adecuada. Desde un punto de vista práctico, resulta necesario establecer marcos más amplios en las calles que en las filas, para facilitar la iluminación en las calles, que es por donde se realiza la recolección.

13.3. PODA DE REJUVENECIMIENTO

La finalidad de ésta es conseguir, en el número más corto de años el rejuvenecimiento de la arboleda y la recuperación de la producción, si es posible. La poda se realiza en árboles muy viejos o con fuertes ataques de "barrena" que dan un bajo índice de rentabilidad debido a su escasa producción.

Esta poda debería realizarse en 3 años como máximo, durante los cuales cada año se le quita 1/3 de la madera vieja en peor estado. De manera que para dar un rápido crecimiento a la madera nueva, se deberá incrementar el abonado nitrogenado con el fin de formar la nueva estructura del árbol lo más rápidamente posible.

Para acortar al máximo el período de rejuvenecimiento del árbol, se puede recurrir, tal como se hace en Irán y Afganistán, a acotar el árbol dejando que se desarrolle como un matorral libre; en estos países plantan también el granado para delimitar sus propiedades o bien en las proximidades de las acequias de riego. En estas condiciones la poda se limita a un aclareo interior y a la supresión de la madera seca y de los chupones demasiado fuertes que son tan numerosos en el granado. Este tipo de poda no se realiza en España.

Por otro lado habrá que tener en cuenta que cuando se realizan podas drásticas, que afectan a las ramas principales y secundarias de un árbol adulto, las brotaciones que se producirán durante la primavera y verano siguientes serán incapaces de florecer. Éstas, tras la inducción floral que se produce en verano, estarán en disposición de producir, por el desarrollo de sus yemas invernantes, nuevos ramos mixtos, en los que aparecerán flores durante la primavera siguiente.

Como conclusión final, consideramos que la estructura más adecuada para este frutal en la zona de cultivo es la de formar un tronco de 30-40 cm de altura, coronado con un ramaje en forma de vaso para que la luz llegue hasta la cruz del árbol. También hay que indicar que, de momento, ninguna formación como la espaldera, palmeta, o eje central han dado suficientes satisfacciones a los productores como para que se aventuren en la plantación de un huerto comercial de granados con estos sistemas.

14. PLAGAS, ENFERMEDADES, MALAS HIERBAS, FISIOPATÍAS Y OTROS

En el granado hay que hacer una diferencia entre las plagas y enfermedades que afectan a la planta, que producen daños considerables en la Vega Baja de la cuenca del río Segura y las de orden menor que, aún afectándole, sus daños son muy pequeños en esta zona.

14.1. PLAGAS

Dada la poca información existente en la zona acerca de las plagas y enfermedades que afectan a este cultivo, una parte de la información acerca de éstas ha sido obtenida a través de otros cultivos, basándonos en las referencias conocidas sobre el granado.

De acuerdo con su incidencia se han clasificado en dos grupos, de acuerdo con la clasificación realizada por Toledo *et al.* (1991), considerando la siguiente escala: 0 (sin importancia), 1 (pequeña), 2 (media), 3 (importante), 4 (muy importante)

Las más importantes son:

- Pulgones (4).
- Cotonet (3).
- Barreneta, barrenillo o *Criptoblabes gnidiella* Millere (3).
- *Zeuzera pyrina* L., taladro o barrena del granado (2).
- Nematodos (2).

Las menos importantes hasta ahora en el Sureste español, son:

- Caparreta negra (1).
- Caparreta blanca (1).

- Ácaros (1).
- Caracoles (1).
- Vertebrados, ratas (1).

A esta lista de plagas menos importante, pero con alguna incidencia, debemos añadir la *Ceratitis capitata* Wied o mosca del Mediterráneo.

En otros países el granado tiene plagas importantísimas, algunas desconocidas en la cuenca del Segura, como son:

- La "Mariposa" *Virachola isocrates*, que destruye grandes cantidades de fruto en la India; la mariposa del granado *Virachola libia* y la *Cryptoblabes gnidiella* que devastan el cultivo del granado en Egipto. Asimismo, en California, los enemigos terribles del granado son el ácaro *Brevipalpus Lewisi* y el insecto *Platynota stultana*; el primero, de tamaño pequeño y ligeramente rojo, aparece en el fruto y en las hojas a mitad del verano, habiendo entrado recientemente en España y afectando a la vid con bastante gravedad, lo que nos puede hacer temer su posible ataque al granado; con respecto al segundo, hay que indicar que es el más serio enemigo del granado en California central, pues aparece en junio y julio en los brotes terminales, penetra en los frutos al empezar a madurar y produce galerías en el mismo, haciéndolo inviable para su comercialización ya que provoca su pudrición. Asimismo, en California producen daños en el granado los pulgones, la cochinilla negra, cochinilla roja, la mosca blanca, los trips y los nematodos, y aunque éstos están sólo localizados en áreas muy concretas, son responsables del debilitamiento de las plantaciones en estas superficies.

Por último, hay que indicar que el granado es un frutal muy sensible a ciertos pesticidas, por lo que antes de realizar un tratamiento nuevo conviene ensayarlo previamente por su posible toxicidad, ya que se dan casos como el Fenitrothion y otros, que pueden defoliar al granado.

En la Vega Baja de la cuenca del Segura las plagas más importantes que se han indicado anteriormente son:

14.1.1. Pulgones

Los pulgones encontrados sobre granado en España (Nieto. *et al.*, 1984) son: *Aphis fabae*, *Aphis gossypii* y *Aphis punicae*.

Actualmente constituyen la plaga más importante en la zona de cultivo en España, debiendo tratarse dos o tres veces al año, y excepcionalmente hasta 4 veces.

Generalidades: Los pulgones son insectos chupadores de la familia *Aphidae*; son chupadores, estando provistos de un pico articulado que clavan en la planta y por el que absorben sus jugos, razón por la que en las hojas atacadas se producen deformaciones. Hay individuos ápteros y alados (con cuatro alas membranosas) y tienen unas dimensiones comprendidas entre los 1'5 mm y los 4'5 mm. En la parte terminal del abdomen poseen dos tubos excretores de cera, llamados sifones, de forma y tamaño variable según las especies. Segregan un líquido pegajoso, azucarado que llega a

impregnar la superficie de la planta impidiendo sus funciones, al cual acuden las hormigas siendo éstas síntoma de la presencia de los primeros; sobre la melaza se produce un ataque de *Fumagina* (principalmente hongos del género *Capnodium*) que dificulta la fotosíntesis y recubre con sus micelios de color negro tanto la superficie de los frutos como de las hojas, desapareciendo una vez controlada la plaga y pudiendo limpiarse fácilmente con agua y detergente.

Biografía: Al tratarse en este caso de especies polífagas, la hembra deposita el huevo sobre una especie vegetal denominada huésped primario, y sobre esta misma habitan la hembra fundadora y las distintas generaciones de hembras ápteras partenogenéticas. Las *hembras aladas virginóparas*, llamadas en este caso emigrantes, por trasladarse a otras especies vegetales diferentes de la anterior, denominadas huéspedes secundarios, donde dan lugar a otras hembras ápteras partenogenéticas, diferentes a las que se desarrollan sobre el huésped primario; a estas hembras se les denomina exiladas, y dan lugar a otra plaga aparentemente distinta a la primera; generalmente al llegar el otoño, aparecen entre las hembras ápteras exiladas, otras *aladas sexuparas* que regresan al huésped primario, dando lugar a la generación sexuada de la que procede el huevo de invierno (Domínguez, 1976).

Las dos especies más observadas son *Aphis punicae* (pulgón amarillo-verdoso) y *Aphis gossypii* (pulgón negro), y tan sólo en el caso de *Aphis punicae* al final del otoño pueden aparecer hembras y machos que dan lugar a huevos de invierno (Toledo *et al.*, 1991).

Ciclo anual: En el granado, a mediados de marzo aparecen las primeras colonias de pulgones sobre los brotes tiernos, que proceden de otros huéspedes y/o bien de huevos invernantes (*A. Punicae*). Ambas especies (*A. punicae* y *A. gossypii*) se encuentran mezcladas, variando los porcentajes según años, plantaciones, localización, etc. La especie más frecuente y precoz observada es el pulgón amarillo verdoso; el pulgón negro desarrolla todo su ciclo a partir de hembras partenogenéticas, colonizando al granado en primavera, y una vez establecido puede emigrar con menor intensidad a otros cultivos, decreciendo los movimientos migratorios durante el verano, aumentando de nuevo en otoño desde el granado a otros cultivos sobre los que pasa el invierno (Toledo *et al.*, 1991).

Daños: En la zona de cultivo, en primer lugar los brotes son colonizados por el

Fotografía 98
Flores con pulgón verde



pulgón amarillo-verdoso, instalándose más tarde el pulgón negro. Ambas especies pueden coexistir al mismo tiempo y pueden ocupar los brotes afectados en el 100% de su longitud. Llegado este momento podemos decir que nos encontramos ante una situación muy grave, pues en estos momentos no sólo afectan a los brotes, sino también a las flores y los frutos recién cuajados, pudiendo producirse su caída. Los frutos desarrollados tras un ataque de pulgón, presentan unas manchas o rugosidades que los deprecian comercialmente. Los brotes afectados detienen su crecimiento y con la melaza que segregan se desarrollan superficialmente hongos de color negro conocidos como fumagina, que desaparecen al desaparecer la plaga, pero que impiden o dificultan la función clorofílica.

Enemigos naturales: Entre los predadores se citan algunos coccinelidos, crisópidos y dípteros, y entre los parásitos algunos himenópteros.

Tratamiento: Los productos recomendados (Toledo y Albuje, 1998), son: pirimicarb, pirimicarb+endosulfan y acefato. Al respecto Juan *et al.* (1998) indican el uso de otros como: benfuracarb, metomilo, endosulfan, tau-fluvalinato y propoxur.

14.1.2. Cotonet (*Planococcus citri* Risso)

En España se ha observado sobre el granado en la corona de los frutos o bien en los intersticios de los grupos de granadas, que son lugares muy apropiados para el ataque de esta cochinilla. Produce el manchado de los frutos por la secreción de melaza y posterior aparición de *fumagina*, depreciando los frutos para su comercialización tanto por estas manchas como por su aparición en el cáliz del fruto maduro.

Pertenecen a la familia de los cocidos y son móviles en todos los estadios de su desarrollo, pudiendo desplazarse entre árboles y formando colonias en las zonas poco aireadas de los árboles y de los frutos.

Los huevos son de forma oval, color amarillo naranja; están cubiertos de una sustancia pegajosa que facilita su adherencia a la masa algodonosa segregada por la hembra. La larva es alargada, oval, de 0'5 x 0'25 mm; al final de su desarrollo duplica su tamaño después de pasar por cuatro fases. La hembra adulta sale directamente del último estado larvario; en su forma más desarrollada se caracteriza por tener un cuerpo oval, aplastado, blanco y claramente

Fotografía 99
Granada con cotonet en el cáliz



segmentado, de color amarillo y cubierto de una cerosidad de aspecto harinoso; en su última fase de desarrollo forma un ovisaco algodonoso en el que deposita los huevos. El macho adulto aparece después de que la larva pase por su estado ninfal (Toledo *et al.*, 1991). Puede tener 5 ó 6 generaciones en la zona de cultivo. En el periodo invernal la puesta se detiene y el cotonet se refugia en las escamas del tronco, en el suelo fijándose a las raíces y en hormigueros (Llorens, 1984).

Enemigos naturales: *Cryptolaemus monstrouzieri*, empleando una colonia (25 adultos)/tahulla), siendo recomendable hacer la suelta en agosto, después de haber finalizado los tratamientos. Esta suelta es recomendable hacerla tras realizar un tratamiento contra hormigas a razón de 40-50 g/árbol de diazinon o de lindano al pie de los troncos (Toledo *et al.*, 1991).

Tratamientos: Los productos de efecto más recomendados por Toledo *et al.* (1991) y otros autores, son: clorpirifos, metidation, metil-pirimifos y metil-clorpirifos; Toledo y Albuje (1998) recomiendan polisulfuro de calcio, aceite de verano, aceite de invierno, clorpirifos y metil-pirimifos.

14.1.3. Barreneta (*Criptoblabe gnidiella* Millere)

Este lepidóptero es una plaga polífaga que ataca a gran número de especies. Se localiza en los grupos de granadas que tienen Cotonet, y el daño que hace es una excavación de galerías en el interior del fruto mientras que a la madera le ataca muy poco.

El adulto es una mariposa de entre 10 y 18 mm de envergadura, con alas anteriores gris marrón y más claras las posteriores. Los huevos son elípticos, convexos y brillantes. Las orugas recién nacidas son blancas o rosadas, cambiando a bronceadas, llegando a casi negras en periodos fríos. Presenta 4-5 generaciones al año, observándose los primeros síntomas a principios de julio; los ataques persisten hasta el momento de la recolección, correspondiendo los daños a la cuarta o quinta generación. La presencia de orugas se detecta por los excrementos e hilos sedosos, a veces junto al Cotonet (Toledo *et al.*, 1991).

Daños: Se observan mordeduras en la corteza que al confluír parecen pequeñas depresiones; en otras ocasiones pueden penetrar al interior del fruto. Estos daños facilitan el rajado y deprecian el fruto.

Tratamiento: Suele realizarse aprovechando realizar uno único contra Barreneta y Cotonet, eligiendo un producto polivalente como: clorpirifos, metidation, metil-clorpirifos o metil-pirimifos, siendo en general suficiente una sola aplicación para controlar ambas plagas (Toledo *et al.* 1991).

14.1.4. Barrenillo (*Myelois zeratoniae* Zell)

Este lepidóptero ataca también al granado, habiendo crecido los daños producidos en los últimos años. Se localiza en los grupos de granadas que tienen Cotonet y el

daño que produce consiste en una excavación de galerías penetrando al interior del fruto, provocando su pudrición, mientras que a la madera le ataca muy poco. No son necesarios tratamientos específicos si se ha tratado contra *Cotonet*.

14.1.5. Barrena del granado (*Zeuzera pyrina* L.)

Dado que esta plaga puede producir la muerte de la planta, realizaremos una descripción más detallada sobre su morfología, ciclo biológico y control.

Este insecto pertenece al orden Lepidópteros y a la familia Cosseidae. Las orugas causan graves daños en el cultivo del granado, taladrando galerías en el interior de la madera, siendo éstas de sección circular, localizadas en muchos casos en ramas jóvenes y finas, así como en el tronco y ramas gordas, diferenciándose de las galerías del "*Cossus cossus*" ya que esta última las realiza de sección elíptica y localizadas generalmente en el tronco.

Las orugas de *Zeuzera pyrina* L. en su máximo desarrollo alcanzan unos 6 cm y son de color amarillo, teniendo en todos los segmentos del tórax y del abdomen muchos puntitos de color negro. Las mariposas son grandes y vistosas, presentando mayor tamaño las hembras que los machos, teniendo las alas anteriores de un color blanco con numerosos puntos azulados-negruzcos. El tórax del insecto adulto presenta un color blanco y peludo, siendo su abdomen oscuro; las antenas son filiformes en la hembra y plumosas en el macho.

El ciclo biológico de la *Zeuzera* generalmente dura 2 años, aunque en regiones cálidas puede completarlo en un solo año. Los adultos aparecen en verano, son noctuidos y permanecen inmóviles a la luz del día; la puesta la efectúan bajo la corteza, gracias a un oviscapto retráctil, durando la incubación unos 7 días.

Fotografía 100
Adulto de *Zeuzera pyrina* L.



Fotografía 101
Oruga de *Zeuzera pyrina* L.



Al nacer la oruga penetra en la zona del cambium, y permanece en éste durante dos meses para después profundizar en la madera. En el invierno, paralizan su actividad en los países fríos y en los cálidos la continúan mientras que al iniciarse la primavera reanudan su acción excavadora con mayor avidez, reblandeciendo la madera mediante su saliva corrosiva construyendo de este modo galerías cilíndricas, rectilíneas y ascendentes, que comunican con el exterior con orificios que sirven de salida al serrín y a los excrementos.

Llegado el segundo invierno, las orugas vuelven a entrar en diapausia, excepto en los casos de evolución precoz, para después reanudar su actividad en la primavera siguiente, haciendo antes de transformarse en crisálida, un orificio en la madera tapándolo con serrín, para después de transformarse en ella en el interior de la galería, servir este orificio para salir al exterior cuando se transforma en mariposa. Ocurriendo este fenómeno un mes después, hacia principios de verano.

Los daños que producen son la excavación de galerías que suponen una rotura de los vasos liberianos y leñosos, dificultando y disminuyendo la circulación de savia, por lo que el árbol se debilita, envejece y es incapaz de dar una producción normal. Si el ataque es intenso la parte afectada del árbol se seca y muere.

El control de esta plaga es difícil por la forma de vida que tienen las orugas, por lo que es necesario unas veces emplear métodos indirectos de inciertos resultados, y en otros de manera muy puntual la lucha directa. Entre los más recomendables están:

a) Utilización de ramas cebo, para extraer y luego destruir los insectos que allí se hayan cobijado, o bien la puesta que puedan haber realizado.

b) Las aplicaciones fuertes de N con riegos copiosos que vigorizan al árbol, produciendo crecimientos rápidos de grosor, cerrando la salida a muchas orugas e incluso inundando sus galerías.

c) La utilización de cebos trampa luminosos en la noche, que amén de producir una disminución de individuos adultos, nos van a servir para controlar y determinar el momento óptimo del tratamiento directo realizándolo "a curva de vuelo". Generalmente, la "curva de vuelo" se utiliza para saber como irá después la "curva de orugas" ya que aquella es, en realidad, una "curva de huevos" (las mariposas vuelan para aparearse y poner); de esta manera es posible saber con alguna anticipación cuando habrá un máximo de orugas, que es lo que matan los insecticidas, generalmente. Depende de la forma de la curva (que suba más o menos bruscamente, etc.), siendo aconsejable tratar antes o después, buscando el momento del tratamiento en el que haya el máximo de orugas en el exterior alcanzables por el caldo insecticida. Este máximo se puede situar en el tiempo teniendo en cuenta la evolución de la "curva de adultos" (curva de vuelo) y el tiempo que tarda un huevo en eclosionar y producir una larva. En este momento la aplicación de un insecticida de gran acción de choque y penetración como mevinfos da ciertos resultados positivos, si bien es necesario manejarlo con cuidado debido a su toxicidad y peligrosidad para los animales de sangre caliente, ya que está incluido en la categoría C, siendo un producto penetrante pero de poca persistencia. Otros insecticidas como el lebaycid, diazinón, fosalon y ethion y

los piretroides tienen cierta eficacia aunque menor que el anterior, dependiendo la eficacia del primero o de los segundos de la ubicación de la oruga.

Uno de los métodos prácticos para el seguimiento del ciclo consiste en (Toledo *et al.* 1991):

- Control de salida de adultos, con captura por medio de trampas sexuales o luminosas, así como observación de despojos ninfales en las salidas de las galerías.
- La observación de los primeros excrementos en las axilas de las hojas, lo que permite conocer el inicio de daños de las primeras orugas.

Asimismo, éstos indican que el control del insecto se basa en la protección con insecticidas durante el periodo de eclosión de los huevos, paralelo y desplazado unos 15-20 días respecto a la curva de salida de adultos; el largo periodo de eclosión, unos tres meses, hace necesario realizar un mínimo de 3-4 aplicaciones, incidiendo en los tratamientos de julio. Normalmente 2 aplicaciones separadas unos 20 días, la primera a finales de junio-primeros de julio, serán suficientes para su control. El tratamiento contra Cotonet y/o Barreneta es eficaz contra Barrena.

14.1.6. Cochinilla de la tizne (*Saissetia oleae* BERN)

Esta especie pertenece al orden de los Homópteros y a la familia de los *Coccidae*. Aunque este insecto habita principalmente sobre el olivo en España, ésta no es sólo la única planta a la que ataca, ya que además del granado, se ha encontrado también sobre agrios, plantas de adorno, y otras. La presencia de esta plaga se manifiesta en ramas y ramitas ya que las hembras son de tamaño y forma de medio grano de pimienta. Estas cochinillas excretan una sustancia pegajosa y azucarada como la melaza, que embadurna las hojas y ramas, sirviendo para desarrollar el conjunto de hongos denominado “Negrilla”. Así pues, la cochinilla y la negrilla viven asociados y sin la primera no puede vivir la segunda al no encontrar la melaza que le sirve de sustento.

La hembra, de forma oval con el dorso convexo de 3-4 mm de longitud y algo menos de ancho que tiene antes de la puesta, se hace posteriormente cóncava y la parte dorsal aumenta su convexidad haciéndose el cuerpo casi hemisférico después de la puesta, quedando los huevecillos debajo del cuerpo al tiempo que éste se oscurece. Éstas son inmóviles y quedan adheridas a la planta. En cambio, los machos son totalmente diferentes y provistos de alas. Las larvas neonatas tienen un contorno ovalado, son móviles y en la tercera edad ya ofrecen esbozos de la quilla longitudinal y de las otras dos transversales, midiendo entonces 1 mm de longitud y poseyendo un color terroso o amarillento.

Este insecto presenta en general 2 generaciones anuales en nuestra área, la primera de mayo a julio y la segunda de agosto a noviembre.

La primera generación (Domínguez, 1976), que en algunos casos se adelanta, suele aparecer a mitad de abril, y como los machos son casi desconocidos y poco numerosos, se admite que la hembra es partenogénica. Ésta pone más de un millar de

huevos, que va empujando de atrás hacia adelante. Al principio pone unos 200 huevos diarios que luego se van reduciendo paulatinamente, y durante este periodo la hembra continúa alimentándose, muriendo al final de la puesta y formando el despojo desecado de la hembra un caparazón que recubre y protege a los huevos.

El período de incubación es variable en relación con la temperatura; así en pleno verano aparecen larvitas al cabo de una semana, en tanto que llega a triplicarse el tiempo en épocas como la del principio de la primavera.

Si después de la avivación se levanta el despojo de la hembra, aparece por debajo un caparazón lleno de polvo blanco constituido por millares de cascarones de los huevos, pero si este polvo es rosado, es porque aún hay huevos que están por avivar. Las larvitas no emergen inmediatamente, sino que permanecen algunos días entre los huevos restantes y bajo el caparazón materno, hasta que se deciden a salir al exterior. Luego caminan con rapidez, unos 30 cm/minuto, pero después acortan la marcha y al cabo de 2-3 días acaban por fijarse en las ramitas jóvenes, donde sufren la primera muda. A continuación se pone nuevamente en movimiento durante varios días y vuelven a fijarse en las ramitas y algunas hojas, donde permanecen quietas chupando durante 3-4 días, trasladándose finalmente a las hojas si no estaban en ellas, volviendo a fijarse durante una semana o más y en este período sufren la segunda muda. Las larvas de la tercera edad se desplazan nuevamente hasta fijarse en las ramas definitivamente para transformarse en hembras adultas. Todo el proceso larvario, o sea, desde la avivación del huevecillo hasta su transformación en hembra adulta, es en condiciones normales de la Vega Baja de la cuenca del Segura, de unos 35 días.

Esta cochinilla tiene numerosos parásitos que a veces detienen su propagación; el más importante es el pteromalido *Scutellista* (*Cyanea* Motsch), pequeño himenóptero de 2,5 mm de forma muy redonda y de color azul, cuya larva se nutre de los huevos de los caparazones de las hembras de la *Saisetia oleae*, también parasita este himenóptero a otras como al *Ceroplastes rusci*, parásito de la higuera, y a otros lecaninos.

Hay también varios coccinélidos que se alimentan de las larvas, tales como *Chilochorus bipustulatus* o *Exochomus quadrimaculatus*, que contribuyen a limitar esta plaga.

El control de la cochinilla de la tizne más efectivo es cuando esta plaga manifiesta el estado de larva móvil con el cuerpo blando y sin protección, por lo que es vulnerable a los insecticidas de contacto, pero al fijarse la hembra y estar los huevos recubiertos con el caparazón materno, es más difícil que sean alcanzados por los insecticidas, por lo que hay que elegir el momento oportuno que es cuando las larvitas han abandonado el caparazón.

Son recomendables para combatir esta plaga los insecticidas fosforados como el paration, ultracid, fentoato, etc., debiendo tener en cuenta con anterioridad la posible fitotoxicidad de alguno de ellos y sustituirlo por otro si fuese necesario. Sin embargo, los tratamientos invernales a base de oleofosforados permiten eliminar esta plaga y prevenir por ende sus daños.

No obstante (Lousert, 1980) la simple protección de los depredadores puede ser suficiente para un buen control de las poblaciones de cochinilla.

Los tratamientos en el desborre con un insecticida oleofosforado, así como aplicaciones contra Cotonet y/o Barreneta y Barrena son eficaces contra la Caparreta, eligiendo adecuadamente el producto a utilizar; este tratamiento controla la primera generación de febrero-marzo (Toledo *et al.*, 1991).

14.1.7. Caparreta blanca (*Ceroplastes sinensis* del Guercio)

Plaga polífaga de menor importancia que la caparreta negra; su presencia no produce negrilla, ya que no segrega melaza. Tiene una sola generación al año. Las larvas móviles empiezan a salir a finales de julio y emigran a las hojas; al principio del invierno pasan de la hoja a la madera y en primavera se convierten en hembras adultas, realizando de nuevo la puesta que queda aislada de la madera por un telo blanco. Otras cochinillas como *Mytilococcus granati* Kol. son desconocidas en cuanto a ataques al granado en España.

Daños: Apenas causa daños, siendo éstos producidos por la succión de savia.

Enemigos naturales: Como depredador de esta cochinilla se cita al pteromárido *Scutellista cyanea* Motsh, cuyas larvas situadas en el interior de la hembra succionan el contenido de los huevos (Llorens, 1984). Otros citados por éste son *Tomocera californica* How y *Eublema (Coccidiophaga) scitula* Rambur.

Tratamientos: No se suelen realizar tratamientos contra esta plaga, dada su escasa importancia y, sobre todo si se han hecho los tratamientos con las plagas citadas anteriormente como más importantes; además los focos de la plaga, cuando aparecen pueden desaparecer solos, sin necesidad de tratamiento, aunque estaría indicado realizarlo, en caso necesario cuando la mayoría de los huevos hubiesen avivado, ya que las larvas jóvenes son sensibles a los tratamientos.

14.1.8. Mosca de las frutas (*Ceratitis capitata* Wied)

Este díptero también ataca al granado y lo hace en Septiembre-Octubre. No hace casi ningún daño, ya que se limita a alimentarse de los frutos que se encuentran abiertos.

14.1.9. Ácaro rojo del granado (*Tenuipalpus punicae* Pritchard and Baker)

Este ácaro fue clasificado por primera vez y como especie nueva, a partir del material encontrado sobre los granados de Bet Maskita en Israel el 31 de julio de 1965, encontrándose disperso en lo que es la antigua Palestina (actualmente Israel),

Irán, Bulgaria y España. En España ha sido localizado en Elche y seguramente se halla muy difundido en todos los granados españoles. Su detección en nuestro país fue debida a que en septiembre de 1969 se recibe en los Servicios Fitopatológicos de Levante una muestra de ramas de granado procedentes de Elche y remitidas por su agencia comarcal del S.E.A. Se observaba en el envés de la hoja y a lo largo del nervio central una caspilla blanca en la que había unos ácaros rojos que se relacionaban con la defoliación que sufrían los granados; llegándose a encontrar el mencionado ácaro rojo que había sido descubierto en Israel en los granados.

Este ácaro pertenece a la familia *Tenuipalpidae* que forman el grupo conocido como "falsas arañas rojas", ya que no producen telaraña. La longitud del adulto, si se incluyen los quelíceros, llega a las 275 μ .

Los estudios realizados sobre la biología de este ácaro son muy escasos, y el más completo es quizás el realizado por Tsalev en Bulgaria (Sánchez, 1986).

El ácaro se encuentra en ramas medias o grandes y apenas en el tronco. Suele estar refugiado en las grietas y resquicios de la madera, pero no todos quedan ocultos sino que una minoría lo están parcialmente, unas veces formando cordones a lo largo de las ramas y otras veces agrupados. Pueden observarse levantando las ramas hacia arriba y entonces se les ve por la cara inferior de las mismas, ya que a simple vista se les aprecia por su color rojo.

En las observaciones realizadas no solamente se ha visto que el ácaro busca la parte de la rama que mira al suelo, sino también las plantaciones con más de 20 años, y que quizás hayan sido ampliamente tratadas con distintos plaguicidas. Es un ácaro que, en nuestra climatología, sale del letargo invernal y entra en actividad en el mes de marzo y su difusión parece ser lenta, pues al lado de plantaciones atacadas hay otras que no lo están. En los frutos afectados se producen oscurecimientos en la corteza que luego se cuarteja y que también facilita el agrietamiento de la granada.

Según los estudios realizados en Bulgaria, el ácaro reanuda su actividad en la primavera cuando la temperatura media alcanza los 13°C, dirigiéndose entonces a las yemas jóvenes de las que empieza a alimentarse. La primera puesta la hace en la base de las yemas de las ramas jóvenes hacia mayo y, posteriormente, los ácaros nacidos pasan a las hojas, donde hacen las puestas de verano, así como a las ramas nuevas y nuevos brotes, poniendo los huevos aislados o en pequeños grupos; una generación se completa, en condiciones normales, en no menos de 20 días.

Después de varias generaciones que provocan defoliaciones y daños en los frutos, al llegar el otoño, cuando la temperatura media cae por debajo de los 13°C, los ácaros adultos se refugian para pasar el invierno, mientras que los huevos y las ninfas sucumben.

En Bulgaria se ha comprobado que las condiciones óptimas para el desarrollo de este ácaro son una temperatura de 28-30°C y una humedad relativa del 40-50%. En estado de reposo invernal este ácaro tiene una buena resistencia al frío, ya que con una oscilación térmica entre 18 y -4,5 °C sobrevivieron el 31,49% de los adultos.

La posible intolerancia del granado a ciertos plaguicidas hace que no baste con

que el producto sea eficaz para combatir dicha plaga, sino que además no resulte fitotóxico para el cultivo. Así pues, parece que produce algo de defoliación la mezcla de dicofol + tetradifon, mientras que es bien tolerado el tioquinox y tampoco es fitotóxico el dimetoato.

La circunstancia de que el ácaro en estado adulto pase el invierno en reposo, resulta muy favorable para luchar contra el mismo con productos eficaces. Los controles realizados en noviembre de 1970, en la Estación de Fitopatología Agrícola de Levante de Burjasot (Valencia), dieron como más eficaces el dicofol, clorobencilato, clorofenamidina, binapacril, emulsión de aceite-mahonesa, etion, la mezcla carbofenotion + dicofol, azufre mojable coloidal, mercaptodimetur, opotunal y el PP 511. Asimismo, dieron resultados altamente prometedores el ometoato, metidation, carbofenotion y bromopopilato. También se considera que por la naturaleza del ácaro los productos azufrados han de ir muy bien, y en consecuencia en invierno los polisulfuros pueden dar muy buen resultado, así como los aceites solos o reforzados con otro producto. Toledo *et al.* (1991), aconsejan para su tratamiento el uso de un insecticida oleofosforado o aceite mineral de invierno, y acaricidas específicos como ticofol+tetradifon, benzoximato o fenbutestan al observar los primeros huevos.

El ácaro *Tenuipalpus granati* Sayed, produce daños importantes en las plantaciones existentes en Irán, bajo Egipto y algunas repúblicas soviéticas, aunque no se citan daños en nuestro país. Este prefiere el envés de las hojas, incrementándose las poblaciones en primavera, alcanzando un máximo en julio y disminuyendo después hasta el mes de diciembre (Zaherzy y Elbadry, 1964).

14.1.10. Eriófido del enrollado de las hojas (*Eriophyes granati* Canestrini)

Este eriófido se encuentra en el envés de las hojas, provocando el enrollado de las mismas; cuando la población alcanza valores altos, impide el crecimiento longitudinal de las hojas, aunque no el de los brotes; vive asociado a secreciones de pulgones (Toledo *et al.*, 1991).

Este pequeño ácaro puede tener de 8 a 10 generaciones/año, refugiándose en invierno en las grietas de la corteza y en primavera en el envés de las hojas y en los frutos. Produce daños en la zona peduncular (roña peduncular), observándose resquebrajaduras y pardeamientos de la corteza junto al pedúnculo del fruto.

No suele ser preciso su tratamiento, aunque en caso necesario es suficiente con aplicar los productos indicados contra *Tenuipalpus punicae*.

En el granado también puede observarse la puesta del ácaro pardo; es un ácaro oscuro y de movimientos lentos, cuya puesta forma pequeñas manchas sobre la madera; se alimenta de hongos, líquenes, algas, hojas y madera en descomposición, aunque por el momento no causa daños en la zona de cultivo (Toledo *et al.*, 1991).

14.1.11. Nematodos

La **resistencia a los nematodos**, desconocida en España en este frutal, es otro de los factores a tener en cuenta. Recientemente han aparecido problemas de productividad en algunas plantaciones, responsabilizándose de éstos a nematodos del género *Meloydogine* encontrados, tal como indican Darekar *et al.* (1989) en la India y Siddiqui y Khan (1986) en Libia.

Se trata más de un problema potencial que de gran importancia actual, a pesar de haberse encontrado en nuestras plantaciones como ya indicaron Toledo *et al.* (1991); Melgarejo (1997). La intensificación del cultivo ha sido uno de los factores que ha influido en su difusión, por lo que habrá que tenerlo presente.

14.1.12. Caracoles

Los caracoles pueden constituir un verdadero problema de las plantaciones de granado si no se realiza un control adecuado, en especial en las plantaciones con riego por goteo donde siempre existe humedad para su propagación. La expansión de la plaga se ve favorecida por la presencia de hierba. Los caracoles tienen especial importancia cuando se trata de plantaciones jóvenes, en las que pueden ocupar la totalidad e las ramas impidiendo el crecimiento del árbol.

Tratamiento: El uso de cebos granulados formulados con Metaldehido o con Metiocarb en las zonas donde se encuentran los goteros o en los límites de las parcelas donde existe hierba, suele ser suficiente para el control de la plaga. El uso papillas a base de Metaldehido en los troncos impide que suban al árbol, y en caso de un ataque en la parte aérea la pulverización foliar (Metiocarb 50 P.M. al 0'2% o Carbendazima) o un espolvoreo con los productos indicados suele ser lo más recomendable frente a la alternativa de su eliminación manual.

14.1.13. Ratas

Las ratas (*Ratus rattus*), suelen alimentarse de las granadas de árboles próximos a cauces de agua o edificaciones abandonadas, y aunque no se consideran una plaga importante, las medidas higiénicas de limpieza de las zonas de acequias, azarbes, etc. y los tratamientos a base de raticidas en cebos son recomendables en caso de observar daños apreciables de estos roedores, que suelen comerse las semillas dejando únicamente corteza de los frutos sobre los árboles.

14.2. ENFERMEDADES

Pocas son las enfermedades que en la actualidad tengan gran incidencia sobre el cultivo del granado; sin embargo, en los últimos años se han puesto de manifiesto algunas que, aunque conocidos sus efectos, ni siquiera eran consideradas enfermedades.

14.2.1. Corazón negro (*Alternaria spp.*)

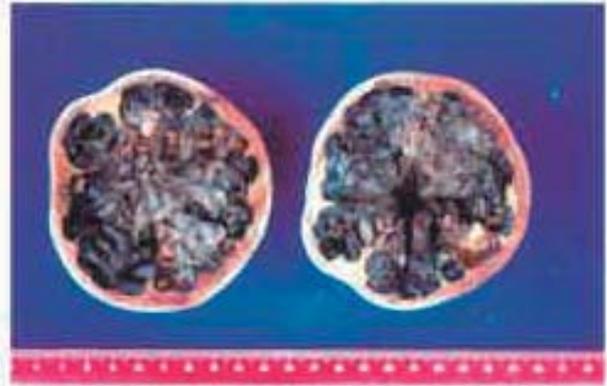
El fruto resulta algunas veces dañado por el llamado “corazón negro”, causado por el hongo *Alternaria* (La Rue, 1980). La infección de esta enfermedad tiene lugar en la floración, penetrando en el fruto recién cuajado por el pistilo y progresando hacia el interior del frutito, resultando la cavidad central del fruto parcial o totalmente destruida, mientras que la piel exterior permanece normal. El control de esta enfermedad debe realizarse con tratamientos preflorales y postflorales con fungicidas tradicionalmente utilizados en horticultura, teniendo presente realizar pruebas para detectar posibles fitotoxicidades y utilizar en consecuencia otros en su sustitución.

Durante la recolección puede detectarse la presencia de la enfermedad en el fruto, al comprimirlos con la mano; los afectados se distinguen fácilmente de los no afectados porque pesan bastante menos de lo normal. Estos deben ser separados del resto. Asimismo, será necesario eliminar todos los frutos que hayan quedado en el árbol tras la recolección durante la poda, como posible fuente potencial de este hongo.

Por último, esta enfermedad parece afectar al fruto si hay tiempo lluvioso en la época de floración, por lo que, en estas épocas, son recomendables los tratamientos fungicidas para disminuir la gravedad de la infección.

Fotografía 102

Fruto con *Alternaria sp.* (corazón negro)



14.2.2. Escaldado del tronco (*Phytophthora spp.*)

El **escaldado del tronco** o planchado es una afección que hasta hace pocos años había sido considerada como una fisiopatía, por no haber identificado ningún agente patógeno causante de la misma, aunque se cree que está provocada por *Phytophthora*. Provoca la destrucción del sistema vascular de la planta, manifestándose con síntomas y épocas distintas:

a) Escaldado del tronco tipo A: puede presentarse a finales de invierno y a finales de verano. Cuando se presenta **a finales de invierno** se caracteriza porque los árboles afectados brotan anticipadamente, 15-20 días antes que los no afectados. Puede no observarse nada en el tronco, pero si escarbamos un poco apreciaremos que la zona del cuello tiene un color marrón oscuro, se ha reblandecido la corteza y puede producirse la destrucción total del sistema vascular. Estos síntomas pueden extenderse 20 ó 30 cm sobre el nivel del suelo en todo el perímetro del tronco. Cuando se presenta **a finales de verano**, se detecta por un amarilleamiento general del árbol, de modo que en ese momento ya se aprecia en el tronco la afección sin escarbar en el suelo. En ambos casos la planta puede morir si no se actúa a tiempo suprimiendo el

Fotografía 103

Árbol con escaldado del tronco tipo A



Fotografía 104

Detalle del tronco del árbol anterior: escarbado para su limpieza y tratamiento



riego junto al tronco y escarbando la zona del cuello para facilitar su aireación. En ocasiones la afección es tan drástica que la planta muere en 15-20 días, especialmente cuando se produce a finales de verano. En ambos casos la aplicación de fungicidas en la zona afectada no siempre ha dado resultados positivos, quizá porque ya sea demasiado tarde cuando se aplican.

b) Escaldado del tronco tipo B: es mucho más llamativo. Se produce a finales de verano y la afección se extiende por todo el tronco pudiendo llegar hasta las ramas principales. Sin embargo, a pesar de que los síntomas son mucho más espectaculares, no implica la muerte del árbol, ya que tras adoptar las medidas anteriores puede recuperarse.

En cualquier caso y con independencia del patrón utilizado, se ha podido observar que la frecuencia con que se manifiesta el escaldado del tronco es muy superior en suelos regados por inundación frente a los regados por goteo, y también es superior cuando la plantación no dispone de banquetas u otro sistema que reduzca el grado de humedad junto al tronco. No obstante, también se ha manifestado en suelos pedregosos regados por goteo, aunque con menor frecuencia.

Tanto en uno como en otro tipo de escaldado, el hongo resulta difícil de aislar, ya que tras el ataque de *Phytophthora* los tejidos son rápidamente invadidos por otros hongos, muchas veces saprofitos, que en ningún

Fotografía 105
Árbol con escaldado del tronco tipo B



caso justifican la muerte de la planta. Los análisis efectuados sobre el tejido afectado han demostrado la existencia de otros hongos antagonistas, tales como *Trichoderma*, *Mucor*, *Cylindrocarpum* (fundamentalmente), *Fusarium spp.*, etc. (Toledo *et al.*, 1991). Éstos recomiendan, descalzar los árboles y tratar la zona afectada mediante pulverización con un compuesto de cobre al 1-2% o con Captan 50 al 1%.

14.2.3. Manchas necróticas (cribado)

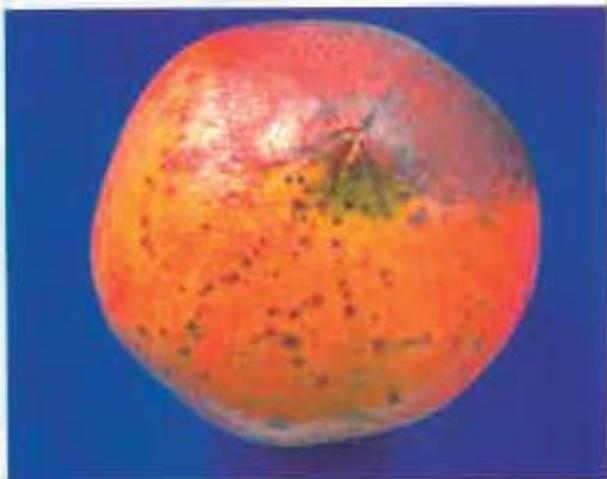
Esta enfermedad fue conocida inicialmente con el nombre de intumescencia, antes de detectar ningún agente patógeno causante de la enfermedad.

En la piel de los frutos se aprecian unas manchas necróticas de forma circular rodeadas de un halo de color rosa más o menos intenso. Los síntomas pueden apreciarse cuando el fruto es todavía joven, depreciándolo para la comercialización en fresco. Su incidencia es variable de un año a otro, dependiendo de zonas y de la cantidad de lluvia en primavera, pudiendo no observarse algunos años.

Según Toledo *et al.* (1991), esta afección está causada por *Claterosporium carpophilum* (Lev.) Aderh. Éste hongo inverna en forma de micelio en los frutos momificados o en chancros en ramas; en primavera estos micelios producen abundantes conidias que producen las infecciones en hojas y frutos. Su desarrollo se ve favorecido por la lluvia de primavera y verano, así como por situaciones particulares de parcelas en zonas bajas (mayor humedad, peor ventilación); los inviernos con temperaturas suaves, normales en las zonas de cultivo, favorecen el ataque a ramas con seca de brotes. En éstos, las manchas y necrosis de tejidos pueden dificultar la circulación de la savia y producir desecación de partes terminales. El desconocimiento de la correlación entre la enfermedad y condiciones climáticas hace conveniente el control preventivo permanente aprovechando aquellos momentos en que se tenga que realizar otros tratamientos.

Fotografía 106

Fruto con manchas necróticas y albardado



Fotografía 107

Detalle de manchas necróticas



Tratamiento:

- Eliminar durante la poda aquellos ramos sospechosos de estar infectados.
- En caso de realizar un tratamiento con aceite al principio de la brotación, debe añadirse un compuesto de cobre a razón de 250-300 g/100 l, y en los tratamientos contra pulgón mezclar un fungicida tipo Captan, Ziram o Zineb (Toledo *et al.*, 1991).

14.2.4. Bacterias

No se conocen en la zona del Sureste ataques por bacterias en este cultivo.

14.3. MALAS HIERBAS

La eliminación de las malas hierbas es una labor imprescindible en este cultivo por la poca disponibilidad de agua en la zona de cultivo y por la competencia que su presencia supone. Éste es el mayor inconveniente de su existencia en climas secos como el nuestro, además de facilitar la proliferación de caracoles, trips y otras plagas. Aunque la vegetación espontánea de malas hierbas es muy variada e importante, dado el excelente clima que favorece su germinación y desarrollo, citaremos únicamente las diez peores para todos los cultivos y a nivel mundial (Gómez de Barreda, 1994):

1. <i>Cyperus rotundus</i> L. (juncia).	6. <i>Sorghum alepense</i> (L.) Pers. (cañota).
2. <i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers. (grama).	7. <i>Panicum maximum</i> Jacq
3. <i>Echinochloa colonum</i> (L.) Link	8. <i>Eichhornia crassipes</i> Mart
4. <i>Echinochloa crus galli</i> (L.) Beauv	9. <i>Imperata cilíndrica</i> (L.) Beauv (cisca).
5. <i>Eleusine indica</i> (K) Gaertn	10. <i>Lantana camara</i> L.

De éstas, son frecuentes 6, siendo de hoja estrecha la 1, 2, 3, 4, 6 y 9 (gramíneas y ciperáceas). Son plantas perennes la 1, 2, 6 y 9.

Por otro lado el procedimiento tradicional de eliminación, el laboreo, al no poderse realizar de manera total en tablares de cultivo, caminos, márgenes, etc., especialmente cuando no es muy frecuente, contribuye a difundir y a disponer en disposición de multiplicación a un mayor número de órganos subterráneos. En los huertos de granado suelen realizarse 3 labores anuales superficiales para la eliminación de malas hierbas, desde principios del año a mediados de verano.

En los huertos de granado de la provincia de Alicante (Toledo *et al.*, 1991) destacan, de hoja ancha: Verdolaga (*Portulaca oleracea*), Malva (*Malva spp.*) y de hoja estrecha Serriche (*Echinochloa spp.*) y Vallo (*Lolium spp.*); y con carácter localizado pueden aparecer grama (*Cynodon spp.*), juncia (*Cyperus rotundus*) y corregüela (*Convolvulus spp.*).

