



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE AGROINDUSTRIA

Análisis de las técnicas de conservación de la lechuga (*Lactuca sativa*)
para mejorar la comercialización en los productores agrícolas del cantón
Chambo.

Trabajo de Titulación para optar al título de Ingeniero Agroindustrial

Autor:

Catagña Asitimbay Jaime Ariel

Tutor:

PhD. Paul Stalin Ricaurte Ortiz

Riobamba, Ecuador. 2024

DERECHOS DE AUTORÍA

Yo, Jaime Ariel Catagña Asitimbay, con cédula de ciudadanía 060510047-8, autor del trabajo de investigación titulado: Análisis de las técnicas de conservación de la lechuga (*Lactuca sativa*) para mejorar la comercialización en los productores agrícolas del cantón Chambo, certifico que la producción, ideas, opiniones, criterios, contenidos y conclusiones expuestas son de mí exclusiva responsabilidad.

Asimismo, cedo a la Universidad Nacional de Chimborazo, en forma no exclusiva, los derechos para su uso, comunicación pública, distribución, divulgación y/o reproducción total o parcial, por medio físico o digital; en esta cesión se entiende que el cesionario no podrá obtener beneficios económicos. La posible reclamación de terceros respecto de los derechos de autor de la obra referida será de mi entera responsabilidad; librando a la Universidad Nacional de Chimborazo de posibles obligaciones.

En Riobamba, 29 de mayo de 2024



Jaime Ariel Catagña Asitimbay

C.I: 0605100478

DICTAMEN FAVORABLE DEL PROFESOR TUTOR

Quien suscribe, Jaime Ariel Catagña Asitimbay catedrático adscrito a la Facultad de Ingeniería, por medio del presente documento certifico haber asesorado y revisado el desarrollo del trabajo de investigación titulado: Análisis de las técnicas de conservación de la lechuga (*Lactuca sativa*) para mejorar la comercialización en los productores agrícolas del cantón Chambo, bajo la autoría de PhD. Paul Stalin Ricaurte Ortiz; por lo que se autoriza ejecutar los trámites legales para su sustentación.

Es todo cuanto informar en honor a la verdad; en Riobamba, a los 29 días del mes de mayo del 2024



PhD. Paul Stalin Ricaurte Ortiz

C.I: 0601436751

CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL

Quienes suscribimos, catedráticos designados Miembros del Tribunal de Grado para la evaluación del trabajo de investigación "**Análisis de las técnicas de conservación de la lechuga (*Lactuca sativa*) para mejorar la comercialización en los productores agrícolas del cantón Chambo**" presentado por **Jaime Ariel Catagña Asitimbay**, con cédula de identidad número **0605100478**, bajo la tutoría del **PhD. Paul Stalin Ricaurte Ortiz**; certificamos que recomendamos la APROBACIÓN de este con fines de titulación. Previamente se ha evaluado el trabajo de investigación y escuchada la sustentación por parte de su autor', no teniendo más nada que observar.

De conformidad a la normativa aplicable firmamos, en Riobamba 29 de mayo del 2024

Presidente del Tribunal de Grado PhD.
Cristian Javier Patiño Vidal



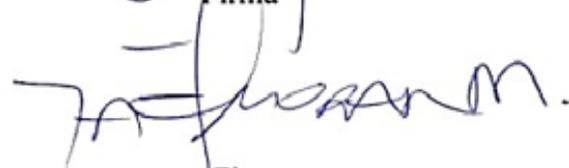
Firma

Miembro del Tribunal de Grado Mgs.
Daniel Alejandro Luna Velasco



Firma

Miembro del Tribunal de Grado
Mgs. José Antonio Escobar Machado



Firma

CERTIFICADO ANTIPLAGIO



Dirección
Académica
VICERRECTORADO ACADÉMICO

en movimiento



UNACH-RGF-01-04-08.15
VERSIÓN 01: 06-09-2021

CERTIFICACIÓN

Que, **Catagña Asitimbay Jaime Ariel** con CC: **0605100478**, estudiante de la Carrera de **Agroindustria**, Facultad de **INGENIERÍA**; ha trabajado bajo mi tutoría el trabajo de investigación titulado "**Análisis de las técnicas de conservación de la lechuga (Lactuca sativa) para mejorar la comercialización en los productores agrícolas del cantón Chambo**", cumple con el **6 %**, de acuerdo al reporte del sistema Anti plagio Turnitin, porcentaje aceptado de acuerdo a la reglamentación institucional, por consiguiente, autorizo continuar con el proceso.

Riobamba, 15 de mayo de 2024

PhD. Ricaurte Ortiz Paúl Stalin
TUTOR P

DEDICATORIA

“Nunca una noche ha vencido al amanecer, y nunca un problema ha vencido a la esperanza. (Bern Williams)”

El presente trabajo se lo dedico a Dios por bendecirme con salud, vida, mentalidad, fuerza y coraje para poder cumplir mis metas planteadas a lo largo de mi vida. A mis padres Jaime Catagña y Rosa Asitimbay por ser mi apoyo infinito por brindarme su amor y apoyo incondicional, por nunca abandonarme y haber confiado en mí plenamente y alentarme a ser un profesional y mejor persona, por todo su esfuerzo y sacrificio diario que han hecho para que nada me hiciera falta. A mi esposa Mercy y mi hijo Jordan por ser mi bendición, inspiración y motor de fuerza para seguir adelante. A mis hermanos Néstor, Jimmy y hermana Irma por estar siempre presentes y ayudarme en todo lo que han podido, por su complicidad, amistad y amor.

AGRADECIMIENTO

Infinitamente agradecido con Dios y a la Virgen María por siempre bendecirme, acompañarme y guiarme en todo en todo mi camino a lo largo de mi carrera, por ser mi fortaleza y refugio en los momentos difíciles y de felicidad por permitirme vivir una vida de aprendizajes, experiencias y bendiciones.

Le doy gracias a mis padres Jaime Catagña y Rosa Asitimbay por el gran apoyo que me han brindado en todo momento, por transmitirme sus valores y principios, por siempre haberme apoyado sin importar la situación, por educarme y corregirme en el transcurso de mi vida, por nunca dejar de confiar en mí y alentarme a seguir adelante, por ser mis más grandes ejemplos para seguir y por el gran esfuerzo de haberme dado la oportunidad de tener una educación excelente en el transcurso de mi vida.

A mi esposa Mercy y mi hijo Jordan que Dios me bendijo como mi gran compañía para que sean mi más grande tesoro, mi amor infinito y mi motivación a seguir adelante poder cumplir nuestros sueños juntos, por darle más sentido a mi vida, por ser todo para mí, la razón por la que nunca me rendiré.

A mis hermanos, por crecer y compartir conmigo grandes momentos que nunca olvidaré por su ayuda y consejos que me han brindado y ser una motivación más para seguir adelante y poder lograr metas. Agradezco a toda mi familia que de una u otra forma me han ayudado a lo largo de mi vida y han contribuido a llegar a este punto.

ÍNDICE GENERAL

DERECHOS DE AUTORÍA

DICTAMEN FAVORABLE DEL PROFESOR TUTOR

CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL

CERTIFICADO ANTIPLAGIO

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE FIGURAS

RESUMEN

ABSTRACT

CAPÍTULO I. INTRODUCCION.....	15
1.1 Antecedentes	16
1.2 Planteamiento del Problema	16
1.3 Justificación.....	17
Objetivos.....	18
1.1.1 Objetivo General	18
1.1.2 Objetivos Específicos	18
CAPÍTULO II. ESTADO DEL ARTE Y MARCO TEÓRICO.....	19
2.1 Estado del arte	19
2.2 Marco teórico	19
2.1.1 Cultivo de Lechuga	19
2.1.2 Taxonomía.....	20
2.1.3 Descripción Botánica.....	20
2.1.4 Requerimientos Edafoclimáticos	21
2.1.5 Manejo del Cultivo	22
2.1.6 Principales problemas a causa de plagas y enfermedades.....	23
2.1.7 Conservación de hortalizas	23
2.1.8 Definición.....	24

2.1.9	Técnicas de Conservación	24
2.1.10	Sistemas de almacenamiento de hortalizas	25
2.1.11	Tratamientos químicos	26
2.1.12	Alteraciones de la lechuga durante su almacenamiento	27
2.1.13	Marchitamiento	27
2.1.14	Pardeamiento enzimático.....	27
2.1.15	Composición química en lechuga	28
CAPÍTULO III. METODOLOGIA.....		29
3.1	Tipo de Investigación	29
3.2	Diseño de la investigación.....	29
3.2.1	Unidad Estadística.....	29
3.2.2	Población y tamaño de la muestra.	29
3.2.3.	Materiales, equipos y reactivos.....	29
3.2.4	Formulación para el hidrogenamiento	31
2.1.16	Orden del procedimiento para la ejecución del trabajo de investigación.	31
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN		36
4.1.	Resultados	36
3.2.1	Caracterización de la lechuga	36
4.2.	Análisis estadísticos para los parámetros de calidad con base a la humedad de la lechuga.....	37
3.2.2	Contraste de normalidad día uno	37
4.3.	Cambios de Color.....	44
4.4.	Análisis Sensorial	46
4.5	DISCUSIÓN.....	48
3.5.1	De la caracterización de la lechuga.....	48
3.5.2	De la pérdida de humedad mediante pérdida de peso.	48
3.5.3	De la variación de color instrumental CIEAB	49
3.5.4	Del análisis sensorial y aceptabilidad	49
CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		51
5.1.	CONCLUSIONES	51
5.2	RECOMENDACIONES	51
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		52
6.	BIBLIOGRAFÍA	52

ANEXOS56

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Clasificación taxonómica de la lechuga.....	20
Tabla 2	Plagas y enfermedades	23
Tabla 3	Composición química de la lechuga en 100g de parte comestible.	28
Tabla 4	Materiales, equipos y reactivos.....	30
Tabla 5	Formulación para la aplicación de los tratamientos	31
Tabla 6	Análisis exploratorio de datos de las características fisicoquímicas de la lechuga fresca	36
Tabla 7	Análisis exploratorio de datos	37
Tabla 8	Análisis de normalidad de humedad evaluada en los tres tratamientos.....	38
Tabla 9	Análisis ANOVA de varianza para la variable humedad en el día uno.....	39
Tabla 10	Análisis TUKEY de varianza para la variable humedad en el día uno.....	39
Tabla 11	Análisis de normalidad de humedad evaluada en los tres tratamientos.....	40
Tabla 12	Análisis ANOVA de varianza para la variable humedad en el día siete.	41
Tabla 13	Análisis TUKEY de varianza para la variable humedad en el día siete.	41
Tabla 14	Análisis de normalidad de humedad evaluada en los tres tratamientos.....	42
Tabla 15	Análisis ANOVA de varianza para la variable humedad en el día catorce.	43
Tabla 16	Análisis TUKEY de varianza para la variable humedad en el día catorce.	43

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Esquema experimental del trabajo de investigación.....	31
Figura 2 Proceso operativo para procesamiento de la lechuga	33
Figura 3 Evolución del indicador L*	44
Figura 4 Evolución del indicador a*	45
Figura 5 Evolución del indicador b*	46
Figura 6 Resultados obtenidos del análisis sensorial.....	47

