

UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ORIHUELA

GRADO EN INGENIERÍA AGROALIMENTARIA Y AGROAMBIENTAL



***“CARACTERIZACIÓN DE DOS
VARIETADES DE LIMONERO EN EL
TÉRMINO MUNICIPAL DE MULA”***

TRABAJO FIN DE GRADO

SEPTIEMBRE 2022

Autor: Pedro Antonio Rodríguez Moya

Tutor: Pablo Melgarejo Moreno

Co-Director: Dámaris Núñez Gómez



EPSO

ESOLELA POLITÈCNICA
SUPERIOR DE ORIHUELA

Título: “Caracterización de dos variedades de limonero en el término municipal de Mula”

Title: “Characterization of two varieties of lemon in the municipality of Mula”

Resumen: el presente trabajo fin de Grado, tiene como objetivo realizar una caracterización parcial de dos variedades de limonero, como son ‘Fino 49’ y ‘Verna’. Se ha empezado conociendo la situación de la citricultura en el mundo, para continuar describiendo las variedades de limonero y entrando en la caracterización de las dos variedades objetivo. Para ello se ha realizado un trabajo de campo, que ha consistido en la selección de árboles y toma de muestras de hojas y frutos para continuar con un trabajo de laboratorio realizando un estudio morfológico y físico-químico de frutos.

Posteriormente estos datos se han sometido a un análisis estadístico y de varianza, mediante el programa Statgraphics, obteniéndose diferencias significativas entre las variedades y pudiendo realizar una comparación entre ellas con los datos obtenidos.

Abstract: The present final degree project aims to elaborate a partial characterization of two varieties of lemon, such as ‘Fino 49’ y ‘Verna’. It was started by getting to know the situation of citrus in the world, so as to being able to continue describing the varieties of lemon and entering the characterization of the two target varieties. For this purpose, fieldwork has been carried out, which has consisted in the selection of trees and sampling of leaves and fruits to continue with a laboratory work performing a morphological and physic-chemical study of fruits. Subsequently, these data were subjected to a descriptive and variance analysis, using the Statgraphics program, obtaining significant differences between the varieties and being able to make a comparison between them with the data obtained.

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN.....	10
1.1.	ORIGEN Y SISTEMÁTICA DE LOS CÍTRICOS	10
1.2.	IMPORTANCIA DE LOS CÍTRICOS.....	12
1.2.1.	IMPORTANCIA DE LOS CÍTRICOS EN EL MUNDO	12
1.2.2.	IMPORTANCIA DE LOS CÍTRICOS EN ESPAÑA	13
1.2.3.	IMPORTANCIA DE LOS CÍTRICOS EN MURCIA.....	14
1.3.	IMPORTANCIA DEL LIMÓN	14
1.3.1.	EN EL MUNDO.....	14
1.3.2.	EN ESPAÑA.....	16
1.3.3.	EN MURCIA	18
1.4.	DESCRIPCIÓN DEL CULTIVO DEL LIMONERO	19
1.4.1.	TAXONOMÍA	19
1.4.2.	MORFOLOGÍA	20
1.4.3.	CRECIMIENTO	24
1.4.4.	CICLO ANUAL DE DESARROLLO	25
1.4.5.	VARIEDADES	27
1.4.6.	SELECCIONES.....	33
1.4.7.	PATRONES.....	35
1.4.8.	VALOR NUTRICIONAL DEL LIMÓN	40
1.5.	ZONAS DE PRODUCCIÓN.....	41
1.6.	EXIGENCIAS DE CULTIVO	41
1.6.1.	EXIGENCIAS CLIMÁTICAS	42
1.6.2.	EXIGENCIAS EDÁFICAS.....	44
1.6.3.	EXIGENCIAS HÍDRICAS	45
1.6.4.	EXIGENCIAS NUTRICIONALES.....	46
2.	OBJETIVOS Y PLAN DE TRABAJO	47
2.1.	OBJETIVOS	47
2.2.	PLAN DE TRABAJO.....	47
3.	MATERIAL Y MÉTODOS.....	48
3.1.	MATERIALES DE LABORATORIO Y CAMPO	48
3.1.1.	TÉCNICAS DE CULTIVO, CONSERVACIÓN Y COSTES DE PRODUCCIÓN	48
3.1.1.1.	SISTEMAS DE PRODUCCIÓN.....	48
3.1.1.2.	MARCO DE PLANTACIÓN	48

3.1.1.3.	RIEGO.....	49
3.1.1.4.	PODA	50
3.1.1.5.	RECOGIDA DE LEÑA.....	51
3.1.1.6.	FORZADO	52
3.1.1.7.	CONTROL DE MALAS HIERBAS	52
3.1.1.8.	RECOLECCIÓN	53
3.1.1.9.	ENFRIADO Y ALMACENAMIENTO.....	54
3.1.1.10.	PLAGAS Y ENFERMEDADES	55
3.1.1.11.	FISIOPATÍAS	67
3.1.1.12.	ESTUDIO DE COSTES	70
3.1.2.	MATERIAL VEGETAL	76
3.2.	UBICACIÓN DEL EXPERIMENTO	78
3.3.	METODOLOGÍA PARA LA TOMA DE DATOS Y MUESTRAS.....	79
3.4.	PARÁMETROS A DETERMINAR	79
3.4.1.	CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS.....	80
3.4.1.1.	CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DEL ÁRBOL.....	80
3.4.1.2.	CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DE LOS FRUTOS	80
3.4.2.	CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS	88
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	93
4.1.	CARÁCTERISTICAS MORFOLÓGICAS.....	93
4.1.1.	CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DEL ÁRBOL.....	93
4.1.2.	CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DE LOS FRUTOS	94
4.2.	CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS.....	100
5.	CONCLUSIONES.....	102
6.	BIBLIOGRAFÍA.....	103
7.	ANEXOS.....	109

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Superficie (ha) y producción (t) de los cítricos más cultivados en el mundo ...	13
Tabla 2. Superficies cultivadas de los cítricos en Murcia y España	14
Tabla 3. Principales países productores de limón.....	15
Tabla 4. Exportaciones mundiales de limón en la campaña 2018.....	16
Tabla 5. Producción de limón (t) en los diferentes países y su distribución en industria o fresco	16
Tabla 6. Distribución de destino de la producción de limón en España	17
Tabla 7. Superficie y producción de las variedades `Verna` y `Mesero` en las diferentes provincias de España.....	18
Tabla 8. Características del limón `Verna`	29
Tabla 9. Características limón `Fino 49`	32
Tabla 10. Período de recolección de las variedades de limón `Verna`, `Fino` y `Eureka`	33
Tabla 11. Comportamiento de los patrones más utilizados en España frente a fisiopatías, plagas y enfermedades	39
Tabla 12. Comportamiento de los patrones más utilizados en el mundo frente a fisiopatías, plagas y enfermedades.....	39
Tabla 13. Valor nutricional del limón en 100 g de sustancia comestible	40
Tabla 14. Exigencias agroecológicas del limonero	46
Tabla 15. Necesidades nutritivas de los cítricos expresadas en g/árbol.....	47
Tabla 16. Producción en kg/ha de las dos variedades.....	71
Tabla 17. Estructura de costes (€).....	72
Tabla 18. Evolución de precios de limón `Fino`	73
Tabla 19. Evolución de precios limón `Verna`	74
Tabla 20. Balance coste-beneficio	75
Tabla 21. Resultados obtenidos de las características morfológicas del árbol.....	94
Tabla 22. Resultados obtenidos en el peso de los frutos y corteza.....	95
Tabla 23. Datos obtenidos de la longitud total, longitud de cuello, longitud del mamelón y espesor de la corteza.....	96
Tabla 24. Número de gajos y número de semillas	97
Tabla 25. Color externo del fruto	98
Tabla 26. Color del interno - zumo.....	98
Tabla 27. Características físico-químicas obtenidas.....	100

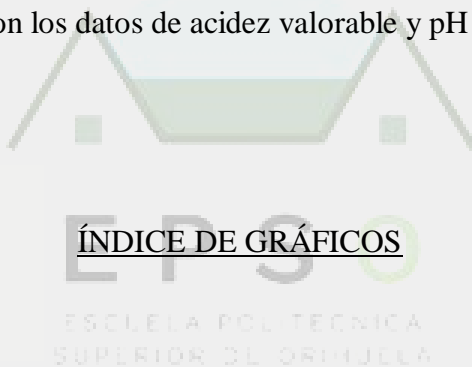
ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Representación de los lugares de origen de las principales especies comerciales de cítricos-----	11
Figura 2. Distribución geográfica del limonero en España -----	17
Figura 4. Estructura de un fruto cítrico -----	23
Figura 4. Ubicación de la parcela-----	78
Figura 5. Datos de la parcela -----	79
Figura 6. Diagrama C.I.E., L*a*b -----	84
Figura 7. Representación gráfica de los parámetros medidos en la hoja -----	93
Figura 8. Representación gráfica de los parámetros medidos en el fruto -----	95

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1. Representación de un fruto de limón 'Verna' -----	30
Fotografía 2. Representación de un fruto de limón 'Fino' -----	32
Fotografía 3. Miriñaque formado entre la variedad de limonero 'Verna' y el patrón naranjo amargo -----	36
Fotografía 4. Colonia de ácaros en el envés de una hoja-----	56
Fotografía 5. Adulto de mosca blanca -----	57
Fotografía 6. Ataque de pulgón verde en hoja -----	58
Fotografía 7. Daños de piojo blanco en frutos -----	59
Fotografía 8. Detalle de daños de Prays en una flor-----	60
Fotografía 9. Detalle de galería de minador de las hojas-----	61
Fotografía 10. Colonia de melazo entre dos frutos de naranja -----	62
Fotografía 11. Fruto recién cuajado con daños de Ácaro de las maravillas-----	63
Fotografía 12. Bigote o daños de araña amarilla en frutos-----	64
Fotografía 13. Árbol en daciemento por podredumbre-----	65
Fotografía 14. Fruto de limón afectado de aguado -----	66
Fotografía 15. Balanza electrónica utilizada -----	81

Fotografía 16. Pie de rey digital utilizado -----	82	
Fotografía 17. Colorímetro utilizado -----	83	
Fotografía 18. Imagen representativa de la medición del espesor de la corteza con el pie de rey -----	86	
Fotografía 19. Carpelos visibles en los limones cortados -----	87	
Fotografía 20. Diferentes perspectivas del colorímetro utilizado -----	88	
Fotografía 21. Exprimidor Braum utilizado	Fotografía 22. Momento de extracción del zumo -----	89
Fotografía 23. Zumo exprimido y colado en la probeta	Fotografía 24. Colado del zumo. Separación de la pulpa. -----	89
Fotografía 25. Refractómetro ATAGO N1 utilizado -----	90	
Fotografía 26. Detalle del vaso de precipitado con la muestra durante la valoración automática -----	91	
Fotografía 27. Valorador automático Metrhom -----	91	
Fotografía 28. Etiqueta con los datos de acidez valorable y pH -----	92	



ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Representación del porcentaje de superficie regional de regadío de limonero con respecto al total -----	19
Gráfico 2. Representación de la curva sigmoideal y doble sigmoideal que forma el crecimiento y desarrollo de los frutos -----	27
Gráfico 3. Representación gráfica de la evolución de los precios de limón 'Fino' -----	74
Gráfico 4. Representación gráfica de la evolución de los precios de limón 'Verna' -----	75

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Características morfológicas del material vegetal `Verna` -----	109
Anexo 2. Pesado y dimensiones variedad `Verna` -----	110
Anexo 3. Espesor de corteza, peso corteza, número de gajos y semillas variedad `Verna` -----	111
Anexo 4. Características físico-químicas del fruto `Verna` -----	112
Anexo 5. Color exterior del fruto `Verna` -----	113
Anexo 6. Color del zumo variedad `Verna` -----	115
Anexo 7. Características morfológicas del material vegetal variedad `Fino 49` -----	116
Anexo 8. Pesado y dimensiones del fruto variedad `Fino 49` -----	117
Anexo 9. Espesor y peso de la corteza, número de gajos y semillas variedad `Fino 49` -----	118
Anexo 10. Características físico-químicas del fruto `Fino 49` -----	119
Anexo 11. Color exterior del fruto `Fino 49` -----	120
Anexo 12. Color del zumo variedad `Fino 49` -----	122

1. INTRODUCCIÓN

1.1. ORIGEN Y SISTEMÁTICA DE LOS CÍTRICOS

El cultivo de los cítricos es una tradición muy arraigada en toda la cuenca mediterránea. Esta práctica supone una fuente apreciable de riqueza para los habitantes de las comarcas o regiones que la explotan comercialmente. Hoy en día, se continúa profundizando en el conocimiento y en la mejora del cultivo de los cítricos (Tadeo et al., 2003).

Los agrios pertenecen a la familia de las Rutáceas. Esta familia comprende, entre otros, los siguientes géneros (Almela y Agustí, 1992):

- Género *Poncirus*: está formado solamente por la especie *Poncirus trifoliata*.
- Género *Fortunella*: comprende seis especies de las que sólo dos son objetivo de cultivo, *Fortunella japonica* y *Fortunella margarita*.
- Género *Citrus*: según la clasificación de Swingle (Melgarejo, 2021), con 145 especies es el género más importante, en el que se encuentran las principales especies cultivadas, las cuales son: naranjas (*Citrus sinensis* Osbeck), mandarinas (*Citrus reticulata* Blanco), clementinas (*Citrus clementina*), limones (*Citrus limón* Bur), pomelos (*Citrus paradisi* Macf), pumelo (*Citrus grandis* Osbeck), cidros o toronja (*Citrus medica* L.), naranja amarga (*Citrus aurantium* L.), lima (*Citrus aurantifolia* Swing).

Existen diversas opiniones sobre el lugar de procedencia de los cítricos, pero todo parece indicar que el limonero parece ser originario de la zona este de la región del Himalaya, en la India y sus áreas adyacentes, de donde es también el cidro, cuya primera especie fue *Citrus medica* L. (García et al, 2003) y aparece desde el 4000 A.C. Los pummelos aparecen en la península de Malasia y en la China meridional y los mandarinos se originaron en el sureste de la China y la Indochina (González, 2017).

En la siguiente figura se representan las áreas donde se originaron las principales especies comerciales de cítricos, siendo: C (cidro), NA (naranja amarga), L (limonero), LM (limero), P (pummelo o zamboa), ND (naranja dulce), M (mandarino).

Figura 1. Representación de los lugares de origen de las principales especies comerciales de cítricos



Fuente: González, 2017

Tras quedar maravillados con los cítricos, por sus olores y sus flores, los pioneros occidentales fueron los encargados de extenderlos por todo el planeta. Cuya llegada aproximada a Europa tuvo lugar hacia el 310 a.C (González, 2017).

Fueron introducidos en España y Sicilia, después de que se naturalizaran durante los siglos IX y X, por obra de los árabes. Un siglo más tarde los cruzados los llevaron a la región de Liguria y desde allí se difundieron a otras zonas de clima cálido (Medina, 2007).

En Europa, la primera noticia acerca de la existencia de los agrios, llegó probablemente a Grecia en tiempos de Alejandro Magno, después de las guerras en Oriente (siglo IV a. C.), durante las cuales sus tropas alcanzaron la India (Medina, 2007).

El limonero se originó de un híbrido de limón indio en la región de Punjab, en Pakistán e India, llegando luego a otros lugares como Medina (Irán en la actualidad) y otros

puntos de Oriente Medio. Los romanos no conocían el limonero y fueron los árabes quienes por primera vez lo introdujeron en la zona mediterránea y España, alrededor de 1150 (Agustí, 2000).

Por lo que el limonero fue introducido en España y Sicilia por los árabes en el siglo XI, procedente de Arabia, a través de África. A comienzos de la Edad Moderna era ya importante su difusión por Levante y Andalucía; si bien eran utilizados como árboles ornamentales, es precisamente en esta fecha cuando se inicia el aprovechamiento de sus frutos. En pleno siglo XIX, al darse mayores facilidades para el transporte, se inicia un fuerte incremento en su producción fomentándose la transformación de terrenos de secano en regadío, (García et al., 2003).

Para concluir con este apartado, es importante añadir que la dispersión de los cítricos desde sus lugares de origen se debió fundamentalmente a los grandes movimientos migratorios: conquistas de Alejandro Magno, expansión del Islam, cruzadas, descubrimiento de América, etc, (Medina, 2007).

1.2. IMPORTANCIA DE LOS CÍTRICOS

Actualmente, los cítricos desempeñan un papel destacado en la alimentación de millones de personas en el mundo entero.

1.2.1. IMPORTANCIA DE LOS CÍTRICOS EN EL MUNDO

A nivel mundial, la naranja es el cítrico más cultivado en el mundo, seguido de la mandarina, limón y pomelo; constituyendo estos los cítricos más cultivados (FAO, 2018).

Tabla 1. Superficie (ha) y producción (t) de los cítricos más cultivados en el mundo

	Superficie (ha)	Producción (t)
Naranjas	4.469.719	75.413.374
Mandarinas	3.639.084	34.393.430
Limonas	1.267.401	19.368.838
Pomelos	373.735	9.374.739
Total	9.749.939	138.550.381

Fuente: FAO, 2018.

1.2.2. IMPORTANCIA DE LOS CÍTRICOS EN ESPAÑA

Nuestro país se encuentra entre los principales productores de cítricos del mundo y ocupa el primer puesto en exportación mundial de fruta fresca, siendo el primer exportador mundial de naranjas, mandarinas y limones, lo que convierte a los cítricos en una de las principales fuentes de entrada de divisas en España (Agustí y Zaragoza, 2004). Actualmente, existen en España 297.969 ha plantadas de cítricos, con un aumento medio continuado en los últimos años de unas 3.000 ha/año (Mapa, 2020).

El 56% de la superficie cultivada total de frutales incluyendo cítricos, hueso y pepita y frutos secos corresponde a los cítricos, por lo que estos constituyen el principal grupo de frutales de regadío en España en cuanto a superficie cultivada.

Los cítricos de mayor producción en España son las naranjas (47,2%), seguidas de las mandarinas (35,1%) y los limones (16,2%). El limonero es la tercera especie de cítricos cultivada con una superficie de 48.196 hectáreas (Mapa, 2020).

1.2.3. IMPORTANCIA DE LOS CÍTRICOS EN MURCIA

En Murcia, el cultivo del limonero y del pomelo se sitúa en el primer puesto nacional, siendo las superficies cultivadas de los cítricos en la Región de Murcia y en España:

Tabla 2. Superficies cultivadas de los cítricos en Murcia y España

Espece	Murcia (has)	España (has)	% Murcia/ España
Naranja	6.835	140.926	4,8
Mandarino	5.789	104.496	5,5
Limonero	25.721	48.196	53,3
Pomelo	1.014	2.628	38,6

Fuente: Mapa, 2021

La superficie cultivada de cítricos en la región se ha incrementado un 5,7% en los últimos doce años, debido al aumento en superficie de pomelo (134%), mandarino (84%) y naranja (12%). El único cultivo que ha reducido superficie es el limonero que ha perdido cerca de 2.000 hectáreas de cultivo en este periodo (-7,4%) y aún así, sigue representando el 48% de la superficie de cítricos regional. Esta disminución ha sido debida fundamentalmente a la competencia comercial de terceros países.

1.3. IMPORTANCIA DEL LIMÓN

A continuación, se va a hablar de la importancia del limón tanto a nivel mundial, como nacional, como regional.

1.3.1. EN EL MUNDO

En la tabla 3 se pueden ver los principales países productores de limón en el mundo. Siendo la India el país que más toneladas de limón produce al año.

Tabla 3. Principales países productores de limón

País	Producción (Toneladas)
India	3.148.000
México	2.547.834
China	2.524.315
China Continental	2.482.884
Argentina	1.989.400
Brasil	1.481.232
España	1.087.232
E.E.U.U de América	812.840

Fuente: FAO, 2018

El limón se enfrenta fuertemente a la lima, cuyo comercio mundial se ha disparado en los últimos años, mientras que el limón sigue estable y estancado. (García, 2014).

En los últimos años, más del 85% del comercio mundial de limón fresco está en manos de cuatro países, como se puede observar en la tabla 4. En el caso de Estados Unidos, su enorme producción está destinada fundamentalmente al mercado interior (García, 2014).

Tabla 4. Exportaciones mundiales de limón en la campaña 2018

País	Producción (Toneladas)
España	524.000
Turquía	437.000
Argentina	273.000
Sudáfrica	167.000
Estados unidos	92.000
Chile	40.000
Italia	32.000

Fuente: FAO, 2018

1.3.2. EN ESPAÑA

España es el 2º país productor de limón 975.000 t con respecto a la producción mundial 5.646.000 t mundiales. De esta producción España exporta a otros países, sobre todo a la UE.

Tabla 5. Producción de limón (t) en los diferentes países y su distribución en industria o fresco

País	Argentina	España	EE.UU	Turquía	Italia	África Sur	Otros
Fresco	302.000	723.000	623.000	723.000	418.000	207.000	650.000
Industria	240.000	240.000	230.000	33.000	81.000	78.000	240.000
Producción	975.000	975.000	853.000	756.000	499.000	285.000	890.000

Fuente: AILIMPO, 2010-2017

La producción del limón en España va a distintos destinos, siendo la exportación en la UE el principal. En la tabla 6 se pueden ver los diferentes destinos.

Tabla 6. Distribución de destino de la producción de limón en España

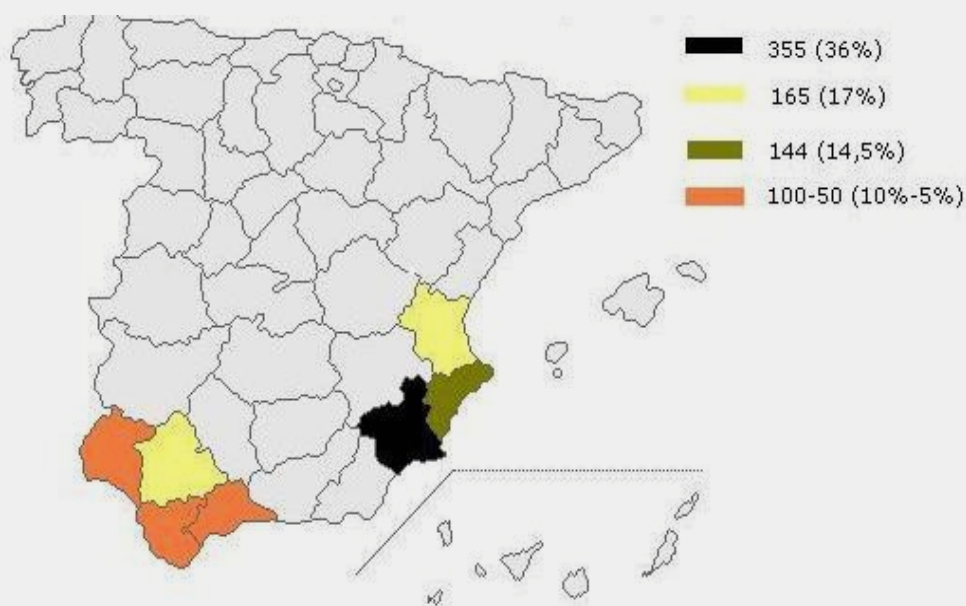
Destino	Exportación UE	Exportación no UE	Mercado interior	Mermas	Industria
España	56%	5%	13%	2%	24%

Fuente: AILIMPO, 2010-2017

La mayoría de la producción en España se concentra en la Región de Murcia (55%), Comunidad Valenciana (30%) y Comunidad autónoma de Andalucía (15%).

En España existe la siguiente distribución en cuanto a hectáreas del cultivo del limonero, siendo Murcia la principal provincia cultivada en este país.