Aunque algunos agricultores prefieren seguir haciendo las labores indicadas ante-

riormente, son cada vez más los que deciden establecer un programa de lucha química para combatir las malas hierbas, comenzando las primeras aplicaciones en primavera para el control tanto de malas hierbas como de las sierpes del granado y al menos otra segunda en verano con los mismos objetivos.

Los productos más utilizados en este cultivo son: paraquat, diquat o mezcla de ambos como herbicidas de contacto. Cuando se trata de los primeros tratamientos o para la eliminación de perennes suele utilizarse glifosato o mezcla de éste con MCPA.

La cantidad de caldo gastado en los tratamientos herbicidas se cifra en unos 1.000 l/ha cuando se utiliza un pulverizador arrastrado y de unos 500 l/ha cuando se utiliza pulverizador manual de mochila (Toledo *et al.*, 1991). En los últimos años, los tratamientos de ultrabajo volumen con herbicidas sistémicos y hormonales se están imponiendo en muchas explotaciones, ya que utilizando materias activas como el glifosato sólo se gastan unos 20 l/ha, necesitando unos 0'3-0'4 jornales/ha.

Los productos y dosis empleados (Toledo *et al.*, 1991), son:

Producto	dosis (l/ha)
Paraquat (20%)	3-5
Diquat (20%)	2-4
Paraquat+Dicuat (12-8%)	3-5
Glifosato (36%), hoja ancha	2-3
Glifosato (36%), hoja estrecha	1'5-2
Glifosato (36%), perennes	6-8

El uso de herbicidas de contacto como los indicados o de sistémicos y mezcla de éstos con hormonales, resulta adecuado para el tratamiento de las sierpes, tomando la precaución de no tratar en días ventosos ni lluviosos y no tocar la copa del árbol.

14.4. FISIOPATÍAS Y OTROS ACCIDENTES

Las fisiopatías más importantes son el agrietado y el albardado.

14.4.1. Agrietado

El agrietado, rajado o *cracking* es un grave problema que se manifiesta por la aparición de frutos abiertos, como consecuencia de un crecimiento del fruto que no es seguido por la pared celular, produciéndose la rotura de las células de la corteza; al respecto se han realizado las siguientes observaciones:

a) Las floraciones tardías producen frutos en los que se da mayor porcentaje de rajado, resultando más interesantes las primeras flores, aunque presentan mayor dificultad de cuajado. Por ello, todas las prácticas que tiendan a adelantar la floración

favorecerán la producción de frutos con agrietado mínimo o sin él. Las variedades más tempranas, de recolección en agosto-septiembre apenas presentan frutos agrietados.

b) Los árboles que se riegan más o los que están junto a las acequias producen más y se agrietan menos que los que padecen periodos de falta de agua.

c) En zonas en las que se utilizan aguas de riego más salinas, los frutos tienen más color y se agrietan con mayor facilidad.

d) Cuando se produce un periodo de sequedad y se riega continuación se puede producir el agrietado.

e) Las lluvias próximas a la recolección son causa importante del agrietado. En España, la recolección de las granadas de media estación y tardías se realiza desde mediados de septiembre a mediados de noviembre, siendo este periodo coincidente con las lluvias otoñales; por ello, algunos agricultores se apresuran a recolectar las granadas cuando se producen lluvias en este periodo, ya que la rápida absorción de agua que se produce, por un descenso de la presión osmótica en el suelo, suele provocar esta fisiopatía; en la segunda quincena de septiembre, gran parte de las granadas de media estación, que son las más importantes, ya han alcanzado el grado de madurez adecuado, aunque todavía no han alcanzado el tamaño máximo ni el color exterior e interior típicos; pero aún no teniendo la calidad óptima, prefieren recolectar antes de obtener gran cantidad de frutos agrietados.

f) La recolección escalonada contribuye a reducir el agrietado.

g) A lo largo del verano se suceden floraciones cuyos frutos cuajan con mayor facilidad que los de la primera floración; éstos conviene eliminarlos, ya que ni van a madurar convenientemente, ni van a ser de la misma calidad que los de la primera floración. De este modo se evita cargar el árbol con frutos que agravan el agrietado, ya que al repartirse la savia entre un mayor número de frutos éstos reciben menor cantidad y crecen más lentamente; cuando llueve se produce una mayor absorción de agua, produciéndose el agrietado con mayor intensidad.

h) Con el riego por goteo, que mantiene niveles de humedad más constantes que el de inundación, se obtienen cantidades de agrietado mucho más baja; durante los periodo de lluvia se recomienda seguir regando y abonando para mantener la presión osmótica en el bulbo húmedo y evitar el crecimiento brusco de los frutos que conduciría a obtener una gran cantidad de agrietado.

i) El potasio es un elemento que confiere elasticidad a la pared celular, además de contribuir al color y dulzor de los frutos; por ello es un elemento que se tiene muy en cuenta en el programa de fertilización, especialmente después del verano. Igualmente, el nitrógeno aportado debe ser moderado a partir del periodo indica-

Fotografía 108
Fruto rajado



do, ya que es un elemento que puede retrasar la maduración y facilitar el agrietado.

La **resistencia al agrietado** adquiere una gran importancia, pues los agrietados no son aprovechables actualmente, ya que los gastos de mano de obra y transporte hacen que estos frutos, generalmente, queden en la parcela y en ocasiones sobre el mismo árbol. Sólo el uso industrial de esta fruta podría dar sentido económico a su recolección. Al igual que en otras fisiopatías se ha observado una resistencia diferencial de las distintas variedades, por lo que la selección de éstas, teniendo en cuenta este factor, resulta de gran interés.

En Turquía (Hepaksoy *et al.*, 1998) estudiaron la relación entre el rajado del fruto y algunas respuestas fisiológicas, características de las hojas y estado nutricional de 4 variedades de granada; en este trabajo entre distintos aspectos de interés correlacionan el rajado del fruto con el contenido en hojas de N y la relación K/Ca, con la succulencia y las propiedades de intercambio gaseoso de las hojas, añadiendo que estos parámetros pueden ser usados además para estudiar la resistencia al rajado. Las cuatro variedades estudiadas las clasifican en resistentes (Lefon y Kadi), de resistencia media (Feyiz y Seedless) y sensibles (Syah y Koycegiz).

En años normales y en huertos bien cuidados se obtiene un porcentaje de agrietado que no suele ser inferior al 5% y en los peores las pérdidas por esta fisiopatía pueden superar el 50%; estas altas pérdidas pueden ocurrir cuando en estas mismas plantaciones se producen lluvias próximas a la recolección; en esta situación, conviene adelantarla al máximo, ya que a los pocos días aumenta notablemente el agrietado, razón por la que muchos agricultores prefieren recolectar lo antes posible, pues como se ha indicado, en la zona de cultivo la época de recolección coincide con el periodo de lluvias otoñales (Melgarejo, 1997).

La aplicación de antitranspirantes en Egipto a primeros de julio (4-5 semanas antes de la recolección), durante dos años consecutivos, redujo el agrietado de los frutos, sin que afectase el tratamiento ni a la producción ni a la composición química de los frutos (Bacha e Ibrain, 1980).

Pant (1978), en la India, indica que el agrietado está correlacionado con las subidas de la temperatura y fue del 63% en la cosecha de primavera (enero-junio), de un 34% en la cosecha de invierno (octubre-marzo) y de sólo un 9'5% en la estación de lluvias (julio-diciembre). Asimismo, en Irán, Sharifi y Sepahi (1985) observaron que los tratamientos con GA₃ (250-3.000 ppm) aplicados entre el 27 de junio y el 26 de agosto redujeron el rajado de los frutos.

Finalmente, en la zona de cultivo del Sureste español, el agrietado puede controlarse bastante con técnicas de cultivo adecuadas, especialmente mediante la nutrición hídrica y mineral adecuadas. Sin embargo, al cultivarse tradicionalmente en zonas donde las dotaciones de agua no están aseguradas y que son generalmente salinas, los desequilibrios hídricos son frecuentes y en consecuencia los daños suelen ser importantes. Sólo aquellas plantaciones dotadas de un sistema de riego localizado a través del que pueden aplicar los fertilizantes son capaces de obtener un cierto control del rajado del fruto.

14.4.2. Albardado

Se conoce con el nombre de albardado al accidente que sufren los frutos en días muy calurosos, ya que el fruto transpira más agua de la que recibe, haciendo que este desequilibrio provoque quemaduras en la superficie del fruto, donde recibe el golpe de sol; al principio se observa un cambio de color en la epidermis del fruto, evolucionando los daños a continuación a la producción de pequeñas grietas y adoptando un color negro típico y un acorchado de la piel. En casos graves la zona afectada presenta un color marrón oscuro, negro, a veces con brillo metálico, y grietas más profundas; las semillas bajo la zona de corteza afectada no tienen color o es de inferior intensidad a las del resto, resultando insípidas. Cuando el albardado es incipiente, la zona afectada en la corteza es pequeña y pueden no resultar dañadas las semillas, por lo que dependiendo de la demanda del mercado estos frutos pueden ser comercializados; sin embargo cuando la afección es más grave los frutos constituyen destrío y son dejados en campo o retirados en el almacén de confección, pudiendo destinarse a alimentación animal.

Los primeros síntomas del albardado (golpe de sol, granada cuarteada, asolado) pueden apreciarse a finales de junio; a partir de mediados de junio suele existir riesgo de albardado, pues ya a primeros de junio pueden darse en el área de cultivo temperaturas de 40°C, pudiendo alcanzarse temperaturas próximas a los 45-50°C, puntualmente, desde finales de junio hasta mediados de agosto. Estas temperaturas extremas, aunque se alcancen un solo día son las que provocan la quemadura de sol. La afección se produce en los frutos desprotegidos, en los que la radiación solar incide directamente; por ello, las zonas afectadas del árbol son principalmente los frutos de la copa no protegidos por las hojas y los que se encuentran en las orientaciones sur y oeste, no resultando afectados los del interior de la copa ni los de las orientaciones este y norte.

Considerando que durante el segundo aclareo manual que se realiza ya se pueden ver algunos frutos afectados, éstos deben ser eliminados en esta operación.

La **resistencia al albardado** es otro factor importantísimo a tener en cuenta al elegir la variedad, ya que los frutos dañados no son aprovechables para el consumo en fresco, con el agravante de que además del mal aspecto externo (quemado con pequeñas grietas), se produce una pérdida de color y de sabor de las semillas bajo la zona afectada (los granos quedan incoloros y sin sabor). Las distintas variedades presentan una resistencia diferencial a esta

Fotografía 109
Fruto con albardado
incipiente



Fotografía 110**Fruto con albardado (no comercializable)****Fotografía 111****Fruto con albardado intenso**

fisiopatía, por lo que la elección adecuada resulta de gran interés. Las pérdidas por este concepto pueden superar a las del agrietado. En este caso, la orientación más adecuada y algunas prácticas como una correcta nutrición hídrica y el buen estado de la planta, pueden mejorar la situación, ya que se produce un déficit hídrico en las zonas más soleadas del árbol, afectando a los frutos expuestos al sol. La selección de individuos de porte llorón o con hojas más grandes es una de las posibilidades a utilizar para luchar contra esta fisiopatía, pues en ellas hemos observado una menor incidencia debido a la protección que proporcionan las hojas. También puede observarse que las variedades tempranas cultivadas en la provincia de Alicante presentan una mayor resistencia al albardado, ya que en ellas apenas se observan frutos afectados.

Además de seleccionar el material vegetal más adecuado por su resistencia o por otras características, se pueden utilizar técnicas de cultivo para reducir los importantes daños que produce el albardado; entre ellas destacan:

- Nutrición hídrica adecuada durante los meses en los que se producen altas temperaturas.
- Protección de los árboles con mallas.
- Aplicación de productos inertes como el Kaolin (caolinita), que reducen el efecto de las radiaciones solares.

La aplicación de Kaolin se ha mostrado como un método efectivo y económicamente viable para proteger los frutos. Así, en junio de 2000 realizamos el primer ensayo con este producto (Melgarejo *et al.*, 2000), utilizando el producto comercial Surround[®]; durante el ensayo, el día

Fotografía 112**Árbol y frutos tratados con Kaolin**

Fotografía 113

Frutos albardados obtenidos en una caja de granadas tratadas con Kaolin



Fotografía 114

Frutos albardados obtenidos en una caja de granadas no tratadas con Kaolin



28-06-00, dos días después de la aplicación del producto, se alcanzó en el aire la temperatura de 46°C a las 13 h; a las 15:30 h la temperatura descendió hasta 40°C, realizando en este momento medidas de la temperatura superficial en frutos y en hojas; la temperatura media en los frutos tratados con Kaolin fue de 42.24°C, mientras que en los frutos sin tratar fue de 47.09°C (algunos frutos alcanzaron 52°C); asimismo la temperatura media de las hojas tratadas con Kaolin fue de 35.6°C y de 38.12°C en las no tratadas. De los datos anteriores se deduce que los frutos tratados presentan menor riesgo de sufrir quemaduras por el sol, tal como se demostró; asimismo, la menor temperatura alcanzada por frutos y hojas, permite en esta época del año obtener una mayor fotosíntesis tal como indican Werblow (1999) y Erez (2000). Por todo lo anteriormente expuesto consideramos que nos encontramos ante nuevas aplicaciones de un producto natural, que se ha mostrado efectivo para proteger los frutos de las quemaduras del sol y de los ataques de algunos insectos, constituyendo una alternativa atractiva tanto desde el punto de vista económico como medioambiental, que merece ser considerada en futuras investigaciones.

Por otro lado, también hemos comprobado que el uso de mallas de sombreo tiene un efecto protector similar al Kaolin, siendo las temperaturas que alcanzan los frutos similares a las obtenidas con el tratamiento de Kaolin; las mallas presentan el inconveniente de que, según el grado de sombreo que proporcionen, pueden reducir el color de los frutos, que es un factor de calidad; sin embargo son un medio muy adecuado para proteger la plantación frente a distintos meteoros como el pedrisco, la lluvia o el viento; esta protección presenta ventajas adicionales como una reducción de las pérdidas de agua y menores pérdidas por frutos rozados debido a la reducción drástica de viento en el interior, ya que las numerosas espinas que poseen algunas variedades provocan graves rozaduras en los frutos cuando son movidos por el viento. Su mayor inconveniente es el coste de instalación. Las mallas usadas por nosotros han sido:

- Mallas de cubierta:
 - 6 x 4 hilos/cm² con un porcentaje de sombreo del 15%.
 - 6 x 6 hilos/cm² con un porcentaje de sombreo del 18%.
- Mallas laterales:
 - 10 x 14 hilos/cm² para los dos tipos utilizados en cubierta.

Además, en el interior del invernáculo, se utilizó una lámina de plástico blanco para aumentar la reflexión de la luz.

Las conclusiones del ensayo, son:

- La **densidad de las mallas** afecta al color del fruto; la malla con mayor densidad provoca una evolución más lenta, obteniéndose frutos menos rojos.
- Del análisis según el **nivel del fruto**, los situados en la parte superior presentan coloración más rojiza, que los frutos situados en la parte inferior e interior del árbol.
- El uso de **láminas de plástico blanco** en el suelo, no influyó en el color del fruto de nuestro ensayo.
- Se observó que los frutos situados bajo malla, presentaban menos problemas de **albardado**, respecto a los situados fuera de las mallas.
- Finalmente indicar que los resultados y conclusiones obtenidos, corresponden al estudio de un solo año, por lo que éstos deben continuar en años sucesivos.
- El **color** de los frutos es más intenso en árboles situados fuera del invernáculo (sin malla).

Respecto a las dos **variedades** no existen diferencias significativas de color.

14.4.3. Rozaduras de frutos o rameo

Las heridas causadas en la superficie de los frutos por su roce con las espinas en los días de viento, causan daños considerables. Estas heridas suberifican depreciando a los frutos para su comercialización en fresco; ocasionalmente, los movimientos de los frutos por el viento pueden provocar no solo heridas superficiales, sino que las espinas pueden pinchar el fruto, provocando heridas profundas que son la fuente del ataque de patógenos que pueden provocar su pudrición.

Fotografía 115
Cultivo de granado bajo mallas



Fotografía 116
Fruto rajado y rozado



14.4.4. Granizo, pedrisco y otros

En la zona de cultivo se producen con alguna frecuencia granizadas, y aunque la granada presenta un aspecto externo de rústico o resistente (parecido al cuero), es un fruto muy sensible a estos meteoros, produciéndose la pudrición de los frutos afectados por el granizo o por el pedrisco con mucha facilidad. En años en los que las granizadas han sido fuertes, afectando incluso a la madera, no sólo puede perderse la cosecha, sino que afecta a la cosecha siguiente, que se ve disminuida. En estos casos resulta muy recomendable realizar tratamientos con productos cicatrizantes que reduzcan los daños añadidos por enfermedades.

Fotografía 117
Frutos con pedrisco



Fotografía 118
Frutos con pedrisco menos intenso y de mayor tamaño



Fotografía 119
Daños por pedrisco en ramas y hojas



Fotografía 120
Aspecto interior de fruto con pedrisco



Fotografía 121
Aspecto interior de fruto sin pedrisco



Como ya se ha comentado anteriormente, el viento puede ser la causa de importantes rozaduras de frutos por las espinas, pero además cuando es fuerte puede provocar la rotura de ramas con cierta facilidad.

La lluvia por su parte no sólo plantea problemas de agrietado en fechas próximas a la recolección, como se acaba de exponer, sino que también ayuda al desarrollo de enfermedades como es el corazón negro, cuando se producen en la época de floración-cuajado, en primavera. Por otro lado, los encharcamientos que puede provocar en suelos con mal drenaje o insuficiente pendiente para permitir su rápida salida suele ser la causa de asfixia radicular que en algunas ocasiones se observa en el cultivo.

14.4.5. Salinidad y clorosis férrica

La **resistencia a la salinidad** es otra de las características buscadas en los patrones de granado, como ya se indicó en el apartado de material vegetal. La salinidad, es un factor de calidad en este frutal, obteniéndose los frutos más rojos en zonas salinas; sin embargo el exceso de sales provoca una reducción del tamaño del fruto, una reducción de la cantidad de cosecha obtenida y, a su vez, reduce las propiedades de drenaje del suelo.

La **resistencia a la caliza activa** es otra característica exigible a los frutales que se cultiven en muchas zonas del Sureste, como ya se indicó en el apartado de material vegetal. En muchos casos, aunque la especie es resistente a la clorosis férrica, deben realizarse aplicaciones de quelatos de hierro, para mantener la plantación en buen estado, debido a la existencia de altos contenidos en caliza activa que hacen que el hierro existente esté en forma insoluble y por tanto no disponible para la planta. La **clorosis férrica** y su corrección ya ha sido tratada en el apartado de necesidades de elementos fertilizantes.

14.5. FITOTOXICIDADES Y PRODUCTOS RECOMENDADOS

Dada la poca información existente al respecto, citaremos los resultados sobre fitotoxicidad de algunos productos agroquímicos ensayados en el granado por Toledo *et al.* (1991):

- Los tratamientos en el desborre: aceites y/o aceites+insecticida fosforado (paration, diazinon) con salida de primeras hojas, provocan quemaduras marginales, aunque no cuando se realiza en estado de yema hinchada; tampoco los compuestos de cobre solos o asociados a aceites tampoco produjeron fitotoxicidades.
- Los productos ensayados contra el pulgón no han producido fitotoxicidades.
- Los funguicidas ensayados tampoco han producido fitotoxicidades. Sólo fosetil a dosis de 240 g/Hl produjo pequeñas manchas y decoloraciones en hojas, mientras que no las produjo a 200 g/Hl.

- De las materias ensayadas contra Cotonet, Taladro y Barreneta, sólo fenitrothion produjo problemas graves de fitotoxicidad, con amarilleamientos y caída de hojas. Se producen ligeras clorosis y caída de hojas con metil-paration, y ligeros amarilleamientos con fosalone, tricolorfon y fention.
- En las faldas de los árboles a veces aparecen fitotoxicidades por la aplicación de herbicidas de contacto (paraquat, diquat o mezclas) que llegan a mojarlas. Los productos aconsejados por los autores citados son:
 - **Ácaros:** aceite de invierno en estado de yema de invierno, benzoximato, dicofol+tetradifon, fenbutestan y oleofosforados (estado de yema hinchada).
 - **Barreneta:** clorpirifos, metidation, metil-azinfos, metil-clorpirifos y metil-pirimifos.
 - **Pulgones:** acefato, dimetoato, endosulfan, etiofencarb, lindano, metil-oxidemeton, pirimicarb y tiometon.
 - **Cotonet:** clorpirifos, metidation, metil-clorpirifos, metil-pirimifos y oleoparation (estado de yema hinchada).
 - **Enfermedades varias:** captan, compuestos de cobre (al inicio de vegetación y/o caída de hoja), zineb y ziram.

15. RECOLECCIÓN

Tamaro (1984), acerca de la recolección y conservación, dice: «Las granadas recogidas demasiado pronto se arrugan y no tienen ningún valor por lo que será necesario dejarlas en el árbol hasta su maduración completa. Pero entonces se agrietan fácilmente, y para evitar esto se tiene cuidado de procurar sombra a estos frutos con las mismas hojas del árbol. Una vez recogidas se exponen al sol durante dos días, luego se envuelven en papel y se conservan en un lugar seco o se estratifican en una cuba nueva con arena bien seca. De este modo se conservan hasta la mitad del invierno y se pueden expedir en cajas como las naranjas».

En la actualidad, en nuestro país, la recolección de la granada se realiza, generalmente, a través el personal de la empresa comercializadora del producto y en menor grado de forma directa por el propio agricultor.

La comercialización de la granada se realiza a través de empresas ubicadas mayoritariamente en la provincia de Alicante y en menor cantidad en la de Murcia. Las entidades asociativas no han crecido considerablemente y la cantidad de producto comercializado por éstas se estima entorno al 22'5%, siendo prácticamente despreciable la cantidad comercializada por los agricultores directamente.

Fotografía 122
Detalle de la recolección de granadas



15.1. SISTEMAS DE COMPRA VENTA DEL PRODUCTO

Los sistemas tradicionales de venta por los que el agricultor vende su productos son:

a) **Compra por tanto (alfarrazo)**

Se trata de una compra anticipada a la época de recolección, sin precio y sin distinción de categorías o destríos, valorándose la cosecha del huerto por un tanto alzado. Este tipo de compra suele realizarse con uno o dos meses de antelación a la recolección, siendo más atractivas para los compradores aquellas fincas con una trayectoria de buena calidad en el producto obtenido.

La mayoría de las compras se realizan en la actualidad por este sistema.

b) **Compra por kilogramo recolectado**

Este sistema es utilizado, generalmente, con poca antelación al momento de la recolección. El producto suele comprarse en el árbol, fijando un precio por Kg de producto, siendo recolectado por personal del comprador y pesado más tarde el producto recolectado. En otras ocasiones es el propio agricultor el que se encarga de la recolección y del transporte hasta el almacén de manipulación del comprador.

c) **Comercialización a través de entidades asociativas**

El producto es recolectado por empleados de la entidad, sin precio predeterminado, realizando un escandallo a la entrada al almacén de confección para estimar la calidad y la cantidad de producto de las distintas categorías. Finalmente el producto es liquidado al agricultor, al final de la campaña, teniendo en cuenta tanto la calidad como la época de recolección y de venta, tras descontar todos los gastos directos e indirectos originados en la entidad asociativa para la comercialización de las granadas.

15.2. ÉPOCA DE RECOLECCIÓN

En cualquier caso, como la floración y la maduración se producen de forma escalonada, también la recolección se efectúa de esta manera, comenzándose a recolectar los primeros frutos en la primera semana de agosto y continuando hasta primeros de noviembre; en este espacio de tiempo se suelen realizar tres cortes. De esta manera se logra obtener mayores tamaños de frutos, a la vez que se recolectan en el momento oportuno, hecho éste que resulta importante si se considera que el fruto separado del árbol no seguirá madurando y por otro lado, cuando la recolección se retrasa en exceso, se corre el riesgo de obtener un alto porcentaje de frutos rajados. Con la recolección escalonada se obtiene mayor cosecha.

15.3. MÉTODO DE RECOLECCIÓN

La recolección es una operación trascendental en este cultivo, dada la especial sensibilidad de estos frutos a los golpes, resultando engañosa su aparente rusticidad.

Fotografía 123
Envasado de granadas en caja de cartón



Fotografía 124
Envasado en caja de madera con viruta



Fotografía 125
Caja de madera con su tape (lista para paletizar)



Fotografía 126
Envasado en tarrinas con film de PE



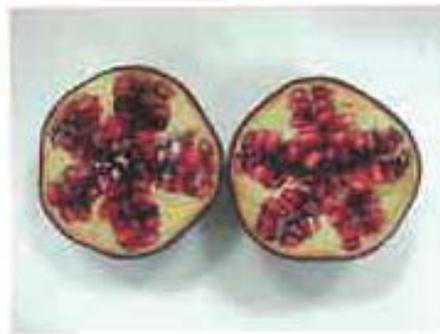
Fotografía 127
Fruto con daños por frío durante su conservación



Fotografía 128
Fruto muy rico en antocianos



Fotografía 129
Sección del fruto anterior



La recolección propiamente dicha se realiza por personal especializado, conocedor de la sensibilidad del producto a los golpes. Estos trabajadores realizarán el corte con tijera y cortando el pedúnculo a ras del fruto con objeto de evitar que éste pueda dañar a otros frutos durante el transporte (estas heridas producen el ennegrecimiento del fruto). El transporte desde el árbol al camino o carretera se suele efectuar mediante capazos de goma con una capacidad para unos 20 Kg que son transportados por obreros menos especializados (estos obreros vacían cuidadosamente sus capazos de goma en cajas de transporte), o bien mediante las propias cajas de transporte (más frecuente) usadas para llevar el producto al almacén.

Agricultores experimentados pueden recolectar la granada sin necesidad de tijera como ya hemos citado anteriormente, aunque esta técnica no se usa.

En cualquier caso, durante la recolección se suele hacer una previa tría del producto, eliminando las rajadas, las albardadas y aquellas verdes que no maduran con el tiempo (son las denominadas punteras), que siendo frutos que alcanzan un tamaño normal presentan la particularidad de no alcanzar el índice adecuado de madurez, poseyendo granos más pequeños de lo normal y bastante leñosos, así como las de calibre demasiado pequeño para la comercialización, las defectuosas, etc.

15.4. RENDIMIENTO

El granado requiere la aplicación del aclareo para la obtención de frutos de buena calidad, pero si éste no se practica, según afirma el profesor Zambrano (1898), la planta puede dar el siguiente número de frutos según su edad:

Una planta de	4 años produce, por término medio,	40 frutos.
“	5 “ “ “	70 frutos.
“	6 “ “ “	100 frutos.
Una planta de	7 años produce, por término medio,	140 frutos.
“	8 “ “ “	180 frutos.
“	9 “ “ “	200 frutos.
“	10 “ “ “	240 frutos.
“	11 “ “ “	700 frutos.

En las plantaciones actuales, un árbol con una muy buena producción de calidad puede tener alrededor de 180-300 frutos, debiendo realizar los aclareos oportunos en función del número de éstos, de la variedad, etc.

El rendimiento normal en las zonas productoras suele estar entre los 40 y 60 Kg/árbol y el rendimiento medio por hectárea, según las encuestas realizadas en la principal zona de cultivo, oscila entre los 15.000 y 30.000 Kg/ha.

El rendimiento normal por obrero en recolección suele estar entre los 500-600 Kg/día.

Tabla 59
Calendario orientativo de prácticas de cultivo en riego por inundación

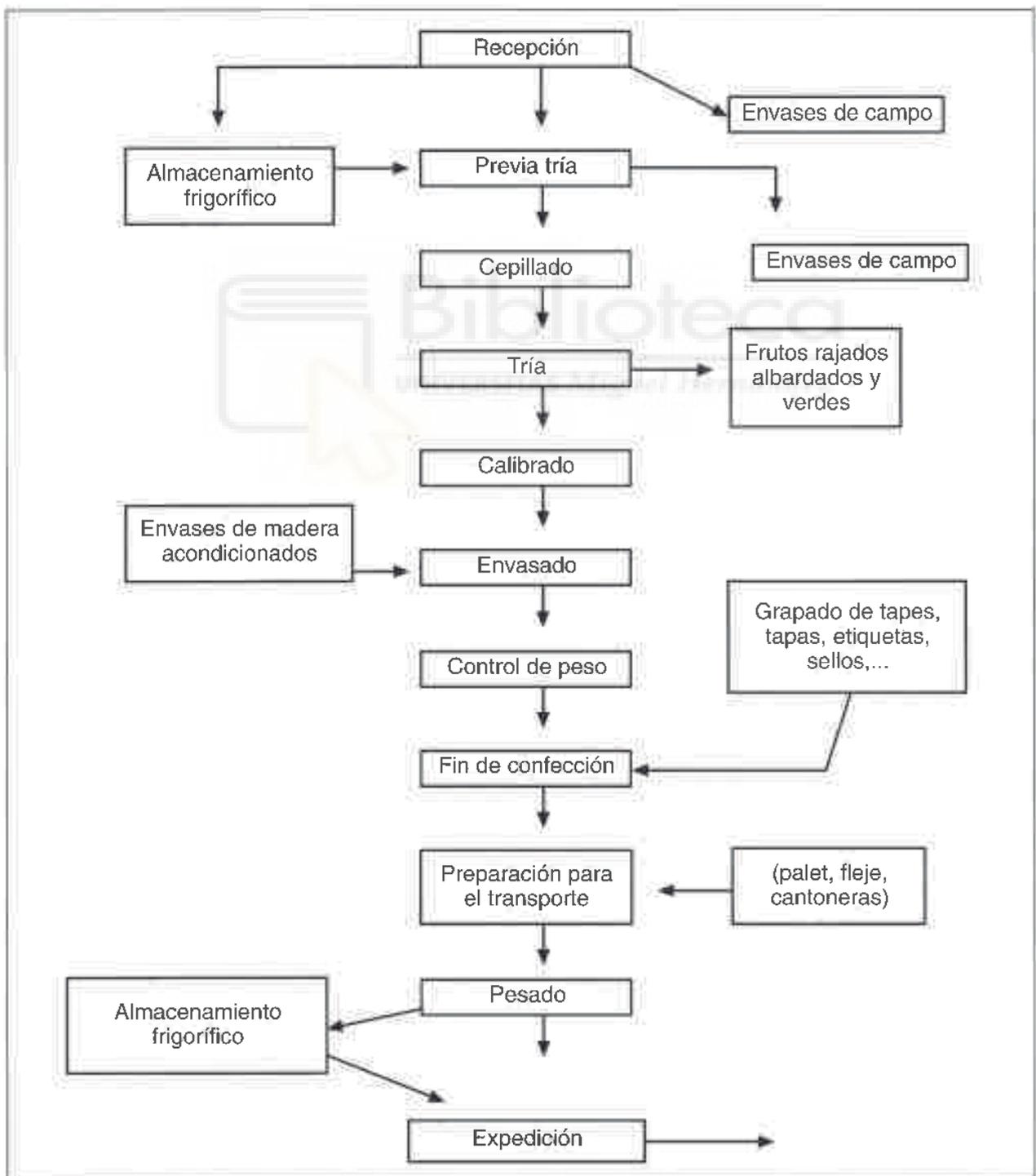
Labores/mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septbre.	Octbre.	Novbre.	Debre.
Tratamientos fitosanitarios												
Abonados												
Riegos + Quelatos-Fe*			*			*						
Aplicación de herbicidas												
Eliminación de pollizos												
Aclareos de frutos												
Podas												
Cavas												
Floración												
Recolección												

Tratamientos. Febrero: cotonet+ácaros?+cribado; Abril: pulgones+ácaros?+cribado; Julio: cotonet+zeuzera+barreteneta+ácaros?; Agosto: zeuzera? Las cavas no se dan si se practica el no cultivo. En plantaciones cultivadas, se suelen aplicar herbicidas entre cavas. En riego por goteo los fertilizantes se aplican de modo continuado, pudiendo aplicar algunos insecticidas sistémicos a través del cabezal de riego. En floración se deberá prestar especial atención a la presencia de pulgones, ya que además de afectar a los brotes también afectan a los frutos recién cuajados. *: Realizar tratamiento contra la plaga indicada sólo en caso necesario.

16. PROCESO DE MANIPULACIÓN

Recibidas las granadas en el almacén de manipulación y envasado, éstas siguen un proceso de elaboración, para su posterior comercialización en fresco, similar al de otras frutas. Dicho proceso puede representarse esquemáticamente de la siguiente manera:

Gráfico 18
Proceso de manipulación



16.1. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE MANIPULACIÓN

Recepción: Las granadas se reciben en el almacén, en las cajas de campo, depositándose junto al elevador de rodillos de la línea de confección o junto al despaletizador, si existe. Si éstas no van a procesarse inmediatamente, pueden almacenarse en cámaras frigoríficas a unos 5°C hasta el momento de su manipulación.

Previa tría: Operación realizada por el obrero que va vaciando las cajas en el elevador de rodillos consistente en eliminar algunos frutos no aptos para la confección. Esta máquina eleva el producto desde el nivel al que lo descarga el operario o el despaletizador hasta el nivel de la máquina cepilladora.

Cepillado: Su fin es el de limpiar los frutos de polvo, barro y otras impurezas, dándole un brillo natural que lo hace más atractivo para su comercialización.

En esta máquina se cepillan también los frutos que más tarde serán eliminados en la mesa de tría.

En EE.UU. la utilización de ceras se realiza para mejorar el aspecto comercial de los frutos y para mejorar su conservación frigorífica; en España no se realiza el encebado.

Tría: Operación cuyo fin es el de eliminar los frutos no comerciales: deformes, calibres muy pequeños, con plagas o enfermedades, albardados, verdes o rajados.

La mesa de tría está provista de dos cintas que transportan los frutos. Los operarios (normalmente mujeres) se sitúan, a los lados de la mesa retirando los frutos no aptos. Los frutos abiertos se dejan sobre una cinta transportadora situada en la parte inferior de la mesa, siendo recogidos en una caja al final de la misma; los verdes se depositan directamente sobre otra caja distinta; los albardados también se depositan directamente en otra caja diferente y las primeras categorías de distintos calibres se depositan sobre un cajón previsto al efecto. Los frutos deformes o de calibre insuficiente son depositados en otra caja o sobre la cinta de destrío.

El número de operarios que se sitúa en esta mesa es variable dependiendo de la capacidad de calibrado de la línea, que a su vez también estará determinada por la anchura del elevador, de la cepilladora y de la velocidad de avance.

Calibrado: Operación mediante la cual se pretende agrupar aquellos frutos de calibres similares.

El calibrador utilizado es de tipo mecánico, consistente en dos gomas o rodillos divergentes sobre las cuales rueda la granada, que cae por entre éstos cuando su calibre coincide con la separación de las gomas o rodillos en el punto de caída. La distancia entre las dos gomas o rodillos se regula mediante un tornillo situado perpendicularmente a éstas. Las máquinas más modernas son electrónicas y habitualmente calibran por peso, aunque también pueden hacerlo por color.

Los calibres comerciales obtenidos, así como peso y número de frutos que contiene cada envase pueden verse más adelante en la norma de calidad para granadas.

Generalmente los frutos se envasan en cajas de madera o de cartón (más utilizado últimamente) de 10 Kg de peso neto, correspondiéndoles a estos envases el siguiente número mínimo de piezas en función de su peso: 18, 24, 30, 40, 50, 60, 70 y 80. La categoría extra se suele envasar en cajas de 5 Kg, correspondiéndole un número de 9 ó 10 unidades, frente a las 18 unidades que le corresponden al envase de 10 Kg. También se comercializa en tarrinas de plástico que contienen generalmente 4 frutos; este es el último sistema de envasado utilizado y que tiene un gran futuro, pues permite disponer en los supermercados de unidades ya pesadas y adecuadas para el consumidor final; además estos envases hechos con polímeros plásticos permitirán regular el adecuado intercambio gaseoso para obtener una óptima conservación del producto.

Los frutos ya calibrados, pueden caer sobre cajones recubiertos de espuma protectora para más tarde pasar a la zona de envasado (en este caso los cajones van provistos de una estructura metálica de soporte y de ruedas); en otros casos se dispone de equipos auxiliares con “dedos” de goma que permiten ajustar la altura de caída del fruto en el cajón evitando los golpes. Si la mesa está construida para ello se produce el envasado, en la misma zona por donde salen los frutos calibrados, existiendo en ocasiones un transportador aéreo que conduce los envases de madera o cartón ya preparados o no, con papel y viruta para su llenado. Los operarios de la mesa de envasado, tras colocar una primera capa de granadas pondrán una segunda capa de viruta y sobre ésta la segunda capa de granadas (en otros casos se utiliza viruta artificial, de plástico, y en otros se utilizan placas con alveolos de plástico conformados con la forma del fruto). Una vez finalizada la operación de envasado, el operario depositará la caja sobre una cinta transportadora que la conducirá hacia el control de peso y final de confección.

Control de peso: Se efectúa antes del cierre de la caja. Un operario pone sobre una balanza las cajas que pasan por la cinta con lo que se obtiene un control del peso individual de cada envase. Éste añadirá o quitará frutos hasta obtener el peso neto de 5, 10 ó 20 Kg en función de su categoría y destino. Comprobado éste, se deja de nuevo el envase sobre la cinta o sobre el transportador de rodillos finalizando el proceso de envasado. Cuando los frutos se envasan en tarrinas de plástico, se pasan a una báscula en las que se pesan y se les coloca la etiqueta con el peso, su código de barras y un film plástico para su cierre.

Fin de confección: Se obtiene una vez que el envase ha sido cerrado con su tapa de plástico, (o tapa de madera, más raramente), grapado, sellado y etiquetado.

Paletización: Se efectúa agrupando los envases sobre un palet de madera; el número de envases por palet es variable, oscilando entre 44 y 72 cajas. Este palet se transporta hasta una plataforma giratoria, donde se le pone la malla, las cantoneras y el fleje, procediéndose finalmente al pesado.

Pesado: Generalmente, junto a la flejadora existe una báscula para pesar los palets. Una vez pesados, pueden ser transportados hasta el muelle de carga del almacén para su transporte inmediato o almacenarse en cámaras frigoríficas hasta el momento del transporte (debiéndose pesar de nuevo a la salida de las mismas). El transporte puede realizarse o no en camiones frigoríficos dependiendo del destino; en este último caso

deberán tenerse en cuenta las limitaciones de temperatura necesarias para la adecuada conservación del producto.

16.2. CONSERVACIÓN FRIGORÍFICA

Los frutos, una vez en el almacén, pueden ser sometidos al proceso de manipulación descrito anteriormente, en cuyo caso, si no se expiden inmediatamente pueden ser sometidos a la acción del frío en cámaras frigoríficas, envasados y paletizados, o bien pueden ser almacenados antes de la manipulación, pudiéndose conservar en las cámaras hasta el momento de la misma, en cajas de campo, en grandes cajones clasificadas y con viruta, paletizadas o no.

Las conclusiones de los experimentos realizados por Kader *et al.* (1984) en California, que son las siguientes:

- La humedad relativa del 95% minimiza las pérdidas de peso.
- Las granadas son susceptibles de daños por frío si se almacenan más de un mes entre -3°C y 5°C.
- La temperatura mínima de almacenaje hasta los dos meses es de 5°C. Períodos de almacenamiento superiores deben hacerse a 10°C para evitar daños en el fruto.

En un ensayo más reciente realizado en Murcia (España) con la variedad de granada Mollar (Celdrán, 1988), se utilizaron cámaras frigoríficas con una humedad relativa durante la conservación del 85-90% y una renovación diaria de la atmósfera de la cámara con control de etileno, que en ningún momento sobrepasó las 0'01 ppm, y de anhídrido carbónico, que siempre se mantuvo a concentraciones inferiores al 0'1%. Las temperaturas ensayadas fueron 2, 5, 8 y 20°C, con tres repeticiones (y otra para la realización de análisis periódicos sobre seis frutos). Las conclusiones, tras 78 días de conservación, fueron:

- Las pérdidas por deshidratación a las temperaturas ensayadas fueron:
 - 5,76-9,64% a 2°C
 - 6,07-10,31% a 5°C
 - 5,56-12,02% a 8°C
 - 4,02-19,71% a 20°C
- A temperaturas de 2 y 5°C no se observó la aparición de un número elevado de desórdenes fisiológicos y etapas fúngicas, siendo las pérdidas mayores a 8°C y sobre todo a 20°C (testigos) fueron totales, ya que éstos dejaron de ser analizados a la octava semana por pérdidas totales en los frutos destinados a análisis.
- Se recomienda, para la variedad estudiada, una temperatura comprendida entre 2 y 5°C con humedades relativas del 95%, ya que bajo estas condiciones las pérdidas observadas fueron mínimas y la calidad organoléptica de los frutos tras el período de conservación y comercialización (simulado) se consideran óptimas.

El balance de pérdidas al final del período de conservación (78 días), es el siguiente:

Tabla 60
Pérdidas tras el periodo de conservación frigorífica

Pérdidas (%) en peso	Tratamiento			
	2°C	5°C	8°C	20°C
Deshidratación	9,64	10,31	12,02	19,71
Ataques fúngicos	–	–	3,54	27,02
Ataques fisiológicos	1,04	0,9	–	–
Pérdidas totales	11,04	11,21	15,56	46,73

El balance de pérdidas al final del período de comercialización, a 20°C y 85-90% H.R., durante 7 días fue el siguiente:

Tabla 61
Pérdidas tras el periodo de comercialización

Pérdidas (%) en peso	Tratamiento			
	2 °C	5 °C	8 °C	20 °C
Deshidratación	5,76	6,07	5,56	4,02
Ataques fúngicos	–	3,72	12,18	77,23
Ataques fisiológicos	–	–	–	–
Pérdidas totales	5,76	9,79	17,74	81,25

Ensayos posteriores realizados por nosotros demuestran que la temperatura de 5°C es muy adecuada para largas conservaciones, siempre que la humedad relativa se mantenga entorno al 95%, consiguiéndose una buena conservación durante más de 3 meses (desde mediados de octubre hasta finales de enero). Asimismo, la conservación de más larga duración se obtuvo con granadas envasadas en polímeros plásticos (4 frutos por bolsa); se consiguió conservar granadas en excelente estado, sin pérdidas de peso y con bajas pérdidas por ataques fúngicos y daños por frío desde el mes de octubre a abril, bajo las condiciones indicadas anteriormente. Tal como indicó Kader *et al.* (1984), con largos periodos de conservación aparecen algunos daños por frío, aunque las alteraciones fúngicas se mantuvieron controladas, como también apreció Artés (1998). Artés *et al.* (1992; 1995; 1996; 1998a; 1998b; 1998c) han realizado numerosos experimentos de conservación de granadas en atmósfera normal, atmósferas controladas, y finalmente mediante la aplicación de calentamientos intermitentes, consiguiendo con este último sistema un mejor control de los daños por frío aunque los ataques fúngicos no fueron totalmente inhibidos.

16.3. ALTERACIONES DURANTE LA CONSERVACIÓN

Las alteraciones que se producen durante la conservación de las granadas, al igual que en otros frutos, pueden deberse a enfermedades (hongos, bacterias, virus y levaduras) o bien estar causadas por agentes abióticos (enfermedades fisiológicas).

16.3.1. Enfermedades fúngicas

De entre las enfermedades que podrían afectar a las granadas en la conservación, sólo se citan en la bibliografía consultada aquellas de origen fúngico y que a continuación exponemos:

- *Podredumbre verde*: Alteración originada por el hongo *Penicillium digitatum*.
- *Podredumbre azul*: Alteración originada por el hongo *Penicillium italicum*. Se presenta frecuentemente con *P. digitatum*, produciendo una esporulación donde predominan las esporas de color verde. Cuando se presentan juntos es *P. italicum* (infección primaria) el que primero ataca al fruto, apareciendo después *P. digitatum* (infección secundaria).

- *Podredumbre gris*: Alteración originada por el hongo *Botrytis cinerea*, provocando frecuentemente en este fruto grandes pérdidas durante su conservación.

- *Podredumbre negra*: Alteración originada por el género *Alternaria spp.* Las pérdidas ocasionadas por este género durante la conservación de la granada son de escasa importancia económica; sin embargo éstas podrían ser elevadísimas si se materializaran los proyectos de envasado de granos de granada desgranados, ya que las esporas del hongo podrían contaminar la línea de envasado de modo que al daño económico propiamente dicho, habría que añadir el daño a la imagen de “marca” de la empresa comercializadora del producto. Por tanto en este último caso habrá que tomar algunas medidas adicionales, desde la producción en campo hasta el momento del desgranado y envasado del producto.

Otras alteraciones fúngicas descritas en la bibliografía pero de menor importancia son las debidas a los hongos de los géneros *Aspergillus spp.* y *Fusarium spp.*

Como tratamientos preventivos de estas enfermedades durante la conservación de la granada se recomiendan los propios utilizados en las industrias de manipulación y conservación de frutos.