RESUMEN

La producción de hortalizas en el cantón Chambo como la lechuga (*Lactuca sativa*) representa el principal ingreso económico de varios agricultores. En la actualidad existe una producción excesiva de lechuga lo cual produce una desmesurada comercialización de este producto, además de ser muy perecedera por su alto contenido de agua, ocasiona cuantiosos desperdicios del producto, por lo cual, se produce un desecho y mermas a corto plazo por falta de aplicación de técnicas de conservación. Por tanto, se identificó la necesidad de realizar un análisis de las técnicas de conservación de la lechuga para mejorar la comercialización en los productores agrícolas del cantón Chambo. En este proyecto se evaluó el efecto del ácido ascórbico aplicado mediante dos métodos de hidrogenfriamiento, agua potable y un blanco sobre la aceptabilidad general, sabor y apariencia de lechuga. Además, se realizó un análisis sensorial para verificar la aceptabilidad general del producto final. La lechuga fue hidrogenfriada con una solución de ácido ascórbico al 1% mediante inmersión y aspersión, con agua potable por inmersión. Las soluciones fueron aplicadas a 5 °C por 2 min, posterior fue empacada en bolsas de polietileno de densidad media y almacenada a 5 °C por 14 días. Las evaluaciones de los parámetros físicos (humedad, color y textura) además del color instrumental se realizaron en los días 1, 7 y 14 de almacenamiento y el análisis sensorial en el día 14. El tratamiento con ácido ascórbico al 1 % por aspersión a una temperatura de 5 °C, obtuvo mayor aceptación de acuerdo con su apariencia general, además conservó de mejor manera la lechuga por 14 días cuidando su color característico con respecto a los demás tratamientos, y de la retención de humedad siendo la pérdida de humedad poco significativa. Manteniendo casi por completo su humedad y solo perdiendo el 0.42 %

Palabras claves: almacenamiento, color, lechuga, hidrogenfriamiento, ácido ascórbico

ABSTRACT

The production of vegetables in Chambo canton, such as lettuce (*Lactuca sativa*), represents the primary economic income of several farmers. Currently, there is excessive production of lettuce, which produces excessive marketing of this product. In addition to being very perishable due to its high water content, it causes considerable waste of the product, which results in waste and losses in the short term due to lack of application of conservation techniques. Therefore, the need to carry out an analysis of lettuce conservation techniques was identified to improve marketing among agricultural producers in the Chambo canton. In this project, the effect of a 1% ascorbic acid solution, a common antioxidant used to prevent browning and maintain the quality of fresh-cut produce, applied by two hydro cooling methods, namely immersion in the solution and spraying with drinking water, on the general acceptability, flavor, and appearance of lettuce was evaluated. The lettuce was hydrocooled with a 1% ascorbic acid solution by immersion and sprayed with drinking water by immersion. The solutions were applied at a temperature of 5 °C, a common temperature for lettuce storage, for 2 min, then packed in medium-density polyethylene bags and stored at 5 °C for 14 days. The evaluations of the physical parameters (moisture, color, and texture), in addition to the instrumental color, were carried out on days 1, 7, and 14 of storage, and the sensory analysis on day 14. Treatment with 1% ascorbic acid by spraying at a temperature of 5 °C obtained greater acceptance according to its general appearance; it also preserved the lettuce better for 14 days, taking care of its characteristic color concerning the other treatments and the moisture retention, with the loss of moisture being insignificant. Almost entirely maintaining its humidity and only losing 0.42%

Keywords: storage, color, lettuce, hydro cooling, ascorbic acid



Reviewed by:

Mgs. Kerly Cabezas

ENGLISH PROFESSOR

C.C 0604042382

CAPÍTULO I. INTRODUCCION

El hombre desde sus inicios tuvo la necesidad de sobrevivir, para ello, tuvo que buscar medios para poder alimentarse; por lo que surge así la agricultura para poder sustentar las necesidades del ser humano (Fiallo, 2017). La agricultura es el trabajo más antiguo de la humanidad, en la actualidad no ha perdido su relevancia, siendo el pilar fundamental para dotar de alimentos a los habitantes, así como; en el sector industrial como materia prima para producir derivados con un valor agregado. La aplicación de técnicas de conservación en el país es muy baja y escasa, por su costo, o por la despreocupación de las autoridades para fomentar y ayudar a los agricultores (Socola, 2022). En la provincia Chimborazo productores registran pérdidas a la hora de vender sus productos, actualmente el mercado mayorista es el único lugar donde se puede comercializar, y no existe una asociación o empresa exportadora que cuya actividad sea la comercialización de la lechuga, por su rápida descomposición y falta de aplicación de técnicas de conservación que prolonguen la vida útil, ya que la mayor parte de la lechuga en la provincia es para consumo propio de las familias de productores (Landeta, 2019).

La mayor parte de la producción de hortalizas en la sierra ecuatoriana se comercializa en los centros de distribución y comercialización del cantón Riobamba, parte de la producción como la Lechuga (*Lactuca Sátiva*), representa uno de los principales ingresos económicos de agricultores de la zona debido a que la agricultura representa el mayor movimiento económico en la provincia, el 40% de la población activa se dedica a este comercio, siendo el 50 % de las tierras ocupadas por el cultivo. Además, los diferentes tipos de suelos pertenecientes a la provincia proporcionan una gran variedad de productos para el consumidor (Moreta, 2018).

El proyecto de investigación tiene como principal propósito realizar un análisis comparativo de las diferentes técnicas de conservación post cosecha para la lechuga cultivadas en el cantón Chambo - Ecuador y comercializadas en los centros de comercio y distribución de la ciudad, así se realizándose un estudio crítico sobre las técnicas de almacenamiento y garantizar la inocuidad a los productos, con ello evitar mermas del producto por descomposición. De esta manera se puede ayudar a mejorar la situación actual de los productores en cuanto a la conservación de la lechuga.

1.1 Antecedentes

En la actualidad el consumo de alimentos frescos y mínimamente procesados como hortalizas crece proporcionalmente con el desarrollo de nuevas técnicas que extienden la calidad organoléptica de estas. Las técnicas se han desarrollado en torno a diferentes tecnologías que alteran las características físicas o químicas de los alimentos. La industria alimentaria, con este objetivo, dirige constantemente sus esfuerzos hacia el desarrollo de nuevos productos listos para su consumo, mediante la utilización de técnicas de conservación (químico, mecánico, físico o biológico), logrando incrementar su vida de anaquel. Estas técnicas garantizan la inocuidad y la calidad de los productos, así como el mantenimiento de sus propiedades nutricionales y sensoriales (Crespo, 2022).

Otro punto por tratar son los datos de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) en cuanto a producción de hortalizas, como la lechuga que en el país muestra un crecimiento considerable, tributando el 16% (Andrade, 2021). Uno de los principales sistemas utilizados para la preservación de las hortalizas es el almacenamiento, todo el aparataje agroindustrial es muy importante para la conservación de hortalizas. Tal actividad se entiende como un sistema que permite mantener los alimentos, para garantizar su calidad, propiedades alimenticias y estado físico de los mismos durante un periodo de tiempo determinado (Andrade, 2021). En Ecuador se cultivan 11445 ha de lechuga que arroja un rendimiento promedio de 7942 kg por ha. El 70 % de las siembras de lechuga es de la variedad criolla y el resto de superficie está compuesto de híbridos como son: *red fire dancing* (roja), romana, y de la variedad salad bowl. Las provincias con mayor producción son: Cotopaxi con 481ha, seguido Tungurahua con 325 ha, Carchi con 96 ha. En la Provincia de Chimborazo en los últimos años ha incrementado notoriamente su producción de lechuga teniendo una producción de 69 ha que se cultivan principalmente en Riobamba, Chambo y Colta (SIPA., 2022). La lechuga es muy utilizada para su consumo en fresco por esto su calidad depende no solo de su apariencia sino también de características sanitarias y organolépticas de este producto, se certifica la necesidad de innovar y mejorar su tratamiento de conservación con la finalidad de no afectar al consumidor ni la rentabilidad de los productores.

1.2 Planteamiento del Problema

El trabajo se centra en el desarrollo productivo del cantón Chambo esto debido a que gran parte de la población tiene como principal actividad económica la producción y comercialización de hortalizas como la lechuga que cubre los mercados locales y de la ciudad de Riobamba. Debido a que la calidad de la lechuga se manifiesta principalmente en sus características organolépticas como el color, olor, textura, frescura, y también en su sabor, es necesario la aplicación de técnicas de conservación, que se rija por lo establecido en los estándares nacionales e internacionales haciendo de la cadena de producción más segura para el producto y benéfica para los productores ya que, se ha evidenciado pérdidas incuantificables

a nivel de postcosecha, ya sea por un limitado conocimiento sobre el tema, descuido o falta de recursos económicos (Landeta, 2019).

Las pérdidas en las hortalizas como la lechuga se dan básicamente por la pérdida de agua y del color verde de sus hojas (amarillamiento), daño mecánico, tasa de respiración alta y podredumbre. Estos daños ocurren en cualquier etapa de la cadena de producción: durante la cosecha, transporte, acopio, la distribución o finalmente cuando el consumidor compra y utiliza el producto (Chimborazo, 2022). Dado que, en la actualidad los mercados locales donde se comercializa en mayor cantidad no cuentan con técnicas de conservación para llevar a cabo control del almacenamiento del producto. Así como los productores locales no cuentan con otras alternativas para poder vender su producción que se cultivan en el sector, por la degradación de la calidad de la lechuga, por falta e inadecuada aplicación de técnicas de conservación que afecta gravemente a la economía de los productores del cantón Chambo.

1.3 Justificación

La investigación se realizó por la necesidad de generar información relevante sobre las técnicas de conservación de la lechuga (*Lactuca sativa*) producida en el cantón Chambo y comercializada en los mercados locales y el mercado mayorista de la ciudad de Riobamba, esta hortaliza es producto de un mercado creciente y cada vez más exigente de nuevas alternativas de cultivo, producción y comercialización que, a través de su consumo directo desde los mercados locales o exportación proporcionen hortalizas de buena calidad, con buenas características organolépticas y frescos, es decir, que no sean perjudiciales, más bien representen un beneficio al consumidor final durante la cadena de comercialización y que mantenga sus características iniciales, a fin de que sea conveniente para público y el productor.

Existe evidencia científica sobre la efectividad del ácido ascórbico que gracias a las propiedades ácidas y reductoras que este posee son debidas al resto 2,3 - enodiol en su estructura, actúa como un agente quelante sobre enzimas que contienen cobre como la PPO (polifenol oxidasa) por eso, es una de las primeras opciones cuando se trata de proteger el color, aroma o el contenido nutricional, además que gracias a la adición de este ácido tardan más en empezar el proceso de pardeamiento enzimático (Forero, 2022). También es importante mencionar que no existe protocolos o estándares de técnicas de conservación para la lechuga en el Ecuador, con un gran incremento de nuevas tendencias del mercado de consumir productos saludables, es importante satisfacer las necesidades de la población en adquirir productos frescos, sanos en óptimas condiciones que cumplan los estándares de calidad, siendo importante la aplicación de ácido ascórbico en la lechuga para evitar pérdidas en el producto, además de pérdidas económicas, con esto se garantizará un producto de calidad.

Objetivos

1.1.1 Objetivo General

- Analizar las técnicas de conservación de la lechuga (*Lactuca sativa*) para una mejor comercialización en los productores agrícolas del cantón Chambo.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Aplicar tres tratamientos ácido ascórbico por inmersión, aspersion, agua potable y un testigo para la conservación de la lechuga.
- Identificar el mejor método de conservación de lechuga y determinar el mejor tratamiento.

CAPÍTULO II. ESTADO DEL ARTE Y MARCO TEÓRICO

2.1 Estado del arte

El estudio realizado por Chimborazo (2022) menciona que la técnica de almacenamiento de mejor rendimiento en los mercados y centros de distribución mayorista del cantón Cañar es el preenfriamiento por hielo, este método permite controlar la temperatura externa eliminando el calor de campo sin alterar la estructura y tejidos internos de las hortalizas, al equilibrar la T (temperatura) en rangos de $0\text{ }^{\circ}\text{C} - 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ con humedad relativa (HR) regulares de 85 % – 95 % amplia su vida útil y conservando sus propiedades organolépticas.

