

UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE
ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ORIHUELA
GRADO EN INGENIERÍA AGROALIMENTARIA Y
AGROAMBIENTAL



**“CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA DE LAS
SEMILLAS Y ARILOS DE LAS VARIEDADES, BA1,
MA3, ME12 y VA1 DE GRANADO”**

TRABAJO FIN DE GRADO

Diciembre-2016

Autor: Ana María Zapater López

Tutor/es: Francisca Hernández García

Juan José Martínez Nicolás



CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA DE LAS SEMILLAS Y ARILOS DE LAS VARIETADES, BA1, MA3, ME12 y VA1 DE GRANADO

1. RESUMEN.

En este estudio se caracterizó física y químicamente los frutos y arilos de 4 clones de granado (BA1, MA3, ME12 y VA1) cultivados en condiciones homogéneas de cultivo, con la finalidad de seleccionarlos para su consumo en fresco o para la industria. Por un lado, los clones MA3, ME12 y VA1 son clones dulces, debido a su alto índice de madurez, son poco ácidos y presentan poca cantidad de arilos, pero estos son muy grandes y carnosos, resultando ser más idóneos para el consumo en fresco que para la industria. Por otro lado, el clon BA1, es un clon agrio debido a su bajo índice de madurez, es ácido y presenta una elevada concentración de ácido cítrico. También presenta una gran cantidad de arilos pequeños y leñosos convirtiéndolo en el clon más idóneo para la industria.

Palabras clave: *Punica granatum*, granada, arilos, semillas, caracterización físico-química.

PHYSICO-CHEMICAL CHARACTERIZATION OF SEEDS AND ARILS FROM POMEGRANATE ACCESSIONS, BA1, MA3, ME12 and VA1.

1. ABSTRACT.

This study did a physico-chemical characterization of fruits and arils from four pomegranate accessions (BA1, MA3, ME12 y VA1) grown under homogeneous conditions. Whose goal is to choose the best accessions for fresh consumption o for industry. In the one hand, the accessions MA3, ME12 and VA1 are sweet, due to high maturity index. They are little acid accessions and they have low amount of arils, but they are very big and fleshy. Therefore, these accessions are better for fresh consumption. In the other hand, the accession BA1 is sour due to low maturity index. It is an acid accession and it has a high concentration of citric acid. It has a big amount of arils, but they are small and woody. Therefore, this is better for industry.

Keywords: *Punica granatum*, pomegranate, arils, seeds, physic-chemical characterization.



AGRADECIMIENTOS.

Agradezco a los profesores Juan José Martínez y Francisca Hernández la dirección, dedicación y los consejos que han hecho posible la realización de este trabajo.

Así mismo, doy las gracias, por la colaboración prestada a mi compañera Inmaculada Marín y al Departamento de Producción Vegetal y Microbiología de la Escuela Politécnica Superior de Orihuela.

Finalmente, quiero agradecer a mi familia por darme la oportunidad de estudiar y de apoyar mis decisiones.



ÍNDICE.

1. RESUMEN.	3
2. INTRODUCCIÓN.	8
2.1.IMPORTANCIA DEL CULTIVO.	9
2.1.1. HISTORIA DEL CULTIVO.	9
2.2.IMPORTANCIA DE LA GRANADA EN EL MUNDO.	11
2.3.IMPORTANCIA DE LA GRANADA EN ESPAÑA.	13
2.4.DESCRIPCIÓN DEL CULTIVO.	17
2.4.1. DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE.	17
2.4.2. EXIGENCIAS CLIMÁTICAS.	21
2.4.3. EXIGENCIAS EDÁFICAS.	21
2.4.4. PLANTACIÓN Y PRODUCCIÓN.	21
2.5.USOS DE LA GRANADA.	23
2.5.1. USO NUTRICIONAL.	23
2.5.2. USO MEDICINAL Y FARMACEUTICO.	24
2.5.3. USOS EN LA INDUSTRIA COSMÉTICA.	27
2.5.4. USO ORNAMENTAL.	28
2.5.5. USO EN LA INDUSTRIA ALIMENTARIA.	28
2.6.ESTUDIOS PREVIOS.	29
3. OBJETIVOS.	35
3.1. OBJETIVOS.	36
3.2. PLAN DE TRABAJO.	36
4. MATERIAL Y MÉTODOS.	38
4.1.MATERIAL VEGETAL.	39
4.2.METODOLOGÍA.	39
4.2.1. VARIABLES FÍSICAS.	39
4.2.1.1.PESO DEL FRUTO	40
4.2.1.2.PESO SEMILLAS Y SU RENDIMIENTO	42

4.2.1.3.PESO, LONGITUD Y ANCHURA DE LOS ARILOS Y DE LA PORCIÓN LEÑOSA.	43
4.2.1.4.ÍNDICE DE PORCIÓN LEÑOSA.	45
4.2.1.5.PORCENTAJE DE HUMEDAD.	46
4.2.2. VARIABLES QUÍMICAS.	47
4.2.2.1. pH, AT, SST, IM y % V JUICE.	47
4.2.2.2. CONTENIDO FIBRA CRUDA (CF).	48
4.2.2.3.ÁCIDOS ORGÁNICOS Y AZÚCARES.	49
4.2.3. COMPOSICIÓN MINERAL.	50
4.2.4. VARIABLES SENSORIALES.	51
5. TRATAMIENTO ESTADÍSTICO DE LOS DATOS.	52
6. RESULTADOS.	54
6.1.VARIABLES FÍSICAS DE LA GRANADA.	55
6.2.VARIABLES FÍSICAS DE LOS ARILOS Y LAS SEMILLAS.	56
6.3.VARIABLES QUÍMICAS DE LOS ARILOS Y LAS SEMILLAS.	57
6.4.COMPOSICIÓN MINERAL.	58
6.5.VARIABLES SENSORIALES.	59
7. DISCUSIÓN.	60
7.1.VARIABLES FISICAS DE LA GRANADA.	61
7.2.VARIABLES FÍSICAS DE LOS ARILOS Y LAS SEMILLAS.	62
7.3.VARIABLES QUÍMICAS DE LOS ARILOS Y LAS SEMILLAS. pH, AT, SST, IM y CF.	63
7.4.ÁCIDOS ORGÁNICOS Y AZÚCARES.	65
7.5.COMPOSICIÓN MINERAL.	66
8. CONCLUSIONES.	69
9. BIBLIOGRAFÍA.	71

2. INTRODUCCIÓN



2. INTRODUCCIÓN.

El granado (*Punica granatum* L.), es un árbol frutal caducifolio y de porte bajo. El granado presenta una alta capacidad de adaptación a todo tipo de suelos y climas, por ello es muy cultivado en zonas áridas y semiáridas. Actualmente podemos encontrar plantaciones de granado en los 5 continentes, pero su origen es muy antiguo, pues era usado por antiguas civilizaciones y religiones (Melgarejo, 2010).

Gracias a algunos trabajos científicos recientes sobre la granada, se han descubierto ciertos compuestos que pueden ser beneficiosos para la salud. Estos efectos beneficiosos para la salud se atribuyen a su alto contenido en compuestos bioactivos, como los polifenoles y antocianos por su gran capacidad antioxidante (Serrano, 2010).

Este conocimiento ha repercutido en un aumento del consumo de este fruto por parte del consumidor, y a la creación de nuevos productos derivados para satisfacer esta demanda (López y Moreno, 2015).

2.1. IMPORTANCIA DEL CULTIVO

2.1.1. HISTORIA DEL CULTIVO.

El cultivo de la granada es originario de Oriente próximo. Autores como Vavilov indican que el origen del granado pertenece al Centro IV: Oriente Próximo. Su expansión inicial, empezó en los Balcanes hasta el Himalaya (Melgarejo, 2010). Pero poco a poco fue extendiéndose, y como consecuencia, fue un frutal utilizado por muchas civilizaciones y religiones.

En la mitología Griega en la Leyenda de Perséfone, era un símbolo de regeneración y vida. En la mitología Persa, en la Leyenda de Isfandiyan, era un símbolo de invencibilidad. Los romanos, utilizaban sus frutos en ceremonias y cultos como símbolo de orden, riqueza y fecundidad (López y Moreno, 2015).

El granado también aparece en la biblia, junto con otros árboles como pueden ser la palmera, la vid o el olivo, sin embargo encontramos diferencias, ya que para el judaísmo es un símbolo de santidad y fertilidad, mientras que para el cristianismo es un símbolo de resurrección y vida eterna (Melgarejo, 2010).

En el Budismo, se empleaba como un regalo de boda, ya que simbolizaba la fertilidad y abundancia.

Mientras tanto en el Corán aparece como la fruta del paraíso (Melgarejo, 2010).

Fueron los árabes, los que se encargaron de difundir este frutal, ya que fueron capaces de descubrir y ensalzar varias virtudes medicinales de los frutos (López y Moreno, 2015).

La ciudad de Granada, toma el nombre de esta fruta debido a los años que los Árabes estuvieron en ella, y tras la reconquista, se empezó a incorporar la granada como símbolo en las nuevas armas reales. Esta fruta acabó incorporándose al escudo nacional, donde una granada ocupa su estado en relación con el antiguo reino nazarí de Granada, el último reducto árabe-andalusí en ser incorporado a la corona Española.

Actualmente la granada aparece en diversos escudos, el nacional, el de la ciudad de Granada y en el del CSIC (López y Moreno, 2015).

2.2. IMPORTANCIA DE LA GRANADA EN EL MUNDO.

Con el tiempo el granado se ha ido extendiendo por distintos continentes empezando por Asia y el Mediterráneo, hasta que actualmente podemos encontrar estas plantaciones en los 5 continentes, por ello países que desconocían este cultivo hoy en día son grandes productores como EEUU.

A día de hoy, la producción mundial ronda los 3 millones de toneladas. Esta amplia diseminación del granado se debe a su carácter excepcional, ya que se desarrolla en condiciones que otros frutales no vegetan ni producen (López y Moreno, 2015).

El descubrimiento de nuevas propiedades alimentarias, funcionales, farmacológicas y cosméticas se han acompañado de una mayor demanda de este fruto y un aumento en las plantaciones.

Actualmente los principales países productores de granada del mundo son India, Irán, China, Turquía, Estados Unidos y España (Bonet et al., 2012).

Durante los años 1980-1990, la producción mundial oscilaba entre los 800.000 y el millón de toneladas. Hoy en día, la producción mundial se encuentra entre los 2-3 millones de toneladas, o incluso las puede superar.

Es difícil realizar una estimación exacta de la superficie cultivada con granados y su producción, debido a que las plantaciones son caseras y por norma general la granada con frecuencia no se suele contabilizar de forma individual, sino bajo el título de “otras frutas”. A pesar de ello, se ha contabilizado una superficie de cultivo a nivel mundial de unas 166.500 hectáreas (Mira, 2010).

En 2010, el principal productor de granadas del mundo era Irán (Gráfica 1), con una producción que oscilaba entre las 750.000-800.000 toneladas y una superficie de cultivo de 60.000-70.000 hectáreas. La granada Iraní, es conocida a nivel mundial por su gran calidad, es más dulce que la española por su elevado grado Brix.

India, sería el segundo productor mundial con una producción entre 500.000-700.000 toneladas. Casi toda la producción se consume en el mercado local, y solo entre un 5-10% se exporta.

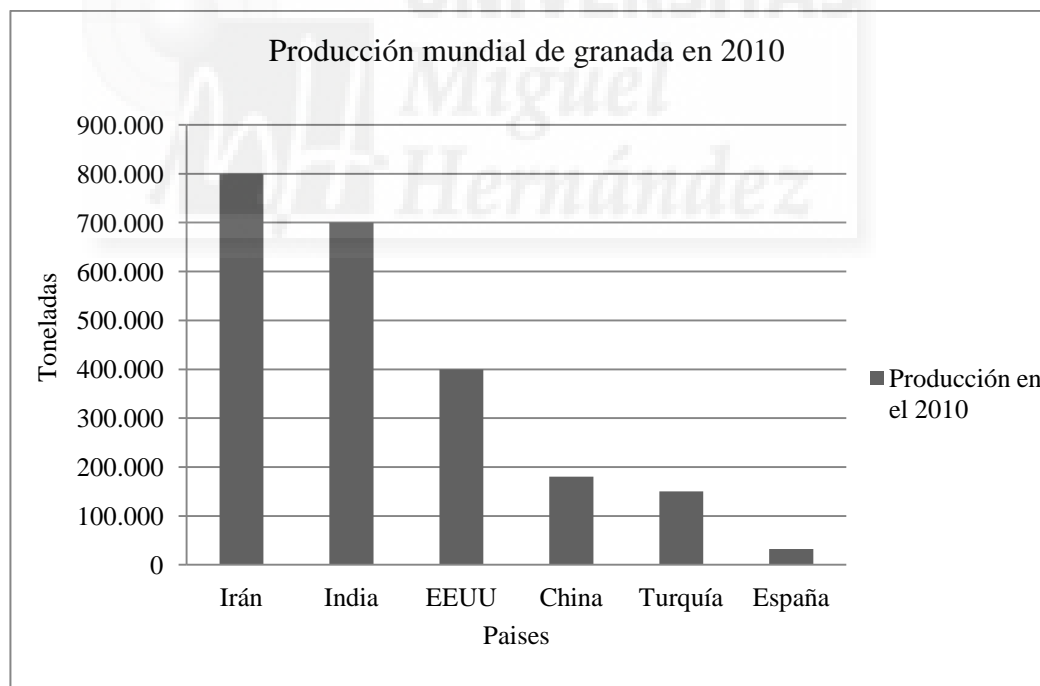
EEUU se sitúa en el tercer puesto con una producción anual de 400.000 toneladas y 20.000 Has. El 80% de la producción se destina a la industria del zumo.