16.3.2. Alteraciones fisiológicas

Se agrupan aquí una serie de alteraciones de origen abiótico provocadas por la aplicación inadecuada de los parámetros que intervienen en la conservación, tratamientos químicos o factores físicos como las heridas y golpes. Dentro de todas las posibles alteraciones fisiológicas que pueden producirse durante la conservación de la granada, se encuentran tipificadas las siguientes:

- *Daños por frío (Chilling injury)*: Alteración provocada por la acción de las

bajas temperaturas de conservación. Sus efectos van asociados a una ruptura y decoloración de los tejidos internos (membranas carpelares) y superficies con ennegrecimiento de la semilla así como de una maduración anormal.

Según Celdrán (1988) para la variedad Mollar la temperatura óptima de conservación estaría comprendida entre 2 y 5°C.

El Instituto Internacional del Frío recomienda para la conservación de granadas (sin especificar variedades) temperaturas entre 1 y 2,5°C con una humedad relativa del 90% y para una duración aproximada de almacenamiento de 2-4 meses.

Nuestra experiencia nos indica que, aplicando la técnica de frío continuo, con temperaturas próximas a 5°C y humedad relativa del 95% o superior se consiguen los mejores resultados

Otras alteraciones que se producen durante la conservación de la granada, son Celdrán (1988):

- Membranosis o pardeamiento carpelar.
- Senescencia o envejecimiento.
- Marchitamiento.
- Rotura húmeda o *Watery breakdown*.

17. NORMA DE CALIDAD PARA GRANADAS

La única normativa específica, dictada en 1981, para el comercio exterior de granada es la que se expone a continuación y que reproduce el texto íntegro del B.O.E. Aunque en la actualidad precisa de algunas matizaciones y ciertos aspectos no son de aplicación, creemos conveniente su reproducción por entender que puede ayudar a comprender mejor algunos aspectos relativos a la calidad del producto, el establecimiento de categorías y los formatos mayoritarios de envasado.

17.1. NORMA DE CALIDAD, ORDEN DE 8 DE OCTUBRE DE 1981, POR LA QUE SE DICTA LA NORMA DE CALIDAD PARA EL COMERCIO EXTERIOR DE GRANADAS

Ilustrísimos señores:

La evolución sufrida en los últimos años en el comercio exterior de granadas aconseja la modificación de la norma actual para este producto.

En consecuencia, de acuerdo con el Ministerio de Agricultura y Pesca y oído el sector, este Ministerio ha tenido a bien dictar la siguiente norma de calidad para dicho fruto.

I. Norma técnica

I.1. Definición del producto

La presente norma se refiere a los frutos de las variedades (cultivares) de *Punica granatum* L., destinados a la entrega al consumidor en estado fresco, con exclusión de los destinados a la transformación industrial.

1.2. Disposiciones relativas a la calidad

La norma tiene por objeto definir las calidades que deben presentar las granadas en el momento de su expedición, después del acondicionamiento y envasado.

1.2.1. Características mínimas

En todas las categorías, sin perjuicio de las disposiciones previstas para cada una de ellas y de las tolerancias admitidas, los frutos deben presentarse:

- Enteros.
- De aspecto fresco.
- Sanos; se excluyen los frutos afectados de podredumbre o alteraciones tales que los hagan impropios para el consumo o su conservación.
- Limpios; prácticamente exentos de materias extrañas visibles.
- Exentos de olor y/o sabor extraños.
- Exentos de humedad exterior anormal.
- Sin quemaduras de sol u otros defectos de piel que afectan sensiblemente el aspecto del fruto.
- Maduros; los granos presentarán al menos coloración rosada fuerte.

Los frutos deben haber sido recogidos cuidadosamente y presentar un desarrollo y estado que les permita soportar el transporte y una manipulación para que puedan llegar en condiciones satisfactorias al lugar de destino.

1.2.2. Clasificación

Los frutos se clasificarán en las tres categorías siguientes:

a) Categoría "Extra"

Los frutos clasificados en esta categoría deben ser de calidad superior. Presentarán todas las características de la granada Mollar (en particular semillas pequeñas y blandas) y la coloración específica de la variedad.

Deberán estar exentos de todo defecto. No obstante, pueden admitirse:

- Muy ligeras alteraciones superficiales de la epidermis.

b) Categoría "I"

Los frutos clasificados en esta categoría deben ser de buena calidad. Deberán presentar la forma y color típicos de la variedad. No obstante, pueden admitirse:

- Ligeras deformidades de los frutos.
- Ligeras rozaduras cicatrizadas y quemaduras de sol de la epidermis.
- Coloración parcialmente verdosa de la epidermis de los frutos.

c) Categoría "II"

Esta categoría comprende los frutos que no pueden clasificarse en las categorías superiores, pero que corresponden a las características mínimas definidas anteriormente.

A condición de que conserven sus características esenciales de calidad y no perjudiquen al aspecto general del producto ni a su presentación en el envase, se admiten para cada fruto los siguientes defectos, dentro de los límites que se indican a continuación:

- Manchas superficiales en una extensión inferior a 1/6 de la total del fruto.
- Quemaduras de sol en una superficie inferior a 1/6 de la total del fruto.
- Coloración verdosa-amarillenta de la epidermis del fruto.

- Deformidad de los frutos
- Rozaduras cicatrizadas en una superficie inferior a 1/6 de la totalidad del fruto.

1.3. Disposiciones relativas al calibre

El calibre se determinará por el peso unitario de cada fruto y de acuerdo con la siguiente escala:

Peso unitario en gramos:

Superior a 475.

Entre 375 y 475.

Entre 275 y 375.

Entre 225 y 275.

Entre 175 y 225.

Entre 150 y 175.

Entre 130 y 150.

Entre 100 y 130.

La anterior escala de calibre es obligatoria, quedando excluidos los frutos de peso unitario inferior a 100 gramos.

1.4. Disposiciones relativas a las tolerancias

Se admiten tolerancias de calidad y calibre en cada envase para los productos no conformes con las exigencias de la categoría indicada en el mismo.

1.4.1. Tolerancias de calidad

a) Categoría "Extra"

Cinco por ciento en número o en peso de frutos que no correspondan a las características de la categoría, pero conformes a las de la categoría "I" o excepcionalmente admitidas en las tolerancias de esta categoría.

b) Categoría "I"

Diez por ciento en número o en peso de frutos que no correspondan a las características de la categoría, pero conforme a las de la categoría "II" o excepcionalmente admitidas en las tolerancias de esta categoría.

c) Categoría "II"

Diez por ciento en número o en peso de frutos que no correspondan a las características de la categoría ni a las características mínimas; con exclusión no obstante, de los frutos visiblemente atacados de podredumbre, con magulladuras pronunciadas o con heridas o grietas sin cicatrizar.

Dentro de esta tolerancia podrá admitirse el 5 por 100 en peso o número de frutos que presenten los defectos siguientes:

- Ligeras heridas o grietas no cicatrizadas.
- Zonas desecadas de la corteza.

1.4.2. Tolerancias de calibre

Para todas las categorías: 10 por 100 en número o peso de frutos que correspondan al calibre inmediatamente inferior o superior al señalado en el envase, con un mínimo de peso unitario de 75 gramos para los frutos clasificados en el calibre más pequeño.

1.5. Disposiciones relativas a la presentación

1.5.1. Homogeneidad

El contenido de cada envase debe ser homogéneo, compuesto únicamente por frutos del mismo origen, variedad, calidad y calibre.

La parte visible del contenido del envase debe ser representativa del conjunto.

1.5.2. Acondicionamiento

Los frutos deben presentarse de forma que se asegure una protección conveniente al producto sin huecos ni presión excesiva.

Los materiales utilizados en el interior de los envases deben ser nuevos, limpios y fabricados con materias que no puedan causar a los frutos alteraciones externas o internas. Se autoriza el empleo de materiales, y especialmente de papeles y sellos con indicaciones comerciales, siempre que la impresión o el etiquetado se efectúen con tintas o colas no tóxicas.

Los envases deben carecer de todo cuerpo extraño.

1.6. Disposiciones relativas al mercado

Cada envase debe llevar, en caracteres legibles, indelebles, visibles desde el exterior y agrupados en un mismo lado, las indicaciones siguientes:

A) Identificación:

– Embalador y/o expedidor (nombre y dirección o identificación simbólica, expedida o reconocida por un servicio oficial).

B) Naturaleza del producto:

– “Granadas” si el contenido no es visible desde el exterior.

– Nombre de la variedad para la categoría “Extra”.

C) Origen del producto:

– País de origen y, en su caso, zona de producción o denominación nacional, regional o local.

D) Características comerciales:

– Categoría.

– Calibre y/o número de frutos.

– Peso neto (facultativo).

E) Marca oficial del control (facultativo).

II. Transporte

Los Centros de Inspección del Comercio Exterior (SOIVRE) facilitarán las instrucciones necesarias para las operaciones de carga y descarga, estiba y desestiba, con el fin de mejorar las condiciones de conservación del fruto durante su transporte y para el mantenimiento de la calidad, vigilando su desarrollo de acuerdo con lo dispuesto en la Orden Ministerial de 10 de abril de 1981 (“Boletín Oficial del Estado” de 9 de mayo).

III. Inspección

Corresponde a los Centros de Inspección del Comercio Exterior (SOIVRE) la exigencia del cumplimiento de estas normas y adecuándose a las dictadas en la Orden ministerial de 1 de noviembre de 1979 (“Boletín Oficial del Estado” del 13).

IV. Normas administrativas

La Administración de Aduanas no autorizará la importación o exportación de granadas si previamente no se presenta el certificado de calidad expedido por el SOIVRE.

V. Normas complementarias

Quedan facultadas la Dirección General de Exportación y la de Política Arancelaria e Importación, en el ámbito de sus competencias, para dictar las disposiciones complementarias precisas para la aplicación de la presente Orden o, en su caso, para establecer las modificaciones que las circunstancias aconsejan.

VI. Disposición derogatoria

Queda derogada la Orden ministerial de 31 de julio de 1962 (“Boletín Oficial del Estado” de 8 de agosto), que regula la exportación de granadas, y demás disposiciones que se opongan a lo establecido en la presente Orden ministerial.

Lo que comunico a VV.II.

Dios guarde a VV.II.

Madrid, 8 de octubre de 1981.

GARCÍA DIEZ

Ilmos. Sres. Directores generales de Exportación y de Política Arancelaria e Importación.

**17.2. DISPOSICIONES COMPLEMENTARIAS A LA NORMA DE CALIDAD:
RESOLUCIÓN DE 8 DE OCTUBRE DE 1981, DE LA DIRECCIÓN
GENERAL DE LA EXPORTACIÓN POR LA QUE SE DICTAN
DISPOSICIONES COMPLEMENTARIAS A LA NORMA DE CALIDAD
PARA EL COMERCIO EXTERIOR DE GRANADAS (B.O.E. 24-10-1981).**

De conformidad con lo dispuesto en el capítulo V normas complementarias de la Orden ministerial de 8 de octubre de 1981, sobre normas de calidad para el Comercio Exterior de granadas, y necesitando acomodar en todo momento las condiciones exigidas para la comercialización de las granadas con las exigencias de nuestros mercados, esta Dirección General, oída la Comisión Consultiva correspondiente, ha tenido a bien disponer lo siguiente:

1. Disposiciones relativas a las variedades

Se autoriza exclusivamente la exportación de granadas de las variedades “Tendral o Mollar” y “Albar”, quedando excluidas, por tanto, las que presenten granos con elevada porción de materia leñosa.

2. Disposiciones relativas a la presentación

Las exportaciones de granadas deberán realizarse en los siguientes envases:

- a) Caja para 20 kilogramos neto, aproximadamente: 600 por 400 milímetros de base.
- b) Bandeja de madera para 10 kilogramos neto aproximadamente: 500 por 300 milímetros de base.
- e) Bandeja de cartón para 10 kilogramos neto, aproximadamente: 400 por 350 milímetros de base.
- d) En pequeños envases unitarios hasta dos kilogramos de peso neto, para la venta directa al consumidor, dentro de embalajes de superior y adecuada capacidad.

Los envases autorizados serán de cualquier material que no perjudique a los frutos y tengan la suficiente resistencia para una estiba adecuada. En las dimensiones fijadas para la base puede admitirse una tolerancia de 2 cm menos.

Los envases de los apartados a), b) y c) deberán llevar el siguiente número de frutos en función de su calibre:

Peso unitario Gramos	Número mínimo de piezas	
	Envases 20 kilogramos	Envases 10 kilogramos
Superior a 475	36	18
Entre 375 y 475	48	24
Entre 275 y 375	60	30
Entre 225 y 275	80	40
Entre 175 y 225	100	50
Entre 150 y 175	120	60
Entre 130 y 150	140	70
Entre 100 y 130	160	80

La Subdirección General de Inspección y Normalización de la Exportación podrá autorizar en vías de ensayo envases distintos a los previstos en la presente Resolución, previo informe del SOIVRE y debiendo los interesados realizar la petición a través de la Comisión Consultiva de este producto.

3. Disposiciones relativas a la iniciación de las exportaciones

La fecha de la iniciación de la exportación será fijada cada año por esta Dirección General previo informe del SOIVRE en orden a la inspección técnica de la madurez y a propuesta de la Comisión Consultiva del producto en lo referente a los demás aspectos comerciales.

3.1. Validez de la inspección

La fruta inspeccionada en origen no será objeto de una nueva revisión de frontera, salvo en los casos previstos en la Orden ministerial de 1 de noviembre de 1979 (“Boletín Oficial del Estado” de 13 de noviembre) y cuando llegue a la frontera después de cuarenta y ocho horas de haber sido autorizada.

El plazo de validez de la inspección en puertos y frontera será de cuarenta y ocho horas a partir del momento en que se ha realizado.

3.2. Puntos de inspección

A lo largo de la campaña serán fijados por esta Dirección General los puntos autorizados para la inspección de calidad de las granadas para exportación.

Madrid, 8 de octubre de 1981.- El Director general Juan M. Arenas Uría.

18. INDUSTRIALIZACIÓN, USOS Y PRODUCTOS DERIVADOS

La granada, al igual que otros frutos, es susceptible de ser sometida a distintos procesos de industrialización o transformación, y aunque las industrias existentes en las zonas productoras se dedican a su manipulación en fresco, existen en la tradición popular muchas recetas para su aprovechamiento, habiendo sido utilizada por la industria farmacéutica, la industria química e incluso para la obtención de una bebida similar al vino. Antes de citar algunos de los procedimientos y aplicaciones de este fruto, vamos a exponer su composición según los análisis realizados por distintos autores a lo largo de la historia.

18.1. COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LOS FRUTOS E INTERÉS DE LA CORTEZA

Según el profesor Zambrano, que publicó una monografía sobre el granado (Nápoles, 1898), citado por Tamaro (1984), el fruto tiene la siguiente composición:

Peso del fruto	468 g
Corteza	160 g
Semillas	326 g

En las semillas encontró:

Azúcar	12'50 %
Acidez del conjunto	2'56 %

También citado por Tamaro (1984), el profesor A. Borritraegar y el doctor G. París analizaron frutos de granada, encontrando que 1.000 partes de este fruto dan:

350 partes de corteza y de médula.

650 partes de semillas.

De las 650 partes de semillas, 450 son de jugo. Las semillas dieron la siguiente composición:

Agua	32'02 %
Ceniza bruta	1'54 %
Grasa	6'85 %
Almidón	12'64 %
Fibra bruta	22'41 %
Albúmina	9'38 %

Asimismo, asegura este mismo autor, “el mosto tienen una acidez total de 0'37 a 3'36%, constituida por ácido cítrico y málico y no pasa su riqueza azucarada del 7'81 – 13'69%, así que se debe poner en duda la conveniencia de vinificar las semillas de las granadas, porque se obtendría un mosto muy débil”.

Otro análisis, según Köhing (Espasa-Calpe 1925-1988), da la siguiente composición:

Agua	79'3 %
Albuminoide	1'2 %
Azúcar invertido	11'0 %
Sacarosa	0'7 %
Otras materias no nitrogenadas	3'8 %
Acidez	0'8 %
Celulosa y semillas	2'8 %
Ceniza	0'5 %

añadiendo que “el zumo de la granada fermenta con gran facilidad dando un líquido alcohólico, que contiene aproximadamente de 4'7 a 7 gramos de alcohol por 100 centímetros cúbicos”.

Un análisis más reciente (Westwood, 1982), muestra los siguientes resultados:

Granada (pulpa). Composición por 100 g de porción comestible.

<u>Agua</u>	<u>Calorías</u>	<u>Proteína</u>	<u>Grasas</u>	<u>H.C.</u>
82'3	63	0'5 g	0'3 g	16'4 g
<u>Vitamina A (U.I.)</u>	<u>Vit. B1(Tiamina)</u>	<u>Vit. B2(Riboflavina)</u>		
t	0'03 mg	0'03 mg		
<u>Vitamina B(Niacina)</u>	<u>Vit. C(Ac. ascórbico)</u>	<u>Calcio</u>	<u>Fósforo</u>	
0'3 mg	4 mg	3 mg	8 mg	
	<u>Hierro</u>	<u>Sodio</u>	<u>Potasio</u>	
	8 mg	3 mg	259 mg	

t = trazas. U.I. = Unidades Internacionales.

Crncevic (1953), en Yugoslavia, con la más importante variedad de granado de este país, el cultivar *Dividis*, apreció que el zumo de esta variedad contiene el 12'7% de azúcares levógiros y el 0'31% de ácidos totales. Asimismo, Yuldasheva *et al.* (1979), en Uzbekistán (URSS), han extraído e identificado diversas fracciones de pectinas en la piel y en el fruto del granado.

El Shaarawy y Nahapetian (1983), analizando los aceites encontrados en las semillas del granado, descubrieron que aproximadamente el 15% de las semillas son aceites con altos índices de refracción y de yodo con un bajo punto de fusión. El análisis dio como resultado que el 8% de los son saturados, el 10% monoinsaturados, otro 10% diinsaturados y alrededor de un 7% conjugados (probablemente ácidos púnicos). Confirmándose por tanto que estos aceites tienen un gran potencial de uso industrial.

Kriventsov y Arendt (1986), en Turquestán (URSS), analizando el zumo de diversos cultivares de granado, encontraron antocianos de intenso color, como Cianidín 3-Glucósido, Cianidín 3-5 Glucósido, Delfinidín 3-Glucósido y Delfinidín 3-5 Glucósido.

Varela (1980) en las "Tablas de composición de alimentos", realizados en el Instituto de Nutrición del CSIC en Madrid, da la composición de este fruto desde la óptica de la nutrición:

Contenido en nutrientes y valor calórico por 100 g. de porción comestible

Kcal(4'1868Kcal=1Kj)	Proteína	Lípidos
32	0'30 g	0'10 g
	Fósforo	Calcio
	105 mg	11 mg
		Hierro
		0'60 mg
	Vit. B2(Riboflavina)	Ac. Nicotínico
	0'02 mg	0'10 mg

Esta misma composición se cita por Casamitjana y Cucurella (1986) en la "Taula de composició d'aliments per a ús clínic", publicada por la Fundació Sardà Farriol.

Un análisis más reciente, realizado sobre la variedad Mollar por Celdrán, E. (1988) en el Laboratorio de Frío del Centro de Edafología y Biología Aplicada (CSIC) de Murcia, da los siguientes resultados medios:

Granada Mollar

Peso (g)	Calibre (1) Long.(mm)	Calibre (2) Long.(mm)
394	95	78
	Calibre ecuatorial (mm)	Nº de cascos (Ud.)
	93	5

<u>Peso grano (g)</u>	<u>Peso carpelos (g)</u>		
0'44	5'44		
<u>pH</u>	<u>Acidez(%)</u>	<u>S.S.(°Brix)(%)</u>	
4'09	0'31	15'73	
	<u>Vitamina C (mg/100 ml)</u>		
	7'89		
<u>I.F.(ml de Na OH)</u> <u>0,1 N por 100 ml</u> <u>de extracto</u>		<u>Azúcares</u> <u>Reductores (%)</u>	
1'37		14'52	
	<u>Azúcares</u> <u>totales (%)</u>	<u>Sacarosa</u> <u>(%)</u>	
	9'15?	5'00?	
<u>Na (mg)</u>	<u>K (mg)</u>	<u>Ca (mg)</u>	<u>Fe (mg)</u>
7'14	382'04	12'97	0'68

Análisis más recientes sobre la composición en agua, fibra bruta, ácidos orgánicos, azúcares, sólidos solubles, acidez valorable, grasas, ácidos grasos y elementos minerales de un buen número de variedades españolas de granado, pueden consultarse en “Selección y tipificación varietal de granado (*Punica granatum* L.)” (Melgarejo, 1993) y otros más recientes (Melgarejo *et al.*, 1995 y 1999; Legua *et al.*, 1998a y 1998b; Hernández *et al.*, 1998 y 2000; Hernández, 1999; García-Viguera y Zafrilla, 1998; Melgarejo *et al.*, 1998 y 2000; y otros de los mismos autores; y la composición de algunas variedades representativas de los distintos grupos varietales ya ha sido expuesta en el apartado de Material Vegetal de este libro.

A continuación se expone un breve resumen sobre algunos compuestos estudiados en la granada y que tienen interés tanto desde el punto de vista comercial como nutricional o taxonómico.

18.1.1. Antocianos

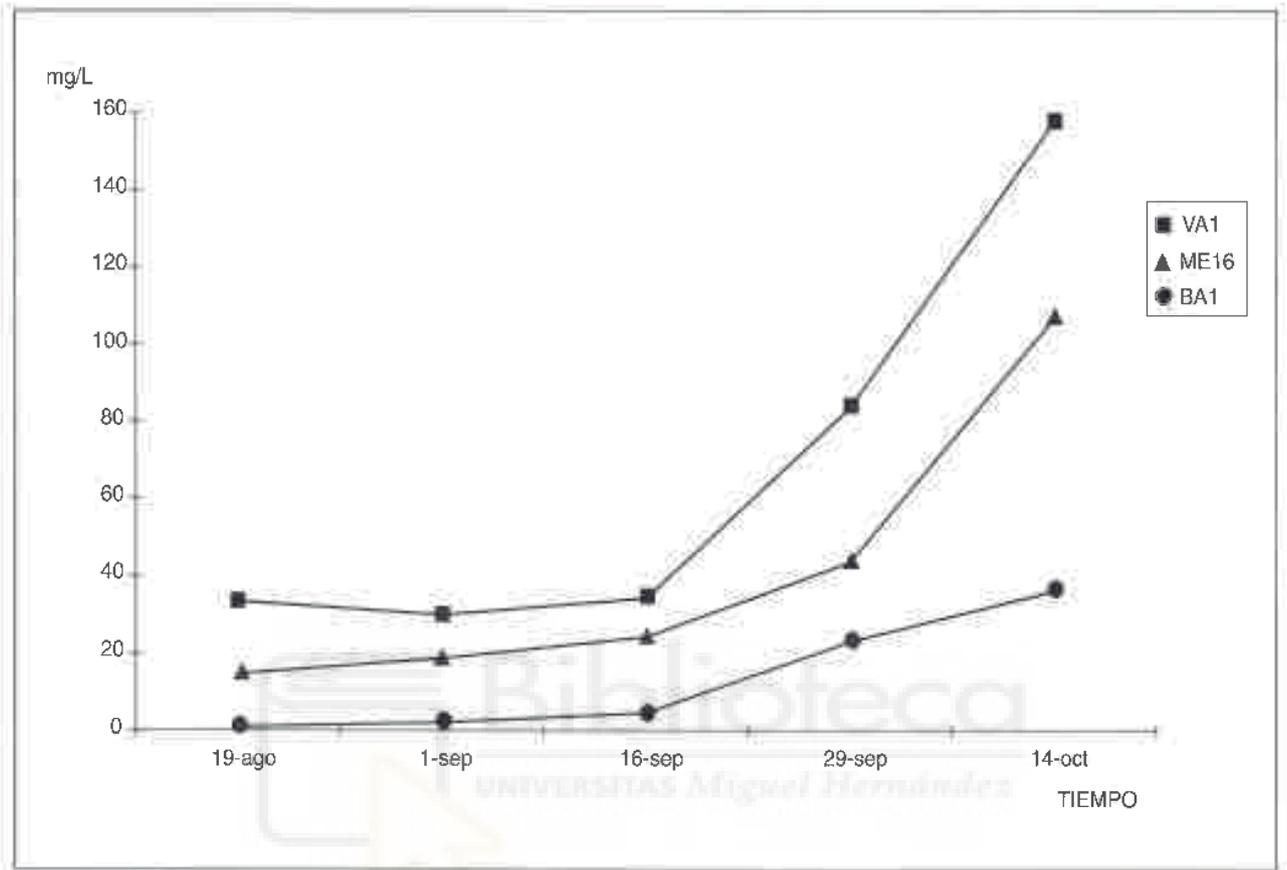
Los antocianos son considerados responsables del color rojo de las granadas y de sus semillas, siendo este un atributo de calidad importante. El color rojo depende de la concentración en antocianos que éstas contengan y del tipo de antociano. Así los

derivados de la delphinidina son los responsables del color azul y violeta, mientras que la pelargonidina está relacionada con el color rojo anaranjado (Harborne, 1982).

En un estudio sobre estos compuestos (Melgarejo *et al.*, 1998), se realizó la identificación cuantitativa y cualitativa del contenido en antocianos en el zumo de granada de 3 clones: ME16, VA1 y BA1, cultivados en condiciones homogéneas; además de estudiar la evolución de éstos a lo largo del proceso de maduración. Se estudiaron los cambios en el contenido total de antocianos durante las últimas 8 semanas del desarrollo del fruto, desde frutos inmaduros (mediados de agosto, 10 cm de diámetro, 50 gramos de peso) hasta frutos comercialmente maduros (mediados de octubre, 20 cm de diámetro, 450 gramos de peso). Estudios previos realizados sobre la evolución de los antocianos durante el proceso de maduración muestran que durante las primeras etapas del desarrollo del fruto las formas 3,5-diglucósido son los principales pigmentos presentes en el zumo de la granada, y de éstos el principal es la delphinidina; mientras que en los estados más avanzados de maduración son las formas 3-glucósido las predominantes, y dentro de éstas la cianidina. En este trabajo se obtuvo:

- Se han identificado 6 antocianos como los responsables del color del zumo de la granada: *delphinidina* 3-glucósido y 3,5-diglucósido; *cianidina* 3-glucósido y 3,5-diglucósido y *pelargonidina* 3-glucósido y 3,5-diglucósido (Du *et al.*, 1975).
- El total de antocianos está entorno a los 160 mg/L de zumo en el clon VA1, valor cercano a los 120 mg/L del clon ME16 y 35 mg de antocianos por litro de zumo en el clon BA1. Estos valores están en el mismo rango que los de otros clones de granado, 50-267 mg/kg de peso fresco de arilos para el cultivar "Mollar" (Gil *et al.*, 1995a; Artés *et al.*, 1998), y 6-120 mg/L de zumo en granadas Tunecinas (Gil *et al.*, 1995b).
- La mayoría de las muestras presentan algo de pigmentación a mediados de agosto, siendo el clon VA1 el de mayor pigmentación en las primeras etapas, mientras que el clon BA1 no presenta casi pigmentación en estas primeras etapas (Gráfico 19) a mediados de octubre (maduración comercial); el clon más pigmentado fue el VA1, mientras que el clon BA1 muestra una pigmentación muy baja, y el clon ME16 muestra una pigmentación intermedia. Durante las primeras cuatro semanas del desarrollo del fruto, los 3 clones no muestran cambios en la concentración de pigmentos, y luego los 3 clones presentan un incremento muy rápido en la concentración de antocianos durante las 4 últimas semanas del estudio.
- Durante las primeras etapas de la maduración son las formas 3,5-diglucósido las predominantes en el zumo de granada, y dentro de éstas la forma 3,5-delfinidina seguida de la cianidina 3,5-diglucósido; mientras que en las etapas más próximas al punto óptimo de maduración de la granada, son las formas 3-glucósido las principa-

Gráfico 19
Evolución de los antocianos en los clones ME16, VA1 y BA1



les, y dentro de éstas la 3-cianidina y delfinidina. Los derivados de la pelargonidina están siempre presentes pero en cantidades muy pequeñas.

– En el clon ME16 (Gráfico 20) los derivados de la *delfinidina* se muestran constantes durante las diferentes etapas del desarrollo del fruto, mostrándose un marcado incremento de los derivados de la *cianidina* a primeros y finales de septiembre, para llegar a ser el principal constituyente a mediados de octubre.

– El clon VA1 (Gráfico 21) presenta un incremento de los derivados de la *delfinidina* durante todas las etapas del desarrollo del fruto, y el incremento en derivados de la *cianidina* se da en etapas más tempranas que en el clon ME16 (mediados de septiembre).

– El clon BA1 (Gráfico 22) muestra un modelo diferente a los clones ME16 y VA1, con muy poca biosíntesis de pigmentos en las primeras etapas del desarrollo, y con un posterior incremento en derivados de la *cianidina* y *delfinidina* a mediados de septiembre.

Gráfico 20
Evolución de los antocianos en el clon ME16

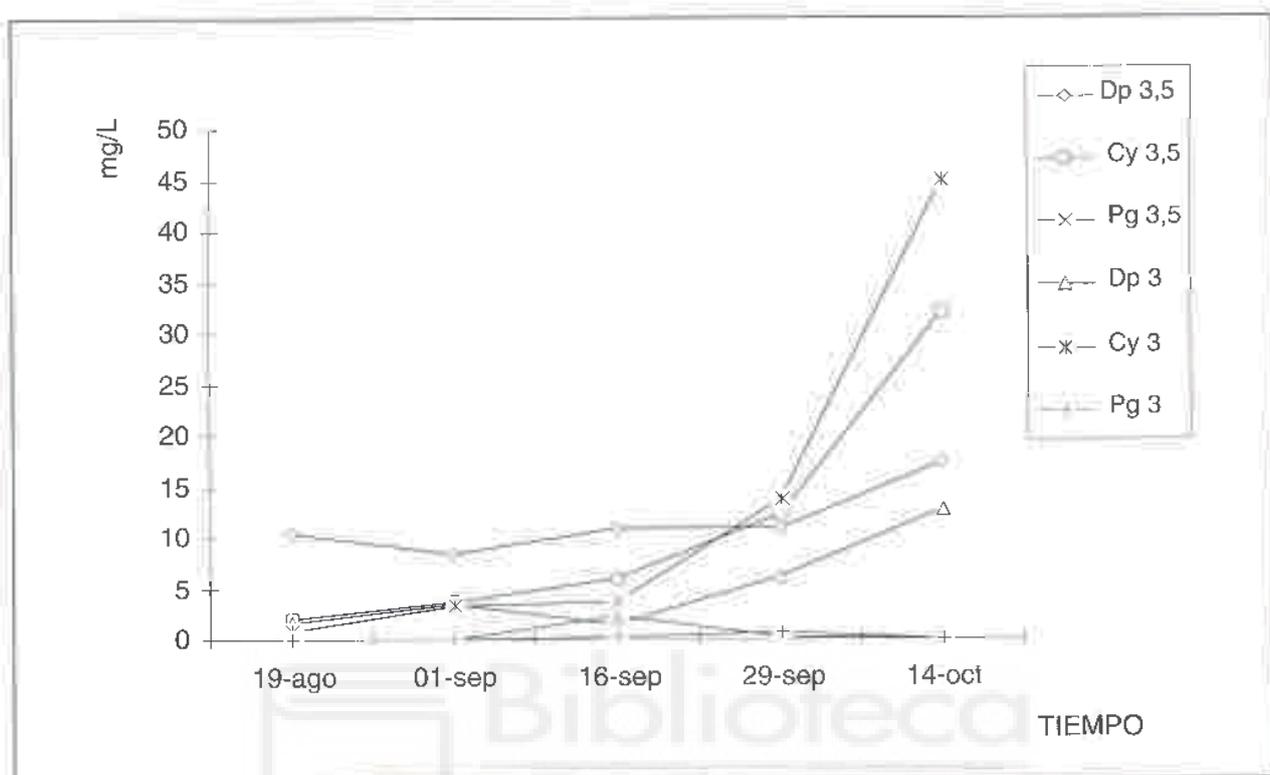


Gráfico 21
Evolución de los antocianos en el clon VA1

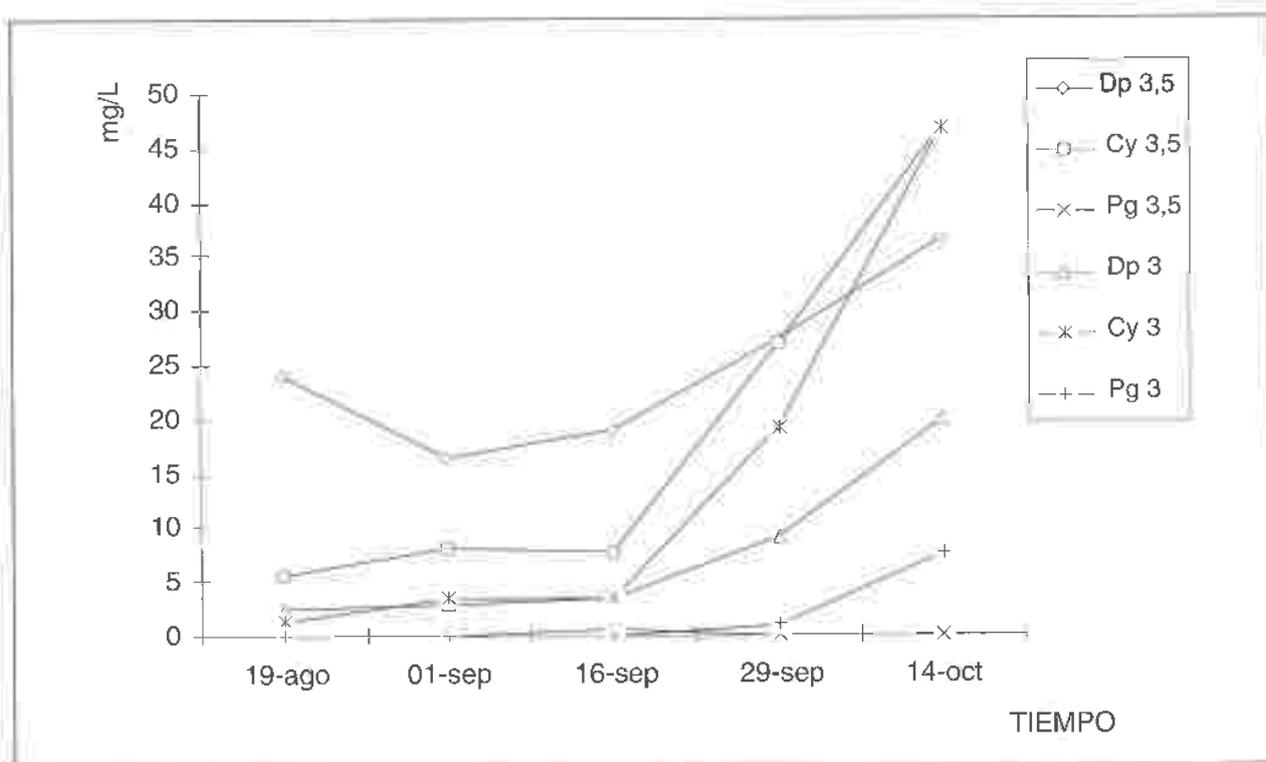
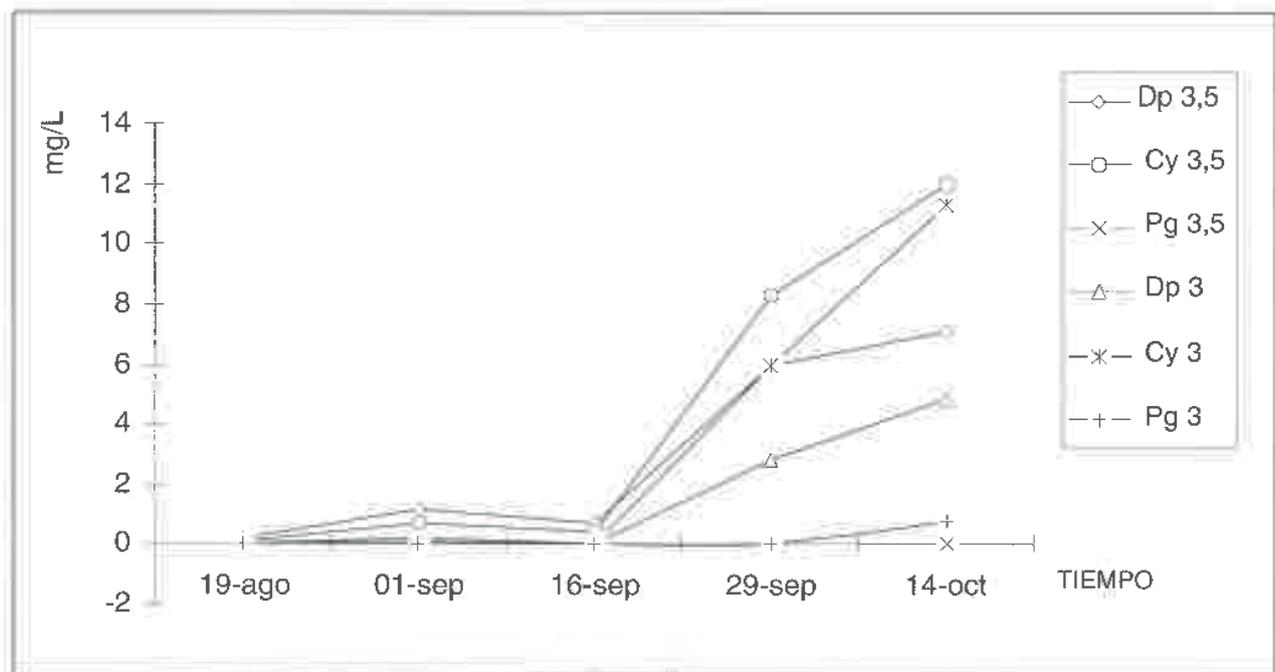


Gráfico 22
Evolución de los antocianos en el clon BA1



18.1.2. Azúcares

En la granada se ha investigado la existencia de distintos azúcares, concretamente fructosa, glucosa, sacarosa, maltosa y lactosa (Melgarejo, 1993); los azúcares predominantes son fructosa y glucosa; el resto se encuentran en cantidades bajas o no se detectan, dependiendo de los distintos clones. Para ilustrar esta idea expondremos el resultado obtenido sobre la evolución de estos compuestos en 3 clones de granado; en la tabla siguiente se expresan las cantidades porcentuales medias correspondientes a cada azúcar a lo largo del período que duró el ensayo (Legua *et al.*, 1998). Se puede observar cómo el azúcar predominante es la glucosa sobre la fructosa siendo en algunos casos la diferencia significativa. Las cantidades de sacarosa y maltosa son prácticamente despreciables.

En los estudios previos realizados sobre el contenido en azúcares del zumo de granada por distintos autores, no se analizan éstos por separado sino que se agrupan según sean azúcares reductores o no reductores (El-Nemr, 1990; Khodade, 1990; Sharma, 1990). Sin embargo, los resultados concuerdan ya que los azúcares no reductores aparecen como trazas mientras que los reductores son los más importantes cuantitativamente.

No se muestran los resultados del análisis de frutos según las distintas orientaciones, ya que no se han obtenido diferencias significativas.

Tabla 62
Evolución y contenido medio de azúcares en granada

		Fructosa	Glucosa	Sacarosa	Maltosa	Total
ME 5	15/09/97	5,994	7,643	0	0	13,637
	29/09/97	6,736	8,446	0	0	15,182
	13/10/97	6,282	7,657	0	0	13,939
	27/10/97	7,013	8,665	0	0	15,678
	10/11/97	5,701	7,725	0,045	0	13,471
ME 17	15/09/97	6,577	8,479	0	0	15,056
	29/09/97	6,254	8,093	0	0	14,347
	13/10/97	5,885	7,517	0	0	13,402
	27/10/97	7,322	7,746	0,047	0,045	15,16
	10/11/97	7,064	7,44	0,425	0,172	15,101
MO 6	15/09/97	6,766	8,418	0	0	15,184
	29/09/97	6,297	8,073	0,028	0	14,398
	13/10/97	6,753	8,951	0,03	0	15,733
	27/10/97	6,869	8,95	0,022	0	15,841
	10/11/97	6,895	9,298	0,022	0	16,215

18.1.3. Ácidos orgánicos

El ácido predominante en las granadas es diferente dependiendo de los distintos grupos varietales (Melgarejo, 1993; 1997); así, tanto en las variedades ácidas como en las agridulces predomina claramente el cítrico sobre el málico, aunque en estas últimas la diferencia no es tan extraordinariamente grande (ver apartado de material vegetal), mientras que en las dulces en unas ocasiones predomina ligeramente el málico sobre el cítrico y en otras ocurre lo contrario, existiendo pequeñas diferencias en el contenido de uno respecto al otro. A título de ejemplo, expondremos a continuación los resultados obtenidos en las distintas orientaciones, en la madurez de los frutos, en 3 clones de granado dulces cultivados en condiciones homogéneas (Legua *et al.*, 1998); puede observarse cómo en los tres clones estudiados no se ha detectado ni ácido tartárico ni fumárico, siendo predominante el ácido málico para el conjunto de clones, seguido muy de cerca por el cítrico.

Tabla 63
Contenido medio en ácidos orgánicos según orientaciones (%)

		Oxálico	Tartár.	Málico	Ascórbi.	Acético	Cítrico	Fumárico	Total
ME 5	NORTE	0,021	0,000	0,257	0,008	0,031	0,214	0,000	0,532
	SUR	0,017	0,000	0,244	0,010	0,016	0,215	0,000	0,502
	ESTE	0,017	0,000	0,240	0,007	0,072	0,181	0,000	0,516
	OESTE	0,016	0,000	0,194	0,009	0,013	0,152	0,000	0,384
ME 17	NORTE	0,023	0,000	0,210	0,004	0,019	0,110	0,000	0,367
	SUR	0,017	0,000	0,216	0,008	0,006	0,107	0,000	0,355
	ESTE	0,016	0,000	0,219	0,008	0,076	0,133	0,000	0,452
	OESTE	0,013	0,000	0,181	0,005	0,057	0,191	0,000	0,447
MO 6	NORTE	0,027	0,000	0,277	0,008	0,024	0,157	0,000	0,493
	SUR	0,017	0,000	0,224	0,007	0,013	0,126	0,000	0,387
	ESTE	0,021	0,000	0,215	0,007	0,019	0,307	0,001	0,570
	OESTE	0,019	0,000	0,288	0,012	0,035	0,120	0,002	0,476

18.1.4. Sólidos solubles, pH y acidez valorable

La evolución del contenido en SS presenta diferencias importantes durante el periodo de desarrollo de los frutos, pasando de valores inferiores al 10% a mediados de julio hasta cifras superiores al 15% a mediados de septiembre, aunque no durante el periodo de maduración, ya que desde mediados de septiembre hasta mediados de octubre todos los frutos ya están maduros en la variedad población Mollar y no se obtienen incrementos en este parámetro o en cualquier caso el incremento no es significativo. Los clones estudiados en este caso han sido ME5, ME17 y MO6.

En el conjunto de variedades españolas, los SS varían entre valores muy estrechos, por lo que su índice de madurez está determinado fundamentalmente por la acidez valorable, que sí varía notablemente entre los distintos grupos varietales; en las variedades españolas el contenido medio en SS, medido durante tres campañas sucesivas, varía entre 14'3 y 16'7%.

Respecto al pH, se puede decir que no experimenta cambios muy importantes en las variedades dulces durante el desarrollo y maduración de los frutos, pasando de valores próximos a 3'6 a mediados de julio hasta 4'87 a mediados de octubre, a diferencia de otros compuestos en los que el rango de variación es mucho mayor.

El pH del conjunto de variedades autóctonas españolas presenta variaciones significativas dependiendo del grupo varietal al que pertenezca la granada; así el rango de pH para las variedades dulces consideradas recomendables o muy recomendables para el cultivo, tomando la media de 3 años consecutivos en la madurez, varía entre 4'38 y 4'87, mientras que las agridulces presentan un pH comprendido entre 3'36 y 4'13, y las agrias tienen un pH comprendido entre 2'00 y 2'17.

La acidez valorable de las variedades de granada es muy variable. Sin embargo, en los tres grupos citados anteriormente la acidez total expresada como ácido cítrico varía entre 0'15 y 0'48% para las dulces, con excepción de la PTO9 que presenta un

valor del 0'74%, entre el 0'54 y el 0'91% para las agridulces y entre el 2'34 y el 2'69% para las agrias.

Con los datos expuestos se puede determinar la variación del índice de madurez en los tres grupos varietales establecidos, tal como se indicó en el apartado de material vegetal.

18.1.5. Ácidos grasos

La importancia de los ácidos grasos insaturados en la dieta es de sobra conocida, tal como puede verse más adelante en el apartado de "Colesterol y ácidos grasos poliinsaturados".

La granada es un fruto rico en semillas oscilando el porcentaje de éstas en un rango que varia entre el 50 y el 70% respecto al resto del fruto (membranas carpelares + corteza) y, de este porcentaje, entre un 5% y un 15% corresponde a la parte leñosa de la misma. En este apartado, al hablar de semilla entenderemos como tal la parte leñosa (rica en fibra y grasa) no englobando en dicho termino la parte más jugosa (testa carnosa), ya que esto nos permite comparar los resultados de diferentes autores que lo han considerado así al estudiar estos compuestos, aunque incorrectamente. Conocer este aspecto resulta de gran interés, pues en la granada, a diferencia de otros frutos, la porción comestibles está compuesta exclusivamente por las semillas, razón por la que interesa saber su composición.

