



2020

ALIMENTOS DE LA REGIÓN DE MURCIA: LIMÓN

Cátedra UCAM-Santander
EMPRENDIMIENTO EN EL
ÁMBITO AGROALIMENTARIO



UCAM
UNIVERSIDAD
CATÓLICA DE MURCIA

 **Santander**

LIMÓN



Citrus limon (L.)

AUTORES:

José Ramón Acosta Motos

Ramiro Alonso Salinas

Begoña Cerdá Martínez Pujalte

Antonio Cerdá Cerdá

Borja Ferrández Gómez

Estrella Núñez Delicado

AGRADECIMIENTOS:

Cristina García Viguera: Profesora de Investigación del **CEBAS-CSIC** por sus valiosas correcciones y aportaciones.

Muchas gracias por su colaboración a los grados de nutrición, tecnología de alimentos y gastronomía de la Universidad Católica de Murcia (UCAM) y al Instituto Tecnológico Murciano (UCAM_ITM).

ALIMENTOS DE LA REGIÓN DE MURCIA: LIMÓN

Cátedra UCAM-Santander
de emprendimiento en el ámbito agroalimentario

OCTUBRE DE 2020

CONTENIDOS

1. INTRODUCCIÓN	6
2. ASPECTOS AGRONÓMICOS	18
3. ALIMENTACIÓN Y SALUD	37
4. GASTRONOMÍA	46
5. BIBLIOGRAFÍA	50

01 INTRODUCCIÓN

1.1. Descripción

El **limón** es el fruto del limonero (*Citrus limon* L.) un árbol frutal de hoja perenne. Al igual que el pomelo (*Citrus x paradisi*) o la naranja (*Citrus x sinensis*), el limón pertenece al grupo de los frutos cítricos. Es la tercera especie de cítricos más importante del mundo, por detrás del naranjo y el mandarino. Esta fruta, consumida en forma de zumo, se caracteriza por la gran cantidad de nutrientes beneficiosos para la salud que contiene, como la vitamina C o el potasio.



Figuras 3-6. Diferentes ejemplos de especies de la familia de los cítricos. De izquierda a derecha y de arriba a abajo se muestran como especies representativas: el pomelo, la naranja, la mandarina y la lima.

A continuación en la tabla 1 se describe la clasificación taxonómica del limón:

Tabla 1. Clasificación taxonómica del limón.

Reino	Plantae
División	Fanerógama Magnoliophyta
Clase	Dicotiledóneas (Magnoliopsida)
Subclase	Rosidae
Orden	Sapindales
Familia	Rutaceae (cítricos)
Subfamilia	Citroideae
Tribu	Citreae
Género	Citrus
Especie	Citrus limon (L.)

1.2. Historia

Aunque existen serias dudas en lo que concierne a la determinación del lugar exacto de origen del limonero, la idea general es designar su procedencia en países del sureste asiático. Parece ser que el limonero es originario del este de la región del Himalaya en la India y sus áreas adyacentes, de donde también procede el cidro. Pero el limón de tipo mediterráneo es una planta difícil de encontrar en aquella zona. Su cultivo fue probablemente introducido en China en tiempos de la dinastía Sung (760 - 1297 d.C.) y los árabes hicieron lo propio en la cuenca mediterránea entre el 1000 y el 1200 d.C.

La primera alusión al limonero en un texto literario se encuentra en "Agricultura nabatea", de Ibn Washshiyah, de principios del siglo X, donde se le denomina con el vocablo persa "limun". De esta misma época datan las citas de los geógrafos árabes Istakhrí e Ibn Haukal, que mencionan la existencia en la India de un fruto muy agrio al que identifican con el nombre "limunah". Fue descrito por primera vez en detalle por Ibn-Jami, físico de la Corte de Saladino (1171-1193) en un tratado médico sobre los usos de este cítrico.

- 1.1. DESCRIPCIÓN
- 1.2. HISTORIA
- 1.3. OTOÑO-INVIERNO
- 1.4. PRIMAVERA-VERANO
- 1.5. OTRAS VARIEDADES
- 1.6. PRODUCCIÓN DE LIMÓN EN LA REGIÓN DE MURCIA



Figura 7. Origen del limón. Mapa migratorio

El limón consiguió extenderse por Europa gracias a la conquista árabe de la península ibérica propiciando con ello su cultivo en la zona del litoral mediterráneo por las favorables condiciones climáticas.

A comienzos de la Edad Moderna ya era importante la difusión de este fruto en las zonas de Levante y Andalucía. Aunque eran utilizados como árboles ornamentales es en esta época cuando se inicia el aprovechamiento de sus frutos. En **Murcia** será en el siglo XV cuando haya constancia expresa del cultivo del limón en la provincia. Las condiciones generadas por el clima mediterráneo hacen a esta región idónea para su producción, especialmente a lo largo de toda la Vega del Río Segura.

A la explotación comercial del limón siguió un proceso de alza, paulatina y constante, en su producción. En documentos del siglo XVIII se confirma el incremento experimentado por las plantaciones de limoneros en el Sureste y Sur de España.

Ya en pleno siglo XIX, debido a las mejoras en las comunicaciones y el transporte, el **limón murciano** pudo exportarse a lejanos mercados donde se consumen cítricos, lo que influyó en el incremento de su cultivo, fomentándose la transformación de terrenos de secano en regadío.

1.1. DESCRIPCIÓN

1.2. HISTORIA

1.3. OTOÑO-INVIERNO

1.4. PRIMAVERA-VERANO

1.5. OTRAS VARIEDADES

1.6. PRODUCCIÓN DE LIMÓN EN LA REGIÓN DE MURCIA

El limonero es un cítrico vigoroso de grandes hojas lanceoladas de color verde pálido, de pecíolo corto y marginado. Los brotes jóvenes presentan durante su fase de desarrollo hojas de color morado. El limbo esconde glándulas que contienen aceites esenciales.

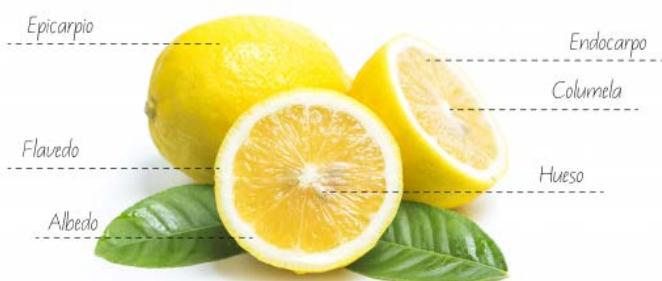


Figura 8. Hoja de limón

Las flores se agrupan en racimos y los botones florales, son de color morado. El fruto del limón es de forma ovalada y acaba en un mamelón característico. La piel del limón está formada por dos capas, el **flavedo** o capa externa es de color variable de verde a amarillo intenso según la madurez y contiene glándulas que contienen aceites esenciales. Estas glándulas constituyen una barrera química contra insectos y microorganismos. El **albedo** o capa interior es blanco y esponjoso y es una fuente importante de pectinas y glúcidios, su espesor cambia según la variedad y madurez del fruto.



CÍTRICOS



Figuras 9-10. Flores del limón con los botones florales de color morado. Fruto del limón mostrando sus distintas partes.

Las principales **variedades de limón cultivadas en la Región de Murcia** se pueden clasificar diferenciando entre los tiempos de recolección:



1.3. Otoño-invierno

En esta categoría encontramos la variedad española "Fino", denominada también como "Primofiori", "Blanco" o "Mesero", es un limón esférico u ovalado, con un pezón pequeño, de concha lisa y delgada. La pulpa tiene abundante jugo con alto contenido en zumo y contiene pocas semillas. El árbol es vigoroso, productivo y posee muchas espinas.



Figura 11. Frutos de la variedad "Primofiori" o "Fino"

1.4. Primavera-verano

En este segundo grupo encontramos la variedad "Verna". Es un fruto de tamaño medio o grande, con un pezón pronunciado y cuello bien desarrollado. La corteza es gruesa, rugosa e irregular, pero la pulpa es tierna y su jugo tiene una adecuada acidez; aunque sea menos abundante que en otras variedades.



Figura 12. Frutos de la variedad “Verna”

1.5. Otras variedades

Además de lo anterior existen otras variedades estudiadas por García-Lidón et al. 2003 como son las que se describen a continuación.

Eureka: esta variedad fue obtenida en Los Angeles (California) en el año 1838, de una siembra de semillas de frutos, tal vez de la variedad "Lunario" procedentes de Italia. Varios años más tarde, hacia 1877, Andrew Boyle y C.R. Workman adquirieron algunas de estas plantas y seleccionaron algunos tipos interesantes. Workman dio unas varetas de una de estas plantas a Thomas A. Garey, que era el mayor viverista de Los Angeles y la introdujo y propagó con el nombre de "Garey's Eureka".

Es la variedad más importante a nivel mundial y particularmente de las que se cultivan en la región de California (alrededor del 75 por 100 del total de las plantaciones). Se cultiva en EEUU, Australia, Sudáfrica, Argentina e Israel.

El fruto es de tamaño mediano, de forma elíptica u oblonga, a veces ovoide, normalmente presenta un cuello pequeño en la base, mamelón apical delgado y de longitud variable, frecuentemente circundado por surco areolar. El número de semillas es variable con los clones y condiciones de cultivo y ambientales. El color del fruto es amarillo en la madurez. Corteza adherente de espesor medio y de superficie finamente punteada, ligeramente rugosa, con glándulas esenciales hundidas. Gajos alrededor de 10, eje central pequeño y normalmente sólido, pulpa de color verde amarillento, tierna y jugosa, sabor muy ácido. Producción distribuida a lo largo de todo el año, pero principalmente al final de invierno, primavera y principios de verano.



Figura 13. Frutos de la variedad "Eureka"

Lisbon: esta variedad parece ser de origen portugués, derivado tal vez de unas plantas de semilla del limón "Gallego".

Las primeras referencias de "Lisbon" en California aparecen en 1853 en un catálogo de "Warren and Sons Nursery and Garden" en Sacramento. En 1843 está en la lista de variedades de un vivero de "Nonantum Vale" cerca de Boston. Esta variedad fue introducida con anterioridad en Australia, alrededor del año 1824.

El gran vigor, la rusticidad y la alta productividad de "Lisbon", hacen que sea una de las variedades más populares. "Eureka" es el único rival de "Lisbon" sobre todo cuando se trata de zonas costeras. Debido a su mayor producción está desplazando al "Eureka" en California.

El fruto es de tamaño medio, elíptico u oblongo, base con un ligero cuello, ápice más apuntado que en el "Eureka" y de una forma más gradual, más liso y menos acostillado que "Eureka", el mamelón y el surco areolar más prominente y de forma irregular, normalmente asurcado en uno de los lados.

El número de semillas es variable, pero normalmente más que el "Eureka". Fruto de color amarillo en la madurez. Corteza de espesor medio, superficie finamente punteada, poco rugosa y muy adherente.

Número de gajos 10, eje central pequeño y sólido. Pulpa color pálido-verdoso-amarillento, de fina granulometría, tierna y jugosa, sabor muy ácido. Recolecciones principalmente en invierno y al principio de la primavera.



Figura 14. Frutos de la variedad "Lisbon"

Femminello: es la variedad italiana más antigua y de mayor importancia en Italia con cerca de un 60% de la producción en dicho país. Se caracteriza por una marcada reflorescencia.

El fruto es de tamaño medio, corto y elíptico, redondeado en la base y con un cuello muy débil, mamelón pequeño y obtuso, pocas semillas, algunas de ellas rudimentarias. Fruto de color amarillo en la madurez. Corteza de espesor medio, ligeramente lisa, superficie finamente punteada con glándulas hundidas, fuertemente adherida. Gajos alrededor de 10. Eje de mediano tamaño y sólido. Pulpa tierna, jugosa y muy ácida.

Cosecha distribuida a lo largo de todo el año, pero con más intensidad a final de invierno y en primavera. Los frutos de las diferentes recolecciones se denominan: "Primofiori" (recolección de septiembre a noviembre); "Limoni" (diciembre a mayo), "Bianchetti" (abril a junio) y "Verdelli" (de junio a septiembre).



Figura 15. Frutos de la variedad "Femminello"

Real: esta variedad tiene cierto interés en la zona de Málaga. Su origen es desconocido. Los frutos de esta variedad son muy gruesos, oblongos, con relación diámetro/altura (D/H) oscilando entre 0,9 y 0,7. La corteza es muy gruesa y el número medio de gajos es de 10. El contenido en zumo es de un 32 por 100. La acidez es de tipo medio y el número medio de semillas es de unas 33 por fruto.

Monachello: variedad italiana de fruto de tamaño medio a pequeño, parecido al "Verna", con pocas semillas y bajo en acidez. La fructificación se realiza en las partes interiores del árbol. Moderadamente productivo pero muy inferior al "Femminello". Tal vez sea un híbrido entre cidro y limonero.

Meyer: es un cítrico nativo de China del que se cree que es un cruce entre el limón y la mandarina o la naranja dulce. Entre sus características destaca su sabor, que en lugar de ser tan ácido como los limones comunes, es dulce, por lo tanto, mucho más agradables al



Figura 16. Fruto de la variedad "Real"



Figura 17. Fruto de la variedad "Monachello"

paladar. La forma del limón “Meyer” es también diferente, menos ovalado que los limones, pero no tan redondo como las naranjas. Su piel es amarilla anaranjada, cuanto más maduro está más naranja se muestra.

El nombre de estos limones se debe a su descubridor, *Frank Meyer*, empleado del Departamento de Agricultura de Estados Unidos que descubrió este cítrico en China, donde se cultivaban en macetas como planta ornamental. Su uso en la cocina es muy amplio, ideal para zumos, helados, cremas como el *lemon curd* y muchos otros postres. Pero también para otros tipos de platos en los que queramos disfrutar de la sutileza del cítrico con un sabor dulzón.



