



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA EN ALIMENTOS Y
BIOTECNOLOGÍA
CARRERA INGENIERÍA EN ALIMENTOS

Tema: Evaluación de técnicas de preservación de hortalizas de IV gama: lechuga (*Lactuca sativa L.*), tomate cherry (*Solanum lycopersicum*) y zanahoria (*Daucus carota*)

Trabajo de Titulación, modalidad Proyecto de Investigación, previo a la obtención del título de Ingeniera en Alimentos, otorgado por la Universidad Técnica de Ambato, a través de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología.

Autor: Maryuri de los Ángeles Analuisa Jiménez

Tutor: Dr. Christian David Franco Crespo

Ambato – Ecuador

Enero - 2020

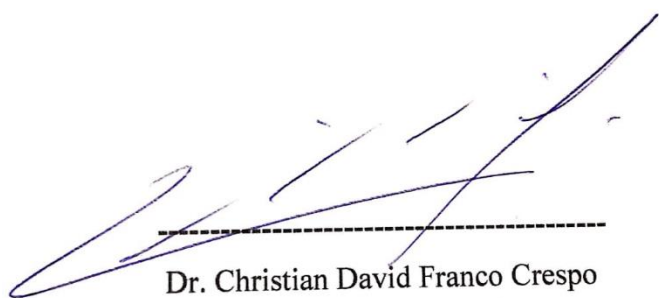
APROBACIÓN DEL TUTOR

Dr. Christian Franco Crespo

CERTIFICA:

Que el presente trabajo de titulación ha sido prolijamente revisado. Por lo tanto, autorizo la presentación de este trabajo de titulación modalidad Proyecto de Investigación, el mismo que responde a las normas establecidas en el reglamento de Títulos y Grados de la Facultad.

Ambato, 25 de noviembre del 2019



Dr. Christian David Franco Crespo

C.I. 171709060-7

TUTOR

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, Maryuri de los Ángeles Analuisa Jiménez, manifiesto que los resultados obtenidos en el presente Trabajo de Titulación, previo la obtención del título de Ingeniera en Alimentos, son absolutamente originales, auténticos y personales; a excepción de las citas.



Maryuri de los Ángeles Analuisa Jiménez

C.I. 180460116-7

AUTORA

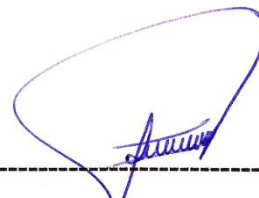
APROBACIÓN DE LOS MIEMBROS DE TRIBUNAL DE GRADO

Los suscritos profesores Calificadores, aprueban el presente Trabajo de Titulación modalidad Propuesta Tecnológica, el mismo que ha sido elaborado de conformidad con las disposiciones emitidas por la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos de la Universidad Técnica de Ambato.

Para constancia firman:




Presidente del Tribunal



Dra. Ortiz Escobar Jacqueline de las Mercedes

C.I. 180217135-3



Mg. Álvarez Calvache Fernando Cayetano

C.I. 180104502-0

Ambato, 07 de enero del 2020

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que considere el presente Trabajo de Titulación o parte de él, como un documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los Derechos en línea patrimoniales de mi Trabajo de Titulación, con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción parcial o total dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor.



Maryuri de los Ángeles Analuisa Jiménez

C.I. 180460116-7

AUTORA

AGRADECIMIENTO

A Dios, por las grandes cosas que ha hecho en mí y por permitirme llegar a cumplir una de las metas más importantes de mi vida y de la de mis padres confortándome y fortaleciéndome en cada momento.

A mi amada mami Teresa, por enseñarme a enfrentarme a las adversidades de la vida con valentía, por ser mi luz, mi inspiración y por enseñarme a crecer como persona.

A mi padre José, por ser mi ángel, aquel que me cuida y acompaña cada día de mi vida.

A mis hermanos Paúl e Isabel, por todo el amor y apoyo que siempre han tenido conmigo.

Al Dr. Christian Franco, por todo el apoyo, dedicación y confianza brindada durante el desarrollo de este estudio.

DEDICATORIA

A mi padre Pepito, que vive en mi corazón y quien ha sido mi ejemplo de superación.

*A mi madre Teresita, quien ha caminado conmigo y ha hecho de mis debilidades su
fortaleza para educarme.*

A mis pequeños sobrinos Arián y José, por llenar mi vida de alegría.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

APROBACIÓN DEL TUTOR	ii
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD	iii
APROBACIÓN DE LOS MIEMBROS DE TRIBUNAL DE GRADO	iv
DERECHOS DE AUTOR.....	v
AGRADECIMIENTO	vi
DEDICATORIA	vii
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	viii
ÍNDICE DE FIGURAS	x
RESUMEN.....	xii
ABSTRACT	xiii
CAPÍTULO I.....	14
MARCO TEÓRICO.....	14
1.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS	14
1.1.1. Lechuga	14
1.1.2. Tomate Cherry	14
1.1.3. Zanahoria.....	15
1.1.4. Alimentos de IV gama.....	15
1.1.5. Conservación de hortalizas	15
1.1.6. Tratamientos Químicos	16
• Ácido ascórbico	16
• Ácido cítrico.....	17
1.1.7. Envasado al vacío.....	18
1.1.8. Efecto del corte	18
1.2. OBJETIVOS	19
1.2.1. Objetivo General	19
1.2.2. Objetivos Específicos	19
1.3. HIPÓTESIS	20
1.3.1. Hipótesis nula (Ho)	20
1.3.2. Hipótesis alternativa (Hi).....	20
1.4. SEÑALAMIENTO DE LAS VARIABLES.....	20

1.4.1. Variable independiente.....	20
1.4.2. Variable dependiente.....	20
CAPÍTULO II.....	21
METODOLOGÍA.....	21
2.1. MATERIALES.....	21
2.2. Diseño Experimental.....	21
2.2.1. Determinación de factores y niveles de estudio	21
2.2.2. Tratamientos para el estudio	22
2.3. Desarrollo del proceso de preservación de hortalizas IV gama	23
2.3.3. Lechuga.....	23
2.3.4. Tomate cherry.....	25
2.3.5. Zanahoria.....	27
2.4. MÉTODOS.....	28
2.4.6. Evaluación Sensorial.....	28
2.4.7. Análisis Físico químico.....	28
2.4.8. Análisis de resultados	29
2.4.9. Análisis en el mejor tratamiento.....	29
CAPÍTULO III	32
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	32
3.1. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.....	32
3.1.1. Seguimiento de la calidad física.....	32
3.1.2. Análisis sensorial	37
3.1.3. Análisis Físico-químico	40
3.1.4. Análisis Microbiológico.....	48
3.1.5. Análisis de Color	49
3.1.5. Vida útil.....	51
3.2. VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS	53
CAPÍTULO IV	54
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	54
4.1. CONCLUSIONES	54
RECOMENDACIONES	55
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	56

ANEXOS.....	61
ANEXO A – FICHAS DE CATACIÓN.....	62
ANEXO B - ANOVAS DEL ANALISIS SENSORIAL Y FÍSICO-QUÍMICO	66
ANEXO C - TEST DE TUKEY PARA LA COMPARACIÓN DE MEDIAS DE LAS MUESTRAS EN EL ANÁLISIS SENSORIAL Y FÍSICO-QUÍMICO	71
ANEXO D – VIDA ÚTIL.....	75
ANEXO E – FOTOGRAFÍAS	78

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama de flujo para la preservación de lechuga.....	23
Figura 2. Diagrama de flujo para la preservación de tomate cherry.....	25
Figura 3. Diagrama de flujo para la preservación de la zanahoria.	27
Figura 4. Comportamiento de lechuga IV gama durante el almacenamiento.	33
Figura 5. Comportamiento de zanahoria IV gama durante el almacenamiento	35
Figura 6. Comportamiento del tomate cherry IV gama durante el almacenamiento.....	37
Figura 7. Resultados del análisis sensorial en lechuga	38
Figura 8. Resultados del análisis sensorial en tomate cherry	39
Figura 9. Resultados del análisis sensorial en zanahoria	39
Figura 10. Resultados del análisis de sólidos solubles en lechuga.....	40
Figura 11. Resultados del análisis de pH en lechuga.....	41
Figura 12. Resultados del análisis de acidez en lechuga.....	42
Figura 13. Resultados del análisis de sólidos solubles en tomate cherry.....	43
Figura 14. Resultados del análisis de pH en tomate cherry	44
Figura 15. Resultados del análisis de acidez en tomate cherry	45
Figura 16. Resultados del análisis de sólidos solubles en zanahoria.....	46
Figura 17. Resultados del análisis de pH en zanahoria.....	47
Figura 18. Resultados del análisis de acidez titulable en zanahoria.....	48
Figura 19. Ubicación de las coordenadas CIE L*a*b*.....	51
Figura 20. Pérdida de peso con relación al tiempo de almacenamiento en la lechuga..	76
Figura 21. Pérdida de peso con relación al tiempo de almacenamiento en el tomate ...	76
Figura 22. Pérdida de peso con relación al tiempo de almacenamiento en la zanahoria	77

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Factores y niveles de estudio	21
Tabla 2. Combinaciones experimentales.....	22
Tabla 3. Cambios en la calidad física de la lechuga	32
Tabla 4. Cambios en la calidad física del tomate cherry.....	34
Tabla 5. Cambios en la calidad física de la zanahoria	35
Tabla 6. Análisis microbiológico de las hortalizas al mejor tratamiento	49
Tabla 7. Parámetros de color de las hortalizas al mejor tratamiento	50
Tabla 8. Pérdida de peso durante el almacenamiento a 4°C.....	52
Tabla 9. Tiempo de vida útil de las hortalizas almacenadas a 4 °C.....	53

RESUMEN

El mercado nacional actualmente promueve el uso de tecnologías de procesamiento que permiten conservar las hortalizas de IV gama por mayor tiempo sin perder las características de un producto fresco. En el presente trabajo se evaluó la combinación de tres diferentes tecnologías de procesamiento mínimo sobre el comportamiento fisicoquímico, calidad sensorial y microbiológica, y propiedades colorimétricas aplicadas en lechuga, tomate cherry y zanahoria. Se evaluaron técnicas de corte, tratamiento químico y tipo de envasado en cada hortaliza. Los mejores tratamientos evaluados mediante análisis sensorial y fisicoquímico resultaron de la aplicación de ácido ascórbico 250 ppm, corte en tiras 8cm x 3cm aprox. y envasado al vacío en el caso de la lechuga; enteros sin pedúnculo, ácido cítrico 500 ppm y envasado al vacío para tomate cherry y tiras de 7 cm x 1cm aprox., ácido ascórbico 150 ppm y envasado al vacío en la zanahoria. El análisis de color para lechuga, tomate y zanahoria demostró que los parámetros de luminosidad, cromaticidad y tonalidad no fueron alterados por el procesamiento y se mantuvieron óptimos a través del tiempo. El análisis microbiológico exhibió conteo de mohos/levaduras y aerobios mesófilos que se encuentran dentro de los límites señalados en la normativa. El tiempo de vida útil establecido mediante pérdida de peso fue de 11 días en la lechuga, 19 días en el tomate cherry y 18 días en la zanahoria.

Palabras clave: Conservación de alimentos, procesamiento de alimentos, hortalizas, análisis de alimentos, tratamiento químico.

ABSTRACT

National market promotes the use of processing technologies that allow to conserve vegetables of IV spectrum for more time without losing the fresh features of a product. This work evaluated the combination of three different minimal processing technologies about physicochemical behavior, sensorial quality and microbiological, and colorimetric properties applied in lettuce, cherry tomato and carrot. Cutting techniques, chemical treatment and type of packaging in each vegetable were evaluated. The best treatments evaluated through sensorial analysis and physicochemical were the result of the application of ascorbic acid 250 ppm strips cutting of 8cm x 3cm approx. and vacuum packing technique in the case of the lettuce; wholes without pedicle, citric acid 500 ppm and vacuum packing technique for the cherry tomato and strips of 7cm x 1 cm approx. ascorbic acid 150 ppm and vacuum packing technique in the carrot. The analysis of color for the lettuce, tomato and carrot showed that the parameters of brightness, chromaticity and tonality were not altered by the process they remained optimum over time. On the other hand, the microbiologic analysis showed count of mold/yeast and mesophilic aerobics are within the limits imposed in the regulation. The useful lifetime established through weight loss was of 11 days in the lettuce, 19 days in the cherry tomato and 18 days in the carrot.

Keywords: Food preservation, food processing, vegetables, food analysis, chemical treatment.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

En la actualidad la tendencia para el consumo de alimentos mínimamente procesados como hortalizas y frutas IV gama crece proporcionalmente con el desarrollo de nuevas técnicas de preservación de alimentos. Dichas técnicas aseguran además de su calidad inocua, la conservación de sus propiedades nutricionales y sensoriales. Es así que la industria alimentaria se dirige hacia el desarrollo de nuevos productos listos para su uso y consumo mediante la utilización de alternativas de conservación, logrando incrementar su vida de anaquel (Infantes, 2015).

1.1.1. Lechuga

La lechuga (*Lactuca sativa L.*) ha sido durante siglos parte de la dieta diaria a nivel mundial. Posee una elevada concentración de agua (90-95%), como también folatos, provitamina A o beta-caroteno y vitamina C en cantidades estimables que le dan a esta hortaliza propiedades antioxidantes, a las cuales se les atribuye la prevención de enfermedades cardiovasculares e inclusive de cáncer (Carranza, Lancho, Miranda, & Chaves, 2009).

1.1.2. Tomate Cherry

El tomate (*Solanum lycopersicum*) es una dicotiledónea perteneciente a la familia de las Solanáceas. Considerada una planta muy estable que puede ser cultivada durante todo el año; de acuerdo a su variedad esta puede ser rastrera, semirrecta o erecta. Por sus formas de ingesta se encuentra entre las hortalizas de mayor consumo en el mundo (Palomo, Moore, Carrasco, Villalobos, & Guzmán, 2010).

Esta hortaliza ha sido estudiada muy ampliamente por sus propiedades nutricionales. Comprende carbohidratos, potasio, fósforo, magnesio, vitaminas B1, B2, B5 y C, así también presenta un elevado contenido de carotenoides como el licopeno, el mismo que juega un papel importante como antioxidante (Palomo et al., 2010).

1.1.3. Zanahoria

La zanahoria (*Daucus carota*) es una raíz fusiforme de la familia de las Umbelíferas, considerada una hortaliza rica en vitaminas y minerales además de presentar grandes contenidos de fibra dietética natural. Dentro de su composición también destaca la presencia de carbohidratos y gran cantidad de agua; esto sumado al aporte de betacaroteno o pro-vitamina A hacen de la zanahoria un alimento importante en la dieta diaria (Hernández & Blanco, 2015).

1.1.4. Alimentos de IV gama

Son frutas y hortalizas frescas que han sido sometidas a procesos leves postcosecha como pelado, cortado, rallado, etc. buscando siempre conservar la calidad sensorial y nutritiva inicial sin dejar a un lado su aspecto de fresca. Por otro lado, un alimento IV gama o mínimamente procesado también es conocido como aquel que ha sido expuesto a tratamientos de preparación (desinfección), empacado con el uso de atmosferas modificadas y posterior a ello son almacenados a temperaturas de refrigeración (García, 2008).

Dentro de los productos de IV gama, las investigaciones con mayor difusión han sido sobre hortalizas como zanahoria y remolacha ralladas, repollo y lechuga cortados, apio trozado, hojas de espinaca, inflorescencias de brócoli y coliflor, mezclas de hortalizas de hoja para ensaladas, trozos de verdura para preparar sopas y papas en bastones o rejillas (Arteaga, 2010); los mismos que están ocupando gran parte del mercado mundial por su cotidianidad y fácil consumo.

1.1.5. Conservación de hortalizas

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) menciona que la función principal de la preservación (conservación) de los alimentos es evitar el desarrollo de microorganismos (bacterias, levaduras y mohos) para que el alimento no se deteriore durante el almacenaje. De igual manera, deben controlarse los cambios químicos y bioquímicos que provocan su deterioro. Con ello, se logra obtener un alimento sin cambios en sus propiedades organolépticas comunes (color, sabor, olor, textura, aroma, etc.) con valor nutritivo y que puede ser consumido sin riesgo durante un cierto periodo (vida útil). Con el propósito de cumplir con este objetivo, se han establecido tratamientos de conservación que son operaciones a las que se someten los alimentos para retardar los procesos físicos y químicos que provocan su deterioro,

como puede ser el caso de un adecuado lavado y desinfección de los alimentos (López & Rodríguez, 2016).

Los principales síntomas de deterioro en vegetales incluyen cambios en la textura, el color, pérdida de nutrientes y rápido desarrollo microbiano. La disminución de dichas pérdidas en el proceso de conservación requiere de la adopción de nuevas tecnologías que permitan brindar una mayor estabilidad a las características sensoriales y nutritivas durante el tiempo de almacenamiento. Con el fin de obtener productos alimenticios sanos, con un alto nivel nutritivo y buena calidad organoléptica, se han generado alternativas que optimicen el aprovechamiento de los vegetales con la menor incidencia de daños en pro de los mercados de consumo fresco. Es así que, se identifican diferentes técnicas para extender la vida útil de estos como refrigeración, desinfección, absorbentes de etileno, irradiación, recubrimientos comestibles, inmersión en baños químicos, atmósferas modificadas y controladas, tratamientos térmicos leves y radiación ultravioleta (UV-C) (A. E. Hernández, Cardozo, Flores, Salazar, & Gómez, 2014).

