



INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE ÁLAMO TEMAPACHE

TITULACIÓN

TESIS PROFESIONAL

Efecto del tratamiento hidrotérmico en naranja tardía (*Citrus sinensis*) de la región de Álamo Temapache

PARA OBTENER EL TÍTULO DE

Ingeniera en Industrias Alimentarias

PRESENTA

Viviana Victoria Espinoza Sánchez

DIRECTOR DE TESIS

Alejandro Cruz Hernández

CO- DIRECTOR DE TESIS

Pascual Hernández Bautista

Xoyotitla, Álamo Temapache, Ver.

Mayo, 2024

DEDICATORIA

A Dios por sostenerme y guiar mi camino aún en los momentos más difíciles no me dejó sola y me dió fortaleza para seguir adelante.

A mi misma por todo el esfuerzo, dedicación y trabajo duro que realizaste para llegar hasta aquí, por no rendirte y alentar a los demás a perseguir sus sueños y por tomar las mejores decisiones para encaminar tu vida.

Con gratitud infinita dedico esta tesis a mis padres que siempre han tratado de darme lo mejor de ellos y todo lo que han podido, el trabajo duro de mi padre y el tiempo que me ha cuidado mi madre no habría llegado hasta aquí sin ellos, los amo profundamente.

Una parte importante de mi vida son mis hermanos y hermana, sin ellos no estaría completa esta dedicatoria, han sido un gran apoyo para mi, alegran mis días y la vida es más divertida cuando estoy con ellos.

A mi pareja Juan José le dedico este trabajo y agradezco que seas parte de mi vida, por ser mi motivación, apoyo, por tenerme paciencia y ser comprensivo este final es sólo un comienzo para muchos sueños que construiremos juntos. Te amo.

A mi sobrina Evelyn espero que cuando leas este trabajo sepas que eres una niña muy inteligente, fuerte, valiente y que puedes lograr cualquier meta que te propongas, no te rindas y no te canses de luchar por lo que quieres. Esta tesis te la dedico con todo mi amor.

AGRADECIMIENTOS

A mis padres por darme una vida maravillosa en la que me inculcaron la importancia del estudio y el trabajo duro.

A mi pareja Juan José por todo el apoyo incondicional que me ha dado, por enseñarme a ser una mejor persona.

A mi familia que me han regalado palabras de aliento para seguir adelante y que siempre han estado ahí.

A mis amigos y compañeros de equipo en la escuela Ma. Isabel Argüelles, Adilene Licon, Aldo Simel Hdz., Niroz Peraza por su gran trabajo y colaboración fueron una parte importante de mis logros, valoro su amistad y gracias a ustedes el tiempo en la escuela fue divertido.

A M.B. Alejandro Cruz Hernández gracias por aportarme tantos conocimientos y ser un excelente asesor de tesis, por todo su apoyo y por permitirme avanzar en mi carrera académica.

A Irving German Espinoza Hernández por invitarme a cursar esta carrera y apoyarme en la escuela.

A mi Jefe de carrera M.C. Pascual Hernández del Depto. Ingeniería en Industrias Alimentarias por todo su apoyo, por integrarme como becaria para la tesis, por creer en mí y alentarme a ser mejor estudiante.

Al ITSAT por forjar mi educación y por brindarme las mejores oportunidades para seguirme preparando.

Y por último agradezco al Consejo Veracruzano de Investigación Ciencia y Desarrollo Tecnológico (COVEICYDET), por integrarme al rubro de estudiantes becados al proyecto “Creación del Centro de Desarrollo Tecnológico de Productos Postcosecha y Subproductos de Veracruz” con clave CJ AR 052/2022.

"Debemos usar el tiempo sabiamente y darnos cuenta de que siempre es el momento oportuno para hacer las cosas bien"
Nelson Mandela

RESUMEN

El comercio de cítricos frescos es la base de la citricultura mexicana y, debido a su importancia económica, se le debe dar una alta prioridad. Sin embargo, la mayor pérdida de frutos es debido a la infesta de plagas que ocasionan enfermedades y bajo rendimiento que impide el comercio nacional e internacional. Por ello, resulta un llamado a establecer protocolos para mitigarlas mediante algunas técnicas, como el tratamiento hidrotérmico, que es una técnica sencilla y práctica. Por lo tanto, en este estudio se tomaron ejemplares de naranjas de la variedad tardía (*Citrus sinensis*) de la comunidad de Álamo Temapache, y se realizaron tratamientos a diferentes temperaturas (46, 57 y 65°C) y con las variaciones de tiempo de 65, 70 y 75 minutos. Además, se caracterizaron mediante pruebas organolépticas, como textura, colorimetría, la producción de etileno, pH, grados Brix y acidez titulable. El ensayo que mostró mejoría en la primera parte de este análisis, fue el tratamiento a 46°C donde se observaron mejores resultados con respecto al control en los parámetros de firmeza y producción de etileno.

Posteriormente se replicó el estudio a mayor escala utilizando solamente la temperatura de 46°C y las variables de tiempo de 65, 70 y 75 min donde el tratamiento a 46°C y 65 min obtuvo 3.19 en pH, 9.6 grados Brix, 1.7 gL⁻¹ de ácido cítrico, 6.4 Newtons de firmeza, 1.1 ppm en la producción de etileno, un promedio en luminosidad de 53.98% los valores de a* se ubicaron en el círculo cromático del color verde al igual que los valores de b*.

Palabras clave: tratamiento hidrotérmico, pruebas organolépticas, plagas, naranjas

ABSTRACT

The fresh citrus trade is the basis of Mexican citrus farming and, due to its economic importance, it should be given a high priority. However, the greatest loss of fruits is due to the infestation of pests that cause diseases and low yields that impede national and international trade. Therefore, there is a call to establish protocols to mitigate them through some techniques, such as hydrothermal treatment, which is a simple and practical technique. Therefore, in this study, specimens of oranges of the late variety (*Citrus sinensis*) from the Álamo Temapache community were taken, and treatments were carried out at different temperatures (46, 57 and 65°C) and with time variations of 65, 70 and 75 minutes. In addition, they were characterized through organoleptic tests, such as texture, colorimetry, ethylene production, pH, degrees Brix and titratable acidity. The test that showed improvement in the first part of this analysis was the treatment at 46 °C where better results were observed with respect to the control in the parameters of firmness and ethylene production.

Subsequently, the study was replicated on a larger scale using only the temperature of 46°C and the time variables of 65,70 and 75 min where the treatment at 46°C and 65 min obtained 3.19 in pH, 9.6 degrees Brix, 1. 7 gL-1 of citric acid, 6.4 Newtons of firmness, 1.1 ppm in ethylene production, an average luminosity of 53.98%, the a* values were located on the green color wheel as were the b* values.

Keywords: hydrothermal treatment, organoleptic tests, pests, oranges

ÍNDICE

CAPITULO 1 INTRODUCCIÓN	10
1.1-ANTECEDENTES.....	11
1.1.1 Producción mundial de la naranja.....	11
1.1.2 Producción mexicana de cítricos	11
1.1.3 Zonas	11
1.1.4 Variedades de cítricos	14
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	15
1.3 JUSTIFICACIÓN	16
1.4 HIPOTESIS	17
1.5 OBJETIVOS	17
CAPITULO 2.-MARCO TEÓRICO	17
2.1 La naranja	18
2.2. Descripción botánica	18
2.3. Variedades	19
2.4. Propiedades nutricionales y composición.....	19
2.5. Cambios bioquímicos durante la maduración.....	20
2.6. Maduración	21
2.7 Manejo postcosecha de la naranja	21
2.8 Métodos físicos de postcosecha	21
2.9 Tratamiento hidrotérmico	22
CAPITULO 3 ESTADO DEL ARTE	25
CAPÍTULO 4. METODOLOGIA	27
4.1 Recolección de muestras.....	27
4.2 Lavado y desinfección	27
4.3 Almacenamiento.....	27
4.4 Diseño experimental.....	27
4.5 Tratamiento hidrotérmico	28
4.6 Enfriamiento de las muestras.....	29
4.7 Producción de etileno	29
4.8 Firmeza	29
4.9 Colorimetría.....	30
4.10 pH	31
4.11 Grados Brix.....	31

4.13 Evaluación de los ensayos realizados para elegir el tratamiento que posteriormente se llevará a cabo en otra escala	32
4.14. Inmersión en agua caliente.....	33
4.15. Enfriamiento de las muestras.....	33
4.16. Análisis Físico-químicos	33
4.17 Textura.....	34
CAPÍTULO 5 ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	35
5.1 Determinación de los Grados Brix.....	35
5.2 Determinación del pH.....	36
5.3 Determinación de la firmeza.....	37
5.4 Determinación de la Producción de Etileno	39
5.5 Determinación de Acidez titulable	40
5.6 Colorimetría.....	42
5.7. Selección del modelo experimental para evaluarlo a escala	42
5.8 Determinación de producción de etileno	42
5.9 Determinación de la acidez titulable.....	43
5.10. Determinación de pH.....	44
5.11 Determinación de Grados Brix	45
5.12 Determinación de Firmeza.....	46
5.13 Determinación de colorimetría	50
CAPITULO 6. CONCLUSIONES.....	51
Bibliografía.....	52

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Países con mayor producción de naranja en 2022. Fuente:FAO	11
Tabla 2 Distribución de la producción de naranja por entidad federativa. Fuente: SIAP 2022	13
Tabla 3 Composición nutricional de las naranjas por 100g de porción comestible. Fuente:www.infoalimentación.com.....	20
Tabla 4 Diseño experimental del tratamiento hidrotérmico aplicado en naranja tardía	28
Tabla 5 Segundo diseño experimental del estudio.....	32
Tabla 6 ANOVA Grados Brix	35
Tabla 7. ANOVA pH.....	37
Tabla 8. ANOVA Firmeza.....	38
Tabla 9. ANOVA Producción de etileno.....	40
Tabla 10. ANOVA Acidez titulable	41
Tabla 11. Efectos de la inmersión en agua caliente sobre los atributos de color de la naranja tardía	42
Tabla 12. ANOVA Producción de etileno.....	42
Tabla 13. ANOVA Acidez titulable	43
Tabla 14. ANOVA pH.....	44
Tabla 15. ANOVA Grados Brix	45
Tabla 16. ANOVA Firmeza.....	46
Tabla 17. Firmeza en naranjas tardías tratadas a 46°C por 65, 70 y 75 min.....	48
Tabla 18. Efectos de la inmersión en agua caliente en naranjas tardías tratadas.....	50

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de distribución de producción de cítricos por estado 2021(toneladas).Fuente:SIAP 2021	12
Figura 2. Tratamiento Hidrotérmico.....	28
Figura 3. Penetrómetro manual.....	30
Figura 4. Colorimetría en naranjas.....	31
Figura 5. Tina hidrotérmica	33
Figura 6. Medición de textura en naranjas tratadas	34
Figura 7. Efecto de la inmersión en agua caliente en los grados Brix.	36
Figura 8. Efecto de la inmersión en agua caliente en pH.....	37
Figura 9. Efecto de la inmersión en agua caliente en firmeza	39
Figura 10. Efecto de la inmersión en agua caliente en la producción de etileno	40
Figura 11. Efecto de la inmersión en agua caliente en la acidez titulable	41
Figura 12. Efecto de la inmersión en agua caliente a 46°C durante 65,70 y 75 minutos en la producción de etileno.....	43
Figura 13. Efecto de la inmersión en agua caliente a 46°C durante 65, 70 y 75 min en la acidez titulable	44
Figura 14. Efectos de la inmersión en agua caliente a 46°C durante 65,70 y 75 min en el pH	45
Figura 15. Efecto de la inmersión en agua caliente a 46°C durante 65,70 y 75 min en los Grados Brix.....	46
Figura 16. Efecto de la inmersión en agua caliente a 46°C durante 65,70 y 75 min en la firmeza	47
Figura 17. Gráfica de Firmeza en naranjas tratadas a 46°C por 70 min obtenida en el texturometro.....	49
Figura 18. Gráfica de Firmeza en naranjas tratadas a 46°C por 75 min obtenida en el texturometro.....	49
Figura 19. Gráfica de Firmeza en naranjas tardías sin tratar.....	50

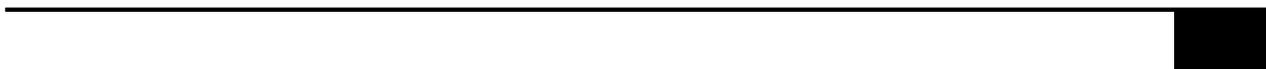
CAPITULO I. INTRODUCCIÓN

A nivel nacional se produjeron 5,022,909 toneladas de cítricos de los cuales se exportaron 53 mil 047 toneladas convirtiéndose en uno de los principales productores a nivel mundial (INEGI, 2022), siendo la producción de cítricos de gran importancia para el sector económico del país. Tan solo en Veracruz es el que produce más toneladas, siendo el municipio más importante Álamo Temapache, con más del 50% de producción. A pesar de ser la actividad económica más importante para el Estado de Veracruz, surgen problemáticas que mitigan la producción y calidad del fruto, debido a problemas de plagas y enfermedades causadas por factores externos, como una baja prevalencia de lluvias.

Para ello, se ha mitigado con ayuda de metodologías, como el control mediante agentes químicos. El control biológico, sin embargo, no es suficiente y suele llevar restos de estos productos. Por otro lado, el tratamiento hidrotérmico ha dado excelentes resultados en frutos como el mango, plátano y los cítricos para erradicar la infestación larvaria. Este tratamiento se basa en un sumergimiento de las frutas en agua caliente a ciertas temperaturas generando estrés térmico, resultado eficaz para controlar la infestación de plagas (Anaya, 2015).