El trabajo investigación realizado por Adrián L (2014) indica que los tratamientos evaluados fueron: hojas de lechuga entera y troceada, con y sin inmersión en Cl₂Ca al 2 %. Obteniendo los siguientes resultados: Después de 8 días de almacenamiento se observó un aumento del valor de coordenadas a* valores positivos corresponden a tonos rojos y negativos a verdes, en el tratamiento troceado, así como una disminución de las concentraciones de clorofilas a, b y total en todos los tratamientos. El parámetro b* incrementó su valor en hojas enteras, mientras que descendió levemente cuando las hojas se habían troceado. La inmersión en Cl₂Ca no produjo efectos significativos en hojas 26 almacenadas a $1 \pm 0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$, pero sí a $8\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$, encontrando los siguientes parámetros de color: L* 54.09, a* -14.31 y b* 28.97.

Según Tolentino (2015) evidenció cambios en los indicadores de color a* y b* al sexto día de análisis, diferencias significativas atribuidas a los niveles del factor concentración; sin embargo, el análisis demostró que la presentación de empaque y el tiempo de inmersión no influyen de manera significativa en el color de la lechuga.

En la investigación Esparza (2015) manifiesta que es requerida más experimentación con la aplicación de ácido ascórbico mediante hidrogenfriamiento para garantizar su utilidad para la conservación de la calidad sensorial de la lechuga de hoja procesada durante su almacenamiento La aceptabilidad general de la lechuga de hoja procesada (troceada y empacada) estuvo altamente correlacionada con su sabor ($R^2= 0.85$), pero no con su apariencia ($R^2= 0.39$).

El estudio realizado por Crespo (2022) indica que los métodos que previenen el deterioro de la calidad actúan sobre el control de la respiración, producción de etileno, senescencia y ruptura de la latencia de las hortalizas y plantea que los métodos de preservación conllevan el control de la pérdida de agua, así como daños físicos que puede provocar la descomposición.

2.2 Marco teórico

2.1.1 Cultivo de Lechuga

Según infoagro (2014) la lechuga es un cultivo que los humanos domesticaron hace unos 2.500 años. Su origen está en las regiones templadas de Europa, Asia y América del Norte.

La lechuga comenzó a cultivarse con la cultura egipcia, que producía aceite a partir de la semilla. Esta cosecha pasó de los egipcios a los griegos, quienes la dieron a conocer a los romanos. En los años cincuenta de la era actual consta que el escritor romano Columella, especializado en temas rurales y agrícolas, escribió sobre diferentes tipos de lechuga.

2.1.2 Taxonomía

Se detalla que clasificación taxonómica de la lechuga es la siguiente:

Tabla 1

Clasificación taxonómica de la lechuga

Taxón	Nombre
Reino	Vegetal
División	Spermatophyta
Clase	Dicotiledóneas
Orden	Sinandrales
Familia	Compositaceae
Género	Lactucae
Especie	<i>L. sativa</i>
Nombre común	Lechuga
Nombre Científico	<i>Lactuca sativa</i>

Nota: Tomado de Cultivo de la lechuga (Martínez, 2018)

2.1.3 Descripción Botánica

En su investigación Laserna (2018) menciona la descripción botánica de la lechuga que se detalla a continuación:

- Raíz: tiene forma de probóscide, de hasta 30 cm de largo. Esta planta tiene un sistema radicular bien formado desarrollado, con raíces auxiliares adaptadas a suelos compactados. Por lo tanto, en suelo suelto la lechuga tendrá un sistema radicular más denso y profundo que en suelo compactado.
- Tallo: es muy corto, crece hasta 1 metro de largo en la floración, con 15 a 25 pequeñas flores amarillas que crecen en racimos, formando grandes címbalos corimbosos y numerosas brácteas. Todas las semillas de lechuga tienen agua lechosa dentro del tallo; que le da el nombre al género Lactuca.
- Hojas: son basales numerosas y grandes en densa roseta, además ovales, oblongas, brillantes, dependiendo del tipo y variedad. En variedades de repollo, las hojas bajas son grandes y alargadas, que forman el repollo.
- Inflorescencia: la inflorescencia es una panícula.

- Flores: son perfectas, con 5 estambres y un ovario de una sola cavidad. Comúnmente son auto-polinizadas. Las flores son agrupadas en ramilletes y poseen un color amarillo pálido. Son pequeñas y hermafroditas, se abren después de la caída del sol su fase de polinización es generalmente de seis horas.
- Semillas: son alargadas de 4-5 mm de diámetro y su color generalmente es blanco cremoso, aunque también tienen coloración parda y castaña dependiendo de la variedad (Mallar, 2014).

2.1.4 Requerimientos Edafoclimáticos

Suelo

Los suelos que poseen un alto contenido de materia orgánica son los mejores para lechuga. El sistema radicular de esta hortaliza no es muy extenso y por eso los suelos que retienen bien la humedad, pero a la vez son bien drenados, son los más apropiados. El pH óptimo es de 5.2 a 5.8 en suelos orgánicos y de 5.5 a 6.7 en suelo de origen mineral, pero la lechuga no se desarrolla bien en suelos muy ácidos. Los terrenos oscuros, con sustancias fosfóricas y potásicas, provocan que las lechugas se repollen mal, cuya cabeza carecerá de estabilidad y de fuerza lo que ocasionará la apertura de las hojas (infoAgro, 2014).

Temperatura

La temperatura de germinación de la semilla oscila entre 20 y 26 °C, siendo la temperatura óptima de 24 °C. Durante la fase de crecimiento del cultivo se requieren temperaturas entre 14 y 18 °C con máximas de 24 °C y mínimas de 7 °C, pues para la formación del repollo la lechuga exige que haya diferencia de temperaturas entre el día y la noche; si se presentan temperaturas por debajo de 7 °C, durante 10 a 30 días, existe emisión prematura de tallos florales. En temperaturas altas, por encima de los 24 °C, aceleran el desarrollo del tallo floral (Osorio & Lobo, 2017).

Humedad Relativa

El sistema radicular de la lechuga es muy reducido en comparación con la parte aérea, por lo que es muy sensible a la falta de humedad y no soporta mucho un período de sequía, aunque éste sea muy breve. La humedad relativa conveniente para la lechuga está entre 60 y el 80%; aunque la humedad relativa del 60% es la que mejor acoge la planta. Los problemas que presenta este cultivo en invernadero es que se incrementa la humedad ambiental, por lo que se recomienda su cultivo al aire libre, cuando las condiciones climatológicas lo permitan (Mallar, 2014).

Luminosidad

Según Mallar (2014) la lechuga es una planta anual que bajo condiciones de fotoperiodo largo (más de 12 horas luz), acompañado de altas temperaturas (mayores de 26 °C), emite el

tallo floral; al respecto son más sensibles las lechugas foliares que las de cabeza. En cuanto a la intensidad de la luz, el cultivo es exigente en alta luminosidad para un mejor desarrollo del follaje en volumen, peso y calidad, dado que estas plantas exigen mucha luz y se ha comprobado que su escasez causa que las hojas sean delgadas y que en múltiples ocasiones las cabezas sean flojas y poco compactas. No es conveniente sembrar en épocas de invierno, con alta nubosidad y poca radiación solar.

2.1.5 Manejo del Cultivo

Semillero

Se puede realizar por siembra directa o por trasplante. La siembra directa no es recomendable debido a la fuerte competencia de las malezas y al ataque de enfermedades. Por lo cual la lechuga se debe hacer siempre con planta en cepellón, que fue obtenida en semilleros. La temperatura óptima de un semillero es 15 °C en el día y 19 °C en la noche. La producción de plántulas es el procedimiento de vital importancia para que el cultivo tenga éxito, ya que el crecimiento y la producción de frutos son afectados por la calidad de la plántula que se lleve al campo (Saavedra, 2017).

Trasplante

El trasplante es pasar de las plántulas del semillero al sitio definitivo. Las plántulas se deben llevar al campo luego de 25-30 días de su germinación. Como una norma general que se puede tomar es el número de hojas, que puede ser tres a cuatro bien formadas. Los trasplantes deben hacerse en las primeras horas de la mañana, con un suelo húmedo. La plántula debe ser introducida en la tierra, teniendo cuidado que el sustrato quede cubierto con suelo, para disminuir la pérdida de humedad. El trasplante se debe hacer con el mayor cuidado posible para evitar el daño de hojas, ya que estas conforman la primera área fotosintética que influye en el desarrollo de la planta. Estas se deben sembrar a una distancia de 35 - 40cm entre planta y planta y 40cm entre surcos (Saavedra, 2017).

Control de malezas

La flora espontánea, arvense, maleza o adventicia, es un componente propio de todos los agroecosistemas, entre ellos, los hortícolas. Estos aparecen donde no se la desea, interfiriendo con los cultivos, que ocasiona disminución en el rendimiento y en la calidad de las cosechas, por ello se la considera maleza (Owen, 2017).

Los daños que ocasionan las malezas a los cultivos de lechuga son:

- Se generan competencia por los recursos como: luz, agua y nutrientes.
- Sirven como hospederas secundarias de patógenos plaga.
- La alta densidad de malezas facilita la presencia de condiciones micro climáticas como mucha humedad, que hace más fácil el desarrollo de epidemias.

- Son grandes competidoras, sobre todo cuando emergen al mismo tiempo que el cultivo.

Cosecha

La recolección de la lechuga justo antes de que vayamos a consumirla, así casi no perderá propiedades nutricionales y estará muy fresca, con un sabor inmejorable, y además no estará ocupando espacio en el frigorífico (Carrillo, 2016). La madurez está basada en la compactación de la cabeza. Una cabeza compacta es la que requiere de una fuerza manual moderada para ser comprimida, es considerada apta para ser cosechada. Una cabeza muy suelta está inmadura y una muy firme o extremadamente dura es considerada sobre madura. Las cabezas inmaduras y maduras tienen mucho mejor sabor que las sobre maduras y también tienen menos problemas en postcosecha.

2.1.6 Principales problemas a causa de plagas y enfermedades

Se define como plaga a todos aquellos seres vivos que compiten con el hombre en la búsqueda de agua y alimentos, invadiendo los espacios en los que se desarrollan las actividades humanas su presencia resulta molesta y desagradable, pudiendo dañar estructuras o bienes, y constituyen uno de los más importantes diseminadores de enfermedades en alimentos (Galvis, 2018).

Tabla 2

Plagas y enfermedades

Plagas	Enfermedades
Trips: es transmisora del virus del bronceado	Antracnosis: inician con lesiones de tamaño de punta de alfiler y aumentan hasta formar manchas angulosas.
Minadores: forman galerías en las hojas y la planta queda debilitada.	Botritis: inician en las hojas con manchas de aspecto húmedo que se tornan amarillas y se cubre de moho.
Mosca Blanca: produce una melaza que deteriora las hojas.	Mildiu Velloso: en el haz de hoja aparecen manchas y en el envés aparece un micelio velloso estas se unen y se tornan de color pardo.
Pulgones: es una plaga sistemática que puede arrasar con el cultivo.	Esclerotinia: empieza a desarrollar sobre tejidos cercanos al suelo y produce un marchitamiento en las hojas y se extiende por el tallo.