1.1.6. Tratamientos Químicos

Existe una gran variedad de tratamientos químicos que permiten incrementar la vida útil de un alimento conservando sus propiedades fisicoquímicas y sensoriales ya sea mediante su actividad antimicrobiana o su reacción química con la matriz alimentaria. El desafío de usarlos como preservantes en alimentos es mantener en lo posible las características propias de los alimentos en los cuales han sido incorporados.

- **Ácido ascórbico**

El ácido L-ascórbico es un compuesto que presenta gran afinidad con los carbohidratos. Las propiedades ácidas y reductoras que este posee son debidas al resto 2,3-enodiol en su estructura. Actúa como un secuestrante de oxígeno, haciéndolo muy útil en productos que contienen aire en el espacio de cabeza; se requieren alrededor de 3.5 mg de ácido ascórbico para secuestrar el oxígeno en 1cm³ de aire en el espacio de cabeza. También ha sido utilizado como antioxidante generalmente reconocido como seguro (GRAS) que no tiene restricciones sobre su nivel de uso en alimentos de IV y V gama, previniendo el pardeamiento oxidativo y demás reacciones de

este tipo, puesto que actúa como un agente quelante sobre enzimas que contienen cobre como la PPO. Concentraciones de 200 ppm de ácido ascórbico permiten prevenir las reacciones oxidativas en la matriz alimentaria (Piagentini, 1999).

Con respecto al uso de ácidos ascórbico en alimentos Nogales et al.(2010) estudiaron la incorporación de ácido ascórbico 1°% en el agua de lavado y desinfección de lechuga cortada. Esto brindó beneficios satisfactorios, que contrarrestan el cambio en la apariencia general del producto causado por el pardeamiento enzimático después de una lesión ocasionada en el tejido vegetal. La utilización de una atmosfera modificada pasiva combinada con ácido ascórbico resulta satisfactoria en el mantenimiento de la calidad de lechuga IV gama durante 10 días de conservación.

Sucapuca (2013) estudió el ácido ascórbico frente a otro tipo de antioxidantes como la cisteína y N-acetilcisteína en la evaluación de la vida de anaquel de chirimoya mínimamente procesada. Las determinaciones sensoriales revelan como mejores resultados a las muestras tratadas con ácido ascórbico y N-acetilcisteína. En el análisis de capacidad antioxidante la N-acetilcisteína presentó valores más altos sin embargo la capacidad antioxidante del ácido ascórbico fue aceptable de igual manera, en cuanto a la vida de anaquel los dos antioxidantes tuvieron una excelente conservación durante 14 y 17 días respectivamente.

- **Ácido cítrico**

Se encuentra presente en una gran cantidad de frutas cítricas y hortalizas. Investigaciones han demostrado que presenta una acción inhibitoria en el crecimiento de bacterias termófilas incluso más eficaz que la de los ácidos acético y láctico. Además, el ácido cítrico es más inhibitorio de la bacteria *Salmonella* que los ácidos lácticos y clorhídrico. También se ha demostrado que este ácido a concentraciones tan bajas como 0.3% reduce efectivamente la población de *Salmonella* viable en carcasas de pollo (Piagentini, 1999).

Para Dussán, Gaona, y Hleap (2017) las propiedades físico-químicas, firmeza e índice de pardeamiento evaluadas en el efecto del uso de antioxidantes como el ácido cítrico y L-cisteína en rodajas de plátano verde dominico-Hartón resultaron estables y óptimos en el incremento de la vida útil del producto hasta 21 días. Dada la combinación de estos antioxidantes el efecto que más sobresalió en el estudio fue la inhibición del pardeamiento enzimático comparado con un

tratamiento utilizando la combinación de L-cisteína y un recubrimiento comestible a base de *carragenano*.

1.1.7. Envasado al vacío

Esta tecnología de envasado modifica la atmósfera interna del envase eliminando totalmente el aire que se encuentra en el interior de un envase o film de baja permeabilidad al oxígeno la cantidad de oxígeno debe ser inferior al 1% para conseguir la prolongación de la vida útil del alimento. Este tipo de empaque conserva la calidad del producto en cuanto a su color, sabor, texturas, además de evitar la proliferación de microorganismos.

Este tipo de empaque presenta estas funcionalidades en cuanto a conservación dado que, la ausencia de oxígeno no es reemplazada con otro gas y únicamente se genera un incremento de la concentración de vapor de agua y de dióxido de carbono (Illapa, 2019).

El envasado al vacío es la forma más sencilla de modificar una atmósfera en el interior de un empaque puesto que se puede regular la cantidad de oxígeno controlando tiempos y presiones de sellado. Esto permite evitar un cambio en la respiración de aeróbica a anaeróbica la cual genera fermentación del producto causando olores y sabores desagradables debido a concentraciones muy bajas de oxígeno y/o muy elevadas de dióxido de carbono (Leiva, 2013).

Con relación al envasado al vacío Dussán, Reyes, & Hleap (2014) señalan que el uso de este tipo de empaques en rodajas de piña mínimamente procesadas, mejora las características sensoriales y aumenta el tiempo de vida útil del producto hasta 7 días. Esta técnica resultó de la combinación con otros procesos industriales como el uso de ácido ascórbico (1% v/v), ácido cítrico (1% v/v) y cloruro de calcio (1% v/v). Asimismo, se encontró que no existen diferencias significativas en los valores de los atributos fisicoquímicos tomados durante los 16 días de vida útil.

1.1.8. Efecto del corte

La ruptura de tejidos incide directamente en cambios bioquímicos y alteraciones fisiológicas de una matriz viva. La “descompartimentación” celular permite la exteriorización de compuestos fenólicos localizados en las vacuolas que pueden entrar en contacto libremente con enzimas

polifenoloxidasas,(PPO) y ser oxidados hasta formar quinonas responsables de los cambios de coloración superficial en tejidos (pardeamiento enzimático) de frutas y hortalizas. Este proceso lleva consigo la eliminación de agua y compuestos vegetales que termina desestabilizando la vida útil del alimento (Jadán, 2017).

De acuerdo a la influencia del tipo de corte en los cambios metabólicos y físicos de las hortalizas Izquierdo & Naranjo (2006) estudiaron dos dimensiones de cortes en zanahoria y lechuga con lo obtuvieron mejores características fisicoquímicas y sensoriales en dimensiones de mayor longitud debido a que se somete a los tejidos a menor estrés.

Rivera, Vásquez, Ayala, y González (2005) encontraron una alta producción de CO₂ en el primer día almacenamiento que varía de acuerdo al tipo de corte realizado. Otro efecto en donde también se encontraron diferencias significativas fue la firmeza, que resultó ser afectada en mayor proporción en rebanas que en cubos, al igual que el porcentaje de sólidos solubles y pérdida de peso. El único factor que no muestra diferencias entre tipo de corte fue la velocidad de respiración.

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. Objetivo General

Realizar una evaluación de técnicas de preservación aplicadas a hortalizas de IV gama: lechuga (*Lactuca sativa L.*), tomate cherry (*Solanum lycopersicum*) y zanahoria (*Daucus carota*).

1.2.2. Objetivos Específicos

- Evaluar el factor/es causados por el procesamiento mínimo, que ocasiona la reducción del tiempo vida útil de las hortalizas seleccionadas.
- Analizar el efecto de la aplicación de técnicas de conservación sobre la calidad de tres tipos de hortalizas.
- Estimar el tiempo de vida útil del mejor tratamiento en los tres tipos de hortalizas.

1.3. HIPÓTESIS

1.3.1. Hipótesis nula (H₀)

La aplicación de métodos de preservación no genera un incremento significativo en el tiempo de vida útil de hortalizas de IV gama: lechuga (*Lactuca sativa L.*), tomate cherry (*Solanum lycopersicum*) y zanahoria (*Daucus carota*).

1.3.2. Hipótesis alternativa (H₁)

La aplicación de métodos de preservación ayuda a incrementar la vida útil en hortalizas de IV gama, en base al análisis de: lechuga (*Lactuca sativa L.*), tomate cherry (*Solanum lycopersicum*) y zanahoria (*Daucus carota*).

1.4. SEÑALAMIENTO DE LAS VARIABLES

1.4.1. Variable independiente

- Tipo de corte en hortalizas
- Tratamiento químico (ácido cítrico, ácido ascórbico)
- Tipo de envasado (aire y vacío)

1.4.2. Variable dependiente

- Propiedades fisicoquímicas, sensoriales, calidad microbiológica, vida útil y pérdida de peso en hortalizas de IV gama.

CAPÍTULO II METODOLOGÍA

El desarrollo del procesamiento tecnológico se efectuó durante el período mayo-octubre 2019 y se llevó a cabo en el Laboratorio de Tecnología de Cereales, de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología de la Universidad Técnica de Ambato, haciendo uso de equipos como: cocina industrial, licuadoras, brixómetros y utensilios de cocina, los ensayos experimentales se realizaron en el Laboratorio de Análisis Instrumental y de Procesos (UODIDE-CIA, Proyecto de Canje de Deuda) de la Universidad pues contó con el equipamiento adecuado para los análisis realizados (empacadora de vacío, balanzas analíticas, cámara de flujo laminar, incubadoras, pH metro y titulador).

2.1. MATERIALES

En la experimentación se empleó lechuga crespa, tomate cherry y zanahoria adquiridas en el mercado Mayorista del Cantón Ambato el mismo día que se realizó el procesamiento. Las hortalizas fueron seleccionadas de acuerdo a su estado de madurez y calidad.

2.2. Diseño Experimental

2.2.1. Determinación de factores y niveles de estudio

En la evaluación de las técnicas de preservación de hortalizas se empleó un diseño experimental A x B x C completamente al azar con tres réplicas, que fue aplicado a los datos obtenidos del análisis sensorial y fisicoquímico para la determinación del mejor tratamiento en cada hortaliza. Se propuso un arreglo factorial, compuesto por tres factores: (1) tipo de corte, (2) tratamiento químico, y (3) tipo de envasado con dos niveles para cada factor. Los factores y niveles aplicados de manera individual a la lechuga, tomate cherry y zanahoria se detallan en la Tabla 1.

Tabla 1. Factores y niveles de estudio

Hortaliza	Factores	Niveles
Lechuga	A. Tipo de corte	a ₀ . Tiras 8cm x3 cm
		a ₁ . Tiras 8cm x0,5 cm

	B. Tratamiento Químico	b ₀ . Ácido Cítrico 200 ppm b ₁ . Ácido Ascórbico 250 ppm
	C. Tipo de envasado	c ₀ . Al vacío c ₁ . Aire
Tomate cherry	A. Tipo de corte	a ₀ . Mitades (longitudinales) a ₁ . Entero (corte de pedúnculo)
	B. Tratamiento Químico	b ₀ . Ácido Cítrico 500 ppm b ₁ . Ácido Ascórbico 150 ppm
	C. Tipo de envasado	c ₀ . Al vacío c ₁ . Aire
	A. Tipo de corte	a ₀ . Tiras (7cm x 1cm) a ₁ . Rallado
	B. Tratamiento Químico	b ₀ . Ácido Cítrico 500 ppm b ₁ . Ácido Ascórbico 150 ppm
	C. Tipo de envasado	c ₀ . Al vacío c ₁ . Aire

2.2.2. Tratamientos para el estudio

La Tabla 2, presenta las combinaciones entre los tratamientos y las respuestas experimentales aplicados al estudio para lechuga, tomate cherry, zanahoria y muestra control (sin tratamiento)

Tabla 2. Combinaciones experimentales

N° Tratamiento	Combinaciones	Resultados experimentales
		Análisis Sensorial y Fisicoquímico
1	a ₀ b ₀ c ₀	Color
2	a ₀ b ₀ c ₁	Pardeamiento en bordes
3	a ₀ b ₁ c ₀	Sabor
4	a ₀ b ₁ c ₁	Textura
5	a ₁ b ₀ c ₀	Aceptabilidad

6	a ₁ b ₀ c ₁	pH
7	a ₁ b ₁ c ₀	Acidez
8	a ₁ b ₁ c ₁	Brix
	Control	
9	a ₀ c ₁	
10	a ₁ c ₁	

2.3. Desarrollo del proceso de hortalizas de IV gama.

2.3.3. Lechuga

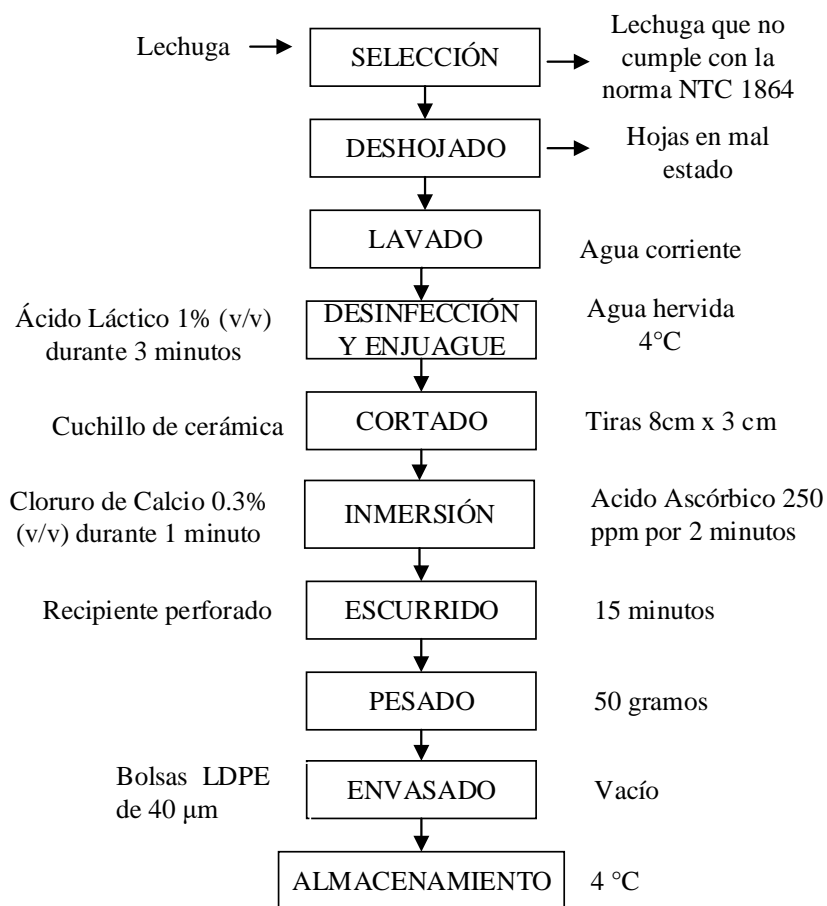


Figura 1. Diagrama de flujo para la preservación de lechuga

- **Selección**

Las lechugas para el proceso fueron seleccionadas de acuerdo a la calidad higiénico-sanitaria establecida por la norma NTC 1864 (2011), debido a la falta de normatividad específica para lechuga fresca en Ecuador.

- **Deshojado**

Posterior al proceso de selección, la lechuga fue deshojada de forma manual, descartando aquellas que no presenten un buen aspecto en términos de color y textura.

- **Lavado, desinfección y enjuague**

El lavado se realizó con agua potable corrida con el fin de eliminar cualquier tipo de impureza. La desinfección se realizó mediante inmersión, durante 3 minutos utilizando 1 litro de una solución de ácido láctico al 1% (v/v) A continuación, se enjuagó el producto con agua previamente hervida y enfriada a 4°C.

- **Cortado**

El corte fue realizado manualmente en tiras de 8 cm x3 cm aproximadamente utilizando cuchillos de cerámica de lámina plana bien afilados.

- **Tratamiento químico**

Se sumergió la lechuga en 1 litro de solución de cloruro de calcio al 0.3 % (v/v) durante un minuto, posteriormente el producto fue tratado con una solución antioxidante de ácido ascórbico 250 ppm por 2 minutos.

- **Ecurrido**

La lechuga tratada fue escurrida por gravedad y con ligeros movimientos manuales durante 15 minutos utilizando un recipiente perforado.

- **Pesado y envasado**

Se pesaron por triplicado 50 gramos del producto por cada tratamiento utilizando una balanza analítica, seguido del pesado se realizó el envasado en bolsas extruidas de 40 μ utilizando una envasadora de vacío de marca Italian Pack Yang.

- **Almacenamiento**

Las muestras de todos los tratamientos fueron almacenadas en refrigeración a una temperatura de 4 °C por un período de 14 días.