(Mendez, 2007) encontró efectivo este método en naranjas a una temperatura de 46°C en 84.8 minutos para eliminar la plaga de *Diptera:Tephritidae*; de igual modo (Sosa, 2005) realizó un estudio en mangos de la variedad Tommy, en el que se obtuvieron resultados satisfactorios en la eliminación de la plaga de *Anastrepha obliqua* mediante la aplicación de un tratamiento hidrotérmico a 46°C durante un lapso de tiempo entre 104-110 minutos; por otra parte, Berton (2021), logró mitigar la infestación de *Diptera:Tephritidae* en calabazas utilizando la inmersión en agua caliente durante 20 minutos en temperaturas de 48°C.

De acuerdo a las evidencias del tratamiento hidrotérmico en la calidad de los frutos, se estableció en esta investigación el análisis de la influencia de parámetros de calidad a diferentes temperaturas y tiempos de exposición en naranjas tardías de la Ciudad de Álamo Temapache. Ver.



1.1-ANTECEDENTES

1.1.1 Producción mundial de la naranja

El cultivo de cítricos es una actividad global que se da en climas tropicales y subtropicales, siendo los del Hemisferio los mayores productores, con el 70 a 80% de producción (Maya, 2017). La producción de cítricos, se valoran como las frutas más importantes en términos de interés comercial para la producción internacional (SENASICA, 2022). Siendo la naranja la principalmente especie que más se cultiva sumando aproximadamente dos tercios del total de la producción de cítricos seguida por las mandarinas, limones y toronjas (FAO, 2022).

Según datos de la (FAO, 2022) los principales países productores fueron Brasil, India, China, México y Egipto (Tabla 1).

Tabla 1. Países con mayor producción de naranja en 2022.

PAISES PRODUCTORES DE NARANJA	TONELADAS
Brasil	16,929,631
India	10,198,000
China	7,600,000
México	4,850,084
Egipto	3,392,819

(FAO, 2022)

1.1.2 Producción mexicana de cítricos

De acuerdo a datos reportados por el (SIAP, Avance agrícola: SIAP, 2022) de México en total se sembraron 589.800 hectáreas de cítricos como naranjas, limones y toronjas, en la mayor parte de esta superficie se ha cultivado naranja por lo que ha sido el cítrico con mayor volumen de producción en el territorio mexicano. La mayor parte de este cultivo se destina al consumo propio en la república mexicana ya que los cítricos forman parte de la dieta principal de la población (Maya, 2017).

1.1.3 Zonas

En la Figura 1 se muestra el cultivo de naranja se desarrolla en 28 entidades federativas de acuerdo con las estadísticas del SIAP en el año 2021. Estas entidades se ordenan de mayor a

menor en la Tabla 2 según la producción que obtuvieron en la campaña 2021-2022 en los datos del SIAP.



Figura 1. Mapa de distribución de producción de cítricos por estado 2021 (SIAP 2021)

Tabla 2 Distribución de la producción de naranja por entidad federativa 2021,2022 (toneladas)

ENTIDAD FEDERATIVA	2021	2022
Veracruz	1,964,438	1,861,230
Tamaulipas	637,892	735,414
San Luis Potosí	228,866	221,778
Puebla	190,402	187,775
Sonora	146,049	147,776
Nuevo León	207,191	139,438
Hidalgo	65,628	64,610
Tabasco	41,716	55,674
Yucatán	35,254	38,158
Baja California Sur	36,056	36,029
Oaxaca	34,742	34,416
Sinaloa	14,124	11,924
Quintana Roo	10,370	8,135
Jalisco	4,681	5,405
Morelos	4,848	4,880
Campeche	9,167	4,173
Guerrero	4,361	3,908
Colima	3,094	3,031
Baja California	2,576	2,577
Chiapas	1,963	1,991
Michoacán	2,351	1,793
México	9	21
Nayarit	13	0

(SIAP, 2022)

Según datos de (SADER, 2016) Veracruz ocupa el primer lugar en el país en producción de naranjas, con más de dos mil toneladas, y cuatro de cada diez pesos comercializados provienen de la venta de este cítrico. Además de ser líder en producción de pomelo, cabe destacar que el valor de producción de sus 26 localidades productoras roza los 329 millones de pesos.

En julio de 2022, la superficie de plantaciones de naranjos alcanzó las 348.072 hectáreas, lo que supone 427 personas (0,1%) más respecto al mes correspondiente del año pasado (347.645 personas). El estado de Veracruz ocupa el 49.0% (170,681 hectáreas) del área de plantaciones del país, seguido de Tamaulipas con el 9.9% (34,350 hectáreas) y San Luis Potosí con el 9.4% (32,863 hectáreas) y Puebla con el 3.009. 77,5% de la superficie total de

cítricos del país (SEDARPA, 2022). Y las zonas productoras de cítricos más importantes en Veracruz se encuentran en el norte y se dividen en tres (Hernández, 2022):

Zona 1: Destacan los municipios de Álamo (27.000 hectáreas de producción), Tihuatlán (8.900 hectáreas) y Tuxpan (3.600). (SIAP, Avance agrícola: SIAP, 2022). De acuerdo a las cifras reportadas a nivel nacional, Álamo es la ciudad con mayor importancia en cuanto a superficie y los volúmenes de producción de naranja (Sánchez, 2013).

Zona 2: Abarca los municipios de Gutiérrez Zamora, Papantla y Tecolutla donde la producción de cítricos incluye a la naranja, toronja y limón (SIAP, Avance agrícola: SIAP, 2022).

Zona 3: Destacan los municipios de Misantla y Martínez de la Torre donde se producen mandarinas, naranjas y limones persas.

1.1.4 Variedades de cítricos

Citrus sinensis (L.) Osbeck: Se refiere a una variedad de recolección tardía capaz de mantener la fruta madura en el árbol en buen estado a lo largo de mucho tiempo prolongando sus cualidades organolépticas (Agusti, 2003).

Citrus aurantium L.: Esta planta es originaria de Asia, entre sus características puede llegar a los 9 metros de altura y los 6 metros de ancho. Normalmente este árbol utiliza apomixis e insectos en la polinización de sus flores blancas con unidades reproductivas hermafroditas. Otra de sus características son sus hojas perennes y perfumadas (Chile, 2020).

Citrus lemon (L.) Burm.f.: Este árbol tiene ramas medianas, espinosas, con hojas ovadas y delgadas de láminas cortas, pecíolos ligeramente alados. Caracterizada por flores en racimos variables, con pétalos blancos en la parte superior y morados en el otro lado. Estambres unos 30, fruto mediano, ovalado (Aguilar, 2021).

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El municipio de Álamo Temapache es el mayor productor de naranja en el estado de Veracruz, donde su principal fuente económica es en la venta a las industrias procesadoras de jugo concentrado, sin embargo, el precio llega a variar dependiendo la producción, y ha oscilado de 800 a 3500 MNX por tonelelada, lo que representa ingresos bajos. Otro punto importante es la prevalencia de Anastrepa Ludens, conocida como la mosca de la fruta, esta plaga ocasiona la caída, que el fruto tenga huevesillos en el interior y por lo tanto, al pasar los controles de calidad al momento de la exportacion, es rechazada, por lo que, significan pérdidas económicas importantes. A pesar del uso de alternativas en el control de plagas, algunas frutas resultan contaminadas.

Es por ello que este estudio pretende dar una alternativa de propuesta postcosecha a través del tratamiento hidrotérmico para mitigar los principales daños ocasionados en la producción de naranja.

1.3 JUSTIFICACIÓN

En la búsqueda de soluciones para controlar el efecto de la infestación de plagas y enfermedades en los frutos (tratamientos postcosecha) se encontró un método físico (tratamiento hidrotérmico). Este tratamiento consta de que las frutas son introducidas en agua caliente utilizando variaciones de temperaturas y tiempos, que se establecen conforme al objetivo del tratamiento, el cultivo y el grado de madurez. Se usa principalmente para frenar enfermedades fungosas y erradicar la existencia de larvas vivas de las moscas (*Anastrepha ludens*) en cítricos que se comercializan en fresco (Mulkay, 2021). Para la aplicación de tratamientos térmicos se ha utilizado de manera efectiva el agua, ya que este medio presenta una alta tasa de transmisión de calor, que permite optimizar el tiempo y la energía que se requiere para que la fruta llegue a la temperatura establecida y de esta manera regular el control efectivo de cualquier patógeno existente.

1.4 HIPOTESIS

El efecto del tratamiento hidrotérmico en naranja tardía (*Citrus sinensis*) de la región de Álamo Temapache provocará cambios significativos en la calidad final de los frutos.

1.5 OBJETIVOS

General:

Evaluar la influencia de parámetros de calidad a diferentes temperaturas y tiempos de exposición en naranjas tardías de la Ciudad de Álamo Temapache. Ver.

Específicos:

- ❖ Establecer el diseño experimental para los tratamientos hidrotérmicos en las naranjas *Citrus sinensis*.
- ❖ Determinar el comportamiento de parámetros como; etileno, color y textura de los ensayos del tratamiento hidrotérmico.
- ❖ Determinar el comportamiento de parámetros como; pH, grados Brix y acidez titulable de los ensayos del tratamiento hidrotérmico.
- ❖ Determinar las variables de tiempo y temperatura en las que se obtienen mejores resultados con el tratamiento hidrotérmico.

CAPITULO II. MARCO TEÓRICO

2.1 La naranja

Esta fruta proviene del árbol de naranjo dulce, este árbol es perteneciente a la familia de las rutáceas y al género *Citrus*. Las naranjas, conocidas también como hespérides, se caracterizan por la cualidad de que su pulpa se integra por cuantiosas vesículas que contienen jugo. Tienen un color anaranjado, (gracias a eso tienen su nombre), pero también existen algunas especies que mantienen el color verde hasta que maduran. Su sabor puede variar con sensaciones de amargura hasta el sabor dulce (SIAP, Monografía. *Citrus sinensis*, 2020).

2.2. Descripción botánica

El naranjo (*Citrus sinensis*) es una planta erguida con hojas perennes de tamaño mediano que pueden alcanzar una altura de seis a diez metros. Se compone de madera dura y delgadas de color verde a marrón grisáceo (Miranda, 2020).

Las raíces se encuentran a una profundidad de un metro del suelo y tienen una raíz fusiforme que se extiende alrededor de unos metros abajo del área terrestre. La raíz principal la constituye la raíz primaria y esta crece hacia abajo. De ahí se desarrollan dos tipos de raíces laterales secundarias: raíces adventicias y raíces finas fibrosas. Las raíces secundarias se encuentran en grandes cantidades y no se distribuyen normalmente. En cada ramificación las raíces son menores, siendo el diámetro de las más pequeñas menor a 0,5 cm (Miranda, 2020).

Las hojas se caracterizan por ser perennes y de aspecto simple, aun así, son hojas compuestas imparipinnadas, determinada por la articulación entre el limbo y el peciolo. Están caracterizadas por dos puntos de abscisión: entre el peciolo y el tallo y entre el limbo y el peciolo.

En cuanto al fruto, es una flor de color naranja que varía en tamaño y color según la especie y variedad. Su forma puede ser ovalada, en forma de pera, plana o no esférica. La corteza es gruesa, sin grietas, su superficie exterior es más o menos lisa o rugosa, y su color depende en gran medida de la temperatura a la que se formó (Ancillo, 2014):

El exocarpo o también llamado flavedo, vulgarmente llamada cáscara o corteza de la naranja, formada por una epidermis e hipodermis de color verde y naranja cuando está madura. Esta

parte está compuesta de pequeñas vesículas que contienen aceites esenciales, que se utilizan principalmente para realizar perfumes y aromatizantes. Por otra parte, el Mesocarpio o albedo, es esponjoso y de color blanco.

El endocarpio, conocido como pulpa, es la región más interna y está constituida por gajos. En esta parte de la naranja es donde se encuentran los diferentes ácidos orgánicos (como la vitamina C), los azúcares y el agua que aporta esta fruta (Ancillo, 2014).

2.3. Variedades

En México, se cultivan las variedades; son la valencia, la nave y la navelina. La naranja valencia o valenciana se produce en mayo, es jugosa y dulce, por lo que su producción se va a la producción de jugo. La navel, su periodo de cosecha es de febrero y solo se usa para el consumo en fresco. Por su parte, la navelina sirve para la producción de jugos y consumirlo en fresco (SIAP, Reporte especial 'Naranja', 2016).

2.4. Propiedades nutricionales y composición

La composición de la naranja es de 9.35 g/100 g de azúcares, vitaminas (Vitamina C, de 45-60 mg/100 g, provitamina A, vitamina B₁ y vitamina B₂. (Nutrición, 2020), además, contiene Minerales (potasio y calcio, hierro y magnesio) en pequeñas cantidades. Ácido fólico de 30-40 mg/100g. En la Tabla 3, se puede observar la composición con las concentraciones de la naranja.