Figura 2. Distribución geográfica del limonero en España



Fuente: MAPA, 2020

Analizando las variedades más cultivadas en España, se encuentra que las más cultivadas es la variedad de limón 'Mesero' con un 68%, seguida de la 'Verna' con un 39%; variedades que se van a caracterizar en el presente proyecto. El limón 'Fino' está en un constante aumento de superficie cultivada con el paso de los años. Esto se debe a las buenas cotizaciones que ha tenido en los últimos años. Murcia es el primer productor de ambas variedades. Los datos se pueden observar en la Tabla 7.

Tabla 7. Superficie y producción de las variedades 'Verna' y 'Mesero' en las diferentes provincias de España

Provincias y Comunidades Autónomas	Verna			Mesero			Otros limones		
	Superficie plantación regular (ha)	Arboles diseminados (número)	Producción (t)	Superficie plantación regular (ha)	Arboles diseminados (número)	Producción (t)	Superficie plantación regular (ha)	Arboles diseminados (número)	Producción (t)
A Coruña	-	-	-	-	-	-	127	59,200	4,796
Lugo	-	-	-	-	-	-	14	1,350	103
Ourense	-	-	-	-	-	-	1	4,300	285
Pontevedra	-	-	-	-	-	-	50	18,700	1,401
GALICIA	-	-	-	-	-	-	192	83,550	6,585
P. DE ASTURIAS	-	-	-	-	-	-	-	16,500	198
CANTABRIA	-	-	-	-	-	-	8	-	62
Vizcaya	-	-	-	-	-	-	1	510	12
PAÍS VASCO	-	-	-	-	-	-	1	510	12
Barcelona	-	-	-	-	-	-	1	-	30
Tarragona	7	-	24	22	-	75	-	-	-
CATALUÑA	7	-	24	22	-	75	1	-	30
BALEARES	111	-	917	18	-	147	56	-	787
Avila	-	-	-	-	-	-	-	137	-
CASTILLA Y LEÓN	-	-	-	-	-	-	-	137	-
Alicante	5,676	-	74,271	7,908	-	190,836	-	-	-
Castellón	17	-	5	53	-	335	-	-	-
Valencia	36	-	371	88	-	1,238	-	-	-
C. VALENCIANA	5,729	-	74,647	8,049	-	192,409	-	-	-
R. DE MURCIA	7,637	-	107,045	17,958	-	439,315	95	-	1,547
Cáceres	-	-	-	-	-	-	1	-	-
EXTREMADURA	-	-	-	-	-	-	1	-	-
Almería	811	-	19,322	845	-	6,548	39	-	790
Cádiz	-	-	-	-	-	-	16	-	293
Córdoba	3	-	62	1	-	20	-	-	-
Granada	19	-	224	47	-	368	29	50	260
Huelva	72	-	274	-	-	-	-	-	-
Málaga	2,804	-	35,910	1,695	-	43,868	27	-	338
Sevilla	16	-	290	106	-	1,940	9	-	166
ANDALUCÍA	3,725	-	56,082	2,694	-	52,744	120	50	1,847
Las Palmas	3	183	57	10	1,281	178	162	18,911	2,742
S.C. de Tenerife	35	12,054	417	7	5,219	93	43	9,277	460
CANARIAS	38	12,237	474	17	6,500	271	205	28,188	3,202
ESPAÑA	17,247	12,237	239,189	28,758	6,500	684,961	679	128,935	14,270

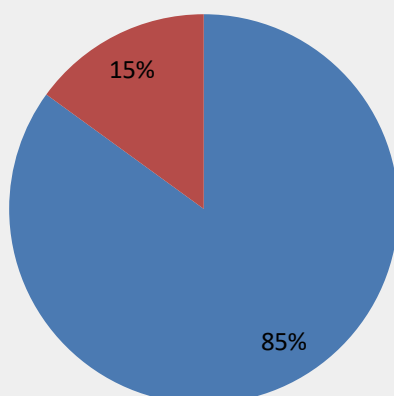
Fuente: Mapa 2019

1.3.3. EN MURCIA

En Murcia, el limón tiene una gran importancia social y económica. Representa aproximadamente el 15% de la superficie regional de regadío (García 2014). Como se puede observar en el gráfico 1.

Gráfico 1. Representación del porcentaje de superficie regional de regadío de limonero con respecto al total

■ Regadío Regional (147.230 has) ■ Limonero (22.771 has)



Fuente: García, 2014

1.4.DESCRIPCIÓN DEL CULTIVO DEL LIMONERO

1.4.1. TAXONOMÍA

Según Swingle, las características botánicas del limón son (Melgarejo, 2021):

Tipo: Espermafitas

Subtipo: Angiospermas

Clase: Dicotiledóneas

Orden: Geraniales

Suborden: Geranioneales

Familia: Rutáceas

Subfamilia: Aurancioideas

Tribu: Citreas

Subtribu: Citrinas

Género: *Citrus*

Subgénero: *Eucitrus*

Especie: *Citrus limón* Bur

1.4.2. MORFOLOGÍA

Los cítricos son seres vivos en constante cambio. Su parte aérea, sus raíces y los tejidos vasculares que las unen experimentan cambios anatómicos constantemente (Cutillas, 2021).

Los árboles cítricos, cultivados, están compuestos de dos partes:

-Una parte aérea, constituida por la variedad de la especie cultivada, siendo la parte del árbol que da los frutos.

-Una parte subterránea, constituida por el portainjertos, siendo esta parte, la que ofrece anclaje al suelo y la nutrición hídrica y elementos minerales del árbol (Almela y Agustí, 1992).

El sistema radicular

El crecimiento se produce tanto en longitud como lateralmente y es ante todo función de las características físicas del suelo, aunque la naturaleza del portainjertos también juega un papel “secundario” en el crecimiento y localización de las raíces. Por regla general, el sistema radicular de los agrios está localizado en los primeros 100 cm de profundidad (Almela y Agustí, 1992).

El sistema radicular está formado por las raíces principales, las cuales son sólidas, blancas y, pueden tener pelos radiculares (Cutillas, 2021). Sujetan sólidamente el árbol al suelo, desarrollándose hasta una profundidad de 2 ó 3 metros. Este papel es importante, ya que los árboles adultos deben soportar la producción de sus frutos, la cual puede superar ampliamente los 100 kg/árbol. Además, cuenta con las raíces secundarias que se dividen en finas raíces y de distribución irregular para constituir la barbada. El papel de éstas es nutricional, ya que desde aquí se absorben los elementos minerales y el agua del suelo. Esta barbada se localiza en general en los primeros 50 cm

del suelo, donde la aireación, la humedad y los elementos nutritivos son óptimos (Almela y Agustí, 1992).

Algunos factores que regulan el crecimiento radicular son el agua, la temperatura, aireación, pH, tipo de suelos, abonados, labores profundas, podas de formación (Soler y Soler, 2006).

El tronco

Es el elemento a partir del cual se desarrollan las ramas estructurales, formándose más tarde las ramificaciones que llevan a las hojas, flores y los frutos.

Su desarrollo está limitado en altura a unas decenas de centímetros para el primer tallo de formación que tiene por misión favorecer el desarrollo de las futuras ramas que le darán la estructura al árbol.

El tronco asegura el transporte de la savia bruta (rica en elementos minerales) desde el sistema radicular al aéreo y el de la savia elaborada (rica en hidratos de carbono) desde éste a las raíces. Ya que los tejidos conductores libero-leñosos se encuentran localizados bajo la madera (Almela y Agustí, 1992).

Los cítricos presentan un tronco recto y cilíndrico, de color verde cuando es joven y posteriormente cuando son adultos cambia a un tono grisáceo (Cutillas, 2021) .

Las ramas

Constituyen el armazón del árbol. Las ramas primarias, limitadas a 3, 4 o 5 por la altura del árbol, nacen del tronco y deben tener un vigor similar con el fin de favorecer el desarrollo equilibrado de la copa. Éstas se dividen en secundarias que son las que soportan los brotes vegetativos y fructíferos (Almela y Agustí, 1992). Además, el tallo y ramas realizan una función mecánica, ya que mantiene la nueva brotación vegetativa

producida por el rebrote de las yemas axilares, formándose así las nuevas ramas que soportarán tanto el crecimiento de hojas como de flores y frutos (Tadeo et al., 2003).

Los tallos jóvenes son angulosos. Las ramas verticales son redondas y las horizontales son aplastadas, debido al crecimiento hipotrófico del cambium (Soler y Soler, 2006).

Las hojas

Todos los agrios son árboles con hojas perennes, a excepción del *Poncirus trifoliata* (Almela y Agustí, 1992).

Las hojas son estructuras con forma plana que se desarrollan como secuencia del crecimiento intercalar del ápice vegetativo. Su principal función es la transformación de la energía luminosa en metabólica mediante la fotosíntesis y el desprendimiento de vapor de agua que se pierde por la transpiración.

Las hojas de los cítricos son compuestas, siendo los folíolos, el limbo y las alas del peciolo (imparipinnadas). Presentan una yema en las axilas y muchas veces contienen glándulas subepidérmicas, que son ricas en aceites esenciales.

Los estomas se sitúan en el envés, y solo sobre el nervio central por el haz en brotes jóvenes. Situándose la mayor densidad de estos en el centro del limbo y la mínima densidad en la base del limbo (Cutillas, 2021).

Las flores

Las flores de los cítricos son hermafroditas, y a veces estaminadas. En el limonero, las flores son de tamaño mediano, de color púrpura externamente y blanco interiormente. Están formadas por el cáliz, con cinco sépalos, la corola, con cinco pétalos, los estambres en un solo verticilo, soldados a la base y el pistilo, formado por el estigma que retiene los granos de polen, el estilo y el ovario de forma elipsoidal y polícarpelar sincárpico.

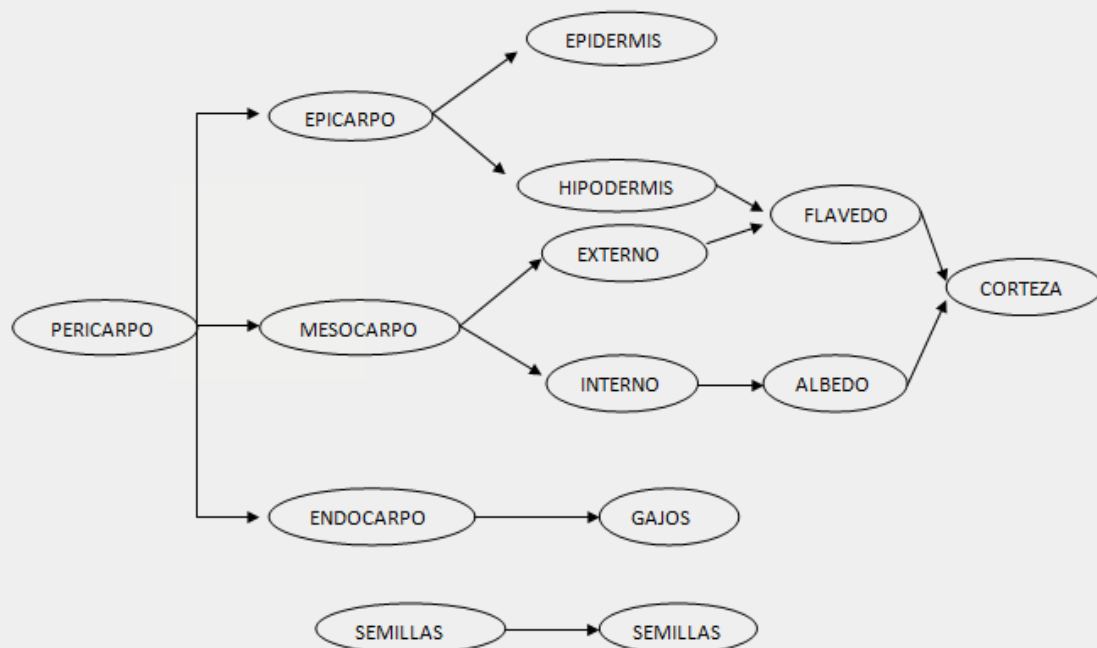
Florecen durante todo el período de actividad vegetativa (Cutillas, 2021)

Los frutos

Los frutos de las principales especies y variedades cultivadas de agrios difieren por su color, su forma, grosor, la composición de su zumo y la época de maduración.

El fruto de los cítricos es un hesperidio y se estructura de la siguiente manera (Almela y Agustí, 1992):

Figura 3. Estructura de un fruto cítrico



Las semillas están cubiertas exteriormente por una capa fuerte y leñosa denominada testa y por una cubierta interior delgada denominada tegmen, la cual protege al embrión (Melgarejo, 2022).

La composición química de los cítricos está formada por el Flavedo, que contiene pigmentos como carotenoides, antocianos y clorofila, además de aceites esenciales como el limoneno. El Albedo contiene 70-80% de agua, 20-30% de materia seca como fructosa, glucosa, sacarosa, celulosa, sustancias pécticas y glucósidos. Por último, contiene la pulpa, cuyo color se debe a los carotenoides y contiene ácido cítrico, málico y oxálico, pectinas, vitaminas y semillas ricas en proteínas (Soler y Soler, 2006).

1.4.3. CRECIMIENTO

Etapas de crecimiento

Las principales etapas de la vida del árbol son las siguientes (Almela y Agustí, 1992):

-Período de cultivo en vivero: tiene una duración de 12 a 36 meses. Comienza con la siembra de las semillas para la producción de portainjertos, prosigue con el injerto de la variedad sobre él, y termina con el crecimiento de los plantones.

-Período no productivo: el plantón procedente del vivero con una edad de 1 a 3 años, según la técnica de multiplicación, se planta en el suelo y empieza a desarrollarse su sistema radicular y su parte aérea. Esta etapa dura de 2 a 3 años.

-Período de entrada en producción: con las primeras floraciones aparecen las primeras fructificaciones. Durante esta etapa de 5 a 7 años, el árbol fructifica cada vez más.

-Período de plena producción: es el período más interesante para el agricultor. Se estabiliza el desarrollo vegetativo del árbol. Es la etapa más productiva del árbol, la apenas supera unos 20 años.

-Período de envejecimiento: después de 30-40 años, los árboles empiezan a disminuir su producción.

-Período de decrepitud: es el período en el que conviene arrancar los árboles, pues los gastos de mantenimiento no son cubiertos por las ventas de las cosechas.

1.4.4. CICLO ANUAL DE DESARROLLO

El ciclo anual de los agrios no es tan marcado como en el caso de los frutales de hoja caduca, pero es posible diferenciar en él algunas etapas:

Crecimiento vegetativo

Desde finales de febrero a mayo se manifiesta la brotación de primavera. Las ramificaciones se alargan y se desarrollan hojas jóvenes de coloración verde claro. Son sobre estas ramificaciones donde aparecen en abril-mayo las brotaciones fructíferas. En los meses de julio-agosto se desarrolla la brotación de verano, siendo la brotación menos importante, en general. En los meses de septiembre-noviembre aparece la tercera brotación, la brotación de otoño, la cual asegura el rejuvenecimiento del follaje (Almela y Agustí, 1992).

Los brotes que surgen en primavera se clasifican de acuerdo al número de hojas y flores que llevan (Cutillas, 2021):

- Brotes multi florales sin hojas: ramos de flor
- Brotes multi florales con varias hojas: ramos mixtos
- Brotes uni florales sin hojas: flores solitarias
- Brotes uni florales con hojas: brotes campaneros
- Brotes que solo llevan hojas: brotes vegetativos

La floración

En limonero la floración se halla escalonada durante todo el año (Almela y Agustí, 1992), como se ha visto con anterioridad.

Las condiciones ambientales determinan la intensidad y distribución en la planta de la floración, igual que ocurre con la época de brotación (Cutillas, 2021).

La polinización

Durante la plena floración, las anteras de los estambres se abren y dejan escapar los granos de polen, los cuales son transportados por los agentes de transporte (viento y mayormente insectos) (Almela y Agustí, 1992).

La fecundación

Los granos de polen depositados sobre el estigma de la flor germinan y desarrollan el tubo polínico a través del estilo. El anterozoide (gameto masculino) que acompaña al tubo polínico será conducido hasta la oosfera (gameto femenino del óvulo). Así, la fusión de los dos gametos es la última fase de la fecundación (Almela y Agustí, 1992).

Desarrollo del fruto

El crecimiento del fruto sigue una curva sigmoide, desde la antesis hasta su maduración, y se caracteriza por tres períodos bien diferenciados (Melgarejo, 2022).

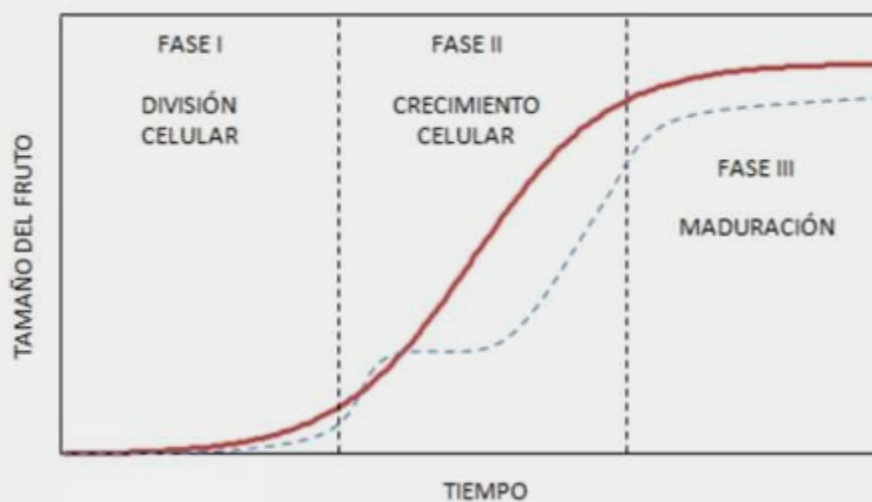
- Período de crecimiento exponencial o fase I: este período dura desde la antesis hasta el final de la caída fisiológica de los frutos, y se caracteriza por un rápido crecimiento del fruto provocado por la división celular, con el consiguiente aumento del número de células de todos sus tejidos en desarrollo, excepto del eje central.

- Período de crecimiento lineal o fase II: Este período se prolonga durante varios meses, desde el final de la caída fisiológica del fruto hasta poco antes de su cambio de color. Su duración es, por tanto, variable según la variedad: corta en variedades precoces (2 meses) y larga en las más tardías (5-6 meses). Se caracteriza por una expansión marcada

de los tejidos, acompañada por un agrandamiento celular y la formación de un mesocarpo esponjoso.

- Período de maduración o fase III: Este período se caracteriza por una reducida tasa de crecimiento mientras el fruto se mantiene en el árbol y comprende todos los cambios asociados a la maduración.

Gráfico 2. Representación de la curva sigmoideal y doble sigmoideal que forma el crecimiento y desarrollo de los frutos



Fuente: Cutillas, 2021

1.4.5. VARIEDADES

El limón es un producto muy versátil, por lo que cuenta con multitud de variedades diferentes. (Medina, 2007). Aunque el número de variedades cultivadas en el mundo es bastante reducido en comparación con otros cítricos como naranjos o mandarinos (García et al, 2003), se conocen numerosas variedades comerciales, en torno a 33. A continuación se analizan las variedades más importantes (Medina, 2007), detallando más profundamente las dos variedades objetivo 'Verna' y 'Fino'.

- **Meyer:** origen chino. Es un híbrido de limonero, naranjo y mandarino. Se caracteriza por su gran vigor, forma redondeada y su gran tamaño.

- **Eureka:** originaria de California. Árbol de tamaño medio, pocas y pequeñas espinas.
- **Lisboa:** Se cree que esta variedad americana tiene su origen en la variedad portuguesa gallega. Árbol muy vigoroso y rústico, muchas espinas.
- **Femminello:** representa la producción de limones italiana. El fruto depende un poco de la cosecha, no siempre es igual. La variedad de limón Femminello engloba diferentes selecciones de limones y tiene un tamaño medio.
- **Verna:** origen español. Árbol vigoroso con pocas y pequeñas espinas.

Forma y tamaño del árbol variedad 'Verna'

La variedad 'Verna' es una variedad de origen desconocido, pudiendo haberse obtenido en Murcia a partir de la variedad italiana 'Monachello' (García et al., 2003).

- **Árbol:** De vigor elevado, grande y productivo, aunque la producción normalmente es inferior a la de 'Fino'. Tamaño menor que 'Fino', con menos espinas que el limonero 'Fino'.
- **Hojas:** ápice agudo y márgenes aterrados; pecíolo articulado.
- **Floración:** produce con frecuencia flores estaminadas, reflorescente, la viabilidad del polen es de media a baja. La variedad es autocompatible.
- **Fruto:** De tamaño variable (según las condiciones edafoclimáticas, influencia del patrón, cosecha). Mamelón y cuello pronunciados, piel gruesa, por lo tanto presenta ventajas para el transporte. El fruto contiene un 40% de zumo, y baja acidez (5,5 g/l), pocas semillas (Amoros, 2003).

- Miriñaque: como dice Medina (2007), si se injerta sobre naranjo amargo presenta un sobre crecimiento en la zona del injerto de la variedad respecto al patrón, que con el desarrollo del árbol se formará el miriñaque y dificultará la circulación de la savia y acortará la vida productiva del mismo.

Tabla 8. Características del limón `Verna`

Características limón `Verna`	
Peso (g)	130 - 170
Diámetro (mm)	65 - 70
Forma	Ovalada, tiene cuello pronunciado y mamelón en la zona apical
Corteza (mm)	6 - 7
Color	Amarillo, IC=-2.5
% Zumo	30 - 35
Semillas	2 - 6. A mayor temperatura de floración, mayor número de semillas
Fructificación	Alta
Recolección	15 febrero - 15 julio - 15 septiembre

Fuente: Pardo et al., 2006

Fotografía 1. Representación de un fruto de limón `Verna`



Fuente: Pardo et al., 2006

Cosechas limón `Verna`

Florece varias veces al año. Estas floraciones suelen solaparse. Entre las distintas floraciones existe:

- Primera floración: la primera floración (cosecha), se inicia en marzo y se alarga hasta mayo, dependiendo de la climatología, la localización y el estado fisiológico de los árboles; esta es la causa por la que el desarrollo de los frutos es muy desigual (Cutillas, 2021)

Los frutos pueden permanecer largo tiempo en el árbol. Por tanto se prestan a recolección escalonada, iniciándose ésta en febrero y finalizando en julio.

La abundante cosecha y la larga permanencia del fruto en el árbol inducen a la vecería, esto es un fenómeno que se caracteriza por la aparición de ciclos discontinuos de producción (Alcolea, 2004).

- Rodrejos: proceden de la floración que tiene lugar en agosto – septiembre. La cantidad de estos frutos depende de que las anteriores cosechas hayan sido más o menos abundantes, de condiciones meteorológicas y de practicar o no técnicas de forzado. Los frutos no suelen adquirir el color amarillo por lo que, para su comercialización, se recurre a prácticas de desverdización. Son más redondeados, tienen la piel más lisa y fina que la cosecha y se recolectan en el verano del año siguiente. A estos frutos se les denominan “rodrejos” o “Verdelli”.

- La floración de junio: producen una floración que aparece entre la primavera y el verano. El fruto no es de buena calidad, son más rugosos y suelen caer al madurar. No tiene importancia económica. Son los llamados “segundos” o “sanjuaneros” (Canales, 2020).

- **Primofiori, mesero o limón fino:** origen español. Es la variedad más precoz. Árbol de tamaño muy vigoroso y de tamaño muy grande, tiende a producir brotes con espinas. Su floración es muy intensa.

Forma y tamaño del árbol variedad ‘Fino’

La variedad Fino también se conoce como Mesero, Blanco y Primofiori (Cutillas, 2021). Deriva de los limones tipo Comunes de la Vega Alta del Segura (García et al., 2003).

Sus características son (Amoros, 2003):

- Árbol: es mediano a grande, algo más vigoroso que el ‘Verna’. Muy propenso a la producción de brotes fuertes con espinas robustas y muy productivo.
- Hojas: son más largas y anchas que el ‘Verna’.