2.3.4. Tomate cherry

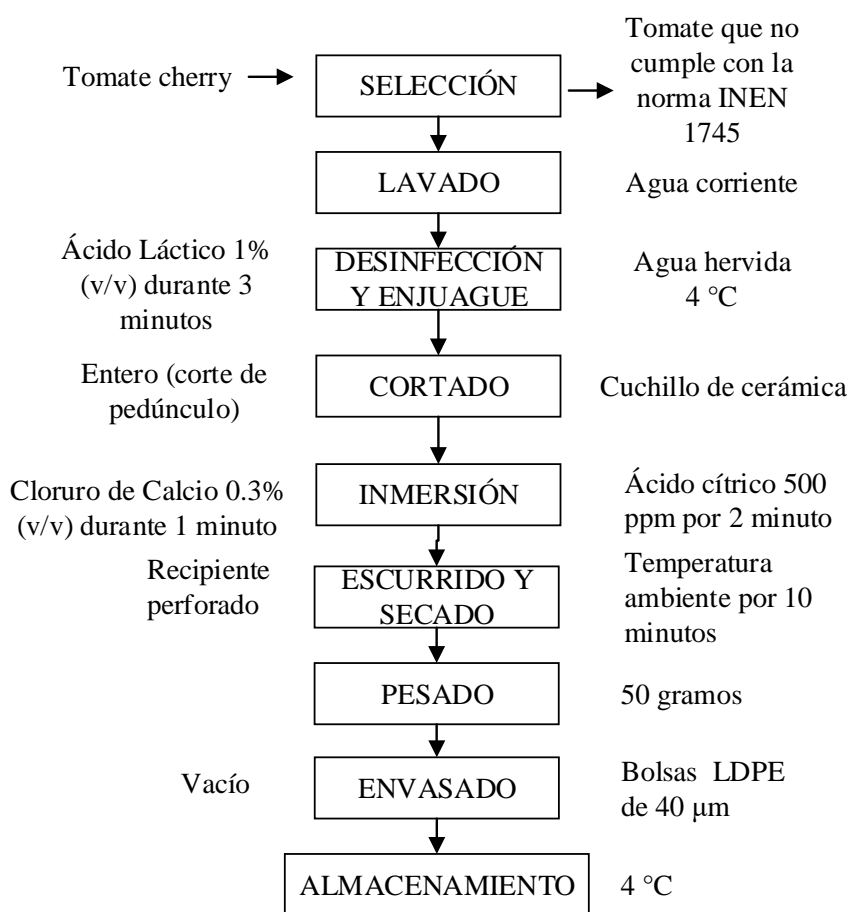


Figura 2. Diagrama de flujo para la preservación de tomate cherry

- **Selección**

De acuerdo a la norma INEN 1745, (1990) los tomates para el proceso deben estar limpios, enteros, bien formados, lisos, consistentes exteriormente secos, frescos, con el color, aroma y sabor típicos de la variedad.

- **Lavado, desinfección y enjuague**

El lavado se realizó con abundante agua potable para eliminar cualquier material contaminante en el tomate. Seguido de este proceso se realizó la desinfección y enjuague bajo las mismas condiciones que la lechuga

- **Cortado**

Se realizó corte del pedúnculo de manera transversal en el tomate entero utilizando cuchillos de cerámica de lámina plana.

- **Tratamiento químico**

En la primera etapa de este tratamiento se tuvo la inmersión de los tomates en la solución de cloruro de calcio al 0.3 % (v/v) durante un minuto, seguido de esto el producto fue tratado con una solución antioxidante de ácido cítrico 500ppm por 2 minutos.

- **Secado**

Los tomates se dejaron secar a temperatura ambiente (~20 °C) en bandejas plásticas durante 10 minutos.

- **Pesado y envasado**

Se pesaron 50 gramos de tomate cherry por triplicado de cada tratamiento aplicado para su posterior envasado al vacío.

- **Almacenamiento**

El almacenamiento de los tomates se llevó a cabo mediante refrigeración a 4 °C durante 14 días.

2.3.5. Zanahoria

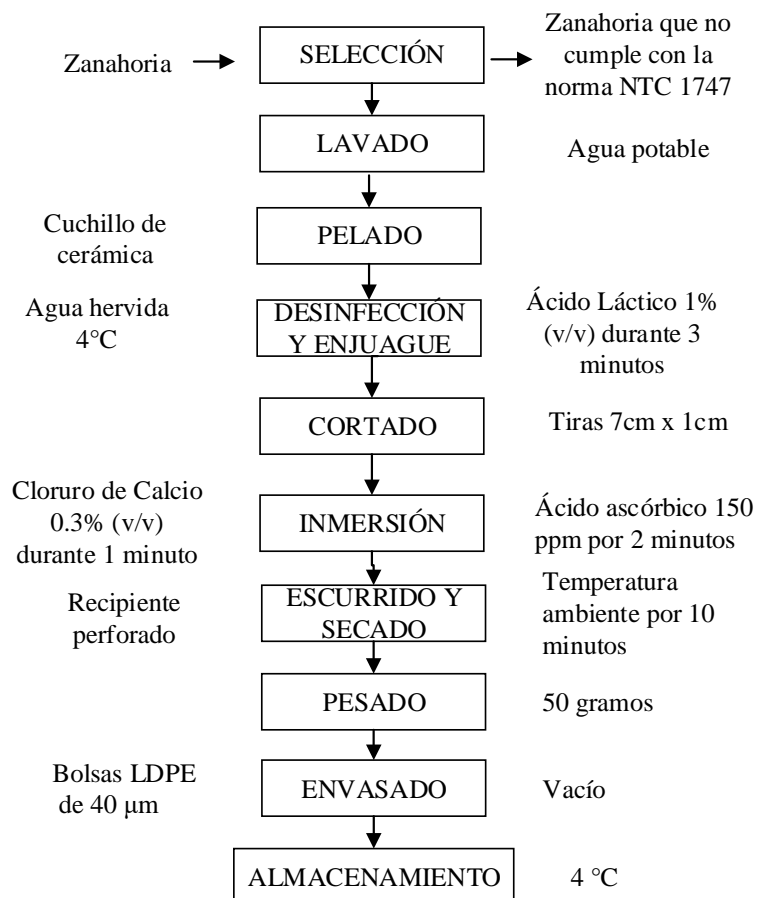


Figura 3. Diagrama de flujo para la preservación de la zanahoria.

- **Selección**

De acuerdo a la norma INEN 1747, (1990) las zanahorias deben estar limpias, bien formadas, consistentes, exteriormente secas, frescas, con el color, aroma y sabor típicos de la variedad.

- **Lavado**

En esta operación se realizó con agua potable eliminando cualquier partícula extraña.

- **Pelado, desinfección**

El pelado de la zanahoria se llevó a cabo con un pelador de cerámica de lámina plana posterior a ello se desinfectó la hortaliza con ácido láctico 1% durante 3 minutos.

- **Cortado**

Se llevó a cabo en tiras de 7 cm x 1cm aproximadamente utilizando un cuchillo de cerámica de lámina plana.

- **Tratamiento químico**

Las condiciones para el tratamiento químico de la zanahoria fueron iguales a los del tomate cherry descrito anteriormente.

- **Secado, pesado, envasado y almacenamiento**

Estas cuatro operaciones se realizaron siguiendo el mismo protocolo que las hortalizas antes tratadas.

2.4. MÉTODOS

2.4.6. Evaluación Sensorial

La calidad sensorial fue evaluada con un panel semi-entrenado de 15 catadores, el número de panelistas se estableció de acuerdo a estudios realizados en hortalizas de IV gama como el de Vaca (2013) quien utilizó 15 panelistas para la respectiva evaluación sensorial y el de Cutzal & Morales (2005) en donde se realizaron pruebas de aceptación sensorial con 8 panelistas. Los atributos medidos fueron: color, el pardeamiento en bordes puesto que el corte en estos alimentos facilita la pronta reacción de la enzima Polifenol Oxidasa (PPO) provocando un daño visible alrededor del mismo (Vaca, 2013), sabor, textura y aceptabilidad. Se presentaron al analista muestras aleatorias de cada tratamiento en los tres tipos de hortalizas; las condiciones de luz, aire e higiene fueron las óptimas dentro de las cabinas de catación.

2.4.7. Análisis Físicoquímicos

- **Medición del pH**

La medición del pH se realizó en 30 ml de la muestra con un potenciómetro (Mettler Toledo, USA) calibrado previamente, las muestras fueron preparadas diluyendo 10 g del producto triturado en 90 ml de agua destilada. Ensayo que fue realizado por triplicado.

- **Medición de la acidez titulable**

La determinación de la acidez fue realizada mediante un titulador automático (Mettler Toledo, USA) calibrado con anticipación, en el procedimiento se trituró la muestra y se tomaron 10 gramos en un vaso propio del equipo, se aforó con agua destilada hasta un volumen de 40 ml, finalmente la muestra se homogenizó y se tituló automáticamente hasta alcanzar un pH 8.3. La acidez titulable en el tomate fue expresada como porcentaje de ácido cítrico mientras que, en zanahoria y lechuga en porcentaje de ácido málico, El cálculo del porcentaje de acidez se determinó con la siguiente ecuación.

$$\% \text{ Acidez} = \frac{V * N * \text{Meq} * 100}{M}$$

Donde:

V = Volumen de Na OH consumido

N = Normalidad de NaOH (0,1N)

Meq = Peso equivalente al acido predominante (ácido cítrico=0.064 y ácido málico= 0.067)

M = Gramos de la muestra pesada

- **Sólidos Solubles**

Para la determinación de los °Brix se trituraron 5 gramos de muestra en un mortero y se colocaron de 1 a 2 gotas de la muestra en el refractómetro (Atago, Japón) el cual fue calibrado con antelación utilizando agua destilada.

2.4.8. Análisis de resultados

Los resultados de los análisis sensorial y fisicoquímico para la determinación del mejor tratamiento fueron analizados en el programa STATGRAPHICS Centurión XVI con el que se obtuvo el ANOVA multifactorial para la evaluación de las diferencias significativas entre tratamientos con la prueba de Tukey, a un nivel de significancia de $P \leq 0.05$.

2.4.9. Análisis en el mejor tratamiento

- **Análisis microbiológico**

En el análisis microbiológico, se pesaron 10 gramos de muestra en bolsas plásticas estériles y se añadieron 90 ml de agua de peptona esterilizada, luego se procedió a homogeneizar la mezcla completamente. Consecutivamente se realizaron diluciones seriadas hasta 10^{-3} . Para el recuento de Mesófilos aerobios, y Mohos/Levadura se empleó la siembra en masa que se efectuó añadiendo 1 ml de la dilución en una placa estéril, a continuación se vertió 15-20 ml de medio de cultivo fundido y templado a 45 °C (Plate Count Agar (PCA) y Agar Papa Dextrosa (PDA) respectivamente) después de su solidificación se invirtieron las placas y se incubaron a 37 °C por 24 horas y 25 °C durante 5 días respectivamente de acuerdo con la Norma NTE INEN 1529-5 y NTE INEN 1529-10 . Para *Staphylococcus aureus* y *Salmonella* se llevó a cabo una siembra en superficie y se incubó a 37°C por 48 horas siguiendo lo establecido por el Método AOAC 987.09 y AOAC 967.25 empleando Manitol y *Salmonella-Shiguella* Agar como medio de cultivo. La detección de *Escherichia coli* fue realizada en placas Compact Dry con una temperatura de incubación de 37°C por 24 horas y 48 horas respectivamente. Las siembras se realizaron por duplicado.

- **Color**

Se evaluaron las propiedades de color con el uso de un colorímetro Lovibond RM-200 mediante las coordenadas CIE L* a* b*. Las mediciones se realizaron en el día de procesamiento de las hortalizas (día 0) y en los días 7 y 14 de almacenamiento registrándose por cada determinación 10 mediciones en diferentes puntos de la muestra.

- **Vida útil**

La determinación del tiempo de vida útil de las tres hortalizas de IV gama almacenadas a 4 °C se realizó mediante el análisis de pérdida de peso construyendo gráficas de regresión lineal de la pérdida de peso con relación al tiempo de almacenamiento, empleando la ecuación de la recta para determinar el orden de la cinética de reacción de deterioro.

- **Pérdida de peso**

La pérdida de peso se realizó en muestras del mejor tratamiento obtenido, registrándose el peso en una balanza analítica después del empaque y cada 48 horas de almacenamiento durante los 14 días de experimentación en las tres hortalizas.

$$\text{Pérdida de peso (\%)} = 100 \left(\frac{\text{peso previo al almacenaje} - \text{peso posterior al almacenaje(48 h)}}{\text{peso previo al almacenaje}} \right)$$

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

3.1.1. Seguimiento de la calidad física

Se realizó el seguimiento de la calidad física del producto observando el comportamiento y cambios que afectan los parámetros mínimos de comercialización de todas las muestras durante el ciclo de almacenamiento.

Tabla 3. Cambios en la calidad física de la lechuga

Tratamiento	Observaciones
a₀ b₀ c₀	Transpiración mínima al 12 día con un incremento hasta el día 14. Leve pardeamiento en nervaduras.
a₀ b₀ c₁	Transpiración moderada a partir del día 9 de almacenamiento. Pardeamiento de peciolas a partir del día 10 con incremento consecutivo. Ligera variación de color de verde oscuro (día 0) a verde claro (día 14)
a₀ b₁ c₀	Ligera transpiración al día 12. Pardeamiento de nervaduras al día 13
a₀ b₁ c₁	Pardeamiento de toda la superficie de corte Leve transpiración durante el almacenamiento
a₁ b₀ c₀	Transpiración excesiva Cambio de coloración (verde oscuro a verde claro) Pardeamiento en la superficie de corte
a₁ b₀ c₁	Pérdida de agua excesiva Aparición de pigmentos color pardo a partir del día 9.
a₁ b₁ c₀	Eliminación excesiva de agua Cambio de coloración
a₁ b₁ c₁	Pardeamiento enzimático en las superficies de corte (coloración café oscura en peciolas cortados y ligeramente marrón en nervaduras)

	Eliminación de agua.
a₀ c₁	Eliminación de agua a partir del sexto día de almacenamiento.
Control	Pardeamiento del producto a partir del día 6 El color en el día 14 se torna amarillo verdoso
a₁ c₁	Eliminación excesiva de agua durante todo el almacenamiento.
Control	Pardeamiento del producto a partir del día 4 El color en el día 14 se torna amarillo verdoso

En la figura 4, se puede observar el proceso de preservación inicial, intermedio y final de almacenamiento en tratamientos de corte en tiras de 8cm x 3cm aprox. y envasado al vacío, notándose un mayor deterioro por pardeamiento, especialmente en la extensión de corte de las nervaduras de lechuga. La principal fisiopatía causante del deterioro postcosecha en la lechuga es el pardeamiento enzimático, manifestado con pequeñas manchas de color rojizo a pardo en las nervaduras de las hojas, principalmente en su nervadura central (González, 2004).



Figura 4. Comportamiento de lechuga IV gama durante el almacenamiento.

Tabla 4. Cambios en la calidad física del tomate cherry

Tratamiento	Observaciones
a₀ b₀ c₀	Ligero cambio de coloración a rojo oscuro durante el almacenamiento
a₀ b₀ c₁	Cambio notorio de coloración a rojo oscuro Mínima transpiración durante todo el almacenamiento
a₀ b₁ c₀	Refleja el mismo color que a ₀ b ₀ c ₀
a₀ b₁ c₁	Cambio de coloración Eliminación de agua
a₁ b₀ c₀	Apariencia general poco agradable Eliminación de agua a partir del día 5
a₁ b₀ c₁	Apariencia general poco agradable Eliminación de agua durante todo el almacenamiento Cambio de coloración a rojo oscuro
a₁ b₁ c₀	Eliminación de agua a partir del día 4 Apariencia general poco agradable
a₁ b₁ c₁	Cambio de coloración a rojo oscuro Eliminación de agua durante todo el almacenamiento Apariencia general poco agradable
a₀ c₁	Cambio de coloración
Control	Leve transpiración durante todo el almacenamiento
a₁ c₁	Desarrollo microbiológico al décimo día de almacenamiento
Control	Eliminación de agua Apariencia general desagradable

La figura 5 presenta la decoloración en las mejores muestras conservadas durante el almacenamiento como el parámetro más perceptivo (visualmente) de la pérdida de la calidad en zanahorias mínimamente procesadas. La palidez de la superficie del tejido exterior causada por

la deshidratación posterior al corte, es el factor más combatido en zanahorias de IV gama y se ve afectada con más severidad si la opción de corte es el rallado o aquella técnica que implique mayor lesión en el tejido (Klaiber, Baur, Wolf, Hammes, & Carle, 2005).



Figura 5. Comportamiento de zanahoria IV gama durante el almacenamiento

Tabla 5. Cambios en la calidad física de la zanahoria

Tratamiento	Observaciones
a₀ b₀ c₀	Decoloración de los tejidos a partir del séptimo día de almacenamiento Aumento de la firmeza que tuvo relación directa con la decoloración
a₀ b₀ c₁	Aumento de la firmeza a partir del día 5 de almacenamiento Decoloración
a₀ b₁ c₀	Ligera decoloración tejidos a partir del día 10
a₀ b₁ c₁	Aumento de la firmeza Decoloración Leve pardeamiento de tejidos
a₁ b₀ c₀	Eliminación de agua

a₁ b₀ c₁	Eliminación de agua a partir del día 5 Pérdida de la firmeza
a₁ b₁ c₀	Apariencia general muy buena hasta el día 7 Eliminación de agua Pérdida de la firmeza
a₁ b₁ c₁	Ligera oxidación de los tejidos Eliminación de agua Pérdida de la firmeza
a₀ c₁	Decoloración
Control	Pardeamiento enzimático Aumento de la firmeza
a₁ c₁	Eliminación de agua
Control	Pérdida de la firmeza

Dentro de las medidas subjetivas observadas, la propiedad visual que más influyó en la calidad física aparente del tomate cherry fue la pérdida de agua como respuesta al daño ocasionado por el corte principalmente en los tratamientos donde los tejidos pierden su barrera de protección en mayor proporción. En la figura 6 se puede visualizar mínima transpiración de los tomates sin pedúnculo, proceso que se controló más con el uso del envasado al vacío. La FAO (2006) refiere que el control de la transpiración y respiración en tomates logra incrementar su vida útil y mantiene la calidad de este tipo de hortalizas.