Tabla 3. Composición nutricional de las naranjas por 100g de porción comestible

NARANJA	
Propiedades nutricionales	Cantidad
Energía (kcal)	42
Proteína (g)	0,8
Hidratos de carbono (g)	8,6
Fibra (g)	2
Calcio (mg)	36
Hierro (mg)	0,3
Yodo (µg)	2
Magnesio (mg)	12
Zinc (mg)	0,18
Sodio (mg)	3
Potasio (mg)	200
Fosforo (mg)	28
Selenio (µg)	1
Tiamina (mg)	0,1
Riboflavina (mg)	0,03
Eq. de niacina (mg)	0,3
Vitamina B ₆	0,06
Vitamina A (µg)	40
Folato (µg)	37
Vitamina C (mg)	50

(Infoalimentación.com)

2.5. Cambios bioquímicos durante la maduración

Los procesos bioquímicos se llevan mediante la producción de CO₂, el cual funciona como un indicador de la oxidación, que participan en el hidrolisis del almidono, que después se convierten en azúcares, así dando un dulzor al producto (CONAFRUT, 1985). Además, durante la maduración, existen pérdidas de ácidos orgánicos, azúcares, clorofila. (Lizana, 1980). La producción de ésteres volátiles, estas aportan el aroma característico de la naranja. La polimerización de taninos (fenoles) de bajo peso molecular a moléculas de alto peso molecular, insolubles en el jugo celular (lo que trae como consecuencia la desaparición de la astringencia de la fruta).

2.6. Maduración

El proceso de la maduración de la naranja se da en el árbol, mediante las etapas que continuación se describen.

Maduración Organoléptica: se lleva a cabo en fases finales del crecimiento y desarrollo anterior de la senescencia y se visibiliza en los cambios de composición, textura, color y algunas propiedades sensoriales de las frutas. Se refiere a las condiciones de la fruta apta para el consumo.

Madurez de Cosecha u Hortícola: Se refiere al estado de desarrollo de los frutos en el que se encuentran listas para una finalidad determinada mientras que la madurez Fisiológica: es el estado del desarrollo en que la planta o parte de ella puede continuar su ontogenia aún separada de ella en la cosecha (Ontivero, 2022).

2.7 Manejo postcosecha de la naranja

En el transcurso de los procesos en la postcosecha de naranjas, normalmente hay pérdidas físicas y económicas. Entre las causas de las pérdidas físicas se encuentran las operaciones de desprendimiento, recepción y clasificación, en cuanto a las económicas radican en costos imprevistos en la cadena de producción. Además, se registran pérdidas por temporada, en acopios, por método de transporte y durante el traslado. (Pérez, 2020) Debido a esto se han desarrollado diversas estrategias para evitar el menor daño en las frutas. En los métodos biológicos podemos encontrar biofungicidas sustituyendo algunos métodos químicos como los fungicidas. También existen métodos físicos como el recubrimiento con ceras, la refrigeración y los tratamientos que incluyen altas temperaturas.

2.8 Métodos físicos de postcosecha

Los principales tratamientos físicos que pueden utilizarse en combinación o solos, se aplican principalmente en el control de enfermedades o para otros fines como la conservación de frutas, entre ellos se encuentran los tratamientos antifúngicos físicos directos y complementarios.

Los tratamientos con los que se han analizado hasta nuestros días para controlar las enfermedades postcosecha se utilizan principalmente para el consumo de cítricos en fresco. (Palou, 2007).

2.9 Tratamiento hidrotérmico

Desde 1960 se ha empleado la inmersión en agua caliente como parte de un tratamiento fitosanitario. Dicho tratamiento ha dado buenos resultados, puesto que el agua caliente ha demostrado ser mejor conductor del calor que el aire, mientras esté circulando apropiadamente por medio del producto. El tratamiento hidrotérmico se utiliza principalmente en frutos hospedantes de la mosca de la fruta (Infoagronomo, 2022).

Los tratamientos hidrotérmicos aceleran la muerte de los insectos por acción del calor, dañando el sistema nervioso al desestabilizar los fosfolípidos de la membrana celular. Es conocido por otro lado, que las altas temperaturas provocan la desnaturalización de las proteínas.

El sistema de tratamiento hidrotérmico está obligado a poseer la cualidad de calentar el agua y un control termostático automático que permita controlar la temperatura que se requiere el tiempo que dure el tratamiento. Además debe garantizar que las temperaturas sean uniformes completamente en el fruto empleado en el tratamiento.

Mayormente los tratamientos de inmersión son del sistema tipo Batch. (Noguera, 2020) Las cajas con los frutos se ponen en una canasta, esta se mueve a través de una grúa, que baja sumergiéndose en las tinas de agua caliente en el que la fruta continua el tiempo establecido. Luego las canastas ascienden, de nuevo. Algunos sistemas también pueden incluir un interruptor de solenoide, sensor o dispositivo similar que se desconecta cuando una canasta se retira de la tina de tratamiento, o un dispositivo de bloqueo que no permite extraer los frutos hasta el término del tratamiento (SENASICA, Colegio de Postgraduados, 2016).

Las frutas se colocan inmersos, individualmente o en cestas de plástico, que se encuentran en un riel transportador, produciendo movimientos lentos de un lado de la tina de agua caliente al otro. Este sistema tiene el inconveniente de que necesita más espacio que el sistema canasta, y debido al movimiento constante, incluye el riesgo de que la fruta sufra algún daño.

El sistema de circulación de agua ayuda a estandarizar la temperatura del agua en la tina para poder alcanzar la temperatura del tratamiento, impidiendo la creación de bloques fríos de agua.

La tina debe disponer de un adecuado sistema de calefacción y un control automático de termostato que eviten los cambios bruscos de temperatura en el transcurso del tratamiento. En las pruebas preliminares es necesario evaluar y determinar los límites de temperatura. Los valores de temperatura de la tina de tratamiento hidrotérmico deberán estar por debajo de los límites previamente establecidos para cada tratamiento y deberán mantenerse durante el tiempo establecido.

El pedal activador del sensor se encarga de activar el sensor de temperatura para indicar la inmersión de la canasta en el agua caliente. La ubicación del pedal se puede encontrar en el límite superior o inferior del agua dentro de la tina de tratamiento hidrotérmico.

“El sensor de temperatura debe ser de platino (100-ohm), capaz de detectar cambios mínimos de temperatura (sensores RTD) (Resistance Temperature Detectors, por sus siglas en inglés), de amplia estabilidad, sensibilidad y exactitud” (SENASICA, Colegio de Postgraduados, 2016).

El tamaño de la canasta será de acuerdo al tamaño de la tina o tanque. El equipo se caracteriza por emplear material inoxidable que podrá resistir altas temperaturas y que tendrá la capacidad de soportar la carga de la fruta y además deberá tener un perfecto agarre a la grúa o polipasto

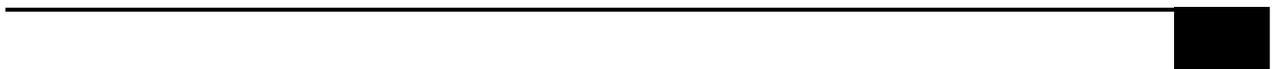
Sistema de Carga (Grúa o Polipasto) debe ser automático y manejable por un operador, este sistema se encarga de mover la carga de las canastas hacia la tina.

CAPITULO III. ESTADO DEL ARTE

Varios autores han reportado el uso del tratamiento hidrotérmico para tener un mejor manejo postcosecha de las frutas para su posterior comercialización como fruta fresca.

Fruta	Condiciones del tratamiento	Resultado de la actividad	Referencias
Naranja	50°C por 8 min	Se redujo el tiempo de pelado en las naranjas tratadas a 1 min 14 s mientras que el control reportó un tiempo de 4 min y 1 s. Además, los valores de sólidos solubles totales y acidez titulable no tuvieron influencia por el tratamiento hidrotérmico.	(Arrudal, 2008)
Naranja	46°C por 20,40,60 y 80 min	Se redujo la mortalidad de larvas de <i>Anastrepha ludens</i> en las frutas tratadas	(Pitta, 2022) (Soares, 2007)
Plátano	40°C, 44°C, 48°C, 52°C y 56°C por 4, 8, 12 y 15 min	El ensayo a 52°C a partir de ocho minutos de inmersión, redujo significativamente la antracnosis AUSPC en frutos tratados hasta en un 81,6%, además, retrasó la maduración de los frutos.	(Silva, 2018)
Toronja	48°C por 6, 130 y 180 min	El ensayo a 48°C por 130 min redujo significativamente la infestación de <i>Anastrepha ludens</i> comparado a los demás tratamientos y el control. También se obtuvieron buenos resultados en los parámetros de firmeza y acidez titulable.	(Soto, 2018)

Fresas	35°C y 45°C por 5 y 10 min	Aumentaron los sólidos solubles totales, aumentó la tasa de respiración, pero retuvieron mejor la capacidad antioxidante las fresas tratadas a 45°C por 10 min.	(Oluwafemi, 2016)
--------	----------------------------	---	-------------------



CAPÍTULO IV METODOLOGIA

4.1 Recolección de muestras

Las naranjas tardías fueron recolectadas en la comunidad de Otatal en una huerta perteneciente al municipio de Álamo Temapache. Se tomaron los frutos maduros de manera aleatoria y fueron llevadas al Centro de Desarrollo Tecnológico de productos postcosecha y subproductos de Veracruz en el Instituto Tecnológico Superior de Álamo Temapache.

4.2 Lavado y desinfección

Es fundamental llevar a cabo el lavado y desinfección ya que en este paso se eliminan contaminantes físicos como el lodo y también contaminantes biológicos como los microorganismos patógenos. Para realizar este procedimiento las naranjas se lavaron con agua purificada en una solución de NaClO a 200 ppm en tiempo variables de 1 a 5 minutos según la metodología de Bello (Bello F. , 2015) posteriormente se midieron y se enumeraron según su tamaño.

4.3 Almacenamiento

Las naranjas son cítricos clasificados dentro de los frutos no climatéricos para evitar algún tipo de daño por frío o por el ambiente en sus características organolépticas o en su maduración se almacenaron por 24 hrs en una cámara frigorífica de la marca Torrey a una temperatura de 20°C.

4.4 Diseño experimental

Se utilizó un diseño experimental de bloques al azar (Tabla 1) donde se realizaron 9 tratamientos en los que se probaron 3 temperaturas de 45°C, 57°C y 65°C en 3 diferentes tiempos de 65 min, 70 min y 75 min y se analizaron con respecto al control.



Tabla 4. Diseño experimental del tratamiento hidrotérmico aplicado en naranja tardía

TRATAMIENTO	TEMPERATURA	TIEMPO
T1-65	46°C	65 min
T1_70	46°C	70 min
T1_75	46°C	75 min
T2_65	57°C	65 min
T2_70	57°C	70 min
T2_75	57°C	75 min
T3_65	65°C	65 min
T3_70	65°C	70 min
T3_75	65°C	75 min

4.5 Tratamiento hidrotérmico

En este estudio se realizó según la metodología de Soares (Mendes, 2007), donde se utilizó un baño calefactor de la marca Grant (Fig. 2) con las siguientes especificaciones TYPE JB2(L) Ser No 650321004 y un termómetro de mercurio para realizarlo se utilizaron 4 naranjas en cada corrida.



Figura 2. Tratamiento Hidrotérmico

4.6 Enfriamiento de las muestras

Las frutas así como los demás seres vivos dentro de sus mecanismos de defensa tienen HSPs (Heat Shock Proteins) que funcionan en respuesta al estrés de las condiciones de temperatura (Contreras, s.f.) en el estudio después de cada tratamiento se sumergieron las naranjas por 20 minutos en agua a 20°C y posteriormente se almacenaron 24 hrs en una cámara frigorífica a 20°C.

4.7 Producción de etileno

Según Carvajal “El etileno es responsable de la síntesis de enzimas involucradas en cambios físicos, químicos y metabólicos en los tejidos vegetales, los cuales tienen una importante influencia en las características del sabor, el color y la firmeza del fruto”. (Lara, 2021) Es un parámetro muy importante para la valoración de las frutas que posteriormente tendrán una comercialización. Para llevar a cabo este análisis se introdujeron 4 naranjas en una bolsa de polietileno por 40 minutos y se utilizó un contador digital de partículas de etileno de la marca BIOCONSERVACION.

4.8 Firmeza

La firmeza es uno de los criterios que más se utilizan para determinar el grado de madurez y la calidad de un fruto; se analizaron las muestras después de cada tratamiento se midió la textura con un penetrómetro manual de una marca china modelo GY-1 N/S.- 360666255 en 3 puntos de las naranjas. (Fig. 3)



Figura 3. Penetrómetro manual

4.9 Colorimetría

Para evaluar la colorimetría de la corteza de la naranja en 3 puntos que posteriormente se marcaron con una cinta se utilizó un colorímetro digital de la marca Konica Minolta (Fig. 4) y para interpretar los resultados se empleó la escala CIELAB donde L nos indica la luminosidad, los valores negativos corresponden al color verde y los valores positivos nos indican el color naranja a rojo.



Figura 4. Colorimetría en naranjas

4.10 pH

El pH es un factor intrínseco de los alimentos que afecta su deterioro y por lo tanto su vida útil al medirlo cuantitativamente podemos identificar la acidez o basicidad de un fruto.

Para realizar la toma de muestra de PH se rebanaron las naranjas de cada tratamiento y se hicieron jugo se vertieron 20 ml en un vaso de precipitado y se utilizó un PH-metro de la marca OHAUS Corporation, Modelo: a-AB23PH S/N: C233623865 se calibró y se leyó el resultado.

4.11 Grados Brix

Dentro de los criterios que influyen para medir la calidad de las frutas se utilizan los grados Brix que miden los sólidos solubles y en este caso la cantidad de azúcares.

Para determinar el grado de dulzura se tomó una muestra de jugo de naranja con una micropipeta y se usó un refractómetro digital de la marca ATAGO, Modelo: COM-23-IC-02648P se calibró con agua purificada y posteriormente se colocó la muestra de jugo de naranja en el cuarzo y se leyeron los valores.

4.12 Acidez titulable

La medición de la acidez titulable evalúa la cantidad de ácidos orgánicos en una sustancia lo que podríamos traducir en este estudio a la cantidad de ácido cítrico contenido dentro del jugo.