China les seguiría con una producción de 180.000 toneladas, esta producción se destina al consumo local o se industrializa.

Turquía cuenta con una producción de 150.000 toneladas. Su exportación se reduce a los países vecinos de Europa y Rusia.

En España, cultivaron en 2010 un total de 2.200 hectáreas con una producción de 32.000 toneladas (Mira, 2010).

Gráfica 1. Producción mundial de granada en 2010.



Fuente: Mira (2010).

El grupo varietal Wonderful, es el más cultivado en el mundo. Sus semillas son agrias y agridulces y presenta un piñón muy duro, pero su color rojo es muy atractivo, convirtiéndola en apta para su uso industrial aunque no para su consumo en fresco. Países como EEUU presentan una producción centrada exclusivamente en esta variedad (Melgarejo, 2010).

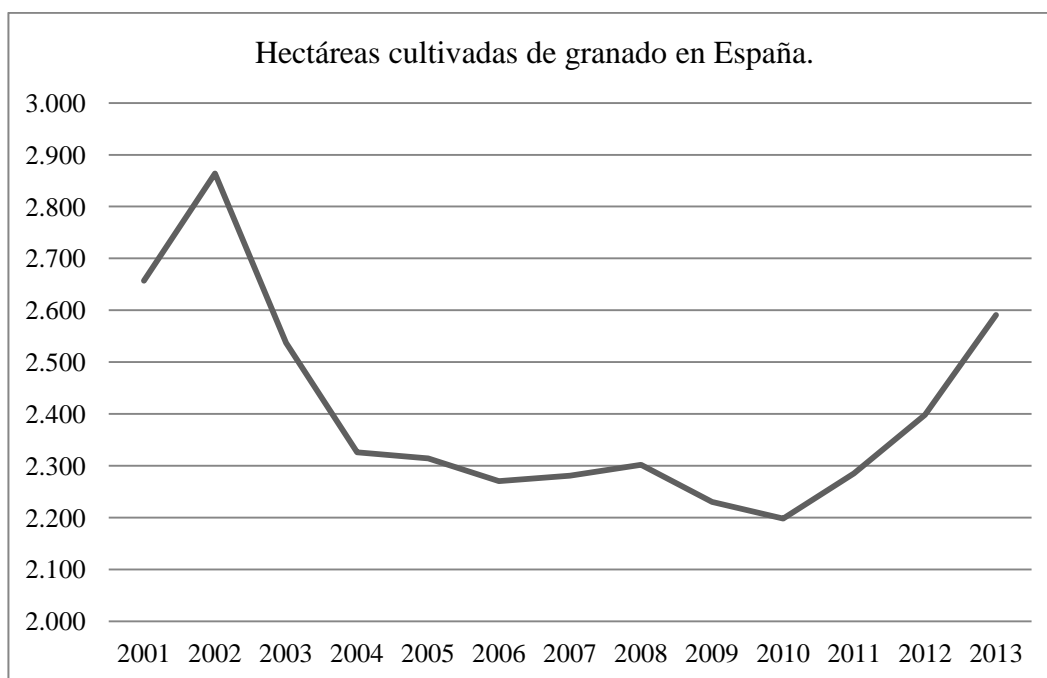
2.3. IMPORTANCIA DE LA GRANADA EN ESPAÑA.

España es el principal productor y exportador de granadas de Europa. Su producción supera las 60.000 toneladas al año. En 2015, más del **60%** se destinó a la exportación (López y Moreno, 2015). Sobre todo a Inglaterra, Holanda, Alemania, Francia, Italia y Rusia (Mira, 2010).

En España la superficie de cultivo del granado en 2015 fue superior a 2.500ha (López y Moreno, 2015). Podemos encontrar este cultivo por todo el sudeste peninsular; Andalucía Oriental, Murcia y la provincia de Alicante, donde el agua disponible es limitada. El 90% de la superficie cultivada se encuentra en Albatera, Crevillente y Elche (provincia de Alicante), donde la variedad más cultivada es la denominada “Mollar de Elche” seguida de la denominada “Valencianas” (López y Moreno, 2015).

En la gráfica 2, se puede observar la evolución de la superficie total de cultivo del granado desde el año 2001 hasta el año 2013 en España. Hasta el año 2002 hubo un aumento en la superficie de cultivo, teniendo su máximo ese año con una superficie cercana a las 2.900 hectáreas. Sin embargo al año siguiente esta superficie de cultivo fue disminuyendo hasta el año 2010, donde encontramos el mínimo con una superficie cercana a las 2.000 hectáreas, casi 1000 hectáreas menos. A partir de este año las hectáreas volvieron a aumentarse, debido a la incorporación de unas 500-600 hectáreas nuevas. Logrando casi 2.600 hectáreas en el año 2013.

Gráfica 2. Hectáreas cultivadas de granado en España.



Fuente: Magrama, 2014.

En la gráfica 3, se puede observar la evolución de la producción anual y del valor monetario de la granada en nuestro país.

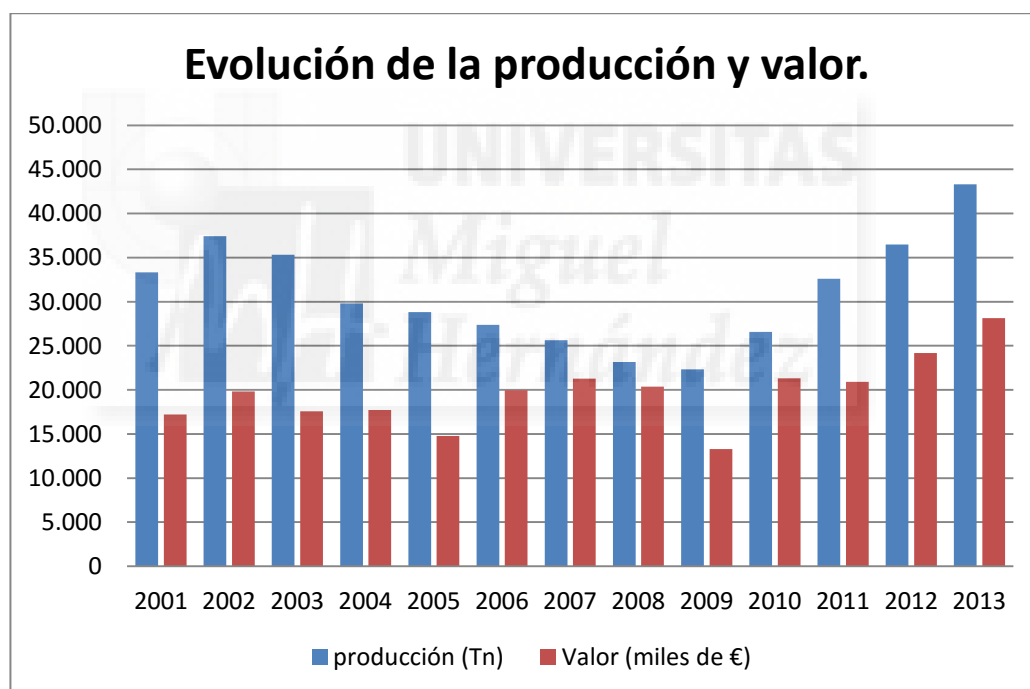
Comparando las gráficas 2 y 3 se puede apreciar que la producción se relaciona con la superficie de cultivo del granado, así se puede observar un aumento de la producción hasta el año 2002, al igual que la superficie de cultivo del granado con un pico de producción alrededor de 37.000 toneladas que va hasta el año 2009, donde se encuentra el mínimo de producción de 22.000 toneladas. Al igual que la superficie de cultivo, la producción comienza a aumentar a partir de 2010, con un aumento de la producción superior al aumento de la superficie de cultivo. (Cerca de 45.000 toneladas en el 2013, para una superficie de cultivo inferior a la del 2002).

Este mayor rendimiento se ha explicado por el aumento del conocimiento sobre el granado y las nuevas técnicas de cultivo.

Por otro lado el valor de la granada ha oscilado siempre alrededor de los 15-20

millones de euros. Teniendo con máximo en el 2007, con un valor de 21 millones de euros, y un mínimo en el 2009 con un valor de 13 millones de euros. Pero es en el 2010, cuando el valor de la granada aumenta, superando los 20 millones de euros, y continúa ese aumento hasta el 2013 cuando roza los 30 millones de euros. Esto es debido a los cambios producidos a partir del año 2010 en las plantaciones de granado, y al aumento del conocimiento de los beneficios saludables que la granada aporta al ser humano, los cuales han ocasionado una demanda mayor por el mercado, tanto de la fruta en fresco como para su industrialización en diferentes sectores.

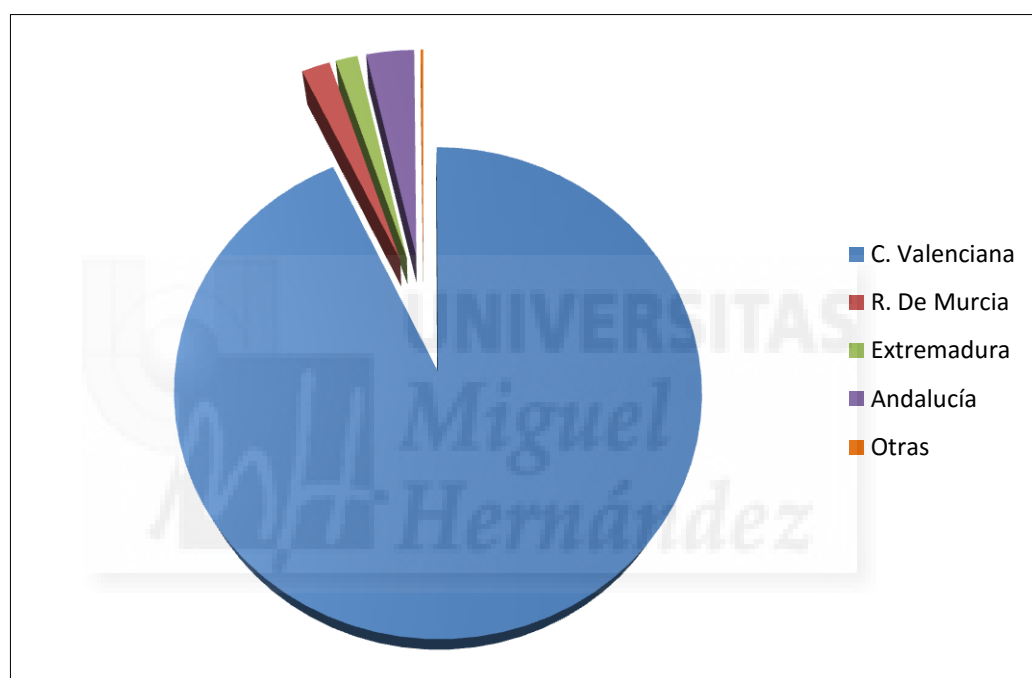
Gráfica 3. Evolución de la producción y valor de la granada en España.



Fuente: Magrama, 2014.

En la gráfica 4, se muestra la producción de granadas en España, divididas por comunidades autónomas en el año 2013. En ella se puede observar que casi un 93% de la producción se encuentra en la comunidad Valenciana. Especialmente en la provincia de Alicante, como se ha mencionado anteriormente. También se encuentra producción en comunidades como Andalucía, la Región de Murcia y Extremadura. En el resto de comunidades la producción es casi inexistente.

Gráfica 4. Producción en las diferentes comunidades autónomas de España.



Fuente: Magrama 2013.

La Valenciana y la Mollar son las principales variedades cultivadas, actualmente ha aumentado la variedad Wonderful.

En España se encuentra el principal banco de germoplasma de granado de Europa, situado en la Escuela Politécnica Superior de Orihuela (EPSO) y creado por el profesor Melgarejo en 1992. Hoy en día, el banco de germoplasma cuenta con más de 104 accesiones caracterizadas y tipificadas (Martínez y Hernández, 2010).

2.4. DESCRIPCIÓN DEL CULTIVO.

2.4.1. DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE.

El granado, pertenece a la familia *Punicaceae* cuyo género es *Punica*. L.