Figura 6. Comportamiento del tomate cherry IV gama durante el almacenamiento

3.1.2. Análisis sensorial

Los resultados del análisis sensorial permitieron conocer el nivel de calidad de las muestras mediante la percepción de un panel de catadores que reflejaron el criterio de aceptabilidad de los consumidores potenciales de estos alimentos. Este análisis según Salinas, González, Pirovani, & Ulín (2007) tiene además la capacidad de determinar y limitar el tiempo de vida de anaquel de una fruta o vegetal fresco cortado.

Los tratamientos que más favorecieron la conservación de las tres hortalizas (lechuga, tomate cherry y zanahoria) fueron aquellos en donde la superficie de corte fue menor, alcanzando las puntuaciones más altas en la escala hedónica propuesta, sin embargo según lo reportado por los panelistas existieron cambios notorios entre este grupo de tratamientos, esto puede ser causa de cambios bioquímicos que se llevan a cabo en la estructura del producto, Leiva (2013) expone que la alteración de las características sensoriales en una hortaliza mínimamente procesada se debe a una serie de cambios intrínsecos y extrínsecos generados en el alimento por el tipo de operación tecnológica aplicada. Habiendo detallado así que, el incremento en la actividad metabólica, actividad de agua y actividad enzimática son los responsables del cambio de sabor,

color y textura; la susceptibilidad al ataque microbiano y a lesiones mecánicas los que alteran la apariencia, sanidad y textura en un alimento.

Existieron diferencias estadísticamente significativas entre los factores de “tipo de corte” y “tipo de envasado” “al 95% de confianza en cada atributo medido (Anexo B, Tabla 10). La figura 7, presenta a los tratamientos T3 y T1 como los más sobresalientes en cuanto a calificación sensorial. En los atributos de sabor, textura y aceptabilidad las puntuaciones fueron mejores en el tratamiento T3 que corresponde a corte en tiras de 8cm x 3 cm aproximadamente, inmersión en solución de ácido ascórbico 250 ppm y envasado al vacío, en el caso del tratamiento T1, se puede observar una mejor evaluación únicamente en el desarrollo de pardeamiento en bordes y mínima diferencia en el color con respecto a T3.

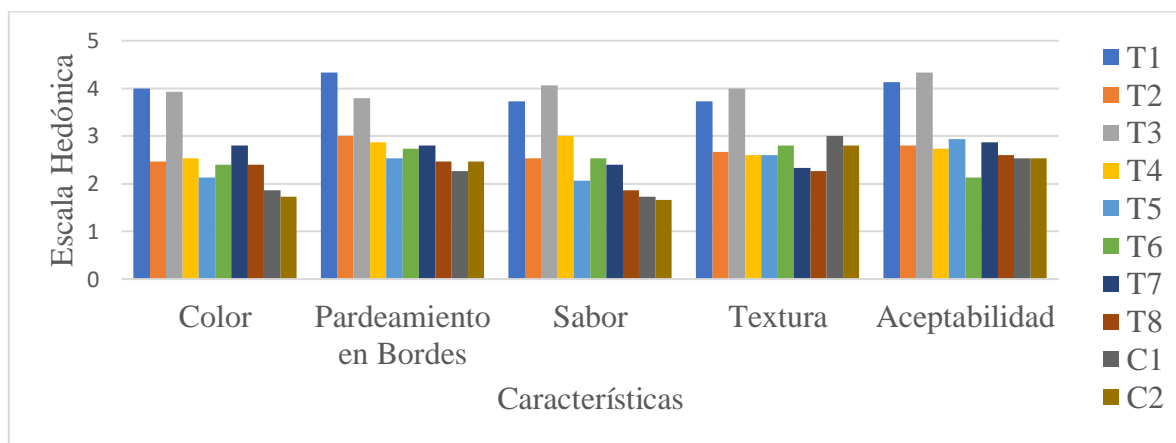


Figura 7. Resultados del análisis sensorial en lechuga

En las muestras de tomate cherry se determinaron diferencias significativas entre todos los factores estudiados ($P < 0,05$) (Anexo B, Tabla 11), se observó además que el tratamiento T1 correspondiente a piezas enteras corte de pedúnculo, inmersión en ácido cítrico 500ppm y envasado al vacío exhibió las valoraciones más altas en los 5 atributos medidos principalmente en el perfil de sabor, que según lo que concluye Ramos, Camarena, Miranda, Sánchez, & Villagomes (2010) en su estudio sobre perfil sensorial es el atributo que define la calidad sensorial en tomates. El tratamiento T3 presentó resultados que van a la par con los de T1 con ello se puede tomar como mejores a estos tratamientos según este análisis.

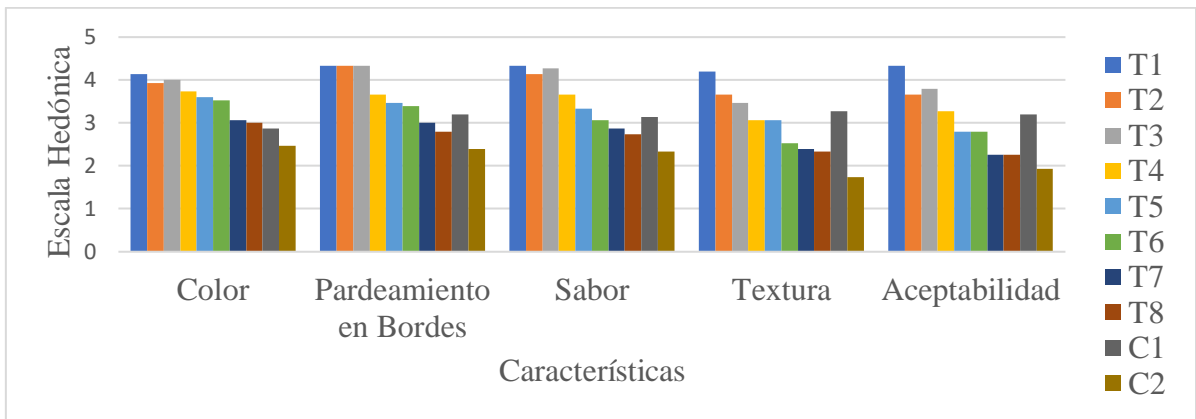


Figura 8. Resultados del análisis sensorial en tomate cherry

De acuerdo con el análisis estadístico existieron diferencias significativas entre los tres factores de estudio ($P < 0,05$) (Anexo B, Tabla 12) para el caso de la zanahoria. En los resultados obtenidos del análisis sensorial (Figura 9) el tratamiento T3 (piezas de 7cm x 1cm aproximadamente, inmersión en ácido ascórbico 150 ppm y envasado al vacío) demostró tener las mejores cualidades organolépticas para los jueces en los 5 factores medidos. Resultados similares se encontraron en el estudio de Dussán, Garcia, & Gutiérrez (2015) en donde el tipo de corte con menor daño mecánico y el envasado al vacío fueron los tratamientos que mejor conservaron zanahorias mínimamente procesadas y los de mejor aceptación sensorial.

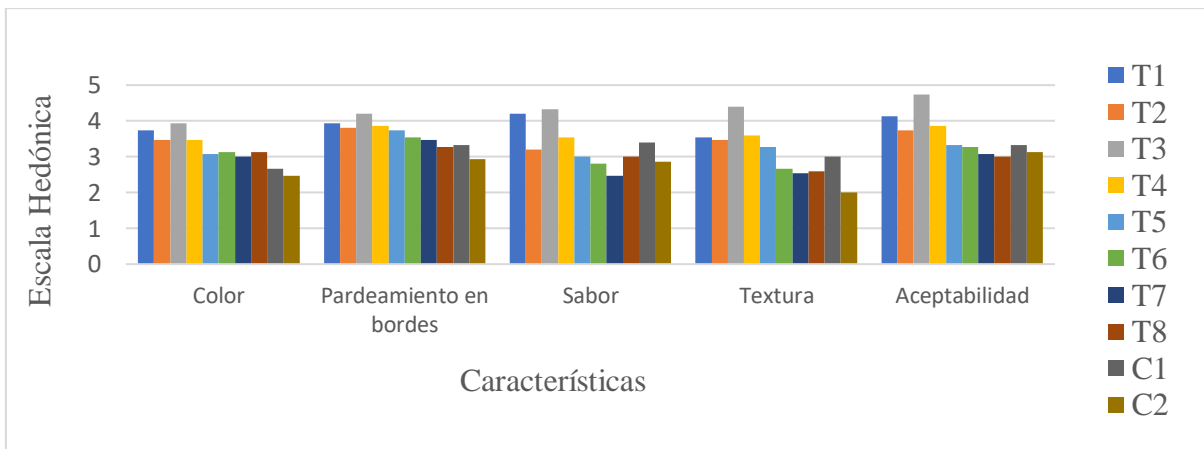


Figura 9. Resultados del análisis sensorial en zanahoria

3.1.3. Análisis Físico-químicos

En la lechuga, el análisis estadístico de los °Brix no evidenció diferencia significativa ($P < 0,05$) entre factores en el día 0 mientras que, en los días 7 y 14 de evaluación existió diferencia significativa entre los tres factores analizados (Anexo B, Tabla 3).

Los tratamientos T1, T2, T3, T4 y T5 presentaron un incremento de los °Brix en el séptimo día y un descenso en el día 14, caso contrario ocurrió con los tratamientos T6, T7, T8 y controles (C1 y C2) en los que se observó un descenso en el día 7 y un ascenso en el día 14. Rodríguez, Ortega, & Piñeros (2018) obtuvieron en su estudio sobre lechuga tratada con ácidos orgánicos un comportamiento de los °Brix similar y demuestran que no existe una tendencia definida en la variación de sólidos solubles y acidez a través del tiempo. Aun existiendo una inestabilidad de los resultados, el tratamiento T3 fue el que mejor conservó esta propiedad, manteniendo los sólidos solubles de 3,20 en el día 0 a 2,87 en el día 14 valor inicial semejante al de la lechuga sin tratamiento (3,23 °Brix).

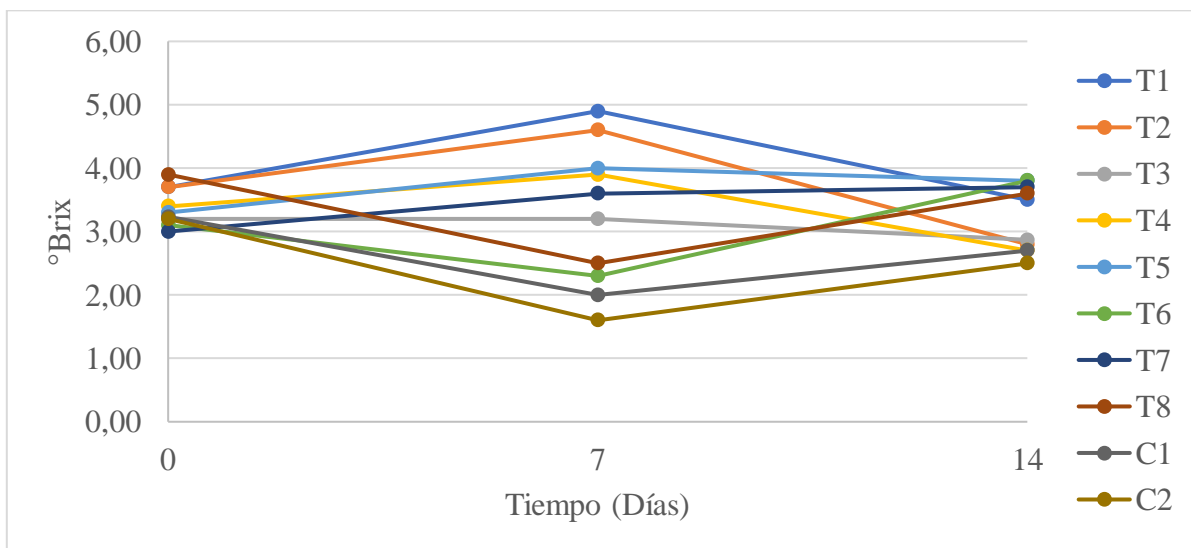


Figura 10. Resultados del análisis de sólidos solubles en lechuga

Los resultados del pH mostraron diferencia estadísticamente significativa ($P < 0,05$) entre los factores “tipo de corte” y “tratamiento químico” (Anexo B, Tabla 2) en los tres días de determinación, siendo estos los más influyentes en este análisis, a pesar de la versatilidad de los datos todos los tratamientos reflejaron valores de pH óptimos comprendidos entre 6,04 y 6,47

hasta el último día de evaluación (Figura 11) rango que se encuentra dentro de lo reportado por Vaca (2013) 5,8 y 7,2 de pH para lechuga fresca troceada.

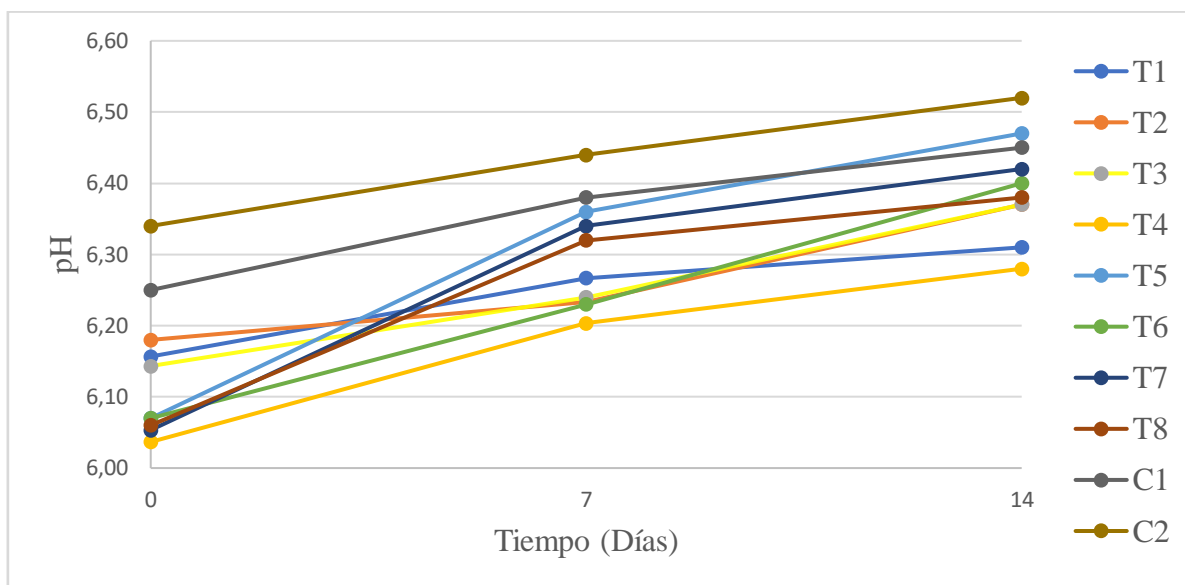


Figura 11. Resultados del análisis de pH en lechuga

Los datos de acidez demuestran una diferencia significativa al 95% de confianza en el factor “tipo de corte” (Anexo B, Tabla 1). Izquierdo & Naranjo (2006), realizaron mediciones de la acidez como un indicador de cambio o alteración del alimento en la etapa de corte puesto que este factor es el que altera mayoritariamente la fisiología celular en esta hortaliza. La variación de la acidez con respecto al tiempo en la lechuga se muestra en la figura 9, donde se observa que el tratamiento T3 tuvo el menor cambio de acidez entre los días valorados 0, 7 y 14 (0,014 %; 0,071%; 0,078 %), además se corroboró que, la acidez inicial en este tratamiento fue óptima ya que se asemejó a la publicada por Vaca (2013).0,013% para lechuga de procesamiento mínimo, no obstante el aumento de acidez en el día 14 puede deberse a ácidos producidos por la propagación de bacterias ácido lácticas generadas por un metabolismo anaerobio según Rodríguez et al.(2018).