- **Fruto:** frutos de menos tamaño y mejor conformados que los 'Verna', con la piel más fina y lisa. Su forma va desde esférica a ovalada y su mamelón es puntiagudo y pequeño. Tamaño mediano. La pulpa de color amarillo pálido es muy jugosa, tiene una acidez muy elevada y el número de semillas es mayor que en 'Verna'.
- **Floración:** florece con intensidad una sola vez al año.

Tabla 9. Características limón 'Fino 49'

Características limón 'Fino 49'	
Peso (g)	110 - 130
Diámetro (mm)	57 - 62
Forma	Ovalada, sin cuello y mamelón pequeño
Corteza (mm)	4 - 6
Color	Amarillo, IC = - 0.1
% Zumo	35 - 40
Semillas	6 -15
Fructificación	Muy alta
Recolección	20 septiembre - 15 abril

Fuente: Pardo et al., 2006

Fotografía 2. Representación de un fruto de limón 'Fino'



Fuente: Pardo et al., 2006

Cosechas limón 'Fino'

Florece con intensidad una vez al año, aunque tiene una segunda floración en verano (García et al., 2003).

- Primera floración: son los frutos de la cosecha, ocurre entre la primera decena de abril y primeros de mayo, por lo que se puede observar que se inicia después del limonero 'Verna' y durante un período más reducido. La recolección se inicia a primeros de octubre y se prolonga hasta el mes de febrero. Los primeros frutos alcanzan altas cotizaciones en los mercados internacionales debido a la falta de producción en estas fechas en los países competidores.

- Segunda floración: esta floración que produce los llamados "rodrejos" es muy escasa. Sus frutos son mucho más gruesos que los de la cosecha normal.

Tabla 10. Período de recolección de las variedades de limón 'Verna', 'Fino' y 'Eureka'

Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo
FINO							
EUREKA							
				VERNA			

Fuente: Rodríguez et al., 2021

1.4.6. SELECCIONES

La mejora genética en limón en España se ha basado en selecciones clonales, aunque en limonero es más difícil que en otras especies. Se ha buscado la introducción de nuevas variedades en las cuales se obtenga una identificación de las características deseadas, saneamiento, estudio del comportamiento, patrones, zonas, suelo, verificación de que cada variedad es distinta a las existentes, registro y patente y comercialización.

Según Arenas et al., (2014), los clones seleccionados en España de las dos variedades estudiadas son:

Del **limón `Verna`** se obtuvieron los siguientes clones: `Verna 50`, `Verna 51`, `Verna 62`, `Verna 70`, `Verna 96`. Las pocas plantaciones que hay en España de limón `Verna` son los clones obtenidos en el IMIDA.

- `Verna 50`: más parecido a las variedades tradicionales, es vigoroso, productivo, mayor rapidez de entrada en producción, más espinas, menor reflorescencia y floración más agrupada y con tendencia a fructificar en el interior. Elevado contenido en zumo y prácticamente sin semillas. Sin embargo no tiene tanto interés como los anteriores por ser menos productiva y por dar frutos de peor calidad.

- `Verna 51`: los frutos tienen el cuello y el mamelón menos pronunciado.

- `Verna 62`: espinas algo más largas y frutos ligeramente de mayor tamaño. El porcentaje de zumo habitualmente es superior.

- `Verna 51` y `Verna 62` son selecciones muy similares. Según Porras y Pérez (2007), Respecto al `Verna` tradicional, presentan frutos mejor conformados, fruto con menor collar y mamelón y tamaño de fruto más reducido, más productivo.

Del **limón `Fino`** se obtuvieron los clones `Fino 46`, `Fino 47`, `Fino 48`, `Fino 49`, `Fino 77`, `Fino 94`, `Fino 95` y `Chaparro`.

- `Fino 49`: buena adaptación a climas secos. Es un árbol vigoroso con espinas, floración agrupada, frutos simétricos, tiene una entrada en producción rápida y es más productivo.

- `Fino 95`: porte algo menor que el `Fino 49`, tiene menos espinas, es 15 días más precoz y tiene menor número de semillas. En cuanto al fruto, tiene un aspecto algo más basto. La recolección se da en octubre y su productividad es alta pero un 20% menos que en `Fino 49`.

- 'Chaparro': es casi igual que el 'Fino 49', pero 15 días menos temprano.

1.4.7. PATRONES

Según Legua (2022), el patrón constituye un elemento fundamental para la vida del árbol y su rendimiento económico. Ya que condiciona la productividad de la variedad injertada, la calidad interna y externa de la fruta, el tamaño del árbol, el vigor, la adaptación de la variedad injertada al suelo, la sensibilidad o tolerancia del árbol a ciertos agentes patógenos; también llega a influir sobre la variedad injertada en otros muchos aspectos, tales como la composición mineral de las hojas y frutos, espesor de corteza del fruto, etc.

De esta forma, las características esenciales de un buen portainjertos son: que tenga una buena resistencia a la *Phytophthora* s.pp, buena asociación injerto/patrón tolerante a la Tristeza, buena adaptación a suelos alcalinos y con contenidos elevados de sales, multiplicación y cultivo fáciles en vivero, efecto favorable del patrón sobre el injerto, lo que se traduce como rápida entrada en producción, productividad elevada, buena calidad del fruto en cuanto a calibre y cantidad del zumo (Almela y Agustí, 1992). Así, la elección del patrón ha evolucionado a la vez que la aparición y difusión de algunas enfermedades que atacan a los agrios.

En el siglo XVIII, la mayoría de plantaciones de cítricos en el mundo se establecían sobre pie franco (plantas originadas por semillas). Hasta que la aparición de la podredumbre de la raíz y la gomosis en tronco, causadas por *Phytophthora* spp, obligó a los agricultores a injertar sobre patrones resistente, siendo el más adecuado el naranjo amargo (*Citrus aurantium* L.). Más tarde, debido a la aparición del virus de la tristeza y la falta de afinidad patrón variedad, se empezó a utilizar otros tipos de patrones (Jiménez y Zamora, 2010). Los cuales se detallan a continuación.

Los principales patrones utilizados en el mundo son 'Citranges Troyer y Carrizo', '*Citrus macrophylla*', 'Lima Rangpur', '*Citrus volkamerana*', 'Naranjo amargo', 'Limón rugoso', 'Flying dragon' y 'Mandarino Cleopatra' (Arenas et al., 2014).

Sin embargo, los más utilizados en España son el Naranja amargo (*C. aurantium*), el *C. macrophylla* y en pequeña cantidad y para casos ornamentales, el *C. volkameriana*. (García et al., 2003).

- Naranja Amarga (*Citrus aurantium* L.): ha sido durante muchos años el patrón más utilizado. La masiva utilización de este patrón se debe a las buenas características agronómicas que presenta: resistente a la clorosis férrica y a la gomosis, tolerante al frío, elevada compatibilidad con las diversas variedades comerciales, buena productividad y buena calidad de la fruta. Se multiplica fácilmente en vivero y las plantas jóvenes presentan bastante homogeneidad. Tiene buena resistencia al frío y a la asfixia radicular. En todas sus combinaciones con limonero resulta tolerante a la tristeza, al parecer debido a que el virus no se multiplica en las hojas del limonero, lo cual impide el desarrollo de la enfermedad. Es resistente a *Phytophthora sp* y *Armillaria sp* y tolerante a exocortis y xyloporosis. Injertado de limonero ‘Verna’, forma un “Miriñaque” (Fotografía 3) o sobrecrecimiento del injerto respecto al patrón, en la zona del injerto (Arenas et al., 2014).

Fotografía 3. Miriñaque formado entre la variedad de limonero ‘Verna’ y el patrón naranja amargo



Fuente: Cutillas, 2021

Un modo de evitar o reducir la formación del “Miriñaque”es:

- **Uso de madera intermedia:** consiste en intercalar entre la variedad de limonero y el patrón otro material vegetal con características de afinidad genética y fisiológica intermedias, de forma que no se forme miriñaque y que la compatibilidad del conjunto resulte satisfactoria. En el caso del limonero, la madera intermedia de naranjo dulce (*C. sinensis*. Osb.) viene a resolver el problema del miriñaque, permitiendo utilizar el naranjo amargo (*C. aurantium* L.) como patrón, aprovechando así sus excelentes condiciones de adaptación a las características agrológicas de las comarcas limoneras (Rico, 1982).

- **Injerto intermedio tipo “Cantó”:** aquí se parte de un plantón compuesto por la variedad de limonero injertada sobre naranjo amargo, pudiendo presentarse dos modalidades (su realización se describe más adelante):
 - a) Con la placa de limonero prendida, sin brotar o recién brotada. Es de aplicación tanto en vivero como en campo.

 - b) Con el injerto de limonero ya crecido, antes de iniciarse la formación del miriñaque (uno a tres años). Aplicación en campo.

En el caso a) se trata simplemente de colocar una placa de corteza, sin yemas, del naranjo dulce elegido como injerto intermedio, por debajo de la placa del limonero y abarcando completamente su anchura. Al colocar el injerto intermedio se debe sustituir una pequeña porción de la parte baja de la placa del limonero.

En el caso del injerto ya crecido, caso b), una vez que el injerto del limonero tiene, aproximadamente, el grosor del que tiene el naranjo amargo, y antes de que se inicie la formación del miriñaque, se coloca la placa sin yemas del injerto intermedio sobre la unión del limonero con el

patrón. Debe tener una anchura suficiente para que abarque un 60% del tronco (Rico, 1982).

- *Citrus macrophylla*: Actualmente es el patrón más importante para el limonero en España. Presenta muy buen desarrollo en vivero, con el que se consiguen árboles muy vigorosos de tamaño estándar. La entrada en producción es más rápida que sobre naranjo amargo, así como su productividad. Induce un adelanto en la maduración, comparado con el naranjo amargo, y da frutos de gran tamaño si la cosecha no es abundante, lo cual es un factor negativo en el caso del limonero 'Verna'.

Es muy sensible al frío. Debe de evitarse su plantación en zonas con temperaturas por debajo de -3 °C.

Por su susceptibilidad a la tristeza hay que evitar su contaminación en vivero, así como suprimir los rebrotes en la plantación; el patrón en sí es sensible, pero en su combinación con limonero es tolerante (al igual que naranjo amargo). Resistente a *Phytophthora spp.*, así como a la salinidad y a la caliza, tolerante a exocortis, y sensible a la asfixia radicular, que le ocasiona la podredumbre seca de las raíces y al final la muerte del árbol. Muy sensible a xyloporosis, llegando incluso a la pérdida del árbol, por lo cual es imprescindible el uso de yemas de limonero libres de esta enfermedad (Legua, 2022).

La combinación 'Verna'/*C. macrophylla* presenta mejor afinidad que 'Verna'/naranjo amargo, ya que el pequeño miriñaque que se produce no afecta al desarrollo normal de la planta (Legua, 2022).

- *Citrus volkameriana*: es un híbrido de limón, que como patrón produce árboles de tamaño estándar y vigorosos que rinden grandes cantidades de fruta con calidad moderada a mala con el limón rugoso. Los injertos sobre este patrón son ligeramente más resistentes a las heladas que los injertados sobre otro tipo de limón. Tolerantes a la tristeza, al mal seco, clorosis férrica, salinidad y al encharcamiento. Y Sensibles a *Phytophthora spp* y a nematodos en la mayoría de las circunstancias. Se utiliza principalmente para ornamentales (Legua, 2022).

Tabla 11. Comportamiento de los patrones más utilizados en España frente a fisiopatías, plagas y enfermedades

PATRONES	VIROSIS			VIROIDES		HONGOS	NEMÁTODOS	CALIZA	SALINIDAD	ENCHARCAMIENTO	HELADAS
	TRISTEZA	PSORIASIS	WOODY GALL	EXOCORTIS	XYLOPOROSIS	PHYTOPHTHORA SPP.	TYLENCHULUS SEMIPENETRANS				
CITRUS MACROPHYLLA	S	T	T	T	S	MR	S	R	R	-	MS
NARANJO AMARGO	MS	T	T	T	T	R	S	R	RM	S	R

Fuente: Cutillas, 2021

Tabla 12. Comportamiento de los patrones más utilizados en el mundo frente a fisiopatías, plagas y enfermedades

Patrones	Naranja amargo	<i>Citrus macrophylla</i>	<i>Citrus volkameriana</i>	Citrango Carrizo	Citrango Troyer	Mandarino Cleopatra	Citrumelo CPB-4475	Forner Alcaide Nº5	Forner alcaide Nº148
Influencia sobre la variedad									
Vigor	Medio	Alto	Alto	Alto	Alto	Media	Alto	Semienanizante	Enanizante
Entrada en producción	Media	Rápida	Rápida	Media	Media	Media	Media	-	-
Producción	Media	Muy alta	Muy alta	Alta	Alta	Media	Alta	Alta	Media
Calidad fruto	Media	Media	Baja	Alta	Alta	Media	Media	Alta	Alta
Tamaño fruto	Medio	Alto	Alto	Alto	Alto	Bajo		-	-
Maduración	Media	Media	Adelanta	Adelanta	Adelanta	Media	Retrasa	Adelanta	Media
Tolerancia a condiciones del medio									
Salinidad	Media	Alta	Media	Baja	Baja	Alta	Media	Media	Media
Caliza	Alta	Media	Alta	Baja	Baja	Alta	Baja	Media	Baja
Heladas	Alta	Baja	Media	Alta	Alta	Alta	Media	-	-
Sequía	Media	-	-	Baja	Baja	Media	Alta	Media	-
Encharcamiento	Alta	Baja	Baja	Baja	Baja	Baja	Alta	-	-
Enfermedades									
Tristeza	Sensible	Sensible	Tolerante	Tolerante	Tolerante	Tolerante	Tolerante	Tolerante	Tolerante
Phytophthora	Resistente	Resistente	Tolerante	Tolerante	Tolerante	Tolerante	Resistente	Resistente	Sensible
Exocortis	Tolerante	Tolerante	Tolerante	Sensible	Sensible	Tolerante	Tolerante	-	-
Psoriasis	Tolerante	-	-	Tolerante	Tolerante	Tolerante	Tolerante	-	-
Xyloporosis	Tolerante	Sensible	Sensible	Tolerante	Tolerante	Tolerante	Tolerante	-	-
Armillaria	Resistente	-	-	Sensible	Sensible	Sensible	-	-	-
Nematodos	Sensible	Sensible	Sensible	Sensible	Sensible	Sensible	Resistente	Resistente	Sensible

Fuente: Agrología, 2013

1.4.8. VALOR NUTRICIONAL DEL LIMÓN

El contenido de zumo de los frutos de limón se va incrementando a lo largo del período de maduración. La madurez comercial se considera cuando los frutos alcanzan el 30% de contenido en zumo. Son muchos los compuestos químicos que forman parte de este fruto; sin embargo, los que tienen mayor importancia desde el punto de vista comercial son los azúcares, ácidos orgánicos y ácido cítrico, mencionando también la vitamina C, la cual es la vitamina más abundante en los cítricos (García et al., 2003).

Tabla 13. Valor nutricional del limón en 100 g de sustancia comestible

Agua (g)	90,1
Proteínas (g)	1,1
Lípidos (g)	0,03
Carbohidratos (g)	8,2
Calorías (kcal)	27
Vitamina A (U.I)	20
Vitamina B1 (mg)	0,04
Vitamina B2 (mg)	0,02
Vitamina B6 (mg)	0,06
Ácido nicotínico (mg)	0,1
Ácido pantoténico (mg)	0,2
Vitamina C (mg)	45
Ácido Cítrico (mg)	3.840
Sodio (mg)	6
Potasio (mg)	148
Calcio (mg)	26
Magnesio (mg)	9
Manganeso (mg)	0,04
Hierro (mg)	0,6
Cobre (mg)	0,26
Fósforo (mg)	16
Azufre (mg)	8
Cloro (mg)	4

Fuente: Medina, 2007

1.5.ZONAS DE PRODUCCIÓN

Los cítricos en general son considerados plantas tropicales y subtropicales, con ciertas variaciones en las exigencias específicas de temperaturas máxima, mínima y óptima, de acuerdo con las especies y dentro de ellas, las variedades y cultivares.

El limonero es una planta algo más resistente al frío y al calor que el Cídro; sin embargo, es mucho más sensible que la mayoría de los otros cítricos cultivados, por lo que requiere para vegetar bien climas tipo semitropical o tropical. En los climas tropicales el limonero crece y fructifica con normalidad; sin embargo, los frutos que produce no tienen buena calidad comercial, por ser demasiado gruesos y con bajísima acidez, por ello en dichas zonas se prefiere el cultivo de la lima *Citrus aurantifolia*.

El clima más adecuado para el cultivo del limonero es el de tipo mediterráneo, por ello las principales zonas productoras del mundo están localizadas en las zonas costeras del sur de California, Sicilia, Levante y sur de España, noroeste de Argentina, sur de Grecia, sur de Turquía, etc.

La importancia del limonero es menor que la del naranjo, como consecuencia de una menor demanda de consumo y por tener unas exigencias mayores en cuanto a clima y suelo para poder satisfacer unos niveles de calidad y productividad adecuados, ocurriendo muy a menudo que en zonas donde vegeta óptimamente, produce unos frutos de pésima calidad (García et al., 2003).

1.6.EXIGENCIAS DE CULTIVO

Las exigencias del cultivo se pueden clasificar en exigencias climáticas, edáficas, hídricas y nutricionales. A continuación se detallan:

1.6.1. EXIGENCIAS CLIMÁTICAS

El clima es un factor decisivo, ya que la naturaleza del mismo determina la posibilidad o imposibilidad del cultivo de los cítricos. A continuación, se exponen los factores limitantes más importantes (Soler y Soler, 2006).

La temperatura

La temperatura es el factor que confiere al clima el carácter limitativo del cultivo. La temperatura óptima para el mejor desarrollo vegetativo de los cítricos oscila entre 23 y 34 °C, siendo el máximo unos 39 °C y el mínimo unos 12 °C. Temperaturas por debajo de los 2°C bajo cero, durante más de dos horas, pueden causar daños crecientes a medida que se prolonga su duración.

Además, la temperatura tiene gran influencia en la floración, siendo de gran importancia las medias mensuales de febrero y marzo. De manera que, si son altas, la floración se adelantará y en caso contrario, se retrasará.

La tolerancia de los agrios a bajas temperaturas, varía en función de la especie, siendo la variedad menos resistente el Cidro, pasando por el Limero, Limonero, Pomelo, Naranja dulce, Naranja Amargo, Mandarino, Género *Fortunella* y el Género *Poncirus* el más resistente. También varía según la variedad, el estado vegetativo del árbol, la edad y estado sanitario de la planta, las deficiencias de micro y macroelementos, del patrón y de las condiciones de cultivo.

La lluvia

La lluvia ejerce un papel secundario en el cultivo de los cítricos, ya que si es insuficiente, el riego suple la escasez de humedad en el suelo a la perfección.

Las lluvias otoñales ejercen un papel favorable, tanto en la vegetación del árbol, como en la cuantía de la cosecha debido al aumento del volumen unitario de los frutos.

Las lluvias copiosas pueden originar encharcamientos, los cuales son muy perjudiciales para el sistema radicular, pues la falta de oxígeno produce asfixia, que se pone de manifiesto con exudaciones gomosas en tronco y ramas, así como afecciones producidas por hongos. Por el contrario, escasez de agua durante todo o parte del cultivo produce un mayor contenido de ácidos totales, pudiendo llegar a haber un descenso en su actividad vegetativa si ésta se alarga durante mucho tiempo.

La humedad relativa

Los frutos de todas las variedades de agrios cultivadas en regiones donde la humedad relativa es alta, tienden a tener piel más delgada y suave, mayor contenido en zumo y son de mejor calidad.

El viento

El viento puede causar daños por deshidratación y muerte de follaje, detención del desarrollo del fruto, caída de los mismos y disminución de la calidad de la cosecha.

La acción del viento sobre los cítricos depende de tres factores, que son la fuerza o velocidad del mismo, la temperatura y la humedad.

Los daños producidos por este agente se pueden dividir por:

- Carácter físico o mecánico: lesiones de frutos, rotura de ramas, etc.

- Carácter climático: los climas muy cálidos y secos dañan la cuantía y la calidad de la cosecha e incluso llegan a matar a los árboles.

- Carácter químico: vientos marinos cargados de sal producen quemaduras al depositarse la sal en las hojas.

Las heladas

Son el principal riesgo que corre la producción de cítricos, sobre todo en España. Los daños por helada pueden variar desde la pérdida de calidad de parte de la fruta a la pérdida total de la cosecha.

El granizo

Produce lesiones en la corteza de los frutos, debido al impacto. Generalmente, si son muy superficiales cicatrizan bien en general, quedando las condiciones internas perfectamente normales, aunque su apariencia externa las desmerecen comercialmente.

1.6.2. EXIGENCIAS EDÁFICAS

Según Soler y Soler (2006), los cítricos son plantas poco exigentes en lo que al suelo se refiere. Se adapta prácticamente a todos los suelos, excepto a los muy arcillosos a los muy calizos y a los muy salinos. El suelo no es un factor limitante como el clima, pero tienen gran influencia sobre el estado vegetativo del árbol, la producción y la calidad del fruto.

Los suelos arenosos influyen en el porte del árbol, siendo de mayor tamaño, así como también es mayor su sistema radicular. Con ellos se obtiene fruta de mayor calidad general, aunque éstos presentan menor resistencia a la manipulación y al transporte, y se exalta la precocidad de las variedades tempranas. En suelos arcillosos ocurre todo lo contrario, siendo peor la calidad general.

Otro punto muy importante a tener en cuenta es la profundidad del suelo, que en conjunto con el marco de plantación determinan el cubo de tierra a disposición de la planta.

Así, un suelo ideal para el cultivo de los cítricos es aquel que contiene las siguientes condiciones (Soler y Soler, 2006):

- Textura de media a suelta
- Permeabilidad media
- Profundidad superior a 60cm
- No salinos
- pH alrededor de 6.5
- Contenido de caliza expresado en carbonato cálcico, comprendido entre 10 y 20% .

1.6.3. EXIGENCIAS HÍDRICAS

Como indica (Soler y Soler, 2006), los cítricos son muy exigentes tanto en calidad como en cantidad de agua. Son muy sensibles a la salinidad que pueda contener y a los cambios de calidad, ya que los cítricos se producen con una adaptación a las condiciones donde se desarrollan.

Los cítricos necesitan grandes cantidades de agua, a lo que hay que sumar todas las pérdidas existentes por percolación, evaporación del suelo, consumo de malas hierbas o por escorrentía.

Por lo que la cantidad de agua necesaria en cítricos oscila entre 6000 y 8000 m³/ha, no siendo su distribución constante a lo largo del año, ya que la máxima demanda se produce en verano, momento que la evapotranspiración es mayor.

Es de gran importancia la calidad del agua de riego, pues afecta a la nutrición de los cítricos tanto por su contenido en elementos nutritivos para las plantas, como en elementos que sean tóxicos para las mismas.

Reuniendo condiciones, las exigencias agroecológicas del limonero son las especificadas en la Tabla 14.

Tabla 14. Exigencias agroecológicas del limonero

Clima	Sub cálido, cálido húmedo, sub húmedo y templado
Temperatura	14 - 24 °C anual
Humedad	80 - 90 %
Pluviosidad	700 – 1.000 mm
Altitud	0 – 2.600 m.s.n.m
Tipo de suelo	Textura franca, franco arenoso, estructura permeable, de fácil drenaje, buen contenido de materia orgánica
Acidez	5,5 - 6,8

Fuente: Medina, 2007

1.6.4. EXIGENCIAS NUTRICIONALES

Como indica Soler y Soler (2006), la fertilización constituye el segundo factor limitante de la productividad después del riego. Ya que es necesario satisfacer los nutrientes que faltan al suelo y sustituir los elementos que se utilizan para producir las cosechas.