Figura 18. Frutos de la variedad “Meyer”

1.6. Producción de limón en la Región de Murcia

Las áreas más importantes de producción y distribución de cítricos comerciales se corresponden principalmente con las regiones subtropicales semiáridas y áridas, con temperaturas mínimas superiores a 4ºC. Los limoneros son más sensibles a temperaturas bajas que otros cítricos y no se adaptan bien a regiones tropicales o subtropicales húmedas debido a su sensibilidad a enfermedades fúngicas.

En la actualidad, en el continente europeo, España es el principal país productor de limones de la cuenca mediterránea superando a Italia y Turquía. También es el principal país exportador del mundo. En el continente americano destacan Argentina y Estados Unidos.

Los cítricos constituyen, con diferencia, el principal grupo de frutales de regadío en España en cuanto a superficie cultivada. De hecho, el 56% de la superficie cultivada total de frutales (incluyendo cítricos, hueso y pepita, frutos secos) corresponde a los cítricos (MAGRAMA, 2017). **La Región de Murcia** constituye la principal zona productora de limonero. De las 43.930 Hectáreas de superficie dedicada al cultivo de este cítrico, 22.013 se concentran en esta región, siendo el 57% de la superficie cultivada total de esta especie, seguida de la Co-

1.1. DESCRIPCIÓN
 1.2. HISTORIA
 1.3. OTOÑO-INVIERNO
 1.4. PRIMAVERA-VERANO
 1.5. OTRAS VARIEDADES
1.6. PRODUCCIÓN DE LIMÓN EN LA REGIÓN DE MURCIA

munidad Valenciana (25%) y Andalucía (15%) por lo que el **limón murciano** supone más de la mitad del total nacional.

El cultivo del limonero es de los más importantes de la **Región de Murcia**, es fuente de gran riqueza, identifica a nuestra tierra y tiene un alto valor paisajístico y medioambiental. La magnífica aclimatación a nuestra zona, la gran experiencia de nuestros agricultores, la expansión del cultivo a las nuevas zonas regables y la garra del sector comercial, han hecho del limón de Murcia un sinónimo de calidad y una fuente de salud.

Las principales zonas productoras de limón dentro de la **Región de Murcia** se extienden por toda la Vega del Segura, abarcando los términos municipales de Murcia, Alcantarilla. Beniel, Fortuna, Abanilla, Santomera, Abarán, Blanca, Archena, Alguazas, Torres de Cotillas, Molina de Segura, Librilla, Villanueva del Segura, Lorquí, Ceutí, etc.



Figura 19. Mapa de zonas productoras de limón en la Región de Murcia

La campaña 2017/2018 se ha cerrado con una cosecha total de 1.053.000 toneladas, produciendo 671.524.815€, un 0,3% menos que el año anterior, aunque con un menor tonelaje.

1.1. DESCRIPCIÓN
 1.2. HISTORIA
 1.3. OTOÑO-INVIERNO
 1.4. PRIMAVERA-VERANO
 1.5. OTRAS VARIEDADES
1.6. PRODUCCIÓN DE LIMÓN EN LA REGIÓN DE MURCIA

En cuanto a las exportaciones del limón español, sigue siendo la Unión Europea (UE) el principal mercado, recibiendo aproximadamente el 55% de la producción (583.185 toneladas) en la campaña de 2017-2018. Alemania se mantiene como primer destino de las exportaciones de limón fresco, seguido de Francia, Reino Unido e Italia. Estos 4 mercados totalizan más de 420.000 toneladas, un 72% de total de las exportaciones.

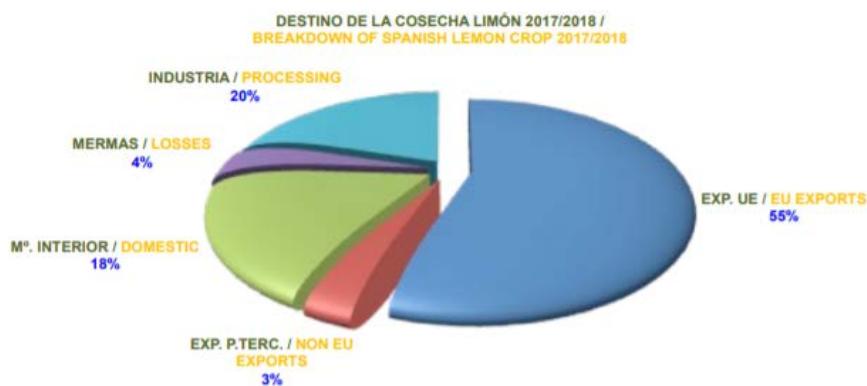


Figura 20. Destino de la cosecha del limón procedente de España

El 20% de la producción total se destina al aprovechamiento industrial siendo **la Región de Murcia la responsable del 80% de las ventas** y de nuevo también se encuentra al frente de esta estadística, muy por encima de las demás comunidades productoras, siendo los principales mercados extranjeros, Alemania, Francia, Reino Unido, Polonia e Italia. En este sentido, las toneladas de producto son destinadas a la producción de zumo, aceites esenciales y cáscara deshidratada.

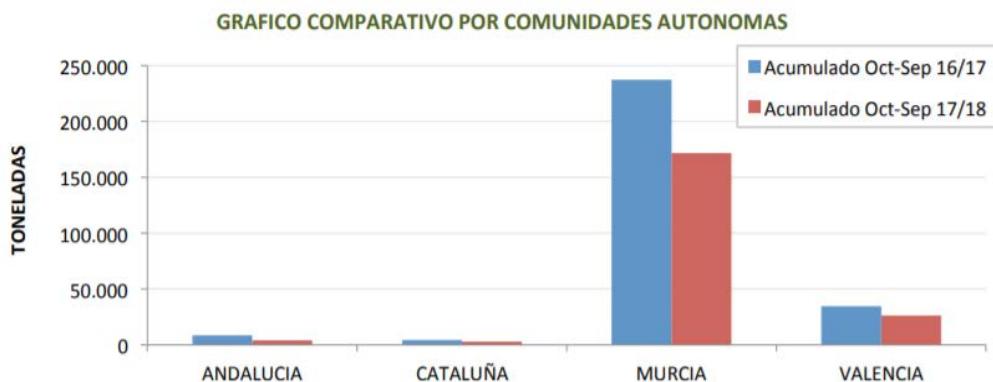


Figura 21. Tonaladas de limón destinadas a procesos industriales. (Fuente: Ailimpo)

1.1. DESCRIPCIÓN
1.2. HISTORIA
1.3. OTOÑO-INVIERNO
1.4. PRIMAVERA-VERANO
1.5. OTRAS VARIEDADES
1.6. PRODUCCIÓN DE LIMÓN EN LA REGIÓN DE MURCIA

La exportación a mercados fuera de la UE totalizó 34.088 toneladas en la campaña 2017/2018, y los limones españoles se consumieron en 46 países fuera de la UE. Este volumen representa tan solo el 5% de las exportaciones totales de limón español, suponiendo un total de 41 millones de euros recaudados de esta fuente.

Es evidente que la prioridad del sector español es atender la demanda en los mercados comunitarios de la UE, pero siempre con un ojo en posibles nuevos mercados. En este grupo de mercados, Canadá es el primer destino del limón español, seguido de Suiza.

El Brexit es, a juicio del Comité de Gestión de Cítricos (CGC), la patronal nacional que representa a los comercios privados, uno de los nuevos factores desestabilizadores que amenazan el normal desarrollo de la campaña **de naranjas, mandarinas y limones**. Los envíos al mercado británico, el tercero en importancia para España con casi 300.000 toneladas por campaña, podrían peligrar dada la salida del Reino Unido de la UE.

De un lado, se pide no implementar ninguna traba o control en origen que no exija en destino el receptor. Del otro, se insiste en que, dado que el Reino Unido ya no pertenece a la UE, se impida cualquier reexportación desde este país de cítricos procedentes de otras latitudes hacia la UE para así evitar que esquiven los controles fitosanitarios europeos y que se puedan introducir más plagas y enfermedades foráneas.

02 ASPECTOS AGRONÓMICOS

2.1. Factores precosecha

2.1.1. Cultivo. Limón en el campo

Los métodos de propagación utilizados antiguamente en limonero fueron la siembra de semillas (árboles pepiteros), el enraizamiento de estacas y posteriormente el injerto, existiendo aún por distintos puntos de la geografía española árboles de limonero procedentes de semilla. El sistema de propagación por semillas, con una baja poliembriónia, la mutación espontánea y las introducciones de material vegetal de otros países, han contribuido a la variabilidad genética existente.



Figuras 22-23. Árboles y sistema radicular del limonero

Las raíces de la planta de **limón** al igual que las de otros cítricos, son compuestas. Primero emergen raíces laterales en su establecimiento y fase juvenil, que van creciendo como un conglomerado fibroso de raíces. Posteriormente crece una raíz pivotante principal tipo cónica, de la cual arrancan las raíces de segundo orden. Estas, crecen en todas direcciones desde la base del tronco; razón por la cual se desarrolla sin problemas en suelos donde otros cultivos no logran extraer suficientes nutrientes.

En cuanto a la parte estructural de la planta, el limonero, al igual que todos los cítricos, desarrolla un solo tallo. Este es de forma más o menos cilíndrica, y de color verde cuando es joven. Posteriormente cambia a color pardo, a medida que se va lignificando. Puede alcanzar hasta 4 metros de altura.

En su desarrollo, mientras el tallo crece, van apareciendo ramificaciones con espinas que forman una copa abierta, densa y redondeada. Estas ramas deben ser podadas de una manera continua y adecuada, con el propósito de obtener una mejor aireación y un mayor aprovechamiento de la luz que contribuirá a producir mayor cantidad de flores y por tanto a obtener más cantidad de frutos de mejor calidad.

2.1. FACTORES PRECOSECHA

2.2. RECOLECCIÓN

2.3. FACTORES POSTCOSECHA

2.4. DISTINTOS FACTORES A CONSIDERAR PARA LA CONSERVACIÓN POSTCOSECHA

2.5. CRITERIOS DE CALIDAD POSTERIORES A LA RECOLECCIÓN

2.6. PÉRDIDAS DURANTE LA POSTCOSECHA

2.7. EL LIMÓN EN EL SUPERMERCADO



Figuras 24-25. Plantón y hojas de limonero

Las hojas de la planta de limón son de forma elíptica, de color verde brillante y contienen aceites esenciales aprovechables. Las dimensiones varían según la especie y la edad de la planta; su borde es ligeramente aserrado. Siempre son puntiagudas. Presentan venaciones reticuladas con un pecíolo cilíndrico, insertado al tallo en disposición alterna.

Estas hojas son perennes y coriáceas, es decir, duras y flexibles a la vez; particularmente adaptadas para conservar el agua.

La floración y el desarrollo del fruto constituyen procesos cruciales en la determinación de la cuantía y calidad de la cosecha. La planta de limón tiene una floración muy prolífica más o menos continua, sobre todo en la región intertropical. Trascurridos entre 4-5 años de plantación se obtiene un rendimiento de unos 600-1.000 limones (frutos) al año. Una planta adulta de 10 años de edad puede producir 40.000 flores al año. Aunque de estas, solamente entre el 1 y el 5% formarán frutos.

Las condiciones ambientales no sólo determinan la época de brotación de los cítricos, sino que son también responsables, en gran medida, de la intensidad, época, distribución y duración de la floración. Es más, aspectos tales como las bajas temperaturas, déficits hídricos o fotoperiodos cortos son requisitos indispensables para que ésta tenga lugar. Por otra parte, las altas temperaturas invernales reducen la floración en climas templados.

Durante la antesis, la flor detiene su crecimiento (dos o tres días), la división celular se detiene, los pétalos se abren y tiene lugar la polinización (transporte del polen hasta el estigma) y la fecundación. Si el proceso se desarrolla con éxito, el ovario de la flor se transforma en fruto y se inicia el crecimiento y el desarrollo del mismo. La polinización y fecundación estimulan la síntesis de hormonas vegetales (giberelinas, citoquininas y auxinas) que son los factores que activan el crecimiento celular.

- 2.1. FACTORES PRECOSECHA
 - 2.2. RECOLECCIÓN
 - 2.3. FACTORES POSTCOSECHA
 - 2.4. DISTINTOS FACTORES A CONSIDERAR PARA LA CONSERVACIÓN POSTCOSECHA
 - 2.5. CRITERIOS DE CALIDAD POSTERIORES A LA RECOLECCIÓN
 - 2.6. PÉRDIDAS DURANTE LA POSTCOSECHA
 - 2.7. EL LIMÓN EN EL SUPERMERCADO
-

Las flores del limón son pequeñas y crecen solitarias o en grupos de 2 o más. El color varía según la especie y la variedad entre blanco, rojo y violeta, presentan todas sus partes bien diferenciadas y visibles. Tienen 5 sépalos, 4 pétalos y poseen sus estambres con anteras amarillas; con el ovario en posición superior. Las flores del limón son hermafroditas, es decir, están formadas por una parte masculina y una femenina. Y son comúnmente llamadas flores de azahar.



Figura 26. Flor de limonero

Después de la floración, puede tener lugar una autofecundación en el caso de las variedades autocompatibles, formándose las semillas y cuajando el fruto.