Estudios realizados sobre el contenido de semillas, refiriéndose sólo a la parte leñosa, dan un contenido medio de 37-143 g/kg de fruto (Melgarejo *et al.* 1995) y en algunos cultivares son ricas en lípidos, variando éstos entre 140-270 g/kg de materia seca (El-Shaarawy *and* Nahapetian, 1983; El-Nemr *et al.* 1990; Melgarejo y Martínez 1992). Este contenido en grasa y su composición en ácidos grasos es un parámetro de calidad para el consumidor, especialmente la ratio *ácidos grasos saturados/ácidos grasos insaturados*. Asimismo, la composición en grasa de las frutas y vegetales en general ha alcanzado durante los últimos años una gran interés, sobre todo por su contenido en ácidos grasos esenciales (linoléico, linolénico y araquidónico) y especialmente por su composición en ácidos grasos poliinsaturados. Ello es debido a que éstos juegan un papel muy importante como preventivos en enfermedades cardiovasculares y en algunos otros problemas de corazón, debido a que los ácidos grasos poliinsaturados reducen considerablemente los niveles de HDL-colesterol (Grande 1988; De Hoya y Mata 1989). La composición en grasa y ácidos grasos de la semilla, no sólo nos ayuda a establecer relaciones quimiotaxonómicas entre las variedades estudiadas como indican Sunder Rao *and* Sino (1992) y Onyencho Hettiarachchy (1993), sino que como hemos indicado presenta también un gran interés alimenticio y para la prevención de algunas enfermedades. Así, El-Shaarawy *and* Nahapetian (1983) señalan que el 8% de los ácidos grasos son saturados, el 10% son monoinsaturados, el 10% diinsaturados y aproximadamente un 70% serían probablemente ácidos púnicos. El-Nemr *et al.* (1990) señalan que el 83,6% de los ácidos grasos de la granada son saturados y sólo un 16,3% son insaturados, mientras que

Melgarejo *et al.* (1995), en sus estudios realizados en 6 cultivares de granada del área mediterránea, señalan que del 30-35% de los ácidos grasos presentes en la granada son saturados, del 25-37% monoinsaturados, del 25-39% diinsaturados, del 1-10% poliinsaturados y aproximadamente un 67,6% corresponderían a los ácidos púnicos.

Más recientemente (Melgarejo *et al.*, 2001) han publicado la composición en grasa y en ácidos grasos de 5 variedades de granada, estudiados durante las campañas de 1995 y 1996, todas ellas cultivadas en condiciones homogéneas: 2 dulces de media estación (ME16 y MA2), una dulce temprana (VA1), una agridulce (PTO8) y una agria (BA1). Los resultados del estudio son los que se exponen en la tabla siguiente.

Tabla 64
Contenido total en grasa (g/kg materia seca) y su composición en ácidos grasos

	ME16	MA2	VA1	PTO8	BA1
Lípidos ¹ (g/kg)	80.92±18.2	79.97±22.66	68.97±11.49	130.95±89.3	104.9±7.31
(%)Palmitico (C _{16:0})	3.83±0.96	4.08±1.25	3.63±0.33	4.30±1.66	2.99±0.14
(%)Estearico (C _{18:0})	2.38±0.89	1.93±0.28	1.6±0	2.62±1.05	1.64±0.16
(%) Oleico (C _{18:1})(9)	4.82±1.97	5.83±3.56	4.39±1.13	5.70±2.65	4.09±0.10
(%) Oleico (C _{18:1})(10)	1.09±0.53	1.02±0.43	0.84±0.21	0.79±0.19	0.61±0.049
(%) Linoléico (C _{18:2})	7.74±3.63	8.54±5.6	7.3±2.07	7.48±3.46	4.98±0.13
(%) Púnico ² (C _{18:3})	66.76±15.4	75.28±11.06	78.5±1.96	75.39±11.39	79.29±0.077
Saturados	6.21	6.02	5.23	6.92	4.63
Monoinsaturados	5.91	6.85	5.23	6.49	4.7
Diinsaturados	7.74	8.54	7.3	7.48	4.98
Triinsaturados	66.76	75.28	78.5	75.39	79.29
Insaturados	80.41	90.67	91.03	89.36	88.97
Saturados/insaturados	0.077	0.066	0.057	0.077	0.052

¹ Los valores son la media de tres determinaciones durante dos campañas consecutivas (1995 y 1996). El número entre paréntesis que sigue los ácidos grasos monoinsaturados indica la posición del doble enlace.

² Ácido púnico C_{18:3} con doble enlace en posición 9, 11 y 13, sin determinar la configuración geométrica.

Tabla 65
Ácidos grasos en otros vegetales

Punto de solidificación aproximado	Aceite de	AGS (%)	Oleico (%) C _{18:1}	Linoléico (%) C _{18:2}	Linoléico (%) C _{18:3}	Índice de Yodo
-25°C	Lino	8	20	25	45	135
-17°C	Girasol	10	30	60	4	185
-16°C	Soja	14	22	55	8	130
-12°C	Germen de maíz	12	29	57	1	125
-5°C	Algodón	27	20	50	1	105
-2°C	Cacahuete	18	55	28	1	95
0°C	Oliva	12	78	9	1	85
+22°C	Cacao	60	36	3	1	35
+25°C	Palmiste*	80**	18	1	-	20

Fuente: Primo (1987). AGS: ácidos grasos saturados. *: Semilla de palma. **: Ácido laurico (50%).

18.1.6. Características físicas y químicas de 2 variedades españolas de granada

El material vegetal autóctono en el mundo mediterráneo y oriental es numerosísimo y, a su vez, la población de granados españoles es también muy variada; a continuación se exponen algunas características fisicoquímicas de dos variedades de granadas muy diferentes (una dulce y otra agria), tomadas de las fichas varietales, que fueron elaboradas por Melgarejo (1993) en 57 cultivares.

Tabla 66
Características físicas y químicas de las variedades autóctonas ME15 y BA1

	ME15	BA1
Peso del fruto (g)	264,0	290,0
Diámetro ecuatorial (cm)	81,4	84,3
Espesor de corteza (mm)	2,8	3,0
Número de carpelos	7,6	7,1
Peso de corteza y membranas carpelares	83,70	102,75
Rendimiento en semillas (%)	67,99	64,30
Peso de las semillas completas (g)	0,35	0,26
Peso de la parte leñosa de las semillas (g)	0,022	0,028
Contenido en agua de las semillas (%)	81,67	79,93
pH	4,48	2,88
Sólidos solubles (%)	16,80	14,50
Acidez valorable expresada en ácido cítrico (%)	0,18	2,326
Índice de madurez (SS/A)	94,90	6,20
Contenido en fibra bruta (%)	6,84	17,08
Dureza de las semillas (de 1 a 10)	2,0	6,0
Índice de porción leñosa (%)	6,29	10,77
Color de las semillas	Rojo	Rojo
Fructosa (%)	8,23	5,54
Glucosa (%)	7,65	5,53
Sacarosa (%)	Trazas	No detectado
Maltosa (%)	Trazas	Trazas
Ácido oxálico (%)	0,056	0,013
Ácido cítrico (%)	0,130	2,498
Ácido málico (%)	0,148	0,042
Ácido tartárico (%)	0,016	Trazas
Contenido total en grasa (%)	4,92	7,66
Ácidos grasos (mayoritariamente poliinsaturados)	C16:0, C16:1, C18:0, C18:1, C18:2, C18:3	C16:0, C16:1, C18:0, C18:1, C18:2, C18:3
Contenido en materia seca (%)	17,90	21,50
Nitrógeno (%)	1,15	1,28
Fósforo (%)	0,12	0,13
Potasio (%)	0,77	0,77
Calcio (%)	0,11	0,06
Magnesio (%)	0,01	0,08
Hierro (ppm)	10,40	43,7

Manganeso (ppm)	9,80	7,00
Cinc (ppm)	11,40	11,8
Sodio (%)	45,30	50,8
Boro (ppm)	19,80	14,5
Cobre (ppm)	6,20	3,90
Vitamina C (mg/l)	160,00	244

Fuente: Melgarejo, 1993.

18.2. INTERÉS DE LA CORTEZA

La corteza de la raíz del granado ha sido utilizada ampliamente en la antigüedad debido a sus propiedades. La corteza de raíz, conocida también simplemente como corteza de granado, ha sido muy comercializada. Según Tanret (Espasa-Calpe, 1925-1988), la corteza, tanto de la raíz como la del tallo y la del tronco, contiene cuatro alcaloides: Peletierina o Punicina, Isopeletierina o Isopunicina, Seudopeletierina o Seudopunicina y Metilpeletierina o Metilpunicina, encontrando Piccini un nuevo alcaloide en la corteza de raíz, denominado Isometilpeletierina o Isometilpunicina. El estudio más profundo de estos alcaloides se debe a Ciamician y Silver, Piccini, Willstätter y otros. Muchos de los efectos producidos por la corteza de granado se deben a estos alcaloides, siendo la proporción de éstos de 0,5-0,9% (Medicamenta, 1951) por lo que a continuación expondremos un resumen de su composición y propiedades (Espasa-Calpe, 1925-1988).

Peletierina: $C_8 H_{15} NO$. Alcaloide que se encuentra en la corteza de la raíz y tronco del granado, acompañado por los otros cuatro alcaloides citados (Isopeletierina, Seudopeletierina, Metilpeletierina e Isometilpeletierina). Es un líquido oleoso, incoloro, que, en contacto con el aire, absorbe ávidamente el oxígeno, resinificándose y tomando color pardo. Tiene reacción alcalina y un olor especial, narcótico y aromático. De entre sus sales comercializadas se citan el sulfato, el clorhidrato y el tanato. El tanato de peletierina comercial suele ser una mezcla de tanatos de las diferentes bases contenidas en la corteza de granado.

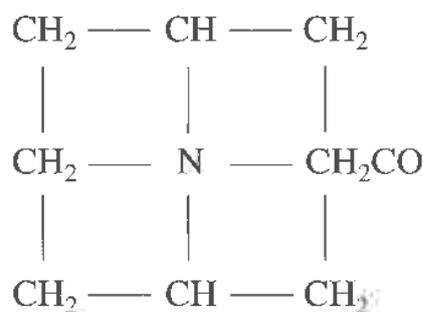
Los síntomas de su acción fisiológica son: cefalalgia, somnolencia, vértigos, entumecimiento y trastornos oculares con oscurecimiento del campo visual.

Los efectos en el aparato circulatorio son inconstantes, ya acelerándose, ya retardándose el pulso. La respiración, precipitada al principio, se hace superficial, rara y penosa después. La peletierina actúa como el curare sobre las extremidades de los nervios motores respetando las funciones de sensibilidad. En los animales inferiores la muerte va precedida de un período de excitación acompañado de convulsiones y contracturas. La acción terapéutica de la peletierina contra la tenia o solitaria se cree que consiste en una parálisis de dicho entozoario. Con dosis excesivas de corteza de granado, no de preparados comerciales, se han descrito muertes de hombres.

La medicina moderna desaconseja la utilización de este producto contra la tenia por peligroso, aconsejando los productos modernos de menor peligrosidad.

Isopeletierina: El tanato y el sulfato de isopeletierina se han usado como tenífugos a dosis de 0'5 a 1g.

Seudopeletierina: Se encuentra en mayor cantidad en el tronco que en raíz. Su fórmula química es:



es una base terciaria que tiene al mismo tiempo carácter quetónico.

Metilpeletierina: $\text{C}_9\text{H}_{17}\text{NO}$. Se obtiene en la corteza de la raíz de granado, siendo sus sales muy higroscópicas.

Isometilpeletierina: $\text{C}_9\text{H}_{17}\text{NO}$. Isómero de la metilpeletierina. Se diferencia de la Metilpeletierina por su insolubilidad en agua. Es una base terciaria de carácter quetónico.

Otro producto recientemente descubierto en Japón es el Punicafolín, obtenido en las hojas del granado por Tanaka *et al.* (1985). Se trata de un tanino de cadena larga.

18.3. APLICACIONES ALIMENTARIAS

La principal aplicación alimentaria de este fruto es su consumo en fresco, generalmente como postre. Su sabor, ligeramente ácido le hace agradable y refrescante.

Para obtener los granos del interior de la balausta se pueden seguir dos procedimientos:

a) Hacer cuatro cortes, perpendiculares entre sí, en la zona de la corona (cáliz), con objeto de separar una porción cuadrada de la corteza. Por los ángulos de este cuadrado se efectúan cortes longitudinales de la corteza hasta el pedúnculo; éstos no deben ser profundos. Una vez realizada esta operación, el fruto se puede partir en cuatro trozos con las manos sin romper los granos, resultando fácil y cómodo desgranarlos sobre un plato o comerlos directamente del fruto.

b) Cortar transversalmente el fruto, sin llegar a cortar los granos (sólo la corteza), obteniendo dos mitades aproximadamente iguales. Se coge una de las dos mitades y se aprieta ligeramente con la mano con objeto de que los granos se suelten de la placenta a la que están unidos. Seguidamente, con la parte del corte hacia abajo, se coge el fruto con una mano, y se golpea la piel con la otra con un mazo, cayendo todos los granos sobre un plato o fuente que habremos puesto debajo para recogerlos. Este procedimiento es más rápido que el anterior.

Una vez obtenidos los granos, sin membranas ni corteza, se procede a su consumo directo o bien se preparan según las diversas recetas existentes. Antes de exponer algunas de éstas, conviene tener en cuenta que las mejores granadas son las grandes, brillantes, abolladas y bien maduras, siendo conveniente tomarlas bien entrado el otoño, si se trata de variedades de media estación o tardías.

c) Por último, otro procedimiento para desgranar este fruto consiste en la utilización de un procedimiento mecánico que permite desgranar el fruto de una forma mucho más cómoda y rápida que por el procedimiento anterior, y sin el inconveniente de manchar la ropa que tienen los dos procedimientos anteriores. Con este nuevo procedimiento, patentado por Melgarejo y Martínez en 1993, se han realizado numerosos estudios y constituye una herramienta que permite superar el mayor inconveniente para el consumo de este fruto que es el pelado, pudiéndose utilizar en la industria para la obtención de granos desgranados para la obtención de un producto mínimamente procesado o de otros productos como granos congelados y en almibar, zumo, mermeladas, confituras y jaleas, etc., habiéndose fabricado estos nuevos productos en nuestros laboratorios, aunque algunos todavía precisan de mayores esfuerzos investigadores.

Las aplicaciones alimentarias de la granada son tan amplias como las de cualquier otro fruto, conociéndose incluso un número mayor que en otros, aunque dada la dificultad de desgranado y el desconocimiento, por gran parte de la población, del procedimiento de pelado manual, y por supuesto del procedimiento mecánico, estas aplicaciones quedan hoy prácticamente reducidas a las poblaciones que tradicionalmente han cultivado el producto y a reducidos grupos de investigación, sin que por el momento la industria haya hecho algo más que pequeños experimentos aislados. A continuación citaremos algunas aplicaciones distintas del consumo en fresco de sus granos solos:

- *Granadina*: Es un refresco que se obtiene con el zumo de la granada, refrescante y agradable de beber.
- *Jarabe de granadina*: Se obtiene mezclando a partes iguales el zumo de granada y azúcar. Una preparación tradicional se obtiene dejando reposar la mezcla durante dos días, hirviéndola después durante tres minutos y envasándola en botellas estériles.

El jarabe de granadina no se encuentra con facilidad en las tiendas de alimentación, habiendo existido en España varias empresas fabricantes. En la prospección realizada sobre los jarabes existentes en el mercado español, hemos podido comprobar que la fórmula cualitativa utilizada es: esencia de granadina, azúcar, aromatizantes, conservantes y acidulantes. Este jarabe se toma puro con hielo o disuelto en cuatro o cinco partes de agua fría. Es refrescante.

Entre otras aplicaciones, el jarabe de granadina se utiliza ampliamente en hostelería para la preparación de cocktails, para añadir a helados, postres, etc. y también en su fabricación. Además se puede utilizar, para añadir dos cucharaditas a la leche de los niños al igual que otros productos utilizados tradicionalmente para el mismo fin.

- *Mermelada, confitura y jalea*: Sin entrar en los detalles sobre la definición de cada

uno de estos productos, podemos indicar que su fabricación está plenamente resuelta con garantías de durabilidad en el tiempo y de conservación de sus características de calidad. Un procedimiento utilizado en nuestro laboratorio de fácil reproducción en la casa o en la industria es:

1. Preparación de la fruta a utilizar

- Lavado de la fruta.
- Desgranado mecánico o manual, tomando las precauciones habituales.
- La fruta, una vez separadas las semillas o no, tras la adición de agua o no, se introduce en el calderín o recipiente de cocción, procediendo del siguiente modo:

a) Triturar las semillas y pasar por pasapurés o similar para obtener el zumo y la mayor parte de la pulpa, separando la parte leñosa si se desea.

b) Triturar las semillas hasta que los trozos de parte leñosa sean lo más pequeños posible (permite la obtención de un elaborado integral).

c) Prensar las semillas, obteniendo zumos con distinto contenido en pulpa (según la malla de filtrado utilizada), para obtener elaborados con distinto contenido en pulpa pero sin la parte leñosa.

En los casos a), b) y c), la pulpa triturada o zumo puede congelarse a -18 ó -25°C hasta su elaboración, sin pérdida de color.

- Añadir un 0'05% de ácido ascórbico (E-300) a la fruta triturada, como antioxidante. (máximo permitido: BPF).

- Añadir un 0'1% de ácido sórbico (E-200) o de sus sales de Na (E-201), Ca (E-203) o K (E-202); el máximo permitido es de 1.500 ppm, o bien un 0'05% de ácido benzoico (E-210) o de sus sales de Na (E-211), Ca (E-213) o K (E-212); el máximo permitido es de 1.500 ppm. Son productos conservadores que evitan el crecimiento de hongos. Optativo.

- Añadir ácido cítrico (E-330) como regulador del pH hasta llevar la masa de fruta triturada o de zumo al valor 3'1 en el caso de variedades dulces.

La adición de agua destilada utilizada en la disolución del ácido (según concentración), permite recuperar el agua perdida durante el proceso de cocción, cuando se llega a ebullición.

2. Preparación de la pectina (E-440)

- Se pesa la pectina en polvo y se mezcla con una cantidad de azúcar (sacarosa) aproximadamente igual a cinco veces su peso (máximo permitido: 2%).

3. Procedimiento

a) Preparar la fruta del modo indicado, acidificando su masa hasta pH 3'1.

b) Añadir la mezcla de pectina + azúcar del modo indicado, vertiéndola poco a poco y agitando bien la mezcla hasta alcanzar unos 90°C .

c) Añadir poco a poco el resto de azúcar removiendo la mezcla para que no se formen grumos, hasta alcanzar de nuevo los 90°C , hasta su total disolución. Es importante no cesar de mover para evitar la caramelización del azúcar junto a las pare-

des del recipiente al tiempo que se deben evitar temperaturas superiores a los 100°C para reducir las pérdidas de color en el producto.

Debe tenerse en cuenta que:

- Una cocción muy corta puede dificultar la incompleta disolución del azúcar.
- Un exceso de cocción puede provocar la caramelización y el oscurecimiento del producto.
- Los tarros sobre los que se vierte el producto recién hecho deben estar calientes para evitar que el choque térmico pueda provocar su rotura, aunque normalmente no se rompen.
- Tras su cierre deben ponerse boca abajo y a continuación enfriarse en agua, hasta unos 70°C para reducir las pérdidas de color.

También se pueden utilizar otros procedimientos alternativos al descrito en cuanto a la adición de la pectina y azúcar.

4. Control del color

En laboratorio, se llevan a cabo mediciones del color del producto obtenido y del conservado en diferentes condiciones a lo largo del tiempo. Para ello se utiliza un método de extracción de los antocianos del producto elaborado para su análisis en HPLC.

- *Macedonia de frutas*: Se obtiene mezclando los granos de la granada con otros frutos troceados.
 - *Mezcla con azúcar y nata*: Un postre apreciado lo constituye la mezcla de granada (unos granos) con azúcar y nata, servido bien frío.
 - *Mezcla con azúcar y vino*: Una aplicación tradicional consiste en añadir a los granos de granada azúcar y un chorro de vino dulce o de licor. Esta preparación puede modificarse sustituyendo el vino o el licor por zumo de limón o por mosto de uva.
- Existen numerosas recetas culinarias en las que interviene la granada, aunque no las describiremos aquí por no ser el objeto de este trabajo.

18.4. APLICACIONES DIETÉTICAS Y TERAPÉUTICAS

Antes de exponer estas aplicaciones conviene citar algunos conceptos básicos, extraídos de la bibliografía médica, que a continuación vamos a exponer, relativos a algunos problemas bastante frecuentes en los humanos:

A) Colesterol y ácidos grasos poliinsaturados

Las grasas pertenecen al grupo de sustancias químicas denominadas lípidos; éstos son compuestos orgánicos constituidos por la unión de ácidos grasos con otras sustancias. Sus principales propiedades son:

- Contienen ácidos grasos.

- Son insolubles en agua y solubles en los llamados solventes de las grasas.
- Son empleadas por los organismos vivientes.

Los ácidos grasos son ácidos alifáticos de cadena larga y constituyen las unidades sillares de diversas clases de lípidos a los que confieren su naturaleza grasa o aceitosa; normalmente no se encuentran en estado libre en las células o tejidos, sino que aparecen en la hidrólisis de los lípidos, pudiéndose dividir o clasificar en ácidos grasos saturados y ácidos grasos insaturados.

Por otro lado, se sabe que la mayoría de los aceites vegetales contienen ácidos grasos insaturados y el grado de insaturación (el número de dobles enlaces que posee) puede oscilar entre 1 y 4. Asimismo, se ha comprobado que algunos ácidos grasos (se citan en la bibliografía al linoléico, linolénico y araquidónico) no pueden ser sintetizados por el organismo, por lo que se les denomina *ácidos grasos esenciales*. Por último, reseñar que ya desde hace tiempo se apuntaba por los especialistas la posibilidad de que los ácidos grasos esenciales fueran capaces de evitar la acumulación excesiva del colesterol en la sangre, habiéndose comprobado que aquellos sectores de la población que no usan nunca grasas naturales hidrogenadas como la margarina (que sólo contiene ácidos grasos saturados) en su dieta, sino solamente aceites no saturados, presentan pocos casos de arteriosclerosis.

Finalmente, también se sabe que tras la hidrólisis enzimática de las grasas se obtienen ácidos grasos, glicerina y algunos monoglicéridos y diglicéridos. Después de la absorción, aproximadamente el 50% de los ácidos grasos de la circulación aparecen unidos al colesterol o con los fosfolípidos, mientras que el resto permanece en forma de glicéridos o como ácidos libres.

El contenido en grasas de las frutas y verduras suele ser bajo, con excepción de algunas como aguacate y coco. Sin embargo, al poseer la granada gran número de semillas, su contenido en grasas es alto, 6,85% (Borritraiegar y París, 1898), resultando que concuerda con un análisis más reciente realizado por Varela (1980). Por otro lado, también se ha citado que en las investigaciones de El Shaarawy y Nnaha Petian (1983) ponen de manifiesto la existencia de un gran porcentaje de aceites poliinsaturados. El porcentaje de grasa y de ácidos grasos que poseen las variedades autóctonas españolas, así como su composición en ácidos grasos, ya se ha expuesto en el apartado dedicado a éstos.

Una vez expuesta la importancia que los ácidos grasos poliinsaturados tienen respecto al problema de la acumulación del colesterol, citaremos las opiniones de distintos autores al respecto, que creemos son importantes para una mayor apreciación de las cualidades positivas que la granada puede tener para la dieta humana en la prevención de enfermedades.

El profesor Houssay (1975), en su tratado de Fisiología Humana, indica que la dieta rica en grasas con ácidos grasos saturados aumenta la colesterolemia, con reducción de la coagulabilidad y la fibrinólisis. Las grasas ricas en ácidos grasos no saturados (ciertos aceites vegetales) hacen descender la colesterolemia e invierten los efectos sobre la fibrinólisis.

Por otro lado, el profesor Goth (1975), en su obra de Farmacología Médica: principios y conceptos, expone al respecto de:

1º *Ácidos grasos poliinsaturados*: Aceites vegetales, como el de maíz o el de cártamo, que contienen una proporción muy elevada de ácidos grasos poliinsaturados y disminuyen el colesterol sérico en la mayor parte de personas que lo emplean en lugar de grasas saturadas. El mecanismo en virtud del cual esto ocurre no es bien conocido. Se ha pensado en la posibilidad de que: 1) influyan en la absorción y transporte del colesterol, o 2) influyan en la síntesis y catabolia del esterol.

Las grasas insaturadas no aumentan la eliminación fecal de colesterol, a pesar de pretensiones en sentido contrario. Probablemente la disminución del colesterol plasmático sea consecuencia de una redistribución y,

2º *Clasificación y tratamiento de las hiperlipoproteinemias*.

La aterosclerosis es frecuente y grave en algunos tipos de hiperlipoproteinemia, y el tratamiento se destina a disminuir la concentración de lípidos. El empleo de agentes que disminuyen los lípidos depende del tipo de hiperlipoproteinemia. La clasificación de Frederickson (1967), reconoce cinco tipos diferentes de lipoproteinemias que se denominan tipos I a V. Sólo expondremos aquí el tipo II y IV, que son aquellos donde se recomienda la dieta con grasas poliinsaturadas, sin entrar en su descripción:

Tipo II: Los pacientes de este grupo tienen valores altos de colesterol sérico y valores normales de triglicéridos. Además de una dieta pobre en colesterol y la sustitución de las grasas saturadas por las poliinsaturadas, son útiles los siguientes productos: clofibrato, dextrotirosina, (Choloxin), ácido nicotínico y colestiramina.

Tipo IV: Los pacientes de este grupo suelen ser obesos y presentan una banda pre-beta por electroforesis. La terapéutica dietética con reducción de los carbohidratos, el empleo de grasas poliinsaturadas, y el clofibrato, son medidas terapéuticas eficaces.

Estudios más recientes (de Hoya y Mata, 1989) indican algunos aspectos importantes acerca del uso de los ácidos grasos poliinsaturados (AGPI) y de los ácidos grasos saturados (AGS) en la dieta, dando idea de la complejidad del problema:

- La sustitución isocalórica de AGS por AG monoinsaturados disminuye la cifra de colesterol, por lo que los cambios en el colesterol sérico pueden ser expresados como una función lineal de la ingestión de AGS, colesterol de la dieta (correlación positiva) y AGPI (correlación negativa). $Col = 2'7 SAT - 1'3 PIS$.
- Las grasas ricas en AGPI reducen las cifras de colesterol total y de LDL-colesterol, pero también las de HDL-colesterol. La reducción del colesterol plasmático ha llevado a un aumento de su uso en las dietas de muchos países. Sin embargo, en la actualidad existe una inquietud creciente debido a que la ingestión de grandes cantidades de AGPI, tal como el ácido linoléico, pueden no ser seguras para la salud a largo plazo. Estas inquietudes acerca de los AGPI han llevado a muchos investigadores a recomendar la ingesta de carbohidratos como reemplazamiento de los AGS; las tasas de coronariopatía tienden a ser bajas en poblaciones que consumen dichas dietas.
- En relación al efecto cualitativo de los hidratos de carbono, algunos complejos

como la pectina disminuyen la concentración plasmática de colesterol, como demostró Grande, pero se necesita tal cantidad para conseguir dicho efecto que en la práctica no es de utilidad; los hidratos de carbono producen un aumento de calorías, y consecuentemente de obesidad; en ésta se encuentra un claro aumento de triglicéridos y una marcada disminución del colesterol-HDL. Con la pérdida de peso, como ha sido repetidas veces descrito, el colesterol-HDL aumenta.

- En un ensayo con hombres y mujeres, utilizando aceites de girasol y de oliva en la dieta, y al sustituir el primero por el segundo, se demostró que en ambos grupos de personas hubo una disminución del índice aterogénico (colesterol/HDL-colesterol). Estos resultados sugieren una acción beneficiosa del aceite de oliva, más evidente en mujeres que en hombres, si se compara con el aceite de girasol. Por tanto, se deduce que el aceite de oliva (rico en monoinsaturados y con una proporción de hasta el 10% de poliinsaturados) se configura como el aceite vegetal que representa mayores beneficios para la salud humana.

Con todo lo expuesto se pretende indicar que la porción comestible de la granada es rica en ácidos grasos insaturados, con indudables ventajas para la dieta humana, además de aportar ácido linoléico ($C_{18:2}$) y $C_{18:3}$ (linolénico) ambos esenciales; este último llamado púnico en la granada por poseer los dobles enlaces en la posición 9, 11 y 13 sin que pudiesemos determinar en nuestro estudio la configuración geométrica de éstos.

B) La fibra bruta y el cáncer colorrectal

Entendemos por fibra bruta aquellas fracciones o estructuras procedentes de los alimentos vegetales que llegan al intestino grueso esencialmente sin cambios, no habiendo podido ser digeridas ni en el estómago ni a lo largo del intestino delgado. Bajo esta denominación englobamos a sustancias con propiedades muy diferentes entre sí, entre las que destacan la celulosa y lignina (abundantes en las partes duras de los vegetales), las gomas, mucílagos, hemicelulosas, polisacáridos de muchas algas, pectinas y otras sustancias.

En uno de los análisis realizados sobre semillas de granada encontramos que el contenido en fibra bruta fue del 22,41%. Si consideramos que la ingesta diaria de fibra de 30-60 g es considerada adecuada para un adulto, y suponiendo una granada cuyo peso sea de 300 g y su rendimiento en semillas del 60%, las semillas pesarán 180 g, por lo que de poseer un 22,41% de fibra bruta podemos deducir que comiendo una granada diaria se puede cubrir la cifra 40,3 g/día de fibra. El problema que se plantea en las sociedades occidentales respecto a la fibra es que al alimentarse éstas de productos más refinados cada día, no se llega en muchas ocasiones a la ingesta necesaria por lo que aparecen problemas como el cáncer de colon, el cáncer de recto, el estreñimiento y la obesidad. Así, se describe en la bibliografía que la ingesta diaria de unos 50 g de fibras, produce un incremento de las heces de hasta 250 g en comparación con un individuo de la sociedad occidental que suele emitir de 80 a 150 g/día, debiéndose el aumento a la mayor retención de agua, lo que hace las heces más flui-

das, por lo que los productos tóxicos que aparecen en las heces se encontraran más diluidos (fitotoxinas, virus, derivados de los ácidos biliares y otros posibles carcinógenos); muchos estudios han demostrado que la tensión de las paredes del colon disminuye, lo que hace desaparecer los dolores en sujetos de colon irritable y siendo la defecación más fácil, cuando la cantidad de fibras en la dieta aumenta.

Por otro lado en la obra de Medicina Interna (1987) fundada por Domarus, continuada por Farreras y dirigida en la actualidad por el profesor Rozman, al respecto del cáncer colorrectal se expone que: Es la neoplasia más frecuente del tubo digestivo, estimándose en los EE.UU. en 46,5 nuevos casos por cada 100.000 personas, con una totalidad de 22,6/100.000. El cáncer cólico predomina entre los 50 y 70 años de edad con una media de 65 años, pero puede aparecer más precozmente, incluso en niños. Según parece, muestra mayor incidencia en el sexo femenino, en contraste con el cáncer de recto, que predomina en el masculino, de tal manera que, considerada en conjunto, la frecuencia global del cáncer colorrectal es idéntica en ambos sexos.

En su etiología cabe distinguir la influencia de la constitución y ciertas enfermedades hereditarias, la influencia de algunas enfermedades adquiridas y la influencia de los factores ambientales. Al respecto de los factores ambientales estos autores exponen: Las diferencias de frecuencia advertidas entre los países de nivel de vida elevado y los poco desarrollados, tienden a adscribirse a diferencias dietéticas. En efecto, los últimos consumen gran cantidad de vegetales con abundantes fibras celulósicas no absorbibles, mientras los primeros se alimentan de féculas refinadas desprovistas de fibras celulósicas. Éstas por no ser digeribles en el intestino delgado, alcanzan el colon, donde producen heces voluminosas desencadenantes del reflejo de la defecación. Por tal motivo, se destierra el estreñimiento. Por otra parte, la flora cólica se desvía hacia la sacarcolítica aerobia (enterococos, estreptococos) con predominio de las fermentaciones. En cambio, las féculas refinadas desprovistas de fibras se reabsorben casi por completo en el intestino delgado y no llegan al colon. Consecutivamente aparece estreñimiento por falta de volumen fecal, con aumento del tiempo de contacto heces-colon. Además, predomina la flora anaerobia de putrefacción (bacteroides). Pero se ha demostrado que semejante flora anaerobia transforma a los ácidos biliares en sustancias potencialmente cancerígenas, las cuales, por el ya citado estreñimiento, contactarían mucho tiempo con la mucosa colorrectal. De esta manera, se comprende por qué la alimentación pobre en fibras celulósicas propia de los países con elevado nivel de vida favorece la aparición del cáncer colorrectal, mientras que la abundante en fibras de los países de economía deprimida se opone a él. Esta teoría aunque congruente y atractiva no está demostrada.

También hay que señalar que la excesiva ingesta de fibras en otras poblaciones ha conllevado altas frecuencias de vólvulos intestinales, una enfermedad en que el intestino se tuerce, provocando al mismo tiempo una obstrucción al tránsito y una oclusión de sus vasos, que, si no es tratado como una urgencia quirúrgica, puede provocar la necrosis de la región del intestino afectada.

No obstante lo anterior y el ejemplo sobre el contenido en fibra de una variedad de

granada concreta, hay que indicar que las variedades de granada consideradas de piñón tierno, las más apreciadas por su reducida dureza o dificultad de masticación, son aquellas cuyo porcentaje de fibra bruta es inferior al 9%. Aún así, la idea básica es: “si podemos elegir entre una fruta con mayor contenido en fibra bruta que otras, como es el caso de la granada, y ello es aconsejable en nuestra dieta para la prevención de las enfermedades citadas o para reducir los problemas de estreñimiento, por qué no elegir este tipo de frutas frente a otras”. Esta idea puede ser utilizada para organizar campañas de marketing de la granada que actualmente es poco consumida en España y en general en el mundo, aprovechando algunas de las cualidades beneficiosas para la salud que presenta.

También conviene añadir que la calidad de las semillas de granada (porción comestible de los frutos), está determinada por distintos parámetros, fundamentalmente color, tamaño, relación SS/A, agradabilidad no gustativa y dureza. En un trabajo realizado al respecto (Melgarejo *et al.*, 1998) se estudió la dureza, la agradabilidad gustativa y la agradabilidad no gustativa que presentan las semillas. Estas características resultan determinantes, ya que las semillas de algunas variedades presentan una dureza tan elevada que las hace incomedibles, por lo que no pueden utilizarse para su comercialización en fresco. El estudio se realizó durante los años 1996 y 1997.

La dificultad de masticación de las semillas se determinó a través de dos procedimientos: el contenido en fibra bruta y la dureza (mediante un panel de catadores expertos).

La agradabilidad no gustativa se determinó a través del índice de porción leñosa de las semillas.

Como resultado del estudio se obtuvo que las variedades de granada analizadas, pueden clasificarse en variedades de piñón duro (incomedibles) y variedades de piñón blando (fácilmente masticables). Se constata una relación entre los resultados obtenidos del análisis de fibra bruta y la dureza. Asimismo, la agradabilidad no gustativa debe considerarse como un índice secundario para medir la dureza de las semillas frente al contenido en fibra bruta y a la dificultad de masticación.

El contenido en sólidos solubles (SS), acidez valorable (A) y la relación SS/A permiten clasificar los clones de granado desde el punto de vista gustativo en dulces, agrios y agridulces.

Los resultados del estudio fueron los que se exponen en las Tablas 67 y 68.

Las conclusiones más relevantes, fueron las que se indican a continuación, y que exponemos aquí por dar una visión acerca de los atributos de calidad más importantes para evaluar las semillas de granada.

De entre los parámetros no gustativos estudiados se deduce que:

- La dureza de las semillas resulta determinante para que este producto sea aceptado o rechazado por el consumidor.
- La dureza y el contenido en fibra bruta están relacionados. En los clones estudiados, cuando el contenido en fibra bruta es superior al 9% las semillas se clasifican como de piñón duro y resultan prácticamente incomedibles, tal como se comprobó mediante el panel de catadores.

Tabla 67
Parámetros no gustativos en semillas de granada

Clon	R.S. (%)	Ps (g)	Ppl (g)	Ipl (%)	F.B. (%)	Dureza (1-10)	Color Visual
ME1	59.76	0.371 ± 0.072	0.034 ± 0.006	9.65 ± 2.70	5.68 ± 1.12	3.0	Rosa-rojizo
ME11	49.34	0.420 ± 0.082	0.059 ± 0.016	14.90 ± 3.10	6.76 ± 0.62	3.0	Rosa-rojizo
ME12	58.66	0.391 ± 0.069	0.034 ± 0.009	9.22 ± 2.64	6.71 ± 0.44	3.0	Rojo intenso
ME14	53.85	0.377 ± 0.064	0.030 ± 0.006	8.49 ± 2.34	5.63 ± 0.36	3.0	Rojo intenso
MC1	50.54	0.371 ± 0.064	0.039 ± 0.012	11.17 ± 3.88	6.10 ± 0.14	4.0	Rojo
SFB1	61.55	0.593 ± 0.096	0.041 ± 0.011	7.11 ± 2.15	8.03 ± 1.76	4.0	Rojo
CRO2	60.89	0.617 ± 0.086	0.047 ± 0.005	7.84 ± 1.27	8.41 ± 1.43	4.2	Rojo
PTO8	63.32	0.646 ± 0.056	0.072 ± 0.006	6.94 ± 1.26	8.12 ± 1.34	4.5	Rojo
PDO1	63.73	0.611 ± 0.095	0.066 ± 0.013	11.19 ± 3.30	11.18 ± 2.21	7.0	Rojo intenso
BA1	50.06	0.387 ± 0.071	0.055 ± 0.013	14.72 ± 4.19	14.05 ± 3.28	8.0	Rojo intenso

Tabla 68
Características organolépticas de semillas de granada

Clon	PH	SS (°Brix)	A (%)	I.M.	Valoración gustativa
ME1	4.27 ± 0.028	14.68 ± 1.909	0.205 ± 0.036	72.02 ± 3.458	Buena
ME11	4.19 ± 0.141	14.29 ± 0.502	0.195 ± 0.004	75.07 ± 4.313	Buena
ME12	3.96 ± 0.085	14.54 ± 0.360	0.201 ± 0.014	71.59 ± 5.558	Buena
ME14	4.12 ± 0.269	14.37 ± 0.467	0.253 ± 0.023	56.97 ± 3.281	Buena
MC1	3.93 ± 0.014	14.32 ± 0.876	0.227 ± 0.004	63.00 ± 2.602	Buena
SFB1	3.88 ± 0.000	14.15 ± 1.336	0.304 ± 0.023	46.49 ± 0.933	Buena
CRO2	3.87 ± 0.078	11.94 ± 0.855	0.316 ± 0.040	37.84 ± 2.164	Aceptable
PTO8	3.91 ± 0.092	14.79 ± 1.782	0.285 ± 0.023	52.33 ± 10.44	Aceptable*
PDO1	3.96 ± 0.014	14.58 ± 0.820	0.306 ± 0.007	47.71 ± 3.804	Pobre
BA1	2.87 ± 0.028	14.84 ± 1.068	1.910 ± 0.113	7.75 ± 0.071	Pobre

* Presenta ligero sabor agridulce.

- El Ipl es un índice secundario frente a la dureza y el contenido en fibra bruta, aunque presenta cierto interés por medir la relación entre la porción leñosa y la semilla completa.
- Además de los métodos indicados para medir la dureza y la agradabilidad no gustativa, sería recomendable la utilización de una prensa para medir la dureza de la porción leñosa de las semillas de granada.
- El color es un parámetro sensorial de gran interés para el consumidor, sin embargo, éste puede considerarse como secundario frente a la dureza de las semillas.

El clon PTO8 se comporta como dulce con ligero sabor agridulce (I.M.=52'33±10'44), mientras que en su zona de origen se comporta como agridulce

con I.M.=23'1 (Melgarejo, 1993). El resto de variedades quedan clasificadas, respecto a su índice de madurez y pH como en su zona de origen, con pequeñas variaciones respecto al valor medio del parámetro estudiado; esta variación puede ser debida tanto a las diferencias climatológicas como a las de cultivo.

El pH varía entre valores muy próximos para el conjunto de clones dulces (3'87-4'27) y alcanza un valor significativamente más bajo para el clon agrio BA1 (2'87).

El contenido en SS está próximo al 15% para el conjunto de los clones, tanto dulces como agrios, siendo la acidez valorable de éstos la que determina el que se clasifiquen como dulces o agrios. Este parámetro alcanza valores comprendidos entre $0'195 \pm 0'004$ y $0'316 \pm 0'040\%$ para el conjunto de los clones dulces, y alcanza el valor de $1'910 \pm 0'113\%$ para el clon BA1; esta importante variación determina el valor del I.M. y, por tanto, el que un clon se clasifique como agrio, agridulce o dulce, ya que el contenido en SS presenta variaciones muy pequeñas para el conjunto de los clones.

C) La Peletierina: un antihelmíntico peligroso

Los Helminthos (gusanos parásitos del hombre) o gusanos, también conocidos por Vermes por poseer movimiento vermiforme o de reptación, son animales pluricelulares (metazoos), de simetría bilateral, con una envoltura músculo-cutánea y mesodermo, sin apéndices articulares. Carecen de sistema circulatorio y de órganos para la respiración.

La corteza de granado ha sido utilizada en la antigüedad como vermífugo, y en particular para el tratamiento contra la tenia o "solitaria" (*Tenia solium*), es decir como tenífugo. De entre los alcaloides contenidos en la corteza de granado, la peletierina era el utilizado para este fin y preferentemente sus sales; no se recomendaba en niños. No citaremos en este apartado las recetas que para su uso existen por estar estos productos anticuados en la actualidad por su peligrosidad, tal como indica Goth (1976) en su tratado de Farmacología médica: principios y conceptos.

D) Los taninos

Son sustancias astringentes que se encuentran en el pericarpio del fruto y también en la corteza de granado. ("Cortex Fructus Granati"). Su interés farmacológico radica en sus aplicaciones contra las diarreas por ser astringentes.

18.5. APLICACIONES INDUSTRIALES

De lo expuesto en el apartado anterior se deduce su aplicación en la industria farmacéutica, pero además se ha descrito en la bibliografía su uso en tenería, sirviendo para teñir, teniendo noticias de exportaciones que, en ocasiones, han incluido granadas agrias para Francia y para el Reino Unido, porque se destinaban a este fin. Tamaro (1984) asegura que el pericarpio es rico en tanino y en materias colorantes, utilizándose en farmacia por sus propiedades astringentes, conociéndose con el nom-

Fotografía 130

Aspecto de semillas desgranadas a mano y a máquina



Fotografía 131

Semillas desgranadas y conservadas en bandejas con film de PE



bre de *Malicorum*. Asimismo se describe en la bibliografía la existencia en su corteza de una sustancia curtiente, utilizándose para curtir el cuero, y se cita la utilización de su leño en la industria del mueble, por ser de un color rojo-pajizo siendo posible obtener con él un bello pulimento. También, según este último autor, con sus flores se puede hacer una tinta roja, aunque tampoco esta es una aplicación actual.

Sin duda alguna, una aplicación de interés actual sería el uso de este fruto o de alguna de sus partes en la industria tras someterlo a un proceso de desgranado mecánico, ya que el aumento de su consumo, está directamente relacionado con esta posibilidad, evitando así el engorroso trabajo de desgranado y aumentando el rendimiento del procedimiento manual. En 1989 se patenta en España la primera máquina desgranadora de granadas, con lo que el proceso tradicional de pelado puede ser sustituido por el nuevo procedimiento. Esta máquina permitirá, por un lado, eliminar la barrera del desgranado a nivel doméstico facilitándose por tanto su consumo directo, y por otro su utilización industrial, lo que de efectuarse representaría ventajas, además de las ya citadas, como:

- Obtención de semillas mínimamente procesadas para su comercialización en tarrinas de polímeros plásticos, lo que permitirá su introducción en el sector de restauración e incluso en los hogares.
- Concentración del producto en un punto permitiendo su industrialización.
- Concentración de la corteza del fruto y de las membranas carpelares (parte no comestible), que por su riqueza en taninos, colorantes, etc, podrían representar el

Fotografía 132

Tarrinas con semillas como producto de cuarta gama



aprovechamiento integral del fruto, obteniéndose de estas partes no comestibles los subproductos interesantes, o bien simplemente podrían secarse y ser utilizadas en la formulación de piensos para consumo animal.

- Obtención de la parte leñosa de las semillas, como fuente de fibra natural, si se utilizan para la obtención de zumos o de jaleas.

18.6. OTRAS APLICACIONES

El granado silvestre se utiliza generalmente para la formación de setos, siendo un vegetal muy adecuado para este fin debido a su carácter basítono y a su facilidad para producir pollizos. También puede encontrarse a veces en los lindes de parcelas o junto a las acequias de riego.

El fruto se utiliza a veces sobre fruteros, constituyendo un motivo decorativo.