Para establecer un programa de abonado racional de los cítricos, hay que conocer que cantidad anual necesita la planta para producir una cosecha, ya que no son adecuados los excesos ni las deficiencias. Las necesidades nutritivas de los cítricos se definen como la cantidad de nutrientes consumidas por la planta durante un año.

Los principales factores a tener en cuenta, aparte de las características de plantación son los datos aportados por los análisis de agua, foliares y el suelo. Siendo el análisis foliar uno de los métodos más adecuados para conocer el estado nutricional de las plantas.

Tabla 15. Necesidades nutritivas de los cítricos expresadas en g/árbol

NECESIDADES NUTRITIVAS	Consumo anual en crecimiento			% cubierto por reservas			Necesidades anuales		
	N	P	K	N	P	K	N	P	K
Plantón 2 años	6,8	0,8	3,6	25	12	22	5,1	0,7	2,8
Árbol 6 años	210	18	121	32	16	28	147	15	87
Árbol 12 años	667	53	347	32	17	29	453	44	246

Fuente: Bañuls et al., 1988

2. OBJETIVOS Y PLAN DE TRABAJO

2.1.OBJETIVOS

El objetivo de este trabajo es determinar las características morfológicas y físico-químicas de las variedades comerciales de limón más cultivadas en España, y analizar las posibles diferencias existentes entre ellas.

La caracterización de las dos variedades se ha llevado a cabo con frutos recolectados en una parcela situada en el término municipal de Mula (Murcia), España. En esta parcela se encuentran limoneros tanto de la variedad 'Verna' como 'Fino'.

Al encontrarse de manera contigua, las condiciones climáticas y del suelo son las mismas, por lo que podemos obtener una buena caracterización de ambas en condiciones homogéneas.

2.2.PLAN DE TRABAJO

Los parámetros a analizar en el estudio se pueden dividir en dos:

- Plan de trabajo en campo, donde se analizará el diámetro del tronco, el diámetro de copa y las dimensiones de hoja de los árboles a los que les han sido recolectados los frutos.

- Plan de trabajo en laboratorio, donde se analizarán las características morfológicas y las físico-químicas de los frutos. En las morfológicas, se estudió el color externo e interno de los frutos, las dimensiones, espesor de corteza, peso del fruto y peso de la corteza. Mientras que en las características físico-químicas, se vio el volumen de zumo, su rendimiento, la densidad, los sólidos solubles totales, la acidez y el pH.

3. MATERIAL Y MÉTODOS

3.1.MATERIALES DE LABORATORIO Y CAMPO

3.1.1. TÉCNICAS DE CULTIVO, CONSERVACIÓN Y COSTES DE PRODUCCIÓN

A continuación se analizan las condiciones de la parcela y las técnicas de cultivo llevadas a cabo en la misma.

3.1.1.1.SISTEMAS DE PRODUCCIÓN

Los sistemas llevados a cabo en la producción son prácticamente idénticos en los últimos años, variando de un año a otro según las condiciones climáticas anuales y las necesidades de los árboles.

3.1.1.2.MARCO DE PLANTACIÓN

La plantación está compuesta por 1,77 hectáreas, los árboles tienen entre 70 – 80 años, por lo que ya tienen una edad muy avanzada.

El patrón utilizado en ambas variedades en Naranja Amargo y el marco de plantación es de 7 x 5 metros, lo que son unos 280 árboles por hectárea.

A medida que el marco de plantación es más denso, la cosecha por planta disminuye, pero la producción por unidad de superficie es mayor. La tendencia actual es ir hacia marcos de plantación amplios, fácilmente mecanizables, pero evitando que los árboles alcancen un excesivo volumen de copa ya que las mejores producciones de limón están por debajo de los dos metros de altura. El marco existente en la parcela es denso ya que la plantación es antigua y la agricultura no estaba tan mecanizada como, cada vez más, lo está en la actualidad. La orientación utilizada es norte-sur, con el fin de asegurar que las dos caras de la línea reciban suficiente luz.

3.1.1.3. RIEGO

El riego es la práctica que más influencia tiene en el desarrollo del fruto y su propósito es minimizar los efectos del estrés hídrico sobre el crecimiento, la producción y la calidad de la fruta. Para obtener una buena cosecha hay que evitar déficit de agua en la primavera, regando lo necesario. Si regamos en exceso, se produce una dilución de azúcares y ácidos orgánicos y los frutos resultan de mayor tamaño, pero más insípidos. El estrés hídrico reduce la consistencia y la turgencia de la corteza, siendo esta más vulnerable durante el manipulado y transporte. Sin embargo, es conveniente cortar el riego unos cinco días antes de la recolección para mejorar la calidad de los frutos y evitar problemas de postcosecha.

La parcela actualmente tiene la instalación de riego por goteo, por lo que su riego es muy eficiente.

Las necesidades de agua para el limón 'Verna' son un poco menores que para otras variedades de limón, rondando sobre los 5.200-7.000 m³/ha. Aunque el planteamiento general de riego dependerá de condicionantes como el suelo, el clima, el cultivo, la disponibilidad de agua, etc. En este caso, las dos variedades se riegan con la misma

cantidad de agua. Para realizar un diseño agronómico se debe tener en cuenta los siguientes datos de partida:

- Plano de la finca a regar.
- Caudal disponible y calidad de agua.
- Datos del suelo: textura, estructura, etc.
- Datos del cultivo: necesidades hídricas, etc.
- Datos climáticos: precipitaciones, temperatura, humedad, etc.

Ante la falta de agua y su elevado coste (de 0,15 a 0,65 €/m³) la supervivencia de la agricultura del Levante español solo es posible con una gran eficiencia en el uso y manejo de esta. El avance en el manejo del riego localizado ha sido espectacular en los últimos años.

3.1.1.4.PODA

La forma de realizar la poda dependerá de la edad de la plantación, así como del objetivo perseguido por el agricultor.

En esta plantación, en sus primeros años se llevó a cabo una poda de formación que aseguró el acceso al interior del árbol y favoreció a la iluminación y aireación. Se cortaron a un metro del suelo y, al año, se dejan tres ramas que serán las principales, procurando que no salgan del mismo punto para formar una buena estructura.

La poda asegura una buena insolación y aireación de los frutos y los árboles, y además facilita la recolección. En un árbol bien podado se evitan los roces de los frutos con las ramas y posibles pinchazos, lo que dañará el fruto.

Las podas deben ser frecuentes, cada 1 o 2 años como máximo. En este caso, la poda se realiza una vez al año después de la recolección, normalmente a partir de junio en

'Verna' y en primavera en 'Fino'. En ella se eliminan las ramas mal situadas, secas y chupones. Además, la eliminación de ramas excesivamente bajas en las faldas evitará problemas posteriores de manchado y podrido de frutos.

La poda no es un factor determinante de la calidad y de la producción, pero predispone a la planta para que en presencia de otros factores favorables (riego, fertilizantes, etc) pueda producir los máximos beneficios. En general, la poda disminuye las producciones. Una poda adecuada después de la caída de junio tiene efectos beneficiosos sobre la calidad y el tamaño del fruto. Una poda muy intensa puede provocar la emisión de numerosos chupones y mermas en la producción.

La poda produce un coste elevado para el agricultor, por lo que cada día se usan menos las tijeras de mano y más el serrucho y las tijeras neumáticas o eléctricas, como se lleva a cabo siempre en la presente parcela. Es importante añadir que, en grandes explotaciones se han comenzado a utilizar las podadoras mecánicas y, aunque todavía no están totalmente puestas a punto, suponen una poda práctica, rápida y de bajo coste. Una vez que pasa la máquina, hay que retirar las ramas que quedan en los árboles dándoles a estos un ligero repaso a mano.

3.1.1.5.RECOGIDA DE LEÑA

Normalmente la leña procedente de la poda del limonero se ha recogido manualmente para ser amontonada y quemada. En la actualidad, existen normativas que regulan la quema en campo, prohibiendo las quemas. Por este motivo, se está tendiendo en explotaciones medianas y grandes, a la utilización de trituradoras de leña de poda. Esta actividad muele todos los restos dejándolos en las calles, y estos restos serán utilizados por los limoneros en forma de materia orgánica. Además, estas prácticas ahorran tiempo, mano de obra y dinero, por lo que se están implantando cada vez más en las plantaciones de limonero y otras plantaciones.

En la parcela, los restos de poda se recogen manualmente y se depositan juntos en un espacio libre para que la trituradora de leña tenga acceso, ya que existen desniveles y no

hay suficiente anchura para que la maquinaria pase por todas las calles. Hace pocos años, se hacía lo mismo, pero la leña era quemada para deshacerse de ella, pero por lo dicho anteriormente de la normativa, el método se ha cambiado en los últimos años.

3.1.1.6.FORZADO

El forzado es una técnica para conseguir rodrejos, en este caso del limonero 'Verna'. Los rodrejos que se recolectan en el mes de agosto y septiembre suelen alcanzar algunos años un alto valor en el mercado.

La técnica del forzado consiste en retirar el riego durante julio y la primera quincena de agosto, y a continuación aplicar dos riegos con un intervalo de una semana, aportándose en el segundo riego un fuerte abonado nitrogenado. De esta forma se obtiene una brotación y floración a principios de septiembre, que da lugar a los frutos rodrejos que se recolectan en septiembre del año siguiente.

Esta técnica se realiza normalmente mediante riego a manta. En riego por goteo presenta dificultades de realización, ya que la respuesta al riego de las plantaciones es más lenta que en el caso del riego a manta.

Otro inconveniente a tener en cuenta es que el árbol tiende a producir rodrejos en años sucesivos tras el forzado, dándose el caso de plantaciones de limoneros 'Verna' que producían solo rodrejos y apenas frutos de cosecha. Además, se produce una mayor cantidad de ramillas secas, lo que aumenta los gastos de la poda, ya que la floración del rodrejo es en el extremo del brote y, cuando se recolecta el fruto, se produce la muerte de la ramilla en la que se encontraba.

En nuestro caso, no se realiza esta técnica de forzado en ninguna de las variedades.

3.1.1.7.CONTROL DE MALAS HIERBAS

Existen dos tipos para el control de las malas hierbas:

-La escarda química: es la práctica más común para el control de malas hierbas. Las aplicaciones de herbicidas suelen darse dos veces al año: en primavera y otoño, dejando el suelo libre de malas hierbas. Cada día es más frecuente el uso de acolchado plástico en las filas para evitar las malas hierbas sin tratamientos herbicidas y, por otra parte, reducir las pérdidas de agua por evaporación.

-La eliminación mecánica: solo se hace en huertos jóvenes o en explotaciones muy pequeñas. Consiste en eliminar o cortar las malas hierbas con aparatos manuales y/o mecánicos de siega (desbrozadoras).

La parcela del presente proyecto se trata con escarda química entre 2 y 3 veces al año. La materia activa utilizada es Kyleo y se le añade mojante, con los cuales se mantiene el suelo libre de malas hierbas.

3.1.1.8.RECOLECCIÓN

El momento de la recolección depende de numerosos factores que van desde los económicos y de organización, a los relacionados con la calidad del fruto en el árbol (tamaño, color, etc.), los climáticos que determinan la posibilidad de la correcta operación de corte y los relacionados con las labores culturales (tratamientos plaguicidas, riegos, abonados, etc.).

Como se ha dicho anteriormente, en la variedad 'Verna' la recolección se inicia en febrero y se extiende hasta primeros de julio y en la variedad 'Fino' la recolección se inicia en octubre y finaliza a finales de febrero.

En la parcela, la recolección se realiza de manera manual, cortando el limón por el pedúnculo con tijeras. Esta actividad es la que tiene los costes más elevados entre las actividades que se realizan en el cultivo.

Es importante el exquisito manejo de los limones, en especial las variedades tempranas, tanto en campo como en almacén, ya que son sensibles a los golpes, rocíos etc., que provocan las manchas en la epidermis. El fruto sobremaduro es más sensible a alteraciones, reduciendo rápidamente su calidad y la conservación en cámara, teniendo que ser enviado rápidamente a los mercados.

Actualmente se está empezando a ensayar la recolección mecánica del limón con destino a la industria, con el fin de abaratar los costes de recolección. Los ensayos previos permiten tirar al suelo (o lonas) del orden del 70 % de la fruta del árbol con dos vibraciones al tronco. Hoy en día, ni los marcos de plantación ni el porte de los árboles están adaptados a la recolección mecánica. En un futuro no muy lejano se pretende adaptar el sistema para poder hacer recolecciones de la fruta con destino al mercado en fresco a partir de diciembre, una vez que los frutos hayan alcanzado su color natural amarillo, ya que antes necesitarían desverdización artificial en cámara y cualquier golpe que sufriera durante la recolección aparecería manchado, depreciando totalmente el fruto (Rodríguez et al., 2021).

.

Desde finales de noviembre se ha completado la desverdización natural en el árbol y ya no se requiere someterlos a tratamiento en cámara de desverdizado (Rodríguez et al., 2021).

3.1.1.9. ENFRIADO Y ALMACENAMIENTO

La temperatura influye profundamente en la intensidad respiratoria y, por lo tanto, en la vida del fruto almacenado. Generalmente el fruto almacenado a 15,6° C respira con una intensidad mayor que si se almacena a 0° C. Con respecto a la evolución del calor, fruto almacenado a 0° C libera solamente el 10 o el 20% del calor de que cuando se almacena a 15,6° C (Medina, 2007).

El potencial de vida de almacenamiento de frutas y hortalizas depende de una serie de factores como: especie, variedad, prácticas culturales y condiciones climáticas

durante su crecimiento, madurez de cosecha, condiciones de almacenamiento (temperatura, humedad relativa y composición atmosférica) y periodo de almacenamiento, entre otros.

Los frutos que llegan al almacén deben ser pesados y a la vez se debe de tomar una muestra para caracterizar la calidad del lote. Para reducir la germinación de esporas de *Penicillium* debe de comenzarse el proceso de manipulado lo más pronto posible.

Una vez en almacén, el lote se somete al proceso de almacenado bajo refrigeración o de desverdización en cámara si lo requieren o se le dan salida al mercado directamente.

Los limones cosechados se colocan en gavetas de madera. Antes de empacarlas, cada fruta se lava, cepilla, selecciona y calibra. Se recomienda que los limones sean rociados con cera vegetal que resulta en una mejor resistencia y apariencia. Este tratamiento previene especialmente la desecación de la fruta. Se debe evitar el contacto directo de esta fruta con hielo, además de la luz que causa una coloración amarilla y deterioro general (Medina, 2007).

Según Medina (2007), la temperatura óptima está entre 12-14 grados dependiendo del cultivar, grado de madurez de la cosecha, zona productiva y la duración del almacenaje y transporte; mientras que la humedad relativa óptima puede oscilar entre 90 – 95%.

Los limones recolectados en la parcela son llevados a la Cooperativa de Frutas y Cítricos de Mula S.C.L. (Frucimu), donde a cada lote se le practican los procesos vistos anteriormente.

3.1.1.10. PLAGAS Y ENFERMEDADES

Según la publicación de Lucas (2008), “Plagas y enfermedades de limón y pomelo en la Región de Murcia” y según la Consejería de Agricultura, Pesca y Alimentación de la Generalitat Valenciana, estas son las enfermedades de los cítricos más importantes:

Antes de realizar algún tratamiento, es necesario saber identificar cada plaga, así como los síntomas y daños que produce.

Ácaro rojo (*Panonychus citri*) (Lucas, 2008).

Descripción:

Los adultos hembra tienen el cuerpo ovalado y son de color rojo oscuro o púrpura y disponen de cerdas o pelos largos en su cuerpo, insertados sobre pequeños abultamientos. Los machos son más pequeños que las hembras y de color algo más claro, presentando su cuerpo una forma más aplanada. Los ácaros se mueven con mucha rapidez sobre las hojas, ubicándose tanto en el envés como en el haz.

Síntomas y daños:

Se distribuyen por todas las hojas, frutos e incluso sobre las ramas verdes tiernas. Realizan picaduras para alimentarse, produciendo una decoloración. En las hojas producen una especie de endurecimiento y pardeamiento, pudiendo causar graves defoliaciones especialmente en condiciones de ambiente con baja humedad y fuertes vientos. En los frutos, si los atacan cuando son pequeños, pueden llegar a caer, y si sucede cuando están desarrollados, cambian a una tonalidad más apagada.

Fotografía 4. Colonia de ácaros en el envés de una hoja



Fuente: Lucas, 2008.

Mosca blanca (*Aleurotrixus floccosus*) (Lucas, 2008).

Descripción:

El adulto es una mosca de 2-4 mm de envergadura, con cuatro alas recubiertas de un polvillo blanco. Las larvas son ovaladas y aplanadas, de color verde pálido al principio, que evolucionan a amarillo en su último estadio de desarrollo. La plaga se localiza sobre las hojas del cultivo.

Síntomas y daños:

Si el ataque del insecto es fuerte, el árbol manifiesta un decaimiento general, debido a la succión de savia por parte del insecto. Se produce una reducción de la función de fotosíntesis, debido a la presencia de melaza en las hojas y al desarrollo sobre ella de ciertos hongos (negrilla o fumagina). Los frutos pueden ser cubiertos también por la melaza y los hongos, dificultando su procesado previo a la comercialización.

Fotografía 5. Adulto de mosca blanca



Fuente: Lucas, 2008.

Pulgones (*Aphisgossypii*, *A. spiraecola*, *Myzuspersicae*, *Toxopteraaurantii*) (Lucas, 2008).

Descripción:

Son pequeños insectos alados, chupadores, que se localizan preferentemente en los brotes tiernos, formando colonias muy abundantes. Según la especie y el estado evolutivo, pueden presentar diferentes colores (negro, verde, marrón,...).

Síntomas y daños:

Los pulgones clavan su pico en los tejidos y se alimentan de los jugos celulares, produciéndose como consecuencia de ello, alteraciones en el crecimiento de las ramas, deformaciones en las hojas y en algunos casos, defoliaciones de los brotes atacados. Por lo general, los ataques de pulgón son relativamente tolerados por los árboles. Algunas especies pueden ser vectores del virus de la Tristeza, siendo este el principal daño que pueden producir en los huertos.

Fotografía 6. Ataque de pulgón verde en hoja



Fuente: Lucas, 2008.

Piojo Blanco (*Aspidiotus nerii*) (Lucas, 2008).

Descripción:

Esta cochinilla pasa el invierno en la madera y las hojas de los limoneros, desplazándose a los frutos jóvenes en primavera, invadiéndolos desde el cuajado, y colonizando la zona del pedúnculo, bajo la estrella, donde se perpetúa una vez cerrada esta sobre el fruto y desde la que reinfecta el fruto de forma reiterada a lo largo del verano, con la consiguiente dificultad para su control. Las cochinillas machos presentan un caparazón blanco, alargado, del que emergen los adultos alados que localizan a las hembras para fecundarlas. Las cochinillas hembras muestran un caparazón marrón, redondo, bajo el cual se ubica el cuerpo amarillo de la hembra, ocupando todo el espacio.

Síntomas y daños:

La plaga produce daños en los frutos, ya que al fijarse sobre ellos las larvas, clavan su estilete para succionar los jugos celulares, provocando la aparición de manchas de color verde en la epidermis, alrededor de la picada, que se manifiestan cuando el fruto cambia de color. Además, la presencia de las propias cochinillas en el exterior del fruto hace que este carezca de validez comercial.

Fotografía 7. Daños de piojo blanco en frutos



Fuente: Lucas, 2008.

Polilla del limonero (*Prays citri*) (Lucas, 2008).

Descripción:

Prays o polilla de las flores del limonero es un pequeño lepidóptero que realiza la puesta sobre los botones florales del árbol. De ellos emergen las larvas que inmediatamente perforan los pétalos de la flor y penetran en su interior para alimentarse de los elementos florales. Las larvas producen sedas con las que unen los restos florales y de frutos atacados, formando nidos dentro de los cuales suelen realizar su crisálida.

Síntomas y daños:

Las larvas de la plaga, una vez en el interior de las flores, atacan el ovario de estas o los frutos recién cuajados, provocando su caída y pérdida. En casos extremos, las larvas pueden atacar a frutos cuajados de mayor tamaño, ocasionando daños en la epidermis que en muchos casos producen la caída del fruto y en otros, sólo daños superficiales en la corteza. En el caso de ataques tardíos o extemporáneos de la plaga, las larvas pueden atacar los brotes tiernos del árbol, uniendo las hojas tiernas con sedas y alimentándose en su interior y realizando allí las crisálidas.

Fotografía 8. Detalle de daños de Prays en una flor



Fuente: Lucas, 2008.

Minador de las hojas de los cítricos (*Phyllocnistis citrella*) (Lucas, 2008).

Descripción:

Es un pequeño lepidóptero que realiza la puesta en las hojas más tiernas de los brotes cuando estas están formándose. De los huevos emergen larvas que penetran en la epidermis de la hoja, realizando galerías entre las dermis, primero siguiendo el nervio principal de la hoja y luego zigzagueando por ella.

Síntomas y daños:

Los daños causados por la plaga, inducen la caída de las hojas atacadas en su mayor parte, o si quedan en el árbol, presentan formas enrolladas y tienen grandes dificultades para realizar la función clorofílica normalmente. Tales hojas sirven además, como muy buenos refugios para otras plagas como ácaros.

Fotografía 9. Detalle de galería de minador de las hojas



Fuente: Lucas, 2008.

Cotonet o melazo (*Planococcus citri*) (Lucas, 2008)

Descripción:

La plaga sobrevive en el cultivo generalmente bajo la hojarasca, en hendiduras y zonas de cortes de poda o en cualquier otra zona protegida del tronco o de la zona de sombra del árbol. Cuando pasa el invierno, las cochinillas entran en actividad y se desplazan para colonizar los frutos, especialmente los que forman racimos de dos o más, ya que encuentran entre ellos, la protección adecuada

Síntomas y daños:

Los daños producidos por melazo en cítricos, se circunscribe a los generados en frutos. Las colonias formadas sobre ellos, especialmente en el caso de frutos emparejados o en racimo, acaban llenando de melaza su contorno, sobre la que se desarrollará posteriormente negrilla o fumagina, devaluándolos para su comercialización. Cuando los ataques son precoces, se puede producir una maduración anticipada de los frutos atacados, cayendo al suelo de forma prematura, y ocasionando así, pérdidas de consideración. Menos importantes son los daños que pueden producirse sobre las hojas o ramas.

Fotografía 10. Colonia de melazo entre dos frutos de naranja



Fuente: Lucas, 2008.

Ácaro de las maravillas (*Aceria sheldoni*) (Lucas, 2008)

Descripción:

Se trata de un pequeño eriófido de forma alargada y subcilíndrica, que para visualizarlo hace falta utilizar una lupa de más de 20 aumentos. Para sobrevivir, necesita estar protegido, por lo que vive en el interior de las yemas en formación, alimentándose de los jugos celulares. Al picar las células para alimentarse, provoca una serie de alteraciones que afectan a la formación de los elementos florales, las hojas y el crecimiento del propio brote.

Síntomas y daños:

Los daños más graves se muestran sobre las flores, que suelen abortar por la hipertrofia de sus diferentes elementos, y si llegan a cuajar, acaban cayendo prematuramente los frutos. Solo muy excepcionalmente, algunos frutos evolucionan, constituyendo lo que se conoce como monstruos o mal engendros, frutos deformados y con figuras caprichosas, totalmente inadecuados para su comercialización y consumo.

En casos de ataques severos, también se ven afectadas las hojas, que presentan malformaciones en los lóbulos y cierto arrugamiento. Los brotes afectados suelen mostrar un crecimiento en forma de escoba de bruja, con entrenudos muy cortos, hojas y flores arracimadas y mal formadas.

Fotografía 11. Fruto recién cuajado con daños de Ácaro de las maravillas



Fuente: Lucas, 2008.

