



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS



ESCUELA DE AGRICULTURA, SILVICULTURA PESCA Y
VETERINARIA
CARRERA DE AGROPECUARIA

TRABAJO DE TITULACIÓN

Componente práctico del examen de carácter Complexivo, presentado
al H. Consejo Directivo de la Facultad, como requisito previo para
obtener el título de:

INGENIERA AGROPECUARIA

TEMA:

Impacto del cambio climático en la postcosecha de cítricos.

AUTORA:

Yulexi Margarita Bajaña Peralta

TUTOR:

Ing. Agr. Gustavo Adolfo Vásconez Galarza, MSc.

Babahoyo - Los Ríos - Ecuador

2025

RESUMEN

En Ecuador, específicamente el Litoral ecuatoriano, tiene gran potencial de producir cítricos para satisfacer el consumo interno. El cambio climático tiene efectos beneficiosos para los cítricos, como una mayor tolerancia a las altas temperaturas a través de una mayor transpiración, lo que también puede aumentar el área de área fotosintética. La investigación tuvo como objetivo principal determinar el impacto del cambio climático en la postcosecha de cítricos. La elaboración del documento se llevó a cabo mediante una recopilación de información actualizada de artículos científicos y bibliotecas virtuales, enfocándose en un diseño no experimental. Las conclusiones expuestas indican que el cítrico es una fruta especialmente comercializada en postcosecha, ya que su calidad, durabilidad y mercadeo dependen de las condiciones climáticas; es preferible cosechar en clima seco para mantener la calidad del fruto, debido a que la humedad puede favorecer la aparición de mohos y otros patógenos perjudiciales; la postcosecha de cítricos produce desórdenes fisiológicos, como el "bufado del fruto", lesiones frío, degradación de la piel y manchas grises, favorecidas por condiciones de baja temperatura y baja humedad; las bajas temperaturas, puede causar varios daños en la postcosecha de cítricos, debido al impacto del cambio climático. Estos incluyen alteraciones en la cutícula de las frutas, como lesiones y grietas en las ceras epicuticulares y los cambios fisiológicos que pueden experimentar los cítricos durante el almacenamiento afectan su calidad y durabilidad, debido a su susceptibilidad a las bajas temperaturas, siendo un gran desafío para la conservación y comercialización de estos productos.

Palabras claves: calidad, humedad, lesiones, postcosecha, temperaturas.

SUMMARY

In Ecuador, specifically the Ecuadorian coast, there is great potential to produce citrus fruits to satisfy domestic consumption. Climate change has beneficial effects on citrus fruits, such as greater tolerance to high temperatures through increased transpiration, which can also increase the area of photosynthetic surface. The main objective of the research was to determine the impact of climate change on the post-harvest of citrus fruits. The document was prepared by compiling updated information from scientific articles and online libraries, focusing on a non-experimental design. The conclusions presented indicate that citrus fruits are especially marketed post-harvest, since their quality, durability, and marketing depend on climatic conditions. It is preferable to harvest in dry weather to maintain fruit quality, since humidity can promote the growth of molds and other harmful pathogens. Citrus postharvest causes physiological disorders such as fruit puffing, chilling lesions, skin degradation, and gray spots, all of which are favored by low temperatures and low humidity. Low temperatures can cause various types of damage in citrus postharvest due to the impact of climate change. These include alterations to the fruit cuticle, such as lesions and cracks in the epicuticular waxes. The physiological changes that citrus fruits can experience during storage affect their quality and durability due to their susceptibility to low temperatures, posing a major challenge to the preservation and marketing of these products.

Keywords: quality, humidity, lesions, postharvest, temperatures.

INDICE DE CONTENIDO

RESUMEN.....	II
SUMMARY	III
1.CONTEXTUALIZACIÓN.....	1
1.1. Introducción	1
1.2. Planteamiento del problema	3
1.3. Justificación	4
1.4. Objetivos.....	5
1.4.1. Objetivo general	5
1.4.2. Objetivos específicos.....	5
1.5. Líneas de investigación.....	5
2. DESARROLLO	6
2.1. Marco conceptual.....	6
2.1.1. Generalidades de los cítricos.....	6
2.1.2. Importancia de las condiciones climáticas en la postcosecha de los cítricos....	7
2.1.3. Desórdenes fisiológicos que se producen en la postcosecha de cítricos.....	10
2.1.4. Daños que causa el impacto del cambio climático, en la postcosecha de cítricos.	15
2.1.5. Tecnología en postcosecha	19
2.2. Marco metodológico	20
2.3. Resultados	21
2.4. Discusión de resultados	22
3.CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	24
3.1. Conclusiones	24
3.2. Recomendaciones	24
Las recomendaciones planteadas son:.....	24
4.REFERENCIAS Y ANEXOS	26
4.1. Referencias bibliográficas	26
4.2. Anexos.....	35

Índice de Figuras

Figura 1. Efecto en los cítricos por efecto de las condiciones climáticas (Serna, 2021).	35
Figura 2. Desordenes fisiológicos en los cítricos (Torres del Campo y Hernández 2014).	35

1. CONTEXTUALIZACIÓN

1.1. Introducción

El consumo global de cítricos ha experimentado un aumento significativo a mediados de la década de 1980. La productividad de los cultivos de naranjas, limones y mandarinas ha experimentado un crecimiento significativo, particularmente en los productos cítricos procesados, como resultado de las mejoras en los sistemas de transporte y en las técnicas de embalaje, las cuales han contribuido a la reducción de costos y al avance en la eficiencia productiva. A nivel global, aproximadamente 140 países están involucrados en la producción de cítricos, destacándose entre ellos España, China, México, India y Estados Unidos como los principales productores. En los países de Sudamérica, la producción global de cítricos alcanzó aproximadamente 120 millones de toneladas (Bobadilla, 2024).

En el Ecuador, particularmente en la región del Litoral ecuatoriano, existe un considerable potencial para la producción de cítricos destinada a satisfacer la demanda interna, gracias a las condiciones climáticas y edáficas favorables que se presentan en esta área. Asimismo, el país presenta un notable potencial para la producción de cítricos, especialmente en las áreas costeras, donde se cultivan 10 219 hectáreas en monocultivos de naranja, limón y mandarina, y 58,219 hectáreas en sistemas de cultivo asociado. The provinces with the highest levels of production are Manabí, Los Ríos, Bolívar, Guayas, Pichincha, and Tungurahua. Su desempeño se encuentra constantemente en riesgo debido a problemas fitosanitarios, incluyendo enfermedades, artrópodos y plagas, los cuales impactan la producción y/o la calidad (Torres, 2022).

Los desafíos asociados al cambio climático no se limitan exclusivamente a alteraciones en las condiciones ambientales; en cambio, se anticipa que tales cambios se intensificarán y que el margen para una respuesta efectiva se verá reducido con el tiempo. Además, se estima que para el año 2100, la población mundial alcanzará los 11 000 millones de individuos. Para afrontar estas complejas circunstancias, es imperativo que la humanidad eleve el nivel de sofisticación en la

producción agrícola con el fin de optimizar los rendimientos utilizando los recursos disponibles (Chaves, 2021).

La persistencia de adversidades climáticas en el sector de la producción de cítricos tiene un impacto negativo significativo en la productividad de los huertos, lo que a su vez contribuye al progresivo abandono de las plantaciones. Este fenómeno de variaciones en las magnitudes y distribuciones meteorológicas de las variables climáticas tradicionales, que abarcan la temperatura, precipitación, humedad, velocidad del viento y evaporación, inducirá alteraciones en los patrones fisiológicos de las plantas, lo que, a su vez, repercutirá en la productividad agrícola a nivel global (Rosales et al., 2020).

El cambio climático podría generar efectos positivos para los cultivos de cítricos, incluyendo una mayor tolerancia a las altas temperaturas a través de un incremento en la transpiración, lo que a su vez podría resultar en una expansión del área de superficie fotosintética. Sin embargo, también puede comprometer la integridad de la fruta durante los meses invernales, principalmente al disminuir las temperaturas, lo que podría favorecer la proliferación de plagas. Esta situación, en conjunto, tiene el potencial de disminuir tanto la capacidad de producción como la de exportación.