También, en especial las plantas de flores dobles, pueden utilizarse como ornamentales.

La especie *Punica nana* L., conocida vulgarmente como **granado enano**, que florece desde mayo hasta agosto, tiene también interés como planta ornamental. Sus frutos no son comestibles.

Fotografía 133

Árbol de *Punica nana* L



Fotografía 134

Fruto de granado enano



Fotografía 135

Flor “doble” (los estambres se han transformado en pétalos)



19. DESCRIPTORES DE LA ESPECIE

A continuación se expone la relación de descriptores para el granado aprobada por los investigadores participantes en el proyecto europeo GENRES029-CT95. Aunque existe otra lista más amplia elaborada por Mars and Melgarejo *et al.* (1996), creemos que la que se expone a continuación puede ayudar suficientemente a cualquier persona interesada en abordar trabajos de caracterización de la especie. Asimismo, se indica la dirección electrónica mediante la que se puede acceder a la información sobre los resultados obtenidos en el citado proyecto, en el que se estudiaron 16 especies frutales “menores” o subutilizadas.

**Project on "Minor Fruit Tree Species Conservation" - RESGEN29
DESCRIPTOR LIST FOR POMEGRANATE (*Punica granatum* L.)**

<http://www.unifi.it/project/ueresgen29/netdbase/db1.htm>

PASSPORT- Accession and collection data

- 1 European Minor Fruit Tree Species Database (EMFTSD) number:** unique numerical identifier for an accession;
- 2 Species:** to be repeated for each accession (botanical name);
- 3 Accession designation:** name of the accession (cultivar, breeder's designation, donor's designation);
- 4 Accession synonym:** a synonym to the accession designation. For each species with synonyms, a common accession designation should be identified for each partner and then synonym(s) should be quoted here;
- 5 Donor name:** name of institution or individual responsible for donating the germplasm;
- 6 Acquisition date:** the date on which the accession entered the collection in the form of DDMMYYYY;
- 7 Institute number:** the partner number from Technical Annex of Project. The same number reported in the Institution Database file;
- 8 Country keeping the accession:** two letters acronym of country in which the partner and the collection is located;
- 9 Collection site:** if one Institution holds accession in more than one environmentally different field, each field should have an identifier site number;
- 10 Country of origin:** when certainly known two letter abbreviation (according to attached list) for country of origin of the accession;
- 11 Collection source**
 - 1 = wild
 - 2 = abandoned farm land
 - 3 = farm land
 - 4 = nursery
 - 5 = institute
 - 6 = other (specify in *Collector's notes*-point 17)
- 12 Status of sample**
 - 1 = wild
 - 2 = breeder's line
 - 3 = primitive cultivar (landrace)
 - 4 = advanced cultivar (bred)
 - 5 = other or uncertain
- 13 Virus disease status**
 - 1 = virus disease free
 - 2 = virus disease present
 - 3 = not tested

FIRST CHARACTERISATION**14 Fruit use**

- 0 = not use
- 1 = fresh consumption (dessert)
- 2 = transformation
- 3 = double use
- 4 = extraction (extraction of substances)
- 5 = other uses

15 Plant use

- 0 = not use
- 1 = fruit for fresh consumption
- 2 = fruit for transformation
- 3 = ornamental
- 4 = rootstock
- 5 = other uses

16 Identification of material

- 1 = verified.
- 2 = probable.
- 3 = uncertain.

17 Collector's notes.

Collector(s) should record ecological/climatic information on collection site. Cultivation practices, associated species, sanitary status and all useful observations should be recorded.

FURTHER CHARACTERISATION AND EVALUATION**18 Thorniness**

- 0 = absent
- 1 = poor
- 2 = medium
- 3 = high
- 4 = very high

19 Vigour of tree

- 1 = weak
- 2 = intermediate
- 3 = vigorous

20 Suckering tendency

- 0 = none
- 1 = extremely low
- 2 = low
- 3 = medium
- 4 = high
- 5 = extremely high

- 21 Number of buds by node**
 1 = 2 (two buds/node)
 2 = 3 (three buds/node)
 3 = 2(3)
 4 = 2(4)
 5 = 2(3)(4)
 6 = other
 (ex. 2(3) first number is most important buds numbers find per knot on the trees. Second number is the number of buds find on the nodes but it's less important percentage)
- 22 Leaf length:** Lf (mm). Leaf blade + petiole. Use 50 mature leaves.
- 23 Leaf blade length:** Lb (mm). Use 50 mature leaves.
- 24 Leaf blade width maximum:** Lbw (mm). Use 50 mature leaves.
- 25 Flowering:** data taken from 20 flowers.
 1 = only a bloom period and date when it starts
 2 = several bloom periods: number and date when it starts indicating the important of each one.
- 26 Bearing habit (predominant distribution of flower buds)**
 1 = shoots of this year
 2 = anticipates shoots
 3 = On one year old shoots
 4 = On old shoots (on several years old shoots)
- 27 Hermaphrodite flowers percentage** (400 flowers = 100 flowers/tree)
- 28 Diameter of flower:** Df (mm). Average of 25 flowers.
- 29 Flower length:** Lf (mm). Average of 25 flowers.
- 30 Average productivity**
 1 = low (<20 Kg/tree)
 2 = medium (21-40 Kg/tree)
 3 = high (>41 Kg/tree)
- 31 Yielding in alternate years (alternating)**
 1 = yes
 2 = no
- 32 Fruit size (weight) (g):** Pf. Use 10 mature fruits.
 1 = Very small (< 100 g)
 2 = Small (100 - 150 g)
 3 = Medium (150 - 225 g)
 4 = Large (225 - 375 g)
 5 = Very large (> 375 g)
- 33 Fruit diameter equatorial (mm):** D1.
- 34 Diameter of calyx (mm):** D2.
- 35 Diameter or total height of fruit without calyx (mm):** L1.
- 36 Diameter or total height of fruit (mm):** L2.

37 Skin colour

- 1 = Greenish-yellow
- 2 = Yellowish
- 3 = Reddish-yellow
- 4 = Red
- 5 = Dark-red
- 6 = Purplish-red
- 7 = Dark purplish-red

38 Thickness of skin at equatorial area (mm): Ts**39 Skin weight plus carpels weight and endocarpic (g): (Wc+We)****40 Length of seeds (mm): L . Sample of 25 seeds.****41 Length of tegmen (mm): l****42 Width of seed (mm): A****43 Width of tegmen (mm): a****44 Weight of seed (g): Ws.****45 Weight of tegmen (g): Wt.****46 Hardness of seeds (achenes):** To punctuate one to ten (one is the minor hardness).

1 = Soft tegmen: 1'0-4'5 (Piñón blando)

2 = Medium tegmen: 5'0-6'0 (Piñón semiduro)

3 = Hard tegmen: 6'5-10 (Piñón duro)

47 Seeds colour

- 1 = white
- 2 = rose-white
- 3 = rose
- 4 = dark-rose
- 5 = rose-red
- 6 = red
- 7 = very red

48 Harvest maturity

- 1 = early
- 2 = medium
- 3 = late

49 Eating quality

- 1 = Poor
- 2 = Fair
- 3 = Good
- 4 = Excellent

50 Flavour

CAPÍTULO III

EL JINJOLERO

1. INTRODUCCIÓN

El jinjolero o azufaifo es un cultivo tradicional en China, donde mayoritariamente se utiliza el azufaifo común. En dicho país su cultivo está muy difundido desde hace más de 4000 años, habiéndose seleccionado unos 400 cultivares (Lyrene *and* Crocker, 1994). Los frutos de *Zizyphus sativa* Gaertn están en primerísimo lugar en los mercados agrícolas chinos, representando una fuente alimentaria muy importante. También tiene una discreta utilización en las exrepúblicas soviéticas de Asia Central; otros países asiáticos donde el cultivo del azufaifo tiene una cierta importancia son India, Corea del Sur, Japón y Pakistán. Se encuentra moderadamente difundido por África del Norte y está escasamente cultivado en el Sur de Europa, a donde llega en la era cristiana. En los Estados Unidos, las zonas de cultivo del azufaifo son California, Florida, Georgia y Alabama; su introducción en este país se realiza en 1837 con algunos *seedlings* importados desde Europa, hasta que en 1908 se introducen por el Departamento de Agricultura de este país nuevos cultivares seleccionados en China (Lyrene *and* Crocker, 1994). En Italia y en España no ha alcanzado un papel importante, aunque aparece en todas las regiones, sobre todo como planta ornamental y, esporádicamente, en los márgenes de los cultivos extensivos y en los huertos familiares (Berrocal *et al.*, 1999).

En España se cultiva desde antiguo siendo muy apreciado por las personas que viven o han vivido en el ámbito rural donde tradicionalmente se cultiva, aunque su importancia es muy escasa, existiendo muy pocas plantaciones regulares de la especie; su uso más generalizado se restringe a árboles sueltos, generalmente en huertos familiares, utilizando sus frutos para el autoconsumo, así como con fines ornamentales, también se puede encontrar con frecuencia en muchos jardines públicos y privados. Es un árbol apreciado en el Sur y Levante de España. Es tradicional encontrar frutos en las ferias en el mes de septiembre, siendo muy apreciados por la gente que los conoce; actualmente no existe ningún censo de este frutal, por su escasa importancia económica, encuadrándose en el grupo de frutales denominados “frutales menores” o “frutales subutilizados”.

El jinjolero es una especie tolerante a la sequía como el granado. Al igual que éste, en climas como los del Sureste español, requiere aportaciones de agua similares o inferiores a las indicadas para el granado (4.500 m³/ha-año). Su resistencia a la salinidad

es similar a la mostrada por la chumbera, superior a la que presenta el granado e inferior a la de la palmera datilera (Melgarejo, 2000).

En el Sureste español, concretamente en las provincias de Alicante, Murcia y también en Almería, aunque en ésta con menor importancia, existe un gran interés por este frutal cultivado tradicionalmente en huertos familiares para autoconsumo, siendo escasas las plantaciones regulares. El jinjolero se conoce en estas provincias desde tiempos inmemoriales, pero siempre como cultivo marginal, existiendo un buen número de árboles sueltos en los márgenes de las acequias de riego, orillas de parcelas, etc., en las zonas de huerta tradicional, tratándose en todos los casos del jinjolero común, de frutos muy pequeños, de tamaño similar al de una aceituna. A partir de 1985 se tienen referencias no escritas del interés renovado por el estudio de este cultivo en plantación regular, habiéndose realizado plantaciones en varias comarcas de las provincias citadas; en algunos casos se ha empleado una variedad denominada vulgarmente como “Jínjol grande” o “Jinjol gigante”, caracterizada por el mayor tamaño de fruto y que resulta más apetecida desde el punto de vista comercial, que la conocida desde siempre, aunque sus características organolépticas son de inferior calidad. Sin embargo, existen diversos genotipos de interés debido a la germinación espontánea de semillas y a la propagación vegetativa que en el tiempo ha realizado el agricultor de los mejores clones; al mismo tiempo, también se pueden encontrar otros individuos de inferiores cualidades comerciales. Por todo ello, se hace necesario realizar una selección y caracterización de los individuos actualmente cultivados o no, para establecer un banco de germoplasma de este material y proceder a su estudio en condiciones homogéneas y en diferentes condiciones de cultivo.

Las perspectivas para el cultivo en plantación regular son buenas y se puede pensar en su potenciación, si se seleccionan los mejores genotipos para mantener una rentabilidad adecuada, aunque es necesario ampliar los conocimientos, no sólo sobre el material vegetal, sino sobre las técnicas de cultivo más adecuadas. Sin embargo, los problemas de calidad anteriormente sugeridos y la inexistencia de canales de comercialización específicos hacen del jinjolero un gran desconocido en el conjunto de España y de la U.E., limitándose su uso, como se indicó al principio, a áreas muy localizadas en las que existe cultura sobre el consumo de su fruto.

2. REFERENCIAS HISTÓRICAS

El sustantivo árabe “zizouf” parece tener su origen en el nombre latino *zizyphus* que define a un importante género de las Ramnáceas. La palabra árabe se refiere al *Z. lotus* D., o azufaifo de los berberiscos; tal especie, espontánea en las costas y del litoral del norte de África, Sicilia, España, Grecia y Chipre, ha tenido un papel fundamental en la alimentación de la población norteafricana desde antes de la era cristiana. Según Chevalier, *Z. lotus* parece haber sido utilizado como alimento directamente antes que los cereales, mediante una prefruticultura que permitía alguna mejora de la especie silvestre. De esta especie, como de otras pertenecientes al mismo género, es

posible obtener harina y vino, además del aprovechamiento en fresco de sus frutos. También los lotófagos o comedores de loto, antiguo pueblo que habitaba la zona actualmente contigua a los territorios situados entre Túnez y Libia, recordados por Homero en la Odisea, parecen traer su denominación de sus hábitos alimentarios ligados a *Z. lotus*. Aún hoy en algunas zonas presaharianas, de alguna manera, tal especie suministra ayuda alimenticia, humana y animal. Otra especie, el *Z. mauritiana* ha constituido en el pasado y aún actualmente alimento para la población de África subtropical y tropical de la India. El *Z. sativa* Gaertn (sinónimos muy extendidos son: *Z. vulgaris* Lamk y *Z. jujuba* Mill) es aún la especie más conocida de la cuenca mediterránea. Es Originaria del Asia Central y cultivada en China muchos siglos antes de la Era actual; según Plinio fue introducida en Italia procedente de Siria por el cónsul Sexto Papinio en la época del emperador Augusto. De allí se difundió hacia España, Francia y el norte de África. En los EE.UU fue introducido desde el sur de Francia, hacia la mitad del siglo XIX. Como especie frutal, el azufaifo no ha tenido nunca en Italia ni en España una importancia grande; no obstante, hacia finales del siglo XVI estaba muy difundido en algunas regiones de estos países (Berrocal *et al.*, 1999).

3. ORIGEN Y SISTEMÁTICA

Los *Zizyphus* son numerosos, aunque el más conocido es el *Z. vulgaris*, azufaifo o jinjolero, arbolillo de estipulas espinosas y drupas comestibles, las *azufaiñas*, son usadas en medicina como pectorales, *Fruct. Jujubae*. Es originario de Oriente y se cultiva a menudo; se halla asilvestrado en la Península Ibérica (Font-Quer, 1959).

El azufaifo común, según de Candolle, parece ser originario de China del Norte, y según Vavilov el centro primario de origen del *Z. sativa* se encuentra en China centro-occidental y en Asia Central (Afghanistán, Tadjikistán, Uzbekistán), un centro secundario existiría en Asia Menor. En estado espontáneo se encuentra además en el Punjab, Pakistán, Mongolia y Armenia y, en general, en áreas templadas o subtropicales. En Italia y en España se encuentra sobre todo en regiones meridionales y mediterráneas a veces subespontáneo o totalmente naturalizado. Tal difusión se explica por su rusticidad y su gran capacidad para retoñar, que ha permitido al azufaifo ignorado en el cultivo, instalarse en aquellos ambientes (Berrocal *et al.*, 1999).

La clasificación sistemática del jinjolero es la siguiente:

División: Fanerógamas (por tener flores).

Subdivisión: Angiospermas (por poseer sus semillas encerradas en el fruto).

Clase: Dicotiledóneas (por estar provistas sus semillas de dos cotiledones).

Orden: Ramnales

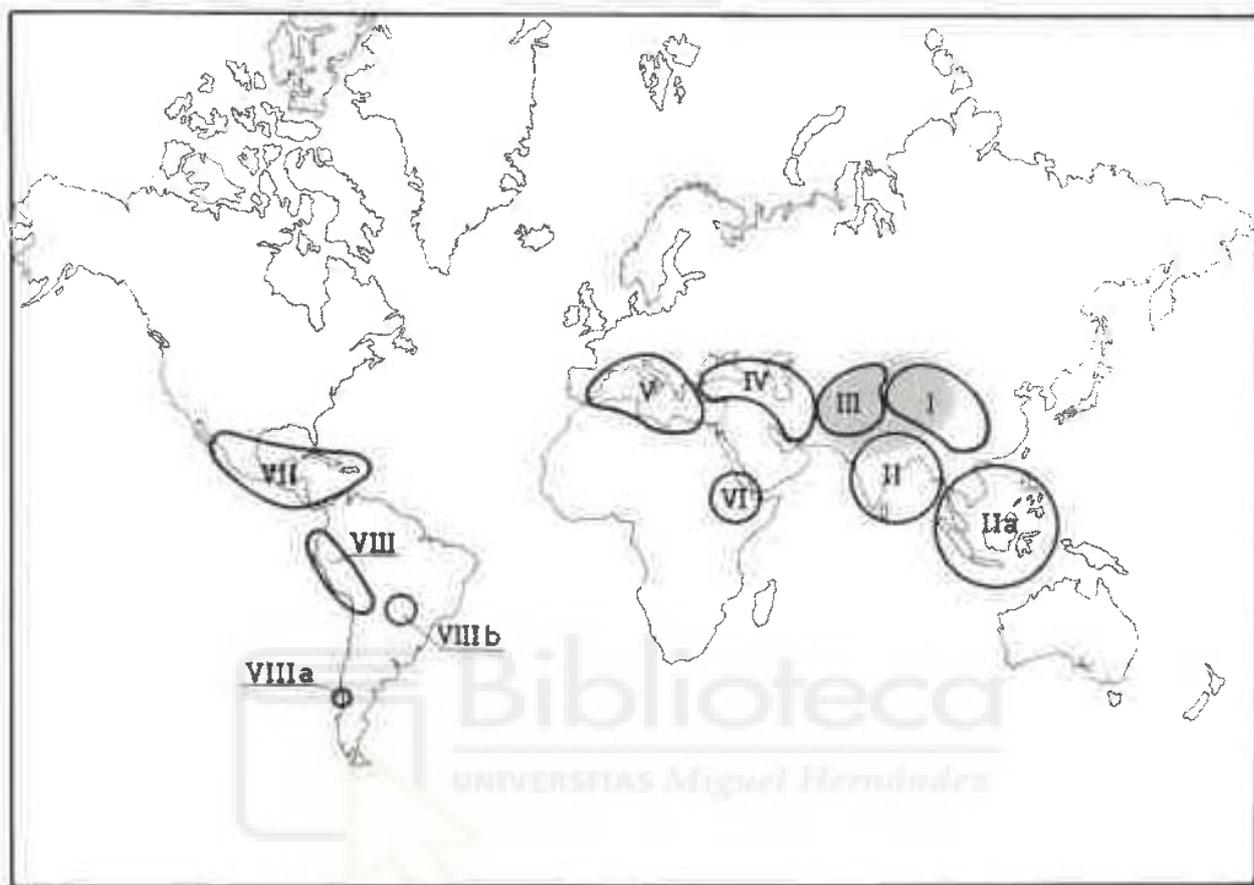
Familia: Ramnáceas.

Genero: *Zizyphus*.

Especie: *Vulgaris*.

Sinónimos: *Zizyphus jujuba* Miller, *Zizyphus sativa* Gaertn y *Zizyphus vulgaris* Lamk.

Figura 35
Centros de origen y diversidad de las plantas cultivadas según Vavilov
(Sánchez-Monge, 1974).



Nombre común: Jinjolero, azufaifo.

Etimología: *Zizyphus* proviene, al parecer, de su nombre árabe. *Jujuba* proviene de su nombre vernáculo o popular.

Al género *Zizyphus* pertenecen cerca de un centenar de especies difundidas sobre todo por Asia Central y Occidental, Europa Meridional, África del Norte y Central y América. Entre las especies más importantes del género *Zizyphus* se encuentran: *Z. mauritiana*, *Z. vulgans* W. o *Z. lotus* L., *Z. sinensis*, etc. Además de estas merecen ser mencionadas, por la importancia que tienen en la alimentación de subsistencia de algunas poblaciones norteafricanas e indias: *Z. spina-christi* Willd. (azufaifo de Palestina) cultivada en Egipto, en Túnez, en oasis del Sahara, en Siria, en Zanzíbar, en Pakistán y en el Punjab y *Z. nummularia* (Burm) W. et Arn. (azufaifo del Sahara). En Italia y en España sólo se presentan *Z. sativa* G. y *Z. lotus* L. (Berrocal *et al.*, 1999).

Su número básico es $n = 12$ y su número somático es $2n = 24$ (Westwood, 1982).

A continuación se exponen los nombres que recibe el azufaifo en las diferentes lenguas:

- Inglés: Chinese date, chinese jujub, common jujube, jujube tree, indian jujube.
- Francés: Jujubier, cicourlier, guindaulier.
- Alemán: Brustbeerbaum, gemeine jujube.

- Portugués: Açofeifeira, jujubeira.
 - Ruso: Celona.
 - Chino: Tsao-tze.
 - Árabe: Anneb.
 - Italiano: Giuggiolo.
 - Español:
 - *castellano*: Azufaifo, azofaifo, azufeifo, guinjo, guinjolero, jinjo, jinjolero, jujubo.
 - *catalán*: Ginjoler.
 - *valenciano*: Chincholer.
 - *vascuence*: Belkaranski, gereismin, kereisanza. (literalmente ‘parecido a la ce-reza’).
- Igualmente su fruto recibe diferentes nombres en los distintos idiomas, como son:
- Español: Jinjol, azufaifa, azufeifa.
 - Inglés: Jjubier.
 - Francés: Jujube.
 - Italiano: Gingiolo.
 - Alemán: Brustbeere.

4. MORFOLOGÍA, FENOLOGÍA Y FISIOLOGÍA

4.1. MORFOLOGÍA

El jinjolero es un árbol o arbusto pequeño, aunque algunos cultivares pueden alcanzar los 9 m, de hoja caduca, muy ramificado y a menudo espinoso con las ramas colgantes que crecen en un patrón de zig-zag. La madera es muy dura y fuerte. Los cultivares del azufaifo varían de tamaño y de conformación, unos presentan un habito de crecimiento alargado y estrecho mientras otros mantiene un habito de ser extensos y cortos.

Se multiplica fácilmente por semillas y sierpes. Las variedades de interés se injertan.

Los trabajos de caracterización varietal de la especie son muy escasos, siendo el más reciente el realizado en el proyecto de investigación de la U. E. denominado RESGEN029-CT-95, cuyos descriptores se exponen más adelante.

4.1.1. Hojas

Las hojas alternas, coriáceas, de 2-7 cm de longitud, de forma oblonga a oval-lanceolada, con el ápice agudo o redondeado y la base trinerviada. Bordes finamente dentados. Haz de color verde intenso brillante. En otoño las hojas tienen un amarillo brillante antes de caer; hay generalmente dos espinas en la base de cada hoja (estípulas espinosas). Algunas espinas tienen forma de gancho mientras que otras son rectas y largas.

Las características morfológicas de las hojas se han estudiado para observar las diferencias entre los distintos clones, pudiéndose apreciar a simple vista y especialmente estudiando sus principales dimensiones (longitud y anchura).

4.1.2. Flores

Las Flores son axilares, pequeñas de color amarillo verdoso de 3-5 mm de diámetro, poco llamativas, dispuestas en grupos de 2-6 a lo largo de las ramas, estrelladas en grupos de 3 a 9; pétalos y sépalos en número de 5, siendo los sépalos blanquecinos y más cortos que el cáliz; 5 estambres y un estilo corto; pedúnculo de 2-3 mm de color amarillo-verdoso. Ovario ínfero.

La floración se produce sobre ramos mixtos del año, en las axilas de las hojas y en racimos, diferenciándose éstas a medida que avanza el crecimiento del ramo, por lo que las flores de la base cuajan antes que las de la parte media y que las del ápice, lo que provocará una maduración escalonada siguiendo el mismo orden.

Según Thomas (1924) la dehiscencia del polen se produce durante el primer día después de la apertura de la flor, mientras la receptividad del estigma y la emisión del néctar en el curso del segundo. La polinización artificial de las flores abiertas desde hace dos días ha producido sólo un 2% de cuajado de frutos. El período de receptividad del estigma es, por lo tanto, de 20 a 24 horas (Berrocal *et al.*, 1999).

No parece que los insectos influyan sobre la polinización, aunque visiten los órganos florales durante la floración. Algunos cultivares y clones del azufaifo están afectados de una completa autoesterilidad. La autocompatibilidad, sin embargo, es un carácter presente en otras variedades. En estas últimas, de alguna manera, el porcentaje de frutos cuajados no es muy alto (3 a 15 %). Más difundida es la partenocarpia, definida por Chiarugi como “estimulante”, variable (es decir, diferente de un año a otro) y según el comportamiento climático. El porcentaje de frutos partenocárpicos en algunos años puede llegar al 95%: éstos están situados sobre todo en la base de los ramillos (Berrocal *et al.*, 1999).

El variable momento de la floración, el breve contenido de la receptividad del estigma, la presencia de cultivares autoincompatibles y una fertilidad no muy elevada entre los autocompatibles, hacen que, generalmente, el porcentaje de cuajado de fruto se mantenga en cifras muy bajas (1-2%). Por el contrario, la polinización cruzada entre cultivares en flor en diver-

Fotografía 136
Rama de azufaifo



Fotografía 137
Floración



Fotografía 138
Detalle de flores y de espinas



En algunos momentos del día, proporciona cuajados del 30%. Las drupas procedentes de polinización cruzada, provienen generalmente de semillas bien desarrolladas con el embrión normal. Por el contrario, los frutos partenocárpicos no contienen semilla y las semillas procedentes de autofecundación contienen el porcentaje bajísimo de embriones (Berrocal *et al.*, 1999). En España no se tienen referencias de variedades partenocárpicas.

4.1.3. Frutos

El fruto es una drupa, variando de redondo a alargado y puede ser de tamaño como la cereza o llegar al tamaño de una ciruela (a veces recuerdan a una manzana pequeña), dependiendo del cultivar; algunos son alargados, en forma de dátíl, de donde recibe el nombre de *dátíl chino*. Fruto en drupa con epicarpio endurecido, de color avellana oscuro en la madurez, de forma redonda, oval o alargada, con un corto pecíolo, pulpa blanca o blanca-amarillenta, crujiente, perfumada y con un sabor azucarado; contiene un 20% de azúcar y es muy apreciado por numerosos consumidores, ligeramente soso (Rebour, 1970). Este mismo autor indica que “desgraciadamente los árboles procedentes de semilla, cultivados en la cuenca mediterránea no tienen las cualidades pomológicas, imprescindibles en las plantaciones comerciales a diferencia del Azufaifo Chino de grandes frutos cuyo cultivo debería extenderse ya que constituye un apoyo nutritivo precioso para las poblaciones de zonas áridas”; hueso duro, alargado, a veces apuntado.

Poco después de llegar a ser completamente madura, la fruta comienza a ablandarse y se arruga. El fruto puede ser comido después de este momento, pero la mayoría de la gente los prefiere durante el intervalo entre la etapa de color verde amarillo

Fotografía 139
Plantación en riego por goteo



Fotografía 140
Frutos de *Z. vulgaris*



y la etapa roja completa. La carne en esta etapa es quebradiza y dulce, recordando a una manzana. En España la maduración se produce entre finales de agosto, septiembre y principios de octubre, con el envero entre fines de agosto y primeros de septiembre.

El fruto, de forma oval, es una drupa y recibe el nombre común de jínjol o azufai-fo. Su pulpa blanquecina es harinosa, crujiente, comestible y dulzona.

El fruto, al ser climatérico, sufre una evolución de color en un corto periodo de tiempo, siendo de color verde inicialmente para pasar a un color amarillo claro y finalmente a marrón caoba-rojizo en la maduración.

5. IMPORTANCIA DEL CULTIVO EN ESPAÑA

Como ya se indicó, este cultivo no ha alcanzado en España la importancia que tiene en China, en la India, Corea, Japón, Pakistán o en USA. En el área mediterránea se cultiva tanto en el norte de África como en el sur de Europa; mientras que en la región del norte de África el cultivo ha alcanzado un desarrollo moderado en el sur de Europa ha sido muy bajo.

En España localiza en gran número de provincias, aunque casi siempre como árbol ornamental, siendo en las provincias del Sureste (Alicante, Murcia y Almería) donde pueden encontrarse pequeñas plantaciones. En esta área, especialmente en las zonas tradicionales de cultivo de regadío, es difícil no encontrar un jinjolero para el consumo familiar en gran número de parcelas; en estas provincias es donde existe mayor interés por este frutal, cultivado tradicionalmente en huertos familiares para autoconsumo, siendo escasas las plantaciones regulares. El jinjolero se conoce aquí

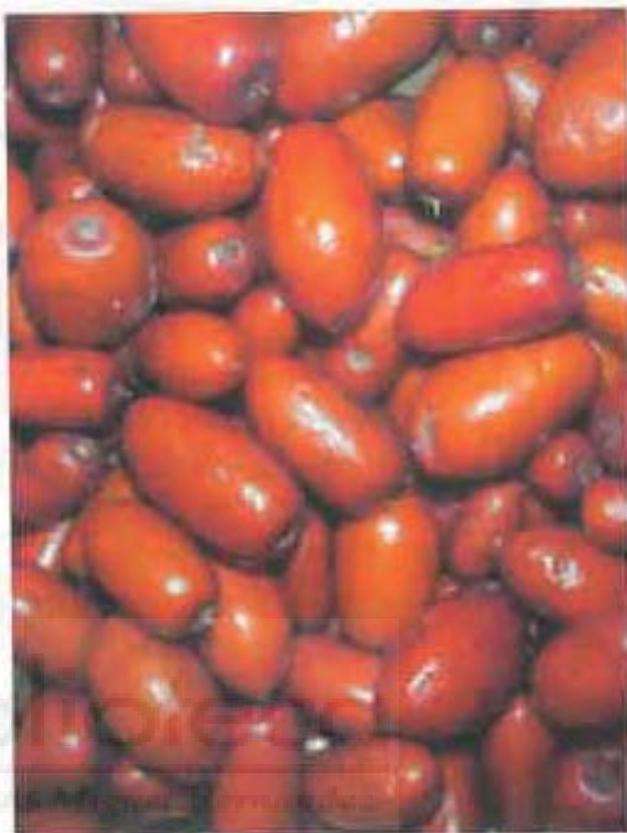
desde tiempos inmemoriales, pero siempre como cultivo marginal, existiendo un buen número de árboles sueltos en los márgenes de las acequias de riego, orillas de parcelas, etc., en las zonas de huerta tradicional, tratándose en todos los casos del jinjolero común, de frutos muy pequeños, de tamaño similar al de una aceituna aproximadamente; a partir de 1985 se tienen referencias no escritas del interés renovado por el estudio de este cultivo en plantación regular, habiéndose realizado plantaciones en varias comarcas de las provincias citadas; en algunos casos se ha empleado una variedad denominada vulgarmente como “Jínjol grande” “Jínjol gigante”, caracterizada por el mayor tamaño de fruto y que resulta más apetecida desde el punto de vista comercial, que la conocida desde siempre, aunque sus características

organolépticas son de inferior calidad (su tamaño y a veces sus características organolépticas recuerdan a una manzana pequeña). Sin embargo, existen diversos genotipos de interés debido a la germinación espontánea de semillas y a la propagación vegetativa que en el tiempo ha realizado el agricultor de los mejores clones; al mismo tiempo, también se pueden encontrar otros individuos de inferiores cualidades comerciales, por lo que se hace imprescindible realizar una selección y caracterización de los individuos actualmente cultivados o no.

Las perspectivas para el cultivo en plantación regular son buenas y se puede pensar en su potenciación, siempre que se seleccionen los mejores genotipos para mantener una rentabilidad adecuada, resultando imprescindible ampliar los conocimientos sobre el material vegetal y sobre las técnicas de cultivo más adecuadas. Los problemas de calidad anteriormente sugeridos y la inexistencia de canales de comercialización específicos hacen del jínjol un gran desconocido en el conjunto de España y de la U.E., limitándose su consumo, como se indicó al principio, a áreas muy localizadas en las que existe cultura sobre el consumo de este fruto, siendo muy frecuente encontrarlo en mercados locales del área del Sureste español y en las ferias de las localidades donde sus fiestas coinciden con su maduración (finales de agosto-septiembre).

Fotografía 141

Jinjoles con forma y aspecto de dátil



6. EL MATERIAL VEGETAL

Como ocurre en otros frutales subutilizados, los estudios sobre el material vegetal y en especial los referentes a patrones y variedades son muy escasos y resulta muy difícil encontrar publicaciones sobre el mismo, siendo esta especie una de las más desconocidas a pesar de ser cultivada desde muy antiguo.

6.1. PATRONES

No se conocen patrones específicos para el jinjolero, utilizándose tradicionalmente los árboles sobre sus propias raíces, tras propagarse los mejores individuos generalmente por pollizos o sierpes, que nacen con bastante frecuencia alrededor del tronco de los árboles cultivados. Este sistema de propagación es bastante usual en las especies muy rústicas y que se adaptan a las peores condiciones de suelo de la zona de cultivo, razón por la que en España el agricultor no ha visto la necesidad de buscar patrones específicos para distintas situaciones y variedades.

6.2. VARIEDADES

La fruta ha sido producto medicinal durante milenios en muchas culturas. Debido a su alto contenido de Vitamina C, una de sus aplicaciones más populares es su uso como té para la garganta dolorida. Alonso de Herrera (1513) (Terrón, 1988), indica *que los jínjoles son buenos contra la tos y el agua en que se han cocidos es buena para los que tienen dolor de costado, o toses, porque tienen efecto pectoral y ablandan mucho el pecho, y hacen digerir aquellas materias para expulsarlas fuera y lo mismo hace el jarabe que se hace de cocción de ellas.*

Entre las mejores variedades que figuran en las colecciones de los centros de investigación de los países de África del Norte, y que multiplican comercialmente los viveristas de California, se citan (Rebour, 1970):

- “**Mu-shing-hong**”, de la que entran 70-80 frutos por Kg, de hueso pequeño.
- “**Lang**”, de fruto grande y piriforme. 60-70 frutos por Kg, de hueso largo y fino.
- “**Sui Men**”, de frutos elípticos, largos, de hueso largo y ahilado; peso análogo al de la variedad anterior.
- “**Li**” y “**Yu**” frutos muy gruesos, siendo los más apreciados; 30-40 frutos/Kg.

Matallana (1992) añade otra variedad a las anteriores que recibe el nombre de **Wuhu tsao** indicando que posee un hueso tan blando que resulta casi imperceptible cuando se come.

Según indica Morton (1987), en la India existen más de 90 cultivares en el hábitat de este árbol, describiéndose los más importantes en la enciclopedia *Wealth of India*: Banarasi o Banarsi, Pewandi, Dandan, Kaithli o Patham, Muria Mahrara, Nazuk,

Sanauri 1, Sanauri 5, Thornless y Umran. La piel es lisa y de verdosa-amarillenta a amarilla, describiendo las características de algunas variedades:

- **Umran:** Grande, dorada-amarillo volviéndose marrón-chocolate cuando está madura; 19% de SS; 0,12% de acidez; peso medio del fruto entre 30 y 89 g; produce de 150-200 Kg/árbol; maduración tardía; de buena conservación y resistencia al transporte.
- **Gola:** De mediano a grande (de 14 a 17 g de media); 17-19 de SS; 0,46-0,41 de acidez; dorado-amarillo, jugoso, de buen sabor; producción entre 80-100 Kg/árbol. La más temprana en madurar; alcanza altos precios.
- **Kaithli:** De tamaño medio; 18% de SS; 0,5% de acidez; pulpa blanda y dulce; produce entre 100 y 150 Kg/árbol.
- **Katha phal:** Fruto de medio a pequeño (10,0 g).
- Otras variedades descritas por este autor son: **Dandan, Gular Bashi, Kheera, Nazuk y Seo ber.**

En Assam 5 tipos salvajes o cultivados, colectados en varias parte del Estado, han sido descritos por Dutta (Morton, 1987):

- **Var. 1:** Arbusto salvaje muy espinoso; frutos de calidad inferior, pequeños y redondos; cultivados como valla para proteger cultivos.
- **Var. 2:** Árbol espinoso, salvaje, que alcanza los 9 m de altura; fruto de piel dura de color rojo-marrón, pulpa viscosa y agridulce.
- **Var. 3:** Árbol muy espinoso; fruto rojo-oscuro o marrón, con pulpa ácida. Produce mucho. Plantado para sombra.
- **Var. 4 (Bali bogri):** Árbol salvaje, sin espinas, frutos amarillo-verdoso con zonas rojas; pulpa ligeramente viscosa, harinosa, agridulce, de buen sabor. Muy productivo.
- **Var. 5 (Tenga-mitha-bogri):** Árbol salvaje, espinoso, con fruto oblongo tirando a marrón; pulpa ligeramente viscosa, agridulce, con sabor muy agradable. Muy productivo. Un jinjolero selecto recomendado para la propagación vegetativa y cultivo comercial.

6.2.1. Caracterización de variedades españolas

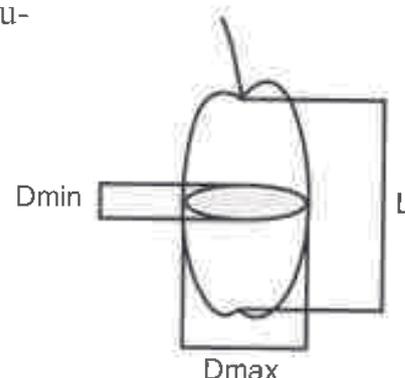
El jinjolero ha sido un cultivo muy poco estudiado durante años, existiendo una reducida bibliografía sobre dicho cultivo. Por esta razón, y por ser además la zona de Alicante y Murcia donde se concentra una importante parte de dicho cultivo en España, se realizó un estudio de selección y caracterización de algunos clones de *Zizyphus vulgaris* Lamk, comúnmente conocido como azufaifo o jinjolero, del que se resumen algunos resultados a continuación. Este trabajo nos permitirá conocer ciertas características de algunos materiales existentes en los municipios de Orihuela y de Redován, en la provincia de Alicante, pretendiendo con ello contribuir al conocimiento de esta especie.

6.2.1.1. Frutos

Nomenclatura. Valores medios de los parámetros estudiados:

- D_{máx}: diámetro ecuatorial máximo (mm).
- D_{mín}: diámetro ecuatorial mínimo (mm).
- D_{medio}: media aritmética de los diámetros D_{máx} y D_{mín} (mm).
- L: altura longitudinal total (mm).
- P_f: peso del fruto (g).

Figura 36
Dimensiones del fruto



Resultados del análisis estadístico:

En la **Tabla 69** aparecen los valores medios de los parámetros estudiados en el fruto.

Tabla 69
Valores medios de los parámetros morfométricos del fruto y resultados estadísticos

CLON	Pf (g)	D _{máx} (mm)	D _{mín} (mm)	D Medio (mm)	L (mm)
V1	23,53 ±7,56 d	37,33 ± 3,99 d	33,63 ± 3,99 d	35,48 ± 2,75 d	35,79 ± 4,56 b
V3	15,77 ±6,40 c	31,35 ±4,39 c	28,09 ±4,62 c	29,72 ±2,62 c	34,86 ±4,91 b
V4	7,43 ±1,88 b	23,90 ±2,07 b	22,54 ±2,04 b	23,22 ±0,96 b	26,06 ±2,50 a
V2	5,87 ±1,65 a	21,18 ±2,32 a	20,33 ±2,28 a	20,75 ±0,38 a	27,77 ±3,56 a

Valores medios ± desviación estándar, (n=39) para V1, (n=122) V2, (n=58) V3 y (n=127) para V4. Las letras indican diferencias estadísticamente significativas al 95% de confianza.

En los siguientes parámetros los resultados se muestran por grupos homogéneos ordenados de menor a mayor.

– *Peso del fruto (Pf):*

En la relación al parámetro peso del fruto, se puede decir que en los 4 clones se han formado cuatro grupos homogéneos, de los cuales V2 es el de menor peso (5,87g). Los clones V1 y V3 son los de más peso (23,53g) y (15,77g) respectivamente. Además de ser superiores estadísticamente al resto de los clones presentan un aspecto similar.

De acuerdo con su peso, los clones quedan ordenados del siguiente modo:

$$V2 < V4 < V3 < V1$$

– *Diámetro ecuatorial del fruto (Dmedio, Dmáx, Dmín):*

En la Tabla 69 se pueden observar los valores de los diámetros máximo, mínimo y medio, medidos en la zona ecuatorial del fruto. Asimismo se observa que los tres valores reflejados están muy correlacionados, de modo que el diámetro medio representa satisfactoriamente al diámetro del fruto. Existen diferencias significativas, al 95% de confianza, entre los cuatro clones; el de mayor diámetro es el V1 (35,48±2,75 g) y el de menor es el V2 (20,75±0,38 g). El orden, según el diámetro medio, es:

$$V2 < V4 < V3 < V1$$

– *Longitud del fruto (L):*

Respecto al parámetro longitud del fruto, en la Tabla 69, se muestran tres grupos de clones homogéneos, dentro de los cuales el clon con menor longitud es el V4 (26,06 ±2,50 mm) y el de mayor longitud es el V1 (35,79±4,56 mm). La ordenación de los clones queda como sigue:

$$V4 = V2 < V3 = V1$$

6.2.1.2. Semillas

Nomenclatura:

- L: Longitud del hueso (mm)
- A: Anchura del hueso (mm)
- P: Peso de la semilla (g)

Resultados del análisis estadístico:

En la Tabla 70 aparecen los valores medios de los parámetros estudiados en la semilla.

Figura 37
Dimensiones del hueso

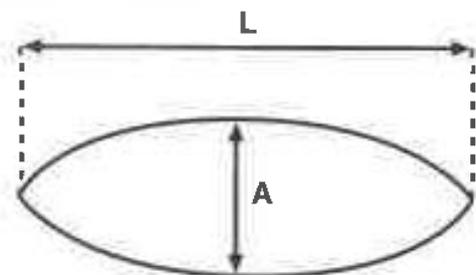


Tabla 70

Valores medios de los parámetros morfométricos de la semilla y resultados estadísticos

CLON	P (g)	L (mm)	A (mm)
V3	0,82±0,27 c	24,06±2,68 b	9,80±1,06 ab
V1	0,53±0,27 b	17,76±5,62 a	7,45±2,26 a
V2	0,40±0,15 ab	17,12±5,28 a	11,84±1,15 b
V4	0,30±0,08 a	17,06±1,45 a	6,77±0,82 a

Valores medios ± desviación estándar: (n=23) para V-1, (n=18) V-2, (n=30) para V-3 y (n=24) para V-4. Letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas al 95% de confianza.

– *Peso de la semilla (P):*

Respecto al parámetro peso de la semilla, se han formado 3 grupos homogéneos de clones, de los cuales el V4 es el menor de todos (0,30 g) y el V3 presenta el mayor peso (0,82 g). El orden de los cuatro clones, respecto a este parámetro es:

$$V4=V2 ; V2=V1 ; V4<V1<V3$$

– *Longitud de la semilla (L):*

En el caso de la Longitud de la semilla, se pueden diferenciar en la Tabla 2 un total de dos grupos homogéneos, donde el clon con menor longitud es el V4 (17,06 mm), que no presenta diferencias significativas con V2 y V1, mientras que el de mayor longitud es el V3 (24,06 mm). El orden, para ese parámetro, es:

$$V4=V2=V1<V3$$

– *Anchura de la semilla:*

En cuanto al ancho de la semilla, se pueden diferenciar dos grupos homogéneos, de los cuales el clon V4 es el de menor anchura (6,77 mm), siendo estadísticamente igual al V1 (7,45 mm).

$$V4=V1=V3 ; V4<V2$$

6.2.1.3. Hojas

Nomenclatura:

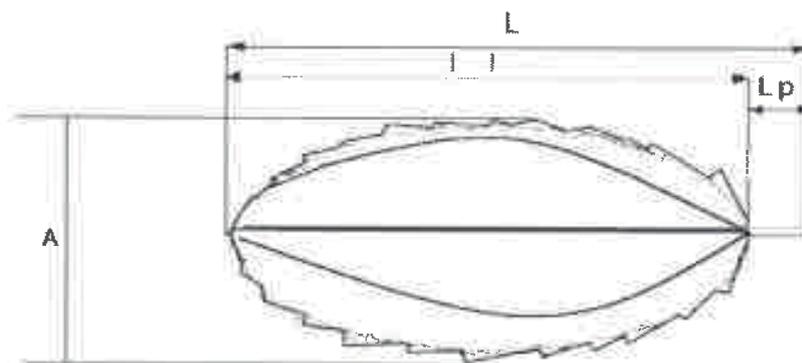
A: anchura (mm)

L_l : longitud del limbo (mm).

L_p : longitud del pecíolo (mm).

L: longitud total de la hoja (mm).

Figura 38
Dimensiones de la hoja



Resultados del análisis estadístico:

En la Tabla 71 aparecen los valores medios de los parámetros estudiados en las hojas.

Tabla 71
Valores medios de los parámetros morfométricos de hojas y resultados estadísticos

CLON	A (mm)	L_l (mm)	L_p (mm)
V3	25,76±6,62c	51,82±10,19c	6,19±1,47b
V4	19,93±3,94a	43,78±8,53ab	4,29±2,71a
V1	22,63±3,09b	41,54±5,89a	3,85±1,11a
V2	20,19±3,78a	46,10±7,56b	7,01±1,56b

Valores medios ± desviación estándar: (n=50) para V-1, (n=50) para V-2, (n=48) V-3 y (n=57) para V-4. Letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas al 95% de confianza.