Araña amarilla (*Tetranychus urticae*) (Lucas, 2008)

Descripción:

Los adultos de araña amarilla son globosos, de forma oval, provistos de abundantes sedas y muestran colores diferentes según la época. Los machos son algo más pequeños que las hembras y tienen las patas más largas. Producen sedas que protegen los huevos y las jóvenes larvas.. En ataque fuertes, se instalan por toda la superficie del fruto, que cubren de sedas para proteger los huevos y larvas.

Síntomas y daños:

Los daños de araña amarilla se pueden circunscribir a las hojas, a los frutos o ambos. En el primer caso, las colonias de ácaros instaladas en el envés de las hojas, acaban produciendo manchas amarillas en estas, un cierto abarquillamiento hacia el envés y finalmente, se desecan y caen, pudiendo producir defoliaciones severas a los árboles afectados. En el caso de los frutos, independientemente de cual sea el momento en que los colonizan, los daños son similares, consistiendo en decoloraciones y necrosis de la epidermis en las zonas donde se ubican los ácaros, especialmente del ápice y pedúnculo, formando el característico “bigote”, que los deprecia para ser comercializados.

Fotografía 12. Bigote o daños de araña amarilla en frutos



Fuente: Lucas, 2008.

Podredumbre del cuello (*Phytophthora spp.*) (Lucas, 2008)

Descripción:

Se trata de un hongo de desarrollo interno cuya presencia y actividad en la planta, genera alteraciones severas en los vasos conductores de la savia y que se manifiesta al exterior en forma de chancros y exudados que comienzan en el cuello de las raíces y en la zona baja del tronco, afectando al cambium y a la corteza, pero no a la madera. La corteza afectada se resquebraja y al levantarse, aparece debajo la madera de un color amarillo oscuro.

Síntomas y daños:

Los daños que genera la enfermedad dependen de la extensión que tengan los chancros en la zona del cuello de las raíces o en el tronco del árbol. Cuando toda la periferia de estos queda afectada, se produce la muerte del mismo. En situaciones intermedias, se produce una debilitación progresiva del mismo, con pérdida de cosecha y decrepitud progresiva. Las ramas de los extremos pueden secarse en condiciones extremas.

Fotografía 13. Árbol en dcaimiento por podredumbre



Fuente: Lucas, 2008

Aguado de frutos o Podredumbre marrón (*Phytophthora spp.*) (Lucas, 2008)

Descripción:

Se trata de un hongo que estando presente en campo, puede colonizar los frutos que se hallan ubicados cerca del suelo y producir su podredumbre.

Síntomas y daños:

Los primeros síntomas se manifiestan con manchas de color marrón en la epidermis de los frutos. Afecta principal y casi exclusivamente a los frutos ubicados en las zonas más próximas al suelo. Los frutos atacados acaban cayendo al suelo y no son comercializables.

Fotografía 14. Fruto de limón afectado de aguado



Fuente: Lucas, 2008.

3.1.1.11. FISIOPATÍAS

Según Melgarejo (2022), “una fisiopatía se le llama a cualquier alteración fisiológica producida por las condiciones desfavorables del medio edáfico”

Los tratamientos son siempre preventivos y no siempre se consiguen los resultados deseados.

Se tratan de modificaciones en la cáscara del fruto, que en un inicio pueden ser meramente estéticas; pero que pueden evolucionar hasta alterar gravemente su desarrollo y vida, perdiendo valor comercial (Soler y Soler, 2006).

Las principales fisiopatías (Soler y Soler, 2006) son:

- Granulación
- Envejecimiento del fruto
- Bufado
- Pixat o manchas de agua
- Clareta
- Pateta de rata
- Oleocelosis
- Rajado
- Picado

Éstas son referidas fundamentalmente a naranjas y mandarinas, sin embargo en limonero (Melgarejo, 2022) las más importantes son:

- Asfixia radicular:

Se produce cuando la concentración de O₂ en el medio en el que están las raíces es inadecuada (insuficiente) para el mantenimiento de la respiración aerobia.

Esta falta de O₂ puede deberse:

- A una aireación insuficiente.
- A un exceso de agua.
- A la sensibilidad del patrón y estado de la planta, T^a.
- Al tipo de suelo.

Los síntomas de asfixia radicular son: clorosis en los nervios principales y secundarios, marchitamiento de hojas y otros órganos, sistema radicular poco desarrollado y tendencia a desarrollarse próximo a la superficie del suelo.

- Clorosis férrica

Es una enfermedad que consiste en la falta de clorofila en las hojas, quedando estas de color amarillo. Esto se debe a la deficiencia de Fe.

Los factores que pueden provocar o agravar la deficiencia de Fe en los agríos son:

- Presencia de CO₃Ca en el suelo
- Exceso de humedad en el suelo
- Niveles altos de CO₃H⁻ en el suelo o en el agua de riego
- Temperaturas bajas
- Desequilibrios nutritivos
- Otros factores

Los síntomas de esta deficiencia son:

- Hojas con color verde pálido, a excepción de los nervios que se conservan verdes.

- En casos graves de clorosis férrica, la hoja toma el color amarillo, conservando verde solo el nervio central, pudiendo caer prematuramente.

- La deficiencia de Fe comienza en las hojas más jóvenes, extendiéndose progresivamente a las más viejas: se deduce su falta de movilidad.

- Salinidad

La salinidad del suelo puede tener efectos negativos en la plantación. Los efectos de la salinidad son:

- Efecto general osmótico: si aumenta la presión osmótica en el suelo, disminuye la velocidad de absorción de la planta, lo que es un gran problema.

Los síntomas son:

- Plantas con menor desarrollo vegetativo, con hojas de color verde oscuro, más pequeñas y menor producción

- Aumento de la calidad de la cosecha

- Frutos de menor tamaño, de piel más fina y suave, de coloración más intensa, más precoces y con mayor contenido en SS.

- Toxicidad específica por iones: Cl^- , Na^+ , B^{3+} , Li^+ , etc., cuando se acumulan en las plantas en grandes cantidades ejercen un efecto tóxico específico, disminuyendo su crecimiento y producción, con independencia del efecto general osmótico.

- Alteraciones de las propiedades físicas del suelo por exceso de sodio, lo que eleva el pH y disminuye la asimilabilidad de algunos otros elementos.

- Sequía: la falta de agua puede provocar desequilibrios nutricionales y evita el correcto funcionamiento del árbol; provocando así mermas en la producción.

Este tipo de desórdenes afectan principalmente al desarrollo de la corteza y se han relacionado con las relaciones hídricas del fruto con la atmósfera y con el propio árbol, así como cambios en la absorción y pérdida de agua. Las principales fisiopatías en el limón son:

- Daño por frío: Los síntomas incluyen depresiones, manchado de las membranas internas, y "pintas rojas". La severidad depende del cultivar, zona productiva, fecha de cosecha, grado de madurez a la cosecha, y duración y temperatura de las operaciones de postcosecha. Niveles moderados a severos de daño por frío son usualmente seguidos de pudriciones.
- Manchas oleosas (Oleocelosis): La ruptura de las células oleosas debido a estrés físico sobre las células turgentes provoca la liberación del aceite, el cual daña los tejidos circundantes. Evitar cosechar limones cuando están muy turgentes y un manejo cuidadoso reducen la severidad de este desorden.

3.1.1.12. ESTUDIO DE COSTES

Para el análisis de la rentabilidad económica del cultivo nos basamos en unos estudios del IMIDA con explotaciones cuyas características fueron orientaciones productivas generales y mayoritarias, es decir, 'Fino' y 'Verna', en un tamaño medio de 5,0 hectáreas, es decir, superficie que representa mayoritariamente a las explotaciones profesionales existentes en Murcia y en general en el Levante español. Para poder realizar este análisis se estableció la existencia de unas explotaciones representativas en las que se llevan a cabo las labores agrícolas características de la zona, siempre con sistema de producción intensivo de fertirrigación en riego por goteo, mayoritario en las explotaciones de agricultores profesionales (García, 2014).

Tabla 16. Producción en kg/ha de las dos variedades

CULTIVO	Marco (m-m)	Goteros (Ud/árbol)	Fertilización (UF)	Riego (m3/ha)	Producción media (kg/ha)
Limonero `Fino´	7*6	5	190-64-137-17-10	6.378	48.000
Limonero `Verna´	7*6	5	208-67-136-20-11	6.086	36.000

Fuente: García, 2014

Los costes variables de la explotación van a ser:

- Maquinaria, donde se incluyen las labores que requieren empleo de maquinaria e incluimos la mano de obra del operario conductor.
- Tratamientos fitosanitarios.
- Abonado
- Mano de obra
- Mantenimiento se establece como un porcentaje (1,50%) sobre el inmovilizado susceptible de mantenimiento
- Coste de la energía va asociado fundamentalmente al riego

Según las características de explotación dadas anteriormente se quedaría una tabla de costes como la tabla 17:

Tabla 17. Estructura de costes (€)

	LIMON `FINO`		LIMON `VERNA`	
	Coste absoluto (€)	Coste relativo (%)	Coste absoluto (€)	Coste relativo (%)
Nave para aperos y cabezal	390	1,29%	390	1,31 %
Cabezal de riego	799	2,64 %	799	2,69 %
Red de riego	449	1,48 %	449	1,51 %
Plantación	433	1,43 %	381	1,28 %
Material vario auxiliar	102	0,33 %	102	0,34 %
Embalse regulador	388	1,28 %	388	1,31 %
Coste del inmovilizado	2.560	8,44 %	2.508	8, 45%
Poda anual	2.617	8,63 %	2.243	7,55 %
Costes de maquinaria	3.492	11,52 %	3.492	11,76 %
Fitosanitarios	1.290	4,26 %	1.290	4,34 %
Fertilizantes	3.558	11,74 %	3.736	12,58 %
Herbicidas	305	1,00 %	305	1,03 %
Mantenimiento	463	1,53 %	463	1,56 %
Energía eléctrica	995	3,28 %	945	3,18 %
Personal fijo	7.917	26,11 %	7.917	26,66 %
Riego	7.121	23,49 %	6.795	22,88 %
Coste del circulante	27.758	91,56 %	27.196	91,55 %
Coste total (€)	30.318	100%	29.694	100%
Coste unitario (€/ha)	6.064		5.936	

Fuente: García, 2014

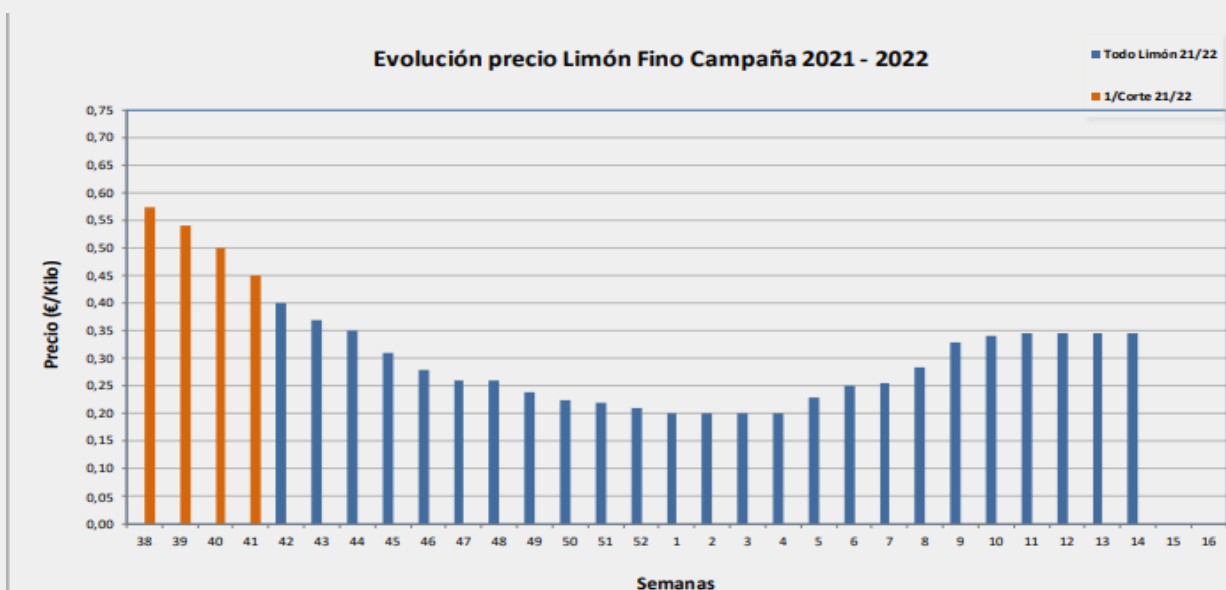
El beneficio de una plantación se obtendrá restando de los ingresos, los costes provenientes del cultivo, que en este caso se han producido 36.000 Kg/ha. A continuación en las tablas 17 y 18, se muestran los precios del limón durante la campaña que llevamos del periodo 2021-2022 y un gráfico de la evolución de estos precios:

Tabla 18. Evolución de precios de limón 'Fino'

CAMPAÑA 2021/2022 LIMÓN 'FINO'						
SEMANA	MODALIDAD TODO LIMÓN			MODALIDAD 1/CORTE		
	MÍNIMO	MÁXIMO	MEDIA	MÍNIMO	MÁXIMO	MEDIA
	Referencias Precios €/Kg			Referencias Precios €/Kg		
38				0,55	0,60	0,58
39				0,50	0,58	0,54
40				0,45	0,55	0,50
41				0,42	0,48	0,45
42	0,35	0,45	0,40			
43	0,32	0,42	0,37			
44	0,32	0,37	0,35			
45	0,28	0,34	0,31			
46	0,26	0,30	0,28			
47	0,24	0,28	0,26			
48	0,24	0,28	0,26			
49	0,22	0,26	0,24			
50	0,20	0,25	0,23			
51	0,20	0,24	0,22			
52	0,18	0,23	0,21			
1	0,17	0,22	0,20			
2	0,17	0,22	0,20			
3	0,17	0,22	0,20			
4	0,17	0,22	0,20			
5	0,20	0,26	0,23			
6	0,22	0,29	0,25			
7	0,22	0,32	0,26			
8	0,25	0,36	0,29			
9	0,30	0,37	0,33			
10	0,31	0,39	0,34			
11	0,30	0,40	0,35			
12	0,30	0,40	0,35			
13	0,30	0,40	0,35			
14	0,30	0,40	0,35			
15						
16						

Fuente: AILIMPO, 2021/2022

Gráfico 3. Representación gráfica de la evolución de los precios de limón `Fino`



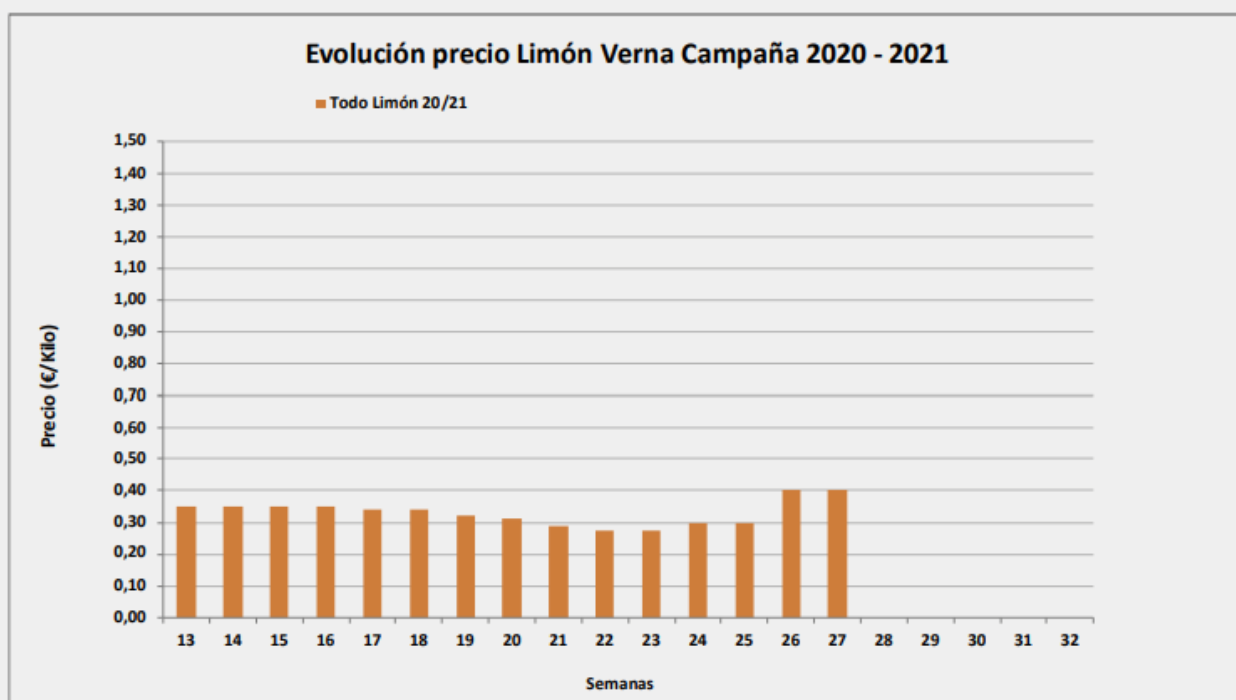
Fuente: AILIMPO, 2021/2022

Tabla 19. Evolución de precios limón `Verna`

CAMPAÑA 2021/2022 LIMÓN `VERNA`			
MODALIDAD TODO LIMÓN			
	MÍNIMO	MÁXIMO	MEDIA
SEMANA	Referencias Precios €/Kg		
13	0,32	0,38	0,35
14	0,32	0,38	0,35
15	0,32	0,38	0,35
16	0,32	0,38	0,35
17	0,30	0,38	0,34
18	0,30	0,38	0,34
19	0,28	0,36	0,32
20	0,27	0,35	0,31
21	0,26	0,32	0,29
22	0,25	0,30	0,28
23	0,25	0,30	0,28
24	0,25	0,35	0,30
25	0,20	0,40	0,30
26	0,40	0,50	0,40
27	0,40	0,50	0,40
28			
29			
30			
31			
32			

Fuente: AILIMPO, 2021/2022

Gráfico 4. Representación gráfica de la evolución de los precios de limón `Verna`



Fuente: AILIMPO, 2021/2022

A partir de estas tablas de precios de ambas variedades se ha obtenido el precio medio.

Según estos datos, nos quedarían unos beneficios concretos que se muestran en la tabla 20:

Tabla 20. Balance coste-beneficio

VARIEDAD	Costes (€/ha)	Producción (Kg/ha)	Ingresos (€/ha)	Beneficios (€/ha)
`VERNA`	5.939	36.000	12.600	6.661
`FINO`	6.064	48.000	16.320	10.256

3.1.2. MATERIAL VEGETAL

VARIEDADES

En la actualidad hay pocos tratados sobre el reconocimiento de las variedades de cítricos en campo. Existen referencias para algunas variedades, pero no para el gran abanico varietal que disponemos actualmente.

Refiriéndonos a especies, las podemos diferenciar según la forma de las hojas. En algunos casos concretos, estrujándolas se puede percibir el aroma característico que desprenden.

La identificación se complica cuando se desea reconocer la variedad, sobretodo si el fruto ha sido recolectado o se encuentra evolucionando hacia su tamaño, color y madurez natural. Además, el estado vegetativo que pueden presentar los árboles de una misma variedad, puede ser algo distinto en función de la textura, la profundidad del suelo, las labores de cultivo que se realicen, etc. Sin embargo, una vez se va adquiriendo experiencia, es posible conseguir distinguir las, en base a la observación de una serie de caracteres y parámetros representativos de cada una de ellas. Estos caracteres y parámetros se presentan en porcentajes variables entre campos distintos de una misma variedad, e incluso entre árboles de un mismo campo (Soler, 1999).

A continuación, se hará una breve descripción de las variedades estudiadas en dicho trabajo, puesto que ya se han descrito con detalle anteriormente en otros apartados:

‘Fino’

Es una variedad española, el árbol es vigoroso y con espinas. La viabilidad del polen es media. El fruto se comercializa también como Primofiori. Es una variedad de piel muy fina y productiva, aunque tiene una conservación menor que ‘Verna’. Esta es sensible al frío, aunque se recupera mejor de heladas y se adapta mejor a los distintos tipos

desuelo. Los frutos se recolectaron en el punto de máxima madurez para su posterior análisis en laboratorio.

`Verna´

La variedad `Verna´ estudiada no es un clon selecto, sino un `Verna´ tradicional.

Es una variedad de origen desconocido. El árbol es vigoroso y con menos espinas que `Fino´. Es reflorecente y la viabilidad del polen es de media a baja. Es más propensa a sufrir ataques de *Prays citris*. Los frutos se recolectaron en el punto de máxima madurez para su posterior análisis en laboratorio.

PATRONES

El problema de la elección del patrón ha evolucionado al compás de la aparición y difusión de algunas enfermedades que atacan a los agrios.

Varios son los patrones que se utilizan en el mundo. En nuestro caso, en España, el más utilizado hasta hace pocos años, fue el naranjo amargo. Cuando se detectó la tristeza en 1957, el 95% de las plantaciones de agrios estaban injertadas sobre ese patrón (Soler y Soler, 2006).

La plantación del proyecto cuenta con este patrón en ambas variedades. Algunas de sus características son que presenta buen desarrollo en semillero y vivero y no presenta problemas en el injerto, con la variedad de limonero `Verna´; sin embargo, este presenta miriñaque por encima del patrón, con la variedad `Fino´ tiene mejor afinidad, aunque entra tarde en producción, es tolerante a exocortis, psoriasis y xyloporosis. En general, este patrón presenta sobre estas variedades una buena productividad y una excelente calidad de fruta (Soler y Soler, 2006).

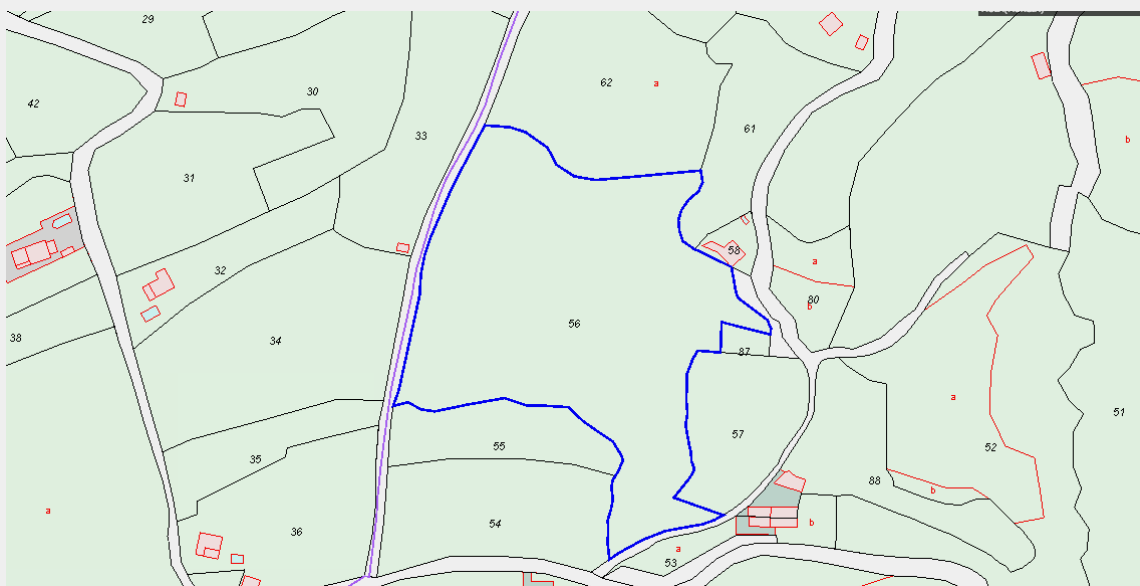
Para evitar el miriñaque se debe recurrir al empleo de madera intermedia, utilizándose preferentemente, variedades de Naranjo dulce libres de virus. De esta forma se mejora la

calidad del fruto y se alarga la vida productiva del árbol (Consellería de Agricultura, Pesca y Alimentación, 2020).