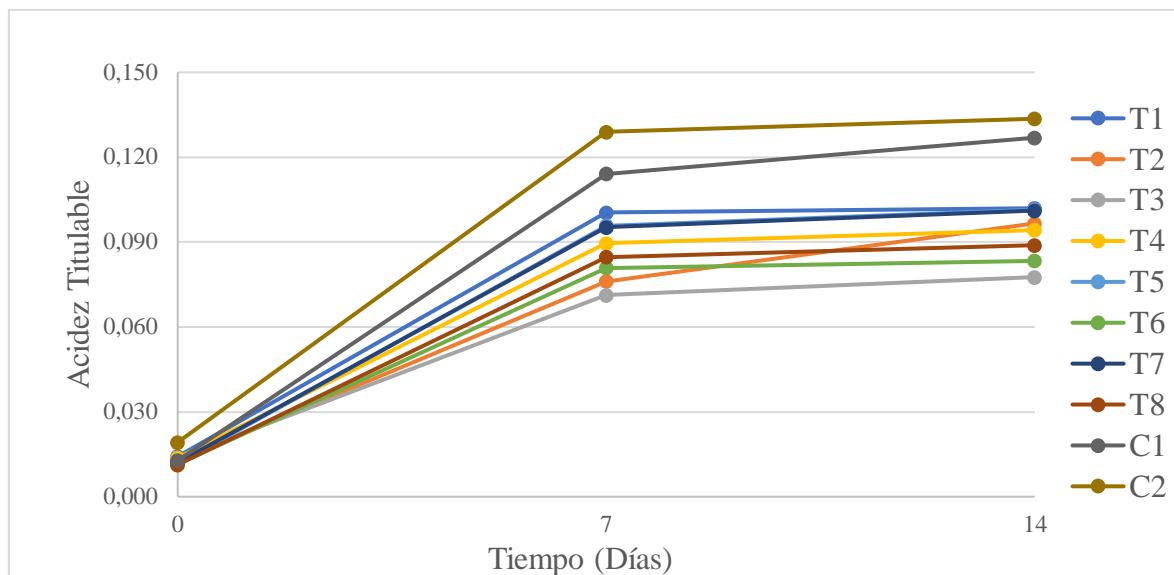


Figura 12. Resultados del análisis de acidez en lechuga

El tratamiento T3 (Tiras 8 cm x 3 cm, ácido ascórbico y envasado al vacío) que fue el mejor en la evaluación sensorial exhibió también resultados óptimos en el análisis físico-químico. Se pudo también observar que la inmersión en ácido ascórbico no alteró significativamente el valor de estas propiedades principalmente de pH y acidez y solo actuó contrarrestando las reacciones enzimáticas provocadas por el daño en la corteza de la hortaliza a causa del corte.

En el caso del tomate cherry el análisis estadístico determinó diferencias significativas en los factores “tipo de corte” y “tipo de envasado” al 95% de confianza (Anexo B, Tabla 6) en los tres días de evaluación en cuanto a sólidos solubles. La figura 13 presenta los datos de °Brix donde la mayor parte de los tratamientos siguen la misma tendencia a través del tiempo, pero fueron los tratamientos con corte de pedúnculo los que mejores resultados presentaron, similares además a los de otros estudios como el de Hernández (2013), quien reporta un valor de 5,90 °Brix en tomate margariteño. Los tratamientos T3 y T4 se excluyen de este grupo ya que exceden su valor en el día 14 con relación a las demás muestras. Mencionado autor atribuye el aumento de °Brix a un acelerado proceso de maduración con el que el contenido de azúcares solubles aumenta y el de almidón disminuye, proceso que no pudo ser controlado en el caso de T3 a pesar de estar envasado al vacío, ya que según Illapa (2019) la disminución de oxígeno en este tipo de empaquetado contralan los cambios químicos en frutas y hortalizas de IV gama. Con ello se puede atribuir que dichos cambios se ven afectados directamente por el tratamiento

químico, pues en el caso de T1 de igual tipo de corte y envasado pero tratado con ácido cítrico si se mantiene el rango adecuado de sólidos solubles

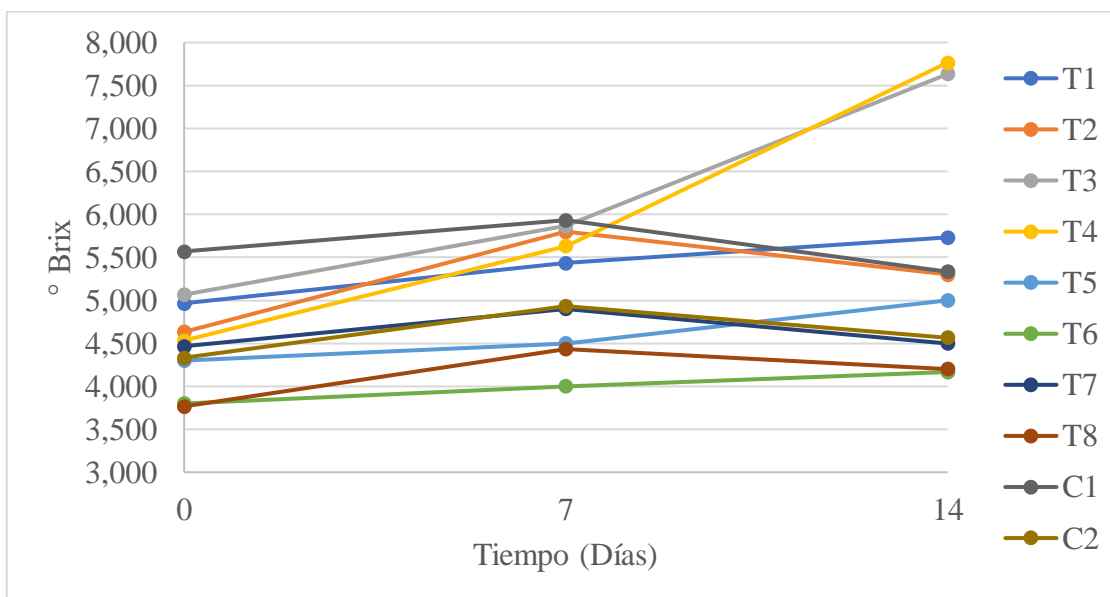


Figura 13. Resultados del análisis de sólidos solubles en tomate cherry

Los datos concernientes a pH en el tomate cherry mostraron diferencia significativa en los tres factores de estudio al 95 % de confianza (Anexo B, Tabla 5), Blanco, Pérez, Domínguez, & Fayos (2003) Manifiestan que el corte es el proceso que más involucra daños en productos IV gama pues acelera la tasa de respiración hasta cuatro veces más que un vegetal o fruta enteros provocando cambios físicos, químicos y ablandamiento, por ello el principal objetivo es contrarrestar dichos efectos con un menor daño por corte, envasado al vacío que según Flores & Ruiz (2010) este tipo de empaque logra mantener las propiedades fisicoquímicas y características sensoriales en vegetales, y el uso del antioxidante adecuado para cada hortaliza en el caso de tomate Caicedo & Galvis (2012) concluyen que el ácido cítrico preserva mejor la composición química y prolonga la vida útil del tomate mínimamente procesado. El tratamiento que asocia todos los factores mencionados fue T1(enteros sin pedúnculo, ácido cítrico 500 ppm y envasado al vacío) con muy buenos resultados de pH que oscilan en 4,375-4,500 en los días 7 y 14, valores muy cercanos a los de tomate fresco 4,31 - 4,53 de pH reportado por Gomez (2012)

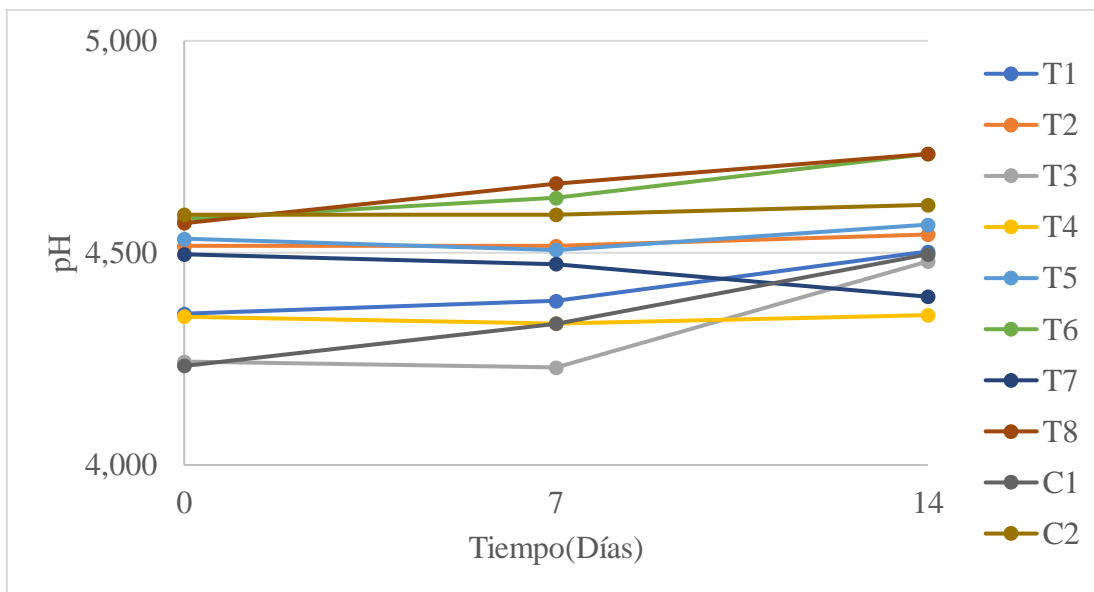


Figura 14. Resultados del análisis de pH en tomate cherry

Existen diferencias significativas al 95 % de confianza (Anexo B, Tabla 4) en los tres factores de estudio para la propiedad de acidez en tomate cherry. La mayor parte de los tratamientos presentaron un aumento de la acidez en el día 14 de los cuales sobresalen T4 y T5, lo que puede relacionarse principalmente con un deterioro microbiológico causado por el factor “tipo de corte” ya que según Leiva (2013) el corte permite la eliminación de extractos celulares que son aprovechados por los microorganismos como fuente de sustrato para su proliferación. Por el contrario T3 presentó una acidez decreciente tendencia propia de esta hortaliza durante el almacenamiento a causa de cambios fisiológicos debido a la maduración como lo indica Hernández (2013). El tratamiento T1 es el que mejor mantiene el equilibrio en la acidez durante el tiempo establecido, con valores de 0,465, 0,484 y 0,502% de acidez expresado en ácido cítrico en los días 0, 7 y 14 que son similares a los datos de Cantwell, Nie, & Hong (2009) de 0,49% - 0,67% de acidez titulable.

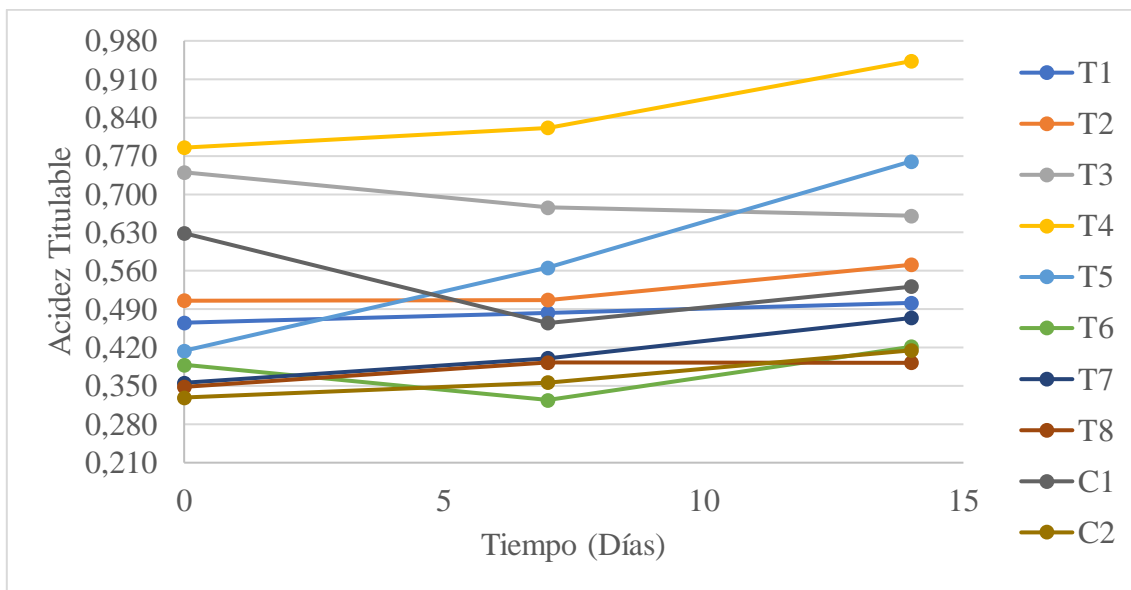


Figura 15. Resultados del análisis de acidez en tomate cherry

En el análisis de sólidos solubles de la zanahoria se determinaron diferencias significativas al 95 % de confianza en los tres factores de estudio (Anexo B, Tabla 9). Las muestras controles fueron las que presentaron mayor fluctuación en el valor de sólidos solubles en los días 6 y 12 (Figura 13) ello pudo deberse a la mayor susceptibilidad de estos al daño fisiológico y ataque microbiano. Dentro de los tratamientos con tipo de corte tiras 7cm x 1 cm que fueron los que mejor conservaron esta propiedad destacando el tratamiento T3 (tiras de 7 cm x 1cm, ácido ascórbico 150 ppm y envasado al vacío) con 6,20 y 6 °Brix en los días 7 y 14 respectivamente valores semejantes a lo reportado por Dussán et al. (2015) para zanahoria mínimamente procesada, 5,6 y 6,8 °Brix en los días 6 y 15.

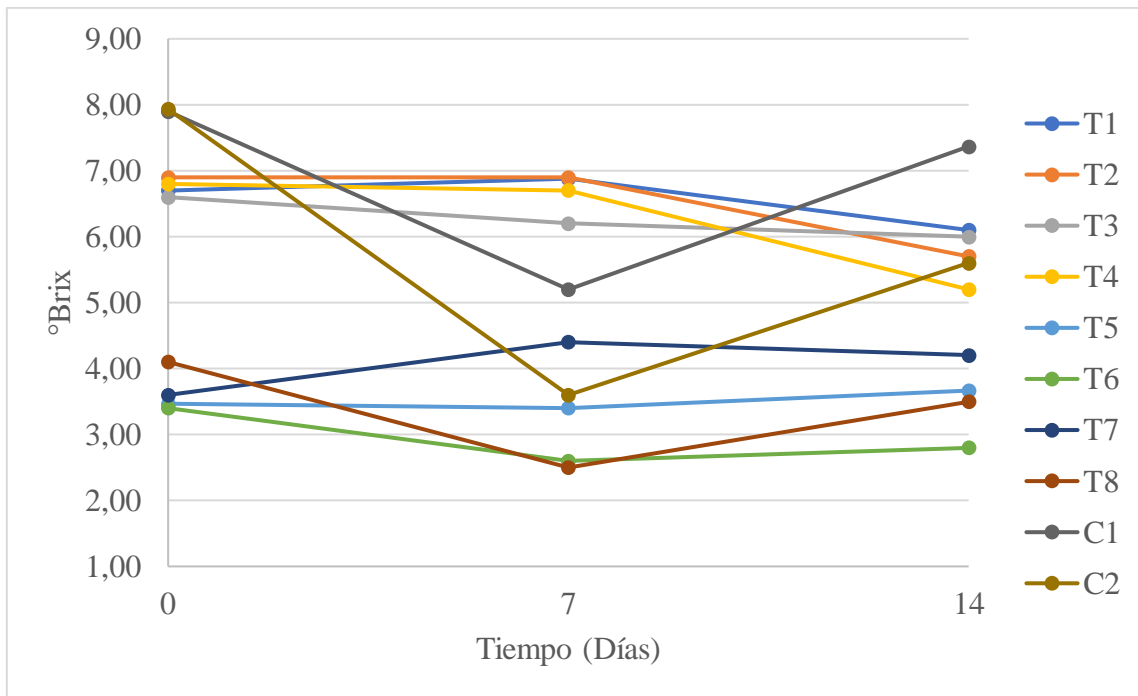


Figura 16. Resultados del análisis de sólidos solubles en zanahoria

La figura 14 muestra una estabilidad de los datos hasta el día 7 mientras que al día 14 se presentó un descenso del pH en los tratamientos de rallado y controles manifestando nuevamente que de los tres factores que presentaron diferencias estadísticamente significativas al 95 % de confianza (Anexo B, Tabla 8). el que mayor daño genera en este tipo de productos es el corte, el almacenamiento en los tratamientos con menor superficie de corte (T1, T2, T3 y T4) causó una ligera variación, además T3 mantuvo el pH propio de la zanahoria fresca hasta el día 7 teniendo un leve aumento de 0,253 hasta el día 14.