Las dos especies más conocidas son *Punica granatum* L. que sería el granado cultivado por sus frutos y *Punica nana*, L. un granado enano cuyo uso es únicamente ornamental.

El granado *Punica granatum* L. es un árbol de porte bajo, entre 3-5 metros, y hoja caduca, es espinoso y muy ramificado. Puede presentar porte de arbusto (Melgarejo, 2010).

Figura 1: Árboles de granado.



Su sistema radicular es superficial y muy desarrollado y es capaz de absorber agua y nutrientes en medios muy salinos. Esto hace que el granado tenga reducidas necesidades hídricas y sea capaz de adaptarse muy bien a una amplia variedad de suelos y climas, lo que permite su cultivo en zonas áridas y

semiáridas ya que es capaz de vegetar en condiciones muy adversas.

Durante su etapa juvenil, brotan varios tallos que se pueden convertir en troncos leñosos. Normalmente tiende a emitir chupones en el tronco.

Como su yema terminal se convierte en flor o en espina, las demás yemas serán tanto laterales como axiales.

Sus hojas son verdes brillantes y bordeadas. El granado es un árbol caducifolio, es decir pierde las hojas en invierno y las recupera en primavera.

El granado presenta una floración continuada, siendo las primeras flores las que darán mejores frutos. Las flores son muy vistosas por su gran tamaño, su forma acampanada y el color rojo brillante, aunque algunas pueden ser blancas. La floración tiene lugar entre abril y agosto. Su biología floral es caracterizada por su esterilidad y aunque las flores son completas y hermafroditas, sus ovarios se encuentran atrofiados. Presentan entre 5 y 9 pétalos y sépalos, más de 300 estambres y 8 carpelos (López y Moreno, 2015).

Figura 2: Hojas de granado.



Figura 3: Flor de granado.



Los frutos del granado maduran entre 5-7 meses después de la floración. La recolección de las granadas debe realizarse en su momento más óptimo, pues no maduran una vez cosechadas, por tanto la granada es una fruta no climatérica. A

pesar de lo cual es una fruta muy perecedera debido a su baja tasa de respiración. La fruta del granado, la granada o balausta, es carnosa y de color amarillo-rojizo en su exterior. Es coronada por un cáliz de 8 cm de diámetro (López y Moreno, 2015).

Este fruto presenta una piel gruesa y en su interior está compuesto por 8 carpelos donde se encuentran los arilos.

Figura 4: Fruto del granado entero.



Figura 5: Corte ecuatorial en granada.



Los arilos, son la envoltura carnosa de la semilla, y es la parte comestible de la granada. Su color puede variar entre rojo-blanco. La semilla se encuentra en el interior del arilo, también llamada piñón.

Figura 6: Foto arilos.



La diversidad genética de la granada es muy variada y amplia debido a su gran dispersión geográfica favorecida por el hecho de que las semillas presentan una gran facilidad de germinación y pueden ser propagadas ampliamente por aves u otros animales (López y Moreno, 2015).

El grupo varietal Mollar, es el más importante debido a la gran cantidad de individuos de gran calidad y su buena producción. Su recolección se lleva a cabo entre el 25 de septiembre y el 15 de noviembre (Melgarejo, 2010).

El grupo varietal Valenciana, presenta un gran número de individuos pero estos son de menor calidad que el grupo varietal Mollar. Pero debido a su recolección temprana, entre el 5 de agosto y el 20 de septiembre, presenta un gran interés entre los cultivadores (Melgarejo, 2010).

2.4.2. EXIGENCIAS CLIMÁTICAS.

El clima más adecuado para el granado es el clima subtropical y tropical ya que la época de maduración de las granadas ocurre con las altas temperaturas.

Es sensible a heladas tardías una vez ya en vegetación pero puede resistir temperaturas inferiores a -7°C .

En la época de recolección es importante que no llueva o haga gran humedad ya que esto puede producir el rajado de los frutos.

Para que el granado dé muchos frutos y de buena calidad, requiere mucha agua, sin embargo soporta muy bien la sequía, aunque su producción se ve alterada.

No es muy resistente a los vientos. Tolerancia a la primera línea de mar y la contaminación urbana, aunque no la industrial (López y Moreno, 2015).

2.4.3. EXIGENCIAS EDÁFICAS.

El granado no es un frutal con exigencias edáficas, aunque su mejor producción es en suelos profundos, alcalinos, ligeros, permeables y frescos.

Soportar muy bien la sequía, salinidad, clorosis férrica y caliza activa.

La sequía durante la floración puede ocasionar la caída de la flor y reducir la cosecha.

Un riego muy abundante antes de pasar el fruto en invierno puede causar el agrietamiento de este (López y Moreno, 2015).

2.4.4. PLANTACIÓN Y PRODUCCIÓN.

El marco de plantación debe garantizar una buena iluminación para conseguir una buena coloración en los frutos y permitir las labores de cultivo. Los marcos son orientativos: 6 x 4 m, 6 x 3 m, 5 x 3 m.

La plantación se hace en enero-febrero, aunque puede darse desde diciembre hasta primavera, dependiendo del clima (Martínez y Hernández, 2010).

Figura 7: Plantación granados EPSO.



El ciclo productivo del granado presenta una vida productiva de unos 20-25 años. Se conocen algunos árboles de granado que son centenarios pero su producción es mínima.

La producción del granado comienza a partir del tercer año, pero no es hasta el quinto año cuando presenta una buena producción. Según datos del Magrama, el rendimiento de un árbol de granado se encuentra entre los 40-50 kg, siendo el rendimiento promedio de la plantación entre 15-20 t/ha. (Magrama, 2014)

2.5. USOS DE LA GRANADA.

El aumento del interés científico de la granada, ha tenido como resultado que la población conozca las propiedades beneficiosas de esta, aumentando así la demanda de este fruto en la dieta humana.

Aunque la demanda ha aumentado, no es suficiente en comparación con el aumento de su cultivo en el mundo. Por consiguiente, deben nacer nuevas ideas de consumo para que el cultivo sea rentable.

Estas ideas van encaminadas a ofrecer las propiedades del fruto de diversas maneras, por ello actualmente podemos consumirla en fresco o en productos derivados, gracias al aumento de producción científica de carácter agronómico y un fuerte desarrollo en la industria.

2.5.1. USO NUTRICIONAL

La granada es un alimento funcional, ya que es consumido en una dieta normal, y nos aporta componentes biológicamente activos, los cuales nos ofrecen beneficios para la salud y reducen el riesgo de enfermedades.

Las semillas de granada, en general, presentan un sabor agradable y un color atractivo. Son ricas en compuestos fenólicos, agua, azúcares, fibra bruta, ácidos grasos poli-insaturados, vitamina C, potasio, calcio, magnesio, fósforo y hierro y son bajas en grasas, proteínas y sodio. Siendo su valor calórico de 75kcal/100g (López y Moreno, 2015).

- Antocianos, son los responsables de la pigmentación roja del fruto y de las semillas. La intensidad depende de la cantidad y del tipo que presenta (García-Viguera y Pérez, 2004).

- Taninos, son sustancias de origen vegetal. Proporcionan el sabor astringente, son solubles en agua, acetona y alcohol. Son capaces de precipitar proteínas (García-Viguera y Pérez, 2004).
 - Taninos hidrolizables, particularmente las punicalaginas (elagitaninos, un tipo de taninos) cuyo contenido se han correlacionado con el alto poder antioxidante de la granada (García-Viguera y Pérez, 2004).
- Ácidos grasos, son muy importantes en la dieta. Estos se encuentran en las semillas. Al comer la granada en fresco nos comemos las semillas, cosa que no ocurre al consumir el zumo, por lo tanto este tiene menor porcentaje de ácidos grasos (García-Viguera y Pérez, 2004).
- Fibra bruta, Se encuentra en la porción leñosa. Suele oscilar entre el 5-22%. El porcentaje de fibra bruta repercute en la dureza del piñón, si el piñón es blando, su porcentaje de fibra bruta será inferior al 9% (García-Viguera y Pérez, 2004).

2.5.2. USO MEDICINAL Y FARMACEUTICO.

La granada ha estado presente en muchas civilizaciones como remedio curativo aunque su gran auge se da a partir de los años 90 debido a sus propiedades beneficiosas y sus propiedades antioxidantes (López y Moreno, 2015).

La granada está caracterizada por su alto contenido en polifenoles y diversas sustancias con poder antioxidante, anticancerígena, antiinflamatoria y prevención de problemas cardiovasculares (Aviram et al., 2000; Adams et al., 2006).

La granada, puede actuar como antioxidante natural, según el estudio *de la* Universidad de California (EEUU) que comparó varios zumos de diferentes frutas, el zumo de Granada es un 20% más potente como antioxidante que otras frutas. (Seeram et al., 2008).

Por otro lado la Universidad Marmara (Turquía) demostró que la acción antioxidante contrarresta los efectos de los rayos X (Toklu et al., 2009).

Un ejercicio físico intenso produce estrés oxidativo a nivel muscular y produce daños celulares y dolor, *la* Universidad de Texas (EE.UU) confirmó que el uso de granada mejora la recuperación de la fuerza muscular en deportistas 2 días después del ejercicio físico (Trombalet et al., 2010).

La granada demostró mejorías en los procesos inflamatorios.

Cuando un tejido sufre un daño se produce una respuesta del sistema inmunitario que conocemos como inflamación. En determinados casos esta inflamación se mantiene en el tiempo junto a una hiperactivación del sistema inmune lo que da lugar a las enfermedades autoinmunes como la artritis reumatoide.

Shukla et al. (2008) y Bousetta et al. (2009) demostraron que la granada puede reducir esta progresión, debido a que el mecanismo de acción es doble. Por un lado, actúa reduciendo la expresión de enzimas pro-inflamatorias, como la ciclooxigenasa; y por otro mediante la interacción con factores nucleares reduciendo la activación del sistema inmunitario.

Para la prevención de cáncer, la granada mostró contrarrestar la acción de los agentes inductores y de los mediadores tumorales implicados en la progresión del cáncer. En el cáncer de próstata, un ensayo clínico Fase II de la Universidad de California (EEUU), demostró que la Granada reduce la elevación en sangre de las cifras del antígeno prostático específico de manera significativa y retrasa la progresión de la enfermedad (Pantuk et al., 2006). En el cáncer de mama, los urolínicos de la granada inhiben el desarrollo de las células de cáncer de mama y el ácido púrico actúa inhibiendo su crecimiento (Adams et al., 2010).

En cuanto a la protección de la piel, Kasai et al. (2006) demostró que la granada tiene una acción protectora de la piel debido a que reduce los eritemas y las quemaduras leves, además suaviza y da luminosidad a la piel.

La aterosclerosis es una inflamación crónica de la pared de las arterias, asociada a la acumulación de HDL, colesterol y macrófagos, que pueden causar la formación de placas de ateroma que pueden bloquear la circulación de la sangre. Aviram et al. (2004) demostró que el consumo de granada reduce la inflamación carotídea hasta un 30% y el estrés oxidativo de HDL se reduce hasta un 90%.

La granada ha demostrado un efecto antiséptico y desinfectante de la granada frente a *Bacillus subtilis*, *E. coli*, *S. cerevisiae* (De MK y Banerjee, 1999).

A lo largo de la historia la granada, siempre se ha asociado a mejoras de la fertilidad. Turk et al. (2008) demostró que la granada mejora la calidad del esperma, aumentando la cantidad y la movilidad de los espermatozoides humanos. Azadzou et al. (2005) demostró que una dieta rica en antioxidantes preserva la funcionalidad del tejido cavernoso y reduce los problemas de disfunción eréctil.

2.5.3. USOS EN LA INDUSTRIA COSMÉTICA.

En la industria cosmética, las propiedades antioxidantes de la granada no pasaron desapercibidas ocasionando la aparición de nuevos productos con extracto de granada como son cremas faciales y corporales, geles, champús, barras labiales, perfumes e incluso productos de limpieza por su fragancia.

Estos productos cosméticos se basan en las propiedades antioxidantes de la granada por su composición en sustancias anti-envejecimiento y en ácido púnic, regenerador natural de la piel. Estos componentes actúan disminuyendo el efecto de la oxidación diaria, estimulando el colágeno y regenerando la capa de la piel, por otro lado mantienen la hidratación de la piel y evitan la aparición de manchas.

Figura 8: Loción de granada.



2.5.4. USO ORNAMENTAL

El granado también tiene un gran interés ornamental, siendo utilizado en jardinería y paisajismo.

En jardinería es utilizado para dar color y luminosidad a ciertas zonas y crear setos espesos.

En paisajismo se puede usar para formar una masa de porte arbustivo. Donde sus hojas rojas pueden crear un llamativo y bonito contraste con el entorno verde. Lo mejor sería colocarlos donde sus flores sean visibles debido a su hermosa floración.

La variedad más utilizada para estos fines es *Punica granatum cv nana*, una variedad “enana” que presenta una gran cantidad de flores hermosas, pero no produce fruto (López y Moreno, 2015).