1.2. Planteamiento del problema

La mayoría de las especies de cítricos son susceptibles a las variaciones climáticas, particularmente a las temperaturas bajas, lo que provoca la manifestación de diversos síntomas de daño en la epidermis, denominados daños por frío (DF). Aunque estos síntomas no impactan la calidad interna del fruto, sí comprometen su calidad comercial (Pintos et al., 2022).

La principal manera en que el cambio climático impacta la producción agrícola es a través de la afectación de los cultivos, como resultado de las alteraciones bioclimáticas. Por un lado, la calidad de los cítricos se ve comprometida; el factor debilitante del frío es sustituido y exacerbado por plagas y elevadas temperaturas, lo que repercute negativamente en la producción y en las exportaciones. Los cítricos también experimentan pérdidas en la etapa postcosecha como resultado del mismo fenómeno.

1.3. Justificación

Los cítricos se cultivan en numerosos países a lo largo de una amplia región geográfica, y su creciente y dinámica tendencia de producción permite afirmar que son los frutales más ampliamente producidos a nivel mundial. Entre los países líderes en la producción de cítricos, destacan China, Brasil y Estados Unidos, siendo las naranjas, toronjas, limones y limas los cuatro grupos de cítricos de mayor relevancia económica (Chávez et al., 2023).

En la fase de postcosecha, diversos factores climáticos influyen en la calidad comercial y las propiedades fisicoquímicas de los cultivos, tales como la temperatura, la humedad relativa y la precipitación.

La temperatura debe ser óptima para facilitar una adecuada floración del fruto, lo cual contribuirá a la calidad de los frutos en la fase de postcosecha. Las temperaturas ideales promueven un equilibrio entre los azúcares y los ácidos, lo que da lugar a frutas con un nivel óptimo de acidez. Este fenómeno no solo mejora la calidad del fruto, sino que también disminuye la proliferación de Fito patógenos. La humedad relativa constituye un factor significativo, dado que contribuye a la jugosidad de los frutos, lo cual resulta en beneficios sustanciales para el productor. Asimismo, las precipitaciones adecuadas no generan inundaciones y, por ende, no se produce la proliferación de microorganismos.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Determinar el impacto del cambio climático en la postcosecha de cítricos.

1.4.2. Objetivos específicos

- Establecer la importancia de las condiciones climáticas en la postcosecha de los cítricos.
- Describir los desórdenes fisiológicos que se producen en la postcosecha de cítricos.
- Detallar los daños que causa el impacto del cambio climático, especialmente las bajas temperaturas, en la postcosecha de cítricos.

1.5. Líneas de investigación

La presente investigación está enfocada dentro de los dominios de la Universidad Técnica de Babahoyo de Recursos agropecuarios, ambiente, biodiversidad y biotecnología. En este contexto, específicamente se aborda en la línea Desarrollo agropecuario, agroindustrial sostenible y sustentable y en la Sublínea Mitigación y adaptación al cambio climático. El enfoque principal de este estudio se centra en el: “Impacto del cambio climático en la postcosecha de cítricos”.

2. DESARROLLO

2.1. Marco conceptual

2.1.1. Generalidades de los cítricos

Las especies de cítricos (*Citrus* spp.) se clasifican dentro del orden Geraniales, familia Rutaceae y subfamilia Aurantioideae, que actualmente abarcan 13 géneros y 43 especies. La mayoría de las especies cítricas son nativas de las áreas tropicales y subtropicales del sudeste asiático y del archipiélago malayo. Fueron introducidos en América durante el período de colonización llevado a cabo por los españoles y portugueses. Este cultivo presenta una producción global que supera los 124 millones de toneladas, siendo los principales países productores China, Brasil, India, Estados Unidos, España y México (Pérez, 2022).

Los cítricos se definen como una diversidad de frutas que pertenecen al género *Citrus*. Estas frutas han sido cultivadas durante más de 4000 años y sus múltiples especies tienen su origen en las áreas tropicales y subtropicales de Asia, así como en el archipiélago malayo. Desde estos lugares, se han dispersado a prácticamente todas las regiones del planeta (Yacomelo et al., 2020).

En la actualidad, estos cultivos constituyen los de mayor relevancia, alcanzando una producción que supera los 124 millones de toneladas y experimentando un crecimiento anual del 5.5% (Wong et al., 2020).

Los cítricos representan uno de los cultivos más prevalentes a nivel global, con un notable incremento en su producción desde la década de 1980, impulsado por la elevada demanda de producción y consumo de jugos cítricos. Este auge se atribuye a los múltiples beneficios asociados con su consumo para la salud, así como a las innovaciones implementadas en los sistemas de cultivo, conservación, transporte y empaquetado (Valencia y Duana, 2019).

La demanda y aceptación de estos frutos se fundamentan principalmente en su valor nutricional, sabor, aroma, así como en sus características estéticas y

fisicoquímicas. Se les considera como uno de los frutos más nutritivos debido a su balanceado contenido de agua, azúcares, ácidos, sales minerales, fibras y vitaminas, además de su alto contenido de vitaminas. Ecuador posee un potencial significativo para la producción de cítricos, que es el cultivo frutícola predominante. Este sector presenta una oportunidad atractiva tanto para los mercados internos como para los mercados de exportación (Gámez, 2023).

Los cultivos se localizan predominantemente en la región costera, abarcando aproximadamente 10 219 hectáreas dedicadas a monocultivos de naranja, limón y mandarina, así como 58 219 hectáreas en asociación, aprovechando las condiciones climáticas y edáficas propicias. Las variedades de cítricos como la naranja, la mandarina y la toronja experimentan la mayor demanda en el mercado, siendo la naranja y la mandarina las que registran los niveles de producción más elevados en comparación con otras especies de cítricos (Orrego et al., 2020).

La provincia de Manabí presenta la mayor concentración de cultivos de naranja, mandarina y limón. En la provincia de Guayas, los cultivos de limón, lima y naranja son predominantes, mientras que en la provincia de Los Ríos se observa una mayor presencia de cultivos de naranja y mandarina (Ramos et al., 2018).

Los mismos autores señalan que durante la etapa de postcosecha, las pérdidas en la producción pueden llegar a alcanzar hasta un 50%, lo que se atribuye a la gestión inadecuada de esta fase, la presencia de enfermedades ocasionadas por microorganismos patógenos, la maduración acelerada de los frutos, la ineficaz implementación de técnicas de conservación, así como a la manipulación inadecuada de los productos y al daño mecánico. Estos factores se ven exacerbados por la insuficiente infraestructura destinada a la recolección, el transporte y el almacenamiento, lo cual impide la optimización del aprovechamiento de la producción de cítricos (Ramos et al., 2018).

2.1.2. Importancia de las condiciones climáticas en la postcosecha de los cítricos.

Durante la fase de postcosecha, este proceso se encarga de preparar el

producto recolectado con el fin de reducir la temperatura del campo y eliminar las porciones no aptas para el consumo. Esta práctica se lleva a cabo con el objetivo de consolidar un volumen determinado que será enviado a la planta de procesamiento. La fase de postcosecha se inicia en el instante en que el producto es extraído del campo y se procede a su acondicionamiento para el traslado hacia un centro de almacenamiento (Monzón, 2022).

Los cítricos no exhiben un comportamiento climatérico; en consecuencia, si son recolectados en un estado de inmadurez, su sabor y nivel de dulzura se mantendrán constantemente a lo largo de las etapas de manejo postcosecha y durante el proceso de comercialización. El propósito de esta iniciativa es mejorar la presentación del producto y preservar su frescura y calidad, con el fin de aumentar su atractivo ante el consumidor (Bustamante, 2023).