En el caso de variedades autoincompatibles y estériles, también se pueden producir frutos sin semillas a través de la **partenocarpi**a. La esterilidad es de origen **genético** y puede ser **gamética** (ginoesterilidad o androesterilidad), **homogenética** (autoincompatibilidad o incompatibilidad de cruce (entre frutales del mismo cultivar)) o **citológica** (alteraciones cromosómicas). La fecundación de los cítricos en variedades autoincompatibles también se puede producir por **polinización**. Según las diferentes fuentes de información, existen contradicciones en cuanto a la influencia de las abejas en la polinización de cítricos, ya sea porque son autofértils o porque producen frutos partenocárpicos. Sin embargo, resulta indiscutible que su uso tiene un efecto positivo tanto sobre la calidad, como sobre la cantidad de frutos. La polinización cruzada se suele realizar con abejas (*Apis mellifera*) pero se puede recurrir o complementar la actuación con otros agentes polinizadores del orden himenóptera tales como el abejorro negro o diferentes avispas de las familias *Ichneumonidae* o *Vespidae*.

En **limón**, la polinización con abejas incrementa la producción y mejora la calidad del fruto, existiendo diferencias comprendidas entre el 10-42%. Se puede deducir que con la polinización se consiguen frutos de mayor calibre y peso, en tanto que las semillas que contienen también son mayores, lo cual está directamente correlacionado. Al mismo tiempo, como la polinización favorece el correcto cuajado de los frutos, su conformación también es mejor,

2.1. FACTORES PRECOSECHA
2.2. RECOLECCIÓN
2.3. FACTORES POSTCOSECHA
2.4. DISTINTOS FACTORES A CONSIDERAR PARA LA CONSERVACIÓN POSTCOSECHA
2.5. CRITERIOS DE CALIDAD POSTERIORES A LA RECOLECCIÓN
2.6. PÉRDIDAS DURANTE LA POSTCOSECHA
2.7. EL LIMÓN EN EL SUPERMERCADO

disminuyendo por lo general el desarrollo longitudinal de los mismos. En cuanto al contenido de sólidos disueltos también resulta favorecido si se lleva a cabo la polinización cruzada.

Después del cuajado del fruto, se inicia su desarrollo que se caracteriza por una intensa división celular, en la cual hay un aumento en el número de células por fruto. Cuando cesan las divisiones celulares se inicia la fase de crecimiento lineal en la que se produce un aumento en el tamaño de las células y de los espacios intercelulares. Esta fase va acompañándose por procesos de diferenciación celular y un posterior cese del crecimiento hasta alcanzar la madurez de consumo.

2.1.2. Requerimientos del suelo y abonado

El limonero no tolera los suelos salinos. Desarrolla bien sus raíces en suelos arenosos, frances o arcillosos; que sean permeables y con una aireación adecuada, al menos en los primeros 50 centímetros. Se recomienda aplicar un drenaje adecuado y enriquecer el suelo con materia orgánica (humus) para favorecer la correcta captación de nutrientes y agua a través de las raíces. El limonero crece mejor en suelos con un pH ligeramente ácido pudiendo crecer con alguna dificultad cuando los valores oscilan entre 5.5 y 6.2 y siendo óptimo su crecimiento cuando la acidez del suelo se mueve en un rango de valores de 6.2-6.8 (acidez óptima).

El abonado afecta al peso, tamaño de los frutos y al contenido en ácido cítrico. Se recomienda abonar con altas concentraciones de potasio, magnesio y cinc y aplicar bajas concentraciones de nitrógeno y fósforo.

2.1.3. Temperatura

Afecta a la coloración y tamaño del fruto. Las flores y los frutos no resisten temperaturas superiores a 50°C. Un rango entre los 23-35°C es la temperatura óptima de crecimiento del árbol que permitirá una óptima producción de frutos. Las flores y los frutos no resisten temperaturas inferiores a los -2°C. Las brotaciones jóvenes mueren a temperaturas inferiores de -3°C. La caída total de hojas del árbol se produce cuando las temperaturas oscilan entre los -4 y los -5°C. Finalmente la muerte completa del árbol se produce cuando las temperaturas son inferiores a los -9°C. Por tanto, es un árbol muy sensible a las heladas.

2.1.4. Humedad relativa

Cuando su valor es bajo afecta al tamaño y forma de los frutos siendo más alargados u ovalados.

2.1.5. Luminosidad

Unos niveles de luz óptimos mejorarán la posterior calidad del fruto mostrando mayores niveles de carbohidratos y vitamina C. A continuación, se puede ver en la tabla 2 un resumen

- 2.1. FACTORES PRECOSECHA
- 2.2. RECOLECCIÓN
- 2.3. FACTORES POSTCOSECHA
- 2.4. DISTINTOS FACTORES A CONSIDERAR PARA LA CONSERVACIÓN POSTCOSECHA
- 2.5. CRITERIOS DE CALIDAD POSTERIORES A LA RECOLECCIÓN
- 2.6. PÉRDIDAS DURANTE LA POSTCOSECHA
- 2.7. EL LIMÓN EN EL SUPERMERCADO

de los factores precosecha más importantes que afectan al cultivo del limonero y los valores óptimos para cada uno de ellos:

Tabla 2. Factores precosecha que afectan al limonero.

Parámetro	Dato
Rango de altura óptima de cultivo	50-1500 metros sobre el nivel del mar
Rango óptimo de temperaturas de cultivo	25-35°C
Rango de humedad relativa óptima	40-80%
Rango de pH óptimo del suelo	5,5-7,5
Fotoperiodo (horas de exposición al sol necesarias)	11-12 horas al día
Rango de precipitaciones óptimas	400-1200 mm/año
Viento	20 km/h máximo
Profundidad efectiva y nivel freático	Más de 1,5 metros
Pendiente	Menor a 13° de inclinación

2.2. Recolección

La recolección es manual y ha de realizarse en el período adecuado y con madurez suficiente del fruto. La **maduración** se define como el conjunto de cambios externos, de sabor y de textura que un fruto experimenta cuando alcanza su máximo tamaño y completa su desarrollo. La maduración incluye procesos característicos tales como la coloración, la pérdida de firmeza, el aumento en la concentración de azúcares solubles, descenso de almidón, reducción de la acidez libre, y otros cambios físicos y químicos.

Superado este punto, la pérdida de turgencia de sus tejidos y su posterior abscisión definen la **senescencia**, estado en el cual la falta de control enzimático en los procesos metabólicos conduce a la pérdida de calidad. Dado que el limón es un **fruto no climatérico** su madurez es la misma que en el momento de la cosecha.



Figuras 27-28. Recolección del fruto de limón

2.1. FACTORES PRECOSECHA
2.2. RECOLECCIÓN
2.3. FACTORES POSTCOSECHA
2.4. DISTINTOS FACTORES A CONSIDERAR PARA LA CONSERVACIÓN POSTCOSECHA
2.5. CRITERIOS DE CALIDAD POSTERIORES A LA RECOLECCIÓN
2.6. PÉRDIDAS DURANTE LA POSTCOSECHA
2.7. EL LIMÓN EN EL SUPERMERCADO

2.2.1. Factores a tener en cuenta en la recolección

- **Que los frutos no estén ni mojados, ni húmedos.**

Los frutos no deben recolectarse hasta que el sol y el aire eliminen el agua de la corteza. Sobre frutos mojados son muy evidentes las marcas de los dedos del recolector. Si la lluvia ha sido intensa, hay que retrasar la recolección para poder detectar la podredumbre debida a *Phytophthora*. Frutos muy húmedos se rompen con facilidad durante su manipulación.

- **Alicatarlos**

Es necesario el alicatado usando tijeras apropiadas que incorporen puntas redondeadas y levantadas para evitar el pinchado, así como un resalte posterior que evite el pellizcado de los frutos. Estas prácticas agronómicas evitan la rotura de los tejidos del albedo próximos al pedúnculo lo que dificulta la presencia de los hongos, como *Botrytis*, *Phomopsis*, *Diplodia*, *Phytophthora*, etc. La utilización de este tipo de material debiera ser una norma obligatoria impuesta por los propios almacenes debido a los problemas que originan los frutos recolectados a tirón.



Figura 29. Un ejemplo de alicates

- **Evitar la producción de heridas.**

Los alicates a utilizar no deben tener punta, para evitar los daños por pinchazo que podrían producirse en la corteza del fruto y el corte debe ser curvo. También es necesario cortar los pedúnculos lo más cortos posibles para evitar heridas sobre otros frutos con los que estén en contacto durante el transporte. Evitar tirar los frutos desde el árbol hasta las cajas de recolección y volcar estas de cualquier forma para no producir heridas y magulladuras en los mismos lo que afectaría a la calidad de los frutos.

2.1. FACTORES PRECOSECHA
2.2. RECOLECCIÓN
2.3. FACTORES POSTCOSECHA
2.4. DISTINTOS FACTORES A CONSIDERAR PARA LA CONSERVACIÓN POSTCOSECHA
2.5. CRITERIOS DE CALIDAD POSTERIORES A LA RECOLECCIÓN
2.6. PÉRDIDAS DURANTE LA POSTCOSECHA
2.7. EL LIMÓN EN EL SUPERMERCADO

• **No recolectar frutos podridos ni del suelo**

Para evitar el efecto multiplicador sobre frutos sanos se recomienda no recolectar ningún fruto podrido. Los frutos que se hayan caído al suelo sufren el golpe producido por la caída afectando a los tejidos más débiles que a su vez son más propensos a la podredumbre y al contacto directo con los hongos del suelo.

• **No recolectar frutos demasiados pequeños**

Originan una serie de problemas como que ocupan espacio en las cajas que deberían de ser ocupados por frutos comerciales. Se paga el transporte o los tratamientos que se les vaya a aplicar como si fueran frutos comerciales que llegan hasta el precalibrador o calibrador. Al final va a la peladora o al destriño descartando su uso para fines comerciales.

• **Cuidar el transporte hasta el almacén**

Los responsables de la carga no deben permitir un excesivo llenado de las cajas y deben de asegurar una correcta sujeción de la fruta para conseguir que el producto llegue en perfectas condiciones al punto de destino. La circulación de los vehículos de transporte debe evitar las velocidades inadecuadas para evitar roces entre las frutas trasportadas.

• **El índice de madurez**

La forma de medir más habitual y rápida para conocer con bastante precisión la madurez interna de un fruto cítrico es mediante el índice de madurez (IM):

$$IM = E / A$$

El **parámetro E** corresponde a la mayor parte de **sólidos solubles** del zumo, compuesto por azúcares mayoritariamente. Se mide con un refractómetro manual de azúcar y se expresa en grados Brix. El refractómetro se basa en que el índice de refracción de un líquido que contiene azúcar es proporcional a la concentración de esta. Esto permite hacer lecturas directas (porcentaje de la concentración de azúcar, sacarosa) en la escala adaptada que lleve el aparato. El refractómetro consta de: ocular, regulador de distancia focal, retículo o escala de medición, objetivo, tornillo corrector, prisma de reflexión, ventana para entrada de haz luminoso, cámara para la solución y cubre o tapa. Para su uso, se regula en primer lugar el ocular hasta obtener una imagen nítida de la escala, que viene ajustada a 20°C, temperatura a la que, colocada en la cámara de solución una gota de agua destilada, corresponderá una lectura de 0% en la escala; si no se aprecia esta lectura se llevará a cero mediante el giro del tornillo corrector.

Las lecturas vienen determinadas por la intersección de la escala con la línea que limita las zonas claras y oscuras del campo ocular, una vez colocada la gota de agua destilada o de zumo.

- 2.1. FACTORES PRECOSECHA
- 2.2. RECOLECCIÓN
- 2.3. FACTORES POSTCOSECHA
- 2.4. DISTINTOS FACTORES A CONSIDERAR PARA LA CONSERVACIÓN POSTCOSECHA
- 2.5. CRITERIOS DE CALIDAD POSTERIORES A LA RECOLECCIÓN
- 2.6. PÉRDIDAS DURANTE LA POSTCOSECHA
- 2.7. EL LIMÓN EN EL SUPERMERCADO

Cuando la temperatura del zumo no es de 20°C, hay que corregir la lectura mediante la tabla de corrección de temperatura que acompaña al refractómetro. Si la temperatura del zumo es superior a 20°C, la corrección tiene carácter aditivo y será de carácter sustractivo si la temperatura es inferior.

Por lo que se refiere al uso del refractómetro, es clave el cuidado del prisma. Debe de llevarse a cabo la limpieza de la cámara con agua destilada y su posterior secado (antes y después de las mediciones).



Figura 30. Ejemplo de refractómetro

El parámetro A corresponde a la mayor parte de la **acidez del zumo**, expresado en gramos de ácido cítrico por litro de zumo. Se mide la valoración de un pequeño volumen (2 - 5 cm³) de zumo con hidróxido sódico 0,1 normal (NaOH 0,1 N) calculando los gramos de ácido cítrico neutralizados en función de los centímetros cúbicos de sosa consumidos, utilizando la solución alcohólica de fenolftaleína al 1 por 100 como indicador.

Los cm³ de esta disolución de sosa gastados se convierten a gramos de ácido cítrico anhidro contenidos en un litro de zumo, mediante el uso de factores adecuados. A partir de estos coeficientes de conversión se han elaborado tablas de reducción de cm³ de NaOH 0,1 N gastados a gramos de ácido cítrico anhidro por litro de zumo.

- 2.1. FACTORES PRECOSECHA
- 2.2. RECOLECCIÓN
- 2.3. FACTORES POSTCOSECHA
- 2.4. DISTINTOS FACTORES A CONSIDERAR PARA LA CONSERVACIÓN POSTCOSECHA
- 2.5. CRITERIOS DE CALIDAD POSTERIORES A LA RECOLECCIÓN
- 2.6. PÉRDIDAS DURANTE LA POSTCOSECHA
- 2.7. EL LIMÓN EN EL SUPERMERCADO

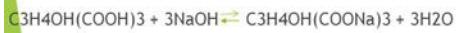
Resumen

Estandarización de NaOH

REACCIÓN FTALATO + NaOH



Reacción de Neutralización



Ácido cítrico

Hidróxido de sodio

citrato de sodio



Figura 31. Valoración de la acidez del zumo

La determinación de la madurez interna, calculados E y A, se efectúa por simple división o haciendo uso de tablas de doble entrada para extracto seco E y acidez A, teniendo presente que A son gramos de ácido cítrico anhídrido por 1 litro de zumo.