Nota: Tomado de Manual de producción de Lechuga (Saavedra, 2017)

2.1.7 Conservación de hortalizas

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) hace mención que la principal función de la conservación de los alimentos es la de evitar el desarrollo de microorganismos (bacterias, levaduras y mohos) para que el alimento no se deteriore durante su almacenamiento. Así también, deben controlarse los cambios químicos y

bioquímicos que provocan su deterioro. Con ello, se logra la obtención de un alimento sin cambios en sus propiedades organolépticas comunes (color, sabor, olor, textura, aroma, etc.) y su valor nutritivo. Entonces puede ser consumido sin ningún riesgo durante un cierto periodo (tiempo de vida útil). Para poder lograr este propósito, se han establecido los tratamientos de conservación que son operaciones a las que se someten los alimentos para poder retardar los procesos físicos y químicos que provocan el deterioramiento de los alimentos (Villacres, 2014).

2.1.8 Definición

La preservación de la lechuga se puede definir como el conjunto de tratamientos que hacen posible que se prolongue la vida útil del producto manteniendo en el mayor grado posible sus características de calidad como son: color, textura, sabor y su valor nutritivo (Villacres, 2014).

2.1.9 Técnicas de Conservación

Conservación por frío

El frío es el procedimiento más seguro de conservación de fruta y hortaliza, pues permite reducir las pérdidas (tanto cualitativas como cuantitativas), retrasando la maduración y la senescencia, prolongando de este modo la vida comercial (FAO., 2023).

Refrigeración

Las técnicas de refrigeración ayudan a evitar el efecto del calor que actúa sobre los alimentos. Consiste en hacer descender la temperatura del producto hasta valores próximos a los 0°C, pero hay que tener muy en cuenta que este no se convierta en hielo. Las refrigeradoras son un claro ejemplo y se aplica a nivel industrial para grandes cantidades, también se lo aplica en el transporte. Un alimento refrigerado puede conservarse durante un lapso de 1 o 2 días hasta meses (Martín, 2016).

Congelación

Este es un método de mucha efectividad y es excelente para la preservación del alimento mucho más si este ha tenido mucha difusión a nivel internacional. Ayuda a inhibir el desarrollo de microorganismos patógenos además que retardan las reacciones enzimáticas y bioquímicas. La congelación logra todo esto principalmente por la remoción de agua en forma de hielo, reduciendo la actividad acuosa del producto, pero en este caso el producto sufre modificaciones físicas y químicas por la formación de hielo que pueden disminuir la calidad del producto. Las temperaturas que se emplean en el almacenamiento bajo congelación generalmente son inferiores a -18 °C. A esas temperaturas no hay posibilidad de crecimiento microbiano alguno. Hay que estar muy alerta de que no se produzcan quemaduras de congelación por ello se debe utilizar bolsas especiales o recipientes plásticos. Los alimentos

que hayan sido congelados y descongelados nunca deben volver a congelarse, este proceso puede llevar pérdida de nutrientes y proteínas (Machis, 2018).

2.1.10 Sistemas de almacenamiento de hortalizas

Almacenamiento a campo

Este sistema se lo realiza en pilas sobre materiales aislantes de la humedad del suelo y cubierto con lonas que protejan el lote de producto, plásticos o paja es también un sistema muy difundido. Es muy común en cosechas grandes que por ser muy voluminosas requieren de cuartos de almacenamiento muy grandes para conservarlas, como por ejemplo cosechas de papa, cebolla, zapallo, etc. Otra alternativa es el almacenamiento a campo sobre los denominados bins (cajones de madera o plástico de 120x100 cm y diseñados para ser manipulados con montacargas), normalmente apilados de a dos y el superior protegido de la lluvia

Ventilación Natural

Es el sistema más simple de almacenamiento en la que el flujo natural del aire alrededor es aprovechado recorriendo en torno al producto eliminando el calor y la humedad generada por la respiración. Es posible utilizar cualquier tipo de construcción que proteja del ambiente externo y que posea aberturas suficientes para el recorrido del aire. El producto es colocado en su interior a granel, en bolsas, cajas, cajones, bins, tarimas u otras estructuras auxiliares

Ventilación Forzada

Las variaciones naturales de la humedad y temperatura ambiental pueden ser aprovechadas con ciertos tipos de ventiladores que fuercen al aire a pasar a través del producto acelerando el intercambio gaseoso y térmico. Una de las características principales de este sistema llegar a almacenar hasta 3 metros en pila de producto a granel. El aire recorre por debajo del piso forzado por un ventilador y pasa a través de la masa almacenada mediante aberturas o conductos perforados

Preenfriado

Uno de los métodos más comunes es el preenfriado que según Gordón (2010) “consiste en una eliminación rápida del calor de campo de los productos antes de su almacenamiento. Esta técnica se puede realizar de manera eficiente por algunos métodos entre los cuales están: enfriamiento por agua, que se lo realiza por inmersión o riego del producto en aparatos llamados hydrocoolers; enfriamiento con hielo molido, el mismo que es introducido en contenedores; enfriamiento al vacío, donde el producto se coloca en un cilindro metálico y el aire es evacuado evaporando el agua de la superficie del producto”

2.1.11 Tratamientos químicos

La conservación mediante procesos químicos implica cambios en la estructura química de los alimentos, de manera que su degradación disminuya conservando sus propiedades fisicoquímicas y sensoriales. Algunos de estos tratamientos se conocen desde hace miles de años como son el ahumado, encurtido y más modernos como adición de antioxidantes como el ácido ascórbico. (Piagentini, 2018).

Ácido ascórbico

Actúa como un captador 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. Concentraciones de 200 ppm de ácido ascórbico permiten prevenir las reacciones oxidativas en la matriz alimentaria (Piagentini, 2018).

El uso de ácido ascórbico en alimentos mediante la incorporación de 1° % en el agua de lavado y desinfección de lechuga cortada, 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 atmósfera modificada pasiva combinada con ácido ascórbico resulta satisfactoria en el mantenimiento de la calidad de lechuga IV gama durante 10 días de conservación (Piagentini, 2018).

Hidrogenfrío

Un método utilizado para enfriar vegetales de hoja es el hidrogenfrío, el cual es un procedimiento aplicado para reducir la temperatura de vegetales y frutas recién cosechadas con el uso de agua fría. Existen varios métodos de hidrogenfrío, pero los más comunes para productos vegetales frescos son el hidrogenfrío por inmersión y por aspersión. Por otro lado, dentro de los métodos químicos usados para mantener la calidad sensorial de frutas y vegetales durante etapas postcosecha incluye la aplicación de agentes reductores o antioxidantes tales como los sulfitos y el ácido ascórbico (o vitamina C), los cuales se aplican principalmente como agentes preventivos del oscurecimiento (Esparza, 2015)

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 película 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. 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).

2.1.12 Alteraciones de la lechuga durante su almacenamiento

Los cambios en la lechuga durante el almacenamiento y la venta, y en los productos vegetales vivos restantes, se pueden dividir esencialmente en dos grupos: cambios fisiológicos y microbiológicos, cambios en ellos causados y manifestados enteramente por el uso de métodos inadecuados de almacenamiento. Cerca de almacenamiento. El punto de congelación de la lechuga (-0,16) afecta o daña las membranas celulares de la lechuga (Galvis, 2018).

2.1.13 Marchitamiento

El marchitamiento es el resultado visible de la pérdida de agua por transpiración. Dado que las verduras siempre se almacenan en un ambiente no saturado, se establece un flujo de agua en forma de vapor desde el producto hacia el entorno debido a la mayor actividad de agua del producto que del medio. Esta deshidratación gradual provoca una pérdida de consistencia del tejido, lo que resulta en ablandamiento, desfiguración y reducción de la calidad sensorial, y la deshidratación provoca la descomposición de la clorofila (FAO., 2023). Dado que el componente más importante de la lechuga es la humedad (94,8 %), el marchitamiento es la causa más grave de deterioro. La tasa de pérdida de humedad, que depende del gradiente de presión de vapor entre la lechuga y la atmósfera, es una función de la temperatura del producto, la temperatura del aire, la humedad relativa, el movimiento del aire y la presión total. Esto se controla con un enfriamiento rápido, bajas temperaturas de almacenamiento, alta humedad relativa y protección del recipiente. Solo se afecta la parte superior y las hojas internas se protegen de la deshidratación (Galvis, 2018).

2.1.14 Pardeamiento enzimático

El pardeamiento enzimático es un cambio de color que ocurre en presencia de compuestos monofenólicos vegetales de O₂ y la enzima polifenol oxidasa son hidroxilados a o-difenoles y, más tarde, oxidados a o-quinonas (Martin, 2016).

El oscurecimiento enzimático ocurre solo cuando la polifenol oxidasa es liberada por heridas, cortes y rupturas de tejidos en presencia de oxígeno. La enzima peroxidasa cataliza la oxidación de ciertos polifenoles en presencia de o-quinonas para formar polímeros marrones responsables del color marrón visual (Selles, 2017).

Las hojas de lechuga contienen muchos polifenoles, los más comunes son el ácido clorogénico y el ácido cafeico. Esta abundancia de polifenoles es el primer paso para demostrar la susceptibilidad de la lechuga al pardeamiento enzimático (Selles, 2017).

2.1.15 Composición química en lechuga

En el siguiente cuadro se muestra la composición química general en la lechuga.

Tabla 3

Composición química de la lechuga en 100 g de parte comestible.

Componentes	Contenido	Unidad de medida
Agua	95.40	g
Energía	14.00	kcal
Proteína	0.90	g
Grasa	0.14	g
Carbohidrato	2.97	g
Fibra	1.20	g
Calcio	18.00	mg
Hierro	0.41	mg
Magnesio	7.00	mg
Fósforo	20.00	mg
Potasio	141.00	mg
Sodio	10.00	mg
Zinc	0.15	mg
Vitamina C	2.80	mg
Tiamina	0.04	mg
Riboflavina	0.02	mg
Niacina	0.12	mg
Vitamina A	502.00	UI
Vitamina E	0.18	mg
Vitamina B6	0.04	UI
Vitamina K	24.10	µg

Nota: Tomado de Composición química de la lechuga (Riquelme, 2022)

CAPÍTULO III. METODOLOGIA

3.1 Tipo de Investigación

El diseño de la investigación fue aplicada y cualitativa. La investigación planteada fue aplicada, porque se generaron conocimientos teóricos que permitieron entender cuál de los tres tratamientos es el mejor para obtener una mejor conservación en la lechuga, además se realizó un análisis sensorial para predecir la aceptabilidad del consumidor, cuyos resultados fueron observados en los laboratorios de la carrera de Ingeniería Agroindustrial, de la Universidad Nacional de Chimborazo. Siendo una investigación cuantitativa ya que se manipularon variables numéricas.

3.2 Diseño de la investigación

3.2.1 Unidad Estadística

Cabezas (cogollos) de lechuga

3.2.2 Población y tamaño de la muestra.

La unidad experimental es la lechuga (Patagonia) y para cada uno de los tratamientos tanto el tratamiento por inmersión, el tratamiento por aspersión y el tratamiento con agua potable, se realizó por triplicado, además de 3 lechugas para el blanco. Las lechugas se adquirieron, en la comunidad de Airón, perteneciente al cantón Chambo.

3.2.3. Materiales, equipos y reactivos

En la tabla 4 se especifica los materiales, equipos y reactivos que se utilizaron desde la recepción de la materia prima hasta la aplicación de los tratamientos de conservación.