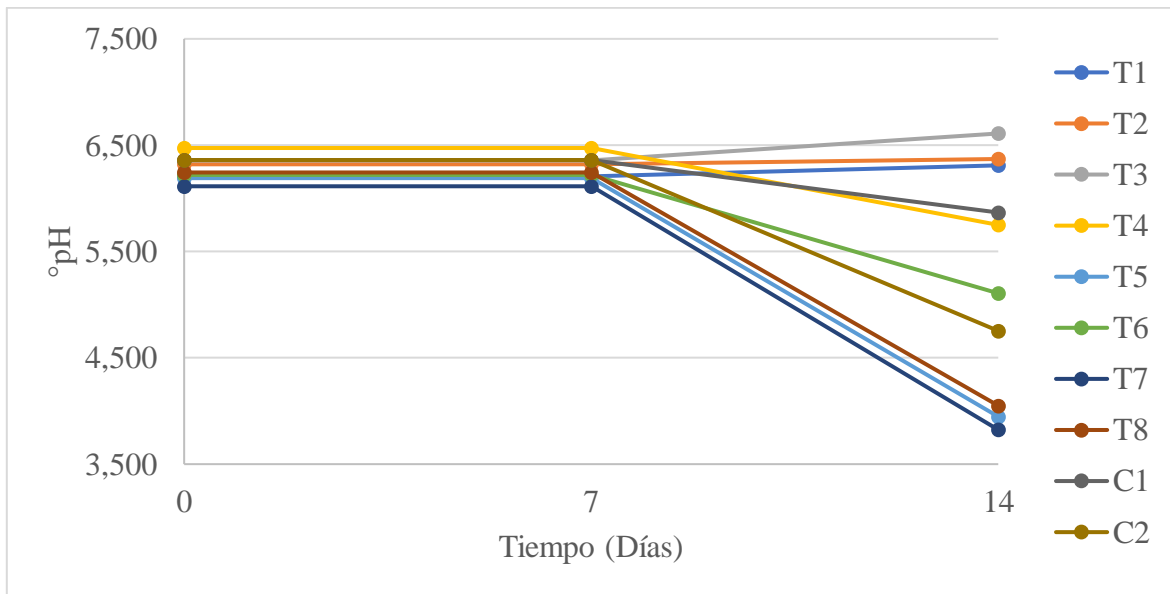


Figura 17. Resultados del análisis de pH en zanahoria

Se determinaron diferencias significativas al 95 % de confianza entre los tres factores estudiados (Anexo B, Tabla 7). El mejor tratamiento para el análisis de acidez fue T3 con un % de acidez comprendido en 0,087 y 0,074 durante el tiempo de almacenamiento (Figura 15) similar a la de la hortaliza fresca sin tratamiento 0,089 y parecido a los valores determinados por Izquierdo & Naranjo (2006) de 0,89 en tiras de zanahoria de 1cm de largo a los 4 días de almacenamiento.

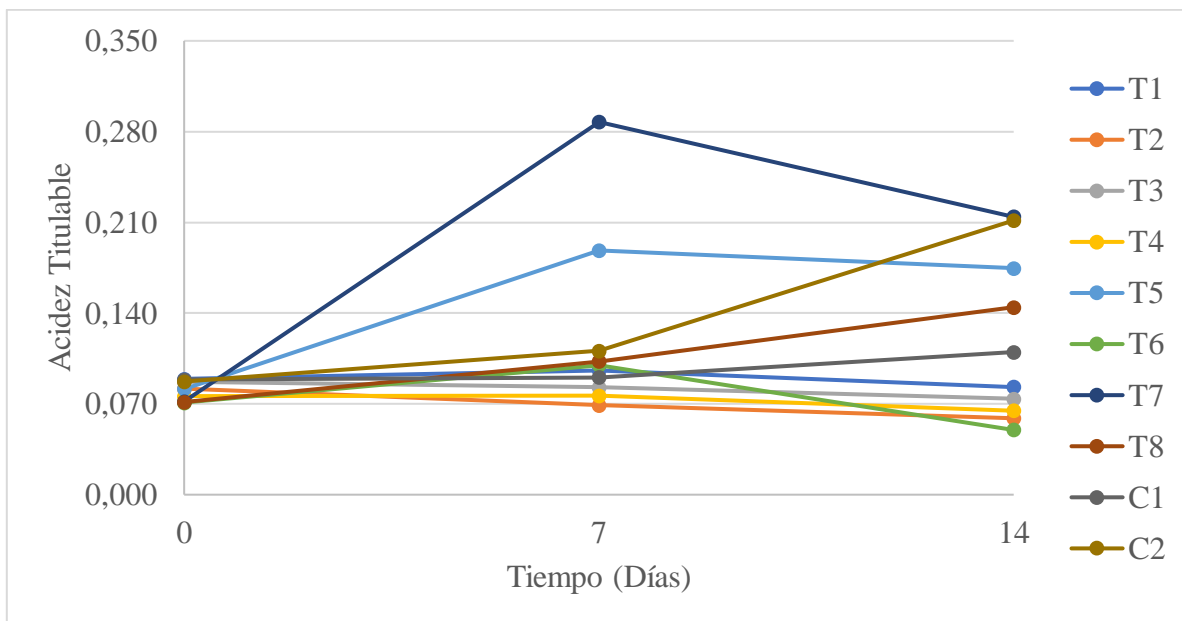


Figura 18. Resultados del análisis de acidez titulable en zanahoria

El tratamiento T3 (tiras de 7 cm x 1cm, ácido ascórbico 150 ppm y envasado al vacío) que fue seleccionado como el mejor mediante análisis sensorial también obtuvo excelentes resultados en el análisis fisicoquímico. Lo que concuerda con lo descrito por Dussán et al. (2015) quien al evaluar los cambios físico-químicos y sensoriales en rodajas y cubos de zanahoria concluye que los mejores procesos industriales para conservar por 15 días esta hortaliza son el empaclado a vacío y corte en cubos.

3.1.4. Análisis Microbiológico

Una vez seleccionados los mejores tratamientos para cada hortaliza T3 (ácido ascórbico 250 ppm) para lechuga, T1 para tomate y T3(ácido ascórbico 150 ppm) para zanahoria, se determinó el conteo microbiológico de las muestras, obteniendo recuento de mesófilos aerobios en lechuga y zanahoria de hasta 4 log ufc/g al día 14 y en el caso de mohos y levaduras en lechuga, tomate y zanahoria de 3 log ufc/g (Tabla 4), unidades menores a las obtenidas por Rodríguez et al. (2018) para bacterias aerobias de inclusive 7 log ufc/g y para hongos y levaduras 8 log ufc/g en lechuga tratada con ácidos orgánicos, en el caso de la zanahoria Ruiz, Acedo, Díaz, Islas, & González (2006) obtienen una población inicial de aerobios de 4,28 log ufc/g y de

mohos/levaduras de 3,48 log ufc/g en zanahoria cortada sanitizada mediante ácidos orgánicos, además de esto también menciona que la población de mohos y levaduras se reduce con el uso de ácido láctico, cítrico o acético como desinfectante, con lo que se confirma la eficiencia del poder antimicrobiano del ácido láctico usado en la desinfección. De acuerdo con la norma NTS N° 071 -MINSA/DIGESA-V.01 (2003) los valores encontrados de aerobios mesófilos y mohos/levaduras están dentro de los límites para identificar niveles de buena calidad en frutas y hortalizas frescas semiprocesadas.

En pruebas confirmatorias de *Escherichia coli* no se evidenció recuentos en ninguna hortaliza, de igual forma los recuentos de *Staphylococcus aureus* y *Salmonella sp* evidenciaron ausencia.

Tabla 6. Análisis microbiológico de las hortalizas al mejor tratamiento

Prueba	Unidades formadoras de colonias por gramos ufc/g			Observación
	Lechuga	Tomate	Zanahoria	
Mesófilos Aerobios	5,95x10 ³	<10	5,6525x10 ⁴	.....
Mohos/Levaduras	5x10 ³	6,2x10 ³	5,32x10 ³	.....
<i>Staphylococcus aureus</i>	.....	.....	.....	Ausencia
<i>Escherichia coli</i>	.....	.....	.....	Ausencia
<i>Salmonella sp.</i>	.....	.....	.....	Ausencia

3.1.5. Análisis de Color

Los valores de color para la lechuga se muestran en la Tabla 5, coordenadas negativas para a* y positivos para b* indican una variabilidad de los datos dentro del segundo cuadrante (Figura 19) durante los días de evaluación, presentando con ello una tonalidad (°H) verde en el día 0 que ligeramente varía hacia amarillo (Figura 19) conforme avanza el tiempo de almacenamiento, ningún parámetro sobresale de este cuadrante lo que implica que no existió deterioro del producto por causa de pardeamiento, pues no hubo tendencia hacia tonalidades cafés o marrones propias de esta reacción, Rodríguez et al. (2018) en su experimentación observaron un notorio pardeamiento de lechugas con el paso del tiempo a pesar de haber sido tratadas con un

antioxidante, problema que en este estudio pudo ser controlado al combinar el uso de un antioxidante con el envasado al vacío.

El tomate cherry presentó coordenadas positivas para a^* y b^* ubicando el rango de tonalidad (48,95 - 43,94) medida a través del tiempo en el primer cuadrante (Figura 19), iniciando con un color rojo amarillento (Figura 19) que según avanza el tiempo tiende a rojo intenso, propio del proceso de maduración de esta hortaliza, pues al no disminuir por completo el O_2 en el empaque no se combatió definitivamente este proceso, sin embargo, el cambio es leve durante los 14 días debido a que el proceso de refrigeración a temperaturas de $4^\circ C$ de almacenamiento reduce el contenido de licopeno (caroteno que imparte el color rojo) de los tomates de acuerdo con Javanmardi & Kubota (2006).

En el caso de la zanahoria las coordenadas acromáticas se encuentran en el primer cuadrante igual que el tomate, pero la tonalidad de $49,47^\circ$ al día 0 revela un color amarillo anaranjado (Figura 19) mientras que a los 14 días la tonalidad se inclina hacia amarillo claro con $57,65^\circ$, parámetros que a simple vista según el análisis sensorial no pueden ser percibidos con exactitud. Dussán et al.(2015) encontraron que los procesos tecnológicos de envasado al vacío y corte en cubos en zanahoria de procesado mínimo reflejan una mínima pérdida de color dada por una lenta degradación de carotenoides a causa de la disminución de oxígeno en el empaque que provoca

Tabla 7. Parámetros de color de las hortalizas al mejor tratamiento

Parámetro	Día	Hortaliza		
		Lechuga	Tomate	Zanahoria
L^*	0	41,01 \pm 0,711	29,77 \pm 1,152	51,64 \pm 0,897
	7	35,31 \pm 1,930	26,10 \pm 0,360	51,44 \pm 0,957
	14	30,40 \pm 0,804	25,64 \pm 0,353	54,95 \pm 0,459
a^*	0	-7,04 \pm 0,372	26,18 \pm 1,523	22,90 \pm 0,031
	7	-7,32 \pm 0,596	19,80 \pm 1,434	25,00 \pm 0,385
	14	-5,52 \pm 0,643	21,92 \pm 2,827	25,53 \pm 0,340
b^*	0	20,28 \pm 0,434	29,60 \pm 0,978	36,6 \pm 0,691

	7	18,63 ±0,877	18,82 ±0,755	34,99 ± 1,544
	14	15,41 ±0,225	22,81 ±0,110	40,31 ± 2,857
°H	0	127,94 ±0,863	48,95 ±0,347	49,57 ±0,925
	7	121,14 ±1,324	46,47 ±0,242	54,08 ±0,536
	14	118,57 ±0,289	43,94 ±1,233	57,65 ±0,720
Cromaticidad	0	14,92 ±1,324	37,82 ±0,897	42,81 ±0,811
	7	18,97 ±0,803	26,98 ±1,245	42,21 ±0,429
	14	22,15 ±0,578	29,76 ±0,576	47,32 ±0,345

± D. E= desviación estándar*; Luminosidad; a*: Coordenada rojo-verde; b*: Coordenada amarillo-azul; °H: Tonalidad

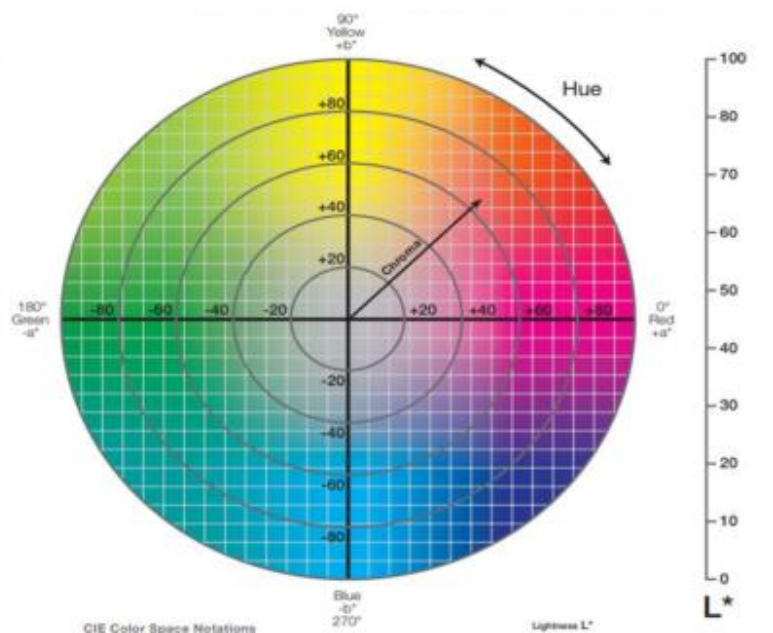


Figura 19. Ubicación de las coordenadas CIE L*a*b*

3.1.5. Vida útil

- **Pérdida de peso**

Los datos obtenidos de pérdida de peso muestran un comportamiento creciente durante los 14 días de experimentación sin evidenciarse elevaciones bruscas en este parámetro, caso contrario al estudio de Rodríguez et al.(2018) en donde se tuvieron elevadas pérdidas de peso en lechuga

por la eliminación de agua de los tejidos debido a que no se incorporó al estudio ningún factor que pudiera prevenir este proceso, a pesar de que notaron que el uso de ácidos orgánicos si logra reducir este hecho en un 3% frente a la muestra testigo. Igual situación ocurre en la zanahoria y en el tomate cherry según Hernández & Blanco (2015) tomates cherry encerados evitan presentaron menor pérdida de peso con respecto a un control. Esta experimentación redujo este efecto debido a la inmersión de las muestras en cloruro de calcio ya que para Grijalva & Cornejo (2016) la utilización de sales de calcio reduce la pérdida de agua en frutas y vegetales debido a la asociación de calcio (que penetra en los alimentos) con pectinas de las paredes celulares fortaleciendo la firmeza de las estructuras celulares en los alimentos.

Tabla 8. Pérdida de peso durante el almacenamiento a 4°C

Tiempo	Pérdida de peso (%)		
	Lechuga	Tomate	Zanahoria
0	0,000	0,000	0,000
48	0,233	0,089	0,243
96	0,417	0,209	0,721
144	0,624	0,256	1,367
192	0,783	0,380	2,250
240	1,047	0,449	3,207
288	1,371	0,591	4,807
336	1,593	0,783	5,480

La estimación del tiempo de vida útil se determinó tomando como índice de calidad la pérdida de peso por su influencia con el deterioro de frutas y hortalizas frescas, esta reacción de pérdida de calidad se ajustó a una cinética de orden 0, los límites críticos de calidad para este parámetro se tomaron de lo reportado por Carvajal (2012) 1,114 % para lechuga 0,874 % para tomate y 5,554 % para zanahoria, con ello el tiempo de vida útil obtenido resultó óptimo para las tres hortalizas, a pesar de que el tiempo de vida útil de la lechuga no llegó a los 14 días, el resultado obtenido (Tabla 9) fue conveniente considerando que es una de las hortalizas más perecibles y que la vida de anaquel lograda supera a los 3 días conseguidos por Vaca (2013) en lechuga

mínimamente procesada únicamente desinfectada. La zanahoria en Julianas en el estudio de Izquierdo & Naranjo (2006) aplicando vacío o modificación activa de gases en el empaque alcanzan un tiempo de vida útil de 8 días. De igual forma Caicedo & Galvis (2012) en su experimento con tomates cortados en rodajas y utilizando un tipo de antioxidante alcanzan un tiempo de vida útil de 9 días.

Tabla 9. Tiempo de vida útil de las hortalizas almacenadas a 4 °C

Hortaliza	Orden de reacción (n)	Vida útil	
		Horas	Días
Lechuga	0	264,452	11,01
Tomate	0	457,684	19,07
Zanahoria	0	434,36	18,10

3.2. VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS

Hipótesis Nula (Ho)

La aplicación de métodos de preservación no genera un incremento significativo en el tiempo de vida útil de hortalizas de IV gama: lechuga (*Lactuca sativa L.*), tomate cherry (*Solanum lycopersicum*) y zanahoria (*Daucus carota*).

Hipótesis alternativa (Hi)

La aplicación de métodos de preservación ayuda a incrementar la vida útil en hortalizas de IV gama, en base al análisis de: lechuga (*Lactuca sativa L.*), tomate cherry (*Solanum lycopersicum*) y zanahoria (*Daucus carota*).

Una vez realizados los estudios pertinentes en las hortalizas de IV gama: lechuga (*Lactuca sativa L.*), tomate cherry (*Solanum lycopersicum*) y zanahoria (*Daucus carota*), se acepta la hipótesis alternativa, pues los métodos utilizados para preservar estos productos generan un incremento significativo de su vida útil

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. CONCLUSIONES

Este estudio permitió realizar una evaluación de los tipos de corte, tratamientos químicos y tipos de envasado utilizados como técnicas de preservación que favorecen la conservación de las propiedades inherentes de lechuga, tomate cherry y zanahoria mínimamente procesados.