2.5.5. USO EN LA INDUSTRIA ALIMENTARIA.

El mayor consumo de la granada continúa siendo su consumo en fresco aunque ha aumentado su comercialización como producto de cuarta gama. Los zumos con extracto de granada, presentan algunos efectos beneficiosos para la salud, buenas características nutricionales, tienen un sabor agradable, un color atractivo y un bajo aporte calórico.

La bebida granadina es un refresco, hecho con jugo de granada (RAE, 2016).

Los arilos en tarrinas, listos para su consumo, tienen como finalidad acercar la granada a la gente, ya que a muchos de ellos les resulta muy tedioso comer esta fruta, debido a lo difícil que es pelarla.

Semillas deshidratadas para uso culinario, presenta un fácil conservación.

Cada día encontramos nuevos productos alimenticios en el mercado, con extracto de granada como uno de sus constituyentes, algunos de estos productos son los zumos, licores, jaleas, confituras, mermeladas, helados, yogures, barras de cereales, chocolates, caramelos, chicles, vodka con sabores, etc.

2.6. ESTUDIOS PREVIOS.

Hay una gran diversidad vegetal del granado. Los estudios de selección de material vegetal y caracterización de este frutal son muy recientes. El ser humano, ha intentado a lo largo de la historia seleccionar los mejores individuos, de cada especie, incluido el granado.

Columela (1 d.C.), en su libro V “La granada y sus remedios” destaca los problemas de división, acidez y dureza de la semilla.

Alonso de Herrera (1513) en su artículo “Agricultura General” muestra los mismos problemas, pero destaca la fácil adaptación a los diferentes tipos de suelos y climas. Realiza la primera clasificación de la granada como, dulce, agria y agridulce. Además describió técnicas de cultivo y algunas propiedades medicinales.

Sin embargo no es hasta hace 30 años cuando aparecen estudios científicos sobre la granada y aumenta el interés sobre sus propiedades beneficiosas para la salud (Melgarejo, 2010).

Gracias a la caracterización, se ha podido descubrir la existencia de grandes diferencias entre las distintas variedades, en tamaño, rendimiento de los arilos, acidez, sólidos solubles totales e índice de madurez.

Fue durante los años 80, cuando el Departamento de Producción Vegetal de la EPSO (UMH) comenzó un programa para la selección y obtención de nuevas variedades (Melgarejo, 2010). Durante 1992, el doctor Melgarejo inventarió y describió muchos tipos de variedades locales.

La colección original contaba con 59 accesiones recogidas en diferentes regiones de cultivo del país. Hoy en día, la EPSO cuenta con más de 104 accesiones en el banco de germoplasma, y todas ellas han sido estudiadas y caracterizadas (Martínez y Hernández, 2010).

Gracias a los bancos de germoplasma, se han desarrollado múltiples trabajos descriptivos de la diversidad observada tanto en el germoplasma local como a nivel mundial.

A continuación se muestran ciertas características de las variedades más importantes en España.

La variedad “Mollar” se caracteriza por presentar unos frutos de forma redondeada con su corona característica, un calibre medio-grande y un color rojo-amarillento en el exterior, su piel es resistente al manipulado.

En su interior presenta un color rojo claro, un sabor dulce y un piñón blando. Su fruto presenta una gran calidad gustativa.

El árbol del granado es muy vigoroso. La recolección de los frutos es entre Septiembre y Noviembre.

Dentro de la variedad “Mollar”, encontramos diferentes accesiones, como puede ser la “Mollar de Elche” (ME), la cual es originaria de Elche, o la “Mollar de Albaterra” (MA), originaria de Albaterra.

La variedad “Valencianas” se caracteriza por presentar unos frutos de forma redondeada con la corona característica, un calibre medio y un color externo rosa intenso. La piel del fruto es sensible al manipulado.

En su interior presenta un color rosa claro, un sabor dulce y un piñón inapreciable. Su calidad gustativa es inferior a la variedad “Mollar” aunque es muy apreciada ya que es una variedad temprana, pudiendo ser recolectada ya en Agosto.

La variedad “Wonderful” es la variedad más cultivada mundialmente. Procede de Estados Unidos e Israel.

Su fruto se caracteriza por tener una forma redondeada con la corona muy alargada, un calibre muy grande y un color externo rojo-purpura oscuro. Su piel es muy resistente al manipulado.

En el interior presenta un color rojo-vinoso intenso, un sabor ácido, agrio y amargo, y un piñón demasiado duro, que hace que la variedad no sea apta para el consumo en fresco pero si muy atractiva por su color, para su consumo industrial.

El árbol del granado de esta variedad es muy vigoroso y presenta una gran producción. La recolección de los frutos es entre los meses de Octubre y Febrero. La variedad “Acco” es una variedad procedente de Israel y actualmente Instalada en España, por su gran calibre y su temprana recolección.

Su fruto se caracteriza por tener una forma redondeada con la corona muy cerrada, un calibre muy grande y un color externo e interno rojo-rosado uniforme.

Su sabor es dulce y presenta un piñón blando. Es una variedad temprana, ya que su recolección comienza en Agosto (Martínez y Hernández, 2010; Melgarejo, 2010).



Tabla 1. Características de las variedades más importantes.

	MOLLAR	VALENCIANA	WONDERFUL	ACCO
Vigor árbol	Alto	Medio	Alto	Alto
Calidad	Alta	Medio-Alta	Industrial	
Forma	Redondeada	Redondeada	Redonda con corona alargada	Redondeada con corona cerrada
Color externo	Rojo-amarillento	Rosa intenso	Rojo-purpura oscuro	Rojo-rosado uniforme
Color interno	Rojo claro	Rosa claro	Rojo vinoso intenso	Rojo-rosado uniforme
Resistencia piel	Buena	Sensible	Muy buena	
Calibre(mm)	Medio-grande	medio	Muy grande	Muy grande
Peso medio fruto (g)	260-437	207-270	800	500-650
Sabor	Dulce	Dulce	Ácido, agrio y amargo	Dulce
SST(°Brix)	13,44-17,68	13,9-15,5	13-18	21
Acidez (%)	0,24-0,35	0,14-0,26	2-3	
Zumo (%)	34-40	29-54	30-40	
Fibra bruta (%)	3,8-7,9	8-16	17-21	
Semillas	Dulces	Dulces, blandas	Pequeñas y agridulces	Suave y blanda
Piñon	Blando	Inapreciable	duro	Blando
Recolección	Sep-Nov	Agosto-Sep	Octubre- feb	Agosto
Producción	Alta	Media	alta	30-40t/ha

Fuente: Martínez y Hernández (2010) y Melgarejo(2010).

Debido al gran número de accesiones de granada que hay, podemos encontrar algunos parámetros para poder clasificar a las granadas.

En España las variedades de granado, se catalogan de acuerdo a la clasificación propuesta por Melgarejo (1993), en relación al porcentaje de ácido cítrico en variedades dulces (0.15-0.48%), agridulces (0.54-0.91%) y variedades agrias (2.34-2.69%).

Otra clasificación propuesta por Melgarejo según el IM. Para IM con un valor entre 31-98 la variedad será dulce, para un IM con valor entre 17-14 serán agridulces y para un IM con un valor entre 5-7 serán agrias (Melgarejo, 1998).

Tabla 2. Clasificaciones propuestas por Melgarejo.

Variedades	Ácido cítrico %	IM
Dulce	0.15-0.48	31-98
Agridulces	0.54-0.91	17-14
Agrias	2.34-2.69	5-7

Según la Norma CODEZ STAN 310-2013. El calibre de la granada puede ser determinado de tres formas: por conteo, por diámetro de la sección ecuatorial o por el peso.

Tabla 3. Calibre según su peso.

Código de calibre		Peso (g)
1	A	≥ 501
2	B	401-500
3	C	301-400
4	D	201-300
5	E	125-200

Según la FAO (2013), el nivel mínimo de grados Brix para el jugo reconstituido ya sea a partir de zumo concentrado o zumo natural de granada será de 12-11,2 °Brix.



3. OBJETIVOS Y PLAN DE TRABAJO

3. OBJETIVOS Y PLAN DE TRABAJO.

3.1. OBJETIVOS.

El objetivo de este trabajo fue caracterizar física y químicamente los frutos y arilos de 4 clones de granado (BA1, MA3, ME12 y VA1) cultivadas en condiciones homogéneas de cultivo, con la finalidad de seleccionar aquellas que mejores características presenten, bien para su consumo en fresco o para la industria.

3.2. PLAN DE TRABAJO.

El plan de trabajo marcado para conseguir los objetivos del trabajo fue:

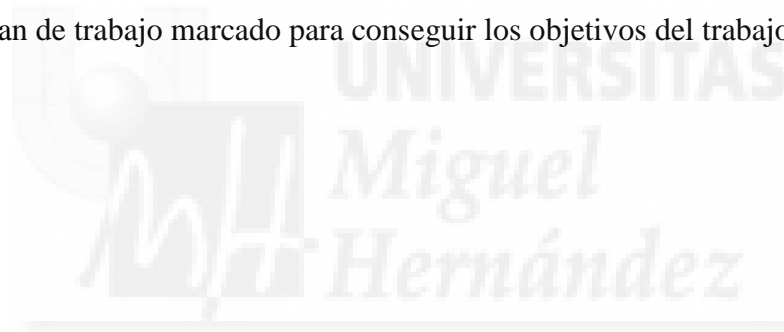
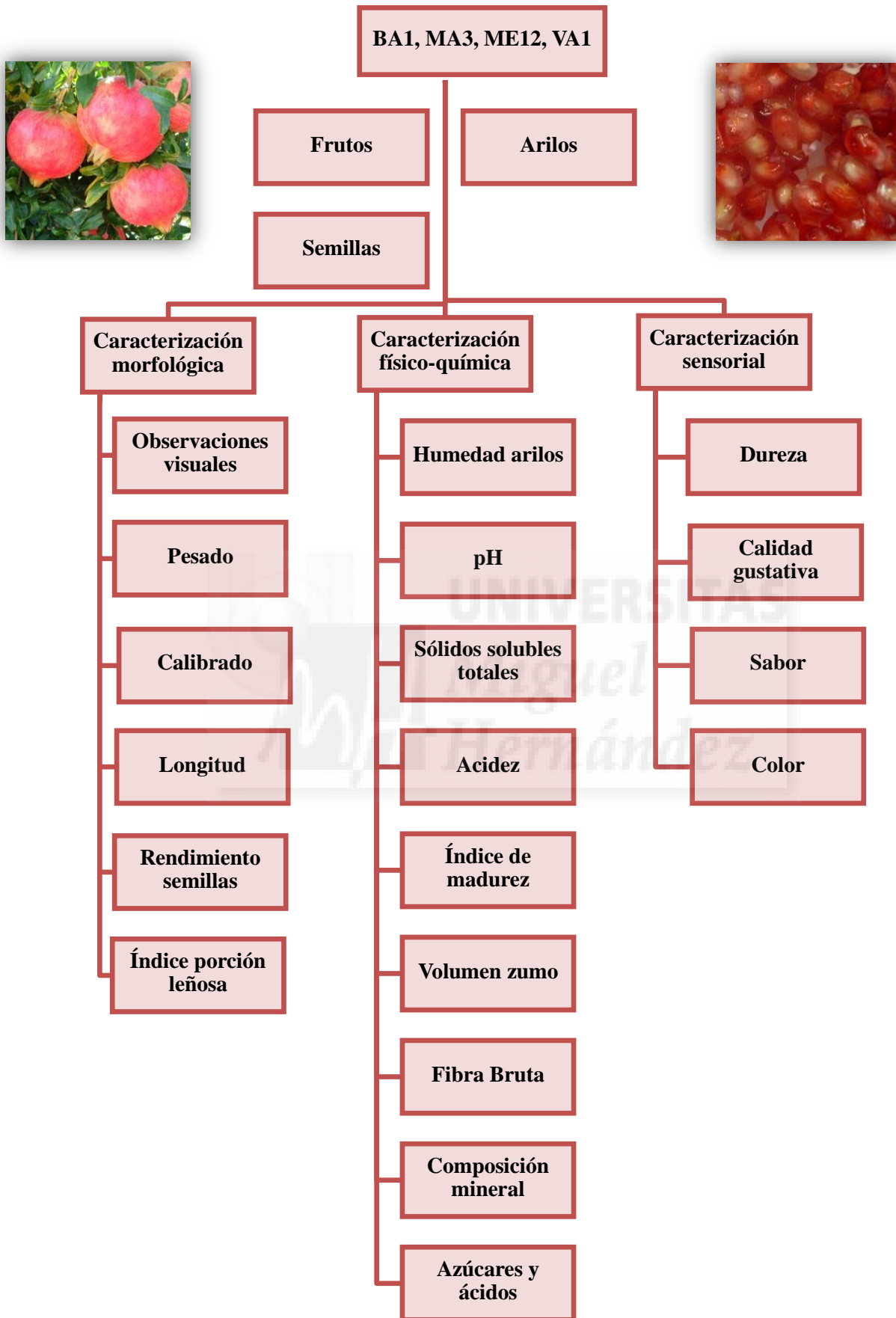


Figura 9: Plan de trabajo.