3.2. UBICACIÓN DEL EXPERIMENTO

La parcela del experimento se encuentra en el término municipal de Mula (Murcia), España. Las coordenadas de su situación son 38.053430,-1.484126.

Figura 4. Ubicación de la parcela



Fuente: Sede electrónica Catastro

Figura 5. Datos de la parcela

DATOS DESCRIPTIVOS DEL INMUEBLE	
Referencia catastral	30029A042000560000PF  
Localización	Polígono 42 Parcela 56 TRASCASTILLO BAJO. MULA (MURCIA)
Clase	Rústico
Uso principal	Agrario

PARCELA CATASTRAL		
	Localización	Polígono 42 Parcela 56 TRASCASTILLO BAJO. MULA (MURCIA)
	Superficie gráfica	17.726 m ²

CULTIVO			
Subparcela	Cultivo/Aprovechamiento	Intensidad Productiva	Superficie m ²
0	NR Agrios regadío	02	17.726

Fuente: Sede electrónica Catastro

3.3.METODOLOGÍA PARA LA TOMA DE DATOS Y MUESTRAS

En la realización de este estudio se trabajó en dos ambientes distintos. En primer lugar, se tomaron las muestras en campo. Para ello, se escogieron cinco árboles de cada variedad, con los que se realizó el estudio, tomando medidas del diámetro de copa, diámetro de tronco y dimensiones de hojas, para poder estudiar las diferencias entre ambas variedades. Una vez recogidas las muestras de fruto, se llevaron a laboratorio para proceder con su análisis morfológico y físico-químico que se ha dicho anteriormente.

3.4.PARÁMETROS A DETERMINAR

Una vez se tuvieron los frutos de ambas variedades, recolectados en su fecha óptima de recolección, cuando el fruto ya había completado su desarrollo, se seleccionaron 50 frutos, 25 por variedad, todos con apariencias similares y con el mínimo defecto o

alteración, plaga o enfermedad, se estudiaron todos los parámetros indicados anteriormente en el plan de trabajo, los cuales se detallan a continuación.

3.4.1. CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS

En este apartado se puede distinguir entre las características morfológicas del árbol y características morfológicas de los frutos.

3.4.1.1. CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DEL ÁRBOL

El estudio de los parámetros morfológicos del árbol se ha realizado en campo, midiendo el diámetro del tronco y el diámetro de copa. Además, se han seleccionado y recogido cinco hojas de cada árbol para analizarlas en laboratorio y obtener sus medidas, obteniendo longitud del peciolo, longitud del limbo, longitud total, anchura y superficie foliar.

3.4.1.2. CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DE LOS FRUTOS

En cuanto a los parámetros del fruto, los apartados que se han analizado en laboratorio son los siguientes:

PESO UNITARIO Y PESO DE LA CORTEZA

Peso unitario

Para saber el peso unitario de cada fruto, se han pesado todos los frutos de ambas variedades de uno en uno. La herramienta utilizada ha sido una balanza electrónica modelo AHS 1200, con una precisión de 0,01 g. Ésta se puede ver en la Fotografía 15.

Fotografía 15. Balanza electrónica utilizada



Peso corteza

Para la obtención de este parámetro, se ha exprimido el zumo usando un exprimidor convencional y posteriormente se ha pesado la corteza en la misma balanza.

LONGITUD DEL FRUTO

Longitud total

Se ha medido la longitud total de los frutos, utilizando un pie de rey digital de la marca ABSOLUTE AOS, con una precisión de 0,001 mm. Éste se puede ver en la fotografía 16.

Fotografía 16. Pie de rey digital utilizado



Diámetro central

Se ha cogido la medida del diámetro de cada limón por su parte central.

Longitud mamelón

Se ha medido la longitud del mamelón de todos los frutos. Esto se ha realizado midiendo el limón a excepción del mamelón y restando este resultado a la longitud total de cada fruto. De esta manera, se ha obtenido la longitud unitaria del mamelón y ha resultado más fácil obtener valores más precisos.

Longitud cuello

El cuello sólo se ha medido en los frutos de la variedad 'Verna', pues éste es un carácter representativo de la variedad. Sin embargo, en Fino, no ha sido medido, ya que el cuello apenas existe y no es una característica representativa de la variedad.

Para realizar la medición, se ha tomado la longitud del limón al completo a excepción del cuello y este valor se ha ido restando a la longitud completa de cada limón, de manera similar a la toma de medidas del apartado anterior.

COLOR EXTERNO (Jiménez-Cuesta et al., 1981)

Color externo del fruto

El color es un parámetro muy importante a la hora de caracterizar una variedad de limón, pues la calidad de los frutos frescos se caracteriza por su sabor, su textura y su color, entre otros caracteres. Por lo tanto, el color es un indicador de calidad de la fruta, y puede variar de una variedad a otra, e incluso dentro de la misma variedad, dependiendo de la época de recolección y sobre todo por el manejo de cultivo que se lleve a cabo en la parcela (Cutillas, 2021).

Para realizar las mediciones en el presente proyecto, se ha utilizado un colorímetro de la marca KONICA MINOLTA modelo CM-700D, tomándose tres lecturas ecuatoriales equidistantes en todos y cada uno de los frutos. Esta herramienta se puede ver en la Fotografía 17.

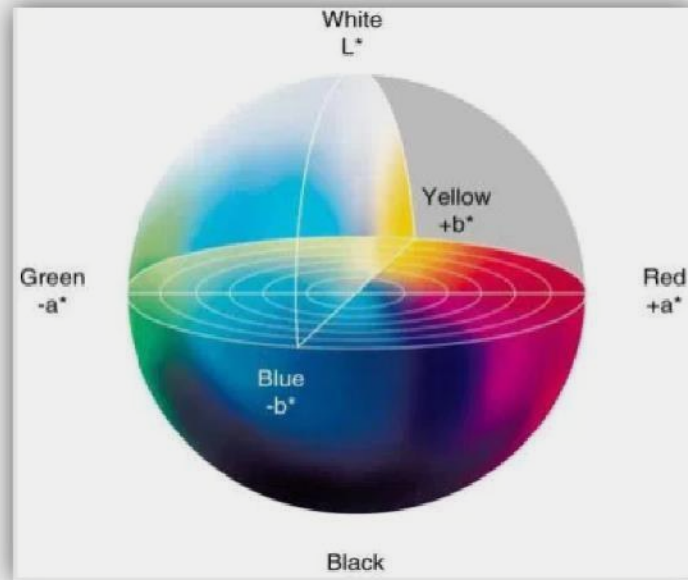
Fotografía 17. Colorímetro utilizado



La función del colorímetro es medir la epidermis de la fruta. El sistema de color

utilizado es el estándar C.I.E., L^* , a^* , b^* , donde:

Figura 6. Diagrama C.I.E., $L^*a^*b^*$



Fuente: Cutillas, 2021

L^*

Este parámetro se utiliza para evaluar la luminosidad, atributo de una sensación visual, según la cual el área parece reflejar difusamente o transmitir más o menos parte de la luz. Sus valores oscilan de 0–100, correspondiendo 0 al color negro y 100 al blanco.

a^*

Este parámetro representa la variación rojo-verde. Cuando el valor es positivo representa la contribución al color rojo y cuando es negativo al color verde.

b^*

Este parámetro representa la variación de amarillo-azul. Cuando el valor es positivo contribuye al amarillo y si es negativo al azul.

C* (Color real)

Este parámetro muestra la distinción de un color por su saturación.

$$c^*=[(a^2+b^2)^{1/2}]$$

H* (Ángulo de tono)

Sensación visual por la que se diferencian los colores.

$$H^*=\text{arctn}(b/a)$$

En este apartado también se obtuvo el índice de color (IC) de cada fruto. Los resultados obtenidos en las mediciones nos permitieron determinar relaciones entre los parámetros de color y asignar valores de los cítricos. La relación utilizada fue la desarrollada por Jimenez-Cuesta et al, (1981).

$$IC=1000*a/L*b$$

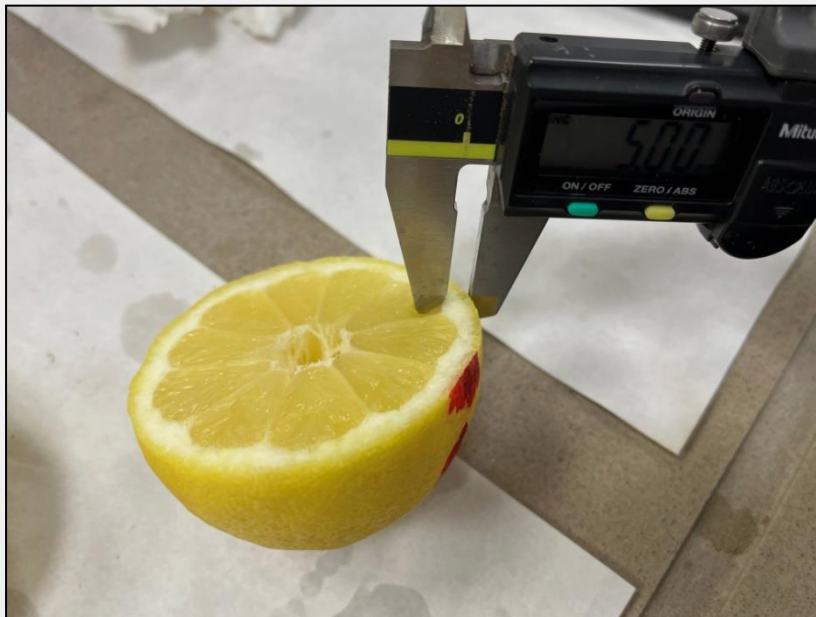
Valores de IC inferiores a -7 nos indican una coloración verde, aumentando en intensidad al hacerse más negativo. Valores comprendidos entre -7 y +7 indican coloraciones entre verde amarillento, amarillo pálido o naranja verdoso (valores próximos a 0). Los valores superiores a +7 indican coloraciones que aumentan en intensidad al aumentar el IC. (Bello, 2015).

ESPESOR DE LA CORTEZA

Antes de realizar esta práctica, se han cortado todos los frutos ecuatorialmente, por la parte de mayor diámetro, utilizando un cuchillo normal de sierra. Una vez cortados, se han tomado dos medidas de la corteza en partes opuestas en el plano ecuatorial de cada fruto. De esta manera, se ha obtenido dos medidas del espesor de corteza de cada unidad.

La herramienta utilizada en todas las mediciones, ha sido un pie de rey digital de la marca ABSOLUTE AOS, con una precisión de 0,001 mm, la cual se puede ver en la Fotografía 18.

Fotografía 18. Imagen representativa de la medición del espesor de la corteza con el pie de rey



NÚMERO DE CARPELOS Y SEMILLAS

Número de carpelos

Con los frutos ya cortados ecuatorialmente, se han contado los carpelos uno a uno de cada fruto, tomando nota de los datos.

Fotografía 19. Carpelos visibles en los limones cortados



Número de semillas

El conteo de semillas se ha realizado a la vez que se exprimía el zumo. Al exprimir cada limón, las semillas quedaban en el colador del exprimidor y se han ido contando. Para no crear confusión, el exprimidor se ha limpiado entre cada fruto.

COLOR DEL ZUMO – COLOR INTERIOR (Jiménez-Cuesta et al., 1981)

El color interno o color del zumo también es un parámetro importante y característico de cada variedad. En el proyecto, se han tomado dos lecturas con el mismo colorímetro de cada zumo ya colado.

Fotografía 20. Diferentes perspectivas del colorímetro utilizado



3.4.2. CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS

Para la determinación de los parámetros químicos del fruto, se han llevado a cabo diferentes procesos con los 25 frutos por variedad, los cuales se detallan a continuación.

VOLUMEN DE ZUMO

Para obtener el volumen de zumo, se ha exprimido cada limón en un exprimidor de la marca Braum, midiendo el zumo de cada fruto en una probeta.

Fotografía 21. Exprimidor Braum utilizado



Fotografía 22. Momento de extracción del zumo



Fotografía 23. Zumo exprimido y colado en la probeta Fotografía 24. Colado del zumo. Separación de la pulpa.



RENDIMIENTO EN ZUMO

El rendimiento en zumo se ha calculado restando el peso fresco del fruto menos el peso de la corteza, dividido entre el peso fresco y multiplicando el valor obtenido por 100, para obtener el rendimiento en tanto por ciento.

CONTENIDO DE SÓLIDOS SOLUBLES

El contenido de sólidos solubles, en ° Brix, se ha determinado mediante refractómetro ATAGO N1. El proceso consiste en poner unas gotas de zumo en el cristal del refractómetro (calibrado previamente, añadiendo agua destilada y llevándolo al valor “0”) y mirar para obtener los valores. Este proceso se ha repetido para cada zumo, obteniendo así el valor de sólidos solubles en los seis zumos del proyecto. El resultado obtenido se corrige de acuerdo a la temperatura. La herramienta utilizada se puede ver en la Fotografía 25.

Fotografía 25. Refractómetro ATAGO N1 utilizado

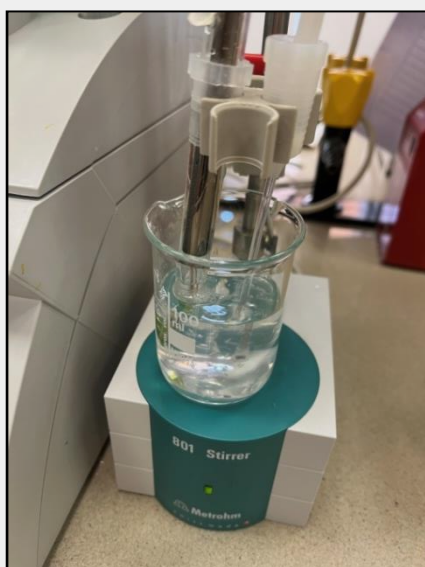


DETERMINACIÓN DEL (pH)

La medida del pH se ha tomado con un valorador automático de la marca Metrom, modelo Tritino plus 877 con el agitador 801 Stirrer, herramienta que también se ha utilizado para obtener la acidez.

En primer lugar, el valorador ha sido calibrado con la utilización de dos tampones de pH 4 y 7. Después, se han valorado los 6 zumos (3 de cada variedad) ya colados, diluyendo 1 ml de zumo enrasado con agua destilada hasta 50 ml por cada repetición, obteniendo así el pH de cada uno. En las Fotografías 26 y 27 se puede ver el valorador utilizado.

Fotografía 26. Detalle del vaso de precipitado con la muestra durante la valoración automática



Fotografía 27. Valorador automático Metrhom



ACIDEZ VALORABLE

Como se ha dicho en el apartado anterior, la acidez valorable se ha medido con el mismo valorador automático de la marca Metrhom, modelo Tritino plus 877 con el agitador 801 Stirrer que el pH. Así, en la valoración de cada zumo, se obtenían los valores de acidez a la vez que su pH. El propio valorador facilitaba la etiqueta con los resultados obtenidos en cada zumo.

Fotografía 28. Etiqueta con los datos de acidez valorable y pH

Method	MET pH	ACIDEZ
Determination time	2004-08-07 17:50:33	
Duration	308.3 s	
Sample number	1	
Sample size	1.0 g	
EP1	pH 8.276 246.8 s	7.2718 mL ERC 2.3
FP1	pH 8.100 245.2 s	7.2487 mL
Stop meas. value reached		
Citrico		46.39 g/L
Malico		48.57 g/L
Tartarico		54.37 g/L
ph inicial		3.05

ÍNDICE DE MADUREZ

El índice de madurez se obtiene a partir de la relación entre los sólidos solubles (SST) en grados brix y la acidez (A), y nos indica el grado de madurez de los frutos. Se determina mediante la siguiente relación:

$$\text{Índice de madurez} = \text{SST (g/l)} \times 10 / \text{A(g/l)}$$

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Tras la recogida de datos, éstos se sometieron a un análisis estadístico mediante el análisis de la varianza (ANOVA) one-way, y las diferencias medias significativas se identificaron mediante el test de Turkey ($p < 0,05$), mediante el software específico STATGRAPHIC19.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. CARÁCTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS

4.1.1. CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DEL ÁRBOL

En el apartado de los caracteres morfológicos del árbol se muestran los resultados obtenidos en el análisis utilizado, cuyos parámetros han sido las dimensiones de las hojas, diámetro de tronco y diámetro de copa. El diámetro del tronco se tomó a una distancia aproximada de 20 centímetros con respecto al suelo.

Figura 7. Representación gráfica de los parámetros medidos en la hoja

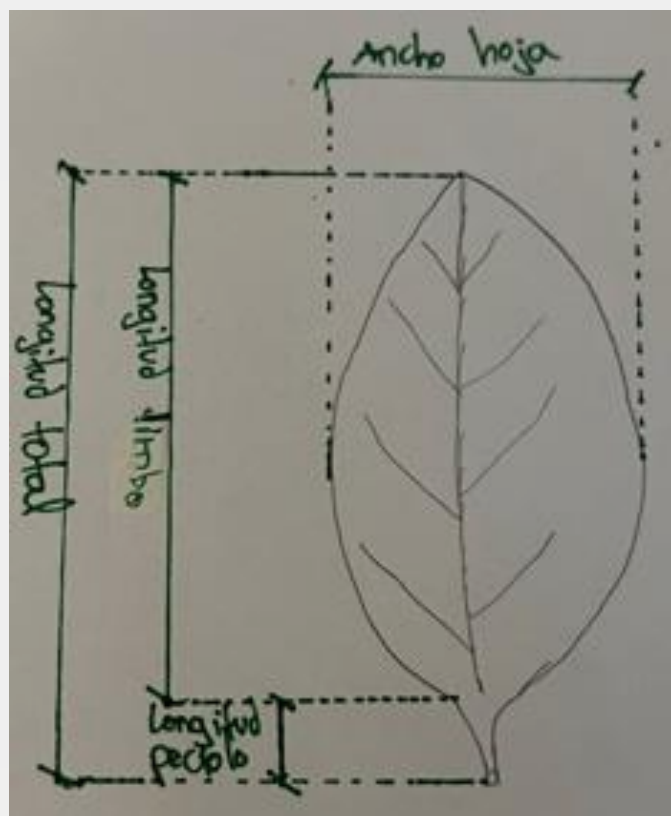


Tabla 21. Resultados obtenidos de las características morfológicas del árbol

Parámetros	Variedad `Verna´	Variedad `Fino 49´
Diámetro tronco (mm)	736,0 ± 27,01 a	704,0 ± 19,49 a
Diámetro copa (mm)	4.478,0 ± 237,213 a	4.988,0 ± 99,84 b
Dimensiones hoja	Verna	Fino 49
Anchura (mm)	72,2 ± 8,44 a	69,48 ± 7,96 a
Longitud total (mm)	153,32 ± 18,99 a	148,0 ± 17,93 a
Longitud peciolo (mm)	15,28 ± 2,79 b	13,6 ± 1,44 a
Longitud limbo (mm)	138,04 ± 18,14 a	134,4 ± 17,90 a
Superficie foliar(mm)	7.502,64 ± 1762,23 a	7.752,92 ± 1.853,07 a

*Los resultados corresponden a valores medios (n=5) ± su desviación estándar en diámetro tronco, diámetro copa y a (n=25) en dimensiones de la hoja.

*Las diferentes letras en cada fila indican diferencias significativas de acuerdo al test Turkey ($p < 0.05$).

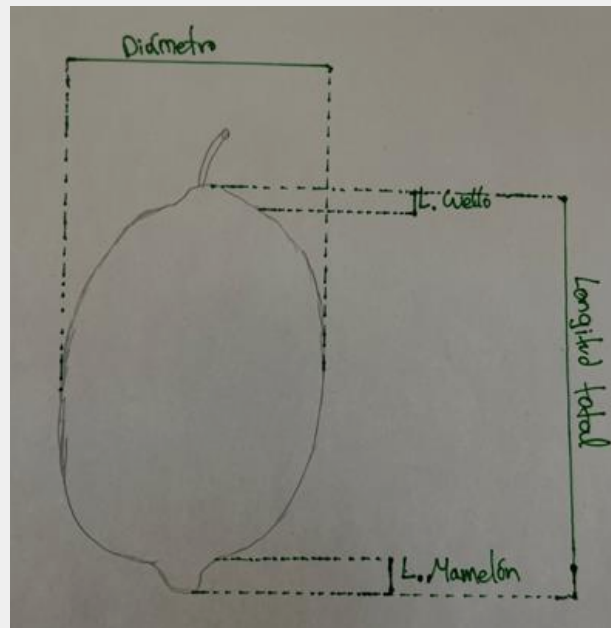
Como se observa en la Tabla 21, tras el análisis, observamos que no se encuentran diferencias significativas en diámetro de tronco; sin embargo, en el diámetro de copa, el `Fino 49´ presenta mayor tamaño.

En cuanto a las dimensiones de hoja, se puede observar que solo aparecen diferencias significativas en la longitud del peciolo, siendo mayor en `Verna´ con 15,82 mm, frente a los 13,6 m de `Fino 49´.

4.1.2. CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DE LOS FRUTOS

A continuación, en la figura 10, se exponen los resultados obtenidos para el peso de los frutos y corteza, longitud de los frutos y espesor de corteza, número de carpelos y de semillas, y color externo e interno de los frutos.

Figura 8. Representación gráfica de los parámetros medidos en el fruto



PESO UNITARIO Y PESO DE LA CORTEZA

Tabla 22. Resultados obtenidos en el peso de los frutos y corteza

Parámetro	Fruto `Verna`	Fruto `Fino 49`
Peso fruto	194,46 ± 30,00 a	184,93 ± 30,80 a
Peso corteza	126,03 ± 22,4 b	103,34 ± 21,84 a

*Los resultados corresponden a valores medios (n=25) ± su desviación estándar.

*Las diferentes letras en cada fila indican diferencias significativas de acuerdo al test Turkey ($p < 0.05$).

En la Tabla 22, se muestran los resultados de los parámetros morfológicos (peso fruto y peso corteza) de los frutos; vemos que en el parámetro de peso del fruto, no se observan diferencias significativas. En cuanto al peso de la corteza, si se pueden apreciar diferencias significativas, siendo el fruto `Verna` superior con 126,03 g por los 103,34 g del `Fino 49`.

Comparando nuestros datos con los de las fichas varietales obtenidas en el Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias, (IVIA), observamos que nuestra variedad `Verna` presenta un peso de 194,46 g, siendo superior al que se muestra en la ficha

varietal del (IVIA), teniendo este un rango de 130 – 170 g. Ocurriendo lo mismo en 'Fino 49', cuyo rango en la ficha varietal está entre 110-130 g y en el estudio se obtiene un peso medio de 184,93 g.

DIMENSIONES DEL FRUTO Y ESPESOR DE LA CORTEZA

Tabla 23. Datos obtenidos de la longitud total, longitud de cuello, longitud del mamelón y espesor de la corteza

Parámetro	Fruto 'Verna'	Fruto 'Fino 49'
Diámetro	67,09 ± 4,04 a	68,57 ± 3,78 a
Longitud	103,88 ± 11,86 b	90,35 ± 9,52 a
Longitud cuello	8,65 ± 4,96 b	0 ± 0 a
Longitud mamelón	17,03 ± 5,87 b	11,91 ± 4,84 a
Espesor corteza	7,38 ± 1,24 b	6,4 ± 1,15 a

*Los resultados corresponden a valores medios (n=25) ± su desviación estándar.

*Las diferentes letras en cada fila indican diferencias significativas de acuerdo al test Turkey ($p < 0.05$).

Diámetro

En cuanto al diámetro, no aparecen diferencias significativas entre ambas variedades.