Además existen en el mercado refractómetros digitales que miden el contenido de azúcar (%Brix) y la acidez sin necesidad de reactivos químicos. Un ejemplo de estos aparatos es **PAL BX/ACID1** utilizado en agricultura y alimentación, para la medición en cítricos como las naranjas, mandarinas, limones, lima, pomelos, zumo de naranja, jugo de limón.

La fertilización es un factor importante que incide en el contenido total de ácidos en el fruto, aunque también influyen, densidad de plantación (a más espaciamiento menor acidez), el patrón, el riego, la especie, variedad, suelo, condiciones climáticas, posición en el árbol, técnicas de cultivo, etc.

Durante el proceso de maduración hay una disminución del porcentaje de acidez en el zumo, aunque los frutos siguen aumentando de tamaño y por tanto la cantidad de zumo de los mismos; de aquí puede deducirse que la cantidad de ácido cítrico contenido en un fruto permanece constante, y, por tanto, su concentración en el zumo disminuye con la madurez, al aumentar la cantidad de este y por consiguiente la dilución.

• El porcentaje de zumo

El contenido mínimo en zumo se expresa por el porcentaje de zumo sobre el peso total del fruto. Para ello se toma una muestra suficientemente representativa de frutos y se pesa. A continuación, se cortan los frutos por su sección ecuatorial en dos mitades y se extrae el zumo mediante una prensa de mano.

- 2.1. FACTORES PRECOSECHA
 - 2.2. RECOLECCIÓN
 - 2.3. FACTORES POSTCOSECHA
 - 2.4. DISTINTOS FACTORES A CONSIDERAR PARA LA CONSERVACIÓN POSTCOSECHA
 - 2.5. CRITERIOS DE CALIDAD POSTERIORES A LA RECOLECCIÓN
 - 2.6. PÉRDIDAS DURANTE LA POSTCOSECHA
 - 2.7. EL LIMÓN EN EL SUPERMERCADO
-



Figura 32. Extracción manual del zumo de limón

Este zumo se filtra a través de un tamiz de un milímetro de malla y se pesa, expresándose este peso en porcentaje sobre el peso total de los frutos de la muestra.

Los porcentajes mínimos exigidos de contenido de zumo en limón son de un 20% para las variedades "Verna" y "Fino" y de un 25% para las demás variedades. El contenido en zumo de los frutos de limón se va incrementando a lo largo del periodo de maduración, hasta alcanzar del 40 al 46% en algunas variedades, siendo muy frecuente valores próximos al 30% en las variedades italianas.

• **Color en los cítricos**

En la comercialización de los frutos para su consumo en fresco, generalmente se relaciona el color externo con su calidad interna, aunque el color de la corteza es en cierto grado independiente del estado de madurez del endocarpo.

El atractivo color externo de los frutos cítricos se debe a los carotenoides presentes en la corteza. Cuando están verdes, el color se debe a la clorofila. Este color externo, así como el del endocarpo y zumo, se puede medir por comparación visual con patrones de referencia o por métodos físicos, haciendo uso de aparatos desarrollados para tal fin.

Las medidas de color como coordenadas CIELab, (L^* , a^* y b^*) se realizan con un colorímetro Hunterlab Colorflex (Hunterlab, Reston, Virginia, U.S.A).

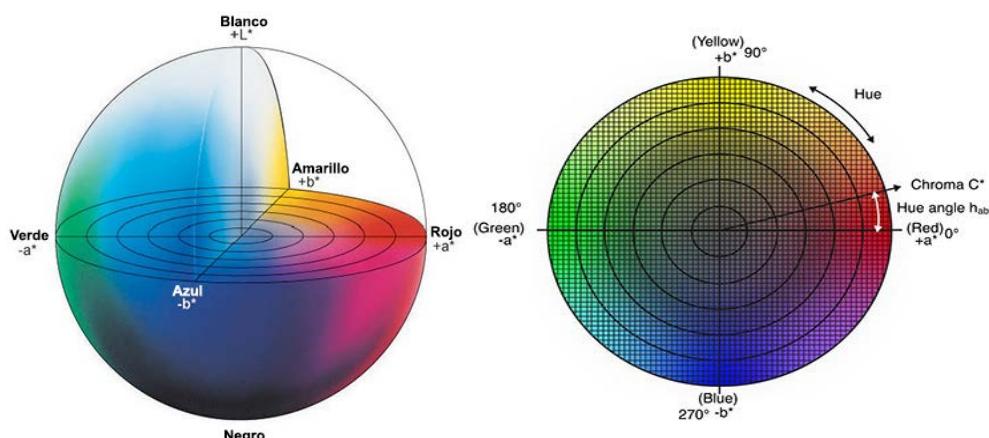
- 2.1. FACTORES PRECOSECHA
- 2.2. RECOLECCIÓN
- 2.3. FACTORES POSTCOSECHA
- 2.4. DISTINTOS FACTORES A CONSIDERAR PARA LA CONSERVACIÓN POSTCOSECHA
- 2.5. CRITERIOS DE CALIDAD POSTERIORES A LA RECOLECCIÓN
- 2.6. PÉRDIDAS DURANTE LA POSTCOSECHA
- 2.7. EL LIMÓN EN EL SUPERMERCADO



Figuras 33. Colorímetro Hunterlab Colorflex (Hunterlab, Reston, Virginia, U.S.A).

El parámetro L^* indica luminosidad y los parámetros a^* y b^* son las coordenadas de cromática, verde-rojo y azul-amarillo, respectivamente. L^* es una medida aproximada de luminosidad, que es la propiedad según la cual cada color puede ser considerado como equivalente a un miembro de la escala de grises, entre negro y blanco, tomando valores dentro del rango 0 (negro) – 100 (blanco). El parámetro a^* toma valores positivos para los colores rojizos y negativos para los verdosos, mientras que b^* toma valores positivos para los colores amarillentos y negativos para los azulados (Pérez-López et al., 2007).

El parámetro C^* es el croma [$C^* = \sqrt{a^*b^*}$], siendo 0 en el centro de una esfera de color y aumenta, según lo hace la distancia del centro. Finalmente, el ángulo HUE, es el ángulo matiz $h_{ab} = \text{arc tg}(\frac{b^*}{a^*})$ expresado en grados. Se define como inicio en el eje $+a^*$; 0° sería (rojo), $90^\circ + b^*$ (amarillo), $180^\circ - a^*$ (verde) y $270^\circ - b^*$ (azul). El valor ΔE representa la correlación espacial de los valores a^* , b^* y L^* en la esfera CIELab expresada como $\Delta E = [(\Delta L^*)^2 + ((\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2)]^{1/2}$ (McGuire, 1992).



Figuras 34-35. Parámetros de color CIELab. Representación tridimensional de los parámetros cromáticos (izquierda). Coordenadas de color CIELab en el plano (derecha)

2.1. FACTORES PRECOSECHA
2.2. RECOLECCIÓN
2.3. FACTORES POSTCOSECHA
2.4. DISTINTOS FACTORES A CONSIDERAR PARA LA CONSERVACIÓN POSTCOSECHA
2.5. CRITERIOS DE CALIDAD POSTERIORES A LA RECOLECCIÓN
2.6. PÉRDIDAS DURANTE LA POSTCOSECHA
2.7. EL LIMÓN EN EL SUPERMERCADO

Entre los factores que más influyen sobre el color de la corteza y del endocarpio están: la especie y variedad, temperatura, fertilización, portainjerto, posición de los frutos en el árbol, luz y riego.

2.3. Factores postcosecha

2.3.1. Pretratamientos que alargan la vida útil de limón después de la recolección para mejorar su comercialización y exportación.

- **Tratamientos con vapor:**

Se emplea vapor de agua saturado a alta temperatura. Circula por la fruta hasta alcanzar la misma temperatura que el vapor, es decir unos 100°C. Desinfecta el producto actuando como bactericida y antifúngico.

- **Pérdida del verdor:**

El desverdizado de cítricos es la **aceleración del proceso de oxidación de la clorofila de la piel del fruto** para que se manifieste el color típico de la variedad o, en su defecto, que se manifiesten los otros pigmentos presentes en la piel de los cítricos y que se encuentran enmascarados por la clorofila. El desverdizado solo afecta a la piel del fruto cambiando su color, nunca a la parte comestible de este.

Para llevar a cabo el proceso de desverdizado de cítricos hay que controlar cuatro aspectos esenciales:

- **La humedad relativa:** debe situarse alrededor del 90% para que la fruta no se deshidrate y evitar en la medida de lo posible que se ablande.
- **La temperatura:** dependerá de la variedad que se vaya a desverdizar, pero generalmente las temperaturas entre las que se mueven todas las variedades están entre los 18°C y los 23°C. La temperatura es muy importante en el desverdizado de cítricos porque a mayor temperatura el proceso se acelerará, lo que provoca que la fruta envejezca más rápidamente, se ablande e, incluso, termine ennegreciendo.
- **El etileno (C_2H_4):** es el catalizador del proceso, pues su sola presencia es suficiente para iniciar la reacción de oxidación de la clorofila. Las concentraciones ideales de etileno van entre 2-10 ppm en función de la variedad.
- **El anhídrido carbónico:** nunca debe rebasar la concentración dentro de la cámara de 2.500-3.000 ppm. Realmente se trata de una medida indirecta del oxígeno, ya que el desverdizado consiste en la oxidación de la clorofila.

2.1. FACTORES PRECOSECHA
2.2. RECOLECCIÓN
2.3. FACTORES POSTCOSECHA
2.4. DISTINTOS FACTORES A CONSIDERAR PARA LA CONSERVACIÓN POSTCOSECHA
2.5. CRITERIOS DE CALIDAD POSTERIORES A LA RECOLECCIÓN
2.6. PÉRDIDAS DURANTE LA POSTCOSECHA
2.7. EL LIMÓN EN EL SUPERMERCADO

Para realizar el proceso de desverdizado son necesarias las cámaras de frigo conservación que, además, deben llevar incorporadas otra serie de equipos:

- **Aerotermos:** son equipos con un chasis para dar calor y un ventilador para dispersar ese calor.
- **Boquillas:** se utilizan las mismas boquillas que tienen las cámaras para aportar humedad. En caso de que las cámaras no cuenten con dichas boquillas, se pueden incorporar para conseguir alcanzar la humedad deseada.
- **Sistemas de inyección de etileno:** consiste en la instalación de unos manómetros de presión y unos caudalímetros individualizados por cámara.
- **Sistemas de ventilación:** las cámaras deben contar con estos sistemas para poder aportar aire fresco cuando se alcancen ciertos niveles de anhídrido carbónico en la cámara.



Fotografía 36. Panel de control en cámaras frigoríficas de desverdización de Decco.

2.3.2. Recubrimiento de la superficie o corteza del limón con sustancias naturales:

Se utilizan en poca cantidad aceites o ceras vegetales que evitan el marchitamiento del fruto o su arrugamiento por lo que mejoran su apariencia.

2.3.3. Aplicación de fungicidas:

Lavados con fungicidas disueltos en agua, por inmersión o pulverizaciones o cascadas. Evita el desarrollo de infecciones, eliminando hongos.

2.1. FACTORES PRECOSECHA
2.2. RECOLECCIÓN
2.3. FACTORES POSTCOSECHA
2.4. DISTINTOS FACTORES A CONSIDERAR PARA LA CONSERVACIÓN POSTCOSECHA
2.5. CRITERIOS DE CALIDAD POSTERIORES A LA RECOLECCIÓN
2.6. PÉRDIDAS DURANTE LA POSTCOSECHA
2.7. EL LIMÓN EN EL SUPERMERCADO

2.4. Distintos factores a considerar para la conservación postcosecha

2.4.1. Temperatura de almacenamiento

Entre 7-12°C dependiendo de la etapa de madurez del fruto, tiempo de almacenaje y área de producción. Se recomienda evitar temperaturas inferiores a los 7°C por su sensibilidad al frío. Los daños por frío (DPF) se manifiestan de diversas formas, dependiendo del producto, incluyendo: picado y lesiones superficiales, ruptura de tejidos y pérdida de agua, oscurecimiento interno de la pulpa y sistema vascular, desórdenes en el proceso de maduración, tasa acelerada de senescencia, cambio de sabor, olor y textura. Los síntomas típicos de DPF en cítricos son parcheamientos internos o superficiales. Generalmente, los síntomas por DPF no se manifiestan hasta que los frutos son retirados del almacenamiento en refrigeración y son colocados a temperatura ambiente.

2.4.2. Humedad relativa

Los requerimientos en este parámetro oscilan entre valores del 90-95%.

2.4.3. Atmosferas controladas

Requerimientos de oxígeno molecular (O₂) entre 5-10% y de dióxido de carbono (CO₂) entre 0-10% para retrasar la senescencia y pérdida de color verde. No usar concentraciones de CO₂ por encima del 10% para evitar sabores no deseados.

2.4.4. Tasa de respiración de CO₂ del fruto del limón

Cambia con una correlación positiva con la temperatura. Con incrementos en 5°C en la temperatura se suelen producir incrementos en 4 unidades en la tasa de respiración de CO₂ como se indica en la tabla 3:

Tabla 3. Correlación entre temperatura y tasa de respiración de CO₂.