4.MATERIAL Y MÉTODOS

4. MATERIAL Y MÉTODOS.

4.1. MATERIAL VEGETAL.

Para la realización de este trabajo se utilizaron 4 clones de granadas; BA1, MA3, ME12 y VA1, provenientes del Banco de germoplasma ubicado en la EPSO. Se recolectaron a mano un total de 40 frutos, 10 de cada clon, en el curso 2014-2015.

4.2. METODOLOGÍA.

4.2.1. VARIABLES FÍSICAS.

Una vez recolectada la fruta, se transportó al laboratorio del Departamento de Producción Vegetal para su caracterización.

Los parámetros determinados fueron:

4.2.1.1. PESO DEL FRUTO.

Separados los frutos por clon, se numeraron del 1 al 10.

Figura 10: Frutos de granada numerados.



Se pesó cada fruto en una balanza digital. A continuación se hizo un corte ecuatorial a cada fruto y se desgranaron, separando así la corteza y las membranas carpelares de los arilos.

Figura 11: Corte ecuatorial granada.



Se pesó de forma conjunta la corteza y las membranas carpelares de cada fruto en la misma balanza digital y se registró el peso medido.

Los arilos de los 10 frutos fueron depositados juntos en una bandeja.

Figura 12: Arilos de granada en bandeja de plástico.



4.2.1.2. PESO SEMILLAS Y SU RENDIMIENTO.

Con los datos obtenidos tras las pesadas de los frutos, de la corteza y membrana carpelares, se calculó el peso de las semillas y su rendimiento, siendo este el porcentaje de semillas que contiene el fruto.

Peso de las semillas.

Fórmula nº1.

$$P. \text{ semilla} = P. \text{ fruto} - (Pc + Mc)$$

P.: Peso.

Pc: Peso corteza.

Mc: Membranas carpelares.

Rendimiento en arilos.

Formula nº2.

$$\%R. semilla = \frac{P. fruto - (Pc + Mc)}{P. fruto} \times 100$$

R.: Rendimiento.

P.: Peso.

Pc: Peso corteza.

Mc: Membranas carpelares.

4.2.1.3. PESO, LONGITUD Y ANCHURA DE LOS ARILOS Y DE LA PORCIÓN LEÑOSA

Una vez desgranadas todas las granadas, se seleccionaron 30 arilos de cada variedad.

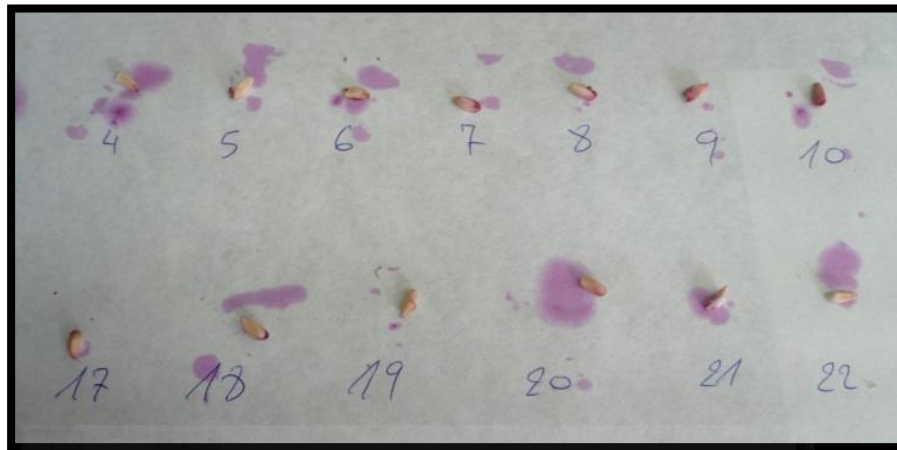
Figura 13: Arilos numerados.



Primero se pesó cada arilo con una balanza digital de precisión. A continuación con un pie de rey digital, se midió el ancho y el largo de cada arilo, estas

medidas también fueron anotadas. Con una servilleta, se envolvió el arilo y se apretó cuidadosamente hasta eliminar la parte carnosa, quedando solo la parte leñosa.

Figura 14: Semillas de granada numeradas.



Con la parte leñosa de cada arilo, se procedió igual que con los arilos, se pesaron con la balanza de precisión, y con el pie de rey digital se midió el ancho y el largo de cada una, anotando estos datos.

4.2.1.4. ÍNDICE DE PORCIÓN LEÑOSA

Con los datos obtenidos del peso de los arilos y de la porción leñosa, se calculó el índice de la porción leñosa de cada arilo.

Fórmula nº3.

$$Ipl = \frac{Ppl}{Pa} \times 100$$

Ipl: Índice de porción leñosa.

Ppl: Peso porción leñosa.

Pa: Peso arilos.



4.2.1.5. PORCENTAJE DE HUMEDAD

El porcentaje de humedad (M) se determinó mediante el secado del material en un horno de aire caliente a 60°C hasta alcanzar un peso constante.

Figura 15: Bandejas de arilos en estufa.



4.2.2. VARIABLES QUÍMICAS.

Los parámetros químicos determinados fueron: pH, la acidez titulable (AT), los sólidos solubles totales (SST), el índice de madurez (IM) y el rendimiento en zumo (%).

4.2.2.1. pH, AT, SST, IM y %.

Los sólidos solubles totales (SST) fueron evaluados por triplicado con un refractómetro digital (Atago N1) a 20°C, y los resultados se expresaron como °Brix. La acidez total valorables (AT) también se determinó por triplicado, utilizando un valorador de acidez automático (877 Titrino plus), análisis de iones Metrohm (CH9101) con 0,1 N NaOH hasta pH 8,1 usando 1 ml de zumo diluido en 25 ml de H₂O destilada, y los resultados se expresaron como gramos de ácido cítrico por litro de zumo. A continuación, se determinó el IM (Índice de Madurez) que se calculó como la relación entre TSS/TA. El contenido o rendimiento en zumo se extrajo mediante un extractor eléctrico y una muestra de arilos de 100g. Todos los resultados se presentan como valores medios \pm SE (error estándar).

Figura 16: Valorador de acidez automático.



4.2.2.2. CONTENIDO DE FIBRA CRUDA (CF).

El contenido de fibra cruda (CF) se determinó, con un analizador de fibra Ankon (modelo A220), siguiendo la metodología oficial establecida por el Ministerio de Agricultura español, Pesca y Alimentación (MAPA, 1993). Los resultados se expresaron en $\text{g } 100^{-1} \text{ g DW}$ (peso seco).



4.2.2.3. ÁCIDOS ORGÁNICOS Y AZÚCARES.

Para los análisis de ácidos orgánicos, se pasó un mililitro de zumo de granada centrifugado a través de una membrana de filtro Millipore de 0,45 micras, y luego se inyectó en un cromatógrafo Hewlett-Packard 1100. El sistema de elución consistió en ácido fosfórico al 0,1% con un caudal de $0,5 \text{ mL min}^{-1}$. Los ácidos orgánicos se separaron en una columna de Supelcogel TMC-610H (30cm x 7,8 mm id, Supelco) y la precolumna Supelguard (5 cm x 4,6 mm, Supelco), y se detectó mediante un detector de diodos establecido a 210 nm. Para los análisis de azúcar, se utilizó el mismo equipo de HPLC, sistema de elución, velocidad de flujo, y las columnas. La detección de los azúcares se llevo a cabo utilizando un detector de índice de refracción (HO 1100, G1362A). Las curvas de calibración de patrones puros de los ácidos orgánicos (oxálico, cítrico, málico, succínico, tartárico, fumárico, fórmico, láctico, quínico, acético y ascórbico) y para azúcares (glucosa, fructosa, sorbitol y sacarosa)(Sigma, Poola) fue utilizado para la cuantificación. Los resultados para ambos, ácidos orgánicos y azúcares, se expresaron como concentraciones $\text{g (100g}^{-1}\text{)}$ de peso fresco (FW). Los azúcares y ácidos orgánicos fueron determinados por triplicado.

Figura 17: Equipo HPLC.



4.2.3. COMPOSICIÓN MINERAL.

Los arilos se secaron en el horno a 60°C durante al menos 48h, a continuación se pesaron y se molieron en un molinillo hasta obtener un polvo fino. El polvo obtenido de cada bandeja se metió en una duquesita identificada igual que la bandeja.

Figura 18: Arilos antes de ser molidos.



Figura 19: Arilos después de ser molidos.



Posteriormente, se llevó a cabo una digestión ácida con $\text{HNO}_3:\text{H}_2\text{O}_2$ (5:3, v/v) en un microondas que alcanzaba 200°C en 20 minutos y los mantenía a esta temperatura durante 2 horas. (CEM Mars Xpress, North Carolina, USA).

La concentración de N y C se midieron usando un analizador elemental Thermo-Finnigan 1112 EA (Thermo-Finnigan, Milan, Italy).

Las concentraciones de Na, K, Mg, Ca, P, S, Al, B, Cu, Fe, Mn y Zn fueron determinadas por espectrometría óptica de emisión de plasma acoplada inductivamente (Iris Intrepid II, Thermo Electron Corporation, Franklin, USA).

Los macronutrientes se expresaron en $g\ 100g^{-1}$ 114 dw (Peso seco) y los micronutrientes en $mg\ kg^{-1}$ 115 dw. Los resultados (media \pm error estándar) fueron la media de 3 determinaciones.

4.2.4. VARIABLES SENSORIALES.

El test sensorial consistió en degustar los arilos de los diferentes clones de granadas y evaluar los parámetros de dureza, calidad gustativa, sabor y color de acuerdo con la figura 20.

Figura 20: Tabla test sensorial.

Variedad:	
Parámetros	Puntuación
Dureza (Zarei et al., 2013)	
1- Piñón blando (fácilmente masticables)	
3- Piñón semiblando	
5- Piñón semiduro	
7- Piñón duro (incomedibles)	
Calidad Gustativa	
1 = Calidad pobre	
2 = Calidad aceptable para el consumo	
3 = Calidad buena	
4 = Calidad excelente	
Sabor	
1 = Variedades dulces	
2 = Variedades agridulces	
3 = Variedades agrias	
Color	
1 = Blanquecino	
2 = Rosa - blanquecino	
3 = Rosa	
4 = Rosa oscuro	
5 = Rosa - rojizo	
6 = Rojo	
7 = Muy rojo	

5. TRATAMIENTO ESTADÍSTICO **DE LOS DATOS**

5. TRATAMIENTO ESTADÍSTICO DE LOS DATOS.

Las variables cuantitativas se describen como media \pm desviación estándar, y las cualitativas como frecuencias y porcentajes. Las variables cuantitativas cuyos valores son medias de un mínimo de 10 elementos se describen como media \pm error estándar. Las diferencias entre medias se analizaron usando el test de ANOVA. Se usará el test de contrastes de Tukey para discriminar entre medias (comparaciones múltiples).

Se consideró significativo un valor de $p < 0.05$.

Los datos se analizaron usando el programa R y Rcmdr (R Core Team (2016). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>).





6.RESULTADOS

6. RESULTADOS.

6.1. VARIABLES FÍSICAS DE LA GRANADA.

Tras realizar las mediciones de las variables físicas del fruto del granado, y calcular los valores medios de estos, cabe resaltar que los clones BA1 y MA3 presentan un peso más elevado respecto a los clones ME12 y VA1.

Sin embargo no hay diferencias significativas entre los clones, exceptuando el rendimiento de la semilla del Clon VA1 respecto al Clon BA1, en el peso de la corteza junto con el peso de la membrana carpelar, y en el rendimiento de la semilla.

Tabla 4. Valores medios de las principales variables físicas de la granada.

	Parámetros	Clones			
		BA1	MA3	ME12	VA1
FRUTOS	PF (g)	430,8 ± 56,2 a	406,5 ± 52,8 a	334,4 ± 28,8 b	310 ± 41,4 b
	PC+PMC (g)	160,3 ± 22,9 a	172,8 ± 34,5 a	140,6 ± 19,6 a	143,8 ± 31 a
	RS (%)	63,3 ± 2,9 a	57,7 ± 5 ab	58 ± 4,1 ab	53,7 ± 6,9 b

Los valores son media ± ds (n=10). Los valores seguidos por la misma letra no muestran diferencias estadísticamente significativas (P<0.05). PF: Peso fruto; PC+ PM: Peso de la corteza y peso de las membranas carpelares; RS: Rendimiento de las semillas.

6.2. VARIABLES FÍSICAS DE LOS ARILOS Y LAS SEMILLAS.

Tras obtener los valores medios de las variables físicas tanto de arilos como de semillas, se destacó que todos los valores medios calculados respecto a los arilos, (peso del arilo, ancho del arilo, longitud del arilo y su humedad) fueron significativamente inferiores en el clon BA1 comparado con los clones MA3, ME12 y VA1. También cabe destacar que el clon VA1, es el que mayor porcentaje de humedad presentó.