Para evaluar la acidez titulable del jugo de naranja se utilizó una solución a 2N de Hidróxido de Sodio y como indicador se utilizó la fenolftaleína, la muestra se preparó en una solución de 10 ml de jugo de naranja con 50 ml de agua purificada que se realizó por triplicado y se vertieron en matraces de Erlenmeyer, posteriormente se agregaron 3 gotas de fenolftaleína. Se utilizó un soporte universal y en una bureta se vertió la solución de NaOH, para la titulación se colocó un matraz Erlenmeyer debajo de la bureta y se agregó el NaOH hasta que la muestra logró virar y se anotaron los valores de los ml gastados.

El cálculo de la acidez titulable se efectúa mediante la siguiente fórmula:

$$\%acidez = \frac{A * B * C}{D} * 100$$

Donde:

A: Cantidad en ml de base o NaOH gastado

B: Normalidad de la base usada en la titulación

C: Peso equivalente expresado en gramos de ácido predominante de la fruta, la constante del ácido cítrico=0.064

D: Peso de la muestra en gramos (UNAM, s.f.)

4.13 Evaluación de los ensayos realizados para elegir el tratamiento que posteriormente se llevará a cabo en otra escala

Se utilizaron herramientas de análisis como los softwares de Excel, Minitab y Sigma Plot para cuantificar los datos obtenidos en los ensayos y desarrollar los estadísticos y se determinaron los siguientes parámetros.

Tabla 5 .Segundo diseño experimental del estudio

TEMPERATURA	TIEMPO
46°C	65 min
46°C	70 min
46°C	75 min

4.14. Inmersión en agua caliente

Se utilizó una tina hidrotérmica de la marca GESSON (fig. 5) para introducir las naranjas a una temperatura de 46°C. Se utilizaron 20 naranjas en cada corrida y se replicaron los ensayos por triplicado.



Figura 5. Tina hidrotérmica

4.15. Enfriamiento de las muestras

Después de cada tratamiento se sumergieron las naranjas por 20 minutos en agua a 20°C y posteriormente se almacenaron 24 hrs en una cámara frigorífica a 20°C.

4.16. Análisis Físico-químicos

Se determinaron los parámetros de producción de etileno, firmeza, colorimetría, pH, grados Brix y acidez titulable con la misma metodología de la primera parte del estudio.

4.17 Textura

Se utilizó un texturometro de la marca Brookfield para analizar las naranjas tratadas y se utilizaron las siguientes especificaciones:

Pretest: $2\text{mm}\cdot\text{sec}^{-1}$

Test: $0,5\text{ mm}\cdot\text{sec}^{-1}$

Post test: $10,00\text{ mm}\cdot\text{sec}^{-1}$

Modo de captura de dato: Fuerza

Fuerza de inicio: 10.1 g

Fuerza máxima: 1019,1 g

Celda de carga: 5 kg

Adquisición de datos: 200 pps



Figura 6. Medición de textura en naranjas tratadas

CAPÍTULO V. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1 Determinación de los Grados Brix

Se realizó un análisis de ANOVA para determinar el efecto de los grados Brix en los diferentes tratamientos donde al aplicar el tratamiento de 65°C durante 70 minutos aumentó 4 unidades con respecto al control de acuerdo a los datos del test de Tukey(P<0.5) significativamente diferentes. Además, se observó que en los tratamientos (T3_70,T3_65 Y T3_75), son estadísticamente diferentes. Esto se corrobora con el Análisis de varianza donde F=708.15 es mayor a P.

Varios autores reportan un incremento en los grados Brix dependiendo del estado de maduración de la fruta (Luna G. , 2008) , en un estudio realizado por (Luna, Calidad de Mango "Ataulfo" sometido a tratamiento hidrotérmico, 2006) con un tratamiento hidrotérmico durante 75 min a 46.1°C los mangos conservados a temperatura ambiente presentaron 60 % más de sólidos solubles totales que los frutos sin tratamiento térmico, lo cual se debe a que el calor acelera la maduración de los frutos. Mientras que (Queb, 2015) utilizó temperaturas de 50°C por 8.5 minutos en donde los grados Brix se mantuvieron sin cambios antes y después de los tratamientos, obteniendo 11.2 °Bx.

En la fig. 7 podemos observar que en la mayor temperatura de 65°C se mostró el mayor aumento en grados Brix.

Tabla 6 ANOVA Grados Brix

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Factor Grados Brix	9	82.8540	9.20600	708.15	0.000
Error	30	0.3900	0.01300		
Total	39	83.2440			

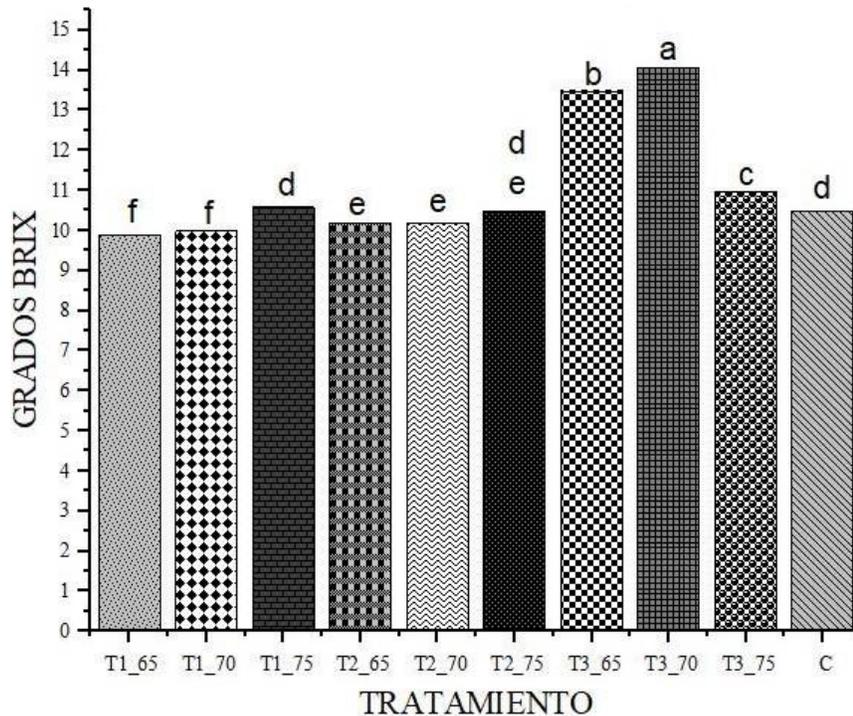


Figura 7. Efecto de la inmersión en agua caliente en los grados Brix. Letras iguales significan que no existen diferencias significativas, y las letras diferentes indican que existen diferencias significativas según la prueba de media de Tukey.

5.2 Determinación del pH

Al aplicar los tratamientos hidrotérmicos se puede observar (Fig.8) el efecto del pH, donde, al exponerse a 57°C durante 70 min el pH subió 3 unidades con respecto al control, de acuerdo a los datos del test de Tukey ($P < 0.5$) significativamente diferentes. Además, se observó que en los tratamientos (T2_70 y T1_75), son estadísticamente diferentes. Esto se corrobora con el Análisis de varianza (Tabla 7) donde $F=708.15$ es mayor a P . El aumento de pH puede atribuirse a la degradación de los ácidos orgánicos en diversos procesos bioquímicos que se desarrollan durante la maduración de los frutos. El índice de madurez de la naranja y el pH esta correlacionada (Durán, 2013) por lo que una disminución en el pH (T1_75) se podría justificar con que el tratamiento hidrotérmico también actúa como un método de conservación en las naranjas.

Algunos autores (Vargas, 2017) reportaron que al aplicar 65°C durante en lapsos de 70-100 minutos, no observaron diferencias significativas en frutos de guayaba mostrando valores

entre 4.65-4.82 en pH mientras que (Ramírez, 2017) aplicaron tratamientos hidrotérmicos de 46.1°C y 55°C en lapsos de tiempo de 5, 90 y 100 minutos reportaron valores idénticos de 3.8 pH en frutos de mango. (López, 2018) en su estudio obtuvo valores de 5.8 y 5.9 en el pH en tratamientos de 48°C por 20 minutos.

Tabla 7. ANOVA pH

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Factor pH	9	82.8540	9.20600	708.15	0.000
Error	30	0.3900	0.01300		
Total	39	83.2440			

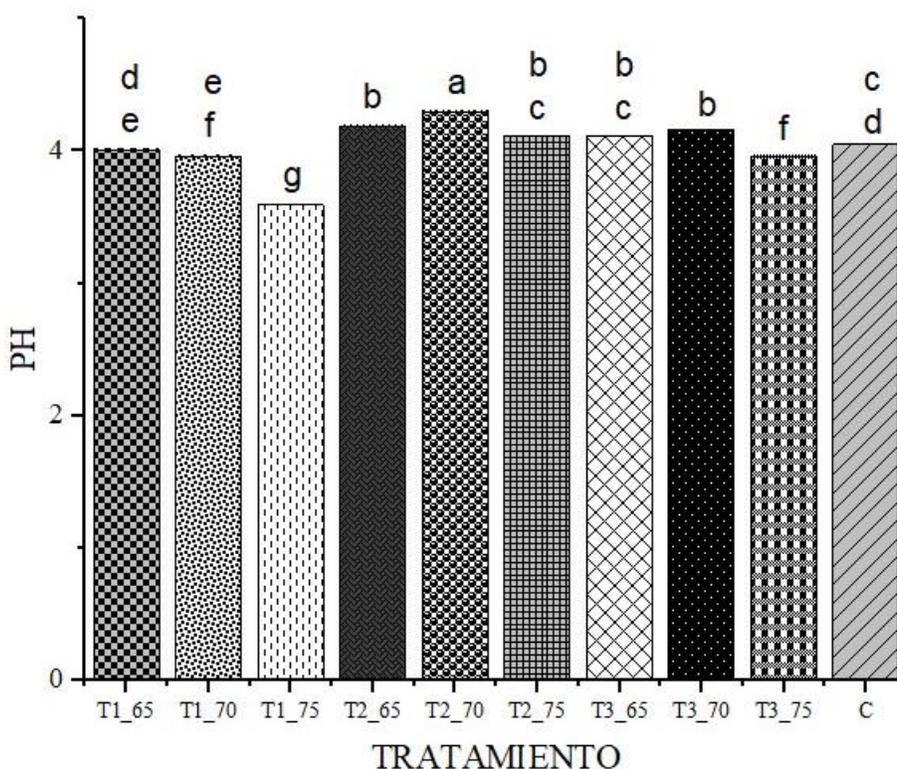


Figura 8. Efecto de la inmersión en agua caliente en pH. Letras iguales significan que no existe diferencias significativas, y las letras diferentes indican que existen diferencias significativas según la prueba de media de Tukey.

5.3 Determinación de la firmeza.

Se encontró una menor firmeza al aumentar la temperatura como se puede observar en la fig. 9 el tratamiento de 57°C durante 75 min disminuyó una unidad con respecto al control de

acuerdo a los datos del test de Tukey($P < 0.5$) significativamente diferentes. Esto puede ser debido a la desnaturalización de proteínas por acción del calor. Por medio del Análisis de varianza (Tabla 8) donde $F=115.84$ es mayor a P se corroboró que los tratamientos (T1_75 y T1_70) son estadísticamente diferentes.

De acuerdo a datos de (Campos, 1992) en tratamientos a 46°C durante 60 y 90 min en mango de la variedad “Keitt” reportó 47.9 N disminuyendo 15.6 unidades con respecto al control, esto puede ser debido a la acción de las enzimas hidrolasas en la pared celular, las cuales actúan sobre la pectina con mayor rapidez en la maduración de los frutos. (Kays, 2004) A diferencia, del estudio de (López, 2018) donde obtuvo valores de 70N estadísticamente iguales en papaya tratada a 48°C durante 20 min.

Tabla 8. ANOVA Firmeza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Factor Firmeza	9	10.4260	1.15844	115.84	0.000
Error	30	0.3000	0.01000		
Total	39	10.7260			

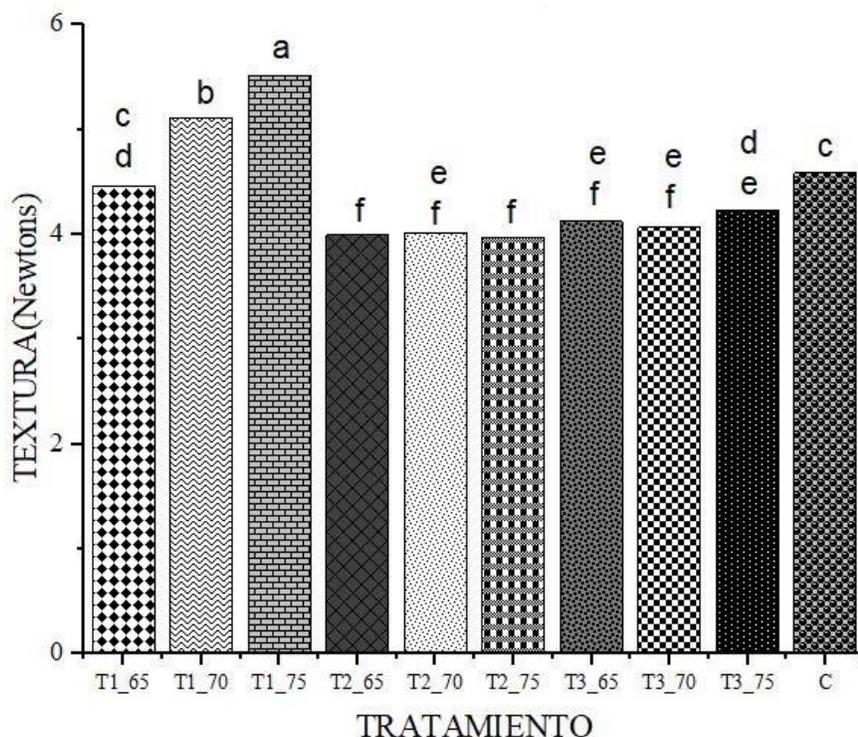


Figura 9. Efecto de la inmersión en agua caliente en firmeza. Letras iguales significan que no existen diferencias significativas, y las letras diferentes indican que existen diferencias significativas según la prueba de media de Tukey.