Temperatura (°C)	10	15	20
Tasa de respiración (mL CO ₂ / kg h)	5-6	7-12	10-14

2.4.5. Características climáticas

Al tratarse de un **fruto no climatérico** alcanza su madurez interna en el momento de la recolección. No produce etileno y solo se utiliza este en caso de proceder a la desverdización del fruto para fines comerciales.

- 2.1. FACTORES PRECOSECHA
- 2.2. RECOLECCIÓN
- 2.3. FACTORES POSTCOSECHA
- 2.4. DISTINTOS FACTORES A CONSIDERAR PARA LA CONSERVACIÓN POSTCOSECHA
- 2.5. CRITERIOS DE CALIDAD POSTERIORES A LA RECOLECCIÓN**
- 2.6. PÉRDIDAS DURANTE LA POSTCOSECHA
- 2.7. EL LIMÓN EN EL SUPERMERCADO

2.4.6. Envases

En los supermercados suelen estar en bolsas o mallas de unos 1,5-3 kg, en bandejas de poliestireno expandido o en cajas de 40 x 30 cm (10 kg).



Figuras 37-38. Limones almacenados en mallas o en cajas.

2.5. Criterios de calidad posteriores a la recolección

- **Características mínimas:** los frutos deben ser enteros, sanos, exentos de daños y/o alteraciones externas, limpios, sin humedad exterior anormal y libre de olores y sabores extraños.
- **Tamaño mínimo del diámetro ecuatorial como se indica en la tabla 4.**

Tabla 4. Categorías del limón según el tamaño mínimo del diámetro ecuatorial.

Categoría extra, I y II	Categoría III
45 mm	42 mm

- **Contenido mínimo de zumo:** su valor al menos debe de ser igual al 20%
- **Tolerancia de calibre:** 10% en número o en peso, de calibre inferior y/o superior al indicado en el apartado de tamaño mínimo.
- **Trazabilidad:** Ha de quedar bien reflejado en la tarjeta identificadora del producto los siguientes puntos: nombre del producto, variedad y categoría, peso neto y calibre e identidad de la empresa productora.

2.1. FACTORES PRECOSECHA
2.2. RECOLECCIÓN
2.3. FACTORES POSTCOSECHA
2.4. DISTINTOS FACTORES A CONSIDERAR PARA LA CONSERVACIÓN POSTCOSECHA
2.5. CRITERIOS DE CALIDAD POSTERIORES A LA RECOLECCIÓN
2.6. PÉRDIDAS DURANTE LA POSTCOSECHA
2.7. EL LIMÓN EN EL SUPERMERCADO

2.6. Pérdidas durante la postcosecha

2.6.1. Daños físicos

Prácticas de recolección poco cuidadosas. Mala manipulación (tirarlos, pisarlos...). Cajas inadecuadas (astillas, clavos o grapas). Exceso o defecto de limones en caja. Estas malas prácticas provocan agrietamiento y magulladuras internas, arañazos o aplastamientos.

2.6.2. Fisiopatías:

- **Daños por frío:** dan lugar a depresiones, manchas en membranas internas y pintas rojas. La gravedad de estos daños depende del cultivo, zona de explotación, fecha, madurez o de la temperatura.
- **Oleocelosis:** por estrés se rompen las células oleosas sobre las turgentes liberando el aceite que daña los tejidos circundantes. Para prevenir se recomienda cosechar limones muy turgentes y manejarlos cuidadosamente.

2.6.3. Factores bióticos

Los limoneros pueden verse afectados por plagas debidas a insectos y enfermedades causadas por bacterias, hongos y/o virus. Los limoneros apenas necesitan cuidados especiales en cuanto a tratamiento de plagas y enfermedades, son muy poco frecuentes las situaciones en las que esto ocurre. Aun así, en la tabla 5 se pueden diferenciar algunas de las plagas que tienen más relevancia:

Tabla 5. Principales plagas que afectan a los limoneros.

Plaga	Consecuencias
Minador de los cítricos (<i>Phyllocnistis citrella</i>)	Forman galerías a medida que se alimentan de las hojas jóvenes de la planta. Como consecuencia de ello, aparecen manchas marrones hasta provocar un enrollamiento y su posterior marchitamiento.
Pulgones (<i>Aphis spiraecola</i>, <i>A. citrícola</i>...)	Aparecen con altas tasas de humedad ambiental y temperaturas cercanas a los 15ºC. Se posan en los capullos florales y en las yemas, evitando así el desarrollo de nuevas hojas. Produce malformaciones en los frutos, impidiendo su consumo.
Cóccido o Cochinilla algodonosa	Aparecen principalmente en verano, con temperaturas altas y el ambiente seco. Se alimenta de las hojas y tallos de las plantas, dañándolas seriamente. Produce malformaciones en los frutos, impidiendo su consumo.
Mosca blanca (<i>Aleurothrixus floccosus</i>)	Se alimenta de savia e inocula toxinas. Provoca deshidratación y menor crecimiento en las hojas. Transmisión por virus.
Mosca de la fruta (<i>Ceratitis capitata</i>)	La larva se alimenta de la pulpa. Produce oxidación y maduración prematura de los frutos. Crece cuando las temperaturas oscilan entre los 16-32 ºC y las humedades relativas alcanzan valores entre los 75-85%.
Ácaro de las maravillas (<i>Aceria sheldoni</i>)	Las larvas se alimentan de la savia y los adultos del interior de la yema. Ennegrecimiento, deformaciones, menor crecimiento y muerte de los frutos

-
- 2.1. FACTORES PRECOSECHA

2.2. RECOLECCIÓN

2.3. FACTORES POSTCOSECHA

2.4. DISTINTOS FACTORES A CONSIDERAR PARA LA CONSERVACIÓN POSTCOSECHA

2.5. CRITERIOS DE CALIDAD POSTERIORES A LA RECOLECCIÓN

2.6. PÉRDIDAS DURANTE LA POSTCOSECHA

2.7. EL LIMÓN EN EL SUPERMERCADO
-

A continuación en la tabla 6 se presentan algunas de las enfermedades que afectan en mayor medida a los limoneros:

Tabla 6. Principales enfermedades que afectan a los limoneros.

Enfermedad	Consecuencias
<i>Alternaria alternata</i> pv. <i>citri</i>	Hongo que se caracteriza por debilitar al árbol hasta causarle la muerte tanto de las hojas (defoliación) como de los tallos. Puntos negros en frutos (depresiones de 10 mm). Avanza rápidamente, por lo que es importante prevenir evitando el exceso de riego.
Virus de la tristeza (CTV)	Decaimiento y muerte del árbol, clorosis de hojas y acanaladuras en madera. Disminución en la producción, tamaño y color de los limones. El vector de transmisión es el pulgón pardo. Es la enfermedad más grave que pueden tener los cítricos, pues es capaz de matarlos en cuestión de pocas semanas o meses. No hay cura.
Viroide de la exocortis de los cítricos (CEVd)	La exocortis se caracteriza por la aparición de escamas y grietas verticales en la corteza, manchas amarillas en los brotes tiernos y enanismo, en especies sensibles. Bajas producciones que se obtienen en los árboles enfermos que alcanzan un tamaño inferior al esperado. Aunque la calidad de la fruta no suele verse afectada, las pérdidas en producción pueden ser de hasta un 60%.
Nematodo de los cítricos (<i>Tylenchulus semipenetrans</i>)	Este gusano se une a las raíces y provoca el decaimiento lento de cítricos. Limita la producción al 15 - 50% Los síntomas más destacables es que se produce un menor calibre en los frutos.
Gomosis (<i>Phytophthora citrophthora</i>)	Podredumbre de base del tronco y raíces. Formación de chancros. Caída prematura frutos. Se ve favorecido por temperaturas que oscilan entre los 18 - 24°C y la alta humedad asociada a una excesiva aplicación de riego.

- 2.1. FACTORES PRECOSECHA
 - 2.2. RECOLECCIÓN
 - 2.3. FACTORES POSTCOSECHA
 - 2.4. DISTINTOS FACTORES A CONSIDERAR PARA LA CONSERVACIÓN POSTCOSECHA
 - 2.5. CRITERIOS DE CALIDAD POSTERIORES A LA RECOLECCIÓN
 - 2.6. PÉRDIDAS DURANTE LA POSTCOSECHA
 - 2.7. EL LIMÓN EN EL SUPERMERCADO**
-

2.7. El limón en el supermercado

En el supermercado los limones se presentan en varios tipos de formatos, en mallas, majas o paquetes de plásticos:



Figuras 39-42. Formas de presentar limones en supermercados.

En cuanto al precio de limón "Verna" y "Fino" varía con cada semana del año. A continuación, se presentan los datos entre 2018-2019 cedidos por la Consejería de Agricultura de La Región de Murcia:

- 2.1. FACTORES PRECOSECHA
- 2.2. RECOLECCIÓN
- 2.3. FACTORES POSTCOSECHA
- 2.4. DISTINTOS FACTORES A CONSIDERAR PARA LA CONSERVACIÓN POSTCOSECHA
- 2.5. CRITERIOS DE CALIDAD POSTERIORES A LA RECOLECCIÓN
- 2.6. PÉRDIDAS DURANTE LA POSTCOSECHA
- 2.7. EL LIMÓN EN EL SUPERMERCADO**

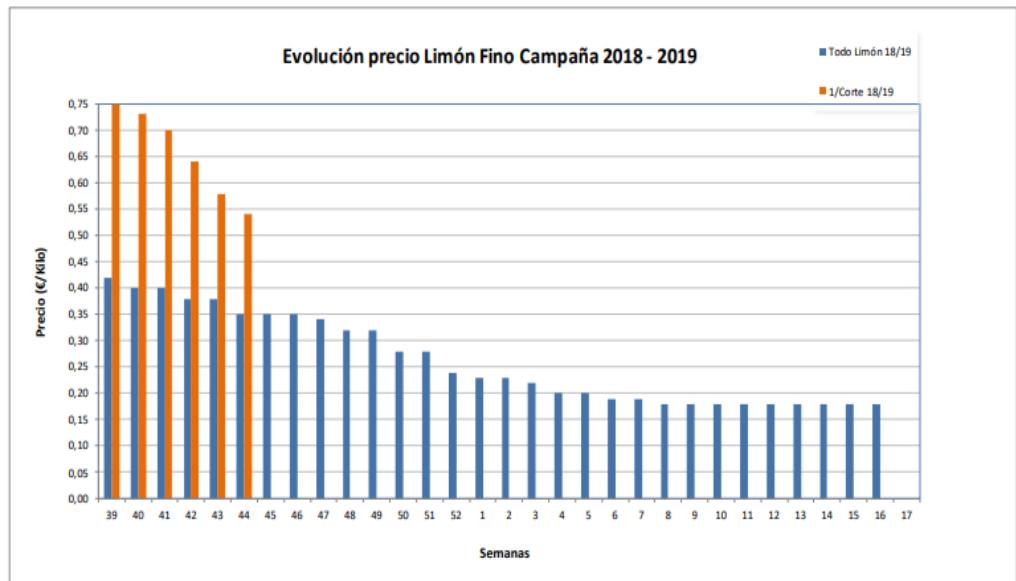


Figura 43. Evolución del precio del limón de la variedad "Fino" en la campaña de 2018-2019

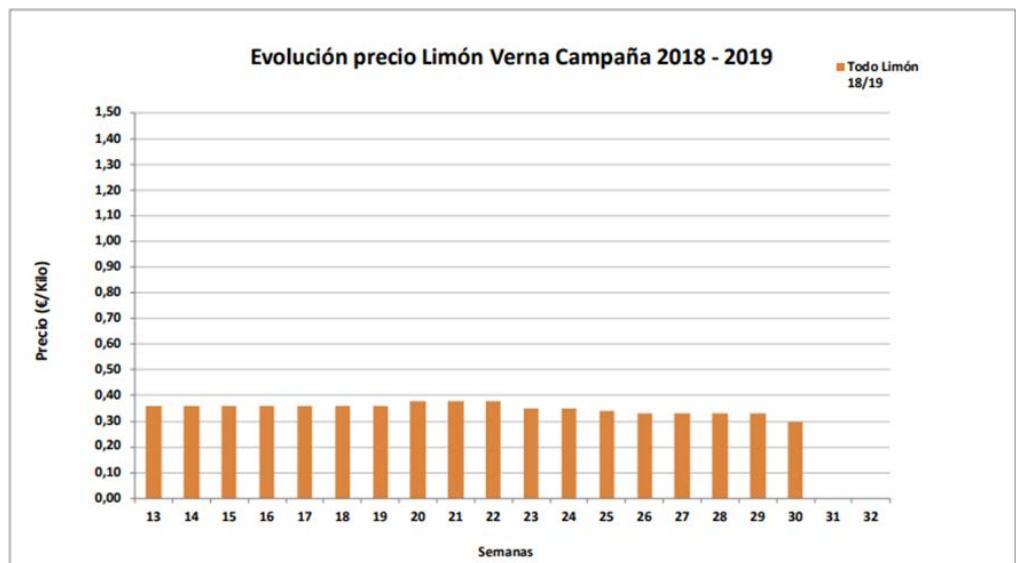


Figura 44. Evolución del precio del limón de la variedad "Verna" en la campaña de 2018-2019

03 ALIMENTACIÓN Y SALUD

3.1. Valor Nutricional

En la Universidad Católica de Murcia (UCAM), la propia Cátedra y en colaboración con los grados de Nutrición, Tecnología de Alimentos y Gastronomía se ha llevado a cabo un estudio para la evaluar las propiedades nutricionales del limón, concretamente en el zumo de limón natural. Los resultados se muestran en la tabla 7.