En el contexto actual, la gestión postcosecha de los cítricos debe adaptarse a las exigencias de mercados que, de forma creciente, requieren productos de alta calidad que estén exentos de residuos de agroquímicos. En consecuencia, se vuelve imperativo implementar metodologías alternativas para el control de enfermedades postcosecha que no se basen en la utilización de fungicidas químicos sintéticos. Se requiere una revisión exhaustiva de los tratamientos térmicos más relevantes que, ya sea de forma independiente o en conjunción con otros enfoques de control, han sido objeto de evaluación en laboratorios de investigación a nivel global como estrategias potenciales para la gestión de podredumbres (Palou y Plaza, 2023).

En el transcurso de la última década, se han revisado los criterios relativos a la exportación dentro de la Unión Europea, con un énfasis particular en la disminución de residuos en los productos hortofrutales. Además, a mediados de este período se facilitó el acceso al mercado estadounidense. Si bien este mercado presenta potencial de mayores retornos económicos, requiere, como medida cuarentenaria, someter a los cítricos a temperaturas significativamente inferiores a las estipuladas por la Unión Europea (4-6° C). La sostenibilidad del sector depende de la exportación de frutas frescas (Almeida, 2024).

Por esta razón, aunque la apertura del mercado estadounidense se considera un acontecimiento significativo, la exposición de la fruta a temperaturas de 1°C durante un periodo de 20 días, según la especie, llevó al sector a adoptar un enfoque cauteloso respecto a la inserción de frutos en dicho mercado. Las temperaturas mencionadas inducen lo que se clasifica como daño por frío (DF), el cual se caracteriza por la aparición de manchas deprimidas y de tonalidad marrón en la cáscara coloreada (flavedo) durante el proceso de transporte. Aunque no impacta la calidad interna de la fruta, el deterioro del aspecto comercial (cosmético) resulta en pérdidas económicas, rechazos de la mercancía, así como en otros costos asociados a la reclasificación en el destino (Martínez et al., 2021).

A pesar de que los cítricos poseen una vida útil relativamente prolongada en comparación con otras frutas tropicales, durante la fase postcosecha son susceptibles a una variedad de factores que influyen en la respiración, maduración, producción de etileno, niveles de humedad y temperatura. Adicionalmente, diversas enfermedades pueden infectar los frutos antes, durante o después de la cosecha, lo que resulta en una disminución de la calidad nutricional, afecta su comercialización y provoca significativas pérdidas económicas (Martínez et al., 2020).

En términos generales, las infraestructuras de almacenamiento están vinculadas o integradas en centros de acopio o instalaciones destinadas a la preparación y empaquetado, aunque también es común la conservación a nivel de finca, ya sea de manera natural o mediante estructuras diseñadas específicamente para tal propósito. Incluso en los casos en que se emplean sistemas mecánicos para crear condiciones óptimas de temperatura y humedad relativa, la ubicación y el diseño de las instalaciones de almacenamiento desempeñan un papel crucial en la eficacia operativa y la eficiencia del sistema general. La preservación de la naranja está influenciada por la temperatura de almacenamiento, siendo 1-9°C la temperatura óptima para su conservación. En estas condiciones, se puede prolongar su durabilidad de 3 a 12 semanas (Yajahuanca, 2021).

Un análisis acerca de la evaluación postcosecha de naranjas almacenadas utilizando agentes de recubrimiento ha evidenciado que el recubrimiento número 1,

compuesto por CMC (3%), goma arábica (1%), glicerol (1%) y agua (95%), constituye una opción relevante a considerar en investigaciones futuras sobre el almacenamiento de naranjas, especialmente en condiciones de baja temperatura, lo que extiende la vida útil del producto tras la cosecha (Cusme et al., 2016).

2.1.3. Desórdenes fisiológicos que se producen en la postcosecha de cítricos.

Las pérdidas postcosecha constituyen un desafío significativo en la fruticultura a nivel global, estimándose que oscilan entre el 30% y el 50% de la producción total. Esta situación subraya la importancia de desarrollar estrategias efectivas para la conservación postcosecha de los productos frutales en el ámbito mundial (Rodríguez et al., 2019)

Para abordar la reducción de estas pérdidas, resulta esencial entender los factores fisiológicos que contribuyen al deterioro del fruto, así como estar al tanto de las tecnologías más apropiadas para retardar la senescencia y mantener la calidad del producto (Rey, 2017).

Los tratamientos convencionales para el manejo postcosecha de cítricos se fundamentan en la utilización de fungicidas químicos sintéticos, los cuales son rentables, de aplicación sencilla y presentan propiedades tanto preventivas como curativas frente a infecciones ya establecidas y emergentes (González, 2024).

Los tratamientos antifúngicos postcosecha que no son contaminantes y sirven como alternativa a los fungicidas convencionales se pueden clasificar según su naturaleza en métodos físicos, biológicos y de bajo riesgo. Sin embargo, el desarrollo de estas prácticas y tecnologías no peligrosas dirigidas a preservar la calidad de los frutos cítricos aporta un importante valor añadido a los productos, mejorando su potencial acceso a mercados lejanos. No obstante, es importante destacar que estas sustancias no contaminantes poseen baja toxicidad y exhiben principalmente actividad fungistática más que fungicida. En consecuencia, su eficacia y persistencia son inherentemente limitadas, lo que subraya que la eficacia de estos tratamientos depende de la interacción entre la fruta, los contaminantes y

las condiciones de almacenamiento (Martínez et al., 2022).

Los tratamientos físicos no generan residuos en los frutos objeto de tratamiento, incluyendo métodos como el curado, el uso de agua caliente, así como radiaciones ionizantes y no ionizantes, además de las atmósferas controladas (Robles, 2021).

Los tratamientos térmicos disminuyen la incidencia de podredumbre en cítricos mediante la conjunción de efectos directos sobre los patógenos y efectos indirectos sobre el fruto, además de aumentar la tolerancia al frío (De la Asunción-Romero et al., 2024).

El uso de aire caliente a temperaturas que oscilan entre 40° C y 60° C ha mostrado resultados prometedores en el control de patógenos, siendo eficaz en la disminución de las podredumbres verde y azul. Sin embargo, su aplicación a nivel comercial es limitada debido al alto costo asociado con el mantenimiento de grandes volúmenes de frutas a dicha temperatura (Palou, 2021).

Tanto las radiaciones ionizantes como las no ionizantes presentan un potencial significativo para la disminución de las enfermedades fúngicas en los cítricos. Las radiaciones ionizantes, incluyendo los rayos gamma, los rayos beta (electrones acelerados) y los rayos X, han sido evaluadas como un método para el control de la podredumbre causada por especies del género *Penicillium* en cítricos, debido a su efectividad contra la mosca mediterránea de la fruta. No obstante, estos tratamientos conllevan altos costos asociados a las instalaciones especiales requeridas (Palou, 2021).

Se ha evidenciado la eficacia de la espectroscopía y sus capacidades para detectar podredumbres en cítricos. Asimismo, se ha establecido la viabilidad del uso del infrarrojo como una alternativa no destructiva durante el período postcosecha. Adicionalmente, se ha determinado que la irradiación con luz ultravioleta a dosis bajas (2-8 kJ m⁻²) o con longitudes de onda cortas (UV-C, entre 100 y 280 nm) promueve la resistencia de la piel de los cítricos frente a diversas enfermedades postcosecha (Munera, 2021).

Las atmósferas controladas constituyen sistemas físicos que complementan el mantenimiento de la refrigeración. Estas permiten modificar la composición de los gases que rodean el producto, mientras que el enfriamiento disminuye la tasa metabólica del fruto, lo que retarda su senescencia. Adicionalmente, las atmósferas controladas generan una actividad fungistática que inhibe o retrasa el crecimiento de hongos patógenos (Álvarez et al., 2022).

Durante el proceso de maduración de la fruta, se genera etileno. La acumulación de este compuesto en el ambiente de almacenamiento de la fruta puede acelerar la maduración. Por lo tanto, mediante el control simultáneo de las concentraciones de O₂ (aproximadamente 2%) y CO₂ (inferior al 15%) también es posible gestionar la concentración de etileno. Sin embargo, se han identificado desventajas asociadas, tales como el desarrollo de olores y sabores indeseables, resultantes del metabolismo anaeróbico, así como alteraciones fisiológicas manifestadas en el oscurecimiento de la fruta (Marteau et al., 2023).