5.4 Determinación de la Producción de Etileno

En la tabla 9 se puede observar que existen tratamientos diferentes conociendo que el valor de $F=386.23$ es mayor a P mediante el análisis de varianza. En la gráfica (fig. 10) se puede observar que los tratamientos (T2_70, T2_65, T2_75, Control y T1_65) son estadísticamente diferentes.

El tratamiento a 57°C por 70 min obtuvo 2.5 unidades más con respecto al control a diferencia del tratamiento a 46°C por 65 min que obtuvo un decremento de 3 décimas con respecto al control. (Kahramanoglu, 2022) en un estudio utilizando temperaturas de 45°C , 50°C y 55°C durante 3, 4 y 5 minutos reportaron resultados en los que las naranjas tratadas al ser almacenadas después de 40 días disminuyeron 2 unidades en la producción de etileno con respecto al control. Algunos autores afirman que la reducción en la tasa de respiración de las frutas reduce la descomposición de los carbohidratos, lo que preserva o retrasa la

pérdida de peso probando que el tratamiento hidrotérmico puede utilizarse como un método de conservación postcosecha (Yun, 2013).

Tabla 9. ANOVA Producción de etileno

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Factor P. de Etileno	9	34.7610	3.86233	386.23	0.000
Error	30	0.3000	0.01000		
Total	39	35.0610			

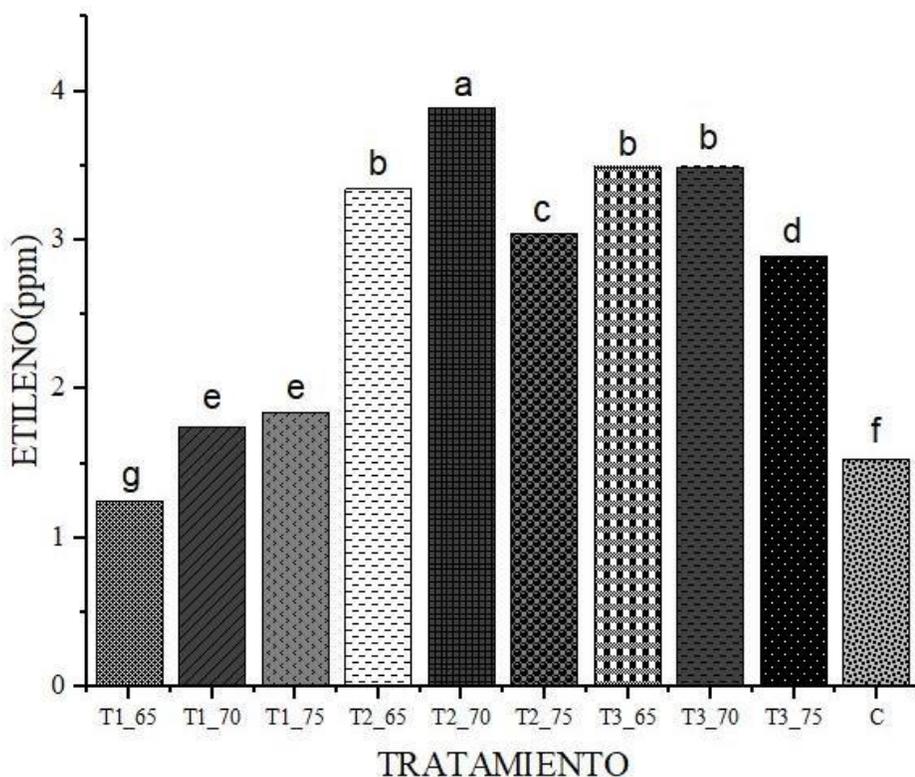


Figura 10. Efecto de la inmersión en agua caliente en la producción de etileno. Letras iguales significan que no existe diferencias significativas, y las letras diferentes indican que existen diferencias significativas según la prueba de media de Tukey.

5.5 Determinación de Acidez titulable

En cuanto a la determinación del porcentaje de ácido cítrico, mediante el ANOVA (Tabla 11) se determinó que existen muestras estadísticamente diferentes ($F=144.10$, $P=0$) con un grado

de confiabilidad del 95%. Y mediante la comparación de medias de las muestras con el Test de Tukey, en la gráfica (Figura 11) se pueden observar que los tratamientos (T1_75 y T3_75) son estadísticamente diferentes. En este estudio al utilizar la temperatura de 46°C por 65 y 70 minutos se registraron valores de 2.5% 8 décimas por encima del control.

(Oluwafemi, 2016) en un análisis llevado a cabo en fresas tratadas a 45°C por 10 min obtuvo 8.8 g L⁻¹ de ácido cítrico mientras que en el control registró 7.8 g L⁻¹

Tabla 10. ANOVA Acidez titulable

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Factor Ácido cítrico	9	12.9686	1.44096	144.10	0.000
Error	30	0.3000	0.01000		
Total	39	13.2686			

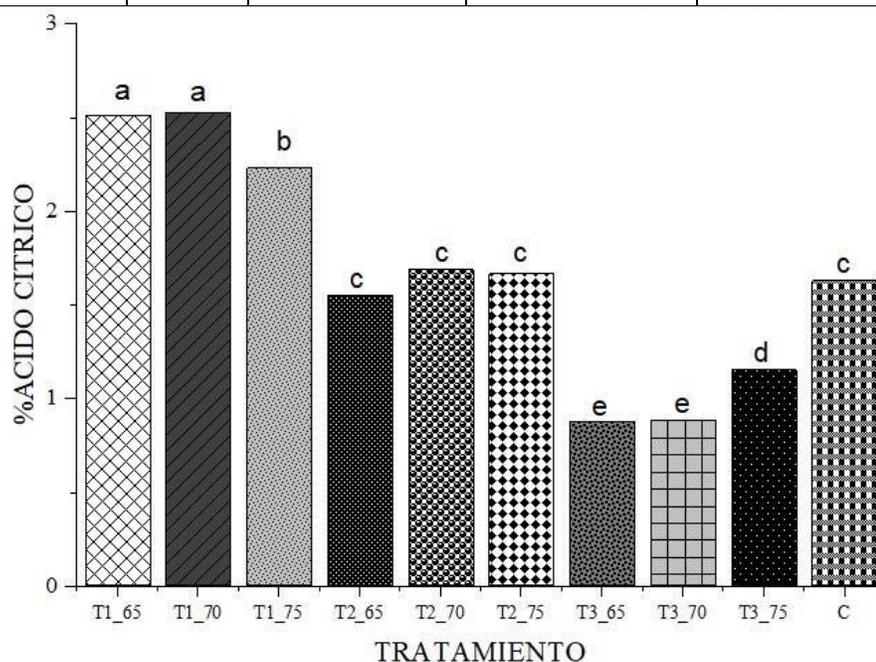


Figura 11. Efecto de la inmersión en agua caliente en la acidez titulable. Letras iguales significan que no existen diferencias significativas, y las letras diferentes indican que existen diferencias significativas según la prueba de media de Tukey.

5.6 Colorimetría

Tabla 11. Efectos de la inmersión en agua caliente sobre los atributos de color de la naranja tardía

P. de color Tratamiento	L*	a*	b*
Control	62.58 ± 4.38 ^{ab}	-2.42 ± 7.99 ^{abcd}	51.26 ± 7.90 ^{abc}
46°C (por 65 min)	58.35 ± 3.03 ^{ab}	-8.34 ± 10.88 ^{cde}	44.66 ± 4.81 ^{bc}
46°C (por 70 min)	65.97 ± 4.09 ^a	-1.41 ± 6.61 ^{abcde}	55.07 ± 6.37 ^{ab}
46°C (por 75 min)	60.58 ± 5.69 ^{ab}	-5.38 ± 9.02 ^{bcde}	48.46 ± 7.85 ^{abc}
57°C (por 65 min)	61.34 ± 4.95 ^{ab}	-6.36 ± 5.07 ^{cde}	48.75 ± 8.71 ^{abc}
57°C (por 70 min)	56.10 ± 9.94 ^b	-10.47 ± 6.11 ^e	40.51 ± 14.08 ^c
57°C (por 75 min)	58.26 ± 6.26 ^{ab}	-9.35 ± 4.72 ^{de}	44.44 ± 9.09 ^{bc}
65°C (por 65 min)	64 ± 4.42 ^{ab}	1 ± 4.43 ^{abc}	53.86 ± 7.50 ^{ab}
65°C (por 70 min)	66.28 ± 3.29 ^a	4 ± 4.4 ^{ab}	57.87 ± 6.09 ^a
65°C (por 75 min)	66.43 ± 6.97 ^a	4.70 ± 1.39 ^a	56.86 ± 10.98 ^{ab}

(valores medios (n = 4) ± desviación estándar). Los valores medios presentados se aproximan al dígito significativo más cercano. Los valores medios (n) ± desviación estándar en la misma columna (efecto del tratamiento térmico) con diferentes letras minúsculas en superíndice son significativamente diferente (p < 0,05) según la prueba de rangos múltiples de Fisher.

5.7. Selección del modelo experimental para evaluarlo a escala.

Al terminar los resultados de la primera fase del experimento se concluyó que el tratamiento a 46°C fue el que mantuvo las características físico-químicas de las naranjas de mejor forma por lo que se realizó una segunda fase a mayor escala y se obtuvieron los siguientes resultados.

5.8 Determinación de producción de etileno

Según la tabla 12 donde el valor de F=142.67 es mayor a P existen tratamientos diferentes. De acuerdo a la Fig. 12 podemos observar que los tratamientos (46°C 75 min y el control) son significativamente diferentes. La producción de etileno aumentó de acuerdo al tiempo de exposición al tratamiento hidrotérmico. El tratamiento a 46°C 75 min aumentó 1 unidad con respecto al control.

Tabla 12. ANOVA Producción de etileno

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Factor P. de etileno	3	1.07000	0.356667	142.67	0.000
Error	12	0.03000	0.002500		
Total	15	1.10000			

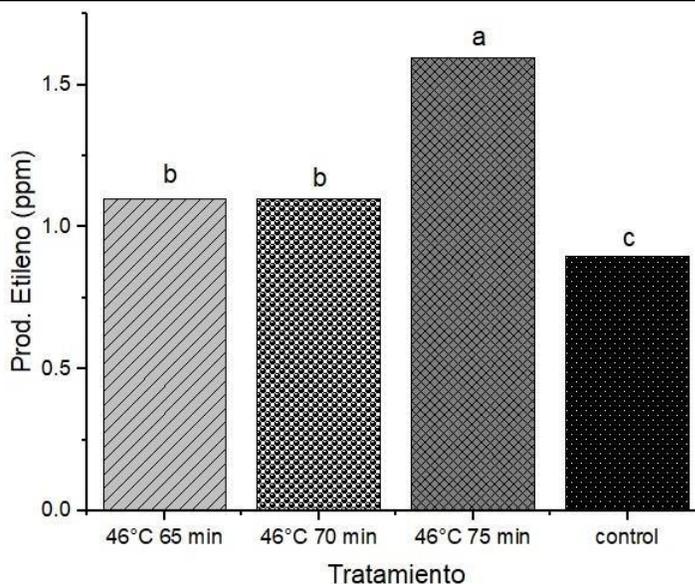


Figura 12. Efecto de la inmersión en agua caliente a 46°C durante 65,70 y 75 minutos en la producción de etileno; Letras iguales significan que existe diferencias significativas, y las letras diferentes indican que no existen diferencias significativas según la prueba de media de Tukey.

5.9 Determinación de la acidez titulable

Según la Tabla 13, el valor de $F=182.27$ es mayor a P , por lo tanto, existen tratamientos diferentes. De acuerdo a la Fig.13 todos los tratamientos son significativamente diferentes. El tratamiento a 46°C 70 min obtuvo 1 unidad menos con respecto al control, mientras que el tratamiento a 46°C 75 min aumentó 4 décimas. En este parámetro se observaron cambios al aumentar el tiempo de exposición del tratamiento hidrotérmico.