Por otro lado, en los valores medios calculados para las semillas, cabe destacar que no hay ninguna diferencia significativa en cuanto al largo de la semilla de los diferentes clones, sin embargo tanto en el peso de la porción leñosa como en el índice de porción leñosa, se observó diferencias significativas entre los clones BA1 y ME12 frente a los clones MA3 y VA1, siendo estos valores menores en ambos casos. Por otro lado en el ancho de los arilos, estas diferencias significativas las encontramos entre los clones BA1 y MA3, y los clones ME12 y VA1, siendo estos últimos los valores mayores.

Tabla 5. Valores medios de las principales variables físicas de las semillas y los arilos.

Parámetros	CLON				
	BA1	MA3	ME12	VA1	
ARILOS	Pa (g)	0,34 ± 0,06 a	0,4 ± 0,05 b	0,36 ± 0,06 a	0,4 ± 0,06 b
	Aa (mm)	6,5 ± 0,5 a	7,8 ± 0,7 b	7,95 ± 0,7 b	8,3 ± 0,7c
	La (mm)	10,1 ± 0,7 a	11,1 ± 1 b	11,2 ± 1 b	11,5 ± 0,9b
	Ha (%)	76,8 ± 0,2 a	78,4 ± 0,1 b	78,86 ± 0,4 b	80,6 ± 0,1c
SEMILLAS	Ppl (g)	0,03 ± 0,005 a	0,02 ± 0,006 b	0,03 ± 0,01 a	0,02 ± 0,007b
	Apl (mm)	2,6 ± 0,2 a	2,6 ± 0,4 a	3,2 ± 0,6 b	3 ± 0,3 b
	Lpl (mm)	6,7 ± 0,4 a	6,3 ± 0,8 a	6,8 ± 1 a	6,4 ± 0,7 a
	Ipl (%)	9,5 ± 1,6 a	6,2 ± 1,5 b	8,6 ± 2,4 a	6,4 ± 1,7 b

Los valores son media ± ds (n=30). Los valores seguidos por la misma letra no muestran diferencias estadísticamente significativas (P<0.05). Pa: Peso arilos; Aa: ancho arilos; La: Longitud arilos; Ha: Humedad arilos; Apl: Ancho porción leñosa; Lpl; Largo porción leñosa; Ppl: Peso porción leñosa; Ipl: Índice porción leñosa.

6.3. VARIABLES QUÍMICAS DE ARILOS Y SEMILLAS.

Tras obtener los valores medios de las variables químicas tanto de arilos como de semillas, se destacó las diferencias en el porcentaje de fibra bruta y el índice de madurez entre los clones BA1 y VA1.

Mientras que con el pH y TA el único clon diferente de los demás es BA1. Sin embargo, en los sólidos solubles totales, el único clon significativamente diferente es el VA1. Este último clon también muestra diferencias significativas con los demás clones en ácido cítrico, quínico y fructosa.

El clon BA1 es significativamente diferente de los demás clones en ácido cítrico, málico, quínico y por tanto también en el total de los ácidos.

Por último hay que destacar que el valor de glucosa y el total de azúcares no mostraron ninguna diferencia significativa entre los clones.

Tabla 6. Valores medios de las variables químicas de arilos y semillas.

Parámetros	CLONES			
	BA1	MA3	ME12	VA1
CF (%)	2,8 ± 0,1 a	1 ± 0 b	1,1 ± 0,1 b	0,8 ± 0 c
MI	9,8 ± 0,1 a	87,7 ± 1,7 b	91,8 ± 2,1 b	67,1 ± 0,5 c
pH	4,5 ± 0,1 a	5,6 ± 0,1 b	6 ± 0,2 b	6 ± 0,4b
TA(g citric acid L ⁻¹)	17,5 ± 0,1 a	2 ± 0,1 b	1,9 ± 0 b	2,4 ± 0 b
TSS (°Brix)	17,1 ± 0,1 a	17,6 ± 0,2 a	17,1 ± 0,2 a	15,9 ± 0,1 b
V. Juice	62,2 ± 1,2 a	68,2 ± 0,4 b	64 ± 0,6 a	65,1 ± 0,5 ab
Ac. Cítrico (g 100mL ⁻¹)	1,9 ± 0 a	0,1 ± 0 b	0,1 ± 0 b	0,04 ± 0 c
Ac. Málico (g 100mL ⁻¹)	0,4 ± 0 a	0,1 ± 0 b	0,6 ± 0 b	0,6 ± 0 b
Ac. Quínico (g 100mL ⁻¹)	0,9 ± 0 a	0,4 ± 0 b	0,4 ± 0 b	0,6 ± 0 c
Fructosa (g 100mL ⁻¹)	8,5 ± 0,1a	9 ± 0 a	8,9 ± 0 a	10 ± 0,2 b
Glucosa (g 100mL ⁻¹)	5 ± 0 a	5,1 ± 0 a	5 ± 0 a	3,7 ± 1,7 a
T. Ácidos (g 100mL ⁻¹)	3,2 ± 0,1 a	1,1 ± 0 b	1,1 ± 0 b	1,2 ± 0 b
T. Azúcares(g100mL ⁻¹)	13,5 ± 0,1 a	14,1 ± 0 a	13,9 ± 0,1 a	13,7 ± 2 a

Los valores son media ± es (n=3 muestras incluyendo cada una jugo de 10 frutos de cada clon).

Los valores seguidos por la misma letra no muestran diferencias estadísticamente significativas (P<0.05). CF: Fibra bruta; MI: Índice de madurez; TA: Acidez titulable; TSS: Sólidos solubles totales; V.juice: Volumen zumo.

6.4. COMPOSICIÓN MINERAL.

Tras calcular los valores medios de la composición química, debemos destacar que los parámetros de Magnesio, Sodio y Fósforo, no presentan ninguna diferencia significativa entre los 4 clones. Sin embargo, para el boro el clon VA1, muestra un valor significativamente inferior al resto de los clones. Para el aluminio, cobre, magnesio y zinc, el clon BA1, muestra por el contrario un valor significativamente superior al resto de los clones. Para el parámetro potasio y azufre, el clon MA3, muestra un valor significativamente inferior al resto de los clones.

Tabla 7. Valores medios de la composición química.

Parámetros	Clones			
	BA1	MA3	ME12	VA1
Al (ppm)	125 ± 9,4 a	13,5 ± 1,8 b	49,7 ± 8,9 c	17,5 ± 1,5 b
B (ppm)	19,4 ± 0,1 a	21,8 ± 0,4 b	17,9 ± 0,4 a	15,7 ± 0,8 c
Cu (Ppm)	8,2 ± 0,1 a	6,2 ± 0,2 b	6,2 ± 0,2 b	6,6 ± 0,2 b
Fe (Ppm)	15 ± 0,7 a	9,9 ± 2 a	11, 1 ± 0,7 a	8,8 ± 0,3 b
Mn (Ppm)	10 ± 0,3 a	7,4 ± 0,1 b	7,8 ± 0,4 b	7,4 ± 0,1 b
Zn (Ppm)	16,1 ± 0,6 a	10,8 ± 0,4 b	13,4 ± 0,7 ab	12,7 ± 0,7 b
Ca (%)	0,03 ± 0 a	0,03 ± 0 a	0,02 ± 0 b	0,03 ± 0 a
K (%)	1,1 ± 0 a	0,95 ± 0 b	1,1 ± 0 a	1,1 ± 0 a
Mg (%)	0,1 ± 0 a	0,1 ± 0 a	0,1 ± 0 a	0,1 ± 0 a
Na (%)	0 ± 0 a	0 ± 0 a	0 ± 0 a	0 ± 0 a
P (%)	0,2 ± 0 a	0,2 ± 0 a	0,2 ± 0 a	0,2 ± 0 a
S (%)	0,077 ± 0 a	0,06 ± 0 b	0,073 ± 0 a	0,07 ± 0 ab

Los valores son media ± es (n=3 muestras incluyendo cada una 10 frutos de cada clon). Los valores seguidos por la misma letra no muestran diferencias estadísticamente significativas (P<0.05). Al: Aluminio; B: Boro; Cu: Cobre; Fe: Hierro; Mn: Manganeseo; Zn: Zinc; Ca: Calcio; K Potasio; Mg: Magnesio; Na: Sodio; P: Fosforo; S: Azufre.

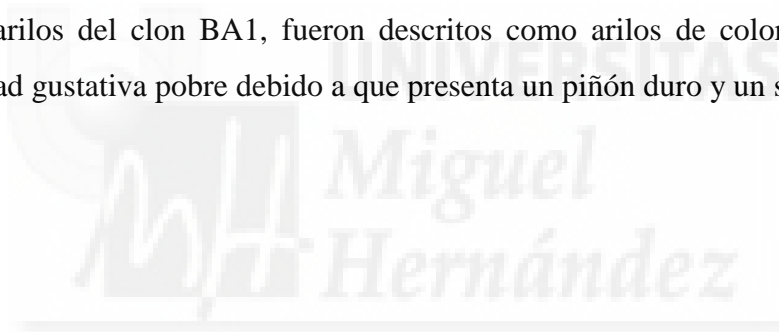
6.5. VARIABLES SENSORIALES.

Para el clon ME12 se cualificaron los arilos con un color Rosa-rojizo, con una calidad gustativa buena, debido a que la dureza del piñón semiblanda y su sabor dulce.

Los arilos del clon MA3 fueron descritos como unos arilos de color rosa-oscuro una calidad gustativa aceptable, debido a que su piñón es blando y su sabor dulce.

Los arilos del clon VA1 han sido descritos como arilos de color rojo, su calidad gustativa es pobre, debido a que el piñón es semiduro pero su sabor es dulce.

Los arilos del clon BA1, fueron descritos como arilos de color rojo con una calidad gustativa pobre debido a que presenta un piñón duro y un sabor agrio.





7.DISCUSIÓN

7. DISCUSIÓN.

La caracterización físico – química de un fruto es un proceso con un interés económico puesto que nos va a permitir estimar la posible aceptación o rechazo del fruto por el consumidor y nos va a permitir diseñar su manipulación industrial y el control de calidad de los productos resultantes (Hernández et al., 2014; Melgarejo-Sánchez et al., 2015).

En el presente trabajo se han determinado las características físico-químicas y sensoriales de los clones; BA1, MA3, ME12 y VA1. Constatándose diferencias relevantes en distintos aspectos de los mismos.

7.1. VARIABLES FÍSICAS DE LA GRANADA.

El peso y tamaño de la granada son, entre las características morfológicas de este fruto, las que se han identificado como más influyentes en las preferencias de los consumidores (Holland et al., 2009).

Los clones MA3, ME12 y VA1, estudiados en este trabajo presentaron unos pesos comprendidos entre las cifras descritas para la mayoría de los clones españoles con pesos entre 251,0 g y 421,1 g (Martínez et al., 2006). El clon BA1 presentó un peso que excedía dicho rango.

La norma CODEX STAN 310-2013 (FAO, 2013) define los tamaños del fruto de la granada como pequeños (125-200 g); medianos (201-300 g); grandes (301-400 g) y extra grandes (401-500 g). De acuerdo a esta clasificación, los clones VA1 y ME12 serían clones grandes, mientras que MA3 y BA1, serían extra grandes.

El mayor peso del clon BA1 podría influir en la preferencia de los consumidores por este clon, aunque debe tenerse en consideración que mucho de los clones con frutos pesados tienen el inconveniente de un sabor más agrio o amargo, como se ha descrito con los clones Manfalouty y Nab El-Gamal con pesos de 604,3 g y 518,2 g respectivamente. (El-Sese., 1988). En este caso, también se cumple dicha relación y el clon estudiado BA1, con el mayor peso presentó un sabor agrio.

En cuanto al rendimiento de los arilos, varía desde 53,7% para el clon VA1 y 63,27% para el clon BA1, valores que concuerdan con los datos obtenidos por otros autores que estudiaron clones españoles (Hernández et al., 2014), con cultivares de Marruecos (Martinez et al., 2012) y con cultivares iraníes cuyos valores comprendían entre los 41,1-65% (Tehranifar et al., 2010).

En este estudio el clon BA1, presentó el mayor peso y el mayor rendimiento de arilos, y el clon VA1 presentó el menor peso y rendimiento. Sin embargo el clon MA3 presentó un peso superior al clon ME12, pero su porcentaje de arilos fue menor. Estos datos nos sugieren que el incremento del tamaño y peso del fruto no tiene por qué mejorar el desarrollo de los arilos. Trabajos previos han mostrado que el peso de los arilos no guarda una relación directa con el peso del fruto, al haberse identificado frutos grandes y pesados compuestos por arilos pequeños (Lal et al., 2013).