Tabla 4*Materiales, equipos y reactivos*

Material	Equipo e instrumento	Reactivo e insumos	Materia Prima
Vaso de precipitación (50, 100 y 500 ml) de vidrio borosilicato marca Marienfeld	Balanza (BALANZA ANALÍTICA, TD20002A, China)	Ácido Ascórbico 1% Agua Potable (H ₂ O)	12 cabezas de lechuga
Probeta graduada de vidrio (50, 100 y 250 ml) marca Marienfeld	pH-metro (MILWAUKEE, Mi 151 HANNA®, México)		
Pipeta graduada de vidrio (1 y 10 ml) marca “EX” Marienfeld	Colorímetro Portátil CR-410C		
Pera de goma marca Marienfeld	Refrigerador indurama RI-405 CD		
Espátula acero inoxidable marca Marienfeld	Selladora de fundas plásticas SP-300H		
Vidrio reloj 100 mm marca Marienfeld			
Espátula con cuchara estándar de acero inoxidable 18/10			
Papel aluminio 200SQ-FT			
Fundas herméticas			
Varilla de agitación de vidrio marca Marienfeld.			
Cuchillo			
Cubetas de 12 litros			
Bandejas de plástico			
Rociador de 1 litro			
Balón volumétrico DURAN de 100ml en material vidrio borosilicato.			

3.2.4 Formulación para el hidrogenfriamiento

En la tabla 5 se indica la con la aplicación de ácido ascórbico y agua potable como tratamientos.

Tabla 5

Formulación para la aplicación de los tratamientos

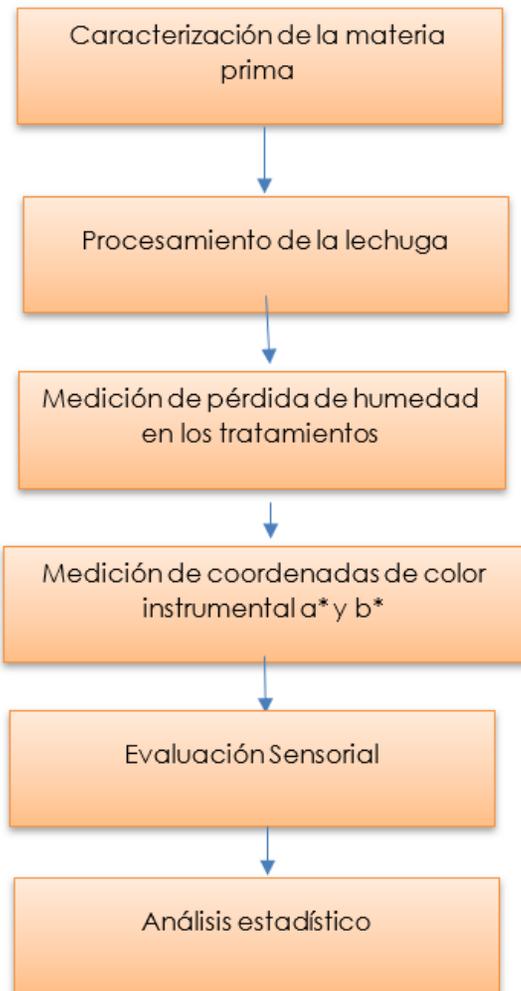
Tratamientos	Preparación	Solución
Inmersión	60 g/6L	Ácido ascórbico al 1%
Aspersión	10 g/1L	Ácido ascórbico al 1%
Agua potable	6 L	Agua del grifo

Nota: Esta tabla indica las dosificaciones que se utilizaron en los distintos tratamientos.

3.2.5. Orden del procedimiento para la ejecución del trabajo de investigación.

Figura 1

Esquema experimental del trabajo de investigación



3.2.5.1. Descripción del esquema experimental.

a. Caracterización de la materia prima

El estudio comprendió en evaluar por 15 días, la lechuga patagonia procedente de la comunidad de airón procedente del cantón Chambo en los laboratorios de Agroindustria fueron caracterizados los siguientes parámetros:

Humedad: Se utilizó el método gravimétrico, consiste en la medición de la pérdida de peso de la muestra debido a la evaporación de agua (INEN 518) .

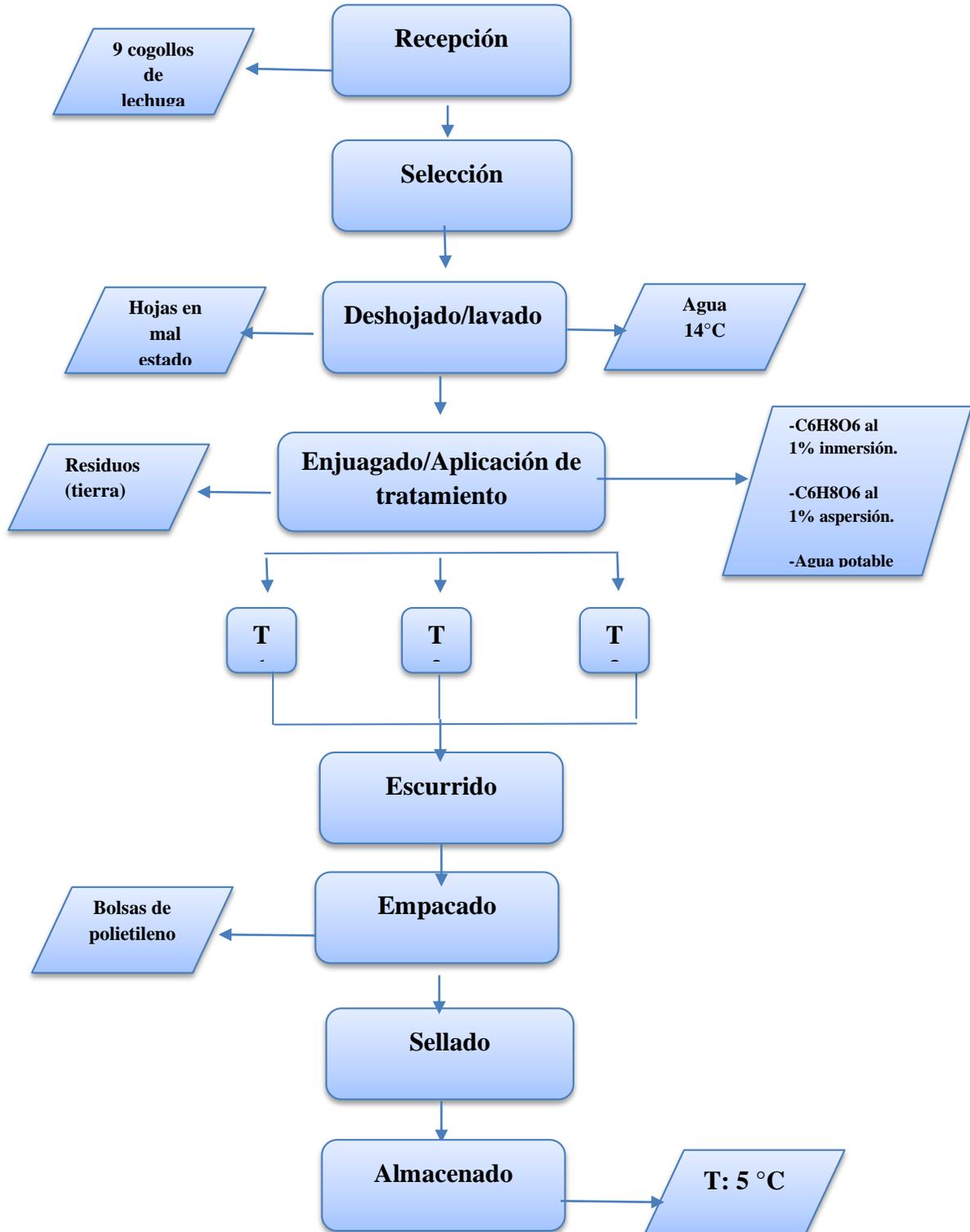
pH: Por el método (AOAC 981.12) se calibró con un buffer pH 7, siguiente se introdujo la punta en la muestra se verificó y anotó el valor este procedimiento se realizó por triplicado (AOAC, 2017).

Color: Medición de coordenadas de color CIEL a^*b^* se determinó el espacio de color definido por (Konica, 2018), se calibró en cero con el Cero Reference estándar y se determinó el espacio de color; plano cromático de coordenadas a^* (valores positivos corresponden a tonos rojos y negativos a verdes) y plano cromático de coordenadas b^* (valores positivos corresponden a tonos amarillos y negativos azules), situándose perpendicular a ellos el eje L^* (luminosidad). Se realizó 3 mediciones en diferentes puntos de cada lechuga.

3.2.5.2. Diagrama de proceso procesamiento de la lechuga mediante hidrogenfriamiento.

Figura 2

Proceso operativo para procesamiento de la lechuga



3.2.5.3. Descripción del procesamiento de la lechuga

Recepción; La lechuga fue recolectada de la comunidad de Airón perteneciente al cantón Chambo y trasladada en sacos hacia los laboratorios de ingeniería agroindustrial.

Selección: Se descartó las cabezas de lechugas que presentaron magulladuras, síntomas de deterioros y los de menor tamaño a 20 cm. Estos fueron colocados sobre una mesa de acero inoxidable y rociados con agua para evitar deshidratación (Gil & Gorny, 2016).

Deshojado y lavado: Se deshojó manualmente las hojas del cogollo, descartando las hojas externas que presentaron golpes y magulladuras. El lavado se realizó con agua potable a temperatura ambiente, retirando las partículas de tierra y materias extrañas de acuerdo con las recomendaciones (FAO, 2018).

Enjuagado y aplicación de tratamiento: Se realizó el enjuagado de la lechuga seguido se aplicó los distintos tratamientos que fueron por inmersión, aspersión y agua potable.

- Hidroenfriamiento por inmersión fue realizado sumergiendo las plantas de lechuga lavadas por 2 min en un contenedor plástico de 12 L que tenía 6 L de solución de enfriamiento (solución de ácido ascórbico al 1%) a 5°C.
- Hidroenfriamiento por aspersión se realizó colocando las plantas de lechuga (una a la vez) dentro de un contenedor plástico, y luego se aplicó por 2 min la solución de ácido ascórbico al 1% a 5°C a un ritmo de 15 aplicaciones del atomizador usando una botella plástica de 24 oz con aspersor (The Bottle Crew, West Bloomfield, MI, USA), a una distancia de 20 a 30 cm de la lechuga. Las plantas de lechuga fueron volteadas un mínimo de dos veces durante el tratamiento.
- Hidroenfriamiento con agua potable, fue realizado sumergiendo las plantas de lechuga por 2 minutos en un contenedor plástico de 12 L que tenía 6 L de agua de enfriamiento a 5°C (Esparza, 2015).

Ecurrido: Después de la aplicación de los tratamientos se colocó las lechugas en una mesa de acero inoxidable para reducir el contenido de agua presente en las hojas, hasta que esté seca.

Empacado y sellado: Se procedió a empacar en bolsas de polietileno de baja densidad cada muestra, a su vez se registró el peso de cada muestra y fueron colocados sobre bandejas para llevarlos a la cámara de frío.