Tabla 7. Composición nutricional de un vaso de zumo de limón natural recién exprimido. Ingestas Recomendadas/día para mujeres y hombres de 20 a 39 años con una actividad física moderada (Moreiras et al., 2011).

Limón	Vaso de Zumo de Limón Natural	Por 100 g de porción comestible	Recomendaciones día-mujeres	Recomendaciones día-hombres
Valor energético (Kcal)	32	44	2300	3000
Proteínas (g)	0,4	0,7	41	54
Hidratos de carbono (g)	7,2	9	288-316	375-413
Ácidos grasos (g)	0,2	0,4	77-89	110-117
Saturados (g)	<0,1	<0,1	18-20	23-27
Monoinsaturados (g)	<0,1	<0,1	51	67
Poliinsaturados (g)	<0,1	<0,1	13	17
Contenido en agua (g)	91,1	88,9	2000	2500
Calcio (mg)	3,6	12	1000	1000
Magnesio (mg)	9,7	18	330	350
Potasio (mg)	139,1	149	3500	3500
Vitamina C (mg)	44,0	50	60	60

El análisis de los datos presentados en esta valoración nutricional del limón en la tabla 7 permite extraer varias conclusiones:

- El zumo de limón natural es un alimento con bajo aporte calórico. Un vaso de zumo representa el 1,39 % y el 1,06% del valor energético diario recomendado para mujeres y hombres, respectivamente.
- El zumo de limón natural tiene un bajo aporte en proteínas. Representa el 0,97% para mujeres y el 0,74% para hombres de las proteínas que hay que consumir durante el día.
- El zumo de limón natural es un alimento con un relativamente alto aporte en hidratos de carbono con respecto a otros metabolitos primarios (proteínas y ácidos

grasos). Representa entre el 2,28-2,50% para mujeres y entre el 1,74-1,92% para hombres de los hidratos de carbono que hay que consumir durante un día.

- El zumo de limón natural es un alimento con bajo aporte en ácidos grasos. Representa entre el 0,22-0,26% para mujeres y entre el 0,17-0,18% para hombres de las grasas que hay que consumir durante un día.
- El contenido en agua de un vaso de zumo de limón natural es relativamente alto cubriendo un 4,55% y 3,64 de las necesidades de agua recomendadas para mujeres y hombres, respectivamente.
- Con respecto a los minerales analizados en esta valoración nutricional, los niveles de calcio presentes que no asimilables en un vaso de zumo de limón natural son los más bajos representando un 0,36% tanto para mujeres como hombres de las recomendaciones diarias. Los niveles de magnesio del 2,93% y 2,77% para mujeres y hombres respectivamente son algo más altos. Finalmente, el potasio muestra los valores más altos cercanos a un 4% tanto para mujeres como hombres.
- Destacar sobre todo su alto contenido en vitamina C o ácido ascórbico. La ingesta de un solo vaso de zumo natural de limón cubre tanto para mujeres como hombres el 73,33% de las recomendaciones diarias de esta vitamina.

3.2. Composición

El término de **alimentos funcionales** que engloba el papel de los nutrientes esenciales para el mantenimiento de la vida y salud y el de compuestos no nutricionales que afectan positivamente a la salud contribuyendo a prevenir o retrasar las enfermedades crónicas hace tiempo que ha jugado un papel importante en la alimentación. El criterio clásico de mantener una salud óptima a través de la dieta adquiriendo cantidades adecuadas de nutrientes esenciales ha cambiado en los últimos 20 años, por una clara constancia de que existen en los alimentos otras sustancias con actividad fisiológica que al igual que los nutrientes esenciales juegan un papel clave en términos de salud retrasando la severidad de ciertas enfermedades crónicas.

La evidencia científica de cómo actúan estos compuestos no nutricionales o fitoquímicos en el organismo sigue siendo de gran actualidad pero sí que en general los alimentos funcionales participan en determinadas tareas para el ser humano como pueden ser:

- a) una optimización de los mecanismos de defensa biológica,
- b) prevención o restablecimiento de alguna enfermedad específica,

- c) mantenimiento de las condiciones físicas y mentales,
- d) retraso en el progreso del envejecimiento.

El término de **fitoquímico** hace hincapié al origen vegetal de gran parte de los compuestos que protegen de ciertas enfermedades entre las que se incluyen la cardiopatía isquémica, el infarto de miocardio, infecciones de las vías respiratorias, la enfermedad pulmonar obstructiva crónica, diferentes tipos de cáncer, diabetes, demencia, enfermedades diarreicas, derrame cerebral, arterioesclerosis y enfermedades hepáticas.

Las frutas cítricas, y entre ellas el limón, que se cultivan en todo el mundo, han sido reconocidas como algunas de las frutas de mayor consumo en términos de energía, nutrientes y suplementos para la salud. Además, varias de estas frutas se han utilizado como hierbas medicinales tradicionales para curar enfermedades en varios países asiáticos. Las propiedades del limón sobre la salud lo convierten en un alimento esencial.

A continuación como hicieron García-Lidón et al. 2003 se describen los compuestos beneficiosos para la salud que forman parte del limón:

3.2.1. Vitamina C

Las vitaminas se pueden definir como sustancias orgánicas que deben ser adquiridas en cantidades mínimas a partir de la dieta porque los seres humanos son incapaces de sintetizarlas o su velocidad de síntesis es inapropiada para mantener niveles de salud apropiados. Como singularidad a esta regla general tenemos la síntesis endógena de vitamina D que se produce en la piel cuando se toma el sol, algunas vitaminas que se pueden sintetizar gracias a la actividad de la microbiota intestinal como la K, B1, B12 y ácido fólico o que se sintetizan en el hígado como ocurre con la vitamina A por medio de sus precursores los carotenos.

Las vitaminas no aportan energía, son acalóricas aunque sin ellas el organismo no es capaz de sacar provecho de los elementos energéticos y constructivos que provienen de la alimentación. En muchos casos se emplean como precursores de las coenzimas de las cuales se obtienen las enzimas que son necesarias para regular las reacciones químicas que son clave para la vida de las células.

Se pueden clasificar en función de su solubilidad. Las vitaminas A, D, E y K que son liposolubles, se absorben en nuestro organismo gracias a la ayuda de aceites y grasas y las vitaminas C y del complejo B son hidrosolubles, no dependen de las grasas para su absorción. Las hidrosolubles se necesitan consumir de una manera frecuente por su pobre acumulación en los tejidos mientras que las liposolubles se acumulan en grandes cantidades lo que podría conllevar un potencial de toxicidad grave por exceso de estas vitaminas.

Con una dieta óptima y copiosa en productos frescos y naturales se dispondrá de todas las vitaminas necesarias y no será necesario ningún aporte adicional. Sin embargo en ciertos momentos de la vida de una persona se hace necesario un mayor acopio de estas sustancias como ocurre durante la infancia, el embarazo, la lactancia o en la tercera edad. Además el consumo de sustancias como el tabaco, el alcohol o las drogas en la mayoría de los casos provoca un mayor gasto de vitaminas lo que hace necesario un aporte suplementario. Este aporte suplementario es recomendable realizarlo con productos naturales y no a través de vitaminas sintéticas que si bien tienen las mismas características estructurales que las orgánicas/naturales no suelen presentar la misma configuración espacial lo que hace cambiar sus propiedades.

En relación a la **vitamina C** su nombre debe usarse como un término descriptivo genérico para describir todos aquellos compuestos que muestran actividad biológica relacionada con el ácido ascórbico. El ácido ascórbico es una cetolactona de seis carbonos que se parece estructuralmente a la glucosa y otras hexosas. Químicamente se oxida de manera reversible generando ácido dehidroascórbico siendo este último compuesto el que posee actividad completa de vitamina C.

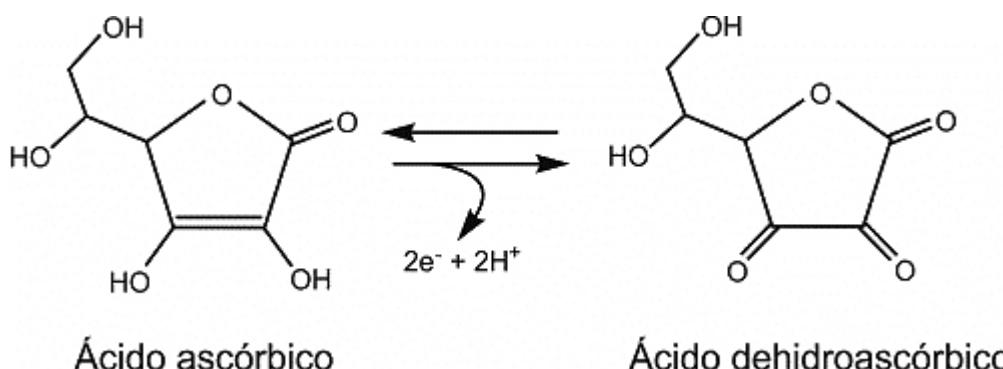


Figura 45. Estructura química e interconversión del ácido ascórbico o vitamina C y el ácido dehidroascórbico

La **vitamina C** no presenta muchos efectos farmacológicos por lo que alta concentraciones de la misma por encima de las necesidades fisiológicas causa pocos efectos negativos demostrables, excepto en personas con escorbuto cuyos síntomas se solucionan con rapidez. El escorbuto se asocia con un defecto en la síntesis de colágeno que tiene como consecuencia una falta de cicatrización en las heridas, defectos en la formación de los dientes y rotura de capilares. Los casos de escorbuto se presentan mayoritariamente entre ancianos que viven solos, alcohólicos, drogodependientes y otras personas con dietas inapropiadas incluso lactantes. En casos espontáneos de escorbuto los síntomas más característicos son

el aflojamiento de los dientes, gingivitis y anemia que pueden estar relacionadas a una función específica del ácido ascórbico en la síntesis de hemoglobina.

La adquisición diaria de ácido ascórbico debe ser igual a la cantidad que se excreta o se destruye por oxidación. Los seres humanos adultos con salud pierden 3 a 4% de sus reservas corporales a lo largo del día. Para mantener unos niveles corporales de 1500 mg de ácido ascórbico o más en un varón adulto se necesitaría la absorción de unos 60 mg/día. Para otros grupos de personas y con otras edades los requerimientos necesarios en vitamina C se apoyan en criterios similares.

3.2.2. Flavonoides: grupos y estructuras

Los flavonoides se engloban dentro de los fenoles vegetales, dando lugar a un importante grupo dentro de los metabolitos secundarios de las plantas. Se estima que el 2% del carbono procedente de la fotosíntesis se convierte en flavonoides o compuestos relacionados. Estos compuestos fenólicos potencian o complementan la acción del ácido ascórbico sobre los síntomas de deficiencia en vitamina C.

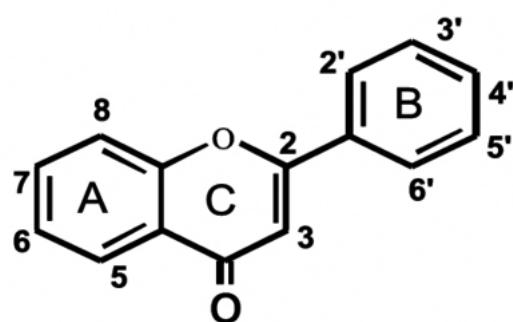


Figura 46. Estructura del anillo pirona donde se representan las sustituciones más frecuentes encontradas en los flavonoides

Los flavonoides presentes en el género *Citrus* han sido materia de estudio no solo para su aislamiento, caracterización y cuantificación, sino también por sus importantes propiedades en el sabor, su capacidad farmacológica e incluso su papel como posibles marcadores taxonómicos. Entre ellos cabe mencionar: **flavonas** (incluyendo 3-hidroxiflavonas-flavonoles), **flavononas** (incluyendo 3-hidroxiflavanonas-dihidroflavonoles), **cumarinas** y **antocianinas**.

Dependiendo de la existencia o no en su molécula de cadenas de azúcares y de la posición que ocupen, las flavonas y flavanonas pueden dividirse en O-glicósidos, C-glicósidos y aglicónes.

3.2.3. Terpenos

Nombre genérico de un grupo de hidrocarburos cílicos, presentes en numerosos aceites esenciales de origen vegetal. Líquidos incoloros, aromáticos y volátiles. Son de gran interés científico e industrial. Tradicionalmente se han considerado derivados del **2-metil-buta-dieno**, más conocido como **isopreno** pero el verdadero precursor de los terpenos es el ácido **mevalónico**, el cual proviene del **acetil coenzima A**. Cuando los terpenos son modificados químicamente, por ejemplo por oxidación o reorganización del esqueleto hidrocarbonado, suelen denominarse **terpenoides**.

Los terpenos presentes en el limón ayudan a potenciar la actividad antioxidante de la vitamina C. Dentro de este grupo de metabolitos secundarios el más importante es el limoneno un aceite esencial que da el característico olor a las frutas cítricas

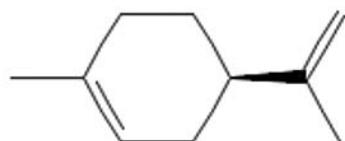


Figura 47. Estructura química del limoneno

3.3. Beneficios para la salud

Aunque los beneficios saludables de consumir limón siempre han sido asociados a su elevado contenido en vitamina C, también se ha evidenciado que estas propiedades también están relacionadas con su alto contenido en flavonoides. A este respecto son abundantes los trabajos científicos que ponen de manifiesto el papel de los flavonoides en un gran número de funciones biológicas destacando las actividades antialérgicas, anticarcinogénicas, antiinflamatorias, antimutagénicas, antioxidantes y antivirales. Por todas estas razones, dada la particular complejidad del metabolismo secundario del género *Citrus* por su contenido en flavonoides, su utilización a nivel industrial en el sector agroalimentario y farmacológico es de enorme importancia. Aporta también minerales como potasio, selenio, hierro y magnesio en dosis significativas.