Tabla 13. ANOVA Acidez titulable

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Factor Ácido cítrico	3	5.1991	1.73304	182.27	0.000

Error	12	0.1141	0.00951		
Total	15	5.3132			

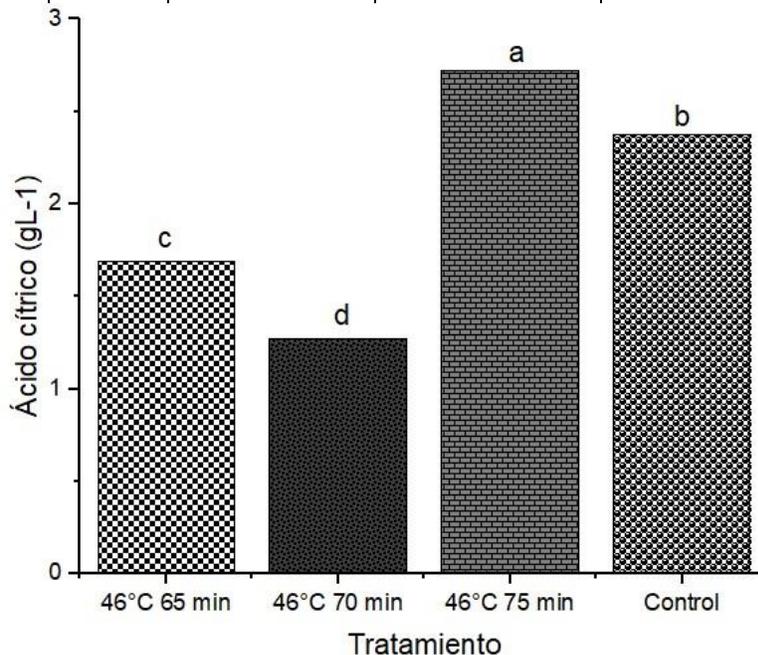


Figura 13. Efecto de la inmersión en agua caliente a 46°C durante 65, 70 y 75 min en la acidez titulable; Letras iguales significan que no existe diferencias significativas, y las letras diferentes indican que existen diferencias significativas según la prueba de media de Tukey.

5.10. Determinación de pH

Según la Tabla 14 donde $F=6.40$ es mayor a $P=0.008$ existen tratamientos diferentes. De acuerdo a la Fig. 14 los tratamientos (46°C 65 min y 46°C 70 min) son significativamente diferentes. El tratamiento a 46°C 70 min obtuvo un aumento de una décima con respecto al control mientras que los demás tratamientos obtuvieron el valor de 3.2 en el parámetro de pH.

Tabla 14. ANOVA pH

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Factor pH	3	0.14947	0.049823	6.40	0.008
Error	12	0.09338	0.007781		
Total	15	0.24284			

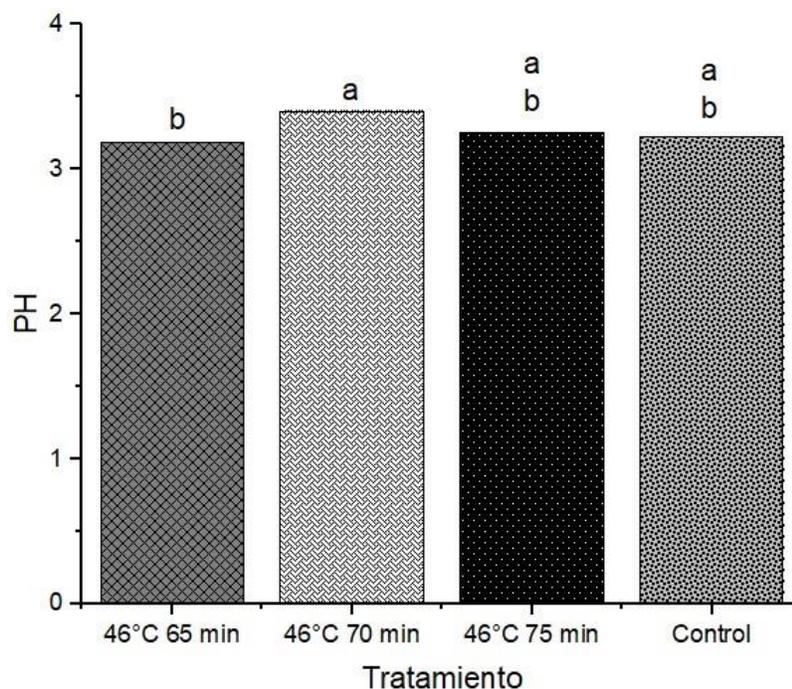


Figura 14. Efectos de la inmersión en agua caliente a 46°C durante 65,70 y 75 min en el pH; Letras iguales significan que no existe diferencias significativas, y las letras diferentes indican que existen diferencias significativas según la prueba de media de Tukey.

5.11 Determinación de Grados Brix

Los resultados de la cuantificación de Grados Brix, mediante el análisis estadístico (ANOVA), se puede observar (TABLA 15) que $F=17$ es mayor a $P.$, por lo tanto, existen diferentes tratamientos. Y los datos fueron corroborados con la ayuda el Test de Tukey, con una confiabilidad del 95%. En la fig. 15 los tratamientos a 46°C 70 y 75 min disminuyeron 4 décimas con respecto al control.

Tabla 15.ANOVA Grados Brix

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Factor Grados Brix	3	0.5100	0.17000	17.00	0.000
Error	12	0.1200	0.01000		
Total	15	0.6300			

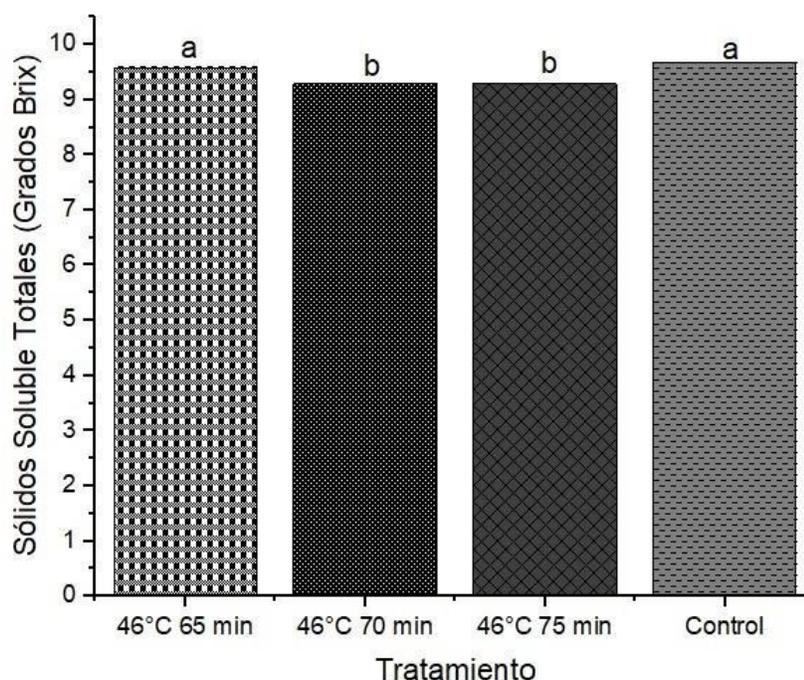


Figura 15. Efecto de la inmersión en agua caliente a 46°C durante 65,70 y 75 min en los Grados Brix; Letras iguales significan que no existen diferencias significativas, y las letras diferentes indican existen diferencias significativas según la prueba de Tukey.

5.12. Determinación de Firmeza

El ANOVA (Tabla 16) indicó que existen tratamientos diferentes ya que el valor de $F=109.17$ es mayor a P . De acuerdo a la Fig. 16 el tratamiento a 46°C 65 min obtuvo un aumento en el parámetro de firmeza de 1 unidad con respecto al control y en general todos los tratamientos obtuvieron mejores resultados con respecto al control en dicho parámetro.

Tabla 16. ANOVA Firmeza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Factor Firmeza	3	3.2752	1.09172	109.17	0.000
Error	12	0.1200	0.01000		
Total	15	3.3952			

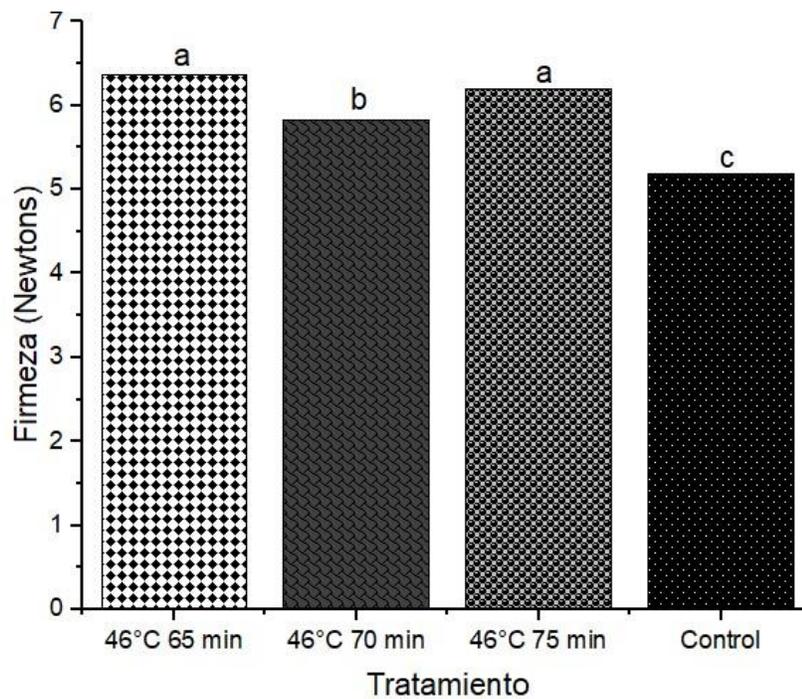


Figura 16. Efecto de la inmersión en agua caliente a 46°C durante 65,70 y 75 min en la firmeza; Letras iguales significan que no existen diferencias significativas, y las letras diferentes indican que existen diferencias significativas según la prueba de media de Tukey.

Tabla 17. Firmeza en naranjas tardías tratadas a 46°C por 65, 70 y 75 min

PARAMETRO	46°C 65 min	46°C 70 min	46°C 75 min	Control
Ciclo de dureza (g)	3655.3 ± 237.84 ^b	3591.5 ± 237.84 ^c	3534.9 ± 237.84 ^d	4059.3 ± 237.84 ^a
Deformación en dureza(mm)	5 ± 0.005 ^a	4.99 ± 0.005 ^a	4.99 ± 0.005 ^a	4.99 ± 0.005 ^a
Ciclo de trabajo recuperable 1(mJ)	37.06 ± 2.88 ^c	40.51 ± 2.88 ^b	40.61 ± 2.88 ^b	44.13 ± 2.88 ^a
Ciclo total del trabajo 1	116.93 ± 7.61 ^c	122.72 ± 7.61 ^b	122.22 ± 7.61 ^b	134.93 ± 7.61 ^a
Carga en el objetivo(g)	3646 ± 237.81 ^b	3582.7 ± 237.81 ^c	3523.6 ± 237.81 ^d	4049.1 ± 237.81 ^a
Deformación en el objetivo(mm)	5 ± 0.005 ^a	5 ± 0.005 ^a	5 ± 0.005 ^a	4.99 ± 0.005 ^a
Ciclo de dureza 2(g)	3559 ± 237.4 ^b	3497.2 ± 237.4 ^c	3451 ± 237.4 ^d	3968.9 ± 237.4 ^a
Dureza Ciclo de trabajo 2 (mJ)	61.43 ± 4.66 ^c	64.07 ± 4.66 ^b	63.3 ± 4.66 ^b	71.99 ± 4.66 ^a
Ciclo de deformación recuperable 2(mm)	34.95 ± 14.51 ^a	5.9 ± 14.51 ^b	5.81 ± 14.51 ^b	6.04 ± 14.51 ^b
Elasticidad (mm)	4.06 ± 0.059 ^a	4.1 ± 0.059 ^a	4.1 ± 0.059 ^a	4.2 ± 0.059 ^a
índice de elasticidad	0.81 ± 0.01 ^a	0.82 ± 0.01 ^a	0.82 ± 0.01 ^a	0.84 ± 0.01 ^a

Efecto de la inmersión en agua caliente a 46°C durante 65,70 y 75 min en los parámetros de Firmeza (valores medios (n = 5) ± desviación estándar). Los valores medios (n) ± desviación estándar en la misma columna (efecto del tratamiento térmico) con diferentes letras minúsculas en superíndice son significativamente diferente (p < 0 ,05) según la prueba de rangos múltiples de Fisher.

En las figuras 17,18 y 19 se observó detalladamente el comportamiento de las muestras durante los ensayos de compresión y adhesividad en un estudio de firmeza. Así, los picos más altos de la primera compresión que determina el parámetro de la dureza estuvieron en el tratamiento a 46°C y 75 min, estos datos difieren a los presentados por (Singh, 2005) en donde al aplicar menores temperaturas se presentaba un ligero aumento en la firmeza de las naranjas. Estas diferencias pueden ser debido a las variedades de las naranjas y almacenamiento de ellas.