Entre las diversas atmósferas controladas, la conservación mediante refrigeración o a bajas temperaturas se posiciona como uno de los métodos más prevalentes para prolongar el período de comercialización de ciertas variedades de cítricos, así como para facilitar su transporte marítimo hacia destinos distantes (Robaina et al., 2021)

Sin embargo, para satisfacer las exigencias de cuarentena en naciones con restricciones sanitarias relativas a las moscas de los frutos, una de las principales desventajas asociadas a su uso es la aparición de alteraciones o manchas en la epidermis de los cítricos, lo cual repercute negativamente en la calidad comercial del producto (Moreira y Flor, 2022).

Los frutos pueden experimentar diversas alteraciones, las cuales se clasifican en aquellas atribuibles a factores de origen parasitario, como plagas o enfermedades, y aquellas de origen no parasitario, que emergen durante el proceso de cultivo, así como las alteraciones inherentes a la etapa de postcosecha. Entre estas dos categorías se pueden clasificar los trastornos fisiológicos, los daños ocasionados por fenómenos meteorológicos y los síntomas asociados a la

deficiencia de elementos minerales. Algunas de estas alteraciones se producen durante el desarrollo del fruto, mientras que otras son características de la fase de maduración. En determinadas circunstancias, dichos daños pueden desarrollarse durante la fase de crecimiento, aunque sus efectos se evidencian con mayor intensidad en la etapa de madurez (Moreno, 2023).

Una modalidad de esta tecnología es el almacenamiento a baja presión, el cual facilita la reducción de la concentración de gases. Se trata de una tecnología hermética que previene daños por congelación en los alimentos, así como alteraciones en la textura de las frutas. No obstante, es importante destacar que la implementación de dichas instalaciones conlleva altos costos (Moreira y Flor, 2022).

Las modificaciones fisiológicas en los frutos provocan la aparición de defectos agronómicos no deseados que disminuyen significativamente tanto su calidad externa como interna, lo que a su vez repercute en su valor comercial. La predominancia de estas alteraciones se encuentra asociada a desequilibrios hídricos en la planta, los cuales pueden ser inducidos por factores tales como la temperatura, la humedad relativa, la humedad del suelo, así como el régimen y la cantidad de precipitación (Bello, 2021).

Entre las alteraciones fisiológicas se presentan:

Picado de la piel o peel pitting

El fenómeno conocido como picado de la piel o "peel pitting" se caracteriza por la aparición de pequeñas zonas deprimidas, que presentan una variación de color que abarca desde tonalidades rojizas hasta negras. Este desbalance fisiológico se encuentra asociado a las condiciones de almacenamiento posterior a la cosecha, siendo las bajas temperaturas un factor identificado como responsable de su manifestación. La permeabilidad de la cutícula del fruto presenta un incremento desde el inicio del proceso de maduración, alcanzando su nivel más elevado durante el mes de enero, que coincide con la aparición de la alteración, la cual se inicia entre finales de diciembre y mediados de enero (Álvarez, 2017).

La utilización de un antitranspirante (pinoleno: di-1-p-menteno, 96% m). Asimismo, ha demostrado ser eficaz en la gestión de esta alteración. En esta circunstancia, es imperativo que el tratamiento se realice con antelación a las condiciones climáticas que propician el picado y el cambio de color en el fruto (Eustaquio, 2018)

Senescencia

La senescencia comienza a influir en las características internas y externas del fruto, alterando significativamente su valor comercial, una vez que el fruto ha finalizado su proceso de cambio de color. Las modificaciones en la corteza dan lugar a la manifestación de alteraciones que son indicativas del proceso de envejecimiento de dicha estructura. En este contexto, se puede afirmar que las mandarinas presentan una mayor sensibilidad en comparación con las naranjas. Esto es el resultado de la estructura intrínseca de la corteza, que presenta un menor grosor, así como cutículas y capas cerosas de cobertura con un espesor reducido en las primeras (Ferreruela, 2024).

Colapso de la piel o rind breakdown

La manifestación del colapso de la piel, conocido también como 'rind breakdown', se observa en el fruto maduro como una depresión en la epidermis. En dicha área afectada, las glándulas encargadas de la producción de aceites esenciales se prominentemente destacan (Gandarilla et al., 2020).

El tejido afectado, en sus etapas iniciales, exhibe una tonalidad tenue que evoluciona gradualmente hacia un matiz pardo-rojizo. A medida que la región impactada experimenta cambios en su tonalidad, también se observa un incremento en su área y modificaciones en su forma. Las células de la región afectada experimentan un proceso de muerte, lo que resulta en la necrosis de las manchas, las cuales adoptan una coloración oscura. Las variaciones abruptas en la humedad relativa durante el proceso de cambio de color del fruto constituyen un factor significativo (Gandarilla et al., 2020).

2.1.4. Daños que causa el impacto del cambio climático, en la postcosecha de cítricos.

2.1.4.1. Efectos sobre comportamiento fisiológico

En términos generales, los cítricos presentan una susceptibilidad significativa a los daños causados por temperaturas bajas cuando se almacenan a temperaturas inferiores a 10°C. Por consiguiente, se recomienda mantener su almacenamiento por encima de este umbral, así como implementar conjuntamente otros tratamientos postcosecha, tales como calentamiento intermitente, vapor y agua caliente, con el fin de mitigar los síntomas asociados con el daño por frío (Alomia et al., 2023).

Asimismo, las condiciones ambientales de bajas temperaturas generan un aumento en la permeabilidad de la cutícula del fruto, lo que resulta en una significativa pérdida de agua y ocasiona el colapso de las células epidérmicas y subepidérmicas. El examen mediante microscopía electrónica de barrido de la región afectada revela la presencia de áreas deprimidas prácticamente carentes de placas cerasas (Gonzalez et al., 2024).

Uno de los factores determinantes en la aparición de picazón en la piel es la predisposición genética. En el ámbito agrícola, esta alteración se manifiesta en un número restringido de variedades, destacándose particularmente las mandarinas híbridas y los pomelos. La conservación en cámaras frigoríficas de los frutos pertenecientes a especies y variedades susceptibles debe llevarse a cabo a temperaturas más moderadas (8-12°C) (Tullume, 2022).

La extensión del período de temperaturas bajas, junto con la frecuencia de vientos intensos y fríos, son variables climáticas que pueden influir en el desarrollo del pitting en frutos maduros de variedades susceptibles. La distribución de esta alteración presenta características irregulares, evidenciándose una considerable variabilidad tanto entre parcelas como entre los frutos de un mismo árbol (Bustamante, 2022).

El estado inicial de la senescencia se distingue por la manifestación de áreas amarillentas que experimentan una pérdida del color rojo característico de la variedad. Estas áreas se transforman en pequeñas fisuras de tono blanquecino, las cuales se desarrollan de manera característica en la región peri peduncular, dando lugar a la deshidratación y a la manifestación de manchas de color pardo-marrón (Sánchez et al., 2022).

En todas las parcelas estudiadas, los frutos que exhiben síntomas de mayor severidad de afección son aquellos localizados en la parte externa del árbol, orientados hacia el norte. En relación con el manejo de la alteración, se ha evidenciado que la aplicación de nitrato cálcico a una concentración del 2%, realizada antes del cambio de color del fruto, resulta efectiva en la mitigación de la alteración en la mandarina variedad Fortune (Bustamante, 2022).

El periodo de aplicación constituye el elemento más determinante, siendo el momento idóneo para lograr un efecto óptimo poco antes de la aparición del cambio de coloración en el fruto. La anticipación o postergación de la administración del producto implica una disminución en la efectividad del tratamiento. La efectividad del ácido giberélico puede ser mejorada mediante la alternancia con diversas sales minerales (Vullioud, 2023).