El tiempo de vida útil se vio afectado por la inestabilidad de las propiedades fisicoquímicas (°Brix, pH y acidez) que desencadenaron otro factor como el desarrollo de microorganismos aerobios mesófilos y mohos/levaduras hasta 3 y 4 log ufc/g respectivamente, el color que varió ligeramente la tonalidad en la escala de verde, rojo y amarillo, y la pérdida de peso (1,593 % en lechuga, 0,783% en tomate cherry y 5,4810 en zanahoria), alteraciones que fueron provocadas por el procesamiento mínimo de las hortalizas seleccionadas.

El análisis sensorial así como el fisicoquímico permitieron identificar a los tratamientos T3₁ (corte en tiras de 8cm x 3cm aproximadamente, ácido ascórbico 250 ppm y envasado al vacío), T1 (corte de pedúnculo, ácido cítrico 500 ppm y envasado al vacío) y T3₂ (corte en tiras de 7cm x 1cm aproximadamente, ácido ascórbico 150 y envasado al vacío) para lechuga, tomate cherry y zanahoria respectivamente, como los de mejor aceptabilidad y los que lograron mantener un equilibrio adecuado en las propiedades fisicoquímicas entre los días 0 y 14 de experimentación.

El análisis de pérdida de peso tomado como una reacción de pérdida de calidad en las muestras almacenadas a 4 °C permitió estimar el tiempo de vida útil siguiendo una cinética de deterioro de orden 0 dada por la tendencia lineal entre la pérdida de peso y el tiempo, obteniendo con ello un tiempo de vida útil de 11 días para la lechuga, 19 para el tomate cherry 18 para la zanahoria.

RECOMENDACIONES

El comportamiento fisicoquímico, sensorial y microbiológico pueden ser evaluadas en las 3 hortalizas empacadas dentro de un mismo envase

Dentro de la evaluación de las técnicas de preservación es recomendable incluir a los factores “tipo de desinfectante” y “temperaturas de almacenamiento”.

La determinación del tipo de mohos y levaduras que atacan el producto y como puede ser controlado es de gran importancia en este tipo de estudios.

El índice de madurez va de la mano con el comportamiento de las hortalizas durante el almacenamiento por lo que es recomendable estandarizar este parámetro para cada caso.

El tiempo de vida útil también se relacionado con la variedad de la hortaliza por lo que se puede incorporar al estudio otras variedades de lechugas menos perecibles.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arteaga, C. (2010). *Conservación de la remolacha (Beta vulgaris) mínimamente procesada mediante técnicas de corte, precocción y envasado al vacío*”.
- Blanco, M., Pérez, A., Domínguez, I., & Fayos, A. (2003). *Influencia de la temperatura de conservación y el formato de corte en la actividad respiratoria de calabacín IV Gama*.
- Caicedo, O., & Galvis, J. (2012). *Comportamiento de ácidos cítrico , ascórbico y málico en tomate frente a tres sistemas de conservación*. 9(1), 7–13.
- Cantwell, M., Nie, X., & Hong, G. (2009). *Impact of Storage Conditions on Grape Tomato Quality*. 3–10.
- Carranza, C., Lancho, O., Miranda, D., & Chaves, B. (2009). Análisis del crecimiento de lechuga (*Lactuca sativa* L.) 'Batavia' cultivada en un suelo salino de la Sabana de Bogotá. *Agron. Colomb*, 27(1), 41–48. Retrieved from <http://www.scielo.org.co/pdf/agc/v27n1/v27n1a06.pdf>
- Carvajal, G. (2012). *Evaluación De Las Pérdidas Poscosecha Tanto Físicas Y De Calidad En El Sistema De Producción Agrícola Del Cadet. Tumbaco, Pichincha. Universidad Central Del Ecuador.***
- Cutzal Morales, G. A. (2005). *Desarrollo de un prototipo de ensalada empacada lista para consumo en la Escuela Agrícola Panamericana* *Desarrollo de un prototipo de ensalada Empacada lista para consumo en la Escuela Agrícola Panamericana* .
- Dussán, S., Gaona, A., & Hleap, J. (2017). *Efecto del Uso de Antioxidantes en Plátano Verde Dominicano- Hartón (Musa AAB Simmonds) Cortado en Rodajas*. 28(4), 3–10. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642017000400002>
- Dussán, S., Garcia, C., & Gutiérrez, N. (2015). Cambios físico-químicos y sensoriales producidos por el tipo de corte y empaque en zanahoria (*Daucus carota* L.) mínimamente procesada. *Informacion Tecnologica*, 26(3), 63–70. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642015000300010>

Dussán, S., Reyes, P., & Hleap, J. (2014). *Efecto de un Recubrimiento Comestible y Diferentes Tipos de Empaque en los Atributos Físico-Químicos y Sensoriales de Piña ` Manzana ´ Mínimamente Procesada* *Effect of Edible Coating and Different Type of Packaging in Physical-Chemical and Sensory Attribut.* 25(5), 41–46. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642014000500007>

FAO. Cosecha y manejo poscosecha. , (2006).

Flores, D., & Ruiz, E. (2010). *Influencia del tiempo de escaldado, presión de empacado al vacío y grado de madurez del grano en la conservación de arveja (Pisum Sativum L.)*. Universidad Técnica Del Norte.

García, A. (2008). Aplicación de la técnica de IV gama para la elaboración de ensaladas. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 61(2), 4658–4666.

Gomez, M. (2012). *Calidad de fruto en 12 poblaciones silvestres de jitomate Solanum lycopersicum L var. cerasiforme (Dunal) Del Occidente De México*. Universidad De Guadalajara.

González, R. (2004). *Efecto de la aplicación de dos antioxidantes naturales sobre el pardeamiento enzimático en poscosecha de lechugas cv. Crispa*. Universidad Católica de Valparaíso.

Grijalva, O., & Cornejo, F. (2016). *Análisis del efecto de la impregnación de cloruro de calcio con deshidratación Osmótica por vacío en rebanadas de pimientos para conservas ”*.

Hernández, A. E., Cardozo, C. J. M., Flores, C. E. R. P., Salazar, J. A. C., & Gómez, J. H. P. (2014). Aplicación de tratamiento térmico, recubrimiento comestible y baño químico como tratamientos poscosecha para la conservación de hortalizas mínimamente procesadas. *Acta Agronomica*, 63(1), 1–10. <https://doi.org/10.15446/acag.v63n1.40149>

Hernández, & Blanco, D. (2015). Evaluación de polvos de zanahoria obtenidos por deshidratación por aire forzado a diferentes temperaturas. *IDESIA (Chile)*, 33(4), 75–80. <https://doi.org/10.4067/S0718-34292015000400010>

Hernández, J. (2013). “ *Caracterización físico-química y microbiológica del tomate*

(*Lycopersicum esculentum* var. España) y evaluación de la efectividad de tratamientos de pre-ensado para el incremento de su vida comercial a temperatura ambiente .” A E.T.S.

Illapa, V. (2019). *Estudio de factibilidad para la implementación de una planta procesadora de ensaladas de vegetales pre-cocidos empacados al vacío en la parroquia columbe.*

Infantes, Z. (2015). *Últimas investigaciones utilizando tratamientos químicos para conservación de frutas mínimamente procesadas.* 53.

Izquierdo, D., & Naranjo, C. (2006). Estandarización de las condiciones de proceso de zanahoria (*Daucus Carota*) y lechuga (*Lactuca sativa*) como productos mínimamente procesados refrigerados (MPR) obtenidos apartir de cultivos convencionales y orgánicos en la empresa JC Asociados. Retrieved from <http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/15809/T43.06I6e.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Jadán, F. (2017). *Control del pardeamiento enzimático en manzanas cortadas (Red delicious) mediante un sistema de envasado activo (Enzymatic browning control in cut apples (Red delicious) through a system of active packaging).* 66–77.

Javanmardi, J., & Kubota, C. (2006). *Variation of lycopene , antioxidant activity , total soluble solids and weight loss of tomato during postharvest storage.* 41, 151–155. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2006.03.008>

Klaiber, R., Baur, S., Wolf, G., Hammes, W., & Carle, R. (2005). Quality of minimally processed carrots as affected by warm water washing and chlorination. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 6(3), 351–362. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2005.03.002>

Leiva, C. (2013). *Evaluación del envasado al vacío como técnica de conservación de lechugas (Lactuca sativa L.) IV gama.* Universidad Austral de Chile.

López, C., & Rodríguez, J. (2016). *Control de la conservación de los alimentos para el consumo y distribución comercial* (Primera; C. Lara, Ed.). Retrieved from <https://books.google.com.ec/books?id=Z7bgDQAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=que>

+son+las+tecnicas+de+conservacion+de+alimentos&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjXxomCtdrgAhWFtVkJKHdCHBBcQ6AEIRTAG#v=onepage&q=que son las tecnicas de conservacion de alimentos&f=false

Nogales, S., Fernández, A., Delgado, J., González, J., Hernández, T., & Bohojo, D. (2010). *Efecto de ácido ascórbico y diferentes atmósferas modificadas (activa y pasiva) sobre lechuga tipo Batavia mínimamente procesada* . 199–202.

Norma Técnica Colombiana (NTC 1864). *Frutas y hortalizas frescas. Lechuga.* , Pub. L. No. 1064, 10 (2011).

Norma Técnica Ecuatoriana (INEN 1745). *Hortalizas Frescas. Tomate Riñón. Requisitos.* , (1990).

Norma Técnica Ecuatoriana (INEN 1747). *Hortalizas Frescas. Zanahoria. Requisitos.* , (1990).

NTS N° 071 -MINSA/DIGESA-V.01. Norma sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano. , (2003).

Palomo, I., Moore, R., Carrasco, G., Villalobos, P., & Guzmán, L. (2010). El Consumo De Tomates Previene El Desarrollo De Enfermedades Cardiovasculares Y Cáncer: Antecedentes Epidemiológicos Y Mecanismos De Acción. *Idesia (Arica)*, 28(3), 121–129. <https://doi.org/10.4067/S0718-34292010000300016>

Piagentini, A. (1999). Factores Combinados. *Director*.

Ramos, K., Camarena, E., Miranda, R., Sánchez, T., & Villagomes, A. (2010). *PERFIL SENSORIAL DE TOMATE (Lycopersicon esculentum) VARIEDADES SALADETTE, UVA, BOLA Y CHERRY.*

Rivera, J., Vásquez, F., Ayala, J., & González, G. (2005). *Efecto del corte y la temperatura de almacenamiento en la calidad de papaya fresca cortada (Carica papaya L. CV. "MARADOL")* Rivera-López,. 6(2), 83–94.

Rodríguez, D., Ortega, R., & Piñeros, Y. (2018). Physicochemical, functional and microbiological properties of lettuce (*Lactuca sativa* L.) added with organic acids.

Informacion Tecnologica, 29(4), 21–30. <https://doi.org/10.4067/s0718-07642018000400021>

Ruiz, S., Acedo, E., Díaz, M., Islas, M., & González, G. (2006). Sanitizers effectiveness on the microbial reduction and quality of fresh-cut carrot. *Fitotecnia Mexicana*, 29(4), 299–306.

Salinas, R., González, G., Pirovani, M., & Ulín, F. (2007). *Modelling deterioration of fresh-cut vegetables*. Retrieved from www.ujat.mx/publicaciones/uciencia

Sucapuca, M. (2013). *Evaluación de la vida en anaquel de la chirimoya (annona cherimola mill) mínimamente procesada con el uso de antioxidantes envasada al vacío y almacenada a temperatura baja*. Universidad Nacional Del Altiplano.

Vaca, V. (2013). *Estudio de la aplicación de aceites esenciales de canela (Cinnamomum zeylanicum) y clavo de olor (Syzygium aromaticum) para optimizar la calidad microbiológica y sensorial de cuatro tipos de hortalizas: col de repollo (Brassica oleracea var. capitata cv)*. Universidad Técnica De Ambato.

ANEXOS

ANEXO A – FICHAS DE CATACIÓN

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA EN ALIMENTOS Y BIOTECNOLOGÍA
CARRERA DE INGENIERÍA EN ALIMENTOS

FICHA DE CATACIÓN PARA LECHUGA DE IV GAMA

NOMBRE:FECHA.....

INSTRUCCIONES: Por favor degustar las siguientes muestras y luego marcar con una X la alternativa que mejor describa su percepción

Parámetro	Escala	Muestra				
Color	1. Verde claro opaco					
	2. Verde claro poco opaco					
	3. Verde claro ni brillante ni opaco					
	4. Verde claro poco brillante					
	5. Verde claro brillante					
Pardeamiento en bordes	1. Excesivo					
	2. Severo					
	3. Moderado					
	4. Incipiente					
	5. Sin desarrollo					
Sabor	1. No gusta					
	2. Gusta poco					
	3. Ni gusta ni disgusta					
	4. Gusta					
	5. Gusta mucho					
Textura	1. Muy blanda					
	2. Poco blanda					
	3. Ni crujiente ni blanda					
	4. Poco crujiente					
	5. Muy crujiente					
Aceptabilidad	1. Desagradable					
	2. Poco desagradable					
	3. Ni agrada ni desagrada					
	4. Poco agradable					
	5. Agradable					

OBSERVACIONES.....

GRACIAS POR SU COLABORACIÓN

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA EN ALIMENTOS Y BIOTECNOLOGÍA
CARRERA DE INGENIERÍA EN ALIMENTOS

FICHA DE CATACIÓN PARA ZANAHORIA DE IV GAMA

NOMBRE:FECHA.....

INSTRUCCIONES: Por favor degustar las siguientes muestras y luego marcar con una X la alternativa que mejor describa su percepción

Parámetro	Escala	Muestra				
Color	1. Amarillento					
	2. Ligeramente amarillento					
	3. Naranja pálido					
	4. Naranja					
	5. Naranja intenso					
Pardeamiento en bordes	1. Excesivo					
	2. Severo					
	3. Moderado					
	4. Incipiente					
	5. Sin desarrollo					
Sabor	1. No gusta					
	2. Gusta poco					
	3. Ni gusta ni disgusta					
	4. Gusta					
	5. Gusta mucho					
Textura	1. Muy blanda					
	2. Poco blanda					
	3. Ni crujiente ni blanda					
	4. Poco crujiente					
	5. Muy crujiente					
Aceptabilidad	1. Desagradable					
	2. Poco desagradable					
	3. Ni agrada ni desagrada					
	4. Poco agradable					
	5. Agradable					

OBSERVACIONES.....

GRACIAS POR SU COLABORACIÓN

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA EN ALIMENTOS Y BIOTECNOLOGÍA
CARRERA DE INGENIERÍA EN ALIMENTOS

FICHA DE CATACIÓN PARA TOMATE CHERRY DE IV GAMA

NOMBRE:FECHA.....

INSTRUCCIONES: Por favor degustar las siguientes muestras y luego marcar con una X la alternativa que mejor describa su percepción

Parámetro	Escala	Muestra				
Color	1. Rojo claro opaco					
	2. Rojo claro brillante					
	3. Rojo ni claro ni oscuro					
	4. Rojo oscuro opaco					
	5. Rojo oscuro brillante					
Pardeamiento en bordes	1. Excesivo					
	2. Severo					
	3. Moderado					
	4. Incipiente					
	5. Sin desarrollo					
Sabor	1. No gusta					
	2. Gusta poco					
	3. Ni gusta ni disgusta					
	4. Gusta					
	5. Gusta mucho					
Textura	1. Muy blanda					
	2. Poco blanda					
	3. Ni blanda ni firme					
	4. Poco firme					
	5. Muy firme					
Aceptabilidad	1. Desagradable					
	2. Poco desagradable					
	3. Ni agrada ni desagrada					
	4. Poco agradable					
	5. Agradable					

OBSERVACIONES.....

GRACIAS POR SU COLABORACIÓN

ANEXO B - ANOVAS DEL ANALISIS SENSORIAL Y FÍSICO-QUÍMICO

Anexo B.1:**Tabla B.1.** ANOVA de Acidez en lechuga.**Análisis de Varianza para Acidez0 - Suma de Cuadrados Tipo III**

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:Factor A (Tipo de Corte)	0,00519204	1	0,00519204	15,46	0,0008
B:Factor B (Tratamiento Químico)	0,0000510417	1	0,0000510417	0,15	0,7008
C:Factor C (Tipo de Envasado)	0,000442042	1	0,000442042	1,32	0,2648
RESIDUOS	0,00671683	20	0,000335842		
TOTAL (CORREGIDO)	0,012402	23			

Tabla B.2. ANOVA de pH en lechuga.**Análisis de Varianza para pH - Suma de Cuadrados Tipo III**

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:Factor A (Tipo de Corte)	0,0260042	1	0,0260042	21,36	0,0002
B:Factor B (Tratamiento Químico)	0,0126042	1	0,0126042	10,35	0,0043
C:Factor C (Tipo de Envasado)	0,00220417	1	0,00220417	1,81	0,1935
RESIDUOS	0,02435	20	0,0012175		
TOTAL (CORREGIDO)	0,0651625	23			

Tabla B.3. ANOVA de °Brix en lechuga.