La manera más sencilla y eficaz de aprovechar las propiedades medicinales del limón es tomar un vaso de agua tibia con el zumo de medio limón o de un limón entero nada más levantarse. De esta manera se aprovecha la acción de la vitamina C, los terpenos, los flavonoides y los ácidos orgánicos del limón en el momento más adecuado del día (Martínez-Flores et al., 2002).

3.3.1. Actividad antioxidante

Las especies reactivas de oxígeno (ROS) se derivan químicamente del propio oxígeno formando diferentes moléculas oxidantes como son: el anión superóxido (O_2^-), los radicales hidroxilo ($\cdot OH$) y el peróxido de hidrógeno (H_2O_2). En los seres vivos estas moléculas son producidas a través de distintas rutas metabólicas y para neutralizar esta amenaza para el organismo, este desarrolla diferentes medios para defenderse (Siahpoosh y Javedani, 2012).

Sin embargo, el estilo de vida moderno caracterizado por su baja actividad física y grandes ingestas de alimentos poco saludables implica una serie de factores que pueden elevar el nivel de ROS causando estrés oxidativo y jugando un papel clave en la patogénesis de diversas enfermedades como el envejecimiento, la artritis, el cáncer, la inflamación y las enfermedades cardíacas.

En 2014 Jagdeep y colaboradores descubrieron que los extractos de cítricos procedentes de la cáscara de los frutos muestran una bioactividad antioxidante potencialmente beneficiosa. Este efecto es causado especialmente por sus compuestos fenólicos con grupos polihidroxilo, incluidos los ácidos fenólicos, los flavonoides y sus derivados (Hirata et al., 2009). Los principales mecanismos antioxidantes se enumeran a continuación:

- Neutralización de radicales libres (Osawa, 1994).
- Inhibición de enzimas asociadas con rutas metabólicas relacionadas con el estrés oxidativo: NADPH oxidasa, xantina oxidasa y mieloperoxidasa (Cotelle, 2001).
- Mejora de las actividades de las enzimas antioxidantes humanas: superóxido dismutasa, catalasa, peroxidasa (Mari et al., 2010).

3.3.2 Actividad antiinflamatoria

La inflamación es una respuesta muy compleja del cuerpo frente a diferentes dolencias, ya sean leves como contusiones o golpes o más severas como la enfermedad de Parkinson, esclerosis múltiple, Alzheimer o cáncer de colon.

Los efectos producidos por la reacción inflamatoria en muchas enfermedades no son deseados, entorpeciendo así posibles tratamientos. Los flavonoides y las cumarinas presentes en los cítricos han demostrado ser sustancias útiles para contrarrestar dicha reacción inflamatoria (Heiss et al., 2001; Norihiro et al., 2014).

3.3.3. Actividad anticancerígena

Los cítricos, como ya se ha mencionado anteriormente, son ricos en flavonoides como las cumarinas o en terpenos como el limonoide, cuya ingesta previene o disminuye el riesgo de padecer cáncer, incluyendo distintas tipologías como el gástrico, de mama, pulmonar, de colon, de hígado (Hang et al., 2009; Do-Hoon et al., 2012; Takuji et al., 2012; Jin et al., 2013).

3.1. VALOR NUTRICIONAL

3.2. COMPOSICIÓN

3.3. BENEFICIOS PARA LA SALUD

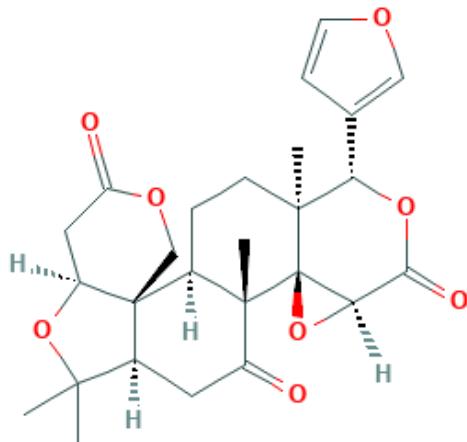


Figura 48. Estructura química básica de los limonoides.

Un número creciente de sustancias naturales se han identificado como moduladoras del proceso de carcinogénesis; entre ellas se encuentran los flavonoides que han demostrado poseer efectos antimutagénicos y anticarcinogénicos. Diversos datos experimentales han demostrado la acción antiproliferativa y anticarcinogénica, así como el papel de agente quimopreventivo de los flavonoides (Hardigree y Epler, 1978; Stacvric, 1994; Birt et al., 2001).

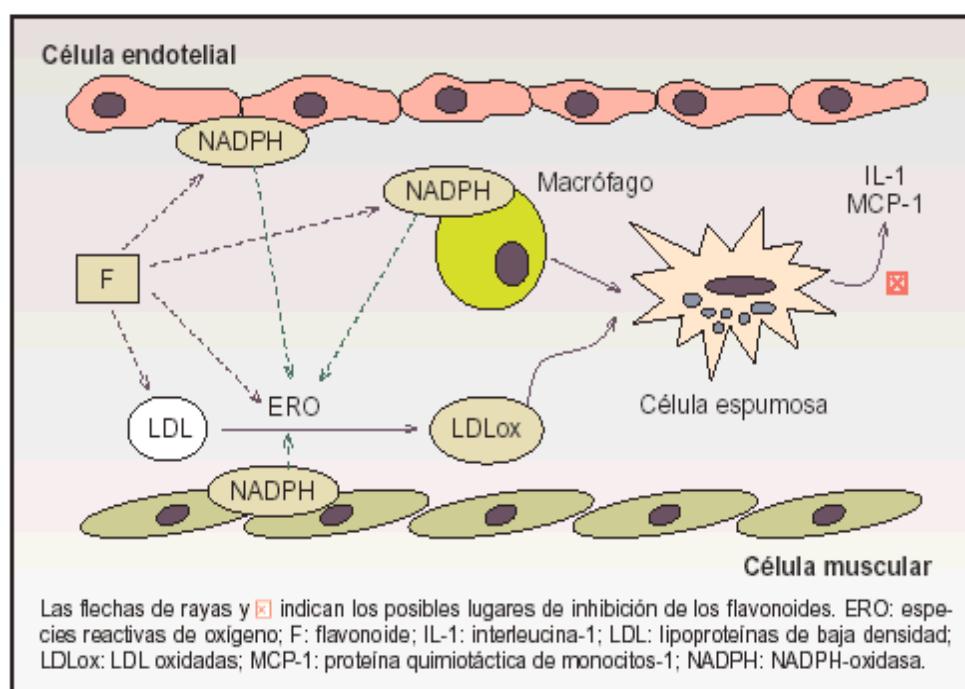


Figura 49. Efecto anticancerígeno de los flavonoides

3.3.4. Actividad antibacteriana

El limón tiene un gran poder bactericida gracias a su bajo pH, el ácido cítrico presente en este fruto lo dota de dicho poder.

3.3.5 Actividad en el sistema inmunitario

Los limones, por su alto contenido en vitamina C y flavonoides, ayudan a reforzar el sistema inmunológico aumentando las defensas del organismo.

3.3.6 Actividad desintoxicante

El limón estimula el hígado y ayuda a eliminar toxinas. Además, el limón aumenta los movimientos peristálticos de los intestinos, ayudando al organismo a eliminar mejor los desechos de la digestión. Las propiedades digestivas del zumo de limón disminuyen las molestias asociadas a las digestiones pesadas.

3.3.7 Actividad renal

El ácido cítrico de los limones ayuda a prevenir y a disolver las piedras que se forman en la vesícula, así como los depósitos de calcio que pueden dar lugar a la formación de piedras en el riñón.

04 GASTRONOMÍA

4.1. El limón en la gastronomía española

El limón es el cítrico más común de nuestras cocinas por su peculiar sabor, aroma y color. Para adquirir un buen limón, hay que fijarse en que sea compacto, que no presente ningún tipo de magulladuras y que tenga una piel de color intenso. Se deberán rechazar aquellos que muestren una textura blanda y sean de color pálido. Un buen limón puede permanecer fuera de cámara durante dos o tres semanas, sin llegar a deteriorarse.

Son numerosas las utilidades que se les puede dar al limón, pero la principal utilidad está en su jugo. Con él podemos elaborar multitud de platos, enriquecer nuestras carnes o tomarlo al natural, como refresco resultando muy saludable para nuestro organismo.

También está presente en nuestra repostería. Con él podemos elaborar diversas tartas, mousses o helados.

No debemos olvidar que el jugo de limón sirve de conservante para nuestros alimentos. Ayuda a la maceración de diversos platos de carne y pescado.

Su piel también tiene un importante valor gastronómico, ya que la podemos utilizar como infusión para realzar el sabor de algunos platos, como por ejemplo el arroz con leche o su ralladura para realzar el sabor de algunas carnes o pescados.

Sus hojas, aunque parezca extraño, también son utilizadas en nuestra gastronomía. Con ellas podemos realzar el sabor de algunos guisos, como por ejemplo el pollo al limón. Basta con añadir unas hojas de limón al sofrito de nuestros guisos para que adquiera un sabor muy peculiar y agradable a nuestro paladar.

A modo de ejemplo en la tabla 8, se indican las siguientes recetas con el limón como el alimento destacado:

Tabla 8. Distintas recetas con el limón como alimento destacado

Champiñones gratinados al limón	Salmón al limón	Mousse de limón y chocolate
Limpiar y cortar en láminas los champiñones	Calentar el horno a 180°C	Exprimir los limones para obtener el zumo y reservar la piel
Colocar, en una fuente de barro, los champiñones con un poco de aceite	En una fuente de horno, colocar los trozos de salmón impregnados en aceite de oliva	En un recipiente, batir la nata con los yogures y la leche condensada
Añadir la ralladura de limón y el propio zumo	Cortar 8 rodajas de limón y preparar un zumo con el resto	Añadir el zumo de limón y batir suavemente
Picar el ajo y añadir junto a una cucharada de postre de tomillo, una pizca de sal y otra de pimienta	Añadir por encima el zumo y colocar, en cada trozo de salmón, 2 rodajas de limón	Repartir la crema en 4 recipientes individuales y añadir el chocolate en virutas junto a la ralladura de limón
Añadir por último el queso parmesano rallado	Condimentar con un poco de pimienta negra y sal	Enfriar en el frigorífico
Gratinar a 200°C durante 15 minutos	Hornear durante 15-20 minutos Pelar y cortar las patatas para freír en sartén y que se utilizarán como guarnición	Una vez alcanzada la temperatura óptima servir en copas y ya estará listo para servir
Emplatar y listo para servir	Emplatar y listo para servir	Emplatar y listo para servir



4.2. El limón en la gastronomía murciana

Particularmente en la gastronomía de la **Región de Murcia** es un producto muy utilizado. A modo de ejemplo se pone de manifiesto su importancia en aperitivos como las patatas con aceitunas, **limón** y pimienta:

4.1. EL LIMÓN EN LA GASTRONOMÍA ESPAÑOLA

4.2. EL LIMÓN EN LA GASTRONOMÍA MURCIANA

4.3. RECETA DE PAPARAJOTES MURCIANOS



Figura 50. Aperitivo de patatas fritas con aceitunas, limón y pimienta.

En platos principales también es muy utilizado como en el **caldo con pelotas**: Este es el nombre que se le da a las albóndigas con una sopa ligera. Tradicionalmente se sirve en Navidad, pero se puede comer a lo largo de todo el año. Se toma acompañado casi siempre de un chorro de **limón**.



Figura 51. Plato principal caldo con pelotas.

En repostería también es muy utilizado. Con las hojas, se pueden elaborar algunos postres, como por ejemplo **los paparajotes**. Es uno de los platos más típicos y genuinos de la huerta murciana. Los paparajotes los introdujeron los árabes en Murcia. En la actualidad, es el plato típico por excelencia de las Fiestas de Primavera en Murcia y del día de San José. Sus principales ingredientes son: harina, huevo, leche y hojas de limonero.

4.3. Receta de paparajotes murcianos

Ingredientes para 4 comensales

- 2 huevos
- 1/2 litro de leche
- 1/2 sobre de levadura
- 500 g de harina
- 100 g de azúcar
- Aceite de oliva
- Azúcar glas y canela en polvo para espolvorear
- Una pizca de sal
- Hojas de limonero

Elaboración:

En un bol, hacemos la masa. Batimos los huevos y agregamos el resto de ingredientes, añadiendo poco a poco la harina que admita. Tiene que resultar una masa homogénea.

Lavamos bien las hojas y las secamos con un paño. A continuación, las impregnamos en la masa por ambas caras. Acto seguido las freímos en abundante aceite de oliva. Para finalizar hacemos una mezcla del azúcar y la canela y untamos bien las hojas. ¡Listo para comer!

Nota: las hojas de limonero no se comen.