Del mismo modo, las condiciones climáticas ejercen una influencia significativa en el progreso de la alteración, siendo la temperatura y la humedad relativa variables fundamentales. La influencia de la temperatura es dual, puesto que, por un lado, las elevadas temperaturas intensifican la respiración de los tejidos y aceleran el proceso de senescencia, mientras que, por otro lado, favorecen la absorción de agua por los tejidos, lo que repercute directamente en la alteración (Sánchez et al., 2022).

Entre las sales con mayor eficacia se destacan el fosfato amónico, el nitrato amónico y el nitrato de calcio. Las propiedades internas de los frutos permanecen inalteradas ante la aplicación del ácido giberélico a las concentraciones especificadas. Como resultado del retraso en la recolección de los frutos, se observa una disminución en la brotación del año siguiente, lo que conlleva a una

reducción en el número de brotes florales y un aumento en el número de brotes vegetativos, lo que a su vez resulta en una disminución del número de frutos por árbol (Vullioud, 2023).

La capacidad de absorción de agua se ve influenciada por el estado de maduración de los tejidos, de tal manera que se incrementa conforme el fruto experimenta un cambio de color. Cuando el fruto comienza a experimentar un cambio en su color, la aplicación de ácido giberélico pospone su entrada en senescencia, brindando protección frente a las alteraciones en la corteza que generan dicho fenómeno (Sánchez et al., 2022).

Los vientos fríos y la escasez de agua son factores cruciales en el proceso de deterioro de la piel. Las fluctuaciones en la humedad relativa del ambiente son típicas de las zonas climáticas donde se lleva a cabo el cultivo de cítricos, resultando en variaciones diarias en el estado hídrico del cultivo y, en consecuencia, en el potencial osmótico del fruto. El injerto empleado también parece constituir un factor decisivo. Los portainjertos que proporcionan una mayor superficie de tráqueas en el pedúnculo del fruto facilitan la pérdida de agua, lo que a su vez conduce a un incremento en la cantidad de frutos afectados (Martínez y Müller 2023).

Los frutos generados a partir de árboles injertados en diferentes portainjertos no presentan variaciones en la permeabilidad de sus cutículas. Por consiguiente, las discrepancias observadas en la proporción de frutos afectados, según el portainjerto utilizado, podrían estar asociadas con la eficiencia del transporte de agua y el intercambio gaseoso con la atmósfera (Gambetta, 2010).

En relación a las condiciones postcosecha, dicha alteración se encuentra asociada a escenarios de baja humedad relativa y elevadas temperaturas. La circulación excesiva de aire entre los frutos puede constituir un factor crucial en la manifestación del colapso cutáneo, puesto que las corrientes aéreas propician una mayor deshidratación de la piel. La incidencia postcosecha del desorden a temperaturas que no provocan daño por congelación se presenta independientemente del momento de la cosecha; sin embargo, su magnitud

aumenta de manera cuantitativa a medida que avanza el proceso de maduración de la fruta (Huerta, 2007).

En el ámbito de la postcosecha, con el propósito de minimizar la pérdida de humedad, se sugiere disminuir el intervalo temporal entre la recolección y la aplicación de ceras. Durante el período de lavado, se aconseja limitar el cepillado excesivo con el objetivo de prevenir daños en la corteza y, en consecuencia, la pérdida de humedad en el fruto. Se sugiere enfriar la fruta a la mayor brevedad posible y almacenarla a temperaturas reducidas, minimizando al mismo tiempo la exposición al aire (Nucifora, 2022).

2.1.4.2. Efectos sobre plagas y enfermedades

Los tratamientos biológicos representan una alternativa prometedora, especialmente desarrollada en la última década, que implica la utilización controlada de microorganismos que antagonizan a los patógenos. Estos microorganismos se aplican sobre los frutos en forma de suspensiones acuosas, mediante inmersiones en baño. Los beneficios obtenidos han facilitado avances significativos en la investigación de microorganismos antagónicos como posibles agentes de control biológico (García et al., 2023).

Por último, se identifican los métodos químicos de bajo riesgo, categoría que incluye los aditivos alimentarios, los compuestos Gras, las sustancias que inducen resistencia y los compuestos de origen natural. Las sustancias orgánicas e inorgánicas de baja toxicidad se clasifican tanto como aditivos alimentarios como compuestos que se consideran Gras (Generally Recognized as Safe) (García et al., 2023).

Entre los materiales más comúnmente empleados se hallan las sales de ácido sórbico, bicarbonato de sodio, carbonato de sodio, silicato de sodio, carbonato de potasio, silicato de potasio y cloruro; estos compuestos han sido utilizados en diversos momentos del ciclo de cosecha, con un énfasis particular en la fase de postcosecha de la naranja. No obstante, es importante señalar que la utilización de estas sales conlleva ciertas limitaciones, tales como su actividad y

persistencia restringidas, el potencial riesgo de daño a las frutas y la carencia de un efecto preventivo efectivo (Moreira y Flor, 2022).

Por otro lado, los mismos autores indican que se identifican sustancias inductoras de resistencia que fomentan la respuesta protectora en frutas. Dependiendo de su naturaleza, estas sustancias pueden abarcar proteínas, glicoproteínas, polipéptidos, polisacáridos, compuestos lipídicos u otras categorías de sustancias. Además, ciertos reguladores del crecimiento, tales como el ácido salicílico, el ácido acetil salicílico, el ácido jasmónico, el bezotiadizol, el ácido dicloroisonicotínico y el ácido aminobutírico, han evidenciado su capacidad para inducir respuestas defensivas frente a enfermedades en cítricos durante la etapa postcosecha, particularmente contra las podredumbres azul y verde (Moreira y Flor, 2022).

2.1.5. Tecnología en postcosecha

El objetivo de la tecnología postcosecha es crear condiciones óptimas para el producto, que permitan su conservación en el más alto estado de calidad durante el mayor tiempo posible. La prolongación de la vida útil de los productos en estantería puede ser optimizada a través de diversas intervenciones, tales como el control de enfermedades postcosecha, la regulación de ambientes atmosféricos, la aplicación de tratamientos químicos, la utilización de ceras y la refrigeración. La refrigeración ha demostrado ser el método más eficaz para la conservación de frutas y verduras; los otros métodos presentan una eficiencia óptima únicamente cuando se utilizan en combinación con la refrigeración (Moreno, 2023).

Las ceras sintéticas reconocidas son aquellas de polietileno oxidado que se emplean en el recubrimiento de frutas. Estas ceras poseen las características de las ceras naturales, aunque han sido producidas de manera artificial, clasificándose como ceras polares emulsionables. La cera de polietileno oxidado que se genera a partir de la polimerización de grupos de etileno es, además, un polímero caracterizado por un bajo peso molecular (Tortosa, 2020).

El polietileno carece de propiedades emulsificantes, lo que indica que

presenta características no polares. Por lo tanto, es necesario someterlo a un proceso de oxidación para que adquiera polaridad. Los parámetros de caracterización incluyen el punto de fusión, que se sitúa entre 100 y 150 °C, así como el índice de acidez o valor de ácido. En el contexto de la Unión Europea, el polietileno con un índice de acidez inferior a 70 está autorizado para su uso en recubrimientos de frutas (Tortosa, 2020).

Los cítricos constituyeron uno de los cultivos en los cuales se aplicaron recubrimientos elaborados a partir de ceras. En épocas pasadas, las ceras empleadas eran de base disolvente (ceras solventes), las cuales son actualmente restringidas. A pesar de esto, se realizó la transición hacia ceras a base de agua (emulsiones de cera en agua), que fueron introducidas a nivel comercial por la división Decco de Pennwalt en la década de 1960 del siglo XX, aunque esta tecnología había sido conocida desde la década de 1920 (Quintanilla et al., 2022).

Las frutas son sometidas a un proceso de higienización en la línea de tratamiento con el objetivo de reducir al mínimo la presencia de suciedad y residuos en su superficie, tales como polvo, barro, esporas, plagas, melazas y restos de tratamientos químicos. Como consecuencia del proceso de lavado, las frutas pierden su cera natural, lo cual requiere una reposición adecuada; de lo contrario, esta desprovista de cera experimentaría una rápida deshidratación, lo que resultaría en una disminución de su valor comercial (Tortosa, 2020).