– *Anchura de la hoja (A):*

Como muestra la Tabla 71, en el parámetro anchura de la hoja se han formado tres grupos homogéneos; el clon V4 es el de anchura más pequeña (19,93 mm) y es estadísticamente igual al V2, siendo el de mayor anchura el V3 (25,76 mm). Respecto a este parámetro los clones se clasifican como sigue:

$$V4=V2 < V1 < V3$$

– *Longitud del limbo (L_l):*

Los resultados estadísticos muestran tres grupos homogéneos.

$$V1 < V2 < V3 ; V4=V2 ; V1=V4$$

– *Longitud del pecíolo (L_p):*

Como se puede observar en la Tabla 71 para el parámetro longitud del pecíolo se han formado dos grupos homogéneos.

$$V1=V4 < V2=V3$$

6.2.1.4. Caracterización de la porción comestible

En la Tabla 72 se exponen los valores medios de las características químicas.

Tabla 72
Características químicas del fruto

CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS								
CLON	pH	S.S. (°Brix)	A (%)	IM (SS/A)	ESTADO	Grasa (%)	H (%)	FB (%)
V1	4,67	17,5	1	17,5	R	4,79	71,27	10,22
					A	4,02	83,42	9,80
					V	3,25	87,91	9,57
V2	4,38	20,1	1	20,44	R	7,10	76,37	9,61
					A	6,65	83,11	9,34
					V	5,19	85,10	9,16
V3	4,76	19,45	0,56	34,20	R	1,36	72,90	9,51
					A	2,73	79,80	9,15
					V	0,98	85,87	8,81
V4	4,47	20,66	0,66	31,39	R	0,77	73,63	11,08
					A	1,04	84,78	10,14
					V	0,75	84,95	6,14

pH; **S.S.**: sólidos solubles; **A**: acidez; **IM**: índice de madurez; **Estados (R: rojo; A: amarillo; V: verde)**
Grasa [(%) **s.m.t.**: % sobre materia total]; **H**: humedad; **F.B.**: fibra bruta. **Estado (R: rojo; A: amarillo; V: verde)**.

Los valores reflejados en la tabla proceden de las diferentes muestras de cada clon, de las cuales se obtuvieron muestras homogéneas por mezcla de sus frutos, razón por la que no se puede valorar si existen o no diferencias estadísticamente significativas entre clones respecto a los parámetros estudiados, aunque podemos clasificarlos de acuerdo con el valor medio y, además podemos ver los rangos de variación que presentan las muestras de los diferentes clones para cada uno de los parámetros.

– *pH*:

El parámetro pH en estos clones tiene unos valores medios que oscilan entre 4,38 (clon V2), hasta 4,76 (clon V3). Al ordenar los clones de menor a mayor según su pH resulta:

$$V2 < V4 < V1 < V3$$

– *Sólidos solubles (S.S.)*:

El orden de los clones, de menor a mayor, según su porcentaje en sólidos solubles es el siguiente:

$$V1 < V3 < V2 < V4$$

Los frutos de V3 y V4 son de sabor mas dulce que los de V1 y V2, aspecto que es apreciable al catarlos.

– *Acidez (A):*

Los clones V1 y V2 presentan la misma acidez (1%), valor muy superior al que presentan los clones V3 y V4 (0,56 y 0,66%, respectivamente).

– *Índice de madurez (I.M.):*

El IM presenta también diferencias importantes entre clones; en este caso el índice varía desde 17,50 (V1) hasta 34,20 (V3). Al ordenar los clones de menor a mayor quedan de la siguiente forma:

$$V1 < V2 < V4 < V3$$

A pesar de las diferencias existentes, todos los clones resultan dulces, aunque V3 y V4 lo son bastante más que V1 y V2.

– *Grasa:*

Los clones más dulces, V3 y V4 presentan menor contenido en grasa (entre el 0,7 y el 2,7 %) que V1 y V2 (3,2 y 7,1 %). Estos porcentajes de grasa están referidos a materia fresca. El contenido de grasa respecto a materia seca varió entre (24,2 y 39,3 % s.m.s.) para los clones V1 y V2 respectivamente; los valores para V3 y V4 fueron del 13,5 y 6,8 % s.m.s., respectivamente.

Humedad (H):

El porcentaje de humedad y sustancias volátiles encontrado en los frutos no presenta diferencias importantes entre los clones con un valor medio próximo del 80% (H+V %).

En la Tabla 72 se observa como a medida que los frutos viran desde el verde al rojo pierden agua, como es natural.

– *Fibra bruta (F.B.):*

En los frutos maduros, V2 y V3 presentan valores similares, que son inferiores a los obtenidos para V1 (10,22%) y V4 (11,08%).

– *Características organolépticas:*

De la valoración organoléptica realizada de los clones estudiados, considerando aspectos como sabor, textura, acidez y otros como el tamaño del hueso, se concluye que:

- El clon V1, de tamaño grande, es muy agradable de comer, presenta sabor dulce, carne crujiente y hueso no demasiado grande en relación al tamaño.
- El clon V2, de tamaño pequeño y sabor agradable, no resulta recomendable por presentar en su hueso una prolongación punzante.
- El clon V3, de aspecto atractivo y dulce resulta de menor calidad gustativa que V1, presentando mayor porcentaje de hueso que este.
- El clon V4 es el que mejor sabor presenta, con un tamaño de hueso no muy grande.

6.2.1.5. Estudio del color

El estudio del color se realizó determinando las coordenadas L^* , a^* , b^* en los distintos estados de madurez, en la parte externa del fruto.

Antes de proceder a medir el color, se clasificaron los frutos en tres grupos, según su grado de madurez, maduros o rojos (R), semimaduros o amarillos (A) y verdes (V). Los frutos amarillos y rojos son comestibles.

En la Tabla 73 aparecen los valores medios de los parámetros de color estudiados en el fruto.

Tabla 73
Valores medios de color en los distintos estados de madurez

Estado	CLON	L^*	a^*	b^*
R	V1	36,86 b	25,44 b	16,78 ab
	V2	38,52 b	21,72 a	17,62 b
	V3	32,68 a	27,30 c	14,97 a
	V4	43,76 c	28,57 d	29,52 c
A	V1	73,27 b	(-2,19) b	38,71 b
	V2	72,04 a	(-12,12) a	40,31 a
	V3	75,38 c	(-5,28) c	36,38 c
	V4	77,56 d	0,18 d	34,18 d
V	V1	70,72 b	(-13,53) a	38,47 a
	V2	69,23 a	(-13,90) a	40,06 a
	V3	73,27 c	(-10,96) b	38,18 a
	V4	75,77 d	(-8,98) c	38,64 b

Valores medio, (n=117) para V-1, (n=601) V-2, (n=210) V-3 y (n=318) para V-4. Letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas al 95% de confianza.

En el Grafico 23 se observa que el clon V4 es el que presenta mayor valor de a^* (rojo), seguido del clon V3, y el clon V2 es el de menor valor.

Los valores de b^* presentan mayores diferencias que los de a^* entre los distintos clones, siendo el V4 el que mayor valor presenta.

En el Grafico 24 se representan los valores medios de los frutos amarillos, observándose que el clon con mayor valor del parámetro b^* es el V2. Los valores más bajos son los de V4; los valores del parámetro a^* son bajos ya que el fruto no ha comenzado a madurar.

En el Grafico 25 se muestran los valores de L^* , a^* y b^* para los frutos de color verde, entre los que se pueden establecer grupos homogéneos. El parámetro a^* presenta valores negativos, ya que su color es verde.

Para los distintos grupos de frutos (distintos grados de madurez), el parámetro L^* presenta pocas diferencias, aún pudiendo establecerse diferentes grupos homogéneos, según se ve en la Tabla 73.

Grafico 23
Coordenadas de color de los frutos rojos (maduros)

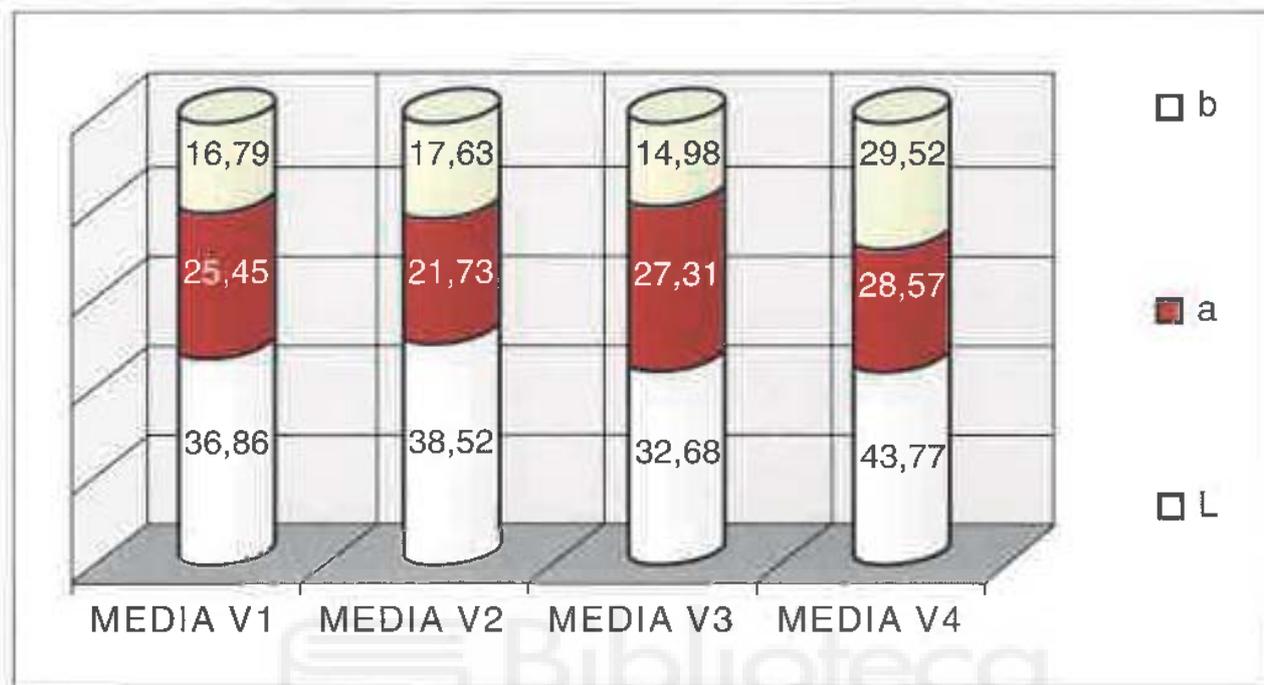


Grafico 24
Coordenadas de color de los frutos amarillos

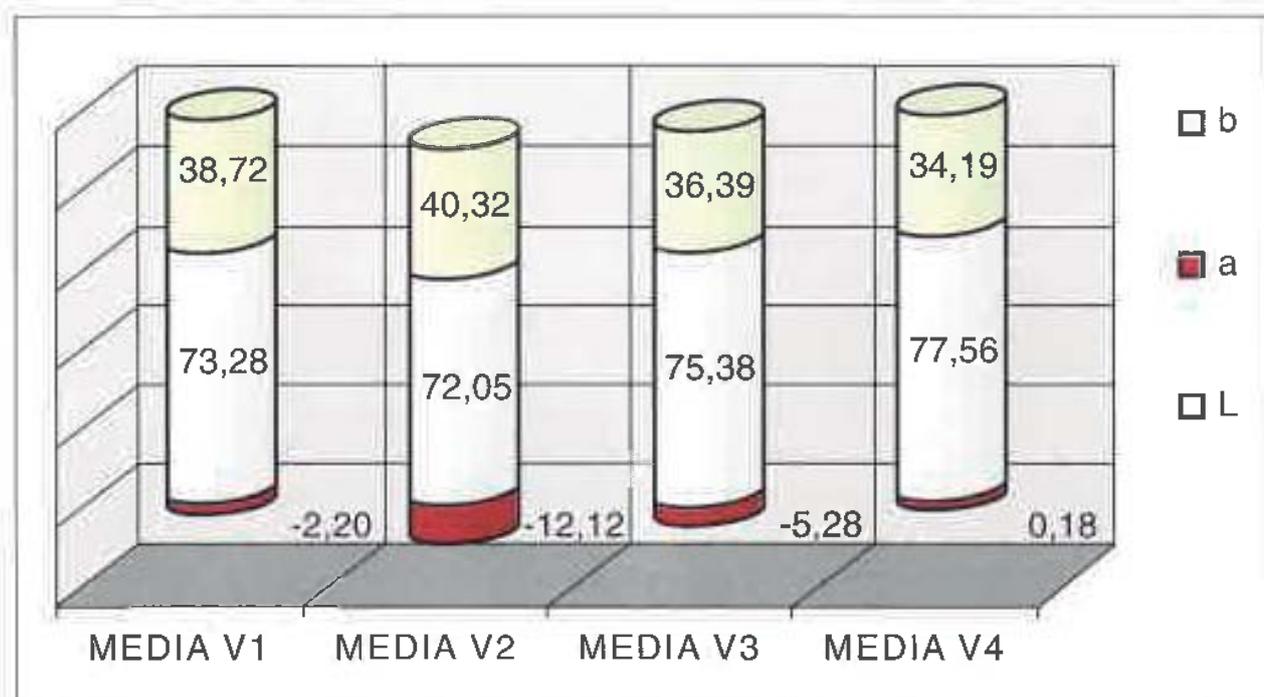
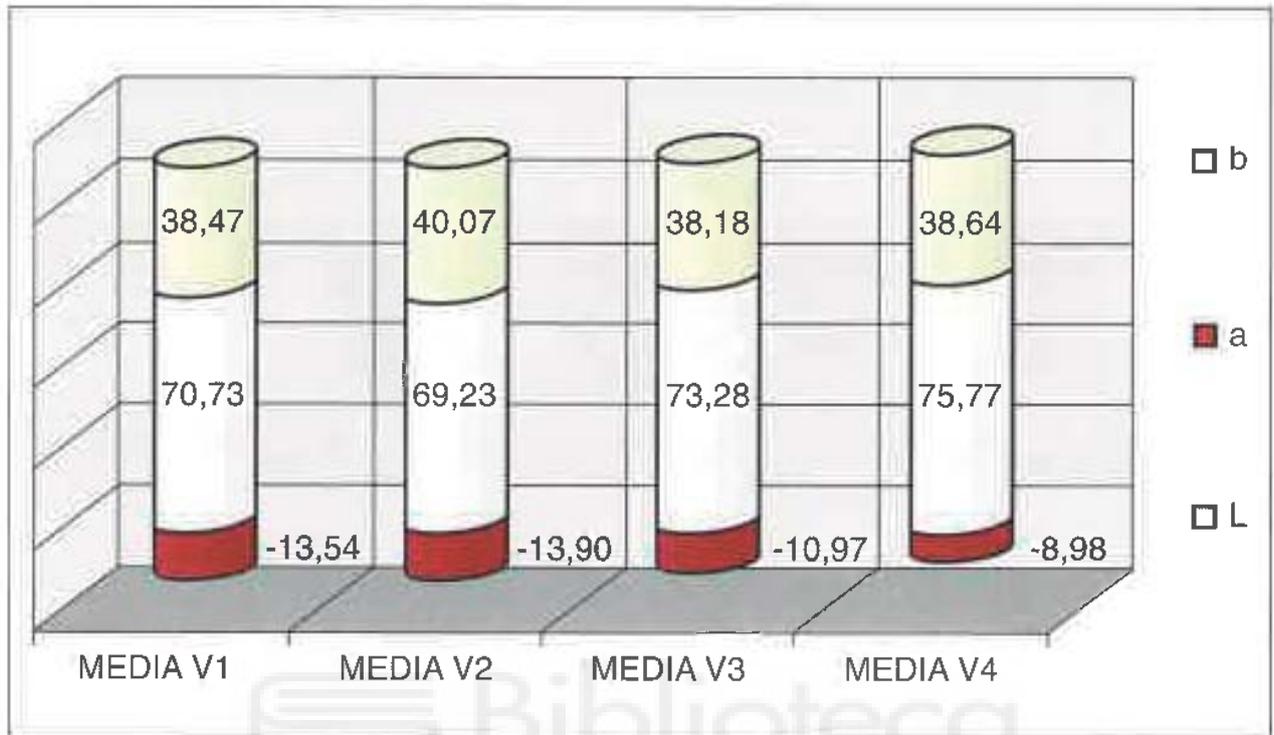


Grafico 25
Coordenadas de color de los frutos verdes



Fotografía 142
Aspecto del clon V4



Fotografía 143
Aspecto del clon V1



6.2.2. Fichas varietales de algunas variedades españolas

Clon V1

Fotografía 144
Clon V1 R

R: frutos rojos

Origen y procedencia: Redován (Alicante)*a) Morfología*– *Frutos:*

Clon V1	Pf (g)	Dmáx (mm)	Dmín (mm)	L (mm)
Media ± Desviación estándar	23,5±7,5	37,3± 3,9	33,6± 3,9	35,7± 4,5
C.V. (%)	32,1	10,6	11,8	12,7

– *Huesos:*

CLON V1	P (g)	L (mm)	A (mm)
Media ± Desviación estándar	0,5±0,2	17,7±5,6	7,4±2,2
C.V. (%)	51,8	31,6	30,3

– *Hojas:*

Clon V1	A (mm)	Ll (mm)	Lp (mm)
Media ± Desviación estándar	22,6±3,0	41,5±5,8	3,8±1,1
C.V. (%)	13,6	14,1	28,7

Fotografía 145
Clon VI A



A: frutos amarillos

Fotografía 146
Clon VI V



V: frutos verdes

Fotografía 147
Huesos de la variedad V1



Fotografía 148
Hojas de la variedad V1



b) Características químicas de la porción comestible

Clon	Características químicas							
	H	S.S. (°Brix)	A (%)	IM (SS/A)	Estado	Grasa (%)	H (%)	FB (%)
V1	4,67	17,5	1	17,5	R	4,7	71,2	10,2
					A	4,0	83,4	9,8
					V	3,2	87,9	9,5

c) Valoración general

Esta variedad puede clasificarse como muy recomendable para su comercialización, aunque es menos dulce que otras, ya que posee frutos grandes, sabor dulce y textura crujiente.

Clon V2**Fotografía 149**
Clon V2 R

R: frutos rojos

Origen y procedencia: Redován (Alicante)**a) Morfología**– *Frutos:*

Clon V2	Pf (g)	Dmáx (mm)	Dmín (mm)	L (mm)
Media ± Desviación estándar	5,8±1,6	21,1±2,3	20,3±2,2	28,0±3,9
C.V. (%)	28,1	10,9	11,2	14,0

– *Huesos:*

CLON V2	P (g)	L (mm)	A (mm)
Media ± Desviación estándar	0,4±0,1	17,1±5,2	11,8±1,1
C.V. (%)	37,1	30,8	19,1

– *Hojas:*

Clon V2	A (mm)	LI (mm)	Lp (mm)
Media ± Desviación estándar	20,1±3,7	46,1±7,5	7,0±1,5
C.V. (%)	18,7	16,3	22,2

Fotografía 150
Clon V2 A



A: frutos amarillos

Fotografía 151
Clon V2 V



V: frutos verdes

Fotografía 152
Huesos de la variedad V2



Fotografía 153
Hojas de la variedad V2



b) Características químicas de la porción comestible

Clon	Características químicas							
	H	S.S. (°Brix)	A (%)	IM (SS/A)	Estado	Grasa (%)	H (%)	FB (%)
V1	4,3	20,1	1	20,4	R	7,1	76,3	9,6
					A	6,6	83,1	9,3
					V	5,1	85,1	9,1

c) Valoración general

Esta variedad puede clasificarse como poco recomendable para su comercialización, ya que posee frutos pequeños. Su sabor es dulce, pero la morfología de su hueso presenta una extensión alargada y puntiaguda pudiendo presentar un riesgo para el consumidor.

Clon V3**Fotografía 154**
Clon V3 R

R: frutos rojos

Origen y procedencia: Orihuela (Alicante)**a) Morfología**– *Frutos:*

Clon V3	Pf (g)	Dmáx (mm)	Dmín (mm)	L (mm)
Media ± Desviación estándar	15,7±6,4	31,3±4,3	28,0±4,6	34,8±4,9
C.V. (%)	40,6	14,0	16,4	14,1

– *Huesos:*

CLON V3	P (g)	L (mm)	A (mm)
Media ± Desviación estándar	0,8±0,2	24,0±2,6	9,8±1,0
C.V. (%)	32,9	11,1	10,8

– *Hojas:*

Clon V3	A (mm)	LI (mm)	Lp (mm)
Media ± Desviación estándar	25,7±6,6	51,8±10,1	6,1±1,4
C.V. (%)	25,69	19,66	23,74

Fotografía 155
Clon V3 A



A: frutos amarillos

Fotografía 156
Clon V3 V



V: frutos verdes

Fotografía 157
Huesos de la variedad V3



Fotografía 158
Hojas de la variedad V3



b) Características químicas de la porción comestible

Clon	Características químicas							
	H	S.S. (°Brix)	A (%)	IM (SS/A)	Estado	Grasa (%)	H (%)	FB (%)
V3	4,7	19,4	0,5	34,2	R	1,3	72,9	9,5
					A	2,7	79,8	9,1
					V	0,9	85,8	8,8

c) Valoración general

La variedad V3 es de tamaño inferior a V1 y, aunque presenta mayor índice de madurez, resulta menos agradable de comer que ésta, siendo menos recomendable.

Clon V4**Fotografía 159**
Clon V4 R

Origen y procedencia: Orihuela (Alicante)

a) Morfología

– *Frutos:*

Clon V4	Pf (g)	Dmáx (mm)	Dmín (mm)	L (mm)
Media ± Desviación estándar	7,4±1,8	23,9±2,0	22,5±2,0	26,0±2,5
C.V. (%)	25,4	8,6	9,0	9,6

– *Huesos:*

CLON V4	P (g)	L (mm)	A (mm)
Media ± Desviación estándar	0,3±0,08	17,0±1,4	6,7±0,8
C.V. (%)	27,5	8,5	12,1

– *Hojas:*

Clon V4	A (mm)	l1 (mm)	Lp (mm)
Media ± Desviación estándar	19,9±3,9	43,7±8,5	4,2±2,7
C.V. (%)	19,5	19,4	64,2

Fotografía 160
Clon V4 A



A: frutos amarillos

Fotografía 161
Clon V4 V



V: frutos verdes

Fotografía 162
Huesos de la variedad V4



Fotografía 163
Hojas de la variedad V4



b) Características químicas de la porción comestible

Clon	Características químicas							
	H	S.S. (°Brix)	A (%)	IM (SS/A)	Estado	Grasa (%)	H (%)	FB (%)
V4	4,4	20,6	0,6	31,3	R	0,7	73,6	11,0
					A	1,0	84,7	10,1
					V	0,7	84,9	6,1

c) Valoración general

La variedad V4, es la más pequeña de las 4 selecciones estudiadas, con forma parecida a una cereza. Su sabor resulta muy agradable, aunque su tamaño es muy pequeño, lo que reduce su interés comercial.

6.3. PROPAGACIÓN

La especie se propaga comúnmente tanto por sierpes como por injerto. Si el árbol del que proceden las sierpes no está injertado y es una variedad recomendable, constituye un productor directo; ésta es una de las formas tradicionales que con más frecuencia se utiliza en la propagación de este frutal. Sin embargo, este método no es muy recomendable para propagar variedades, ya que muchas semillas germinan originando nuevos individuos que no son idénticos a la variedad de la que proceden.

Cuando se desea realizar una plantación en la que el número de plantas necesario no puede obtenerse de sierpes de un solo individuo, generalmente se recurre a coger sierpes de varios árboles y posteriormente se procede a realizar el injerto con la variedad deseada.

7. EL MEDIO ECOLÓGICO

El jinjolero (*Zizifus vulgaris* Lamk), es una planta típica del Levante y Sureste español, apenas cultivada con fines comerciales, aunque conocida desde antiguo por los agricultores que tradicionalmente la poseen para el consumo familiar e incluso con fines ornamentales. Se trata de una especie de zonas áridas muy resistente a la sequía y a la salinidad y, por tanto, de gran interés como especie frutal alternativa para el Sureste español.

Es una especie propia de zonas cálidas y secas, aunque agradece los riegos durante el periodo de vegetación.

El dátil chino (*Zizyphus jujube*) es bastante resistente a las bajas temperaturas (hasta -21°C en Corvallis, Oregón), pero tiene unas necesidades de frío muy pequeñas. Su fruto no madura en veranos cortos o fríos. Está mejor adaptado a los valles

Fotografía 164
Plantación de jinjoleros



Fotografía 165
Detalle de la fructificación



cálidos del interior en latitudes bajas (Westwood, 1982). Según este mismo autor, las necesidades de frío de las semillas estratificadas se cifran en 60 días a 5°C para eliminar la latencia.

Alonso de Herrera (1513) (Terrón, 1988), indica que *al azufaifo le convienen aires calientes y lugares abrigados; requiere tierras sueltas y aún casi estériles, ya que en las muy buenas no se hacen muy buenos. Su propagación puede realizarse mediante barbados, estacas y ramos, realizándose la plantación en marzo, o en abril si el clima es frío. Las azufaifas no están bien de coger hasta que no están bien coloradas, siendo fácil su conservación en lugares secos.*

El árbol es de hoja caduca soporta las bajas temperaturas invernales, desconociéndose daños por frío en nuestro país, soportando temperaturas alrededor de -15° C e inferiores según se indicó anteriormente. Resiste las heladas de primavera, ya que su floración es tardía (mayo-junio) y presenta una buena aptitud a ser cultivada en zonas de secano, ya que su sistema radicular le permite aprovechar los suelos profundos. En verano soporta grandes calores, insolación ardiente y variaciones termométricas de -10 a 50°C, vegetando en secano, en los límites del desierto (Rebour, 1970); tiene una gran tolerancia a la caliza activa y a la salinidad, no siendo adecuados para su crecimiento los suelos pesados y mal drenados.

8. NECESIDADES DE FERTILIZANTES Y DE AGUA

A la falta de datos concretos, se puede fertilizar como la higuera: 100 g de nitrógeno, 150 g de anhídrido fosfórico, 80 g de potasa por planta y año (Ctift, 1992).

En cuanto a las necesidades de agua del cultivo, éstas están condicionadas por la E.T.P., el desarrollo y la producción que sustenta el arbolado. No se tienen datos, aunque en nuestra colección, en la finca de la Escuela Politécnica Superior de Orihuela (Universidad Miguel Hernández) se aplican unos 4.500 m³/ha-año, pero quizá podría producir bien con cantidades inferiores.

9. LABORES DE CULTIVO

Las labores de cultivo son similares a las realizadas en otros frutales, y en algunas fincas se practica el no cultivo, realizando la eliminación de malas hierbas mediante herbicidas de contacto (paraquat) y sistémicos (glifosato; glifosato+MCPA), ya que hasta ahora no se conoce ningún herbicida de preemergencia registrado para su uso en el cultivo del jinjolero en el riego localizado, por lo que habrá que utilizar los tradicionalmente usados de postemergencia.

La poda se realiza en invierno, eliminando la madera improductiva y los ramos mal situados. Esta planta es adecuada para su formación en espaldera.

Fotografía 166

Aspecto del tronco de un árbol abandonado



Fotografía 167

Árbol de 5 años con riego por goteo (detalle de frutos en el suelo)



10. PLAGAS, ENFERMEDADES Y TRATAMIENTOS FITOSANITARIOS

Plagas

El azufaifo es sensible a la mosca del azufaifo, próxima a *Ceratitis capitata* Wied. Igualmente se señalan algunas cochinillas como *Coccus conchaeformis* Gyll., bastante común, que se elimina con oleoparation y otros insecticidas (Rebour, 1970).

En la parcela de la EPSO, no se realiza ningún tipo de tratamiento a este frutal, habiéndose detectado el ataque de larvas de insectos en la madurez de los frutos, sin que hayan sido identificadas.

Respecto a la presencia de enfermedades, según diferentes fuentes se citan:

Virosis:

Se ha citado una virosis en China que provoca el mosaico sobre las hojas.

Micoplasmosis:

Las escobas de bruja del azufaifo provocadas por un micoplasma (MLO) se han observado en China, Corea del Sur y Japón. Este microorganismo hallado en los vasos del floema induce la proliferación de yemas y la producción de numerosas ramillas que llevan pequeñas hojas amarillentas, mientras las flores se transforman en filodios, sin producir fruto. Entre los insecto vectores se señalan algunos Cicádidos y algunos tipos de Typhlocybilos. La enfermedad se transmite también por injerto, mientras no se propagan por el polen, ni por las semillas, ni por contacto radicular, ni por inoculación de jugo vegetal.

Bacteriosis:

En Egipto se ha señalado la existencia de un tumor del cuello provocado por *Agrobacterium tumefaciens*.

Micosis:

Se observa la Antracnosis, provocada por *Gleosporium spp.* Este hongo provoca sobre los frutos, en primer lugar pequeñas manchas oscuras y redondas que, a continuación, se hundan ligeramente en la epidermis alcanzando un diámetro variable entre 3-6 mm. Con el avance de la enfermedad los frutos atacados caen a tierra.

11. CARACTERIZACIÓN DEL JINJOLERO

Como ya hemos indicado la propuesta de caracterización varietal más actual es la realizada en el seno del proyecto RESGEN 029-CT-95, que se expone a continuación.

**Project on "Minor Fruit Tree Species Conservation" - RESGEN 29
DESCRIPTOR LIST FOR JUJUBE (*Zizyphus vulgaris* L.)
(For *in situ* conservation)**

<http://www.unifi.it/project/ueresgen29/netdbase/db1.htm>

PASSPORT - Accession data

- 1 European Minor Fruit Tree Species Database (EMFTSD) number:** unique numerical identifier for an accession;
- 2 Species:** to be repeated for each accession (botanical name);
- 3 Accession designation:** name of the accession (cultivar, breeder's designation, donor's designation);
- 4 Accession synonym:** a synonym to the accession designation. For each species with synonyms, a common accession designation should be identified for each partner and then synonym(s) should be quoted here;
- 5 Donor name:** name of institution or individual responsible for donating the germplasm;
- 6 Acquisition date:** the date on which the accession entered the collection in the form of DDMMYYYYY);
- 7 Collection institute number:** the partner number from Technical Annex of Project. The same number reported in the Institution Database file;
- 8 Country of collection:** two letter abbreviation (see attached list) for country of origin of the accession;
- 9 Province-State:** name of the administrative subdivision of the country in which the sample was collected;

- 10** *Location of collection site:* distance in kilometres from nearest town or village;
- 11** *Latitude of collection site:* degrees by N (North);
- 12** *Longitude of collection site:* degrees by E (East) and W (West)(e.g. 10W);
- 13** *Altitude of collection site:* elevation above sea level;
- 14** *Country keeping the accession;*
- 15** *Collection source*
- 1 = wild
 - 2 = abandoned (marginal) farm land
 - 3 = farm land
 - 4 = nursery
 - 5 = institute
 - 6 = other (specify in *Collector's notes* - point 32)
- 16** *Status of sample*
- 1 = wild
 - 2 = breeder's line
 - 3 = primitive cultivar (landrace)
 - 4 = advanced cultivar (bred)
 - 5 = other or uncertain (specify in *Collector's notes* - point 32)

CHARACTERISATION

- 17** *Fruit use*
- 0 = no use
 - 1 = dessert
 - 2 = industry
 - 3 = other (specify)
- 18** *Plant use*
- 0 = no use
 - 1 = fruit production
 - 2 = fruit production and ornamental
 - 3 = only ornamental
 - 4 = other (specify)
- 19** *Tree vigour*
- 1 = very weak
 - 3 = weak
 - 5 = medium
 - 7 = strong
 - 9 = very strong
- 20** *Tree habit*
- 3 = upright
 - 5 = spreading
 - 7 = drooping

21 - Leaflet size

- 1 = big
- 2 = medium
- 3 = small

22 Thorniness

- 1 = none
- 3 = low
- 5 = medium
- 6 = high

23 Tree productivity

- 3 = small
- 5 = medium
- 7 = high

24 Fruit size

- 1 = very small
- 3 = small
- 5 = medium
- 7 = large
- 9 = very large

25 Fruit shape

- 1 = oval
- 3 = elongate
- 5 = cylindrical
- 7 = other (specify)

26 Colour of fruit flesh

- 1 = white
- 3 = greenish white
- 5 = yellow
- 7 = brownish white
- 9 = other (specify)

27 Colour of fruit skin

- 1 = light brown
- 3 = dark brown
- 5 = greenish brown
- 7 = other (specify)

28 Fruit taste

- 1 = poorly sweet
- 3 = sweet
- 5 = other (specify)

29 Ripening time

- 1 = early
- 3 = medium
- 5 = late



30 *Stone relative size in comparison to fruit*

1 = very small

3 = small

5 = medium

7 = large

31 *Time of flowering*

1 = early

3 = medium

5 = late

32 *Collector's notes* de Herrera. MAPA. Madrid. 445 pp.



Bibliografía

ALGARROBO

- Albo, G. 1951.** La riproduzione e la ripartizione dei sessi nella *Ceratonia siliqua* L. Gior Botanico Ital. 58. 60-72.
- Alorda, M.; Estades, J.; Galmes, J. and Medrano, H. 1987.** Promotion of rooting in carob cuttings. Horticultural Science. Gaxtenbanwissenschaft. 52. (1). 31-34.
- Alorda, M. y Medrano, H. 1987.** Posibilidades del estaquillado como técnica alternativa de propagación del algarrobo (*Ceratonia siliqua* L.) Actas II Simp. Intern. Sobre la garrofa. Generalitat Valenciana. CAPA Ed. Valencia. 379-386.
- Arista, M.; Ortiz, P.L. and Talavera, S. 2000.** Apical pattern of fruit production in the racemes of *Ceratonia siliqua* (Leguminosae, Cesalpinioideae): Role of pollinators. Amer. J. Of Botany. 86. (12). 1708-1716.
- AA. VV. 1982.** Il Carrubo... Salviamolo! Atti Intern Convegno. Min. Agric. e Forest Ed. Ragusa.
- AA. VV. 1986.** I^{er} Congreso Español de frutos secos. Reus. CAMB-Diputació Tarragona Ed. Tarragona. 382 pp.
- Baldini, E. 1992.** Arboricultura general. Edagricole Ed. Bologna. Italia. 324 pp.
- Bassa, I. 1917.** El algarrobo. El Vendrell Ed. Barcelona. 271 pp.
- Battle, I. y Tous, J. 1986.** Prospección de variedades de algarrobo en Cataluña. Actas Horticultura I. 214-223.
- Battle, I. y Tous, J. 1986.** El algarrobo en Cataluña. Una renovada alternativa de cultivo para los secanos litorales mediterráneos. Agricultura. 649. 556-559.
- Battle, I. y Tous, J. 1987.** El algarrobo en España. Fruticultura Profesional. 41. 46-49.
- Battle, I. y Tous, J. 1990.** Cultivares autóctonos de algarrobo en Cataluña. Investigaciones Agrarias. Producción Vegetal. 5. 223-238.
- Bianca, G. (1887).** Il carrubo. Ricci Ed. Florencia. Italia. 137 pp.
- Bonifacio, G. (1959).** Il carrubo. Frutticoltura. 21. (3). 267-294.
- Boussard, S. (1982).** Les succédanés du café. Café Cacao Thé. 26. (4). 63-74.
- Brito de Carvalho, J.H. (1987).** Criteria for evaluation of carob varieties. Actas II Simp. Intern. sobre la garrofa. Generalitat Valenciana. CAPA Ed. Valencia. 19-45.
- Brito de Carvalho, J.H.; Graça, J.M.V. (1987).** Carob nursery problems Different Types of seedling for farms. Actas II Simp. Intern. sobre la garrofa. Generalitat Valenciana. CAPA Ed. Valencia. 225-236.
- Cabrita, R.; Craça, J.; Schwad, L.; Martins-Loução M.A. 1987.** Evaluation of parameters affecting the rooting of hardwood cuttings in *Ceratonia siliqua* L. Actas II Simp. Intern. sobre la garrofa. Generalitat Valenciana. CAPA Ed. Valencia. 237-244.
- Calisto, F.S. and Cañellas, J. 1982.** Components of nutritional interest in carob pods (*Ceratonia siliqua* L.). Jour. Sci. Food and Agriculture. 33. (12). 1319-1323.
- Cantalejo, M.J. 1999.** Sensor analyses of volatile components derived from earth-almond *Cyperus esculentus* L. and carob *Ceratonia siliqua* L. Z. Lebensn. Unters Forsch. 208. 373-378.
- Castro, F. 1952.** Il carrubo. ACS Ed. Ragusa. Italia. 75 pp.
- Cavanilles, A.J. 1795.** Observaciones sobre la historia natural, geografía, agricultura, población y frutos del Reino de Valencia. Imprenta Real Ed. Madrid. 2 vol.
- Ciampolini, F.; Cresti, M., Crescimanno, F.G.; Di Lorenzo, R.; Raimondo, A. 1986.** Osservazioni ultrastrutturali fisiologiche sull polline di carrubo (*Ceratonia siliqua* L.) Riv. Ortoflorofrutticoltura Ital. 70. 127-138.
- Ciampolini, F.; Cresti, M.; Crescimanno, F.G.; Di Lorenzo, R.; Raimondo, A. 1987.** Osservazioni morfo-fisiologiche su piante maschili ed ermafrodite di carrubo (*Ceratonia siliqua* L.) Actas II Simp. Intern. sobre la garrofa. Generalitat Valenciana. CAPA Ed. Valencia. 153-158.
- Coit, J.E. 1951.** Carob or St. Johns Bread. Econ. Botanic. 5. 82-95.

- Coit, J.E. 1952.** The carob in California, Yearb. Calif. Agric. Soc. 11. 41-48.
- Coit, J.E. 1961.** Carob varieties. Fruit. Var. Diag. 15. 75-77.
- Coit, J.E. 1967.** Carob varieties for the semi-arid southwest. Fruit. Var. Hort. Diag. 1. 21. 5-9.
- Crescimanno, F.G.; De Michele, R.; Di Lorenzo, R.; Occorso, G.; Raimondo, A. 1987.** Aspetti morfologici e carpologici di cultivar di carrubo (*Ceratonia siliqua* L.). Actas II Sym. Int. sobre la garrofa. Generalitat Valenciana. CAPA Ed. Valencia. 169-181.
- Crescimanno, F.G.; Schifani, C.; De Michele, A.; Di Lorenzo, R.; Occorso, G.; Raimondo, A.; Cipolla, V.; D'onufrio, G.; Messineo, E. 1987.** Indagine sulla carrubicoltura siciliana. Actas II. Simp. Intern. sobre la garrofa. Generalitat Valenciana. CAPA Ed. Valencia. 355-365.
- Cruz, C.; Cabrita, R.; Martins-Loução, M.A. 1987.** Ion uptake, assimilation and mature carob (*Ceratonia siliqua* L.) Plantas. Actas II Simp. Intern. sobre la garrofa. Generalitat Valenciana. CAPA Ed. Valencia. 47-56.
- Columella, L. 1988.** De los trabajos del campo. (Ed. de A. Holgado). MAPA-Siglo XXI Eds. Madrid. 339 pp.
- Corcoran, M.R. 1970.** Inhibitors from carob (*Ceratonia siliqua* L.) Plant physiol. 46. 531-534.
- Crossa-Raynaud, P. 1960.** Caroubiers. Ann. Inst. Nac. Recheer. Agronom. Tunisie. 33. 79-83.
- Da Matta, G. 1952.** A alfarrobeira em Portugal. Bol. Junta Frutas Port. 12. 18-56.
- Daris, M. 1964.** Cultivo del algarrobo. Sintesis Ed. Barcelona. 170 pp. DL: B-8630-64.
- Davis, W.N.L. 1970.** The carob tree and its importance in the agricultural economy of Cyprus. Econ. Botanic. 24. 460-470.
- Davis, W.N.L.; Orphanos, P.I.; Papaconstantinou. 1981.** Chemical composition of developing carob pods. Jour. Sci. Food and Agric. 22. (2). 83-86.
- De Michele, A.; Occorso, G. 1987.** Osservazioni sulla radicazione di talee di carrubo. (*Ceratonia siliqua* L.). Actas II Simp. Intern. sobre la garrofa. Generalitat Valenciana. CAPA Ed. Valencia. 347-354.
- De Michele, A.; Di Lorenzo, R.; Occorso, G.; Raimondo, A. 1987.** Prove sulla germinabilità dei semi di carrubo (*Ceratonia siliqua* L.). Actas II Simp. Intern. sobre la garrofa. Generalitat Valenciana. CAPA Ed. Valencia. 367-378.
- Domínguez, F. 1976.** Plagas y enfermedades de las plantas cultivadas. Dossat Ed. Madrid. 955 pp.
- Domingo, C. 1983.** La Plana de Castellón. Formación de un paisaje agrario mediterráneo. CAMP Castellón. Castellón. 308 pp.
- Donno, G., Panaro A. D. (1965).** Su alcune cultivar di carrubo della provincia di Bari e proposta di una scheda descrittiva. Sci. E Tecnica Agraria. 5. (4-5). 27-61.
- Dubois, M., Gilles K. A., Hamilton J. K., Rebers P. A., Smith F. 1956.** Colorimetric method for determination of sugars and related substances. Anal. Chem. 28. 350-356.
- Dunmire, D.L.; Otto, S.E. 1979.** High pressure liquid chromatographic determination of sugars in various food products. J. Assoc. Of Ana. Chem. 62. (1). 176-185.
- Ercolani, G.L.; Scaldarola, M. 1972.** *Pseudomonas ciccaronei* sp. Agente di una maculatura fogliare del carrubo in Puglia. Phytopatologia Mediterránea. 11. (1). 71-73.
- Esbenshade, H.W. 1969.** Algarrobo: decadencia del cultivo en tierras marginales al sur de Valencia. Univ. Davis Ed. California. EE.UU. 213 pp.
- Esbenshade, H.W.; Wilson, G. 1986.** Growing carobs in Australia. Goddard and Dobson Ed. Box Hill. Australia. 138 pp.
- Esbenshade, H.W. 1987.** Carob: International distribution and production potential. Actas II Simp. Intern. sobre la garrofa. Generalitat Valenciana. CAPA Ed. Valencia. 303-316.
- FAO 1982.** Especies frutales forestales. FAO-SIDA Ed. Roma. Italia. 150 pp. ISBN: 92-5-301218-8.
- Ferguson, I.K. 1980.** The pollen morphology of *Ceratonia* (Leguminosae: caesalpinioideae). Kew Bull. 35. (2). 271-277.
- Filipini, I.; Salazar, D.M.; Monticelli, S. y Damiano, C. 1997.** Inducción del enraizamiento en cultivares e híbridos de almendro y ciruelos mediante *Agrobacterium Rhizogenes*. Fruticultura profesional. 90. 14-26.
- Fito, P. y Mulet, A. 1987.** Actas del II Simposium Internacional sobre la garrofa. Generalitat Valenciana Con. Agricultura y Pesca. 659 pp. ISBN: 84-7579-612-5.