Figura 52. Cocinado de paparajotes murcianos

05 BIBLIOGRAFÍA

Bibliografía de citas

- Birt, D.F., Hendrich, S., Wang, W. (2001). Dietary agents in cancer prevention: flavonoids and isoflavonoids. *Pharmacology and therapeutics*, 90:157-77
- Cotelle, N. (2001). Role of flavonoids in oxidative stress. *Current Topics in Medicinal Chemistry*, 1:569-590.
- Do-Hoon, L., Kwang-Il, P., Hyeyon-Soo, P., Sang-Rim, K., Arulkumar, N., Jin-A, K., Eun-Hee, K., Won-Sup, L., Young-Sool, H., Hyon-Jong, C., Su-Jin, A., Gon-Sup, K. (2012). Flavonoids isolated from korea *Citrus aurantium* L. induce G2/M phase arrest and apoptosis in human gastric cancer AGS cells. *Evidence-Based Complementary Alternative, Article ID 5159011-11*.
- García-Lidón A., del Río Conesa, J.A., Porras-Castillo, I., Fuster-Soler, M.D., Ortúñoz-Tomas, A. (2003). *El limón y sus componentes bioactivos*. 2^a edición. I.S.B.N.: 84-688-2698-7.
- Hang, X., Chung, S.Y., Shiming, L., Huanyu, J., Chi-Tang, H., Trusha, P. (2009). Monodemethylated polymethoxyflavones from sweet orange (*Citrus sinensis*) peel inhibit growth of human lung cancer cells by apoptosis. *Molecular Nutrition & Food Research*, 53:398-406.
- Hardigree, A.A. and Epler, J.L. (1978). *Mutation Research*, 53:89.
- Heiss, E., Herhaus, C., Klimo, K., Bartsch, H., Gerhauser, C. (2001). Nuclear factor kappa B is a molecular target for sulforaphane-mediated anti-inflammatory mechanisms. *Journal Biological Chemistry*, 276:32008-32015.
- Hirata, T., Fujii, M., Akita, K., Yanaka, N., Ogawa, K., Kuroyanagi, M., Hongo, D. (2009). Identification and physiological evaluation of the components from Citrus fruits as potential drugs for anti-corpulence and anticancer. *Bioorganic & Medical Chemistry*, 17:25-28.
- Jagdeep, S., Shailja, S., Arunachalam, M. (2014). In-vitro evaluation of bioactive compounds, anti-oxidant, lipid peroxidation and lipoxygenase inhibitory potential of Citrus karna L. peel extract. *Journal of Food Science and Technolgy*, 51:67-74.
- Jin, H., Lee, W.S., Yun, J.W., Jung, J.H., Yi, S.M., Kim, H.J., Choi, Y.H., Kim, G., Jung, J.M., Ryu, C.H., Shin, S.C., Hong, S.C. (2013). Flavonoids from Citrus unshiu Marc. inhibit cancer cell adhesion to endothelial cells by selective inhibition of VCAM-1. *Oncology Reports*, 30:2336-2342.
- Mari, M., Colell, A., Morales, A., von Montfort, C., Garcia-Ruiz, C., Fernandez-Checa, J.C. (2010). Redox control of liver function in health and disease. *Antioxidants & Redox Signaling*, 12:1295-1331.

- Martínez-Flórez, S., González-Gallego, J., Culebras, J.M., Tuñón, M.ª.J. (2002). Los flavonoides: propiedades y acciones antioxidantes. *Nutrición Hospitalaria*, 17:271-278.
- McGuire, R. (1992) Reporting of objective colour measurements. *Horticultural Science*, 27:1254-1255.
- Moreiras, O., Carbajal, A., Cabrera, L., Cuadrado, C. (2011). Tabla de composición de alimentos. 15ª edición. Pirámide, editor. Madrid.
- Norihiro, Y., Takahiro, F., Hitoshi, M., Takeshi, O., Kunio, S., Ron, H. (2014). Orange peel extract, containing high levels of polymethoxyflavonoid, suppressed UVB-induced COX-2 expression and PGE2 production in HaCaT cells through PPAR- γ activation. *Experimental Dermatology*, 23:18–22.
- Osawa, T. Novel natural antioxidants for utilization in food and biological systems (1994). In: Uritani, I., Garcia, V.V., Mendoza, E.M., editors. *Postharvest biochemistry of plant food-materials in the tropics*. Japan: Japan Scientific Societies Press; pp. 241–251.
- Pérez-López, A.J. Del Amor, F.M. Serrano-Martínez, A. Fortea, M.I. Núñez-Delicado, E. (2007). Influence of agricultura practices on the quality of sweet pepper fruits as affected by the maturity stage. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 87:2075-2080.
- Siahpoosh, A., Javedani, F. (2012). Antioxidative capacity of Iranian Citrus deliciosa peels. *Free Radicals and Antioxidants*, 2:62–67.
- Stacvric, B. (1994). Quercitin in our diet: From potent mutagen to probable anticarcinogen. *Clinical Biochemistry*, 27:245-248.
- Takuji, T., Takahiro, T., Mayu, T., Toshiya, K. (2012). Cancer chemoprevention by citrus pulp and juices containing high amounts of β -cryptoxanthin and hesperidin. *Journal of Biomedicine Biotechnology*, 2012:1–10.

Bibliografía de figuras

Figura 1. Imagen de portada https://www.bioguia.com/salud/el-limon-y-sus-beneficios_29268744.html

Figura 2. Imagen de presentación, citrus x limon <https://cronicaglobal.elespanol.com/uploads/s1/95/08/34/limon.jpg>

Figura 3. Pomelo https://img.vixdata.io/pd/webp-large/es/sites/default/files/imj/vi-virsalud/B/Beneficios%20del%20pomelo%20para%20la%20salud_1.jpg

Figura 4. Naranja https://www.lechepuleva.es/documents/13930/203222/naranja_g.jpg/374b25a1-2f66-4c7a-b7d1-d123cb310073?t=1423215361000

Figura 5. Mandarina <https://www.lavozdelsandinismo.com/wp-estaticos/2018/07/mandarina.jpg>

Figura 6. Lima https://www.gastronomiavasca.net/uploads/image/file/3385/w700_lima.jpg

Figura 7. Origen del limón. Mapa migratorio <http://historiadel.com/wp-content/uploads/origen-del-limon-300x224.png>

Figura 8. Hoja de limoneno <https://thumbs.dreamstime.com/z/hojas-del-lim%C3%B3n-aisladas-en-el-fondo-blanco-39704724.jpg>

Figura 9. Flores del limoneno <http://img.botanicayjardines.com/citrus-x-limon-1755/04-citrus-x-limon-flor-medium.jpg>

Figura 10. Fruto del limón <http://citricoslapaz.com/blog/wp-content/uploads/2014/07/partes-del-lim%C3%B3n1-604x270.png>

Figura 11. Limón Fino <http://www.asajamurcia.com/sites/default/files/limon.jpg>

Figura 12. Limón Verna http://3.bp.blogspot.com/-NClbukc6zwQ/T0ziKChaxBI/AAAAAAAAB-DA/EaxF9ZWIF4U/s1600/9213_limon_verna.jpg

Figura 13. Limón Eureka <http://www.cincopinos.cl/wp-content/uploads/2017/06/Eureka-600x480.jpg>

Figura 14. Limón Lisbon https://s3.amazonaws.com/mygardenlife.com/plant-library/full/5888_7.jpg

Figura 15. Limón Femminello https://citrusvariety.ucr.edu/images/Femminello2_000.jpg

Figura 16. Limón Real <http://www.sabelotodo.org/agricultura/frutales/imagenes/limon-frances.jpg>

Figura 17. Limón Monachello <https://www.oscartintori.it/wp-content/uploads/2017/05/1F-int-450x450.jpg>

Figura 18. Limón Meyer <https://gastronomiaysia.republica.com/2009/02/18/limon-meyer/>

Figura 19. Mapa de zonas productoras de limón en la Región de Murcia http://www.regiondemurcia.com/servlet/integra.servlets.Imagenes?METHOD=VERIMAGEN_28295&nombre=Limon_-_Mapa_de_zonas_productoras_de_Limon_res_720.jpg

Figura 20. Destino de la cosecha del limón procedente de España <https://www.ailimpo.com/wp-content/uploads/2019/04/Memoria-AILIMPO-2018.pdf>

Figura 21. Toneladas de limón destinadas a procesos industriales <https://www.ailimpo.com/wp-content/uploads/2019/04/Memoria-AILIMPO-2018.pdf>

Figura 22. Limoneros <https://www.ailimpo.com/wp-content/uploads/2019/04/Memoria-AILIMPO-2018.pdf>

Figura 23. Sistema radicular del limonero <https://www.ailimpo.com/wp-content/uploads/2019/04/Memoria-AILIMPO-2018.pdf>

Figura 24. Plantón del limón <https://www.ailimpo.com/wp-content/uploads/2019/04/Memoria-AILIMPO-2018.pdf>

Figura 25. Hojas del limonero <https://www.ailimpo.com/wp-content/uploads/2019/04/Memoria-AILIMPO-2018.pdf>

Figura 26. Flor del limonero <https://i.ytimg.com/vi/nLqRqJMdTsl/maxresdefault.jpg>

Figura 27. Recolección del limón <https://static2.laverdad.es/www/pre2017/multimedia/murcia/prensa/noticias/201302/18/fotos/13008467.jpg>

Figura 28. Recolección del limón https://www.regmurcia.com/servlet/integra.servlets.Imagenes?METHOD=VERIMAGEN_101805&nombre=Los_Carrillos-134_res_300.jpg

Figura 29. Alicates https://i1.wp.com/www.tecnicoagricola.es/wp-content/uploads/2011/07/F_Tiron_Tijeras_01.jpg

Figura 30. Refractómetro https://www.tplaboratorioquimico.com/wp-content/uploads/2017/08/img_599db2b7f2f5e.png

Figura 31. Valoración de la acidez del zumo <https://slideplayer.es/slide/4981409/16/images/2/Reacci%C3%B3n+de+Neutralizaci%C3%B3n.jpg>

Figura 32. Extracción manual del zumo de limón https://images-na.ssl-images-amazon.com/images/I/61ZLshe1TBL._SX466_.jpg

Figura 35. Colorímetro <https://www.hunterlab.com/images/content-images/CFEZ.png>

Figura 34-35. Representación tridimensional de los parámetros cromáticos <https://www.aquateknica.com/wp-content/uploads/2019/07/Lab.jpg>

Figura 36. Panel de control en cámaras frigoríficas <https://www.deccoiberica.es/website/wp-content/uploads/2017/11/Decontrol.jpg>

Figura 37. Limones almacenados en cajas <https://s3.amazonaws.com/images.ecwid.com/images/5283164/1111166988.jpg>

Figura 38. Limones almacenados en mallas <http://www.elsemanariodecozumel.com/v2/files/image/proyectos/galeria/aum eno limon.jpg>

Figura 39. Limones en supermercados <https://www.el-limonar.com/productor-citricos/productos/embalajes.html>

Figura 40. Limones en supermercados <https://www.el-limonar.com/productor-citricos/productos/embalajes.html>

Figura 41. Limones en supermercados <https://www.el-limonar.com/productor-citricos/productos/embalajes.html>

Figura 42. Limones en supermercados <https://www.el-limonar.com/productor-citricos/productos/embalajes.html>

Figura 43. Evolución del precio del limón de la variedad Fino en la campaña 2018-2019 <https://www.ailimpo.com/wp-content/uploads/2019/04/Memoria-AILIMPO-2018.pdf>

Figura 44. Evolución del precio del limón de la variedad Verna en la campaña 2018-2019 <https://www.ailimpo.com/wp-content/uploads/2019/04/Memoria-AILIMPO-2018.pdf>

Figura 45. Estructura química e interconversión del ácido ascórbico o vitamina C y el ácido dehidroascórbico <https://www.metabolismo.biz/web/wp-content/uploads/Ascorbate.gif>

Figura 46. Estructura del anillo pirona donde se representan las sustituciones más frecuentes encontradas en los flavonoides https://www.researchgate.net/profile/Ignacio_Porras/publication/268108535/figure/fig1/AS:654778497511424@1533122767127/FIGURA-63-ESTRUCTURA-DEL-ANILLO-PIRONA-DONDE-SE-REPRES-TAN-LAS-SUSTITUCIONES-MAS.png

Figura 47. Limoneno <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/440917#section=Structures>

Figura 48. Limonoides <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/substance/598406>

Figura 49. Efecto anticancerígeno de los flavonoides <https://www.elsevier.es/es-revisa-offarm-4-articulo-actividad-biologica-los-flavonoides-ii-13055925>

Figura 50. Aperitivo de patatas fritas, aceitunas, limón y pimienta <https://elmundoporrecorrer.com/wp-content/uploads/2017/02/patatas-olivas-pimienta-limon-murcia.jpg>

Figura 51. Caldo murciano con pelotas <http://www.contigoenlaplaya.com/2012/12/caldo-con-pelotas.html>

Figura 52. Cocinado de paparajotes murcianos <https://www.barcelo.com/pinandtravel/es/que-es-un-paparajote-murciano/>

Bibliografía de noticias

1. <https://www.afuegolento.com/articulo/el-limon-uno-los-citricos-mas-comunes-nuestra-cocina/227/>
2. <https://www.tecnicoagricola.es/etiqueta/indice-de-madurez/>
3. <https://www.agropopular.com/cgc-brexit-citricola-151018/>
4. <https://www.deccoiberica.es/aspectos-desverdizado-de-citricos/>
5. <https://www.redalyc.org/jatsRepo/813/81346341002/html/index.html>
6. <https://mexico.infoagro.com/polinizacion-y-partenocarpia-en-citicultura/>
7. <https://www.cuerpomente.com/guia-alimentos/limon>
8. <https://www.lavanguardia.com/comer/20180815/451322752131/limon-propiedades-beneficios-valor-nutricional.html>
9. <http://www.fen.org.es/mercadoFen/pdfs/limon.pdf>
10. <https://elmundoporrecorrer.com/comiendo-por-murcia-que-comer-y-gastronomia-murciana/>
11. https://www.infoagro.com/instrumentos_medida/medidor.asp?id=10530&medidor_de_acidez_y_azucar_en_citricos_naranjas_mandarinas_limones_atago_pal_bx/acid1_tienda_on_line
12. <https://www.ecured.cu/Terpeno>



UCAM
UNIVERSIDAD
CATÓLICA DE MURCIA

 **Santander**