7.2. VARIABLES FÍSICAS DE LOS ARILOS Y LAS SEMILLAS.

El peso de los arilos de los clones estudiados osciló entre 0,34 g/arilo y 0,40 g/arilo. Este rango es coherente con datos previos obtenidos por diferentes autores a partir de arilos de cultivos en Turquía, Irán, Italia, Túnez y España (Gözlekçi and Kaynak, 1998; Tehranifar et al., 2010; Barone et al., 2001; Hasnaoui et al., 2011; Martínez et al., 2006, 2012; Melgarejo-Sánchez et al., 2015) que muestran un rango de pesos comprendido entre 0,24 g/arilo y 0,60 g/arilo.

El índice de porción leñosa de los arilos indica la proporción de porción leñosa comparada con el peso total del arilo. El índice de porción leñosa de los cuatro clones estudiados en este trabajo está comprendido entre los valores 6,2 y 9,5%. Esto valores son similares a los obtenidos para otros clones españoles (Martínez et al., 2006; Melgarejo-Sánchez et al., 2015).

7.3. VARIABLES QUÍMICAS DE ARILOS Y SEMILLAS. CF, pH, AT, SST e IM.

El contenido de fibra cruda de los clones VA1, MA3, ME12 y BA1 estudiados en este trabajo fue de 0,8%, 1%, 1,1% y 2,8%, respectivamente. Cuando se ha relacionado en diversos trabajos el contenido de fibra cruda con la dureza de la semilla percibida sensorialmente, se ha comprobado que clones cuyo contenido de fibra cruda era diferente podían ser gustativamente iguales (Martínez et al., 2012). En este trabajo se pudo observar que el clon MA3 con un mayor contenido de fibra cruda presentaba una semilla más blanda que el clon VA1 con menor contenido de fibra apoyando la existencia de una disociación entre el contenido de fibra cruda y la dureza percibida.

La Unión Europea recomienda un contenido máximo de fibra cruda de 2,5% por fruta. Esta recomendación se basa por un lado en que la fibra es esencial para el cuerpo humano ayudando a mantener saludable el tracto gastrointestinal y por otro en que si se consume en exceso puede provocar una deficiencia de hierro y zinc (Hellen et al., 2014). Los cuatro clones estudiados se ajustarían a dicha recomendación.

Los análisis del pH, los sólidos solubles totales (SST), la acidez titulable (AT) y el índice de madurez (IM) son comúnmente utilizados en la industria del zumo como control de calidad (Melgarejo-Sánchez et al., 2015).

El pH de los clones analizados oscila entre 4,5 para BA1 y 6 para los clones ME12 y VA1. Estos clones fueron menos ácidos si se comparan con clones de Arabia Saudí que mostraron valores de pH en torno a 3,6 (Al-Maiman y Ahmad, 2002), de España con valores de pH comprendidos entre 3,3 y 4,1 (Hernández et al., 2014), 3,49 y 5,14 (Melgarejo-Sánchez et al., 2015) o de Marruecos con valores comprendidos entre 4,0 y 5,5 (Martínez et al., 2012).

El contenido de SST de los clones analizados en este trabajo osciló desde los 15,9°Brix para el clon VA1 a los 17,6°Brix para el clon MA3. Estos valores son parecidos a los obtenidos en el cultivar Marroquí con un contenido de SST entre

15,3°Brix y 17,6°Brix (Martínez et al, 2012) y superiores a los Iranís que presentaron contenidos entre 12,8 y 15,1°Brix (Tehranifar et al. 2010) y a los españoles que mostraron valores entre 12,17°Brix y 15,53 °Brix (Hernández et al. 2014).

La FAO recomienda un contenido de SST de 17°Brix en la granada para su consumo en fresco y establece un mínimo de 12°Brix para su consumo como zumo. Sin embargo de acuerdo con la Asociación de la Industria del zumo y Nectar (AIJN) propone un mínimo de 14,0 °Brix para el consumo en zumo (Türkmen and Eksi, 2011; Li et al. 2015). Con los datos obtenidos en el trabajo y las recomendaciones de la FAO podemos afirmar que los cuatro clones estudiados, son aptos para su consumo tanto en fresco como en zumo, en cuanto a SST se refiere.

El contenido en AT de este trabajo varió desde 17,5 g/L para el clon BA1 a 1,9 g/L para el clon ME12. Estudios anteriores de diferentes clones de granada también mostraron un amplio rango de valores para la AT (Cemeroglu et al., 1992; Mena et al., 2011; Melgarejo-Sánchez et al., 2015; Li et al., 2015).

El Índice de Madurez es un parámetro influyente en el gusto y el sabor, siendo uno de los factores más importantes usados para clasificar los diferentes clones (Melgarejo et al., 2000; Martínez et al., 2006). Según la clasificación de Melgarejo (1993,1998) dependiendo del IM, el clon BA1 sería agrio, mientras que los clones MA3, ME12 y VA1 serían dulces.

7.4. ÁCIDOS ORGÁNICOS Y AZÚCARES.

Los ácidos orgánicos determinan los atributos sensoriales del zumo de la granada y potencian algunos de sus beneficios saludables (Aarabi et al., 2008). Los ácidos orgánicos regulan los microorganismos presentes en la fruta y sus subproductos y controlan la calidad y la vida del zumo (Dumlu and Gürkan, 2007). La composición y concentración de los ácidos orgánicos determinan la percepción de los consumidores del dulzor y acidez de los diferentes tipos de granadas (Holland et al., 2009).

La cuantificación mediante HPLC de los ácidos orgánicos, mostró una mayor concentración de ácido cítrico en el clon agrio BA1 que en los otros tres clones. Estos datos son congruentes con los datos previos de Melgarejo-Sánchez (2015). Sin embargo la composición de ácido málico y quínico no mostró diferencias en sus concentraciones entre los distintos clones independientemente de cuál fuera su sabor. Diferentes trabajos han mostrado que el ácido cítrico es el ácido orgánico predominante entre los clones de granada (Aarabi et al., 2008; Melgarejo et al., 2000) y por tanto es uno de los principales determinantes de los atributos sensoriales del zumo de granada.

La fructosa y glucosa son los azúcares más abundantes del conjunto de azúcares que componen la granada (Melgarejo-Sánchez et al., 2015). En los 4 clones estudiados se observó una mayor cantidad de fructosa que de glucosa. En muchos zumos de granada, la concentración de fructosa es mayor que la de glucosa (Melgarejo et al., 2000; Hasnaoui et al., 2011; Mena et al., 2011), aunque se han descrito clones en los que el nivel de glucosa es superior al de fructosa (Al-Maiman y Ahmad, 2002).

Algunos investigadores piensan que la diferencia en el contenido de azúcares puede deberse a las condiciones climáticas y agronómicas. Sin embargo, otros piensan que es el genotipo el factor más influyente en el contenido de azúcares y ácidos orgánicos (Hansaoui et al., 2011).

7.5. COMPOSICIÓN MINERAL.

Los elementos minerales son elementos esenciales para todos los procesos vitales. Estos minerales se dividen en dos grupos; los macrominerales o macronutrientes, de los cuales se deben ingerir grandes cantidades y los microminerales o micronutrientes, que se deben ingerir en menor cantidad.

En el primer grupo encontramos el Calcio (Ca), el Magnesio (Mg), el Potasio (K), el Sodio (Na), el Fósforo (P) y el Azufre (S) (Soetan et al., 2010).

Los 4 clones estudiados en este trabajo mostraron valores de los macrominerales parecidos. Siendo el Potasio el que mayores concentraciones presentaba mientras el sodio era prácticamente inexistente. Un resultado similar al obtenido de granadas provenientes de Túnez (Zarei et al., 2011). Sin embargo, en granadas procedentes de Tanzania se encontraron valores muy elevados de sodio, siendo el componente mayoritario de estas granadas el calcio (Hellen et al., 2014).

Según Recommended Dietary Allowances (RDA), (1989), la cantidad recomendada de potasio es de 2000mg/día y los clones analizados presentan concentraciones de este mineral (1g/100g) que permitirían alcanzar la cantidad diaria de potasio recomendada, mucho mejor que clones de Tanzania de 0,54g/100g (Hellen et al., 2014), India 0.25g/100 (Ajay et al., 2010) o Arabia Saudí (Al-Maiman et al., 2002).

Entre los micronutrientes de la granada encontramos el Cobre (Cu), el Hierro (Fe), el Manganeso (Mn) y el Zinc (Zn). Este segundo grupo puede llegar a causar serios problemas de salud tanto en humanos como en animales. Por un lado, su ausencia puede originar enfermedades carenciales y por otro un consumo excesivo y prolongado en el tiempo puede favorecer su acumulación al ser productos no biodegradables y dañar diferentes órganos como hígado, riñón, cerebro, etc. (Duruibe et al., 2007).

La RDA (1989) recomienda un consumo de 8-20 mg /día de Hierro. En este trabajo se obtuvieron valores que oscilaron entre las 8,8 ppm y los 15 ppm, que se encuentran lejos de poder satisfacer estas necesidades. Resultados similares se han descrito en trabajos previos con distintos clones (Baird, 1995; Al-Maiman et al., 2002).

Una situación similar se dio con el contenido de cobre de los clones que no alcanzó los valores recomendados por la RDA (1989) de 1.2-3.2 mg/día, una observación similar a la descrita en trabajos anteriores (Al-Maiman et al., 2002).

Según la FAO, los niveles de zinc permitidos son inferiores a 6mg/día. Niveles que no son alcanzados por ninguno de los 4 clones estudiados.

El clon BA1, presentó unos frutos con el mayor peso y rendimiento de las semillas entre los clones estudiados. Por el contrario, el peso y tamaño medio de los arilos fue el menor de los cuatro clones. La parte leñosa de estos arilos presentó un tamaño y peso medio parecido a los demás clones. En consecuencia, los frutos del clon BA1, muestran el mayor índice de porción leñosa de los cuatro clones dado la cantidad de arilos pequeños y semillas de tamaño medio. Este clon presentó el pH más ácido de los 4 clones, un contenido en SST idóneo tanto para su consumo en fresco como en la industria. Sin embargo, al clasificarse como un clon agrio, sería más conveniente destinarlo a la industria.

El clon MA3, presentó unos frutos con un peso grande y un rendimiento de las semillas aceptable. Este clon obtuvo el mayor peso de arilos y un gran tamaño de estos. La parte leñosa de estos arilos presentó el menor tamaño y peso medio de los clones estudiados. Esto muestra que estos frutos contienen menos arilos, pero estos son mucho más grande y carnosos. Esta variedad obtuvo un índice de porción leñosa más pequeña de los cuatro clones. Debido a las características descritas, a su contenido en SST y al ser clasificado como un clon dulce. Sería más apropiado destinar esta variedad para el consumo en fresco, pudiendo ser destinado también a la industria.

EL clon ME12, presentó unos frutos con un peso y un rendimiento de las semillas medio. Los arilos presentan un tamaño grande. La parte leñosa de estos arilos presentó el mayor tamaño y peso medio. Por tanto los frutos del clon ME12 contienen un número reducido de arilos, de gran tamaño y con una porción leñosa grande y pesada, lo que da lugar a un índice de porción leñosa alto. Al igual que el clon MA3,

debido a las características descritas, su contenido en SST y ser clasificado como un clon dulce. Su consumo más apropiado sería su consumo en fresco.

El clon VA1, presentó unos frutos con un peso medio y el menor rendimiento de semillas. El peso y tamaño de los arilos era grande. La parte leñosa de estos arilos presentó un tamaño y peso pequeño. Esto muestra que estos frutos contienen pocos arilos, pero estos son grandes y carnosos. Al igual que ocurre con los clones MA3 y ME12, debido a las características anteriores, a su contenido en SST y ser clasificado como un clon dulce. Su consumo más apropiado sería su consumo en fresco.



8.CONCLUSIONES



8. CONCLUSIONES.

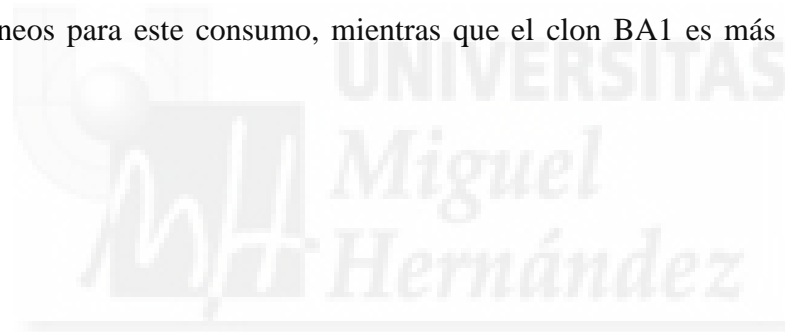
Se han observado diferencias significativas entre los cuatro clones estudiados en este trabajo.

Los resultados de este trabajo pretenden seleccionar que clones serían más idóneos para el consumo en fresco y cuales para la industria. Esta selección se realizó atendiendo a unas variables físico-químicas, composición mineral y variables sensoriales.