Análisis de Varianza para brix - Suma de Cuadrados Tipo III

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:Factor A (Tipo de Corte)	6,615	1	6,615	19,82	0,0002
B:Factor B (Tratamiento Químico)	2,535	1	2,535	7,60	0,0122
C:Factor C (Tipo de Envasado)	2,16	1	2,16	6,47	0,0193
RESIDUOS	6,675	20	0,33375		
TOTAL (CORREGIDO)	17,985	23			

Tabla B.4. ANOVA de Acidez en tomate.**Análisis de Varianza para Acidez - Suma de Cuadrados Tipo III**

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:Factor A (Tipo de Corte)	0,121126	1	0,121126	63,69	0,0000
B:Factor B (Tratamiento Químico)	0,024897	1	0,024897	13,09	0,0017
C:Factor C (Tipo de Envasado)	0,07249	1	0,07249	38,11	0,0000
RESIDUOS	0,0380388	20	0,00190194		
TOTAL (CORREGIDO)	0,256552	23			

Tabla B.5. ANOVA de pH en tomate**Análisis de Varianza para pH - Suma de Cuadrados Tipo III**

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:Factor A (Tipo de Corte)	0,10114	1	0,10114	30,51	0,0000
B:Factor B (Tratamiento Químico)	0,0382402	1	0,0382402	11,53	0,0029
C:Factor C (Tipo de Envasado)	0,0866402	1	0,0866402	26,13	0,0001
RESIDUOS	0,0663033	20	0,00331517		
TOTAL (CORREGIDO)	0,292324	23			

Tabla B.6. ANOVA de °Brix en tomate**Análisis de Varianza para °Brix - Suma de Cuadrados Tipo III**

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:Factor A (Tipo de Corte)	56,1204	1	56,1204	849,24	0,0000
B:Factor B (Tratamiento Químico)	0,00375	1	0,00375	0,06	0,8141
C:Factor C (Tipo de Envasado)	0,84375	1	0,84375	12,77	0,0019
RESIDUOS	1,32167	20	0,0660833		
TOTAL (CORREGIDO)	58,2896	23			

Tabla B.7. ANOVA de Acidez en zanahoria**Análisis de Varianza para Acidez - Suma de Cuadrados Tipo III**

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
---------------	--------------------------	-----------	-----------------------	----------------	----------------

EFFECTOS PRINCIPALES					
A:Factor A (Tipo de Corte)	0,000532042	1	0,000532042	60,63	0,0000
B:Factor B (Tratamiento Químico)	0,000108375	1	0,000108375	12,35	0,0022
C:Factor C (Tipo de Envasado)	0,000301042	1	0,000301042	34,31	0,0000
RESIDUOS	0,0001755	20	0,000008775		
TOTAL (CORREGIDO)	0,00111696	23			

Tabla B.8. ANOVA de pH en zanahoria
Análisis de Varianza para pH - Suma de Cuadrados Tipo III

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:Factor A (Tipo de Corte)	0,130537	1	0,130537	40,80	0,0000
B:Factor B (Tratamiento Químico)	0,0234375	1	0,0234375	7,33	0,0136
C:Factor C (Tipo de Envasado)	0,0570375	1	0,0570375	17,83	0,0004
RESIDUOS	0,0639833	20	0,00319917		
TOTAL (CORREGIDO)	0,274996	23			

Tabla B.9. ANOVA de °Brix en zanahoria
Análisis de Varianza para °Brix - Suma de Cuadrados Tipo III

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:Factor A (Tipo de Corte)	57,9704	1	57,9704	1788,29	0,0000
B:Factor B (Tratamiento Químico)	0,150417	1	0,150417	4,64	0,0436
C:Factor C (Tipo de Envasado)	0,260417	1	0,260417	8,03	0,0102
RESIDUOS	0,648333	20	0,0324167		
TOTAL (CORREGIDO)	59,0296	23			

Tabla B.10. ANOVA de Análisis sensorial de la lechuga
Análisis de Varianza para Sensorial- Suma de Cuadrados Tipo III

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:Factor A (Tipo de Corte)	15,9289	1	15,9289	15,68	0,0001

B:Factor B (Tratamiento Químico)	0,617778	3	0,205926	0,20	0,8944
C:Factor C (Tipo de Envasado)	23,1658	1	23,1658	22,80	0,0000
RESIDUOS	146,311	144	1,01605		
TOTAL (CORREGIDO)	201,76	149			

Tabla B.11. ANOVA de Análisis sensorial del tomate cherry

Análisis de Varianza para Sensorial - Suma de Cuadrados Tipo III

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:Factor A (Tipo de Corte)	57,6667	2	28,8333	51,39	0,0000
B:Factor B (Tratamiento Químico)	9,70909	2	4,85455	8,65	0,0003
C:Factor C (Tipo de Envasado)	2,7	1	2,7	4,81	0,0299
RESIDUOS	80,8	144	0,561111		
TOTAL (CORREGIDO)	156,833	149			

Tabla B.12. ANOVA de Análisis sensorial de la zanahoria

Análisis de Varianza para Sensorial - Suma de Cuadrados Tipo III

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:Factor A (Tipo de Corte)	36,5067	1	36,5067	48,91	0,0000
B:Factor B (Tratamiento Químico)	6,88056	2	3,44028	4,61	0,0115
C:Factor C (Tipo de Envasado)	3,675	1	3,675	4,92	0,0281
RESIDUOS	108,235	145	0,746448		
TOTAL (CORREGIDO)	162,293	149			

**ANEXO C - TEST DE TUKEY PARA LA COMPARACIÓN DE MEDIAS DE LAS
MUESTRAS EN EL ANÁLISIS SENSORIAL Y FÍSICO-QUÍMICO**

Anexo C.1:**Tabla C.1.** Pruebas de Múltiple Rangos para Acidez por Factor A (Tipo de Corte) en lechuga.

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

<i>Factor A (Tipo de Corte)</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
a1. Tiras 0,5 cm x 8 cm	12	0,1735	0,0052902 6	X
a0. Tiras 3 cm x 8 cm	12	0,202917	0,0052902 6	X

Tabla C.2. Pruebas de Múltiple Rangos para pH en lechuga

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

<i>Factor A (Tipo de Corte)</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
a1. Tiras 0,5 cm x 8 cm	12	6,06333	0,010072 7	X
a0. Tiras 3 cm x 8 cm	12	6,12917	0,010072 7	X

Tabla C.3. Pruebas de Múltiple Rangos para °Brix por Factor A (Tipo de Corte) en lechuga

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

<i>Factor A (Tipo de Corte)</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
a1. Tiras 0,5 cm x 8 cm	12	3,1	0,16677 1	X
a0. Tiras 3 cm x 8 cm	12	4,15	0,16677 1	X

Tabla C.4. Pruebas de Múltiple Rangos para Acidez por Factor A (Tipo de Corte) en tomate

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

<i>Factor B (Tratamiento Químico)</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
b1. Acido Ascórbico 150 ppm	12	1,14258	0,01258 95	X
b0. Acido Cítrico 500 ppm	12	1,207	0,01258 95	X

Tabla C.5. Pruebas de Múltiple Rangos para pH por Factor A (Tipo de Corte) en tomate

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

<i>Factor A (Tipo de Corte)</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
---------------------------------	--------------	-----------------	-----------------	--------------------------

a1. Tiras 0,5 cm x 8 cm	12	6,21517	0,016621 2	X
a0. Tiras 3 cm x 8 cm	12	6,345	0,016621 2	X

Tabla C.6. Pruebas de Múltiple Rangos para °Brix por Factor A (Tipo de Corte) en tomate

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

<i>Factor A (Tipo de Corte)</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
a1. Tiras 0,5 cm x 8 cm	12	3,66667	0,074208 8	X
a0. Tiras 3 cm x 8 cm	12	6,725	0,074208 8	X

Tabla C.7. Pruebas de Múltiple Rangos para Acidez por Factor A (Tipo de Corte) en zanahoria

Método: 95,0 porcentaje LSD

<i>Factor A (Tipo de Corte)</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
a1. Tiras 0,5 cm x 8 cm	12	0,074	0,00085513 2	X
a0. Tiras 3 cm x 8 cm	12	0,083416 7	0,00085513 2	X

Tabla C.8. Pruebas de Múltiple Rangos para pH por Factor A (Tipo de Corte) en zanahoria

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

<i>Factor A (Tipo de Corte)</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
a1. Tiras 0,5 cm x 8 cm	12	6,19167	0,016327 8	X
a0. Tiras 3 cm x 8 cm	12	6,33917	0,016327 8	X

Tabla C.9. Pruebas de Múltiple Rangos para °Brix por Factor A (Tipo de Corte) en zanahoria

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

<i>Factor A (Tipo de Corte)</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
a1. Tiras 0,5 cm x 8 cm	12	3,64167	0,051974 9	X

a0. Tiras 3 cm x 8 cm	12	6,75	0,051974 9	X
-----------------------	----	------	---------------	---

Tabla C.10. Pruebas de Múltiple Rangos para Análisis sensorial por Factor A (Tipo de Corte) en lechuga

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

<i>Factor A (Tipo de Corte)</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
a1. Tiras 0,5 cm x 8 cm	75	2,67222	0,15226 2	X
a0. Tiras 3 cm x 8 cm	75	3,38333	0,12296 3	X

Tabla C.11. Pruebas de Múltiple Rangos para Análisis sensorial por Factor A (Tipo de Corte) en tomate cherry

Análisis de Varianza para Aceptabilidad - Suma de Cuadrados Tipo III

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

<i>Factor A (Tipo de Corte)</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
a1. Mitades	75	2,38333	0,093980 3	X
a0. Entero (sin pedículo)	60	3,61667	0,122747	X
a0. Entero (sin pedículo)	15	3,65	0,242299	X

Tabla C.12. Pruebas de Múltiple Rangos para Análisis sensorial por Factor A (Tipo de Corte) en zanahoria

Análisis de Varianza para Aceptabilidad - Suma de Cuadrados Tipo III

Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

<i>Factor A (Tipo de Corte)</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
a1. Rallado	75	2,57056	0,10581 5	X
a0. Tiras 7 cm x 1 cm	75	3,55722	0,10581 5	X

ANEXO D – VIDA ÚTIL

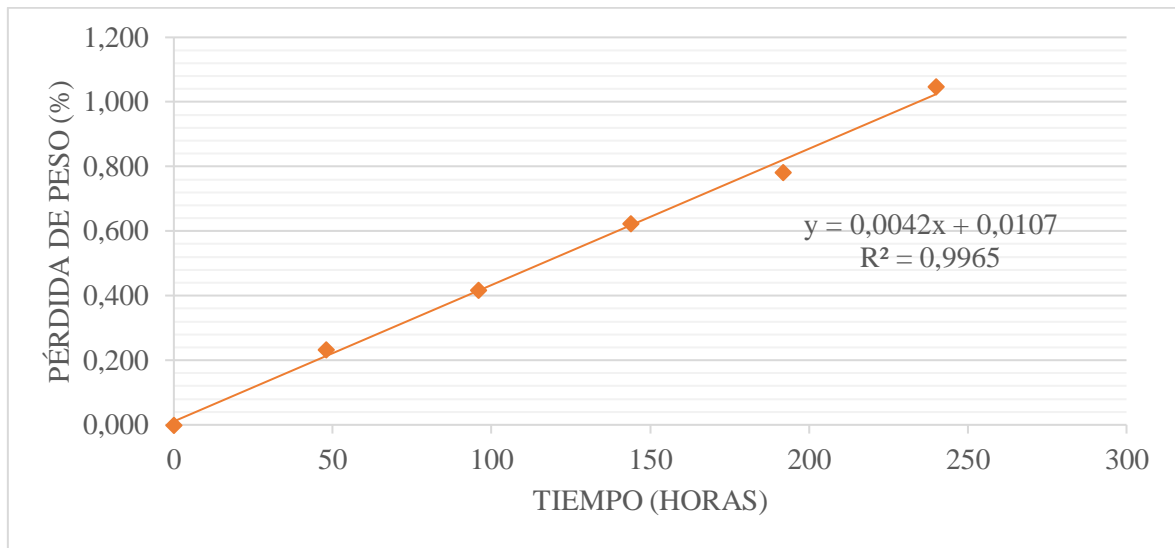


Figura 20. Pérdida de peso con relación al tiempo de almacenamiento en la lechuga

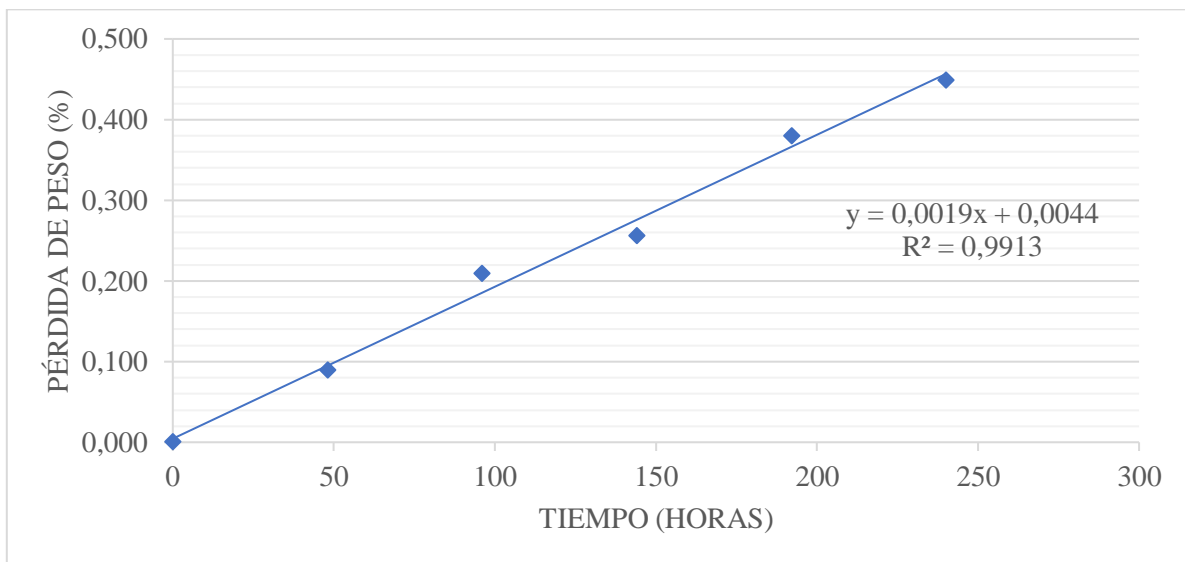


Figura 21. Pérdida de peso con relación al tiempo de almacenamiento en el tomate

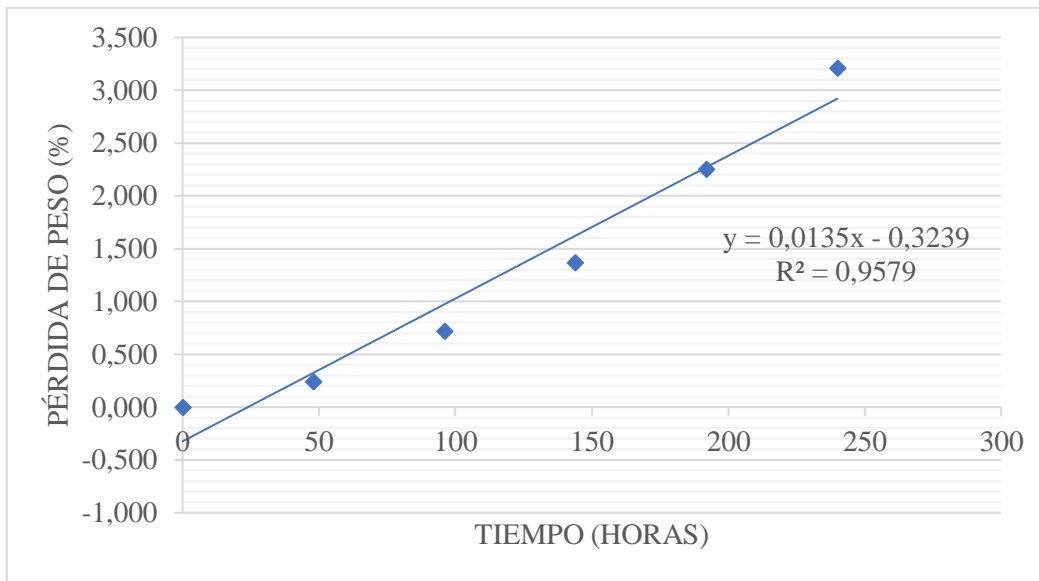


Figura 22. Pérdida de peso con relación al tiempo de almacenamiento en la zanahoria

ANEXO E – FOTOGRAFÍAS



Figura 19. Materia prima para el procesamiento



Figura 20. Tiras de lechuga 8 cm x 3cm aproximadamente, tomate cherry sin pedúnculo y tiras de zanahoria 7 cm x 1cm aproximadamente



Figura 21. Desinfección de tomate cherry y lechuga



Figura 22. Lechuga, tomate cherry y Zanahoria empacada al vacío



Figura 23. Envasado de vacío y atmósferas modificadas



Figura 24. Análisis sensorial de las muestras en paneles de catación



Figura 25. Medición de parámetros de color con el uso del colorímetro Lovibond



Figura 26 Equipos de análisis fisicoquímico: A. Titulador automático (Mettler Toledo), B. pH metro (Mettler Toledo),