Almacenamiento: Las muestras una vez colocadas sobre bandejas, fueron llevados a la cámara de frío y almacenados a una temperatura de 5°C durante 14 días.

b. Medición de los parámetros de color instrumental a* y b*

Se determinó la intensidad del color de la lechuga, empacada en polietileno de baja densidad en el día 1, 7 y a los 14 días a los 3 tratamientos, almacenado en refrigeración a una

temperatura de 5°C, en el cual se midió la intensidad del color en la parte superior e inferior y en los extremos de la hoja, cada tratamiento se realizó por triplicado.

c. Evaluación sensorial

Se realizó un análisis sensorial a través de un panel de 25 catadores, con edades comprendidas entre 20 y 23 años de edad, de la carrera de Agroindustria, se usó una escala hedónica (5= Me gusta mucho; 4=Me gusta moderadamente; 3=Ni gusta ni disgusta; 2=Me disgusta moderadamente; 1=Me disgusta mucho) donde se le dio a cada catador una muestra de lechuga de cada uno de los tratamientos aplicados donde se le pide que evalúe sabor, textura, color y apariencia general, limpieza de la hoja, daños mecánicos, hojas crujientes o turgentes (Tolentino, 2015).

d. Análisis estadístico

Se aplicó un diseño experimental completo al azar por bloques (DBCA), con un nivel de significancia del 95 % y alfa 0.05. Para identificar las diferencias entre los tratamientos se utilizó la prueba de Tukey mediante el uso del paquete estadístico SPSS para determinar el mejor tratamiento que tenga menor pérdida de humedad.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados

4.1.1. Caracterización de la lechuga En la tabla 6 se muestra los parámetros fisicoquímicos que se analizaron a la lechuga fresca antes de la aplicación las diferentes técnicas de conservación con la finalidad de medir atributos de calidad.

Tabla 6

Análisis exploratorio de datos de las características fisicoquímicas de la lechuga fresca

Análisis	Unidad	Tratamientos	Media	Desviación estándar	Coefficiente de variación
Peso	g	T ₁	1261.06	190.05	0.1507
		T ₂	969.10	22.22	0.0229
		T ₃	1220.86	20.89	0.0171
		Blanco	1113.50	122.29	0.1098
pH	pH	T ₁	6.78	0.14	0.0206
		T ₂	6.58	0.07	0.0106
		T ₃	6.76	0.06	0.0088
		Blanco	6.80	0.10	0.0147
Humedad	%	T ₁	96.25	0.22	0.0022
		T ₂	95.86	0.77	0.0080
		T ₃	95.42	0.75	0.0078
		Blanco	95.85	0.14	0.0014
Color	L*		63.44	3.76	0.0592
	a* %	T ₁	-12.79	3.16	-0.2470
	b*		24.30	5.16	0.2123
	L*		65.13	3.97	0.0609
	a* %	T ₂	-14.58	0.14	-0.0096
	b*		27.29	0.69	0.0252
	L*		66.37	4.96	0.0747
	a* %	T ₃	-15.61	2.31	-0.1479
	b*		30.00	5.11	0.1703
	L*		67.33	5.87	0.0872
	a* %	Blanco	-11.64	2.58	-0.2216
	b*		22.07	3.71	0.1681

Nota. g: gramos; %: porcentaje; T_{1, 2, 3}: Tratamientos

Análisis: En la tabla se evidencian los valores correspondientes a la media, desviación estándar y coeficiente de variación, Los valores referidos de desviación señalan la presencia de mediciones homogéneas ya que no existe un grado de dispersión significativa respecto a la media de las mediciones, esto lo confirmó el coeficiente de variación al indicar que las

variables analizadas albergan mediciones semejantes se entiende que si el resultado obtenido es: “menor a 0.1: variabilidad muy baja”, “entre 0.1 y 0.25: variabilidad baja”, “entre 0.25 y 0.4: variabilidad moderada”, “entre 0.4 y 0.5: variabilidad alta”, “mayor a 0.5: variabilidad muy alta”. Por lo que la mayoría de los datos representan una variabilidad muy baja a excepción de los datos de peso: T₁ y blanco cuyo coeficiente de variación es bajo.

4.2. Análisis estadísticos para los parámetros de calidad con base a la humedad de la lechuga.

Tabla 7

Análisis exploratorio de datos

Análisis	Unidad	Tratamiento	Media	Límite superior	Límite inferior
Día 0	g	1	1261.06	1733.18	788.94
		2	969.10	1024.30	913.90
		3	1220.86	1272.77	1168.96
		4	1113.50	1417.28	809.71
Día 7	g	1	1257.03	1731.78	782.28
		2	967.86	1022.78	912.95
		3	1220.43	1272.62	1168.24
		4	1004.96	1380.71	629.22
Día 14	g	1	1254.23	1727.97	780.49
		2	964.96	1022.42	907.50
		3	1214.20	1278.93	1149.46
		4	910.06	1330.43	489.69

Nota. En esta tabla se describen las variables de estudio y los indicadores expresados en gramos.

Análisis: En la tabla 7 se evidencia los valores correspondientes a la media, límite inferior, límite superior.

3.2.6. Contraste de normalidad día uno

Se realizó un análisis de normalidad a través de la prueba de Shapiro Wilks para los datos de los análisis de humedad que corresponden a los tres tratamientos.

A. Hipótesis

Ho: La variable de los tratamientos se ajusta a una ley normal.

Ha: La variable de los tratamientos no se ajusta a una ley normal.

B. Nivel de significancia

$\alpha = 5\%: 0.05$

C. Estadístico de prueba

Tabla 8

Análisis de normalidad de humedad evaluada en los tres tratamientos

Humedad	Valor de probabilidad	Decisión
Tratamiento 1	0.447	Se ajusta a una ley normal
Tratamiento 2	0.495	Se ajusta a una ley normal
Tratamiento 3	0.775	Se ajusta a una ley normal
Blanco	0.638	Se ajusta a una ley normal

Nota. En la tabla se muestra el análisis de normalidad de las variables evaluadas en los tres tratamientos y el testigo o blanco.

Análisis: En la tabla número 8 se puede evidenciar que la variable humedad, se ajusta a una ley normal ya que el valor de probabilidad obtenido es 0.447; 0.495; 0.775; 0.638; respectivamente, resultados que son mayores al valor del nivel de significancia establecido de 5% (0.05).

3.2.6.1. Análisis paramétricos ANOVA y TUKEY

4. Hipótesis

H₀: Todas las medias de la población son iguales.

H_a: Al menos una media de la población es diferente.

Nivel de significancia

$\alpha = 5\%$

Estadístico de prueba

Tabla 9*Análisis ANOVA de varianza para la variable humedad en el día uno.*

	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	153301.433	3	51100.478	3.930	.054
Dentro de grupos	104011.713	8	13001.464		
Total	257313.147	11			

Nota. En la tabla se muestra el análisis de varianza para datos de contenido de humedad por ANOVA. Suma de cuadrados; Gl: Grados de libertad; F: valor crítico; Sig.: Nivel de significancia

Análisis: Dentro del análisis de varianza para la humedad de los 3 tratamientos en el día uno se pudo establecer como resultado un p-valor: 0.054, dato que es mayor al nivel de significancia establecido (0.05) por lo que se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alterna concluyendo que todos los tratamientos son iguales.

Tabla 10*Análisis TUKEY de varianza para la variable humedad en el día uno.*

Tratamiento	Subconjunto para alfa =0.05	
	N	1
Tratamiento 1	3	1261.06
Tratamiento 2	3	969.100
Tratamiento 3	3	1220.867
Blanco	3	1113.500

Nota: Tukey es un test de comparaciones múltiples que nos permite comparar las medias de los “t” niveles de un factor después de haber rechazado la Hipótesis nula de igualdad de medias mediante la técnica ANOVA.

Análisis: Al aceptar la hipótesis nula no se evidencia una diferencia significativa; según el análisis de comparación de medias, se determinó que estadísticamente, todos los tratamientos incluido el blanco pertenecen a un mismo grupo de estudio. Esto hace referencia que al momento de la cosecha todas las lechugas tienen una cantidad de agua muy similar en su estructura fisiológica.

3.2.6.2. Contraste de normalidad día siete

Se realizó un análisis de normalidad a través de la prueba de Shapiro Wilks para los datos de los análisis de humedad que corresponden a los tres tratamientos detallados en la Tabla 7.

A. Hipótesis

Ho: La variable de los tratamientos se ajusta a una ley normal.

Ha: La variable de los tratamientos no se ajusta a una ley normal.

B. Nivel de significancia

$\alpha = 5\%: 0.05$

C. Estadístico de prueba

Tabla 11

Análisis de normalidad de humedad evaluada en los tres tratamientos

Humedad	Valor de probabilidad	Decisión
Tratamiento 1	0.466	Se ajusta a una ley normal
Tratamiento 2	0.467	Se ajusta a una ley normal
Tratamiento 3	0.805	Se ajusta a una ley normal
Blanco	0.809	Se ajusta a una ley normal

Análisis: En la tabla número 11 se puede evidenciar que la variable humedad, se ajusta a una ley normal ya que el valor de probabilidad obtenido es 0.466; 0.467; 0.805; 0.809; respectivamente, resultados que son mayores al valor del nivel de significancia establecido de 5% (0.05).

3.2.6.3. Análisis paramétricos ANOVA y TUKEY

4. Hipótesis

H_o: Todas las medias de la población son iguales.

H_a: Al menos una media de la población es diferente.

Nivel de significancia

$\alpha = 5\%$

Estadístico de prueba

Tabla 12

Análisis ANOVA de varianza para la variable humedad en el día siete.

	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	195065.056	3	65021.685	4.311	.044
Dentro de grupos	120666.707	8	15083.338		
Total	315731.762	11			

Nota. En la tabla se muestra el análisis de varianza para datos de contenido de humedad por ANOVA. Suma de cuadrados; Gl: Grados de libertad; F: valor critico; Sig.: Nivel de significancia

Análisis: Dentro del análisis de varianza para la humedad de los 3 tratamientos en el día siete, se pudo establecer como resultado un p-valor: 0.044, dato que es menor al nivel de significancia establecido (0.05) por lo que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna concluyendo que dentro de los tratamientos existe al menos un tratamiento diferente a los demás.

Tabla 13

Análisis TUKEY de varianza para la variable humedad en el día siete.

Tratamiento	Subconjunto para alfa =0.05	
	N	
Tratamiento 1	3	1257.03
Tratamiento 2	3	967.86
Tratamiento 3	3	1220.43
Blanco	3	1004.96

Nota: Tukey es un test de comparaciones múltiples que nos permite comparar las medias de los “t” niveles de un factor después de haber rechazado la Hipótesis nula de igualdad de medias mediante la técnica ANOVA.

Análisis: Con relación a la Tabla 13 se observa que el T₁ y el T₂ retuvieron mayor cantidad de humedad, en consecuencia, no perdió mucha masa. Tukey nos permite comparar las medias de los “t” niveles de un factor después de haber rechazado la Hipótesis nula, esto quiere decir que, al comparar las medias, los tratamientos T₁ y T₂ obtuvieron un promedio de 1247.03 g y 967.86 g respectivamente siendo las que menor peso perdieron con respecto a su peso inicial.

3.2.6.4. Contraste de normalidad día catorce

Se realizó un análisis de normalidad a través de la prueba de Shapiro Wilks para los datos de los análisis de humedad que corresponden a los tres tratamientos detallados en la Tabla 7.

A. Hipótesis

H_0 : La variable de los tratamientos se ajusta a una ley normal.

H_a : La variable de los tratamientos no se ajusta a una ley normal.

B. Nivel de significancia

$\alpha = 5\%$: 0.05

C. Estadístico de prueba

Tabla 14

Análisis de normalidad de humedad evaluada en los tres tratamientos

Humedad	Valor de probabilidad	Decisión
Tratamiento 1	0.471	Se ajusta a una ley normal
Tratamiento 2	0.631	Se ajusta a una ley normal
Tratamiento 3	0.604	Se ajusta a una ley normal
Blanco	0.651	Se ajusta a una ley normal

Nota. En la tabla se muestra el análisis de normalidad de las variables evaluadas en los tres tratamientos y el testigo o blanco.

Análisis: En la tabla número 14 se puede evidenciar que la variable humedad, se ajusta a una ley normal ya que el valor de probabilidad obtenido es 0.471; 0.631; 0.604; 0.651; respectivamente, resultados que son mayores al valor del nivel de significancia establecido de 5% (0.05).