Los cuatro clones podemos dividirlos en clones dulces con menor cantidad de arilos pero estos muy grandes y carnosos, donde encontraríamos a los clones MA3, ME12 y VA1.

Mientras que el clon BA1 es un clon agrio con una gran cantidad de arilos pequeños y leñosos.

Aunque los cuatro clones son aptos para el consumo en fresco. Los clones dulces son los más idóneos para este consumo, mientras que el clon BA1 es más idóneo para la industria.



9. BIBLIOGRAFÍA

9. BIBLIOGRAFÍA.

- Aarabi, A., Barzegar, M., Azizi, M.H., 2008. Effect of cultivar and cold storage of pomegranate (*Punica granatum* L.) juices on organic acid composition. ASEAN Food J. 15 (1), 45-55.
- Adams, L. S., Seeram, N. P., Aggarwal, B. B., Takada, Y., Sand, D., Heber, D., 2006. Pomegranate juice, total pomegranate ellagitannins, and punicalagin suppress inflammatory cell signaling in colon cancer cells. J. Agric. Food Chem., 54, 980-955.
- Adams, L.S., Zhang, Y., Seeram, NP., Heber, D., Chen, S., 2010. Pomegranate ellagittannin-derived compounds exhibit antiproliferative and antiaromatase activity in breast cancer cells in vitro. Cancer Prev Res (Phila). ;3(1):108-13.
- Ajay, K.M., Satarupa, M., Uday, C.B. and Pratap, C.P. 2010. Nutrient Analysis of Some Selected Wild Edible Fruits of Deciduous Forests of India: an Explorative Study towards Non Conventional Bio-Nutrition. Adv. J. F. Sci. Technol. 4: 15-21.
- Al-Maiman, S.A., Ahmad, D., 2002. Changes in physical and chemical properties during pomegranate (*Punica granatum* L.) fruit maturation. Food Chem. 76, 437-441.
- Aviram, M., Dornfeld, L., Rosenblat, M., Volkova, N., Kaplan, M., Coleman, R. 2000. Pomegranate juice consumption reduced oxidative stress, atherogenic modifications to LDL, and platelet aggregation: studies in humans and in atherosclerotic apolipoprotein E-deficient mice. Amer. J. Clin. Nutr. 71, 1062-1076.

- Aviram, M., Rosenblat, M., Gaitini, D., Nitecki, S., Hoffman, A., Dornfeld, L., Volkova, N., Presser, D., Attias, J., Liker, H., Hayek, T., 2004. Pomegranate juice consumption for 3 years by patients with carotid artery stenosis reduces common carotid intima-media thickness, blood pressure and LDL oxidation. *Clin Nutr* ;23:423– 433.
- Azadzoi, K.M., Schulman, R.N., Aviram, M., Siroky, M.B. 2005. Oxidative stress in arteriogenic erectile dysfunction: prophylactic role of antioxidants. *J Urol.* ;174(1):386-93.
- Baird, C. 1995. *Environmental chemistry*. 2nd ed., WH Freeman and Company: New York. pp. 347-391.
- Barone, E., Caruso, T., Mara, F.P., Sottile, F., 2001. Preliminary observations on some Sicilian pomegranate (*Punica granatum* L.) varieties. *J. Am. Pomol. Soc.* 55, 4-7.
- Bonet, L. Bartual, J. Intrigliolo, D.S. 2012. Aproximación a la pauta de riego óptimo en granado. (Instituto Valenciano Investigación Agrarias- IVIA).
- Boussetta, T. Raad , H. Lettéron, P. Gougerot-Pocidallo, M.A. Marie, J.C. Driss, F. El-Benna, J. 2009. Punicic acid a conjugated linolenic acid inhibits TNFalpha-induced neutrophil hyperactivation and protects from experimental colon inflammation in rats. *PLoS One.* 31;4 (7):e6458.
- Cemeroglu, B., Artik, N., Erbas, S., 1992. Extraction and composition of pomegranate juice. *Flüessiges Obst.* 59, 335-340.
- De MK, de A., Banerjee, A.B. 1999. Antimicrobial screening of some Indian spices. *Phytother. Res;* 13: 616-8.

- Dumlu, M.U., Gürkan, E., 2007. Elemental and nutritional analysis of *Punica granatum* from Turkey. *J. Med. Food* 10, 392-395.
- Duruibe, J.O., Ogwuegbu, M.O.C. and Egwurugwu, J.N. 2007. Heavy metal pollution and human biotoxic effects. *Int.J. Phys. Sci.* 2: 112-118.
- El-Sese, A. M., 1988. Effect of time of fruit setting on the quality of some pomegranate cultivars. *Assiut J. Agric. Sci.* 19(3), 55-69.
- FAO. 2013. Norma para la Granada. CODEX STAN 310-2013).
- García-Viguera, C. y Pérez, A. 2004. La granada. Alimento rico en polifenoles antioxidantes y bajo en calorías. *Alimentación Nutrición y Salud* 11(4): 113-120.
- GBD Network. 2015. World pomegranate market. Supply, demand and forecast. *Prospectiva* 2020.
- Gözlekçi, S., Kaynak, L., 1998. Physical and chemical changes during fruit development and flowering in pomegranate (*Punica granatum* L.) cultivar Hizcaznar grown in Antalya region. I. In: *Symposium International sobre el Granado, Orihuela, Alicante, España.*
- Hasnaoui, N., Mars, M., Ghaffari, S., Trifi, M., Melgarejo, P., Hernández, F., 2011. Seed and juice characterization of pomegranate fruits grown in Tunisia: comparison between sour and sweet cultivars revealed interesting properties for prospective industrial applications. *Ind. Crops Prod.* 33, 374-381.
- Hellen, L.E., Christina, F., Othman, O.C. 2014. Determination of Physico-Chemical Properties of Pomegranate (*punica granatum* L.) Fruits of Dar es Salaam Tanzania. *Journal of Food and Nutrition Sciences*; 2 (6): 277-284.

- Hernández, F. Legua, P. Martínez, R. Melgarejo, P. Martínez, JJ. 2014. Fruit quality characterization of seven pomegranate accessions (*Púnica granatum* L.) grown in Southeast of Spain. *Scientia Horticulturae* 174-180.
- Holland, D., HAtib, K., Bar-Ya'akov, I., 2009. Pomegranate: botany, horticulture, breeding. *Hortic. Rev.* 35, 127-191.
- Kasai, K. Yoshimura, M. Koga, T. Arii, M. Kawasaki, S. 2006. Effects of oral administration of ellagic acid-rich pomegranate extract on ultraviolet-induced pigmentation in the human skin. *J Nutr Sci Vitaminol (Tokyo)*. ;52(5):383-8.
- Lal, S., Ahmed, N., Verma, M. K.. 2013. Fruit size contributing traits in pomegranate (*Punica granatum* L.) cv Dholka under temperature condition. *Indian J. Agric. Sci.* 83, 535-541.
- Li, X., Wasila, H., Liu, L., Yuan, T., Gao, Z., Zhao, B., Ahmad, I., 2015. Physicochemical characteristics, polyphenol compositions and antioxidant potential of pomegranate juices from 10 Chinese cultivars and the environmental factors analysis. *Food Chemistry* 175:575-584.
- López, M.Y. Moreno, A. 2015. *El granado: variedades, técnicas de cultivo y usos*. Madrid. Ed. Mundi-Prensa.
- Magrama. 2013. *Superficies y propiedades de cultivos. Frutales de fruto fresco no cítricos-granado*.
- Magrama. 2014. *Superficies y producciones de cultivos. Frutales de fruto fresco no cítricos-granado*.
- Martínez, J.J., Melgarejo, P., Hernández F., Salazar, D.M., Martínez, R., 2006. Seed characterisation of five new pomegranate (*Punica granatum* L.) varieties. *Sci. Hortic.* 110, 241-246.

- Martínez, J.J. y Hernández, F. 2010. Material vegetal y técnicas de cultivo. En: I Jornadas Nacionales sobre el granado (recurso electrónico). Melgarejo, P., Hernández, F., Legua, P. (Editores). Elche. SPE3.
- Martínez, J.J., Hernández, F., Abdelmajid, H., Legua, P., Martínez, R., El Amine, A., Melgarejo, P., 2012. Physico-chemical characterization of six pomegranate cultivars from Morocco: processing and fresh market aptitudes. *Sci. Hortic.* 140, 100-106.
- Melgarejo, P. 1993. Selección y tipificación varietal de granado. Tesis doctoral. E.T.S.I. Agronomos de Valencia (Universidad Politecnica Valencia). 617pp.
- Melgarejo, P., Salazar, D.M., Artés, F., 2000. Organic acids and sugars composition of harvested pomegranate fruits. *Eur. Food Res. Technol.* 211, 185-190.
- Melgarejo, P. 2010. Conferencia general: el granado, su problemática y usos. En: I Jornadas Nacionales sobre el granado (recurso electrónico). Melgarejo, P., Hernández, F., Legua, P. (Editores). Elche. SPE3.
- Melgarejo-Sánchez, P., Martínez, J.J., Legua, P., Martínez, R. Hernández, F., Melgarejo, P. 2015. Quality, antioxidant activity and total phenols of six Spanish pomegranates clones. *Sci. Hortic.* 182, 65-72.
- Mena, P., García-Viguera, C., Navarro-Rico, J., Moreno, D.A., Bartola, J., Saura, D., Martí, N., 2011. Phytochemical characterisation for industrial use of pomegranate (*Punica granatum* L.) cultivars grown in Spain. *J. Sci. Food Agric.* 91, 1893-1906.
- Mira, S. 2010. La granada: Economía y comercialización. En: I Jornadas Nacionales sobre el granado (recurso electrónico). Melgarejo, P., Hernández, F., Legua, P. (Editores). Elche. SPE3.

National Research Council. USA Recommended Dietary Allowances NRC (1989). Washington , DC : National Academy press. pp 42.

Pantuck, A.J. Leppert, J.T. Zomorodian, N. Aronson, W. Hong, J. Barnard, R.J. Seeram, N. Liker, H. Wang, H. Elashoff, R. Heber, D. Aviram, M. Ignarro, L. Beldegrun, A. 2006. Phase II study of pomegranate juice for men with rising prostate-specific antigen following surgery or radiation for prostate cancer. Clin Cancer Res. 1;12(13):4018-26.

RAE. Real Academia Española. 2016

Seeram, N.P. Aviram, M. Zhang, Y. Henning, S.M. Feng, L. Dreher, M. Heber, D. 2008 Comparison of antioxidant potency of commonly consumed polyphenol-rich beverages in the United States. J Agric Food Chem. 27;56(4):1415-22.

Serrano, M. 2010. La Granada: maduración y post-recolección. En: I Jornadas Nacionales sobre el granado (recurso electrónico). Melgarejo, P., Hernández, F., Legua, P. (Editores). Elche. SPE3.

Shukla, M. Gupta, K. Rasheed, Z. Khan, K.A. Haqqi, TM. 2008. Consumption of hydrolyzable tannins-rich pomegranate extract suppresses inflammation and joint damage in rheumatoid arthritis. Nutrition. ;24(7-8):733-43.

Soetan, K.O., Olaiya, C.O., Oyewole, O.E. 2010. The importance of mineral elements for human, domestic animals and plants. A rev. Afr. J. of Food Sci. 4: 200-222.

TehraniFar, A., Zarei, M., Nemat, Z., Esfandiari, B., Vasifeshenas, M.R., 2010. Investigation of physico-chemical properties and antioxidant activity of twenty Iranian pomegranate (*Punica granatum* L.) cultivars. Sci, Hortic. 126, 180-185.

- Toklu, H.Z. Gökmen, V. Sener, G. 2009. *Punica granatum* peel extract protects against ionizing radiation-induced enteritis and leukocyte apoptosis in rats. *J Radiat Res.* 50(4):345-53.
- Trombalet, JR. Barnes, JN. Critchley, L. Coyle, EF. 2010. Ellagitannin consumption improves strength recovery 2-3 d after eccentric exercise. *Med Sci Sports Exerc.*;42(3):493-8.
- Türk, G., Sönmez, M., Aydın, M., Yüce, A., Gür, S., Yüksel, M., Aksu, E.H., Aksoy, H. 2008. Effects of pomegranate juice consumption on sperm quality, spermatogenic cell density, antioxidant activity and testosterone level in male rats. *Clin Nutr.* 27(2):289-96.
- Türkmen, I., Eksi, A., 2011. Brix degree and sorbitol/xylitol level of authentic pomegranate (*Punica granatum* L.) juice. *Food Chemistry* 127:1404-1407.
- Vitalgrana. Los efectos beneficiosos de la granada. Universidad Miguel Hernandez y Skin Research Platform.
- Zarei, M., Azizi, M. and Bashi-Sadr. Z. 2011. Evaluation of physicochemical characteristics of pomegranate(*Punica granatum* L) fruits during ripening. *Fruits* 66: 21-129.