Longitud total

La longitud total si presenta diferencias significativas, siendo la variedad 'Verna' superior con sus 103,88 mm de media, frente a los 90,35 que muestra la variedad 'Fino 49'. En la Tabla 23 se observan diferencias significativas en todos los parámetros, siendo todas ellas superiores en la variedad 'Verna'.

Longitud cuello

En cuanto a la longitud del cuello, solo se tienen referencias de la variedad Verna, con 8,65 mm, siendo éste un carácter representativo de la variedad. La variedad 'Fino 49', no presenta cuello y por eso no se tienen datos.

Longitud mamelón

Si se observa el parámetro de la longitud de mamelón en la Tabla 23, se puede ver que aparecen diferencias significativas, presentando mayor longitud de mamelón la variedad 'Verna', con una longitud de 17,03 mm, frente a los 11,91 mm de 'Fino 49'.

NÚMERO DE CARPELOS Y NÚMERO DE SEMILLAS

Tabla 24. Número de gajos y número de semillas

Parámetro	Fruto 'Verna'	Fruto 'Fino 49'
Número de gajos	9,72 ± 1,02 a	9,36 ± 0,86 a
Número de semillas	0,72 ± 1,33 a	6,64 ± 8,78 b

*Los resultados corresponden a valores medios (n=25) ± su desviación estándar.

*Las diferentes letras en cada fila indican diferencias significativas de acuerdo al test Turkey (p<0.05).

Como se puede observar, en los datos obtenidos en el estudio, en cuanto a número de gajos no existen diferencias significativas entre las variedades, siendo valores muy similares. Sin embargo, no ocurre lo mismo con el número de semillas, pues cabe destacar un mayor número de estas en 'Fino 49' con 6,64 unidades, frente a las 0,72 unidades que aparecen en la variedad 'Verna', existiendo diferencias significativas en este parámetro.

COLOR EXTERNO Y COLOR DEL ZUMO

Tabla 25. Color externo del fruto

Color exterior	Fruto `Verna´	Fruto `Fino 49´
L*	74,66 ± 2,02 a	77,05 ± 1,81 b
a*	2,19 ± 2,36 b	-0,29 ± 1,83 a
b*	46,51 ± 3,38 b	44,93 ± 3,68 a
C*	46,61 ± 3,43 b	44,97 ± 3,69 a
H*	87,39 ± 2,80 a	90,48 ± 2,29 b
IC	0,62 ± 0,67 b	-0,10 ± 0,52 a

*Los resultados corresponden a valores medios (n=25) ± su desviación estándar.

*Las diferentes letras en cada fila indican diferencias significativas de acuerdo al test Turkey (p<0.05).

Tabla 26. Color interno - zumo

Color interior	Fruto `Verna´	Fruto `Fino 49´
L*	40,35 ± 0,24 a	40,26 ± 0,48 a
a*	-0,41 ± 0,19 a	-0,50 ± 0,18 a
b*	1,91 ± 0,38 a	2,45 ± 0,14 b
C*	1,98 ± 0,33 a	2,51 ± 0,16 b
H*	103,45 ± 7,71 a	101,41 ± 3,46 a
IC	- 5,99 ± 3,50 a	-5,01 ± 1,52 a

*Los resultados corresponden a valores medios (n=3) ± su desviación estándar.

*Las diferentes letras en cada fila indican diferencias significativas de acuerdo al test Turkey (p<0.05).

Los valores del parámetro L* indica la luminosidad del fruto, y según los resultados obtenidos en el análisis, se puede decir que las dos variedades presentan diferencias

significativas de luminosidad entre ellas. Obteniendo un valor de 74,66 en 'Verna' y 77,05 en 'Fino 49'. Sin embargo, para este mismo parámetro no aparecen diferencias significativas en el color del zumo.

Los valores del parámetro a^* nos indican la tonalidad de los colores rojo – verde de los frutos, siendo valores positivos tendencia a colores rojos, y negativos colores verdes. En cuanto a este parámetro, en el fruto se encuentran diferencias entre ambas variedades, obteniendo un valor positivo de 2,19 en 'Verna' y un valor negativo de -0,29 en 'Fino 49'. No ocurre lo mismo en los datos obtenidos para el zumo, ya que no se encuentran diferencias significativas, pero ambas variedades tienden a colores verdes.

Los valores del parámetro b^* nos indica la tonalidad de los colores amarilla – azul. En el estudio, las variedades estudiadas presentan diferencias significativas entre ellas. Obteniendo en el fruto de la variedad 'Verna' un valor de 46,51 frente a 44,93 de la variedad Fino 49. Justo al contrario ocurre para el zumo, ya que el valor máximo corresponde a la variedad 'Fino 49' con 2,45 frente a los 1,91 de la variedad 'Verna'.

El parámetro C^* indica el tono o matiz de los frutos. En el estudio se ha obtenido un valor de 46,61 en 'Verna', el cual resulta superior a 44,97 que muestra la variedad 'Fino 49'. Al contrario ocurre en el zumo, ya que el valor de 'Fino 49' supera al 'Verna', con 2,51 y 1,98 respectivamente. De esta forma se puede afirmar que existen diferencias significativas para este parámetro.

El parámetro H^* indica el ángulo métrico de la tonalidad. En cuanto al fruto, el valor mayor corresponde a 'Fino 49', superando a 'Verna', con 90,48 y 87,39 respectivamente.

En cuanto al índice de color IC, indica el color que presenta el fruto en la época óptima de recolección, siendo el valor de la variedad 'Verna' de 0,62 y -0,10 el de la variedad 'Fino 49', apareciendo así diferencias significativas entre las variedades estudiadas. Si se comparan los resultados obtenidos en el estudio con las fichas varietales del IVIA, en la variedad 'Verna' sale un valor de -2, siendo el valor obtenido de 0,62. En las

variedades Fino, en la ficha varietal muestra un valor de -0,1, siendo los resultados del estudio muy similares a este.

4.2.CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS

En este apartado se muestran los resultados obtenidos en el análisis físico – químico, referidos al volumen, rendimiento y peso del zumo, contenido de sólidos solubles, pH, y acidez.

Tabla 27. Características físico-químicas obtenidas

Parámetros químicos	Variedad `Verna´	Variedad `Fino 49´
Volumen zumo fruto(mL)	58,24 ± 14,08 a	69,18 ± 12,16 b
pH	3,05 ± 0,01 a	3,03 ± 0,31 a
Acidez (g/L)	46,00 ± 2,62 a	50,03 ± 2,27 a
S.S. (°Brix)	6,07 ± 0,11 a	6,07 ± 0,25 a
Densidad	1,01 ± 0,00 a	1,02 ± 0,00 a
Rendimiento (%)	35,26% ± 4,66 a	44,38% ± 5,40 b
Índice madurez(g/L)	1,32 ± 0,06 a	1,21 ± 0,061 a

*Los resultados corresponden a valores medios (n=3), ± su desviación estándar en pH, A, S.S. y índice madurez y a (n=25) en volumen zumo fruto, densidad y rendimiento.

*Las diferentes letras en cada fila indican diferencias significativas de acuerdo al test Turkey (p<0.05).

VOLUMEN DEL ZUMO

Tal y como se puede ver en la Tabla 27, se encuentran diferencias significativas en el volumen del fruto, siendo la variedad de `Fino 49´ la que más volumen de zumo tiene, por encima de `Verna´, con 69,18 ml y 58,24 ml respectivamente.

RENDIMIENTO DEL ZUMO

La variedad 'Fino 49' es la que presenta mayor rendimiento de zumo, con una media de 44,38%, por encima de 'Verna' que cuenta con un rendimiento de 35,26%, por lo que se puede afirmar que existen diferencias significativas entre ambas variedades.

CONTENIDO DE SÓLIDOS SOLUBLES

En los datos obtenidos en el estudio se obtiene que no existen diferencias significativas entre las dos variedades en este parámetro, siendo estadísticamente iguales.

(pH) DEL ZUMO

En cuanto al parámetro de pH, se puede ver que no existen diferencias significativas de pH en el zumo de los frutos entre ambas variedades, siendo estadísticamente iguales.

ACIDEZ VALORABLE

Al observar los datos obtenidos en la acidez, se puede ver que tampoco existen diferencias significativas entre las variedades, resultando una acidez muy similar entre ambas.

ÍNDICE DE MADUREZ

Viendo los resultados obtenidos, se aprecia que en cuanto a éste parámetro no existen diferencias significativas entre las dos variedades. Resultando un valor muy similar entre ambas.

5. CONCLUSIONES

Una vez que se han analizado y expuesto los resultados del estudio de caracterización morfológica y físico-química de variedades de limonero, se pueden obtener las siguientes conclusiones:

- En primer lugar, se puede decir que 'Fino 49' presenta una superficie foliar mayor que la de 'Verna'.
- El espesor de la corteza de la variedad 'Verna' es mayor que el de 'Fino 49', por lo que en la práctica es más resistente a la recolección, transporte y golpes.
- No existen diferencias significativas en diámetro de tronco; sin embargo, el diámetro de copa es superior en 'Fino 49'.
- En cuanto al número de gajos, según el estudio realizado, no se muestran diferencias entre las distintas variedades de limonero. Ocurriendo al contrario con el número de semillas, ya que se ha obtenido un mayor número de las mismas en 'Fino 49'.
- La variedad 'Verna' presenta menor rendimiento de zumo (35,26%) que 'Fino 49' (44,38%). Así, se puede concluir que la variedad 'Fino', presenta mayor rendimiento de zumo, debido a su morfología fundamentalmente.
- En cuanto a las dimensiones del fruto, en general la variedad 'Verna' supera en todas sus dimensiones a la variedad 'Fino', aunque hay que destacar la dimensión del cuello, que en la variedad 'Verna' es mucho más llamativo que en la variedad 'Fino', y cuyas dimensiones establecen claras diferencias significativas con la variedad 'Fino'. Sin embargo, la variedad 'Fino 49' presenta mayor rendimiento de zumo debido fundamentalmente a su morfología, estando mejor conformados que la variedad 'Verna'.

6. BIBLIOGRAFÍA

Agrocologica, 2013. Principales patrones en cítricos. Disponible en:

[Principales patrones en cítricos: Características y tabla. - Agrocologica - Ingeniería agrícolaAgrocologica – Ingeniería agrícola](#)

Agustí, M, 2000. Citricultura. Editorial Mundi prensa. Madrid.

Agustí, M, 2003. Citricultura. Editorial Mundi prensa. Madrid.

Agustí, M. y Zaragoza, S, 2004. La citricultura española: situación actual y perspectivas. Disponible en:

[Vrural 2004 200 204 209.pdf](#)

Alcolea Illán, V, 2004. Estudio nutricional de la vecería en limonero verna. Universidad de Murcia. Disponible en:

[Estudio nutricional de la veceria en limonero verna - Dialnet \(unirioja.es\)](#)

Almela Orenca, V., Agustí Fonfria, M, 1992. Los agrios. Editorial Mundi prensa. Madrid.

Amoros Castañer, M, 2003. Producción de agrios. Editorial Mundi Prensa. Madrid, Barcelona, México.

Arenas, F., Faulí, B., Porras, I., Boyero, J., Hervalejo, A, 2014. Consejería de agricultura, pesca y desarrollo rural, Instituto de Investigación y Formación Agrarias y Pesquera. Disponible en:

<https://1library.co/document/q05ovxkg-jornada-t%C3%A9cnica-el-cultivo-del-lim%C3%B3n.html>

Asociación Interprofesional del limón y el pomelo, AILIMPO, 2021. Informe referencias de precios de limón fino a nivel producción campaña 2021/2022. Disponible en:

[Precios Limón Fino 21-22 \(ailimpo.com\)](#)

Asociación Interprofesional del limón y el pomelo, AILIMPO, 2021. Informe referencias de precios de limón verna a nivel producción campaña 2021/2022. Disponible en:

[Precios Limón Verna 21_22 \(ailimpo.com\)](http://ailimpo.com)

Bañuls, J., Quiñones, A., Primo Millo, E., Legaz, F, 1988. Mejora de la eco-eficiencia de la fertilización nitrogenada en cítricos con el inhibidor de la nitrificación (DMPP). Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias. Disponible en:

[PAG. 1 Y 2 \(gva.es\)](http://gva.es)

Bello, F., Eyman, L., Alimrón, N.M, Cocco, A., Torres, F, 2015, Catillas para determinar el índice de color de mandarinas y naranajas. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Centro Regional Entre Ríos. Estación Experimental Agropecuaria Concordia.

Canales Ruiz, J.M, 2020. Algunas notas sobre el Limonero. Disponible en:

<http://www.agroambient.gva.es/documents/163228750/167772263/Algunas+notas+sobre+el+limonero/6ed5b0bb-7aa2-4984-b1aa-8ac8377ecd59>

Consellería de Agricultura, Desarrollo Rural, Emergencia Climática y Transición Ecológica 2020. Reglamentos específicos de producción integrada en cítricos GVA. Disponible en:

<http://www.agroambient.gva.es/es/web/agricultura/reglamentos-especificos-de-produccion-integrada-en-la-comunitat-valenciana>

Consellería de Agricultura, Pesca y Alimentación 2020. Comportamiento de nuevos patrones frente a enfermedades y fisiopatías. Comunidad Valenciana agraria. Disponible en:

<http://www.agroambient.gva.es/documents/163228750/167772263/Comportamiento+de+los+nuevos+patrones+frente+a+enfermedades+y+fisiopat%C3%ADas/edb08f1d-ec80-46c7-a59a-9a8757883f65>

Consellería de Agricultura, Pesca y Alimentación 2020. Fichas de Variedades de limonero. Generalitat Valenciana. Disponible en:

http://www.ivia.gva.es/es/limoneros-y-pomelo/-/documentos/5wzpyFe6jAHR/folder/161863632?p_auth=vYy2VCkV

Consellería de Agricultura, Pesca y Alimentación 2020. Patrones de cítricos. Generalitat Valenciana. Disponible en:

<http://www.agroambient.gva.es/documents/163228750/167772281/Patrones+y+variedades+de+c%C3%ADtricos/ce05b440-e4f7-484c-947a-0fd153bff63d>

Consellería de Agricultura, Pesca y Alimentación 2020. Plagas de los Cítricos más importantes en la Comunidad Valenciana. Disponible en:

<http://www.agroambient.gva.es/documents/163228750/167772281/Plagas+de+los+c%C3%ADtricos+m%C3%A1s+importantes+en+la+Comunidad+Valenciana/261a3285-a903-4f9b-8d6f-7bda74dfc0bf>

Consellería de Agricultura, Pesca y Alimentación 2020. Reglamento por el que se establecen las normas para la producción integrada de cítricos. Disponible en:

<http://www.agroambient.gva.es/documents/163214705/163215039/Modificaci%C3%B3n+2019.pdf/54f4362d-cabc-4e9e-9780-39d9a571eb25>

Cutillas, F. J, 2021. Caracterización morfológica y físico-química de variedades de limonero. Disponible en:

<http://dspace.umh.es/bitstream/11000/26014/1/TFG%20Cutillas%20Poveda%2c%20Francisco%20Jesus.pdf>

Daniela Pupiales. E, 2021. Incidencia de la pasteurización lenta en la capacidad antioxidante hidrosoluble, calidad microbiológica y las propiedades físico químicas del jugo del Limón Meyer *Citrus meyeri* y. *tan*.

F.A.O, 2018. Producciones y Superficies de cultivos a nivel mundial. Disponible en:

<http://www.fao.org/faostat/es/#data/QC>

García, J. G, 2014. Instituto Murciano de Investigación y Desarrollo Agrario y Alimentario. IMIDA. Disponible en:

[LIBRO Analisis limonero.pdf \(carm.es\)](#)

García Lidón, A., del Río Conesa, J.A., Porras Castillo, I., Fuster Soler, M.D., Ortuño Tomás, A. 2003. El limón y sus componentes bioactivos. Consejería de Agricultura, Agua y Medio Ambiente.

González Bonillo, D, 2017. Patrones y variedades de cítricos: Un recorrido histórico. Universidad Miguel Hernández de Elche. Escuela Politécnica Superior de Orihuela. Disponible en:

[TFM González Bonillo, Daniel.pdf \(umh.es\)](#)

Jiménez-Cuesta, M.; Cuquerella, J.; Martínez-Jávega, J. M. 1981. Determination of a color index for citrus fruit degreening. Proc. Int. Soc. Citriculture 2, 750–753.

Jiménez Cuesta, R., Zamora Rodríguez, V, 2010. Principales cultivares y patrones utilizados en la citricultura. Pag 2. Disponible en:

[PRINCIPALES CULTIVARES Y PATRONES UTILIZADOS EN LA CITRICULTURA \(riacnet.net\)](#)

Legua Murcia, P, 2022. Apuntes de citricultura UMH. Información personal.

Lucas Espadas, A, 2008. Plagas y enfermedades de limón y pomelo en la Región de Murcia. Consejería de Agricultura y Agua Servicio de Sanidad Vegetal. Comunidad Autónoma de la Región de Murcia. Disponible en:

[https://www.carm.es/web/pagina?IDCONTENIDO=6157&IDTIPO=246&RASTRO=c215\\$m1259,20559](https://www.carm.es/web/pagina?IDCONTENIDO=6157&IDTIPO=246&RASTRO=c215$m1259,20559)

Mapa. 2020. Superficie y producciones de cultivos. Capítulo 7.

[AE21-C07.pdf \(mapa.gob.es\)](#)

Medina, A., Zaragoza, S., Pardo, J. Navarro, L., y Pina, J.A, 2020. El Limón Betera y Fino. Comunidad Valenciana agraria. Disponible en:

<http://www.agroambient.gva.es/documents/163228750/167772263/El+limonero+b%C3%A9tera.+Caracter%C3%ADsticas+y+resultados+preliminares+sobre+su+comportamiento/>

[dbfc6d20-7fab-47f0-956e-fba16fdeac2a](https://doi.org/10.1016/j.jfca.2013.11.004)

Medina, V. E, 2007. Determinación de las características físicas y químicas del limón meyer.

Melgarejo, P, 2021. Apuntes de Citricultura UMH. Información personal.

Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente 2020. Características de las variedades de limonero. Disponible en:

<https://www.mapa.gob.es/app/MaterialVegetal/fichaMaterialVegetal.aspx?idFicha=10>

Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente 2010. Guía Práctica de la Fertilización Racional de los cultivos en España. Disponible en:

[https://www.mapa.gob.es/es/agricultura/publicaciones/02_FERTILIZACION%20N\(BAJA\)_tcm30-57891.pdf](https://www.mapa.gob.es/es/agricultura/publicaciones/02_FERTILIZACION%20N(BAJA)_tcm30-57891.pdf)

Muhammad, K.K., Zill, E.H., Dangles, O, 2014. *A comprehensive review on flavanones, the major citrus polyphenols. J Food Compost Anal*, 33, 85-104. Disponible en:

<http://dx.doi.org/10.1016/j.jfca.2013.11.004>

Pardo, J., Soler, G., Buj, A, 2006. Variedades comerciales de cítricos. Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias (IVIA). Disponible en:

[Variedades comerciales de cítricos - IVIA - Generalitat Valenciana \(gva.es\)](http://www.gva.es/iviva/variedades-comerciales-de-citricos)

Porras, I., Pérez, O, 2007. La colección del Limonero del Imida. Disponible en:

[http://www.imida.es/docs/revista/investigacion%20imida%20n1.pdf \(ailimpo.com\)](http://www.imida.es/docs/revista/investigacion%20imida%20n1.pdf)

Rico Ávila, J, 1982. Agente de Extensión Agraria, Consejería de Agricultura, Consejo Regional de Murcia. Disponible en:

[hd_1982_21.pdf \(mapa.gob.es\)](https://www.mapa.gob.es/hd_1982_21.pdf)

Rodríguez, P.A., Sánchez, Silvia., Serrano, A.M. 2021. Limón 'Verna'. Universidad Miguel Hernández.

Sede Electrónica del Catastro

[Sede Electrónica del Catastro - Consulta y certificación de Bien Inmueble \(sedecatastro.gob.es\)](http://sedecatastro.gob.es)

Serna, M.D., y Legaz, F, 2020. Criterios para conseguir una fertilización nitrogenada óptima. Disponible en:

<http://www.agroambient.gva.es/documents/163228750/167772263/Criterios+b%C3%A1sicos+para+conseguir+una+fertilizaci%C3%B3n+nitrogenada+%C3%B3ptima/977cb035-627d-499e-925c-2d85793a6c4b>

Soler Aznar, J., Soler Fayos, G, 2006. Cítricos. Variedades y técnicas de cultivo. Editorial Mundi Prens. Madrid, Barcelona, México.

Soler, J, 1999. Reconocimiento de variedades de cítricos en campo. Valencia: Generalitat Valenciana. Conselleria de Agricultura, Pesca y Alimentación.