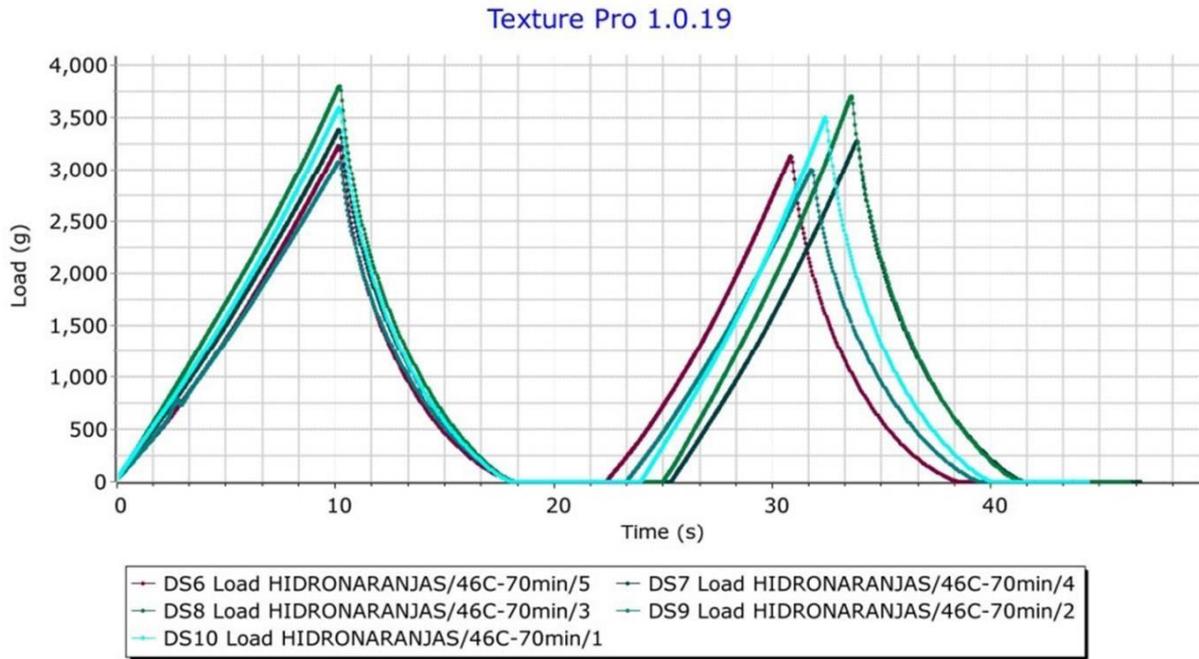


Figura 17. Gráfica de Firmeza en naranjas tratadas a 46°C por 70 min obtenida en el texturometro

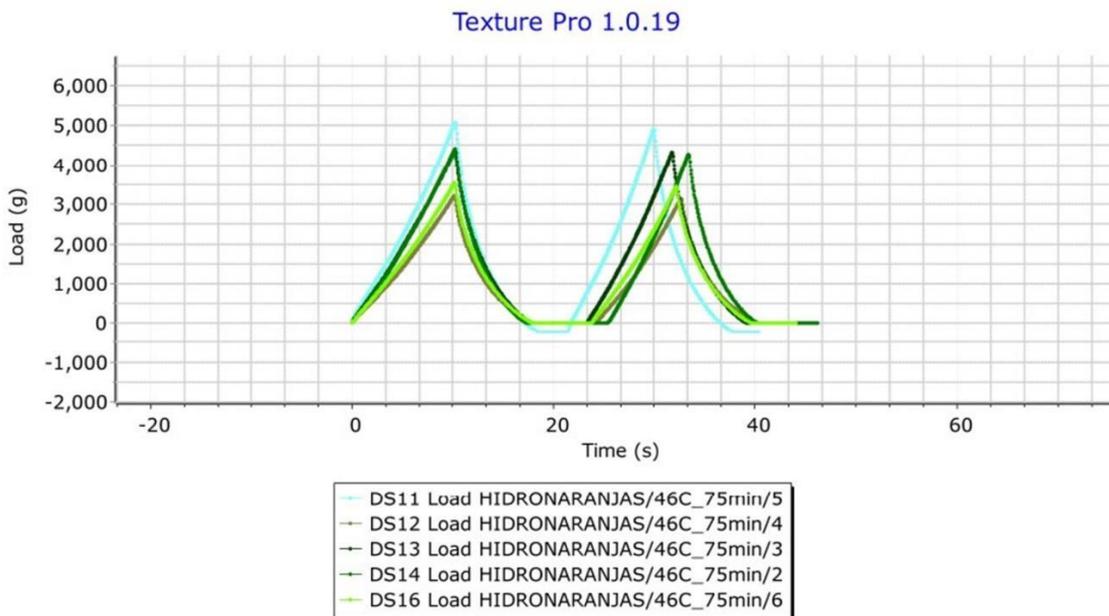


Figura 18. Gráfica de Firmeza en naranjas tratadas a 46°C por 75 min obtenida en el texturometro

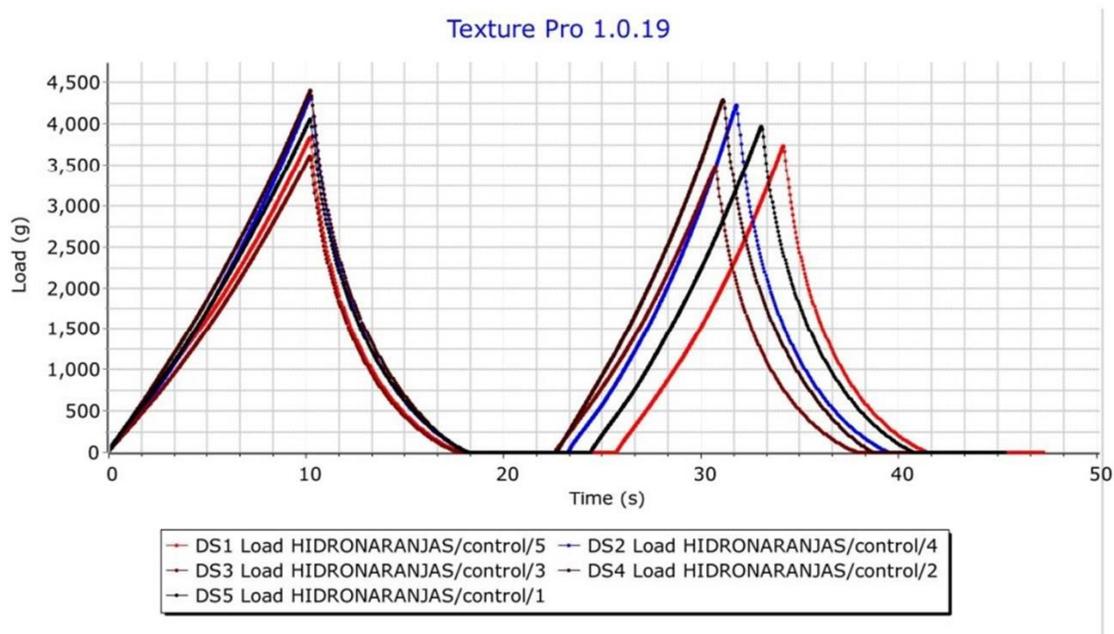


Figura 19. Gráfica de Firmeza en naranjas tardías sin tratar

5.13 Determinación de colorimetría

Tabla 18. Efectos de la inmersión en agua caliente en naranjas tardías tratadas

P. de color Tratamiento	L*	a*	b*
Control	53.40 ± 4.94 ^a	-12.07 ± 2.91 ^{ab}	34.97 ± 7.89 ^a
46°C (por 65 min)	53.98 ± 3.63 ^a	-7.96 ± 5.33 ^a	36.34 ± 5.54 ^a
46°C (por 70 min)	51.20 ± 5 ^a	-12.40 ± 2.15 ^b	33.07 ± 5.70 ^a
46°C (por 75 min)	50.29 ± 4.72 ^a	-13.226 ± 0.64 ^b	32.39 ± 5.54 ^a

(valores medios (n = 5) ± desviación estándar). Los valores medios presentados se aproximan al dígito significativo más cercano. Los valores medios (n) ± desviación estándar en la misma columna (efecto del tratamiento térmico) con diferentes letras minúsculas en superíndice son significativamente diferente (p < 0,05) según la prueba de rangos múltiples de Fisher.

En la Tabla 18, se muestran los resultados de colorimetría en la escala CIELAB, donde; en las coordenadas L*, a* y b* no existen diferencias significativas entre los tratamientos con respecto al control. Esto quiere decir que al aplicar el tratamiento hidrotérmico no influye en los parámetros de color, por lo que este tratamiento asegura la calidad de los cítricos.

CAPITULO VI. CONCLUSIONES

En la primera parte de este estudio se realizaron nueve ensayos utilizando las variables de temperatura de 46, 57 y 65°C con las variables de tiempo 65, 70 y 75 min para posteriormente determinar los parámetros de firmeza, producción de etileno, acidez titulable, colorimetría, pH y grados Brix.

De acuerdo a los primeros análisis la temperatura de 46°C obtuvo mejores resultados en los parámetros de firmeza (en rangos de 4.5-5.5 Newtons) y producción de etileno (en rangos de 1.2-1.8 ppm) con respecto al control, dichos indicadores se utilizan como indicadores para medir la calidad de las frutas para su posterior comercialización como fruta fresca.

En la segunda parte se realizó el tratamiento a mayor escala utilizando la temperatura de 46°C con las variables de tiempo de 65,70 y 75 minutos en donde se pudieron observar mejores resultados en el parámetro de firmeza (rangos de 5.8-6.5 Newtons) con respecto al control.

En los parámetros de pH y grados Brix no se obtuvieron diferencias significativas con respecto al control. Por lo que se encontraron resultados satisfactorios al utilizar el tratamiento hidrotérmico en naranjas tardías en los principales parámetros que se utilizan para determinar la calidad de las frutas.

Bibliografía

- Aguilar, M. (2021). *Caracterización agronómica, morfológica y bioquímica de variedades de limonero (citrus limon(L)Burm) injertados sobre diferentes portainjertos*. Obtenido de Universidad Miguel Hernández: <http://dspace.umh.es/handle/11000/27447>
- Agusti, M. (2003). *Citricultura*. Madrid, España: Editorial Mundi Prensa.
- Anaya, J. (Diciembre de 2015). *Expresión génica de proteínas de choque térmico pequeñas(SHSPS) en frutos de mango(Mangifera indica L.) sometidos a tratamiento hidrotérmico*. Obtenido de Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo A.C.: <https://ciad.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1006/106/1/Anaya%20Dyck%20Jos%c3%a9%20Mar%c3%ada.pdf>
- Ancillo, G. &. (2014). *Monografías botánicas. Los cítricos*. Obtenido de Jardín botánico de la Universitat de Valencia: https://www.jardibotanic.org/fotos/pdf/publicacion_2_84_LOS_CITRICOS-ESP.pdf
- Arrudal, M. &. (2008). El tratamiento hidrotérmico favorece el pelado de la naranja dulce 'Pera' y no altera la calidad. *Ciencia de cultivos*, 65(2). doi:doi.org/101590/50103-9016200080002007
- Bello, F. (2015). *Universidad Politécnica de Valencia*. Recuperado el 10 de Diciembre de 2023, de Departamento de Tecnología de Alimentos: <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/59412/BELLO%20-%20ESTUDIO%20DE%20LA%20CALIDAD%20DE%20NARANJAS%20Y%20MANDARINAS%20M%c3%8dNIMAMENTE%20PROCESADAS.%20INFLUENCIA%20DE%20VARI....pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Bello, F. (2015). *Universidad Politécnica de Valencia*. Recuperado el 10 de Diciembre de 2023, de Departamento de Tecnología de Alimentos: <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/59412/BELLO%20-%20ESTUDIO%20DE%20LA%20CALIDAD%20DE%20NARANJAS%20Y%20MANDARINAS%20M%c3%8dNIMAMENTE%20PROCESADAS.%20INFLUENCIA%20DE%20VARI....pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Berton, F. &. (Diciembre de 2021). Efecto de la inmersión en agua caliente sobre los huevos y larvas de *Anastrepha grandis*(Macquart,1846)(Diptera:Tephritidae) "in vitro" y sobre calabaza (*Cucurbita moschata* D. *Revista Chilena de Entomología*, 47(4). doi:http://dx.doi.org/10.35249/rche.47.4.21.01
- Campos, J. (Enero de 1992). *Efecto del tratamiento hidrotérmico sobre la maduración y senescencia del mango var. "Keitt"*. Obtenido de Centro de Investigación en alimentación y desarrollo A.C.: <https://ciad.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1006/958/1/CAMPOS-SAUCEDA-JP92.pdf>
- Carvajal, N. L. (24 de Junio de 2021). *¿De qué depende la maduración de los frutos?* Obtenido de Ciencia UNAM: <https://ciencia.unam.mx/leer/1132/-de-que-depende-la-maduracion-de-los-frutos->
- Chile, M. d. (2020). *Naranja amargo/ Naranja agrio*. Obtenido de <https://www.minsal.cl/portal/url/item/7d99ff5a5812dbd7e04001011f016dc3.pdf>