2.2. Marco metodológico

En la elaboración del presente documento se realizó una exhaustiva recopilación de información actualizada, abarcando artículos científicos, recursos en línea y bibliotecas virtuales, que ofrecen diversas perspectivas y conceptos de múltiples autores, lo que contribuyó al análisis del proceso de investigación actual. Se identificó la temática relevante relacionada con el impacto del cambio climático en la etapa de postcosecha de cítricos.

Considerando que el diseño de investigación empleado en este estudio no permite la manipulación arbitraria de variables y se limita a la observación de

eventos en el contexto del mundo real, de acuerdo con el avance de la investigación, dicho diseño se clasifica como no experimental.

La información fue objeto de análisis, síntesis y resumación con el propósito de identificar datos específicos relevantes para esta investigación; además, fue organizada en tres subcapítulos:

1. Hallazgos de autores que convergen en la relevancia del cambio climático en la etapa de postcosecha.
2. Alteraciones fisiológicas que ocurren en la etapa de postcosecha de los cítricos.
3. Los efectos adversos del cambio climático sobre la postcosecha, subrayando su importancia y las direcciones principales para su reconocimiento en los ámbitos académico y social por parte del lector.

2.3. Resultados

Las condiciones climáticas son fundamentales en la etapa de postcosecha de los cítricos, dado que afectan significativamente su calidad, vida útil y viabilidad en el mercado. Las temperaturas extremas, ya sean elevadas o reducidas, pueden comprometer la integridad del fruto; los cítricos son particularmente susceptibles a las temperaturas bajas, mientras que la recolección en condiciones de alta humedad puede incrementar el riesgo de enfermedades y deterioro.

Asimismo, la recolección en condiciones de sequedad es considerada más adecuada para preservar la calidad, dado que la humedad puede propiciar el desarrollo de mohos y otros agentes patógenos.

Los trastornos fisiológicos que ocurren durante la postcosecha de los cítricos abarcan el fenómeno conocido como 'bufado del fruto', que se caracteriza por la separación entre la cáscara y la pulpa del fruto a medida que avanza su proceso de maduración. Asimismo, se observan lesiones causadas por el frío (pitting), degradación cutánea y la aparición de manchas grisáceas en la piel, especialmente en limones y mandarinas, las cuales son favorecidas por condiciones de baja

temperatura y humedad reducida.

El efecto del cambio climático, en particular las temperaturas bajas, puede ocasionar diversos perjuicios en la etapa de postcosecha de los cítricos. Estos abarcan modificaciones en la cutícula de los frutos, tales como lesiones y fisuras en las ceras epicuticulares.

Los cítricos pueden sufrir alteraciones fisiológicas que impactan su calidad y vida útil durante el almacenamiento. La vulnerabilidad a las bajas temperaturas constituye un considerable reto para la conservación y comercialización de estos productos.

2.4. Discusión de resultados

Las variables climáticas tienen un impacto significativo en la etapa postcosecha de los cítricos, afectando aspectos fundamentales como calidad, perdurabilidad y potencial de comercialización. Las temperaturas extremas pueden comprometer la integridad de los frutos, y la recolección en condiciones de elevada humedad puede incrementar el riesgo de enfermedades y degradación (Bustamante, 2023).

Asimismo, la cosecha en condiciones de sequedad se considera preferible para preservar la calidad, dado que la humedad puede propiciar la proliferación de mohos y otros patógenos. Esto respalda las afirmaciones de Palou y Plaza (2023), quienes señalan que, en la actualidad, la postcosecha de cítricos debe ajustarse a las exigencias de mercados que demandan cada vez más productos de alta calidad libres de residuos de fitosanitarios.

El fenómeno 'bufado del fruto', el que se caracteriza por la separación entre la corteza y la pulpa del fruto en su maduración, es un desorden fisiológico relacionada con las condiciones de almacenamiento postcosecha. Esto ocasiona pérdidas postcosecha de entre 30 y 50% de la producción total, ya que es un desafío a nivel global en la conservación de la fruta postcosecha (Álvarez, 2017).

La influencia del cambio climático, particularmente en relación con las temperaturas reducidas, puede generar diversos perjuicios en la etapa postcosecha de los cítricos. Estos fenómenos incluyen modificaciones en la cutícula de los frutos, tales como lesiones y fisuras en las ceras epicuticulares, lo cual es respaldado por lo indicado por Alomia et al. (2023), que los cítricos presentan una susceptibilidad a daños por frío cuando se almacenan a temperaturas inferiores a 10° C.

Cítricos pueden tener alteraciones fisiológicas en calidad y vida durante el almacenamiento, y su vulnerabilidad a bajas temperaturas es un desafío para su conservación y comercialización. La higienización de la línea de tratamiento elimina contaminantes y residuos, lo que resulta en una reducción de cera natural y una disminución de valor comercial (Tortosa, 2020).

3. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

3.1. Conclusiones

Las conclusiones expuestas son:

- El cítrico se presenta como una fruta cuya comercialización postcosecha es de particular relevancia, dado que su calidad, durabilidad y éxito en el mercado están condicionados por las variables climáticas, ya que la humedad puede favorecer el desarrollo de mohos y otros patógenos dañinos.
- La postcosecha de los cítricos da lugar a alteraciones fisiológicas, tales como el “bufado del fruto”, daños por frío, deterioro de la epidermis y aparición de manchas grises, que son predisuestas por condiciones de baja temperatura y humedad relativa reducida.
- Las temperaturas extremadamente bajas pueden ocasionar diversos daños en la etapa postcosecha de los cítricos, como resultado de los efectos del cambio climático. Estos abarcan modificaciones en la cutícula de los frutos, tales como lesiones y fisuras en las ceras epicuticulares.

3.2. Recomendaciones

Las recomendaciones planteadas son:

- Fomentar la conciencia entre los productores de cítricos sobre la importancia de realizar la cosecha en condiciones climáticas adecuadas, buscando minimizar los efectos de deterioro que temperaturas inadecuadas producen en los frutos durante la postcosecha.
- Realizar investigaciones sobre los diversos trastornos fisiológicos que ocurren durante la postcosecha de cítricos, tales como el 'hinchamiento del fruto', lesiones ocasionadas por el frío, degradación de la cáscara y la aparición de manchas grises.

- Mitigar los daños en la postcosecha de los cítricos, ocasionados por el impacto del cambio climático, que se manifiestan como alteraciones en la cutícula de las frutas, así como lesiones y fisuras en las ceras epicuticulares.

4. REFERENCIAS Y ANEXOS

4.1. Referencias bibliográficas

Almeida Ortiz, C. (2024). Análisis de las relaciones diplomáticas entre la Unión Europea y Ecuador luego de la firma del Tratado Multipartes. Disponible en <https://repositorio.iaen.edu.ec/handle/24000/6613>

Alomia-Lucero, J., Purca-Alcocer, D., Castillo-Huayta, K., Pariona-Pampas, P., Estrada-Alcocer, C., & Rosales-Loayza, S. (2023). Efecto de las heridas en la infección de frutas de *Citrus sinensis* var. valencia por *Penicillium digitatum* (Pers.) Sacc. *Revista Investigación Agraria*, 5(2), 30-41. <https://revistas.unheval.edu.pe/index.php/reina/article/view/1914>

Álvarez Armenta, R. (2017). Tratamientos precosecha con reguladores del crecimiento para retardar senescencia en frutos de limón mexicano almacenados en refrigeración. <http://colposdigital.colpos.mx:8080/jspui/handle/10521/1671>

Álvarez, M. V., Palou, L., Taberner, V., Souza, R. F. L., & Pérez-Gago, M. B. (2022). Aceites esenciales y extractos naturales de plantas como ingredientes antifúngicos de recubrimientos comestibles a base de pectina para controlar la podredumbre verde y mantener la calidad postcosecha de naranjas 'Valencia'. In *XIII Congreso Nacional y XI Ibérico de Maduración y Postcosecha* (pp. 247-250). Universidad de Zaragoza. <https://redivia.gva.es/handle/20.500.11939/8275>