- Font Quer, P. 1959. Botánica general y aplicada. Labor ed. Barcelona. 483 pp.
- Font Quer, P. 1975. Diccionario de botánica. Labor Ed. Madrid. 1242 pp.
- Font Quer, P. 1979. El Dioscórides renovado. Plantas medicinales. Labor Ed. Barcelona. 1033 pp.
- Francini, E. 1951. Osservazioni sulla sessualità di *Ceratonía siliqua* L. Giorn. Botanico Ital. 8. (3-4). 423-439.
- Fredella, G.; Malossini, F.; Martillotti, F. 1983. Composizione chimica e valore nutritivo dei baccelli di carrubo e di alcuni sottoprodotti dell'industria. Ann. Inst. Sperimentale per la zootecnia. 16. (1-2). 63-91.
- Frutos, D. 1987. Efecto de los ácidos sulfúrico y giberélico (GA3) en la germinación del algarrobo (*Ceratonía siliqua* L.). Actas II Simp. Intern. sobre la garrofa. Generalitat Valenciana. CPA Ed. Valencia. 265-272.
- Gil-Albert, F. 1989. Ecología del árbol frutal. Mundi-Prensa Ed. Madrid. 232 pp.
- Gil-Albert, F. 1991. Tratado de arboricultura frutal. Vol I. Aspectos de la morfología y fisiología del árbol frutal. Mundi-Prensa Ed. Madrid. 104 pp.
- Gonçalves, M.P.; Braga, P. and Lefebvre. 1987. Bean Gum from traditional varieties of portuguese carob. Actas II Simp. Intern. sobre la garrofa. Generalitat Valenciana. CAPA Ed. Valencia. 407-417.
- Goodin, J.R. and Stoutemeyer, V.T. 1962. Carob tree growth stimulated with gibberelin. California Agric. 16. (9). 4-5.
- Goor, A.; Ticho, R.J. and Garmi, Y.G. 1958. The carob. Min. Agric. APS Ed. Aviv. Israel. 132 pp.
- Graniti, A. 1959. La nebbia del carrubo. Informatore Fitopatol. 9. 316-317.
- Hartmann, H.T. and Kester, D.E. 1990. Propagación de plantas. Ceca Ed. México. México. 760 pp.
- Haselberg von C. 1986. Flowering characteristics of male and female carob flowers. Results of studies in the South of Portugal. Actas I^{er} Encontro Linhas de Investigaçao de Alfarroba. Min. Agric. e Foreste Ed. Oeiras. Portugal. I. 45-56.
- Haselberg von C. 1987. A contribution to the classification and characterisation of female and male varieties of *Ceratonía siliqua* L. Actas II Simp. Intern. sobre la garrofa. Generalitat Valenciana. CAPA Ed. Valencia. 137-151.
- Hechel, E. et Schlacdenauffen, F. 1982. Sur la sexualité du caroubier et sur la composition chimique des gousses de cet arbre en Provence. Repertoire de Pharmacie. 342. 63-89.
- Hermosilla, J. 1997. El sector garrofero valenciano: pasado, presente y futuro. Estudio geográfico. Diputación de Valencia Ed. Valencia. 108 pp. ISBN: 84-7795-130-6.
- Hernández, L. 1947. El algarrobo. MA-SEA Ed. Madrid. 8. 16 pp.
- Hernández, M. 1969. El arte y la técnica en la construcción del carro. C.H. y Armengot Lit Ed. Castellón. 98 pp.
- Herrera, A. 1988. Agricultura general. (ed. De Terrón E.). MAPA Ed. Madrid. 445 pp.
- Hillcoat, D.G.; Lewis, B. and Verdcourt, A. 1980. A new specie of *Ceratonía* from Arabia an the Somalia. Kew Bull. 35. (2). 260-271.
- Ilahi, I. and Vardar, Y. 1976. Studies in the Turkish carob (*Ceratonía siliqua* L.) Acid Auxin-like and inhibitory substances in fruit morphogenesis. Planta. 129. 105-108.
- Ilahi, I. (1979). The nature and balance of growth regulators in the reproductive organs of *Ceratonía siliqua* L. Phytoma. 37. (1). 24-29.
- Ito, S. and Joslyn, M.A. 1964. Presence of several phenolic components in fruit proanthocyanidins. Nature. 204. 475-576.
- Jaffa, M.E. and Albro, F.M. 1919. Nutritive value of the carob ben. Bull. Agric. California. 309. Berkeley. California. EE.UU. 46 pp.
- Johnsen, S.; Bruun; and Ikkala, P. 1987. Application of LBG in Food and Pet Food Systems. Actas II Simp. Intern. sobre la garrofa. Generalitat Valenciana. CAPA Ed. Valencia. 577-587.
- Joslyn, M.A.; Nishira, H. and Ito, S. 1968. Leucoanthocyanis and related phenolic compounds of carob pods. *Ceratonía siliqua*. J. Sci. Ed. Agric. 19. 543-550.
- Kalaitzakis, J.; Mitakos, K. and Markis, S. 1987. Carob tree varieties from Crete (Greece). Actas II Simp. Intern. sobre la garrofa. Generalitat Valenciana. CAPA Ed. Valencia. 291-301.
- Linskens, H.F. and Sholten, W. 1980. The flower of carob. Acta Biol. Port. 16. (1-4). 95-102.

- Lleo, J.D. 1901. El algarrobo. La agricultura española Ed. Valencia. 209 pp.
- Llorens, J.M. 1984. Las cochinillas de los agrios. Generalitat Valenciana. CAPA Ed. Valencia. 159 pp.
- Marcáis, S.; Kalaitzakis, J. and Mitrakos, K. 1987. Criteria for recognizing carob tree varieties. Actas II Simp. Intern. sobre la garrofa. Generalitat Valenciana. CAP Ed. Valencia. 195-208.
- Martínez, R.; Melgarejo, P.; Salazar, D.M.; García, S. y Serrano, A. 1987. Rejuvenecimiento y plagas más importantes de las variedades de algarrobo (*Ceratonía siliqua* L.) en la Cuenca del Segura. Actas II Simp. Intern. sobre la garrofa. Generalitat Valenciana. CAPA Ed. Valencia. 85-90.
- Martínez, R.; Melgarejo, P.; Salazar, D.M. y García, S. (1987). Características de las variedades cultivadas de algarrobo (*Ceratonía siliqua* L.) en la Cuenca del Segura. Act. II Simp. Int. Sobre la garrofa. Generalitat Valenciana. CAPA Ed. Valencia. 91-98.
- Martínez, R.; Melgarejo, P.; Salazar, D.M.; García, S. y Serrano, A. 1987. Propagación natural y viverística del algarrobo (*Ceratonía siliqua* L.) en la Cuenca del Segura. Actas II Simp. Intern. sobre la garrofa. Generalitat Valenciana. CAPA Ed. Valencia. 273-280.
- Martins-Louçao, M.A. 1985. Estudos fisiológicos e microbiológicos da associação da alfarrobeira (*Ceratonía siliqua* L.) con bacterias Rhizobiaceas Ed. Lisboa. Portugal. 134 pp.
- Maymone, B.; Battaglini A. 1953. Ricerche sulla digeribilità e sul valore nutritivo del germe di carruba Ricerche sul valore nutritivo delle polpe di carrube esaurite, residue dalla preparazione industriale dell'alcooh. Ann. Sperim. Agraria. 7. 1977-1984.
- Mittrakos, K. 1987. The botany of *Ceratonía*. Actas II Simp. Intern. sobre la garrofa. Generalitat Valenciana. CAPA Ed. Valencia. 209-218.
- Moreira, A.C. 1987. Some fungi on *Ceratonía siliqua* in Portugal. Actas II Simp. Inter. sobre la garrofa. Generalitat Valenciana. CAPA Ed. Valencia. 105-115.
- Mulet, A. (Coord.) 1988. El garrofer. Univ. Illes Balears Ed. Plana Mallorca. 92 pp.
- Nachomi, E. and Alumot, E. 1963. Tannin and polyphenoles in carob pods (*Ceratonía siliqua* L.). J. Sci. Food Agric. 14. 464-468.
- Navarro, R.M.; Campo, A.; Alejano, R. y Álvarez, I. 1998. Caracterización de calidad final de plantas en vivero en Andalucía. Encinas, alcornoques, algarrobo y acebuches. Junta Andalucía. CAP Ed. Sevilla. 60 pp.
- Neukom, H. (1987). Carob Beam Gum: Properties and applications. Actas II Simp. Intern. sobre la garrofa. Generalitat Valenciana. CAPA Ed. Valencia. 551-555.
- Obon, C. y Rivera, D. 1991. Las plantas medicinales en nuestra región. ARMA-Gob. Región de Murcia. Murcia. 156 pp.
- Oddo, G. 1928. L'extraction de sacharose des caroubes. Extr. Chim. Ed Industrie. 20. (2). 34-63.
- Orphanides, G.M. 1976. Damage assessment and natural control of the carob midge complex *Asphondylia* ssp (dipt. Cecidomyde) in *Cyprus*. Bull. Entom. Filippo Silvestri. 33. 80-98.
- Orphanos, P.I. and Papaconstantinou, J. 1969. The carob varieties of Cyprus. Bull. Tech. Cyprus Agric. Res. Inst. Nicosia 5. 27 pp.
- Ortiz, P.L.; Arista, M. and Talavera, S. 1999. Distance-independent fruit-set pattern in a dioecious population of *Ceratonía siliqua* (*Sesalpinio ideae*). Flora. 194. (3). 277-280.
- Panateros, A. 1955. Carob growing in Cyprus. Nicosia. Chipre. 78 pp.
- Passos, J. 1987. Carob pollination aspects. Actas II Simp. Intern. sobre la garrofa. Generalitat Valenciana. CAPA Ed. Valencia. 281-289.
- Pérez, L.; García, M. and Ruiz, B. 2000. Influence of pulp and natural carob fiber on some aspects of nutritional utilization and cholesterolemia in rats. Food Sci and Technol. Internat. 5. (5). 425-430.
- Piccioni, M. 1970. Diccionario de alimentación animal. Acribia Ed. Zaragoza.
- Plant, M.; Zelbuch, B. and Guggenheim, K. 1953. Nutritive and laking properties of carob germ flour. Bull. Res Council. Israele. 3. (1-2). 129-131.
- Piqueras, J. 1985. La agricultura valenciana de exportación y su formación histórica. Inst. Estudios Agrarios Ed. Valencia. 198 pp.
- Primo, E. 1987. Química Agrícola III. Alhambra Ed. Madrid. 683 pp.
- Priolo, A.; Waghom, G. C.; Lanza, M.; Biondi, L. and Pennisi, P. 2000. Polyethylene glycol as a means for reducing the impact of condensed tannins in carob pulp: Effects on lamb growth performance and meat quality. J. Of Animal Sci. 78. (4). 810-816.

- Puchades, R.; Roca, A.; Serrag, J.A. y Roig, M.A. 1987.** Composición de la pulpa de algarroba de las variedades más representativas de la Comunidad Valenciana. Actas II Simp. Intern. sobre la garrofa. Generalitat Valenciana. CAPA Ed. Valencia. 531-540.
- Rallo, J.B. 1987.** Frutales y abejas. MAPA-PEA Ed. Madrid. 231 pp. ISBN: 84-341-0529-2.
- Ramonedá, J.; Retana, J. y García del Pino, F. 1990.** La polinización del algarrobo. Phytoma. 15. 29-35.
- Rodríguez, J. y Frutos, D. 1987.** Primeros estudios sobre las poblaciones de algarrobo (*Ceratonia siliqua* L.) en el sureste y sur de España. Act. II Synp. Int. Sobre la garrofa. Generalitat Valenciana. CAPA Ed. Valencia. 255-264.
- Rullan, J. y Esterlich, P. 1882.** Memoria sobre el algarrobo y su cultivo en Mallorca. Gelabert Ed. Palma de Mallorca. 97 pp.
- Rullan, J. 1987.** Cultivo práctico del algarrobo. La Sinceridad Ed. Sóller. Mallorca 154 pp.
- Russo, F. 1954.** Aspetti biologici e culturali del carrubo in Sicilia. Annali Sperim Agrarie. 8. 948-967.
- Sánchez-Capuchino, J.A.; García, S. y Salazar D. M. 1986.** Especies monopodiales y simpodiales. Actas SECH Ed. Córdoba. 2. 40-47.
- Sánchez-Capuchino, J.A.; Salazar, D.M.; García, S.; Martínez, R. y Melgarejo, P. 1987.** Tipificación pomológica de los algarrobos de la Comunidad Valenciana. Actas II Simp. Intern. sobre la garrofa. Generalitat Valenciana Ed. Valencia. 69-78.
- Sánchez-Capuchino, J.A.; Salazar, D.M.; García, S.; Martínez, R. y Melgarejo, P. 1987.** Determinación de variabilidades dentro de materiales valencianos de algarrobo. Actas II Simp. Intern. sobre la garrofa. Generalitat Valenciana. Ed. Valencia. 79-84.
- Sánchez-Mongue, E. 1974.** Fitogenética. Mejora de plantas. INIA Ed. Madrid. 456 pp.
- Sarda, J. (1914).** El avellano y el algarrobo. Francisco Puig Ed. Barcelona. 220 pp.
- Saura, F. and Cañellas, J. 1982.** Components of nutritional interest in carob pods. J. Sci. Food Agric. 33. 1319-1323.
- Saura, F.; Cañellas, J.; Pou, J. y Mulet, A. 1987.** Caracterización química de la fracción fibrosa de la pulpa de algarrobo. Actas II Simp. Intern. sobre la garrofa. Generalitat Valenciana. CAPA Ed. Valencia. 493-503.
- Sebastián, K.T. and McComb, J.A. 1986.** A micropropagation system for carob (*Ceratonia siliqua* L.) Scientia Horticulturae. 28. 127-131.
- Schoroeder, C.A. 1959.** The floral situation of the carob in California. Proc. Amer. Soc. Hort. 74. 248-251.
- Sfakiotakis, E.M. 1978.** Germination in vitro of Carob (*Ceratonia siliqua* L.) pollen. Zeitschrift fur Pflanzenphysiologie. 89. (5). 443-447.
- Spina, P. (1989).** El algarrobo. Mundi-Prensa. Madrid. 158 pp. ISBN: 84-7114-248-1.
- Spyropoulos, C.G. 1982.** Control of sucrose metabolism in polyethylene glycolstressed carob (*Ceratonia siliqua* L.) young seedlings. The rol of sucrose. Jour Experimental Botany. 33. (137) 1210-1219.
- Strasburger, E.; Noll, F.; Schenck, H. y Schimper, A.F. 1986.** Botánica. Marín Ed. Barcelona. 108 pp.
- Thompson, P. 1971.** The carob in California. California rare fruit-growers yearbook. III. 61-102.
- Tous, J. 1984.** El algarrobo. Su importancia en la Cuenca mediterránea. Agricultura. 623. 474-478.
- Tous, J. 1984.** El cultivo del algarrobo. MAPA-SEA Ed. Madrid. 10. 16 pp.
- Tous, J. 1985.** Comercialización y variedades de algarrobo. MAPA-SEA Ed. Madrid. 1. 24 pp.
- Tous, J. y Batlle, I. 1987.** Situación actual y perspectivas de cultivo del algarrobo. II Symposium Internacional sobre la garrofa. Generalitat Valenciana. CAPA Ed. Valencia. 317-345.
- Tous, J. y Batlle, I. 1990.** El algarrobo. Mundi-Prensa. Madrid. 102 pp. ISBN: 84-7114-268-6.
- Tous, J.; Plana, J.; Romero, A. y Batlle, I. 1999.** Situación actual del material vegetal de algarrobo. Fruticultura Profesional. 104. 26-30.
- Van den Heede y Lecourt M. 1981.** El estaquillado. Mundi-Prensa Ed. Madrid. 197 pp.
- Vavilov, N.I. 1926.** Studies in the origin of cultivated plants. Lenin Acad. Agriculture Sciences Ed. Leningrado. URSS. 289 pp.
- Vavilov, N.I. 1930.** Wild progenitors of the fruit trees of Turkestan and Caucases and the problem of the origin of fruit trees. Proc. 9 th Internat. Hort. Congress. Londres. Gran Bretaña. 271-278.

- Viciana, M. 1564/1972 fac.** Crónica de la Inclita y Coronada Ciudad de Valencia y su Reyno. Universitat de Valencia Ed. Valencia. 3 vol.
- Weaver, R.J. 1976.** Reguladores del crecimiento de las plantas en la agricultura. Trillas Ed. México. México.
- Westwood, N.H. 1982.** Fruticultura de zonas templadas. Mundi-Prensa Ed. Madrid. 461 pp.
- Winer, N. 1980.** The potential of the carob (*Ceratonia siliqua* L.). Int. Tree Crops Journal. 1. 15-26.
- Yosif, A.K. and Alghzawi H.M. (2000).** Processing and characterization of carob powder. Food Chem. 69. 283-287.
- Zohary, M. 1973.** Geobotanical foundations of the Middle East. Fisher Ed. Stuttgart. Alemania. 370 pp.

GRANADO

- Agustí, M.; Zaragoza, S.; Bleiholder, H.; Buhr, L.; Hack, H.; Klose, R.; Stauss, R. 1995.** Escala BBCH para la descripción de los estadios fenológicos del desarrollo de los agrios (Gén. Citrus). Levante Agrícola. 332; 189-199.
- Ahmed, F. M. 1978.** Studies on developmental changes in fruit of some pomegranate varieties during growth and storage. M. Sc. Thesis, Faculty of Agriculture, Assiut University, Assiut, Egypt. Citado por: El-Sese, A.M. 1988. Assiut Journal of Agricultural Sciences 19:4:320-336.
- Aleksandrow A.D. 1950.** The pomegranate. Sad i ogorod N° 2, 9-40. Russia.
- Aliev, M.A. 1979.** Flowering and bearing of pomegranates in relation to the number of main branches on the bush. Subtropicheskie Kul'tury N° 6:63-65 [Ru] VNII Ch i Subtropicheskikh Kul'tur, (Abst. HcA 1625), Makharadze, Georgian, U.R.S.S.
- Aly, M. M. 1970.** Studies on the fruit bud formation and bearing habit on pomegranate. M. Sc. Thesis, Fac. of Agric., Ain Shams Univ., Egypt. Citado por: El-Sese, A.M. 1988. Assiut Journal of Agricultural Sciences 19:4:320-336.
- Amorós, A.; Melgarejo, P.; Martínez, J.J.; Hernández, F. y Martínez, J. 1998.** Caracterización de los frutos de cinco clones de granado (*Punica granatum* L.) cultivados en condiciones homogéneas. I Symposium Internacional sobre el granado. MV-P4. Orihuela (Alicante).
- Amorós, A.; Melgarejo, P.; Mondejar, L.; Giménez, M. y Martínez-Valero, R. 1997.** Actas de Horticultura. II Congreso Iberoamericano y III Congreso Ibérico de Ciencias Hortícolas. 15: 484-489.
- Anónimo. 1981a.** Norma de calidad, Orden de 8 de octubre de 1981, por la que se dicta la norma de calidad para el comercio exterior de granadas. B.O.E. de 24 de octubre de 1981.
- Anónimo. 1981b.** Disposiciones complementarias a la norma de calidad: resolución de 8 de octubre de 1981, de la dirección general de la exportación, por la que se dictan disposiciones complementarias a la norma de calidad para el comercio exterior de granadas. B.O.E. de 24 de octubre de 1981.
- Anónimo: Division of Agricultural Sciences. 1977.** Growing pomegranates in California. University of California. Leaflet 2459. EE.UU. Citado por: El-Sese, A.M. 1988. Assiut Journal of Agricultural Sciences 19:4:320-336.
- Artés, F. 1992.** Factores de calidad y conservación frigorífica de la granada. II Jornadas Nacionales del Granado. Univ. Politécnica de Valencia.
- Artés, F., Gil, M.I. y Martínez, J.A. 1995.** Procedimiento para la conservación de semillas de granada en fresco. Patente n° 9502362.
- Artés, F.; Marín, J.G. y Martínez, J.A. 1996.** Controlled atmosphere storage of pomegranates, Z. Lebensm. Unters. Forsch., 203: 33-37.
- Artés, F.; Melgarejo, P. y Caballer, J. 1998.** Antocianos de granada de recolección tardía. I Symposium Internacional sobre el granado. PR-P3. Orihuela (Alicante).
- Artés, F., Villaescusa, R. y Tudela, J.A. 1998b.** Improving pomegranate quality and shelf life by curing and intermittent warming during cold storage. International Conference on Advances in Refrigeration Systems, Food technologies and Cold Chain. Sofia, Bulgaria.

- Artés, F.; Melgarejo, P. y Caballer, J. 1998.** Conservación frigorífica de variedades tardías de granada. I Symposium Internacional sobre el granado. PR-P4. Orihuela (Alicante).
- Artés, F. y Tomás-Barberán, F. 1998.** Tratamientos postrecolección y productos derivados. I Symposium Internacional sobre el granado. PR-0. Orihuela (Alicante).
- Artés, F.; Tudela, J.A. y Gil, M.I. 1998a.** Improving the keeping quality of pomegranate fruit by intermittent warming, *Z. Lebensm. Unters. Forsch.* En prensa.
- Artés, F.; Tudela, J.A.; Marín, J.G. y Gil M.I. 1998.** Nuevos tratamientos térmicos para mejorar la calidad de la granada. I Symposium Internacional sobre el granado. PR-02. Orihuela (Alicante).
- Asif, M.I. y Al-Tahir, O.A. 1983.** The effects of some chemicals and growth of "Date Palm". *HortScience*, 18 (3): 479-480
- Bahgat, M. 1958.** The pomegranate. U.A.R. Dept. of Agric. Bull. 45. Citado por: El-Sese, A.M. 1988. *Assiut Journal of Agricultural Sciences* 19:4:320-336.
- Baldini, E. 1992.** *Arboricultura General*. Ed. Mundi-Prensa. Madrid.
- Barone, H.; Caruso, T.; Marra, F.P. and Sottile, F. 1998.** Preliminary observations on some sicilian pomegranate (*Punica granatum* L.) varieties. I Symposium Internacional sobre el granado. MV-P5. Orihuela (Alicante).
- Ben-Arie, R.; Segal, N. y Guelfat-Reigh, S. 1984.** The maturation and ripening of the Wonderful pomegranate. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* V. 109 (6): 898-902.
- Bleiholder H.; van den Boom T.; Langelüddeke P. and Stauss R. 1989.** Einheitliche Codierung der phänologischen Stadien bei Kultur- und Schadpflanz. *Gesunde Pflanzen*; 41, 381-384.
- Blumenfeld, A.; Shaya, F. and Hillel, R. 1998.** **Cultivation of pomegranate** I Symposium Internacional sobre el granado. TC-0. Orihuela. (Alicante).
- Burgos, L. 1991.** Tesis Doctoral: Biología floral de variedades de albaricoquero (*Prunus armeniaca* L.). C.E.B.A.S. (C.S.I.C.). Murcia.
- Burns, W. 1930.** Firminger's manual of gardening in India. Thacker, Spink and Co. Calcutta. India. Citado por: Josan *et al.* 1979. *Punjab Horticultural Journal*. 19: 66-70.
- Calderón, E. 1985.** *Fruticultura general*. Madrid. 763 pp.
- Chitale, S. D. y Deshpande, S. V. 1970.** Palynology of pomegranate. *Journal of Planynology*. 6:91-95. (cf. *Indian Sci. Abst.* 8:7808).
- Coletto, J.M. 1989.** Crecimiento y desarrollo de las especies frutales. *Agroguías mundi-prensa*. Madrid. 77-106.
- Columela, L. 1988.** De los trabajos del Campo. Edición a cargo de Antonio Holgado Redondo. MAPA-Siglo veintiuno de España Editores, S.A. Madrid. 339 pp.
- Contreras, F. 1983.** Trabajo Fin de Carrera: Polinización artificial de variedades nacionales de almendro. EUITA de Orihuela (U.P.V.). Orihuela. 70-77.
- Coret, A.; Salazar, D.; García, E. y Melgarejo, P. 1998.** propiedades colorimétricas y viabilidad comercial de granos de granada (*Punica granatum* L.) mínimamente procesados. I Symposium Internacional sobre el granado. PR-03. Orihuela (Alicante).
- Costa, Y y Melgarejo, P. 1998.** Costes de producción de granadas. I Symposium Internacional sobre el granado. EC-03. Orihuela (Alicante).
- Darekar, K.S.; Mhase, N.L. y Shelke, S.S. 1989.** Management of nematodes infesting pomegranate. *Int. Nematol. Network Newsl.* 6(3):15-17.
- Dhar, A.K. 1983.** In vitro germination and pollen tube growth of belladonna (*Atropa belladonna* L.). *Crop Improvement*, 10(2): 142-144.
- Dhar, A.K. 1983.** In vitro germination and pollen tube growth of belladonna (*Atropa belladonna* L.). *Crop Improvement*, 10(2): 142-144.
- Domínguez, F. 1976.** *Plagas y enfermedades de las plantas cultivadas*. 5ª ed. Dossat, S.A. Madrid. 955 pp.
- Du C.T.; Wang P.L.; Francis, F.J. 1975.** Anthocyanins of pomegranate, *Punica granatum*. *J.Food Sci* 40 417-418.
- El-Azzouni, M. y Boulos, S. 1960.** Histological and physiological studies on fruit bud differentiation flowering and fruit development of *Punica granatum*. Faculty of Agriculture, Assiut University,

- Assiut, Egypt. Citado por: El-Sese, A.M. 1988. Assiut Journal of Agricultural Sciences 19:4: 320-336.
- El-Kassas, S.E. 1984.** Seasonal changes in growth and nutrition of Manfalouty pomegranate fruits under certain soil moisture levels. Assiut J. Agric. Sci. 15 (1): 81-91. Egypt.
- El-Kassas, S.E.; Amen, K.I.A.; Hussein, A.A.; Osman, S.M. 1992.** Effect of certain methods of weed control and nitrogen fertilization on the yield, fruit quality and some nutrient contents of Manfalouty pomegranate trees: I- Flowering and fruit setting. Assiut Journal of Agricultural Sciences 23:3:183-198. Horticulture Department, Faculty of Agriculture, Assiut University, Assiut, Egypt.
- El-Salhy, A. 1985.** Fruiting of Manfalouty pomegranate as influenced by some growth regulators. M. Sc. Thesis. Fac. of Agric. Assiut University. Assiut, Egypt. Citado por: El-Sese, A.M. 1988. Assiut Journal of Agricultural Sciences 19:4:320-336.
- El-Shaarawy, M.I. and Nahapetian, A. 1983.** Studies of pomegranates seed oil. Fette Seifen Anstrichmittel (1983). 85 (3): 123-126.
- El-Sese, A.M. 1988.** Effect of time of fruit setting on the quality of some pomegranate cultivars. Assiut J. of Agric. Sci. 19:3, 55-69.
- El-Sese, A.M. 1988.** Physiological studies on flowering and fruiting habits of some pomegranate cultivars under Assiut conditions. Assiut Journal of Agricultural Sciences 19:4:320-336. Department of Horticulture, College of Agriculture, Assiut University, Assiut, Egypt.
- Feller C, Bleiholder H, Buhr L, Hack H, Hess M, Klose R, Meier U, Stauss R, van den Boom T, Weber E. 1995.** Phänologische Entwicklungsstadien von Gemüse. I. Zwiebel-, Wurzel-, Knollen- und Blattgemüse. Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzd, **47**; 193-206.
- Fernández, V.M. 1995.** Trabajo Fin de Carrera: Biología floral de cultivares de granado (*Punica granatum*, L.), autóctonos del sureste. Escuela Politécnica Superior de Orihuela (U.P.V.). Orihuela. 119 pp.
- Fernández Carrillo, M.A. 1996.** Trabajo Fin de Carrera. Biología floral de algunos cultivares de granado (*Punica granatum* L.) autóctonos del sureste: PTO2, PTO4, PTO7, PTO8, ME14 y ME15. Escuela Politécnica Superior de Orihuela (U.P.V.). Orihuela.
- Fleckinger J. 1945.** Notations phénologiques et représentations graphiques du développement des bourgeons de poiriers. C.R. Congrès de Paris de l' Association française pour l' avancement des Sciences. Bibliography reference in "Fruticultura" of Contanceau. 1971. Oikos-tau. Barcelona p.118.
- Font Quer, P. 1959.** Curso de botánica general y aplicada. Labor S:A. Barcelona. 483 pp.
- Font Quer, P. 1975.** Diccionario de botánica. Ed. Labor, s.a. Madrid. 1.242 pp.
- Fouad, M.M.; Barakat, M.R.; El-Yazal, S.A. 1979.** Bud burst activity, flowering and fruit set of de la Grenouillère and Manfaloti pomegranate cultivars under Guiza conditions. Research Bulletin, Faculty of Agriculture, Aim Shams University. N° 1089, 17 pp. [En, ar, 5 ref., 2 fig.]. (Abst. HcA 51, 2164), Cairo University, Cairo, Egypt.
- Font Quer, P. 1979.** Plantas medicinales. El Dioscórides renovado. Labor, S.A. 5ª ed. Barcelona. 1.033 pp.
- Fouad, M.M.; Barakat, M.R.; El-Yazal, S.A. 1979.** Comparative studies on fruit growth and development of de la Grenouillère and Manfaloti cultivars under Guiza conditions. Research Bulletin, Faculty of Agriculture, Aim Shams University. N° 1090, 21 pp. [En, ar, 14 ref.]. (Abst. HcA 51, 2165), Cairo University, Cairo, Egypt.
- García, A.; Samo, A.; Santamarina, M.P. 1988.** Morfología vegetal. Departamento de Biología Vegetal. Servicio de publicaciones 88.461. (U.P.V.). Valencia. 79-120.
- García, F. 2001.** Información personal. Información sobre nutrición hídrica y mineral de una finca de su propiedad en Orihuela (Alicante).
- García, E.; Salazar, D.; Melgarejo, P. y Coret A. 1998.** Determinación del índice de respiración y de la atmósfera modificada en el envase de productos mínimamente procesados. I Symposium Internacional sobre el granado. PR-05. Orihuela (Alicante).
- García, J. E. 1978.** Tesis Doctoral: Biología floral de variedades cultivadas de *Prunus amygdalus* Batsch. C.E.B.A.S. (C.S.I.C.). Murcia.

- García-Viguera, C. y Zafrilla, P. 1998.** Zumo de granada, un nuevo colorante natural. I Symposium Internacional sobre el granado. PR-05. Orihuela (Alicante).
- Gil, M.I.; Artés, F.; Tomás-Barberán, F.A. 1996.** Minimal processing and modified atmosphere packaging effects on pigmentation of pomegranate seeds" J.Food.Sci.,61,161-164.
- Gil, M.I.; Cherif, J.; Ayed, N.; Artés, F.; Tomás-Barberán, F.A. 1995b.** Influence of cultivar, maturity stage and geographical location on the juice pigmentation of Tunisian pomegranates. Z.Lebensm.Unters.Forsch, 201,361-364.
- Gil, M.I.; García-Viguera, C.; Artés, F.; Tomás-Barberán, F.A. 1995a.** Changes in pomegranate pigmentation during ripening. J.Sci.Food Agric. 68,77-81.
- Gil, M.I.; Tudela, J.A. y Artés, F. 1998.** efectos de atmósferas modificadas con elevadas concentraciones de CO₂ y reducidas de O₂ en la conservación de la granada. I Symposium Internacional sobre el granado. PR-P5. Orihuela (Alicante).
- Gil-Albert F. 1991.** Tratado de arboricultura frutal: vol.I- Aspectos de la morfología y fisiología del árbol frutal. 3ª ed. Ediciones Mundi Prensa. Madrid. 104 pp.
- Gilg, E. y Schürhoff, P.N. 1959.** Curso de botánica general y aplicada (traducción de P. Font Quer). Labor, S.A. Barcelona. 484 pp.
- Giménez, M.; Martínez, J.; Oltra, M.A.; Martínez, J.J. y Ferrández, J.M. 1998.** Análisis foliar en granado (*Punica granatum* L.): correlación con la cosecha. I Symposium Internacional sobre el granado. TC-06. Orihuela (Alicante).
- Giulivo, C. y Ramina, A. 1974.** Effecto di masa de azione del calcio sulla germinazione del polline di alcune specie arboree da frutto. Rivista Ortoflorofrutticoltura Italiana, 58: 3-13.
- Giulivo, C. y Ramina, A. 1974.** Effecto di masa de azione del calcio sulla germinazione del polline di alcune specie arboree da frutto. Rivista Ortoflorofrutticoltura Italiana, 58: 3-13
- Giulivo, C. y Ramina, A. 1974.** Effecto di massa ed azione del calcio sulla germinazione del polline di alcune specie arboree de frutto. Rivista Ortoflorofrutticoltura Italiana, 58: 3-13. Italia.
- Gómez de Barreda, D. 1994.** Sistemas de manejo del suelo en citricultura. Tratamientos herbicidas. Generalitat Valenciana. Valencia. 386 pp.
- González, A. 1983.** Trabajo Fin de Carrera: Compatibilidad floral en variedades extranjeras de almendro. EUITA de Orihuela (U.P.V.). Orihuela. 7-38.
- Guillamón, J.M. 1994.** Trabajo Fin de Carrera: Contribución al estudio de los estados fenológicos del granado (*Punica granatum* L.). EUITA de Orihuela (U.P.V.). Orihuela. 87 pp.
- Ghosh, D.; Bamdyopadhyay, A. and Sen, S.K. 1988.** Indian Agriculturist. 32: 4, 239-243.
- Hack H., Gall H., Klemke Th., Klose R., Meier U., Stauss R. and Witzemberger A. 1993.** The BBCH scale for phenological growth stages of potato (*Solanum tuberosum* L.). Proc. 12 Dreijahrestagung Euro. Geesell. Kartoff, Paris, 153-154.
- Harborne J.B. 1982.** Introduction to Ecological Biochemistry Academic Press, London, UK, p 32-43.
- Hartmann, H.T. y Kester, D.E. 1987.** Propagación de plantas. Ed. CECSA (Compañía Editorial Continental, S.A.). México.
- Hartmann, H.T. y Kester, D.E. 1990.** Propagación de plantas. CECSA (Compañía Editorial Continental, S.A.). México. 760 pp.
- Hauser, E. F. P y Morrison, J. M. 1964.** Cytochemical reduction of nitro blue tetrazolium as an index of pollen viability. American Journal of Botany, 51: 748-753.
- Hepaksoy, S.; Aksoy, U.; Can, H.Z. and Ui, M.A. 1998.** Determination of relationship between fruit cracking and some physiological responses, leaf characteristics and nutritiona status of some pomegranate varieties. I Symposium Internacional sobre el granado. PR-01. Orihuela (Alicante).
- Hernández, F. 1999.** Tipificación de cinco clones de granado. Tesis doctoral. Universidad Miguel Hernández de Elche. 179 pp.
- Hernández, F., Melgarejo, P.; Olias, J.M.; Ríos, J.J. y Artés, F.** Contenido en grasa y ácidos grasos en las semillas de 3 variedades de granado (*Punica granatum* L.). I Symposium Internacional sobre el granado. PR-01. Orihuela (Alicante).
- Herrera, A. 1988.** Agricultura General (edición crítica de E. Terrón). 2ª ed. MAPA. elgar. 445 pp.

- Holgado, A. 1988.** De los trabajos del campo-Lucio Moderato Colmuela. MAPA-Siglo veintiuno de España Editores, S.A. elgar. 339 pp.
- Ibrahim, A. M.F.; Attia, A.M.; Attala, A.M.; Hussein, A.M.; El-Kobbia, A.M. 1985.** Studies on fruit set and physicochemical properties of fruits of some pomegranate varieties grown in Alexandria. J. Agric. Res. Tanta Univ. 11 (2): 383-393.
- Iskenderova, Z.D. 1980.** Double forms of pomegranate and their uses in ornamental horticulture. Byulleten' Glavnogo Botanicheskogo Sada. N° 115: 58-62 [Ru, 3 ref., 4 pl.]. (Abst. HcA 1624), Azerbaidzhanski NII Sadovodstva, Kuba, elgarejo, S.S.R.
- Iskenderova, Z.D. 1988.** Floral organogenesis in double-flowered pomegranate. Subtropicheskie Kul'tury. N° 2, 140-145 [Ru, 7 ref.]. (Abst. HcA 5324), Azerbaidzhanski NPO po Sadovodstvu y Subtropicheskim Kul'turan, Kuba, elgarejo, S.S.R.
- Jalikop, S.H. y Sampath Kumar, P. 1990.** Use of a gene marker to study the mode of pollination in pomegranate (*Punica granatum* L.). Journal of Horticultural Science. 65 (2): 221-223. Fruit Breeding laboratory IV, Indian Institute of Horticultural Research, Hessaraghatta, Bangalore 560089, India.
- Janick, J. 1982.** Daylength response of dwarf pomegranate. HortScience. 17(4): 616. Department of Horticulture, Purdue University, West Lafayette, IN 47907. EE.UU.
- Jordan, L.S. y Day, R.E. 1973.** Weed control in citrus. Vol. III: In citrus industry. 3: 82-97.
- Josan J. S., Jawanda J. S. Y Uppal D. P. 1980.** Department of Horticulture, Punjab. Agricultural University, Ludhiana. 66-71.
- Josan, J.S.; Jawanda, J.S. y Uppal, D.K. 1979.** Studies on the floral biology of pomegranate. I Sprouting of vegetative buds, flower bud development, flowering habit, time and duration of flowering & floral morphology. Punjab Horticultural Journal. Department of Horticulture, Punjab Agricultural University, Ludhiana-141004. India. 59-55.
- Josan, J.S.; Jawanda, J.S.; Uppal, D.K. 1979.** Studies on the floral biology of pomegranate I. Sprouting of vegetative buds, flower bud development, flowering habit, time and duration of flowering & floral morphology. Punjab Horticultural Journal. 19: 59-65. Department of Horticulture, Punjab Agricultural University, Ludhiana-141004. India.
- Josan, J.S.; Jawanda, J.S.; Uppal, D.K. 1979.** Studies on the floral biology of pomegranate II. Anthesis, dehiscence, elgar studies and receptivity of stigma. Punjab Horticultural Journal. 19: 66-70. Department of Horticulture, Punjab Agricultural University, Ludhiana-141004. India.
- Josan, J.S.; Jawanda, J.S.; Uppal, D.K. 1979.** Studies on the floral biology of pomegranate III. Mode of pollination, fruit development and fruit cracking. Punjab Horticultural Journal. 19: 134-138. Department of Horticulture, Punjab Agricultural University, Ludhiana-141004. India.
- Kolesnikov, V.A. 1964.** Fruit biology. Mir Publishers Moscow. Moscow. U.S.S.R. Citado por: El-Sese, A.M. 1988. Assiut Journal of Agricultural Sciences 19:4:320-336.
- Kosenko, V.N. 1985.** Palynomorphology of representatives of the family Punicaceae. Botanicheskii Zhurnal 70 (1): 39-41 [Ru, 17 ref.] Botanicheskii Institut im. V. L. Komarova AN SSSR. Leningrad. U.S.S.R.
- Kulkarni, I.S. 1920.** Notes on cultivation of pomegranate. Mysore Journal of Agricultural Science, 7(2): 213-225. College of agriculture, Dharwar, Mysore State. India.
- Kwack (1965).**
- Kwack, B.H. 1965.** The effect of calcium on pollen germination. Proceeding of the American Society for Horticultural Science, 86: 818-823. EE.UU.
- La Rue, J.H. 1980.** Growing pomegranates in California. University of California. Division of Agricultural Sciences. Leaflet 2.459. 8 pp. EE. UU.
- Lancashire P.D, Bleiholder H, van den Boom T, Langelüddeke P, Stauss R, Weber E, Witzenberger,A. 1991.** A uniform elgar code for growth stages of crops and weeds. *Ann. Appl. Biol.* 119; 561-601.
- Lanski, E.; Shubert, S. and Neeman. 1998.** Pharmacological and therapeutic properties of pomegranate. I Symposium Internacional sobre el granado. PR-07. Orihuela (Alicante).
- Legua, P.; Melgarejo, P.; Martínez, M. y Hernández, F. 1998a.** Evolución del contenido de antocianos

- en 4 clones de granado (*Punica granatum* L.) durante el desarrollo del fruto. I Symposium Internacional sobre el granado. MV-O7. Orihuela (Alicante).
- Legua, P.; Melgarejo, P.; Martínez, M. y Hernández, F. 1998b.** Evolución del contenido en azúcares y en ácidos orgánicos en 3 clones de granado (*Punica granatum* L.) durante el desarrollo del fruto. I Symposium Internacional sobre el granado. MV-O7. Orihuela (Alicante).
- Lorenz D.H, Eichorn H, Bleiholder R, Klose U, Meier U, Weber E. 1994.** Phänologische entwicklungsstadien der Weinrebe (*Vitis vinifera* L. ssp. *Vinifera*). Codierung und Beschreibung nach der erweiterten BBCH-Skala. *Vitic. Enol. Sci.*, **49**; 66-70.
- Luza, J.G. 1987.** Pollen biology and pollination of walnut (*Juglans regia*, L.): “in vitro” and “in vivo” studies. Dissertation Abstract International, B(Sciences and Engineering), 48 (1):34B-34B
- Luza, J.G. 1987.** Pollen biology and pollination of walnut (*Juglans regia*, L.): “in vitro” and “in vivo” studies. Dissertation Abstract International, B (Sciences and Engineering), 48(1):34B-34B.
- Luza, J.G. y Polito, V.S. 1985.** “In vitro germination” and storage of English walnut pollen. *Scientia Horticulturae*, **27**: 303-316.
- Llorens, J.M. 1984.** Las cochinillas de los agrios. Generalidad Valenciana. Valencia. 159 pp.
- Maestre, J.; Melgarejo, P.; Tomás-Barberán, F. y García-Viguera, C. 1998.** Obtención de nuevos alimentos a base de granada. I Symposium Internacional sobre el granado. PR-04. Orihuela (Alicante).
- Maestre, J.; Senabre, R.; Melgarejo, P. y García-Viguera, C. 1998.** Elaboración de jaleas a partir de zumo de granada. I Symposium Internacional sobre el granado. PR-04. Orihuela (Alicante).
- Mars, M. 1993.** Les variétés de grenadier en Tunisie. G.O.V.P.F. Ecole Supérieure d'Horticulture de Chott-Mariem. Tunisie.
- Mars, M. 1998.** Pomegranate plant material: genetic resources and breeding (review). I Symposium Internacional sobre el granado. MV-0. Orihuela (Alicante).
- Martínez, J.J. 1999.** Biología floral y varietal del granado (*Punica granatum* L.). Tesis doctoral. Universidad Miguel Hernández de Elche. 625 pp.
- Martínez, J.J.; Melgarejo, P.; Hernández, F.; Legua, P. y Martínez, M. 1998.** Estudio de morfología floral de los clones de granado PTO8, CRO1 y ME14. I Symposium Internacional sobre el granado. MV-P1. Orihuela (Alicante).
- MAPA. 1986.** Atlas Agroclimático nacional de España. MAPA.
- Meier U, Bachmann L, Buhtz E, Hack H, Klose R, Märlander B, Weber E. 1993.** Phänologische Entwicklungsstadien der Beta-Rüben (*Beta vulgaris* L. ssp.). Codierung und Beschreibung nach der erweiterten BBCH-Skala mit Abbildungen. *Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzd.*, **45**; 37-41.
- Meier U, Garf H, Hack H, Hess M, Kennel W, Klose R, Mappes D, Seipp D, Stauss, Streif J, van den Boom T. 1994.** Phänologische entwicklungsstadien der kernobstes (*Malus domestica* Borkh. Und *Pyrus communis* L.), des steinobstes (*Prunus*-Arten), der johannisbeere (*Ribes*-Arten) und der erdbeere (*Fragaria x ananassa* Duch.). Codierung und beschreibung nach der erweiterten BBCH-Skala, mit abbildungen. *Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzd.* **46**; 141-153.
- Melgarejo, P. 1993a.** Tipificación varietal de granado (*Punica granatum* L.). *Agrícola Vergel*. 260-262.
- Melgarejo P. 1993b.** Selección y tipificación varietal de granado (*Punica granatum* L.). Tesis Doctoral. E.T.S.I.A. de Valencia. Melgarejod Politécnica de Valencia. Valencia. 618 pp.
- Melgarejo, P.; Hernández, F.; Martínez, J.J.; Salazar, D.M. y Maciá, F.V. 2001.** Propagación de granado mediante estaquillas herbáceas. IV Congreso Ibérico de Ciencias Hortícolas. Cáceres.
- Melgarejo, P.; Hernández, F.; Martínez, J.; Artés F. y Tomás-Barberán, F. 1998.** Evolución de los antocianos en el zumo de granada durante el proceso de maduración en los clones ME16, VA1 y BA1. I Symposium Internacional sobre el granado. MV-P3. Orihuela (Alicante).
- Melgarejo, P.; Legua, P.; Martínez, M. y Martínez, J.J. 1998.** Contribución al conocimiento de la calidad del polen de granado (*Punica granatum* L.). I Symposium Internacional sobre el granado. MV-P2. Orihuela (Alicante).
- Melgarejo P. y Martínez R. 1989.** El granado. Colegio Oficial de Ingenieros Agrónomos. Murcia. 111 pp.
- Melgarejo, P.; Martínez, J. y Amorós, A. 1998.** Estudio de la capacidad de enraizamiento de diez

- clones de granado (*Punica granatum* L.). I Symposium Internacional sobre el granado. TC-03. Orihuela (Alicante).
- Melgarejo, P.; Martínez, J.; Martínez, J.J.; Martínez-Valero, R. y Amorós, A. 1998.** Estudio de la capacidad de enraizamiento de once clones de granado (*Punica granatum* L.) utilizando la técnica de acolchado del suelo. I Symposium Internacional sobre el granado. TC-04. Orihuela (Alicante).
- Melgarejo, P. y Martínez, R. 1992.** El granado. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid. 163 pp.
- Melgarejo, P.; Martínez, J.J.; Hernández, F. y Martínez, J. 1998.** Estudio de diferentes medios de cultivo para el polen de granado (*Punica granatum* L.). I Symposium Internacional sobre el granado. MV-02. Orihuela (Alicante).
- Melgarejo, P.; Salazar, D.M.; Martínez, R. e Izquierdo, R. 1991.** El granado: evolución y perspectivas para su cultivo. Agrícola Vergel nº 117, 540-549. Valencia.
- Melgarejo, P., Martínez-Valero, R.; Guillamón, J.M.; Miró, M. y Amorós, A. 1996.** Phenological stages of the pomegranate tree (*Punica granatum* L.). Ann. Appl. elga. 130: 135-140.
- Melgarejo, P., Martínez-Valero, R.; Guillamón, J.M.; Miró, M. y Amorós, A. 1997.** Estados fenológicos del granado (*Punica granatum* L.). Actas de Horticultura. II Congreso Iberoamericano, III Congreso Ibérico de Ciencias Hortícolas. Tomo 1. fruticultura: 414-418. Vilamoura.
- Melgarejo P.; Martínez, J.; Martínez, J.J.; Martínez Valero R. y Amorós, A. 1998.** Estudio de la capacidad de enraizamiento de once clones de granado (*Punica granatum* L.), utilizando la técnica de acolchado en el suelo. I Symposium Internacional sobre el granado. TC-04. Orihuela (Alicante).
- Melgarejo, P.; Sánchez, M.; Hernández, F.; Martínez, J.J. y Amorós, A. 1998.** Parámetros que permiten determinar la dureza y la agradabilidad no gustativa de las semillas de granada. I Symposium Internacional sobre el granado. PR-06. Orihuela (Alicante).
- Muñoz, J.A. 1998.** Sistemas de recolección, manipulación y comercialización de la granada (*Punica granatum* L.). I Symposium Internacional sobre el granado. EC-01. Orihuela (Alicante).
- Nalawadi, U.G.; Farooqui, A.A.; Dasappa; Narayana Reddy, M.A.; Gubbaiah; Sulikeri, G.S.; Nalini, A.S. 1973.** Studies on the floral biology of pomegranate (*Punica granatum* L.). Mysore Journal of Agricultural Science, 7: 213-225. College of agriculture, Dharwar, Mysore State. India
- Nath Nirmalendu y Randhawa, G.S. 1959.** Studies on floral biology in the pomegranate (*Punica granatum* L.). I. Flowering habit, flowering season, bud development and sex-ratio in flowers. II. Anthesis, dehiscence, pollen studies and receptivity of stigma. III. Pollination, fruit-set and seed formation. Indian J. Hort., 16: 61-68, 16: 121-135, 16: 136-140. India.
- Özgülven, A.I. and Yilmaz, C. 1998.** Pomegranate growing in Turkey. I Symposium Internacional sobre el granado. EC-02. Orihuela (Alicante).
- O'Kelly, J.C. 1955.** External carbohydrates in growth and respiration of pollen tubes "in vitro". American Journal of Botany, 42 (3): 322-326.
- Paños, C. 1998.** Comercialización de la granada: "Aptitudes de antaño para el futuro". I Symposium Internacional sobre el granado. EC-04. Orihuela (Alicante).
- Polito, V.S. y Luza, J.G. 1988 (a).** Low temperature storage of pistachio pollen. Euphatica, 39: 265-269.
- Polito, V.S. y Luza, J.G. 1988 (b).** Longevity of pistachio pollen determined by "in vitro" germination. Journal of the American Society for Horticultural Science, 113 (2): 214-217.
- Primo, E. 1987.** Química Agrícola III. Alimentos. Alambra. Madrid. 683 pp.
- Purohit, A.G. 1982.** Flower induction in deciduous pomegranate in tropics. Science and Culture, 146. Indian Institute Horticultural Research, Bangalore, Karnataka 560 080, India.
- Purohit, A.G. 1987.** Effect of pollen parent on seed hardness in pomegranate. Indian Journal of Agricultural Sciences. 57 (10): 753-755 Indian Institute Horticultural Research, Bangalore, Karnataka 560 080, India.
- Remy, P. 1953.** Contribution a l'étude du pollen der arbres fruitiers a noyau, genre Prunus. Annales de L'amelioration de Plantes, 3: 351-388.
- Rendele, A.B. 1938.** The classification of flowering plants. Vol. III. Cambridge University Press. U.K. Citado por: Josan *et al.* 1979. Punjab Horticultural Journal. 19: 66-70.
- Rozanov B.S. y Vorobeva L.T. 1976.** Winter dormancy in subtropical and nut crops. Horticultural Abstracts (1978), 48 (9): 8.632.