Tadeo, F. R., Moya, J. L., Iglesias, D. J., Talón, M., Primo-Millo, E, 2003. Histología y Citología de Cítricos. Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias. Disponible en:

[PORTADA HISTOLOGIA.fh9 \(gva.es\)](http://www.gva.es/PORTADA_HISTOLOGIA.fh9)

Villalba, D., Garrido, A. y Llorens, J.M, 2020. Plagas de los Cítricos. Comunidad Valenciana agraria. Disponible en:

<http://www.agroambient.gva.es/documents/163228750/167772263/Fichas+coleccionables+de+plagas+de+los+c%C3%ADtricos+%2807%29/7acab900-546f-42c9-b470-81beb395d38a>

7. ANEXOS

Anexo 1. Características morfológicas del material vegetal 'Verna'

<u>Variedad</u> <u>'Verna'</u>	Caracterización morfológica del material vegetal							
	D. Tronco (mm)	D. Copa (mm)		Dimensiones de hoja (mm)				
				A	L	L-p	L-l	Sf (mm ²)
Arbol 1	720	4510	Hoja1	63	140	11	129	6628
			Hoja2	67	116	15	101	5252
			Hoja3	67	142	15	127	6406
			Hoja4	67	149	19	130	6356
			Hoja5	78	155	16	139	8875
Arbol 2	710	4650	Hoja6	83	147	15	132	8649
			Hoja7	80	153	15	138	8427
			Hoja8	66	147	18	129	6105
			Hoja9	79	176	20	156	8659
			Hoja10	77	189	17	172	10444
Arbol 3	740	4430	Hoja11	77	153	11	142	8721
			Hoja12	81	164	12	152	8844
			Hoja13	71	154	12	142	7065
			Hoja14	60	144	13	131	6501
			Hoja15	66	163	12	151	7720
Arbol 4	780	4700	Hoja16	66	135	17	118	5993
			Hoja17	82	187	18	169	9852
			Hoja18	91	188	17	171	10787
			Hoja19	59	116	13	103	4434
			Hoja20	61	140	13	127	4602
Arbol 5	730	4100	Hoja21	76	142	12	130	6453
			Hoja22	77	167	19	148	7289
			Hoja23	69	146	19	127	6257
			Hoja24	78	166	16	150	10044
			Hoja25	64	154	17	137	7203

A: anchura de hoja

L: longitud total

L-p: longitud del peciolo

L-l: longitud limbo

Sf: superficie foliar

Anexo 2. Pesado y dimensiones variedad 'Verna'

Variedad 'Verna'		Caracterización morfológica fruto				
		Pesado fruto (g)	Dimensiones del fruto (mm)			
			D	L	L-c	L-m
Frutos	Fruto 1	182,67	67,41	102,63	8,08	12,44
	Fruto 2	159,04	62,06	85,12	2,32	5,85
	Fruto 3	229,50	70,46	126,83	21,6	23,66
	Fruto 4	210,96	71,45	100,88	3,68	14,65
	Fruto 5	191,19	67,1	99,75	2,88	15,16
	Fruto 6	233,75	74,08	99,78	3,42	10,79
	Fruto 7	227,60	70,65	98,73	3,88	9,75
	Fruto 8	155,32	61,03	93,84	8,66	14,66
	Fruto 9	187,75	68,29	91,55	3,21	16,99
	Fruto 10	223,85	70,22	121,8	12,75	27,22
	Fruto 11	153,27	60,54	105,65	10,49	20,92
	Fruto 12	141,78	60,13	90,77	3,83	16,33
	Fruto 13	184,77	68,99	91,6	9,52	15,15
	Fruto 14	176,73	65,51	101,17	12,52	13,16
	Fruto 15	201,46	68,71	106,61	6,76	24,8
	Fruto 16	255,26	72,55	129,16	12,71	29,72
	Fruto 17	215,86	70,46	110,22	13,14	18,63
	Fruto 18	169,97	63,48	107,83	18,14	16,15
	Fruto 19	201,32	68,7	105,13	7,59	21,21
	Fruto 20	212,15	67,29	104,36	7,76	15,97
	Fruto 21	224,67	68,86	118,22	9,41	23,62
	Fruto 22	151,14	61,83	80,89	4,17	7,75
	Fruto 23	168,30	61,18	107,38	5,81	14,22
	Fruto 24	200,44	69,05	104,95	10,88	16,55
	Fruto 25	202,77	67,39	112,22	13,26	20,5

D: Diámetro

L: Longitud total

L-c: Longitud de cuello

L-m: Longitud de mamelón

Anexo 3. Espesor de corteza, peso corteza, número de gajos y semillas variedad 'Verna'

Variedad 'Verna'	Caracterización morfológica fruto				
	Espesor corteza (mm)		Peso corteza (g)	Nº Gajos	Nº Semillas
Fruto 1	7,19	6,77	116,54	10	0
Fruto 2	5,53	5,77	87,97	12	0
Fruto 3	7,75	9,62	143,36	9	0
Fruto 4	6,98	7,04	129,28	10	0
Fruto 5	5,4	6,67	116,38	11	2
Fruto 6	7,85	7,75	133,26	10	0
Fruto 7	6,76	7,26	127,45	12	0
Fruto 8	7,93	9,71	96,01	10	2
Fruto 9	8,72	8,59	121,23	10	0
Fruto 10	8,64	8,79	152,66	9	0
Fruto 11	6,1	6,42	93,52	10	0
Fruto 12	6,05	4	89,96	8	0
Fruto 13	7,93	6,94	124,48	10	5
Fruto 14	6,96	6,58	124,24	9	0
Fruto 15	7,97	8,53	139,32	10	0
Fruto 16	9,05	8,04	183,51	8	0
Fruto 17	8,85	9,41	151,26	9	0
Fruto 18	7,17	6,98	117,51	9	2
Fruto 19	9	8,6	134,39	9	1
Fruto 20	7,4	6,62	136,92	9	3
Fruto 21	6,19	7,38	152,3	10	0
Fruto 22	5,28	6,26	96,69	11	3
Fruto 23	5,78	8,79	120,35	9	0
Fruto 24	8,16	7,81	135,33	10	0
Fruto 25	6,77	7,34	126,81	9	0

Anexo 4. Características físico-químicas del fruto 'Verna'

<u>Caracterización físico-química del fruto 'Verna'</u>	pH	Acidez (g/L)	S.S. ° Brix	Volumen de zumo			Densidad
					(mL)	(g)	(g/mL)
Zumo 1	3,07	43,20	6	Fruto 1	42,5	43,05	1,016
				Fruto 2	55	55,95	
				Fruto 3	72	73,42	
				Fruto 4	73	73,68	
				Fruto 5	58	58,73	
				Fruto 6	91,5	92,08	
				Fruto 7	77	77,9	
				Fruto 8	77	77,9	
Zumo 2	3,05	46,39	6	Fruto 9	39	40,57	1,017
				Fruto 10	57	57,16	
				Fruto 11	50	50,92	
				Fruto 12	47	47,27	
				Fruto 13	61	61,36	
				Fruto 14	39	39,76	
				Fruto 15	66	66,25	
				Fruto 16	44	44,32	
Zumo 3	3,04	48,39	6,2	Fruto 17	43	43,37	1,016
				Fruto 18	43	43,19	
				Fruto 19	59	59,79	
				Fruto 20	69	69,7	
				Fruto 21	69	70,25	
				Fruto 22	51	51,28	
				Fruto 23	43	43,95	
				Fruto 24	66	66,82	
Fruto 25	64	64,53					

Anexo 5. Color exterior del fruto 'Verna'

Variedad 'Verna'	Color externo del fruto					
	L*	a*	b*	C*	H*	Índice color
Fruto 1	69,09	-0,57	43,98	43,98	90,74	-0,18758773
	73,38	2,21	45,26	45,32	87,2	0,66542638
	72,84	0,47	44,23	44,23	89,39	0,14588511
Fruto 2	77,79	0,75	46,07	46,08	89,06	0,20927593
	75,71	2,83	46,62	46,71	86,52	0,80179053
	77,38	5,8	54,85	55,16	83,96	1,36654091
Fruto 3	74,49	4,27	44,98	45,18	84,57	1,27441375
	75,33	2,28	45,73	45,78	87,15	0,6618593
	74,55	1,18	45,8	45,81	88,53	0,34559614
Fruto 4	73,71	4,3	43,6	43,81	84,37	1,33799828
	77,12	-0,49	44,98	44,98	90,62	-0,14125688
	75,71	3,51	51,02	51,14	86,07	0,90868512
Fruto 5	74,06	4,15	50,17	50,34	85,27	1,11691542
	75,96	-0,44	44,41	44,41	90,57	-0,13043284
	73,36	5,14	45,42	45,71	83,54	1,54261186
Fruto 6	72,11	7,17	51,48	51,98	82,07	1,93145735
	71,18	7,04	50,8	51,28	82,11	1,94693281
	76,4	2,16	54,69	54,73	87,74	0,51695468
Fruto 7	76,9	1,68	44,08	44,11	87,81	0,49561148
	77,35	-0,55	43,61	43,61	90,72	-0,1630483
	75,5	4,82	47,98	48,22	84,26	1,33057648
Fruto 8	73,97	3,26	48,49	48,6	86,15	0,9088868
	75,58	1,17	47,67	47,69	88,6	0,32473853
	74,16	4,92	49,7	49,94	84,34	1,33487006
Fruto 9	72,88	3,05	47,28	47,38	86,31	0,88514416
	71,07	6,2	47,25	47,65	82,53	1,84630549
	75,92	0,39	44,3	44,31	89,49	0,11595906
Fruto 10	74,4	1,1	42,89	42,9	88,54	0,3447178
	76,73	0,46	45,46	45,46	89,42	0,13187522
	75,1	1,33	48,49	48,5	88,43	0,36522418
Fruto 11	74,47	5,57	48,4	48,72	83,43	1,54535578
	72,05	3,13	44,38	44,49	85,97	0,97886557
	76,08	4,43	49,68	49,88	84,9	1,17206483
Fruto 12	78,23	-2,9	43,53	43,62	93,81	-0,85160068
	75,73	-1,35	44,02	44,04	91,76	-0,4049634
	77,54	-1,81	45,33	45,36	92,29	-0,51495237
Fruto 13	70,65	2,04	47,35	47,39	87,53	0,60981488
	72,39	6,03	51,82	52,17	83,36	1,60746426
	68,97	4,58	40,02	40,28	83,47	1,65931243
Fruto 14	75,64	1,71	51,12	51,15	88,08	0,44223565
	71,82	7,75	49,59	50,19	81,12	2,17601655
	75,11	3,56	49,43	49,56	85,89	0,95887418

Variedad 'Verna'	Color externo del fruto					
	L*	a*	b*	C*	H*	Índice color
Fruto 15	73,86	4,71	47,21	47,44	84,3	1,35075817
	73,17	4,77	47,19	47,43	84,22	1,38145056
	76,05	0,52	45,02	45,02	89,34	0,15187932
Fruto 16	76,17	-0,61	41,4	41,41	90,84	-0,19343967
	74,04	0,99	45,47	45,48	88,75	0,29406533
	70,73	2,29	38,38	38,45	86,59	0,84358112
Fruto 17	75,18	0,17	44,64	44,64	89,79	0,05065501
	72,28	4,06	42,87	43,07	84,59	1,31025072
	76,2	2,18	46,44	46,49	87,31	0,61604057
Fruto 18	75,63	-0,33	41,44	41,44	90,45	-0,10529314
	72,99	1,9	49,73	49,77	87,81	0,52344587
	76,06	0,14	41,82	41,82	89,81	0,04401368
Fruto 19	75,93	-0,3	44,88	44,88	90,38	-0,08803493
	74,24	4,38	48,18	48,38	84,81	1,22452978
	77,15	1,49	49,18	49,2	88,27	0,39270082
Fruto 20	74,49	3,66	45,14	45,29	85,36	1,08848276
	75,61	-0,7	42,37	42,38	90,94	-0,21850448
	75,8	0,25	42,23	42,23	89,67	0,07809976
Fruto 21	75,02	2,91	52,26	52,35	86,81	0,74224371
	76,19	3,14	51,26	51,35	86,49	0,80399449
	75,74	1,26	50,7	50,72	88,57	0,32812346
Fruto 22	76,25	0,1	43,72	43,72	89,86	0,02999715
	76,38	2,85	51,53	51,61	86,83	0,72411086
	73,74	5,46	50,72	51,01	83,85	1,45985682
Fruto 23	75,11	-1,24	44,06	44,08	91,61	-0,37469632
	74,93	1,33	47,21	47,22	88,39	0,37597755
	72,49	1,81	43,04	43,08	87,59	0,58013386
Fruto 24	73,39	1,95	42,6	42,64	87,37	0,62371778
	76,56	-0,97	45,15	45,16	91,23	-0,28061576
	77,21	-1,17	44,53	44,54	91,51	-0,34029817
Fruto 25	75,02	0,92	48,03	48,04	88,9	0,25532785
	72,1	3,47	44,75	44,88	85,56	1,07547711
	76,09	1	49,31	49,32	88,83	0,26652467

Anexo 6. Color del zumo variedad 'Verna'

Zumo 'Verna'	Color del zumo					
	L*	a*	b*	C*	H*	Índice color
Zumo 1	40,06	-0,17	2,39	2,4	94,05	-1,77557931
	40,06	-0,17	2,39	2,39	94,03	-1,77557931
	40,06	-0,18	2,39	2,4	94,42	-1,88002515
Zumo 2	40,63	-0,53	1,82	1,9	106,24	-7,16733427
	40,33	-0,45	1,87	1,92	103,64	-5,96681654
	40,32	-0,44	1,87	1,93	103,26	-5,8356676
Zumo 3	40,57	-0,61	1,5	1,62	112,1	-10,0238271
	40,57	-0,6	1,52	1,64	111,68	-9,7297718
	40,56	-0,6	1,52	1,64	111,63	-9,73217066

Anexo 7. Características morfológicas del material vegetal variedad 'Fino 49'

Variedad 'Fino 49'	Caracterización morfológica del material vegetal							
	D. Tronco (mm)	D. Copa (mm)		Dimensiones de hoja (mm)				
				A (mm)	L (mm)	L-p (mm)	L-b (mm)	Sf (mm ²)
Arbol 1	690	4950	Hoja1	80	170	12	158	9947
			Hoja2	62	117	14	103	5475
			Hoja3	67	143	15	128	7052
			Hoja4	68	136	13	123	6538
			Hoja5	91	205	17	188	14335
Arbol 2	730	5100	Hoja6	67	132	15	117	7189
			Hoja7	70	130	14	116	6982
			Hoja8	72	153	12	141	7316
			Hoja9	74	165	14	151	8932
			Hoja10	67	155	13	142	8326
Arbol 3	710	5090	Hoja11	70	141	14	127	7784
			Hoja12	77	135	14	121	7759
			Hoja13	69	149	12	137	7702
			Hoja14	73	155	13	142	8144
			Hoja15	74	147	12	135	7801
Arbol 4	710	4900	Hoja16	55	156	15	141	5304
			Hoja17	54	132	14	118	4885
			Hoja18	72	143	12	131	8576
			Hoja19	67	143	12	131	7290
			Hoja20	59	153	13	140	6764
Arbol 5	680	4900	Hoja21	64	136	16	120	6221
			Hoja22	61	152	12	140	6982
			Hoja23	75	141	13	128	9157
			Hoja24	74	134	16	118	7841
			Hoja25	75	177	13	164	9521

A: anchura de hoja

L: longitud total

L-p: longitud del peciolo

L-l: longitud limbo

Sf: superficie foliar

Anexo 8. Pesado y dimensiones del fruto variedad 'Fino 49'

Variedad 'Fino 49'		Caracterización morfológica fruto			
		Pesado fruto (g)	Dimensiones del fruto (mm)		
			D	L	L-m
FRUTOS	Fruto 1	202,27	72,29	97,48	15,34
	Fruto 2	173,56	68,66	82,82	10,99
	Fruto 3	187,78	68,02	92,3	12,29
	Fruto 4	174,33	66,38	91,41	8,01
	Fruto 5	163,89	72,71	75,12	13,62
	Fruto 6	259,06	76,91	102,56	14,42
	Fruto 7	237,06	73,22	106,56	24,85
	Fruto 8	202,43	72,61	106,73	23,49
	Fruto 9	193,70	67,97	96,67	12,66
	Fruto 10	224,61	72,83	106,93	19,39
	Fruto 11	168,18	64,71	86,94	5,62
	Fruto 12	190,03	70,42	93,21	6,95
	Fruto 13	174,53	70,28	77,27	9,29
	Fruto 14	199,63	69,38	94,21	11,05
	Fruto 15	169,19	66,32	82,6	8,92
	Fruto 16	166,03	65	90,2	12,97
	Fruto 17	184,51	69,12	90,62	9,43
	Fruto 18	230,83	72,37	90,85	9,5
	Fruto 19	144,04	65,13	78,98	9,33
	Fruto 20	153,83	63,19	81,3	6,82
	Fruto 21	134,75	62,92	79,06	12,2
	Fruto 22	144,31	64,12	80,03	12,07
	Fruto 23	163,67	67,03	85,56	12,95
	Fruto 24	168,86	63,07	88,88	5,83
	Fruto 25	212,36	69,83	100,5	9,88

D: Diámetro

L: Longitud total

L-m: Longitud de mamelón

Anexo 9. Espesor y peso de la corteza, número de gajos y semillas variedad `Fino 49`

Variedad `Fino 49`	Caracterización morfológica fruto				
	Espesor corteza (mm)		Peso corteza (g)	Nº Gajos	Nº Semillas
Fruto 1	6,15	6,18	111,88	10	0
Fruto 2	5,27	5,47	88,06	10	2
Fruto 3	6,45	5,31	99,42	7	0
Fruto 4	6,15	7,59	99,53	10	25
Fruto 5	5,12	4,32	81,32	9	7
Fruto 6	8,47	10,71	138,28	10	0
Fruto 7	8,07	7,46	121,36	9	0
Fruto 8	7,87	7,86	144,01	8	10
Fruto 9	7,29	6,43	109,69	10	13
Fruto 10	6,45	8,17	138,32	10	0
Fruto 11	6,51	5,79	92,92	8	2
Fruto 12	7,55	6,3	116,37	9	12
Fruto 13	6,32	6,63	94,78	10	0
Fruto 14	7,04	6,07	119,39	10	15
Fruto 15	4,65	5,86	88,95	9	13
Fruto 16	5,59	6,21	99,85	9	0
Fruto 17	6,05	6,24	102,11	10	0
Fruto 18	5,81	7,45	126,78	10	0
Fruto 19	5,5	6,39	75,19	9	1
Fruto 20	6,11	6,54	87,64	10	21
Fruto 21	5,76	4,95	63,93	8	0
Fruto 22	5,35	4,61	69,92	10	0
Fruto 23	5,7	5,99	80,44	9	0
Fruto 24	6,04	5,9	106,85	10	20
Fruto 25	7,28	7,73	126,6	10	25

Anexo 10. Características físico-químicas del fruto 'Fino 49'

<u>Caracterización físico-química del fruto 'Fino 49'</u>	pH	Acidez (g/L)	S.S.º Brix	Volumen de zumo			Densidad (g/mL)
					(mL)	(g)	
Zumo 1	3,19	50,05	5,8	Fruto 1	66	66,73	1,021
				Fruto 2	70,5	71,17	
				Fruto 3	87	87,55	
				Fruto 4	58	58,68	
				Fruto 5	89	90,85	
				Fruto 6	67,5	68,02	
				Fruto 7	96	97,3	
				Fruto 8	83	84,2	
Zumo 2	2,67	52,3	6,3	Fruto 9	54	54,95	1,026
				Fruto 10	65	66,12	
				Fruto 11	66	67,11	
				Fruto 12	69	69,91	
				Fruto 13	65	66,1	
				Fruto 14	69,5	70,35	
				Fruto 15	66	67,14	
				Fruto 16	74	74,62	
Zumo 3	3,23	47,76	6,1	Fruto 17	62	62,78	1,019
				Fruto 18	83	84,69	
				Fruto 19	73	74,22	
				Fruto 20	44	44,16	
				Fruto 21	54	54,68	
				Fruto 22	68	68,55	
				Fruto 23	66	66,67	
				Fruto 24	80	81,3	
Fruto 25	54	54,74					

Anexo 11. Color exterior del fruto 'Fino 49'

Variedad 'Fino 49'	Color externo del fruto					
	L*	a*	b*	C*	H*	Índice color
Fruto 1	78,77	-1,24	43,78	43,79	91,62	-0,35957135
	77,87	-0,93	43,26	43,27	91,23	-0,27607448
	78,39	-1,06	49,69	49,71	91,22	-0,27212986
Fruto 2	77,81	-0,1	48,26	48,26	90,12	-0,02663037
	78,65	-0,64	48,37	48,38	90,76	-0,16823066
	79,01	-0,35	49,59	49,59	90,4	-0,08932888
Fruto 3	79,23	-2,74	43,29	43,38	93,62	-0,79886487
	79,22	-1,38	51,95	51,97	91,52	-0,33531941
	78,05	-2,04	41,1	41,15	92,84	-0,63593897
Fruto 4	74,92	-0,84	41,28	41,28	91,16	-0,27160754
	74,98	-1,7	41,74	41,78	92,33	-0,54318909
	75,55	-0,47	45,39	45,39	90,6	-0,13705763
Fruto 5	76,81	3,7	47,72	47,86	85,57	1,00944701
	77,99	0,55	48,44	48,44	89,35	0,14558601
	78,69	-1,17	46,05	46,07	91,45	-0,32287668
Fruto 6	77,31	-0,03	43,89	43,89	90,04	-0,00884138
	77,69	0,17	46,87	46,87	89,79	0,04668623
	75,93	-1,54	44,47	44,5	91,98	-0,45607912
Fruto 7	76,25	2,87	50,35	50,44	86,73	0,74755401
	75,59	3,51	49,95	50,07	85,98	0,9296239
	72,38	3,34	40,83	40,97	85,32	1,13018232
Fruto 8	76,02	1,3	41,3	41,32	88,2	0,41406206
	75,8	-1	42,56	42,57	91,35	-0,30997679
	77,21	-1,99	43,01	43,06	92,65	-0,59925281
Fruto 9	76	-1,13	40	40,01	91,61	-0,37171053
	74,55	0,72	45,99	45,99	89,1	0,21000104
	76,11	1,42	44,56	44,59	88,18	0,41869853
Fruto 10	75,38	-1,76	43,21	43,25	92,34	-0,54034641
	77,57	-1,33	47,44	47,46	91,61	-0,36142082
	75,22	-0,1	40,81	40,81	90,15	-0,03257617
Fruto 11	76,28	-1,6	39,9	39,93	92,3	-0,52569809
	76,14	-0,59	42,81	42,82	90,79	-0,18100639
	76,51	0,67	44,79	44,79	89,14	0,19551295
Fruto 12	73,88	5,51	52,71	53	84,04	1,41491938
	75,31	0,41	43,84	43,84	89,46	0,12418258
	75,67	0,13	44,15	44,15	89,83	0,03891248
Fruto 13	74,55	0,21	44,79	44,79	89,73	0,0628913
	75,15	1,58	47,01	47,04	88,07	0,44723713
	75,73	1,1	47,25	47,26	88,67	0,30741349
Fruto 14	75,48	3,5	47,93	48,06	85,83	0,96745043
	77,07	-2,16	39,54	39,6	93,13	-0,70881309
	76,53	-1,3	38,49	38,51	91,93	-0,44133028

Variedad 'Fino 49'	Color externo del fruto					
	L*	a*	b*	C*	H*	Índice color
Fruto 15	79,22	-1,04	45,05	45,06	91,32	-0,2914095
	76,52	2	44,8	44,85	87,45	0,58341423
	80,78	-1,49	42,3	42,33	92,02	-0,43605578
Fruto 16	78,54	-2,1	43,61	43,66	92,76	-0,61311552
	77,35	-1,08	40,96	40,97	91,51	-0,34088154
	77,61	-1,91	41,18	41,22	92,66	-0,5976258
Fruto 17	77,03	-0,44	46,76	46,76	90,54	-0,12215698
	77,51	-0,45	47,73	47,73	90,55	-0,12163634
	77,68	0,56	47,3	47,3	89,32	0,15241148
Fruto 18	77,59	1,08	46,99	47	88,69	0,29621876
	77,74	2,01	52,91	52,95	87,82	0,48866784
	77,72	2,84	52,74	52,81	86,92	0,69285989
Fruto 19	77,27	-0,15	46,39	46,39	90,18	-0,04184619
	79,66	-0,02	44,78	44,78	90,03	-0,00560668
	77,68	-1,68	44,07	44,1	92,18	-0,49074628
Fruto 20	79,83	-2,81	44,87	44,96	93,58	-0,78448406
	79,59	-2,87	41,72	41,82	93,93	-0,86432902
	76,44	0,83	44,97	44,97	88,94	0,24145407
Fruto 21	76,42	-0,75	43,43	43,43	90,99	-0,22597708
	81,83	-2,59	49,04	49,11	93,02	-0,64541158
	80,96	-0,83	46,85	46,86	91,01	-0,21882553
Fruto 22	80,62	-1,91	46,57	46,61	92,35	-0,50872647
	76,83	1,31	49,34	49,36	88,48	0,3455742
	77,07	1,65	49,34	49,37	88,09	0,43390978
Fruto 23	76,37	2,94	51,19	51,27	86,71	0,75203735
	76,14	-1,41	41,49	41,51	91,94	-0,44633691
	77,98	-2,38	40,63	40,7	93,35	-0,75118499
Fruto 24	79,66	-2,6	46,62	46,7	93,19	-0,70010113
	72,52	-1,81	37,76	37,81	92,74	-0,66098072
	75,96	-3,01	40,94	41,05	94,21	-0,96790716
Fruto 25	76,28	-2,61	41,6	41,68	93,59	-0,82250111
	75,77	-0,83	40,37	40,38	91,18	-0,27134515
	75,43	-1,97	37,48	37,53	93,01	-0,6968231

Anexo 12. Color del zumo variedad 'Fino 49'

Zumo 'Fino 49'	Color del zumo					
	L*	a*	b*	C*	H*	Índice color
Zumo 1	39,73	-0,36	2,26	2,29	99,06	-4,00936409
	39,73	-0,36	2,27	2,3	98,94	-3,9917017
	39,73	-0,37	2,28	2,31	99,23	-4,08458852
Zumo 2	40,86	-0,75	2,55	2,66	106,32	-7,1981803
	40,86	-0,73	2,56	2,66	105,86	-6,97886074
	40,85	-0,73	2,57	2,67	105,89	-6,95340741
Zumo 3	40,22	-0,4	2,52	2,55	99,12	-3,94654795
	40,21	-0,4	2,54	2,57	99,05	-3,91644653
	40,21	-0,41	2,53	2,56	99,26	-4,03022472