Bello, L. C. (2021). *Efecto del ácido giberélico sobre la coloración de la cáscara de lima Tahití en Jayanca, Perú* (Master's thesis, Pontificia Universidad Católica de Chile (Chile)). <https://www.proquest.com/openview/105e38f0619926c4a06095e6945c5f84/1?pq-origsite=gscholar&cbl=2026366&diss=y>

Bobadilla Vega, P. J. (2024). Alternativas para el mejoramiento de producción agrícola en los cultivos de cítricos (Bachelor's thesis, BABAHOYO: UTB, 2024). <https://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/15915/E-UTB-FACIAG->

AGRON-000098.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Bustamante Criollo, V. (2023). Modelo logístico del manejo de postcosecha de limón meyer *Citrus meyerii* en la Provincia del Carchi, Cantón Bolívar, en la Comunidad de Pueblo Nuevo. <https://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/13959/2/03%20EIA%20585%20TRABAJO%20GRADO.pdf>

Bustamante, A. P. (2022). Alternativas para la disminución del uso de agroquímicos en el control de malezas en cultivos hortícolas en el Alto Valle de Río Negro y Neuquén. <https://rdi.uncoma.edu.ar/handle/uncomaid/16906>

Chaves, J. P. (2021). Biotecnología vegetal: mejoramiento de cultivos ante el cambio climático. *Investiga. TEC*, 14(42), 3-5. https://revistas.tec.ac.cr/index.php/investiga_tec/article/view/5985/5716

Chávez Caicedo, C. J., Castro Olaya, J. R., Celi Soto, A. del C. y Chirinos Torres, D. T. (2023). Técnicas de manejo de enfermedades postcosecha en frutos de cítricos. *La Técnica*, 13(1), 9-17. DOI: <https://doi.org/10.33936/latecnica.v13i1.5179>

Cusme, R. K. L., Gallo, F. W. M., Cedeño, Á. D. J. P., García, M. A. M., & Villavicencio, C. M. M. (2016). Evaluación postcosecha de naranjas almacenadas con agentes de recubrimiento. *Revista Espamciencia*, 7(1), 59-65. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9138712>

De la Asunción-Romero, R., Elizondo, N. J., & Herrera, I. M. (2024). Efectos del estrés abiótico aplicado en postcosecha sobre la acumulación de compuestos bioactivos. *Agronomía Mesoamericana*, 60233-60233. <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/agromeso/article/view/60233>

Eustaquio, A. B. (2018). Comportamiento de variedades de vid resistentes a enfermedades fúngicas en la comarca del Somontano Behavior of fungal-resistant grapevine varieties in the Somontano región. <https://n9.cl/bcwsx>

Ferreruela Montanel, V. (2024). Combinación de tratamientos pre-cosecha con efectos antifúngicos en naranjo. <https://dspace.umh.es/handle/11000/33087>

Gambetta Romaso, M. G. (2010). *Control endógeno y exógeno de la maduración externa de los frutos cítricos* (Doctoral dissertation, Universitat Politècnica de València). <https://riunet.upv.es/handle/10251/7584>

Gámez, A. I. S. (2023). *Analysis of the Rules of Origin in the Partial Scope Agreement Between Ecuador and Guatemala: Impact on the Development of Bilateral Trade and the Advantages of Standards of Preferential Origin* (No. 11133). EasyChair. https://easychair.org/publications/preprint_download/3WGz

Gandarilla-Pacheco, F. L., Torres-Caraballo, S., de Luna-Santillana, E. J., Quintero-Zapata, I., & Arroyo-González, N. (2020). Efecto inhibitorio de aceites esenciales en el crecimiento micelial de *Penicillium digitatum* (pers.) sacc. aislado de naranja dulce (*Citrus sinensis osbeck*). *Agrociencia*, 54(2), 209-225. <https://www.agrociencia-colpos.org/index.php/agrociencia/article/view/1902>

García-Mateos, M. D. R., Corrales-García, J., Cornejo-Vivar, T., & Hernández-Ramos, L. (2023). Recubrimiento biodegradable antifúngico a base de quitosano y aceite esencial de cítricos para la conservación de papaya (*Carica papaya* L.) en postcosecha. *CienciaUAT*, 17(2), 165-180. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-78582023000100165&script=sci_arttext

González Nieto, L., Cabrefiga, J., Carbó, J., Àvila, G., Torres, E., Lordan, J., & BONANY, J. (2024). Morfología y fisiología de las lenticelas del manzano y su vinculación con diferentes problemáticas a nivel fisiológico y patológico. *Phytoma España*, 2024, 362, Octubre, 18-26. <https://repositori.irta.cat/handle/20.500.12327/3424>

González Tenza, G. (2024). Aplicación precosecha de benzoato de sodio y sorbato potásico para el control de podredumbre y mejora de la calidad en limón. <https://dspace.umh.es/handle/11000/32661>

Huerta Conde, J. A. (2007). *Uso de temperaturas moduladas como opción para reducir el daño por frío durante el almacenamiento poscosecha de naranja variedad valencia (Citrus sinensis L. Osbeck)* (Doctoral dissertation, Universidad Veracruzana. Instituto de Ciencias Básicas. Región. Xalapa). <https://cdigital.uv.mx/server/api/core/bitstreams/b0e67123-c8b8-402e-840a-073dd0e4558d/content>

Marteau, S. A., Gaillard, M. C., Graiver, N. G., & Perego, L. H. (2023). Conservación de Frutas Postcosecha en Argentina. Procesos, Métodos y Tecnologías. <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/234857>

Martínez Quijón, F. I., & Müller Mora, C. A. (2023). El impacto del cambio climático en el uso de los suelos agrícolas de la comuna de Parral en el periodo 2002-2022. <http://repobib.ubiobio.cl/jspui/handle/123456789/4229>

Martínez, M., Carrasco Piaggio, M., Alvarez, S., Lessa Echeverriarza, P., Brum Ocaso, J., & Carvajales Goyetche, L. S. (2021). Informe final del proyecto: Estrategias para la mitigación del daño por frío durante el transporte refrigerado de frutos cítricos. Disponible en https://dspace-ti.anii.org.uy/jspui/bitstream/123456789/336/1/FMV_1_2017_1_135612_informe_final_publicable.pdf

Martínez-Blay, V., Pérez-Gago, M. B., & Palou, L. (2020). Desarrollo de un nuevo recubrimiento comestible antifúngico para los cítricos. *Alimentaria. Revista de tecnología e higiene de los alimentos*, (517), 22-24. <https://redivia.gva.es/handle/20.500.11939/7421>

Martínez-Blay, V., Quintanilla, P., Pérez-Gago, M. B., & Palou, L. (2022). Recubrimientos comestibles formulados con sales GRAS para controlar la antracnosis y mantener la calidad de frutos cítricos frigoconservados. In *XIII Congreso Nacional y XI Ibérico de Maduración y Postcosecha* (pp. 349-352). Universidad de Zaragoza. <https://redivia.gva.es/handle/20.500.11939/8276>

Monzón Hernández, Y. (2022). Diseño preliminar de una mini-industria para la

conservación de hortalizas en el municipio Unión de Reyes.
<https://rein.umcc.cu/handle/123456789/1945>

Moreira, J. L. R., & Flor, F. G. I. (2022). Alternativas de conservación de los cítricos postcosecha. *Revista Pertinencia Académica*. ISSN 2588-1019, 6(3), 1-18.
<https://revistas.utb.edu.ec/index.php/rpa/article/view/2349>

Moreno Leal, M. (2023). *Análisis de la influencia de factores precosecha y postcosecha en las alteraciones abióticas de la corteza de la mandarina Tango (Citrus reticulata)* (Doctoral dissertation, Universitat Politècnica de València).
<https://riunet.upv.es/handle/10251/195633>

Moreno, H. I. Z. (2023). *Una alternativa de conservación de productos hortofrutícolas* (Doctoral dissertation, UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO).
<https://ru.dgb.unam.mx/bitstream/20.500.14330/TES01000836413/3/0836413.pdf>