3.2.6.5. Análisis paramétricos ANOVA y Tukey

4. Hipótesis

H_0 : Todas las medias de la población son iguales.

H_a : Al menos una media de la población es diferente.

Nivel de significancia

$\alpha = 5\%$

Estadístico de prueba

Tabla 15

Análisis ANOVA de varianza para la variable humedad en el día catorce.

	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	271017.687	3	90339.229	5.457	.025
Dentro de grupos	132437.960	8	16554.745		
Total	403455.647	11			

Nota. En la tabla se muestra el análisis de varianza para datos de contenido de humedad por ANOVA. Suma de cuadrados; Gl: Grados de libertad; F: valor critico; Sig.: Nivel de significancia

Análisis: Dentro del análisis de varianza para la humedad de los 3 tratamientos en el día uno se pudo establecer como resultado un p-valor: 0.025, dato que es menor al nivel de significancia establecido (0.05) por lo que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna concluyendo que dentro de los tratamientos existe al menos un tratamiento es diferente.

Tabla 16

Análisis TUKEY de varianza para la variable humedad en el día catorce.

Tratamiento	Subconjunto para alfa =0.05	
	N	
Tratamiento 1	3	1254.23
Tratamiento 2	3	964.96
Tratamiento 3	3	1214.20
Blanco	3	910.06

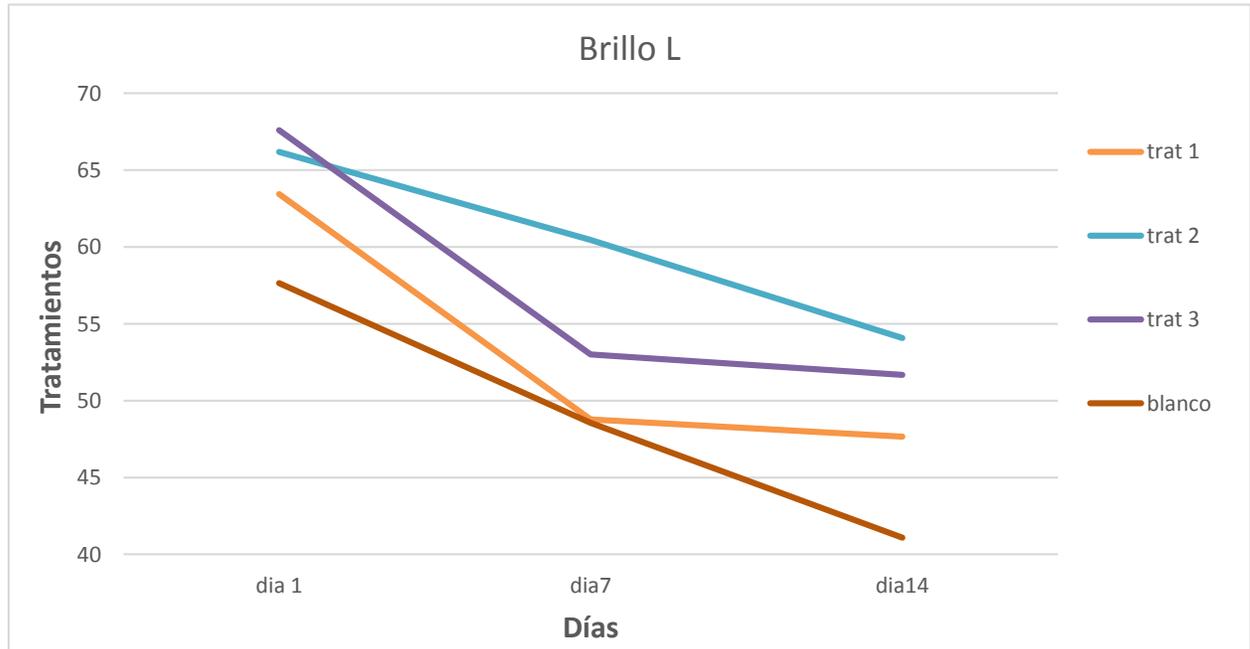
Nota: Tukey es un test de comparaciones múltiples que nos permite comparar las medias de los “t” niveles de un factor después de haber rechazado la Hipótesis nula de igualdad de medias mediante la técnica ANOVA.

Análisis: En relación con la tabla 16 se observó que el T₁ y el T₂ retuvieron más cantidad de humedad no perdiendo mucha masa. Tukey nos permite comparar las medias de los “niveles de un factor después de haber rechazado la Hipótesis nula, esto quiere decir que, al comparar las medias de los 3 tratamientos y el blanco, T₁ y T₂ obtuvieron un promedio de 1254.23 g y 964.96 g respectivamente siendo las que menor peso perdieron con respecto a su peso inicial.

4.3. Cambios de Color

Los parámetros que describen el cambio de color (a^* , b^*) y el brillo (L) por medición de coordenadas.

Figura 3
*Evolución del indicador L**

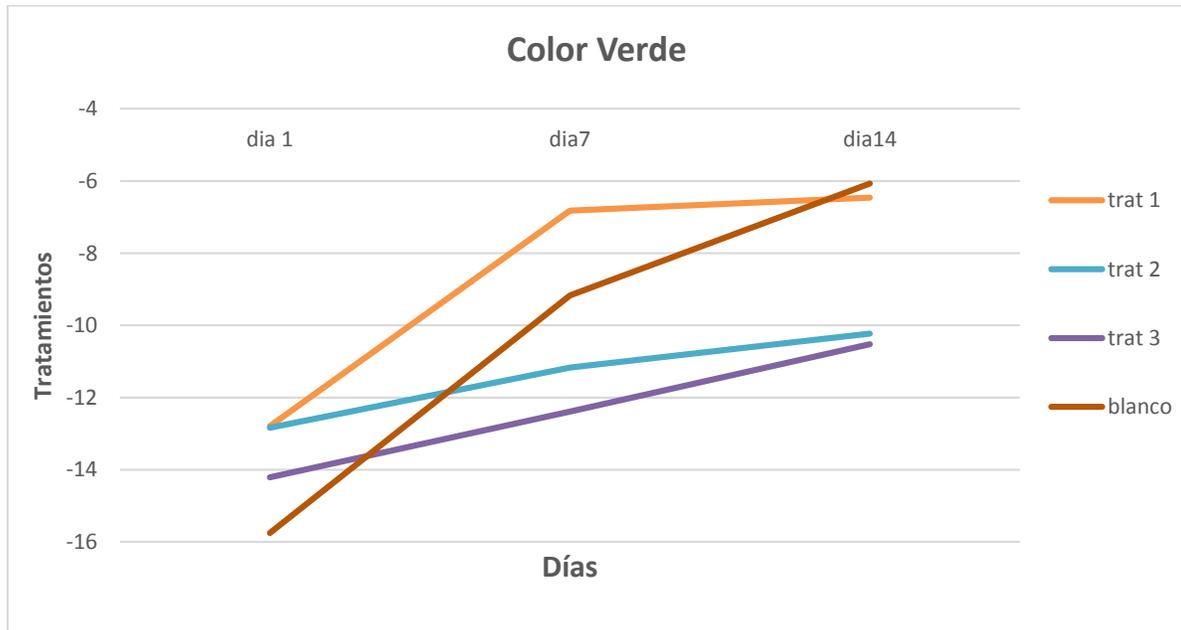


Nota: En la gráfica se evidencia la evolución del indicador L del color de la lechuga Patagonia de los tres tratamientos aplicados además del blanco durante el almacenamiento.

Análisis: El brillo L^* disminuyó en todas las lechugas, las mayores disminuciones de brillo presentaron las lechugas del T_1 y el blanco que fueron perdiendo su brillo de forma más prolongada que los demás tratamientos. El tratamiento que mejor mantuvo el brillo fue el T_2 (ácido ascórbico por aspersión), ya que su disminución fue menos precipitada conservando el brillo de la lechuga con mayor intensidad. El testigo o blanco tuvo una disminución de brillo más prolongada ya que no estuvo bajo ningún tratamiento además influyó que se mantuvo a temperatura ambiente y no a 5°C como las demás permitiendo que sustratos y enzimas oxidadas entraran en contacto que producen pardeamiento en los pigmentos de los tejidos.

Figura 4

Evolución del indicador a.*

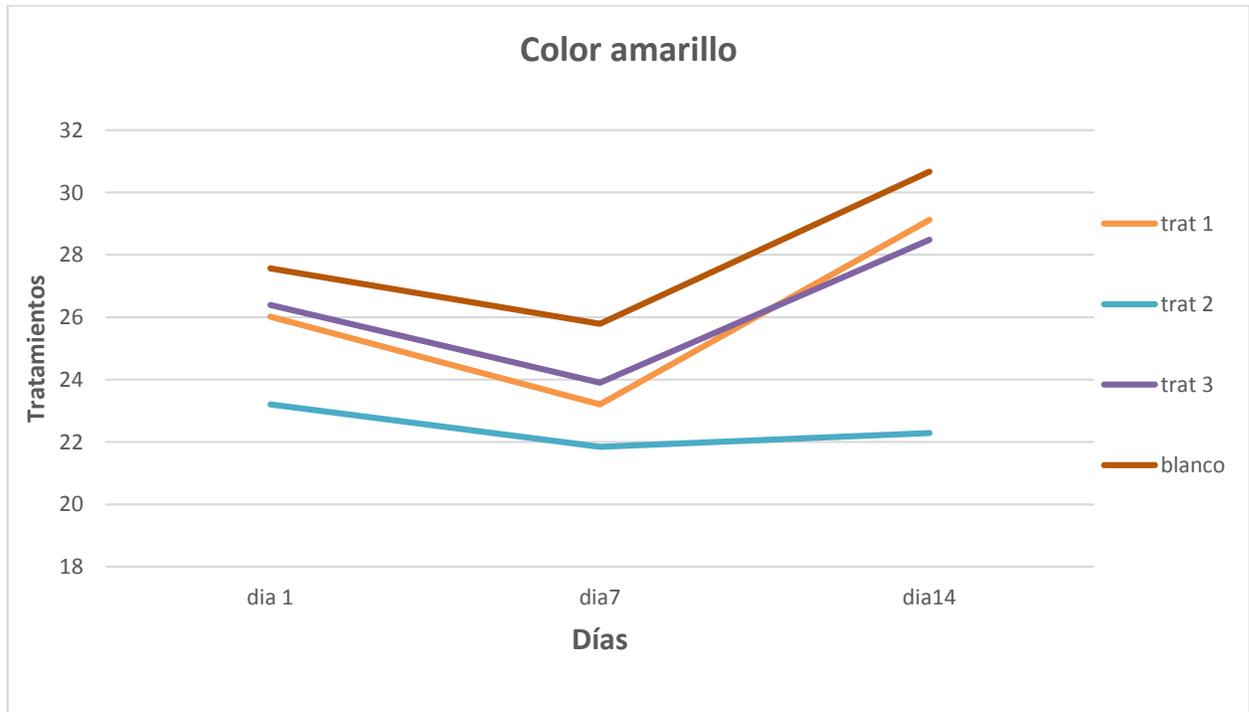


Nota: En la gráfica se evidencia la evolución del indicador a* del color de la lechuga Patagonia de los tres tratamientos aplicados además del blanco durante el almacenamiento.

Análisis: Se observa que la variación del indicador a* del color de la lechuga los tratamientos aplicados disminuyeron considerablemente, los tratamientos que mayor disminución de color verde fueron T₁ y el blanco presentando una tendencia que disminuye conforme avanza el tiempo. Los tratamientos T₂ y T₃ disminuyeron de manera más regular preservando el color verde característico de la lechuga. Al séptimo día de almacenamiento el tratamiento T₁ disminuyó muy considerablemente, asemejándose de como perdió color el testigo disminuyeron a valores próximos de -3 apreciando la pérdida de color verde de las hojas de la lechuga este comportamiento puede estar relacionado con la pérdida de peso. Al migrar el agua desde el interior de la hoja hay concentración de los pigmentos (Jiménez, 2020).