- Chug-Ahuja, J. (1993). The development and application of a carotenoid database for fruits, vegetables, and selected multicomponent food. *J. Am. Diet. Assoc.*, 318-323.
- CONAFRUT. (1985). *Fisiología y Manejo postcosecha de frutas*.
- Contreras, C. (s.f.). *Tratamiento con calor aplicado a frutos*. (Conacyt, Editor) Recuperado el 10 de Diciembre de 2023, de Efectos y alternativas basados en biotecnología: <https://www.cyd.conacyt.gob.mx/?p=articulo&id=104>
- Durán, R. &. (2013). Evolución de los parámetros de calidad de naranja valencia producida en el municipio de Chimichagua, Cesar-Colombia. *Temas agrarios*, 18(1), 66-74. Obtenido de <file:///C:/Users/LEBOVO/Downloads/Dialnet-EvolucionDeLosParametrosDeCalidadDeNaranjaValencia-5002424.pdf>
- Enriquez, F. &. (01 de Julio de 2023). Veracruz: Problemática de la producción de cítricos. *Revista Biológico Agropecuaria*, 11. doi:doi.org/10.47808/revistabioagro.v11i1-471
- FAO. (2022). *Anexos: producción mundial*. Obtenido de www.fao.org
- Fong, J. L. (2009). Biología y comportamiento sexual del mutante ojos amarillos de *Anastrepha Ludens* (Diptera Tephritidae). *SciELO*, 25(1). Recuperado el 23 de septiembre de 2023, de https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0065-17372009000100002
- Gallardo, J. d. (Agosto de 2017). *Ficha técnica Mosca de la fruta Anastrepha ludens(loew)*. Obtenido de SENASICA: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/249395/Anastrepha_ludens_Loew.pdf
- García, F. E. (01 de Julio de 2023). Veracruz: Problemática de la producción de cítricos. *Revista Biológico Agropecuaria*, 11. doi:doi.org/10.47808/revistabioagro.v11i1-471
- Gómez, H. M. (2012). *Las moscas de la fruta*. Bogotá: Produmedios.
- Hernández, J. &. (2022). Principales cítricos cultivados en Veracruz, México. *Revista Biológico Agropecuaria, Tuxpan*. Obtenido de [file:///C:/Users/LEBOVO/Downloads/Principales+c%C3%ADtricos+cultivados+en+Veracruz,+M%C3%A9xico%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/LEBOVO/Downloads/Principales+c%C3%ADtricos+cultivados+en+Veracruz,+M%C3%A9xico%20(1).pdf)
- Infoagronomo. (03 de diciembre de 2022). *¿Qué es el tratamiento hidrotérmico?* Obtenido de Infoagronomo: <https://infoagronomo.net/que-es-el-tratamiento-hidrotermico/>
- Jacas, J. (2006). *Anastrepha ludens* (Loew) [= *Acrotoxa ludens* Loew]. *Levante Agrícola*, 383. Obtenido de Instituto: <http://gipcitricos.ivia.es/wp-content/uploads/2010/10/41-ANASTREPHEA-LUDENS.pdf>
- Kahramanoglu, I. &. (2022). Postharvest hydrothermal treatments to maintain quality of "newhall" navel orange. *Acta Sci Pol. Hortorum Cultus*, 21, 133-141. doi:doi.org/10.24326/asphc.2022.2.12
- Kays, S. (2004). *Postharvest biology*. Atenas, Grecia: Exxon Press.
- Lara, N. &. (24 de Junio de 2021). *¿De qué depende la maduración de los frutos?* Obtenido de Ciencia UNAM: <https://ciencia.unam.mx/leer/1132/-de-que-depende-la-maduracion-de-los-frutos->
- Lizana, L. (1980). *Postcosecha de frutas*. Obtenido de Curso de fruticultura y viticultura para ing. agrónomos de INDAP.
- López, B. (Febrero de 2018). *Efecto de la aplicación de un tratamiento hidrotérmico y cloruro de calcio sobre la calidad poscosecha, el contenido de compuestos bioactivos, la actividad enzimática y la capacidad antioxidante en frutos de papaya cv. Maradol*. Obtenido de Universidad autónoma de Sinaloa:

- https://mcta.uas.edu.mx/pdf/repositorio/2015-2017/08_Lopez_Zazueta_Blanca_Alicia.pdf
- Luna, G. &. (Septiembre de 2006). Calidad de Mango "Ataulfo" sometido a tratamiento hidrotérmico. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 29(2), 123-128. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/610/61009821.pdf>
- Luna, G. (2008). *Calidad e inocuidad en mango "Ataulfo" de exportación*. Obtenido de Colegio de Postgraduados : http://colposdigital.colpos.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/10521/1174/Luna_Esquivel_G_DC_Fructicultura_2008.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Maya, C. (2017). Cítricos mexicanos en el mercado japonés: experiencias y oportunidades para Sinaloa. *México y la cuenca del pacífico*, 6(16), 107-142.
- Mendes, N. &. (2007). *Tratamiento Hidrotérmico en frutos de naranja(citrus sinensis) Var. Frutos de "Valencia" con agua caliente para control de huevos y larvas de (Ceratitis capitata)*. Obtenido de Científica Jaboticabal: <http://cientifica.org.br/index.php/cientifica/article/view/193/114>
- México, G. d. (2020). *Monografía. Citrus sinensis*. Obtenido de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/96291/Naranja_monografias.pdf
- México, G. d. (13 de Septiembre de 2023). *Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural*. Obtenido de Escenario mensual de productos agroalimentarios: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/856668/Naranja_Agosto.pdf
- Middleton, E. &. (1994). Potential health-promoting properties of Citrus flavonoids. *Food Technology*, 115-199.
- Miranda, D. (2020). *Naranja(citrus sinensis[L.] Osbeck) Manual de recomendaciones técnicas para su cultivo en el departamento de Cundimarca*. Obtenido de Corredor Tecnológico Agroindustrial CTA-2: https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/36826/Ver_documento_36826.pdf?sequence=4
- Montoya, P. (2010). *Moscas de la fruta: Fundamentos y procedimientos para su manejo*. (A. G. Pablo Montoya, Ed.) México D.F., México: S y G editores. Recuperado el 23 de septiembre de 2023, de https://www.researchgate.net/profile/Pablo-Montoya-2/publication/332446868_Montoya_P_J_Toledo_E_Hernandez_Eds_Mosca_de_la_Fruta_Fundamentos_y_Procedimientos_para_su_Manejo_2010/links/5cb5fc7ba6fdcc1d499a1b1d/Montoya-P-J-Toledo-E-Hernandez-Eds-Mosca-de-la-
- Mulkay, T. (2021). La poscosecha de frutas. *Agrofrutales, proyecto de apoyo al fortalecimiento de cadenas de frutales a nivel local*. Recuperado el 15 de noviembre de 2023, de <https://www.undp.org/sites/g/files/zskgke326/files/migration/cu/Folleto-La-poscosecha-de-frutas.pdf>
- Noguera, B. (16 de Octubre de 2020). *Reactores intermitentes o reactores*. Obtenido de Ingeniería química: <https://www.ingenieriaquimicareviews.com/2020/10/reactores-intermitentes-batch.html#:~:text=Su%20nombre%20verdadero%20es%20el%20de%20reactor%20intermitente,simplemente%20reactores%20intermitentes%20o%20reactores%20batch%20%28por%20lotes%29>.
- nutrición, F. E. (2020). *Naranja citrus sinensis*. Obtenido de <https://www.fen.org.es/MercadoAlimentosFEN/pdfs/naranja.pdf>

- Oluwafemi, J. &. (19 de Julio de 2016). Hot water dipping: Impact on postharvest quality, individual sugar, and bioactive compounds during storage of sonata Strawberry. *Elsevier*, 210, 150-157. doi:doi.org/10.1016/j.scienta.2016.07.021
- Ontivero, M. &. (2022). *Fruticultura. Principios Fundamentales*. Obtenido de Universidad Nacional de Córdoba: file:///C:/Users/LEBOVO/Downloads/Fruticultura%20Principios%20Fundamentales.pdf
- Palou, L. (2007). Tratamientos físicos para el control no contaminante de enfermedades. *Phytohemeroteca*. Obtenido de <https://www.phytoma.com/la-revista/phytohemeroteca/189-mayo-2007/tratamientos-fisicos-para-el-control-no-contaminante-de-enfermedades-de-postcosecha>
- Pamplona, J. (2007). *El poder medicinal de los alimentos*. Madrid, España: Safeliz S.L.
- Pérez, L. &. (2020). Evaluación de pérdidas poscosecha de naranjas (*citrus sinensis*) producidas en la selva central del Perú. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*, 21(2). Obtenido de <https://www.redalyc.org/journal/813/81365122004/81365122004.pdf>
- Pitta, J. (2022). *Análisis de la eficiencia del tratamiento hidrotérmico para controlar la Anastrepha ludens en naranja valencia tardía*. Obtenido de Instituto Tecnológico Superior de Tantoyuca.
- Postgraduados, C. d. (2016). *SENASICA*. Obtenido de Manual de tratamientos fitosanitarios: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/696177/Manual_Tratamientos_Fitosanitarios_2016.pdf
- Queb, D. &. (26 de Julio de 2015). Hydrothermal treatments as postharvest management to maintain quality of mandarins (*citrus reticulata* Blanco) of Fremont and Thomas varieties. *ASABE Annual International Meeting*. doi:10.13031/aim.20152188780
- Ramírez, M. (Enero de 2017). *Aplicación secuencial de dos tratamientos hidrotérmicos en frutos de mango. Efecto sobre la calidad y la inducción de tolerancia al daño por frío*. Obtenido de Universidad autónoma de Sinaloa: https://mcta.uas.edu.mx/pdf/repositorio/2014-2016/07_Ramirez_Perales_Maria_Fernanda.pdf
- S. Buentello-Wong, L. G.-W.-N. (Junio de 2016). Toxicity of some essential oil formulations against the Mexican fruit fly *Anastrepha ludens*(Loew)(Diptera:Tephritidae)". *Industrial Crops and Products*. doi:10.1016/j.indcrop.2016.02.040
- SADER. (06 de Agosto de 2016). *GOB*. Obtenido de Veracruz, dulce productor de cítricos: <https://www.gob.mx/agricultura/es/articulos/veracruz-dulce-productor-de-citricos>
- SAGARPA. (s.f.). Obtenido de Escenario mensual de productos agroalimentarios: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/759456/Naranja_Agosto_2022.pdf
- Schuneman, M. A. (1993). *Manejo integrado de la mosca de la fruta*. México: Trillas.
- Schuneman, M. A. (1994). Bionomics and management of *Anastrepha*. *Annual Review of Entomology*, 155-178. doi:10.1146/annurev.ento.53.103106.093350
- Schuneman, M. A. (Diciembre de 2007). Fruit Fly(Diptera: Tephritidae) Host Status Determination: Critical Conceptual, Methodological, and Regulatory Considerations". *Annual Review of Entomology*, 53(1), 473-502. doi:10.1146/annurev.ento.53.103106.093350

- Secretaría de desarrollo Rural, p. y. (s.f.). *Mosca de la fruta Anastrepha ludens*(Loew). Obtenido de Gobierno del Estado de Tamaulipas: <https://www.tamaulipas.gob.mx/desarrollorural/mosca-de-la-fruta/>
- SENASICA. (Junio de 2018). *Guía de identificación de moscas de la fruta*. Obtenido de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/339484/GU_A_DE_IDENTIFICACI_N_DE_MOSCAS_DE_LA_FRUTA.pdf
- SENASICA. (2022). *Análisis del impacto económico ante un posible establecimiento y dispersión del cancro de los cítricos en México en áreas comerciales*. Obtenido de https://dj.senasica.gob.mx/Contenido/files/2022/agosto/An%C3%A1lisisdeimpactoecon%C3%B3micoanteunposibleestablecimientoydispersi%C3%B3ndelCancrodelosc%C3%ADtricosenM%C3%A9xicoen%C3%A1reascomerciales_107e4f44-49be-4b9a-8058-df20da906b1a.pdf
- SIAP. (2016). *Reporte especial 'Naranja'*. Obtenido de <http://infosiap.siap.gob.mx/images/stories/infogramas/100602-reporte-naranja.pdf>
- SIAP. (2022). *Avance agrícola: SIAP*. Obtenido de www.infosiap.siap.gob.mx
- Silva, L. M. (octubre de 2018). Tratamiento hidrotérmico en el manejo de antracnosis en banano 'prata-ana' producido en la región semiárida de Minas Gerais, Brasil. *Rev. Bras. Frutico*. doi:doi.org/10.1590/0100-29452018871
- Simfruit. (05 de Febrero de 2024). *Frutas de Chile*. Obtenido de <https://www.simfruit.cl/usda-produccion-mundial-de-naranja-totalizara-488-millones-de-toneladas-en-campana-2023-2024/#:~:text=De%20acuerdo%20a%20un%20informe,de%20Argentina%2C%20Estados%20Unidos%20y>
- Soares, N. M. (2007). *Tratamiento Hidrotérmico en frutos de naranja(citrus sinensis) Var. Frutos de "Valencia" con agua caliente para control de huevos y larvas de (Ceratitis capitata)*. Obtenido de Científica Jaboticabal: <http://cientifica.org.br/index.php/cientifica/article/view/193/114>
- Sosa, F. (2005). *Universidad Central de Venezuela*. Obtenido de Consejo de desarrollo científico y humanístico: <http://hdl.handle.net/10872/11326>
- Soto, N. &. (2018). Effects of microwave-assisted hot water treatments designed against Mexican fruit fly(*Anastrepha ludens*) on grapefruit (*citrus paradisi*) quality. *Journal of the science of food and Agriculture*. doi:doi.org/10.1002/jsfa.8844
- UNAM. (s.f.). *Titulación ácido-base*. Obtenido de Feria de las ciencias: <https://feriadelasciencias.unam.mx/antiores/feria15/acido.pdf>
- Vargas, H. &. (Junio de 2017). Tratamiento poscosecha para el control de *Conotrachelus dimiatus*(Coleoptera:Curculionidae) en guayaba(*Psidium guajaba*). *Revista Colombiana de Entomología*(43), 14-20. Obtenido de file:///C:/Users/LEBOVO/Downloads/RCdEJun2017_43_1_14_20.pdf
- vegetal, C. e. (2015). *SAGARPA*. Obtenido de Manejo integrado de la mosca de la fruta: <https://cesavem.mx/img/MoscasdeLaFruta/moscasdelafruta.pdf>
- Vergara, C. A. (s.f.). *Tratamiento con calor aplicado a frutos*. (Conacyt, Editor) Recuperado el 10 de Diciembre de 2023, de Efectos y alternativas basados en biotecnología: <https://www.cyd.conacyt.gob.mx/?p=articulo&id=104>
- Vitón, T. M. (2021). La poscosecha de frutas. *Agrofrutales, proyecto de apoyo al fortalecimiento de cadenas de frutales a nivel local*. Recuperado el 15 de noviembre de 2023, de <https://www.undp.org/sites/g/files/zskgke326/files/migration/cu/Folleto-La-poscosecha-de-frutas.pdf>

Yun, Z. &. (2013). Comparative proteomic and metabolomic profiling of citrus fruit with enhancement of disease resistance by postharvest heat treatment. *BMC Plant Biol.*, *13*, 1-16. doi:doi.org/10.1186/1471-2229-13-44