Munera Picazo, S. M. (2021). *Application of hyperspectral imaging combined with chemometrics for the non-destructive evaluation of the quality of fruit in postharvest* (Doctoral dissertation, Universitat Politècnica de València).
<https://riunet.upv.es/handle/10251/125954>

Nucifora, M. V. (2022). *Recubrimientos comestibles para prolongar la vida útil de arándanos* (Doctoral dissertation, Universidad de Belgrano-Facultad de Ciencias Exactas y Naturales-Licenciatura en Ciencias Químicas).
<https://repositorio.ub.edu.ar/handle/123456789/9677>

Orrego, C., Salgado, N., & Diaz, M. (2020). Productividad y competitividad frutícola andina. https://www.fontagro.org/new/uploads/productos/16111_-_Producto_9.pdf

Palou, L. (2021). Sales GRAS (aditivos alimentarios) para el control de enfermedades de postcosecha de cítricos. In *V Simposio Nacional Investigación y Desarrollo Tecnológico en Citrus*. Facultad de agronomía, Universidad de la República de Uruguay. <https://redivia.gva.es/handle/20.500.11939/8109>

Palou, L., & Plaza, P. (2023). Tratamientos con calor para el control de enfermedades de postcosecha de cítricos. *Todo Citrus (España)*, (31). Disponible en

<https://agris.fao.org/search/en/providers/122599/records/6472444553aa8c89630409f2>

Pérez Ruiz, F. T. (2022). Eficacia de tres insecticidas biológicos para el control del Psílido asiático de los cítricos (*Diaphorina citri*, Kuwayama) en plantaciones de cítricos, en dos localidades del departamento de Masaya, Nicaragua (Doctoral dissertation, Universidad Nacional Agraria). <https://repositorio.una.edu.ni/4494/2/tnh10p438i.pdf>

Pintos, P., Lado, J., Luque, E., Moltini, A. I., Gambetta, G., Salvo, M., & Arruabarrena, A. (2022). Aplicación de bajas temperaturas en la postcosecha de los frutos cítricos: factores involucrados en la tolerancia al daño por frío. <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/13917/1/SAD-794-Lado-J.-et-al..pdf>

Quintanilla, P., Álvarez, M. V., Taberner, V., Pérez-Gago, M. B., & Palou, L. (2022). Recubrimientos comestibles formulados con pectina y compuestos antifúngicos naturales para reducir la podredumbre verde y las pérdidas de calidad en naranjas' Valencia Late'frigoconservadas. *Phytoma España*, (341), 51-58. <https://redivia.gva.es/handle/20.500.11939/8334>

Ramos-García, Margarita de Lorena; Romero-Bastida, Claudia; Bautista-Baños, Silvia. (2018). Almidón modificado: Propiedades y usos como recubrimientos comestibles para la conservación de frutas y hortalizas frescas. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*, vol. 19, núm. 1. Asociación Iberoamericana de Tecnología Postcosecha, S.C., México. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81355612003>

Rey Robaina, F. A. (2017). Relación entre los carotenoides y la susceptibilidad a los daños por frío durante la conservación postcosecha de frutos cítricos. <https://redi.anii.org.uy/jspui/handle/20.500.12381/180>

Robaina, F. R., García, L. Z., & Esteve, M. J. R. (2021). *Carotenoides y tocoferoles en frutos cítricos: implicación en la tolerancia a los daños por frío durante la conservación refrigerada*. Universidad de Valencia. <https://webges.uv.es/public/uvEntreuWeb/tesis/tesis-1879727-K99PMA6143FBLH7F.pdf>

Robles Valderrama, N. R. F. (2021). *Daño por frío y vida de anaquel del aguacate criollo refrigerado* (Doctoral dissertation, Universidad Autónoma Chapingo). <https://repositorio.chapingo.edu.mx/handle/20.500.12098/1106>

Rodríguez-Guzmán, C. A., González-Estrada, R. R., Bautista-Baños, S., & Gutiérrez-Martínez, P. (2019). Efecto del quitosano en el control de *Alternaria* sp. en plantas de jitomate en invernadero. TIP. Revista especializada en ciencias químico-biológicas, 22. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1405-888X2019000100101&script=sci_arttext

Rosales Martínez, Verónica, Francisco Rubio, Alexander, Casanova Pérez, Lorena, Fraire Cordero, Silvia, Flota Bañuelos, Carolina, & Galicia Galicia, Francisco. (2020). Percepción de citricultores ante el efecto del cambio climático en Campeche. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 11(4), 727-740. Epub 13 de septiembre de 2021. <https://doi.org/10.29312/remexca.v11i4.1898>

Sánchez, J. M. S., Fradique, E. P. O., & Murillo, C. L. F. Giseth Andrea Gutierrez Rodríguez (2022). *Generalidades del cultivo Cymbidium* Primera edición, Corporación Unificada Nacional. https://www.researchgate.net/profile/Nicolas-Albarracin/publication/377805377_Generalidades_del_cultivo_del_Cymbidium/links/6712a2a024a01038d0f1fb63/Generalidades-del-cultivo-del-Cymbidium.pdf

Serna Escolano, V. (2021). *Tratamientos pre-cosecha y post-cosecha con elicitores para la mejora de la calidad en limón ecológico*. <https://dspace.umh.es/handle/11000/28950>

Torres Villavicencio, L. A. (2022). *Principales métodos de control fitosanitario para el hongo Alternaria Alternata en los cultivos de cítricos en el Ecuador* (Bachelor's

thesis, BABAHOYO: UTB, 2022).
<https://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/13146/E-UTB-FACIAG-ING%20AGRON-000423.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Torres del Campo, C., Hernández, O. (2014). Desórdenes Fisiológicos: Biomarcadores para estimar el riesgo de aparición en postcosecha de manzanas.
https://pomaceas.usalca.cl/wp-content/uploads/2016/06/Boletin_N14_4.pdf

Tortosa Martínez, S. (2020). *Caracterización y evaluación de la calidad de las aguas de vertido de lavadoras industriales de fruta en centrales cítricas del arco mediterráneo español* (Doctoral dissertation, Universitat Politècnica de València).
<https://riunet.upv.es/handle/10251/134614>

Tullume Pejerrey, W. A. (2022). Diseño de Cámaras Frigoríficas para el Centro de Entrenamiento de Operaciones Especiales (CEOES) de la Marina de Guerra del Perú en la Estación de San Lorenzo, Callao, Lima.
<https://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/10968>

Valencia Sandoval, K., & Duana Avila, D. (2019). Los cítricos en México: análisis de eficiencia técnica. *Análisis económico*, 34(87), 269-283.
https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2448-66552019000300269&script=sci_arttext

Vullioud, M. B. (2023). Efecto del 1-metilciclopropeno en el proceso de estrés oxidativo y en el desarrollo de escaldadura superficial asociado a condiciones de bajas temperaturas en frutos de pera. <http://170.210.83.59/handle/uncomaid/17502>

Wong-Paz, J. E., Aguilar-Zárate, P., Veana, F., & Muñiz-Márquez, D. B. (2020). Impacto de las tecnologías de extracción verdes para la obtención de compuestos bioactivos de los residuos de frutos cítricos. *TIP Revista Especializada en Ciencias Químico-Biológicas*, 23(1), 1-11. <https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=97428>

Yacomelo Hernández, M., Arias Bonilla, H., Martínez, M. (2020). Manual técnico

para la producción de cítricos en la región de la Depresión Momposina.
<https://editorial.agrosavia.co/index.php/publicaciones/catalog/book/52>

Yajahuanca Peña, E. (2021). Efecto del empleo de conservantes químicos para cítricos en el tiempo de conservación post cosecha de la naranja Valencia (*Citrus sinensis* "Valencia"). <https://tesis.unsm.edu.pe/handle/11458/4367>

4.2. Anexos



Figura 1. Efecto en los cítricos por efecto de las condiciones climáticas (Serna, 2021).



Figura 2. Desordenes fisiológicos en los cítricos (Torres del Campo y Hernández 2014).