- Sala, E. 1990.** El cultivo del granado en la Comunidad Valenciana. Hoja divulgativa nº 4-90. Dirección General de Innovación y Promoción Agraria. Conselleria D'Agricultura I Pesca. Generalitat Valenciana. Valencia. 25 pp.
- Sánchez-Capuchino, J.A. 1986.** Información personal.
- Sánchez-Monge E. 1974.** Fitogenética (mejora de plantas). Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias-Ministerio de Agricultura. Madrid. 456 pp.
- Sandhu, A.S.; Minhas, P.P.S.; Singh, S.N. and Kambhoj, J.S. 1991.** Indian Journal of Horticulture. 48: 4, 302-304.
- Sepúlveda, E.; Galleti, I; Saénz, C. y Tapia, M. 1998.** Procesamiento mínimo de granada cv. Wonderful. I Symposium Internacional sobre el granado. PR-PI. Orihuela (Alicante).
- Sfakiotakis, E.M.; Simons, D.H.; Dilley, D. 1972.** Pollen germination and the growth: dependent on carbon dioxide and independent of ethilene. *Plant Physiology*, 49: 963-967.
- Shamsingh; Krishnamurth, S.; Katyal, S.L. 1960.** Fruit culture in India. I.C.A.R. pp.: 189-196. India.
- Sharma C. M. y Gaur R. D. 19 Kwack (1965).82.** *Journal of Palynology*. 82-89.
- Sharma, C.M. y Gaur, R.D. 1984.** Studies on morphology, germination and viability of pomegranate (*Punica granatum* L.) pollen. *Journal of Palynology*: 20 (2): 87-92. Palynology Laboratory, Department of Botany, University of Garhwal Srinagar-246 174. Srinagar-Garhwal, U. P., India.
- Siddiqui, Z.A. y Khan, M.W. 1986.** A survey of nematodes associated with pomegranate in Libya and evaluation of some systemic nematicides for their control. *Pak J. Nematol.*, 4(2): 83-90.
- Singh, R.P.; Kar, P.L.; Dhuria, H.S. 1978.** Studies on the behaviour of flowering and sex expression in some pomegranate cultivars. *Plant Sciences*. 10: 29-31. (Abst. HcA 3347), Himanchal Pradesh Krishi Vishva Vidyalaya, Solan-173 213, India.
- Singh, R.P.; Kar, P.L.; Dhuria, H.S. 1980.** Floral biology studies in some pomegranate cultivars. *Haryana Journal of Horticultural Sciences* 9 (1-2): 7-11. Department of Horticulture, H. P. Krishi Vishva Vidyalaya. College of Agriculture, Solan, India.
- Singh, R.S. 1994.** Effect of growth substances on rooting of pomegranate cuttings. *Current Agriculture*. 18: 1-2, 87-89.
- Sotrafa, S.A. 1996.** Plásticos para la agricultura. Alicante.
- Stauss R. 1994.** Compendium of growth stage identification keys for mono- and dicotyledonous plants. Extended BBCH scale. Ciba-Geigy AG, Postfach, Basel, ISBN 3-9520749-0-x.
- Strasburger, E.; Noll, F.; Schenck, H. y Schimper, A.F. 1986.** Botánica (traducción del Dr. Oriol de Bolos). 7ª edición española. Marín, S.A. Barcelona. 1098 pp.
- Terrón, E. 1988.** Agricultura General, compuesta por Alonso de Herrera. MAPA. Madrid. 445 pp.
- Toledo, J.; Sánchez, J.; Lozano, M. y Albuje, E. 1991.** Plagas del granado, estrategia de lucha. Generalidad Valenciana. Valencia. 115 pp.
- Van den Heede y Lecourt, M. 1981.** El estaquillado. Ed. Mundi-Prensa. Madrid.
- Vasil, L.K. 1964.** Effect of boron of pollen germination and pollen tube growth. En: *Pollen physiology and fertilization*. Edit for Liskens, H.F. North-Holland., Amsterdam. Pp. 107-119.
- Visser, J. 1955.** Germination and storage of pollen. *Meded. Landb. Hogesch. Wageningen*, 55 (1):1-68.
- Weaver, R.J. 1976.** Reguladores del crecimiento de las plantas en la agricultura. Ed. Trillas, S.A. México.
- Westwood, N.H. 1982.** Fruticultura de Zonas Templadas. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid. 461 pp.
- Zadoks, J.C.; Chang, T.T.; Konzak, C.F. 1974.** A decimal code for the growth stages of cereals. *Weed Research*. 14; 415-421.

JINJOLERO

- AOAC. 1984.** Official Methods of Análisis. 14th edition. Association of Official Analytical Chemist. Virginia. USA.
- Baldini, E. 1992.** *Arboricultura General*. Ed. Mundi-Prensa. Madrid.
- Berrocal, L.M.; Ballester, A.; Andreu, R. y Amores, F. 1999.** El azufaifo. (UMH). 21 pp.
- Columela, L. 1988.** De los trabajos del Campo. Edición a cargo de Antonio Holgado Redondo. MAPA-Siglo veintiuno de España Editores, S.A. Madrid. 339 pp.

- Ctiff. 1992.** Nuevas especies frutales. Mundi-Prensa. Madrid. 194 pp.
- Domínguez, F. 1976.** Plagas y enfermedades de las plantas cultivadas. 5ª ed. Dossat, S.A. Madrid. 955 pp.
- Font Quer, P. 1959.** Curso de botánica general y aplicada. Labor S:A. Barcelona. 483 pp.
- Font Quer, P. 1979.** Plantas medicinales. El Dioscórides renovado. Labor, S.A. 5ª ed. Barcelona. 1.033 pp.
- Gil-Albert F. 1991.** Tratado de arboricultura frutal: vol.I- Aspectos de la morfología y fisiología del árbol frutal. 3ª ed. Ediciones Mundi Prensa. Madrid. 104 pp.
- Gilg, E. y Schürhoff, P.N. 1959.** Curso de botánica general y aplicada (traducción de P. Font Quer). Labor, S.A. Barcelona. 484 pp.
- Giulivo, C. y Ramina, A. 1974.** Effecto di masa de azione del calcio sulla germinazione del polline di alcune specie arboree da frutto. Rivista Ortoflorofrutticoltura Italiana, 58: 3-13.
- Hernández, F. 1999.** Tipificación de cinco clones de granado cultivados en condiciones homogéneas. Tesis doctoral. EPSO (UMH).
- Hernández, P. 2002.** Caracterización de cuatro clones de jinjolero. UMH. Orihuela.
- Herrera, A. 1988.** Agricultura General (edición crítica de E. Terrón). 2ª ed. MAPA. 445 pp.
- Holgado, A. 1988.** De los trabajos del campo-Lucio Moderato Columuela. MAPA-Siglo veintiuno de España Editores, S.A. elgar. 339 pp.
- Lyrene, P.M. and Crocker, T.E. 1994.** The Chinese Jujube. University of Florida. Fact Sheet HS-50.
- M.A.P.A. 1993.** métodos oficiales de análisis. Tomo I, 344-346.
- MAPA. 1986.** Atlas Agroclimático nacional de España. MAPA. Madrid.
- Melgarejo, P. 1993.** Selección y tipificación varietal de granado (*Punica granatum* L.). Tesis doctoral. ETSIA de Valencia (UPV).
- Melgarejo, P. 2000.** Tratado de fruticultura para zonas áridas y semiáridas. Vol. 1. Mundi-Prensa. Madrid. 382 pp.
- Primo, E. 1987.** Química Agrícola III. Alimentos. Alambra. Madrid. 683 pp.
- Rebour, H. 1970.** Frutales mediterráneos. Mundi-Prensa. Madrid. 410 pp.
- Sánchez-Monge E. 1974.** Fitogenética (mejora de plantas). Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias-Ministerio de Agricultura. Madrid. 456 pp.
- Strasburger, E.; Noll, F.; Schenck, H. y Schimper, A.F. 1986.** Botánica (traducción del Dr. Oriol de Bolos). 7ª edición española. Marín, S.A. Barcelona. 1098 pp.
- Terrón, E. 1988.** Agricultura General, compuesta por Alonso de Herrera. MAPA. Madrid. 445 pp.
- Westwood NH, 1982.** Fruticultura de Zonas Templadas. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid. 461 pp.

Glosario

- Absorber.-** Tomar agua, nutrientes u otros elementos o sustancias por las raíces u otros órganos de las plantas.
- Ácido Abscísico (ABA).-** Inhibidor natural del crecimiento.
- Ácido indol-butírico (AIB).-** Ácido 1H-indol-3-butanoico. Regulador de crecimiento tipo auxina. Considerado inicialmente como auxina sintética, se ha encontrado en maíz y en algunas dicotiledóneas. Muy utilizado para inducir la formación de raíces.
- Ácido naftalenacético (ANA).-** Ácido 1- naftalenacético. Regulador de crecimiento sintético tipo auxina. Muy utilizado para promover el aclareo de frutos.
- Aclareo.-** Técnica cultural mediante la que se quitan frutos recién cuajados a los frutales con objeto de favorecer el desarrollo y la calidad de los frutos que queden. El aclareo puede realizarse manualmente o mediante la aplicación de productos químicos (aclarantes).
- Acodo.-** Procedimiento de propagación vegetativa consistente en enraizar tallos de una planta que permanecen unidos a la misma.
- Acrópeto.-** Que tiene lugar desde la base hacia el extremo de un órgano. Se utiliza este término tanto en procesos de diferenciación como de transporte.
- Agostamiento.-** Transición de brote, de consistencia herbácea, a ramo, de consistencia leñosa, caracterizada por la deposición de lignina en las paredes celulares secundarias.
- Angiospermas.-** Plantas con ovarios cerrados.
- Aquenio.-** Fruto seco que posee una sola semilla y un pericarpio coriáceo no soldado con la semilla (fruto de las compuestas).
- Arquiclamídeas.-** Plantas sin pétalos o con pétalos libres entre sí.
- Auxina.-** Cada uno de los componentes de un grupo de hormonas naturales que regulan y/o provocan, cuando se aplican exógenamente, unas respuestas características en las plantas y sus células, como el mantenimiento de la dominancia apical, el alargamiento celular y la secreción de protones por la membrana celular. Su presencia es necesaria para la división celular.
- Balausta.-** Fruto del granado, en el que el tálamo ha adquirido un gran desarrollo.
- Basípeto.-** Que tiene lugar del extremo hacia la base de un órgano. Se utiliza este término tanto en procesos de diferenciación como de transporte.
- Baya.-** Fruto cenocárpico, indehiscente, con el pericarpo completamente carnoso.
- Baya.-** Fruto con semillas generalmente numerosas y alojadas en un pericarpo totalmente carnoso y blando. Ejemplo: arándano, naranja, uva, granada. La baya verdadera deriva únicamente del ovario (uva), mientras que la falsa baya deriva del ovario más los tejidos del receptáculo como en el caso del arándano azul.
- Caducifolia.-** Especie de follaje caduco.
- Callo.-** Tejido cicatricial que se forma en los bordes del injerto, en la base de las estaquillas sometidas a enraizamiento o en cualquier herida. Sus células están indiferenciadas.
- Chupón.-** Ramo de madera de gran vigor y desprovisto de yemas de flor. Suelen crecer rectos desde el tronco y ramas principales de los frutales.
- Cleistogámia.-** Autopolinización previa a la apertura de la flor.
- Clon.-** Población o conjunto de plantas genéticamente idénticas por haberse obtenido de un individuo por propagación asexual.
- Clorosis.-** Amarilleamiento de las hojas. Puede producirse por distintas causas: carencia de hierro, carencia de nitrógeno, asfixia radicular, etc.

- Cotiledones.**- Hojas embrionales; existen ya en la semilla formando parte del embrión, en número de uno en las monocotiledóneas, dos en las dicotiledóneas y mayor número en muchas especies coníferas. Son hojas que cuando salen al exterior tras la germinación de las especies de germinación epígea, presentan color verde y sin embargo no son fotosintéticas.
- Cromosomas.**- Estructuras del núcleo de las células compuestas por pares de bases, cuyas secuencias forman los genes. Son las unidades hereditarias.
- Cuajado de fruto.**- Se denomina así al estado fenológico correspondiente al desarrollo del ovario y/o otras estructuras adyacentes tras la floración. Se distingue porque los pétalos se caen y los estambres se secan, presentando el fruto recién cuajado un diámetro de varios milímetros.
- Defoliación.**- Pérdida natural o provocada de las hojas de una planta.
- Desertización.**- Acción y efecto de desertizar.
- Desfonde.**- Labor profunda del suelo, excediendo normalmente los 40 cm, a fin de hacerlo más permeable, aireando las capas inferiores. A diferencia del subsolado, que rompe los horizontes endurecidos inferiores mediante una reja estrecha y robusta, el desfonde se realiza con arados del tipo vertedera.
- Despunte.**- Pinzamiento. Eliminación del extremo apical de un brote para frenar su crecimiento.
- Dicotiledóneas.**- Además de presentar dos cotiledones u hojas embrionales, presentan otras características que las diferencian de las monocotiledóneas como son: hojas con nervadura reticulada (penninervias), flores generalmente penta o tetrámeras, los haces conductores del tallo presentan una disposición cíclica y con cambium (hacecillos abiertos). A su vez se clasifican en dos grupos: Arquiclamídeas (sin pétalos, o con pétalos libres entre sí) y Metaclamídeas (con pétalos concrecentes en mayor o menor extensión).
- Diferenciación floral.**- Primer cambio discernible en la transformación de una yema indiferenciada a yema de flor.
- Diploide.**- Planta cuyos cromosomas están duplicados.
- Dominancia.**- Capacidad de prevalecer o sobresalir.
- Élitros.**- Ala anterior coriácea de los coleópteros.
- Envero.**- Cambio de color del fruto cuando empieza a madurar.
- Escorrentía.**- La parte del agua de precipitación que no puede infiltrarse en el área sobre la que cae, sino que vierte fuera de ésta.
- Fanerógamas.**- Plantas en las que los órganos sexuales están constituidos por hojas profundamente modificada, formando las flores. Los estambres poseen sacos polínicos (microsporangios) en cuyo interior se hallan las células masculinas o granos de polen (microsporas), y los carpelos contienen óvulos (macrosporangios) en los cuales se desarrolla la ovocélula (macrospora).
- Fenología.**- Estudio de las relaciones entre las condiciones climáticas y fenómenos biológicos periódicos, como la floración de las plantas.
- Fisiopatía.**- Alteración metabólica provocada por factores abióticos, que puede manifestarse en la planta o en alguno de sus órganos.
- Flor hermafrodita.**- La que tiene androceo y gineceo. Flor en la que concurren los dos sexos.
- Fruto complejo.**- El que procede de la fructificación en la que concurren otros órganos además de las hojas carpelares. A diferencia de la infrutescencia, que procede de varias flores, éstos proceden siempre de una sola flor.

- Frutos verdaderos.**- Son aquellos que proceden, sin excepción, únicamente de las hojas carpelares (incluyendo los óvulos). Se clasifican en frutos secos y en frutos carnosos. **Frutos secos:** estos a su vez se clasifican en Indehiscentes (nuez, aquenio, diaquenio y cariósipide) y en Dehiscentes (Folículo, polifolículo, legumbre, silicua y cápsula). **Frutos carnosos:** Drupa y baya.
- Giberelina-3 (GA₃).**- Una de las giberelinas naturales. Se produce en grandes cantidades por el hongo *Gibberella fujikuroi*, que la secreta del medio de incubación y es el procedimiento de obtención más frecuente. Aplicada a los medios de cultivo inhibe, normalmente, la morfogénesis.
- Gineceo.**- Conjunto de los órganos sexuales femeninos (carpelos) de las flores.
- Ginnospermas.**- Plantas con hojas carpelares abiertas.
- Glándulas nectaríferas.**- Nectario. Glándula que secreta una solución concentrada (hasta del 60%) de azúcares, denominada néctar. El néctar contiene normalmente una mezcla de monosacáridos, disacáridos, fundamentalmente sacarosa, y oligosacáridos de bajo grado de polimerización, siendo su composición característica para cada especie.
- Grado Brix.**- Medida del contenido en sólidos solubles. Expresa el porcentaje de azúcares en una solución.
- Granizo.**- Precipitación formada por granos de hielo translúcidos o transparentes, casi siempre esféricos, de 2 a 5 mm de diámetro, que rebotan en el suelo. Si los granos de hielo son blancos, opacos, se llama *granizo blando o nieve granulada*.
- Hábitat.**- Conjunto local de condiciones geofísicas en las que se desarrolla la vida de una especie o de una comunidad.
- Hora-frío.**- Cada hora con una temperatura inferior a 7°C. El número acumulado de horas frío se utiliza en pomología para establecer las necesidades de frío invernal para la salida del reposo de las especies frutales.
- Iniciación floral.**- Estímulos necesarios para que se produzca la diferenciación floral.
- Latencia secundaria.**- La inducida por un factor ambiental desfavorable en una semilla ya embebida, que impide su germinación o prolonga el período de emergencia de las plántulas.
- Lignificación.**- Impregnación de la pared celular con lignina. Es un proceso característico de las células con paredes secundarias. La lignificación se inicia en la lámina media, progresando después en la pared primaria y, por último, en la secundaria.
- Limbo.**- Región aplanada de la hoja. Consta de tejidos conductores (nervios), tejido parenquimático (clorénquima) y una epidermis protectora, estando estructuralmente adaptado para la fotosíntesis.
- Mastic.**- Ungüento que se emplea para sellar la unión del injerto y proteger las superficies cortadas en patrón e injerto.
- Mata.**- Forma arbustiva de menos de un metro de altura.
- Monocotiledóneas.**- Presentan un solo cotiledón, las hojas son paralelinervias, las flores son trímeras y en el tallo presentan hacecillos conductores esparcidos, sin *cambium* (hacecillos cerrados).
- Monopodio.**- Eje principal de un sistema de ramas, que se forma por el crecimiento de un meristemo apical. Este crecimiento es discontinuo en las plantas perennes, alternando períodos de actividad meristemática con otros en que aquella cesa, y en que el meristemo apical queda normalmente protegido por escamas, formando la yema terminal.
- Mucrón.**- Punta corta que presenta el extremo de un órgano.
- Myrtales (Mirtifloras).**- Plantas con flores periginas o epiginas, generalmente actinomorfas,

con periantio doble. Androceo compuesto de uno o dos verticilos estaminales, a menudo con estambres numerosos por desdoblamiento. Gineceo sincárpico, con carpelos cerrados. Hojas las más de las veces opuestas y sin estípulas. Hierbas o plantas leñosas, generalmente ricas en aceites esenciales.

Nascencia.- Emergencia. Profusión de la plántula por encima de la superficie del terreno.

°Be: grado Baumé.- Unidad de la escala de densidad Baumé. A 15.6 °C, si n son los grados Baumé de una disolución, su densidad específica se evalúa así: líquidos más densos que el agua, $r = 145 / (145 - n)$; líquidos más ligeros que el agua $r = 140 / (130 + n)$.

Ojo dormido.- Período en el que la yema del injerto se encuentra en estado latente.

Parénquima.- Tejido vegetal constituido por células vivas de pared delgada (primaria) y relativamente indiferenciadas. Normalmente no presenta una estructura elaborada, si bien puede presentarse una especialización funcional como tejido de reserva (parénquima reservante) o de asimilación (parénquima clorofílico). En algunos casos presenta espacios intercelulares de gran tamaño e intercomunicados (parénquima).

Partenocarpia.- Desarrollo natural o inducido del fruto sin semilla. Puede ser originada por la ausencia de polinización y fecundación (partenocarpia en sentido estricto) o por el aborto del embrión.

Patrón.- Planta sobre la cual se injerta una púa o una yema de otra. El patrón proporciona el sistema radical y una porción del tronco del nuevo individuo.

Pedrisco.- Se denomina así a la precipitación formada por trozos de hielo irregulares, de diámetro mayor de 5 mm, transparentes o con capas opacas.

Polígama.- Especie que presenta flores unisexuales y hermafroditas en la misma o en diferentes plantas.

Polinizador.- Cultivar utilizado en las plantaciones como fuente de polen.

Polinizante.- Agente para el transporte del polen, como las abejas y el viento.

Pollizo.- Sierpe.

Punica.- Único género de las punicáceas. Posee 2 especies: *P. granatum* L. (cultivada y de frutos comestibles) y *P. granatum nana* L. o *P. nana* L. (arbolitos enanos, utilizada en jardinería y de frutos no comestibles).

Punicaceae (Punicáceas).- Arbolitos con hojas enteras y flores axilares, muy vistosas, con tálamo apezonado, profundamente cóncavo y carnoso. Sépalos en número de 5 a 7, también carnosos y persistentes; pétalos: 5-7, alternisépalos. Estambres numerosos, y carpelos en número variable, generalmente 8, superpuestos en 2 verticilos por el desarrollo del tálamo, formando un ovario sincárpico en parte o totalmente con aquél. El fruto es complejo, envuelto más o menos completamente por el tálamo, con varias cavidades polispermas, separadas entre sí por tenues tabiques membranosos. Este fruto recibe el nombre de **balausta**. Las semillas son gruesas y tienen la cubierta carnosa (testa carnosa o pulposa). Sólo comprende el género *Punica*.

Pupa.- Fase de desarrollo posembriionario de los insectos holometábolos, comprendida entre la larva y el adulto.

Raíz pivotante.- La principal, robusta y penetrante en profundidad, que fija algunas plantas firmemente al suelo. En ocasiones se carga de reservas, situación característica en algunas plantas bienales.

Ramo mixto.- El que tiene yemas de flor y de madera.

Sépalo.- Cada una de las piezas del cáliz.

Sierpe.- Brote que surge de una yema adventicia de la raíz o del cuello de los árboles. En algunas plantas se ha empleado como propágulo en multiplicación vegetativa.

- Simpodio.**- Sistema de ramificación con un eje aparente que se compone realmente por ramas laterales de varios órdenes. En las plantas que lo presentan, la yema terminal se desprende al final de cada período de crecimiento, y éste continúa por una yema lateral en posición subapical, repitiéndose el proceso en cada estación de crecimiento.
- Solana.**- Vertiente de un valle expuesta al sol y opuesta a la umbría.
- Subsolado.**- Labor profunda que se realiza con objeto de eliminar suelas de labor o romper y/o desmenuzar horizontes o capas duras del interior del suelo sin invertir el perfil y minimizando la mezcla vertical del suelo.
- Tegmen.**- Parte leñosa de las semillas de granado (cubiertas interiores), que incluye los cotiledones y el embrión. La cubierta (testa) de estas semillas es carnosa o pulposa.
- Tipificación.**- Clasificación de los productos en clases o categorías comerciales, generalmente definidas en las normas de calidad.
- Tresbolillo.**- Marco hexagonal. Marco de plantación en el que las plantas se disponen en los vértices de un triángulo equilátero, equidistando entre ellos.
- Unidad de calor.**- Grado-día. Unidad de calor que representa un grado de temperatura que en un día dado la temperatura media sobrepasa una temperatura umbral. El número acumulado de grados-día se utiliza para determinar la duración de un proceso, como la maduración del fruto.
- Yema axilar.**- La que se forma en las axilas de las hojas. En general, se ubican sobre la mediana de la hoja tectriz.
- Yema latente.**- La que permanece sin evolucionar durante un tiempo indefinido. Puede forzarse su crecimiento mediante poda.
- Yema terminal.**- La que se forma en la extremidad del brote.

Índices de tablas, figuras, gráficos y fotografías

Tablas

TABLAS DE ALGARROBO

1. Zonas productoras de algarrobo más destacadas a finales del siglo XVIII en la actual Comunidad Valenciana	52
2. Evolución de superficies número de árboles diseminados y producción de algarrobo en España tomando como referencia intervalos de 5 años	53
3. Evolución de la superficie de cultivo del algarrobo en la Comunidad Valenciana	55
4. Superficie de cultivo de algarrobo en las distintas Comunidades Autónomas españolas ..	55
5. Producciones medias citadas por distintos autores en varios países para el algarrobo	56
6. Sensibilidad a la salinidad de distintas especies frutales	58
7. Extracciones de elementos fertilizantes mayoritarios citadas por diversos autores y referidas a 100 Kg de algarroba y basadas en análisis de estos frutos en maduración ...	73
8. Extracciones de algunos elementos químicos por el algarrobo. Datos por árbol y expresados en Kilogramos	74
9. Composición básica de pulpa y garrofín en la algarroba	88
10. Lista de las llamadas variedades de algarroba. Establecida por Bassa y citada por Daris ...	91
11. Variedades de algarrobo cultivadas en España	92
12. Variedades minoritarias	93
13. Principales variedades hermafroditas	93
14. Estructura varietal básica del cultivo del algarrobo en Italia	94
15. Estructura varietal básica del cultivo del algarrobo en Portugal	94
16. Clasificación general de variedades atendiendo al sexo de sus flores en el algarrobo	95
17. Resistencia al corte de distintas denominaciones de algarrobo estudiada en Valencia	96
18. Variedades caracterizadas y sometidas a estudio en la Comunidad Valenciana	100
19. Datos básicos del número de árboles prospectados, controlados y caracterizados de algarrobo en la Comunidad Valenciana	101
20. Características biométricas de frutos maduros: medias	114
21. Rendimientos en garrofín de algunas variedades de algarrobo seleccionadas en Valencia y Murcia	121
22. Distribución porcentual de las distintas partes que conforman la algarroba y los constituyentes del garrofín	144
23. Composición en elementos químicos de la pulpa de algarroba	145
24. Contenido en azúcar en la pulpa de algarroba y composición de esta en distintos azúcares también expresados en porcentaje del contenido total de estos azúcares	145
25. Composición en principios inmediatos y otros constituyentes de la pulpa de la algarroba ..	146
26. Composición desglosada de los azúcares que forman los polisacáridos presentes en pulpa, garrofín y goma de garrofín	147
27. Contenido porcentual de azúcares totales en la pulpa de algunas variedades de algarrobo ..	147
28. Contenidos de azúcar en la algarroba producida en distintas zonas y países	148
29. Composición proteica de la goma de garrofín	148
30. Composición en aminoácidos de la pulpa y otras partes de la algarroba	149
31. Composición porcentual básica de la semilla de algarroba	150

32. Porcentaje de garrofín obtenido en el troceado de la algarroba	150
33. Peso medio indicado del garrofín en algunas variedades	152

TABLAS DE GRANADO

34. Datos morfológicos de frutos enteros: variedad BA1	191
35. Morfología de semillas: variedad BA1	193
36. Morfología de hojas. Variedad ME6	193
37. Estados fenológicos del granado	196
38. Receptividad del estigma en granado por el método de fruta cuajada	202
39. Exportaciones por meses en la campaña 1997-98	214
40. Resistencias diferenciales a la salinidad de los principales cultivos frutícolas	220
41. Comportamientos medios de determinadas combinaciones injerto/patrón frente a la clorosis férrica	221
42. Distribución de la tierra según tamaño de la parcela en Elche	222
43. Distribución de la tierra según el tamaño de la parcela en Albaterra	223
44. Requisitos climáticos del cultivo	227
45. Tratamientos y resultados del ensayo de enraizamiento	254
46. Tratamientos y resultados del ensayo de enraizamiento con acolchado plástico	258
47. Gastos de preparación, cultivo y arranque de estaquillas	258
48. Resultados de estaquillado herbáceo utilizando turba (2/3) + vermiculita (1/3)	262
49. Resultados de estaquillado herbáceo utilizando turba (2/3) + perlita (1/3)	263
50. Fertilización con abonos simples en riego por inundación	270
51. Fertilización en riego por goteo	271
52. Fertilizantes en riego por inundación	272
53. Fertilizantes en riego por inundación (Tratamiento 1)	273
54. Fertilizantes en riego por inundación (Tratamiento 2)	273
55. Fertilizantes en riego por inundación (Tratamiento 3)	273
56. Concentración de elementos nutrientes en hojas de un clon de la variedad Mollar y rango de normalidad preliminar	275
57. Clones de granado en el banco de germoplasma de la EPSO (UMH)	278
58. Supervivencia al transplante de plantas de granado conservadas en cámara frigorífica	283
59. Calendario orientativo de prácticas de cultivo en riego por inundación	322
60. Pérdidas tras el periodo de conservación frigorífica	327
61. Pérdidas tras el periodo de comercialización	327
62. Evolución y contenido medio de azúcares en la granada	343
63. Contenido medio de ácidos orgánicos según orientaciones (%)	344
64. Contenido total en grasa (g/Kg materia seca) y su composición en ácidos grasos	346
65. Ácidos grasos en otros vegetales	346
66. Características físicas y químicas de las variedades autóctonas ME15 y BA1	347
67. Parámetros no gustativos en semillas de granada	358
68. Características organolépticas de semillas de granada	358

TABLAS DE JINJOLERO

69. Valores medios de los parámetros morfométricos del fruto y resultados estadísticos	378
70. Valores medios de los parámetros morfométricos de la semilla y resultados estadísticos	379
71. Valores medios de los parámetros morfométricos de hojas y resultados estadísticos	381
72. Características químicas del fruto	382
73. Valores medios de color en los distintos estados de madurez	384

Figuras

FIGURAS DE ALGARROBO

1. Distribución básica del algarrobo según el Atlas Nacional de España	25
2. Representación de frutos, hojas e inflorescencias de algarrobo	29
3. Centros de origen y diversificación de las plantas cultivadas según Vavilov	31
4. Hoja y foliolo de algarrobo	36
5. Esquema de los tres tipos de flores existentes en el algarrobo	37
6. Flores femeninas (b) y masculinas (c) en el algarrobo. Se esquematizan también un ovario en sección (a) y una inflorescencia	38
7. Evolución del desarrollo de una flor masculina de algarrobo	39
8. Evolución del desarrollo de una flor femenina hasta llegar a fruto joven	39
9. Evolución del desarrollo de una flor hermafrodita en el algarrobo	39
10. Forma y sección transversal de algunos frutos de distintas variedades femeninas de algarrobo	41
11. Forma y ubicación del garrofín en la algarroba	42
12. Estados tipo de desarrollo de las flores e inflorescencias femeninas de algarrobo	47
13. Flores e inflorescencias masculinas de algarrobo	47
14. Flores e inflorescencias hermafroditas de algarrobo	47
15. Producción de algarroba a finales del siglo XVIII	54
16. Representación gráfica de la superficie dedicada al cultivo del algarrobo en España en valores absolutos y relativos	54
17. Localización y cuantificación aproximada de la superficie dedicada al cultivo del algarrobo a finales del siglo XX en la Comunidad Valenciana	54
18. Ciclo anual del algarrobo	60
19. Distintos tipos de propagación empleados en el algarrobo	80
20. Esquema básico de industrialización de algarroba	141
21. Esquema básico de comercialización de algarroba	142
22. Esquema básico del procesado y obtención de productos a partir de la algarroba	143
23. Esquemas de algunas de las mediciones pomométricas a realizar en la algarroba y el garrofín	161

FIGURAS DE GRANADO

24. Centros de origen y diversidad de las plantas cultivadas, según Vavilov	172
25. Forma de los pétalos	183
26. Forma del cáliz	183
27. Situación del pistilo respecto a los estambres	184
28. Sección y partes de la flor hermafrodita	185
29. Sección longitudinal del fruto	190
30. Formas del ápice y de la base del fruto	191
31. Dimensiones del fruto	191
32. Sección y dimensiones de la semilla	192
33. Morfología de hojas	192
34. Estados fenológicos del granado	197

FIGURAS DE JINJOLERO

35. Centros de origen y diversificación de las plantas cultivadas según Vavilov	370
36. Dimensiones del fruto	378
37. Dimensiones del hueso	379
38. Dimensiones de la hoja	380

Gráficos

GRÁFICOS DE ALGARROBO

1. Curva de crecimiento de las algarrobas de las variedades algarrobo Negra y Banyeta en Borriol (Castellón)	60
2. Representación de los rendimientos medios en garrofín de algunos cultivares estudiados en la Comunidad Valenciana	120
3. Representación gráfica del peso y longitud de la algarroba y peso y rendimiento del garrofín en dos parcelas de ensayo establecidas en Liria y Cabanes	121
4. Representación gráfica del peso del fruto, peso del garrofín, longitud del fruto y rendimiento en garrofín estudiados en la Comunidad Valenciana (I)	122
5. Representación gráfica del peso del fruto, peso del garrofín, longitud del fruto y rendimiento en garrofín estudiados en la Comunidad Valenciana (II)	122
6. Representación de los rendimientos medios en garrofín de algunos cultivares y clones de algarrobo estudiados en la Comunidad Valenciana	151

GRÁFICOS DE GRANADO

7. Curva de floración de la variedad PTO4	180
8. Curva de floración de la variedad ME15	180
9. Curvas de floración de los clones PTO2, PTO4, PTO7 y PTO8	181
10. Curvas de floración de los clones PTO2, PTO4, PTO8, ME14 y ME15	181
11. Receptividad del estigma de la flor de granado (variedad Dholka)	201
12. Diagrama floral. Fechas medias para el periodo 1995-1998	206
13. Evolución de las superficies plantada y en producción (1965-2000*)	211
14. Evolución de precios de granada (1965-2000*)	211
15. Evolución de la exportación (1965-2000*)	213
16. Evolución de los costes de las estaquillas enraizadas de granado	267
17. Esquema seguido en la selección de material vegetal de granado	279
18. Proceso de manipulación	323
19. Evolución de antocianos en los clones ME16, VA1 y BA1	340
20. Evolución de los antocianos en el clon ME16	341
21. Evolución de los antocianos en el clon VA1	341
22. Evolución de los antocianos en el clon BA1	342

GRÁFICOS DE JINJOLERO

23. Coordenadas de color de los frutos rojos	385
24. Coordenadas de color de los frutos amarillos	385
25. Coordenadas de color de los frutos verdes	386

Fotografías

FOTOGRAFÍAS DE ALGARROBO

1. Tamaño y forma de un algarrobo adulto	21
2. Desarrollo inicial de la raíz tras la germinación	33
3. Aspecto de las raíces de un árbol adulto	33
4. Tronco de algarrobo adulto	34
5. Ramo joven	35
6. Brote	35
7. Hoja con 8 foliolos	36
8. Inflorescencias y flores hermafroditas	40
9. Inflorescencias femeninas	40
10. Flores e inflorescencias masculinas	40
11. Distintas formas de fruto	41
12. Garrofín: semillas bien conformadas y defectuosas	43
13. Plantación de algarrobos con riego por goteo	77
14. Vivero con acolchado plástico	79
15. Vivero en invernadero	79
16. Germinación de garrofines	81
17. Injerto	84
18. Variedad Mascle	90
19. Variedad Mojonera	90
20. Variedad Ramillete	90
21. Variedad Mollar	90
22. Oidio en frutos	125
23. Adulto de <i>Zeuzera pyrina</i>	131
24. Galerías realizadas por <i>Zeuzera pyrina</i>	131
25. Piojo blanco y cotonet	133
26. Pulgones en hojas	135
27. Pulgones en frutos	135

FOTOGRAFÍAS DE GRANADO

28. Detalle de yemas laterales	175
29. Ramos con dos yemas/nudo que han originado ramos anticipados	175
30. Ramo con tres yemas/nudo que han originado ramos anticipados	175
31. Detalle de ramos anticipados en invierno que acaban en espina	175
32. Detalle del hinchamiento de yemas y del inicio de la brotación	177
33. Detalle de la brotación y de ramo acabado en espina	177
34. Brotación de yemas laterales	177
35. Despliegue de las hojas en la brotación	177
36. Aspecto de la brotación rojiza típica del granado	178
37. Brotación de un ramo anticipado	178
38. Brotación de verano	178
39. Detalle de la heterogeneidad en la longitud de las hojas de un árbol	178
40. Emergencia de la floración a finales de invierno	179

41. Apertura de la flor	179
42. Flor abierta en la que se ve parte del pistilo	182
43. Flor abierta visitada por una abeja	182
44. Secciones de flor estaminada (izquierda) y hermafrodita (derecha)	182
45. Sección de flor hermafrodita	184
46. Flores estaminadas	184
47. Flor «doble» (los estambres se han transformado en pétalos)	185
48. Evolución de flor cerrada a fruto recién cuajado	185
49. Detalle de fruto recién cuajado	186
50. Granos de polen germinados y no germinados (sin tubo polínico)	186
51. Granos de polen viables (teñidos con carmín acético)	186
52. Fruto obtenido mediante polinización artificial	186
53. Frutos obtenidos de flores emasculadas (izquierda) y normales (derecha)	186
54. Diferentes tamaños de fruto en junio	191
55. Alzado y sección de un fruto de mollar	191
56. Sección ecuatorial de un fruto mollar	192
57. Aspecto de frutos cortados ecuatorialmente	192
58. Árbol con bajo número de pollizos	232
59. Aspecto débil de pollizos tratados con herbicida	232
60. Árbol con gran nº de pollizos en primavera	232
61. Fruto de la variedad Wonderful	235
62. Banco del germoplasma de granado de un año	235
63. Árbol de porte erecto en banco de germoplasma (1 año)	235
64. Árbol de porte llorón en banco de germoplasma (1 año)	240
65. Banco de germoplasma a los 3 años	240
66. Aspecto de árbol adulto	241
67. Aspecto de plantación con calles anchas	241
68. Plantación en espaldera	241
69. Árbol joven (2º año)	241
70. Aspecto del tronco de un árbol adulto	241
71. Formación de un árbol con tres troncos	241
72. Árbol de una variedad Mollar en suelo arcilloso	242
73. Frutos del árbol anterior	242
74. Fruto de la variedad mollar anterior	242
75. Frutos de un clon de valenciana en suelo arcilloso y salino	242
76. Frutos de otro clon de valenciana	242
77. Clon valenciano en primer plano y de mollares detrás (más grandes)	242
78. Frutos del clon ME15	243
79. Semillas de ME1	243
80. Frutos del clon PTO8	245
81. Semillas de PTO8	245
82. Semillas completas y parte leñosa de BA1	246
83. Estaquillado leñoso con riego por inundación	259
84. Estaquillado leñoso con riego por goteo	259
85. Brotación de estaquilla leñosa	259
86. Estaquillado herbáceo en cama caliente	260

87. Estaquillado herbáceo en bandejas de alveolos de PE	260
88. Estaquilla herbácea enraizada y brotada procedente de bandeja de alveolos	260
89. Raíces de estaquilla herbácea a los 13 días, sin tratamiento hormonal	260
90. Raíces de estaquilla herbácea a los 13 días, con 2.000 ppm de AIB	261
91. Raíces de estaquilla herbácea a los 13 días, con 6.000 ppm de AIB	261
92. Raíces de estaquilla herbácea a los 13 días, con 10.000 ppm de AIB	261
93. Aspecto de estaquillas herbáceas los 20 del estaquillado (tratadas con AIB)	261
94. Diferencia del sistema radicular de estaquillas herbáceas tratadas con AIB (T1) y no tratadas (T0)	262
95. Aclareo: racimo donde sólo debe quedar 1 ó 2 frutos	286
96. Diferentes frutos con defectos en el cuaje	286
97. Aspecto que presenta el granado antes de la poda de invierno	288
98. Flores con pulgón verde	294
99. Granada con cotonet en el cáliz	295
100. Adulto de <i>Zeuzera pyrina</i> L	297
101. Oruga de <i>Zeuzera pyrina</i> L	297
102. Fruto con <i>Alternaria</i> sp. (corazón negro)	305
103. Árbol con escaldado del tronco tipo A	306
104. Detalle del tronco del árbol anterior: escarbado para su limpieza y tratamiento	306
105. Árbol con escaldado del tronco tipo B	306
106. Fruto con manchas necróticas y albardado	307
107. Detalle de manchas necróticas	307
108. Fruto rajado	310
109. Fruto con albardado incipiente	312
110. Fruto con albardado (no comercializable)	313
111. Fruto con albardado intenso	313
112. Árbol y frutos tratados con Kaolin	313
113. Frutos albardados obtenidos en una caja de granadas tratadas con Kaolin	314
114. Frutos albardados obtenidos en una caja de granadas no tratadas con Kaolin	314
115. Cultivo de granado bajo mallas	315
116. Fruto rajado y rozado	315
117. Frutos con pedrisco	316
118. Frutos con pedrisco menos intenso y de mayor tamaño	316
119. Daños por pedrisco en ramas y hojas	316
120. Aspecto interior de fruto con pedrisco	316
121. Aspecto interior de fruto sin pedrisco	316
122. Detalle de la recolección de granadas	318
123. Envasado de granadas en caja de cartón	320
124. Envasado en caja de madera con viruta	320
125. Caja de madera con su tape (lista para paletizar)	320
126. Envasado en tarrinas con film de PE	320
127. Fruto con daños por frío durante su conservación	320
128. Fruto muy rico en antocianos	320
129. Sección del fruto anterior	320
130. Aspecto de semillas desgranadas a mano y a máquina	360
131. Semillas desgranadas y conservadas en bandejas con film de PE	360

132.	Tarrinas con semillas como producto de cuarta gama	360
133.	Árbol de <i>Punica nana</i> L	361
134.	Fruto de granado enano	361
135.	Flor “doble” (los estambres se han transformado en pétalos)	361

FOTOGRAFÍAS DE JINJOLERO

136.	Rama de azufaifo	372
137.	Floración	373
138.	Detalle de flores y de espinas	373
139.	Plantación en riego por goteo	374
140.	Frutos de <i>Z. vulgaris</i>	374
141.	Jínjoles con forma y aspecto de dátil	375
142.	Aspecto del clon V4	386
143.	Aspecto del clon V1	386
144.	Clon V1 R	387
145.	Clon V1 A	388
146.	Clon V1 V	388
147.	Huesos de la variedad V1	388
148.	Hojas de la variedad V1	388
149.	Clon V2 R	389
150.	Clon V2 A	390
151.	Clon V2 V	390
152.	Huesos de la variedad V2	390
153.	Hojas de la variedad V2	390
154.	Clon V3 R	391
155.	Clon V3 A	392
156.	Clon V3 V	392
157.	Huesos de la variedad V3	392
158.	Hojas de la variedad V3	392
159.	Clon V4 R	393
160.	Clon V4 A	394
161.	Clon V4 V	394
162.	Huesos de la variedad V4	394
163.	Hojas de la variedad V4	394
164.	Plantación de jinjoleros	395
165.	Detalle de fructificación	395
166.	Aspecto del tronco de un árbol adulto abandonado	397
167.	Árbol de 5 años con riego por goteo (detalle de frutos en el suelo)	397