Figura 5

Evolución del indicador b.*



Nota: En la gráfica se evidencia la evolución del indicador b* del color de la lechuga Patagonia de los tres tratamientos aplicados además del blanco durante el almacenamiento.

Análisis: Se observa el comportamiento del indicador b* del color de la lechuga varia durante el tiempo de almacenamiento, generando un descenso en el día 7 en todos los tratamientos, al día 14 se genera un aumento progresivo llevando a valores por encima de los iniciales que indica la intensidad de los pigmentos amarillos aumentó en las lechugas provenientes de todos los tratamientos excepto el T₂ que no decayó considerablemente y solo teniendo un aumento llegando a los valores cercanos a los iniciales preservando el color, teniendo menos intensidad de los pigmentos amarillos menos considerable como el resto de tratamientos, siendo el único tratamiento en preservar el color. Los tratamientos que presentaron pérdida de color verde son afectados por las enzimas oxidasas que entran en contacto y producen pardeamiento de los tejidos por tanto se tornan de un color amarillento (Santos & Tolentino, 2018).

4.4. Análisis Sensorial

En la figura 6 se resumen los valores alcanzados en los atributos sensoriales para las lechugas provenientes de los diferentes tratamientos transcurridos los 14 días de almacenamiento.

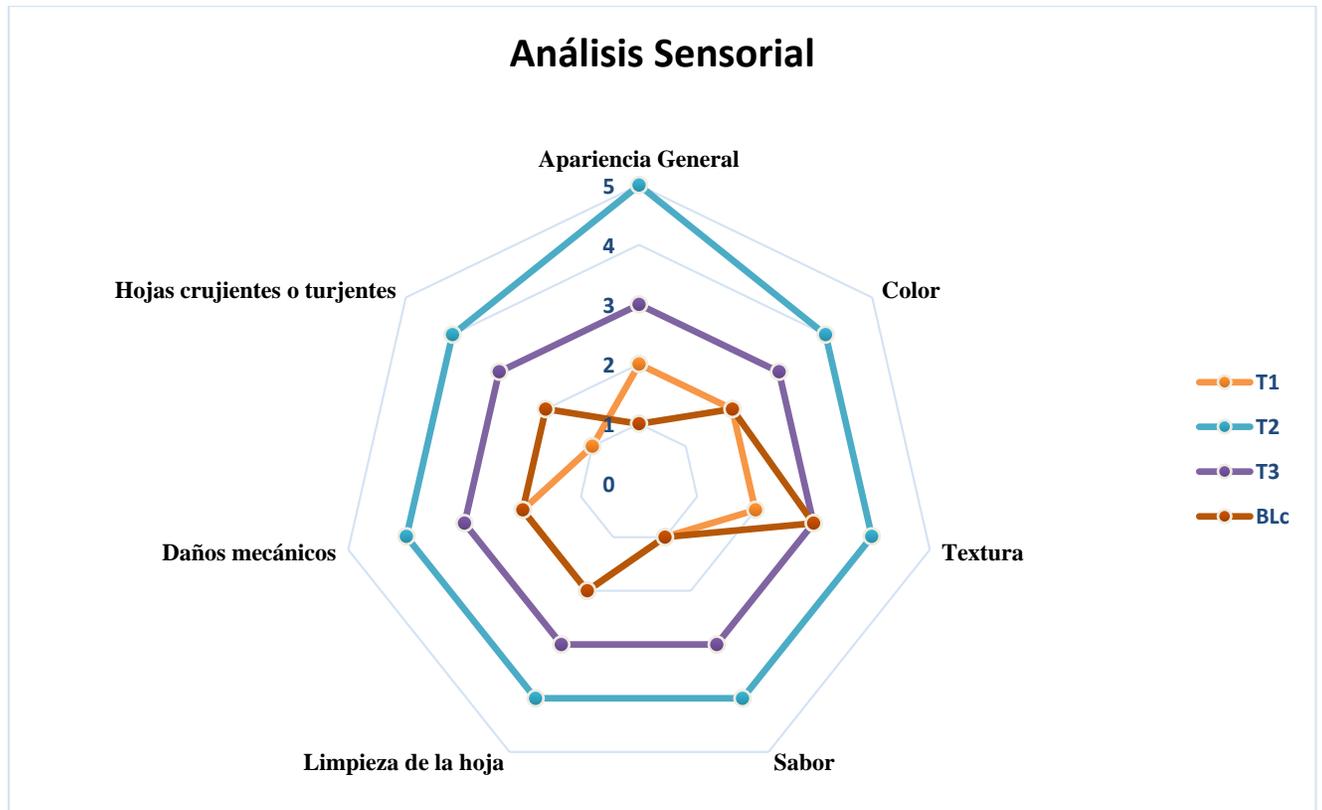
Se realizó con el fin de evaluar la calidad de la lechuga sometida a los 3 tratamientos. Se encuestaron a 25 panelistas para examinar la apariencia general, sabor, color, textura, limpieza

de la hoja, daños mecánicos y hojas crujientes o turgentes. Se empleó una escala hedónica 1 a 5, en donde el grado de gusto o disgusto se expresó así:

5= Me gusta mucho; 4= Me gusta moderadamente; 3= Ni gusta ni disgusta; 2= Me disgusta moderadamente; 1= Me disgusta mucho.

Figura 6

Resultados obtenidos del análisis sensorial



Nota. Calificaciones de las características sensoriales de la lechuga Patagonia tratada con 3 diferentes tratamientos y un blanco almacenada a 5 °C por catorce días. Lii1: ácido ascórbico inmersión; Lta2: ácido ascórbico aspersion; Ltp3: Agua potable; Ltb: Blanco o testigo.

Análisis: Las mayores calificaciones fueron obtenidas por las lechugas provenientes del tratamiento T2 (ácido ascórbico por aspersion) seguidas por las lechugas del tratamiento T3 (agua potable), los valores más bajos fueron para el tratamiento T1 (ácido ascórbico por inmersión) que obtuvieron calificaciones muy bajas obteniendo valores que les disgusta moderadamente en todos los atributos de apariencia general, color, sabor, hojas crujientes o turgentes. El estado general de las lechugas al final del estudio se observa en el Anexo 4.

4.5. DISCUSIÓN

4.5.1. De la caracterización de la lechuga

El pH reportado en la investigación fue de 6.7, al comparar con (Suárez, 2021) que establece un pH de 6 -7 e investigaciones de (Santos & Tolentino, 2018) que establece un pH de 6.7 y (Ramírez, 2023) quien refiere pH de 6,8 se puede mencionar que los valores reportados se encuentran dentro del rango permitido. El porcentaje de humedad que se obtuvo fue 94.86 % valores cercanos a los estudios de (Preciado, 2020) 94.34% al comparar con la investigación de (Crespo, 2022) que establece el 95.0% y con (INEN, 2015) que establece que la humedad óptima en los vegetales y hortalizas es del 90 – 95% por tanto está dentro de los rangos permitidos para consumo y exportación. En cuanto al atributo de color instrumental se obtuvo un valor de $L= 74.11$, $a^*=-8.66$ y $b^*= 17.78$ datos cercanos a (Galvis, 2018) reportó $L= 76.09$, $a^*=-9.31$ y $b^*= 16.97$ para una lechuga deshojada variedad icevic además que se asemejan con la investigación de (Jiménez, 2020) con un valor de $L= 71.01$, $a^*=-7.04$ y $b^*= 20.28$ al comparar con (Toledo, 2014) que reportó $L= 67.85$, $a^*=-7.91$ y $b^*= 18.19$ coincidiendo con la investigación ya que la intensidad de los indicadores disminuyen pero para la percepción del ojo humano aún mantiene los colores atractivos para el consumo.

4.5.2. De la pérdida de humedad mediante pérdida de peso.

Mediante la variable pérdida de peso se obtuvo una disminución de la humedad muy favorable para los 3 tratamientos con un valor de 1.51% de pérdida de humedad a diferencia del testigo que presentó la mayor pérdida de peso con un valor de 18.27% que concuerda con los resultados obtenidos con (Rodríguez, Ortega, & Piñeros, 2018) sobre el tema “Propiedades Físicoquímicas, Funcionales y Microbiológicas de Lechuga (*Lactuca sativa* L.) adicionada con Ácidos Orgánicos” con un valor de 16.88% mencionan que los elevados valores de pérdida de peso se deben principalmente a la deshidratación de los tejidos debido a las condiciones atmosféricas. Comparando con el estudio realizado por (Suárez, 2021) con un valor de disminución de humedad de 1.81% que se acerca a los datos obtenidos por (Esparza, 2015) que reportó una pérdida de 3% Además comparando con los datos reportado por (Toledo, 2014) que menciona que la humedad por pérdida de peso disminuyó en tan solo 0,55%. Según (Quiroz & Montero, 2020) el empaque fue el factor que tuvo mayor influencia sobre la pérdida de humedad las lechugas empacadas en bolsas de polipropileno cerradas, no mostraron pérdidas de masa significativas durante los 15 días de almacenamiento, de la misma manera de los datos obtenidos en nuestro estudio que estadísticamente no se mostraron pérdidas muy significativas. Esto se explica porque la baja temperatura reduce la actividad metabólica, mientras que la alta humedad relativa dentro de los empaques, cercana a la saturación, hace que el gradiente entre las presiones de vapor del espacio de cabeza del empaque y la presión de vapor dentro de la lechuga fuera muy pequeño, y por tanto no promovió la movilización del agua del producto hacia el ambiente. De manera que el material de empaque actúa como barrera para el paso de vapor de agua ya que se obtuvo el 1.51% de pérdida de humedad (FAO., 2023)

4.5.3. De la variación de color instrumental CIEAB

En cuanto a los datos obtenidos a las determinaciones de color concuerdan con las de (Rodríguez, Ortega, & Piñeros, 2018) ya que menciona que las lechugas testigo van perdiendo su brillo L^* , excepto las que fueron tratadas con ácido acético y ácido cítrico. Con el paso del tiempo se observó un mayor nivel de pardeamiento enzimático siendo el ácido acético el que logró una mayor inhibición del proceso. En nuestro caso fue el ácido ascórbico por aspersión manteniendo su indicador L^* inhibiendo el pardeamiento enzimático. Además, menciona (Galvis, 2018) que las atmósferas modificadas conservan el brillo de la lechuga en mayor intensidad que la atmósfera normal además de las bajas temperaturas 4 - 5° como en nuestra investigación se empacó y selló en bolsas de polietileno para almacenarlas a 5°C. Durante el tiempo de almacenamiento se observó un descenso del indicador a^* y b^* del color en todos los tratamientos como se visualiza en la gráfica 4 y 5 al respecto (Rodríguez, Ortega, & Piñeros, 2018) mencionan que a medida que transcurre el tiempo de almacenamiento del producto refrigerado la intensidad de los indicadores a^* y b^* disminuyen, resultados que guardan relación con la investigación realizada. De la misma manera (Santos & Tolentino, 2018) menciona que el cambio del color de la lechuga de IV gama se produce debido al corte y deshojado ya que la herida producida y la superficie del producto es expuesta al aire y al posible daño comenzando a ser vulnerable a la deshidratación o al cambio en la coloración, éstos últimos iniciados en la zona de corte se deberían principalmente al pardeamiento enzimático o a la pérdida de clorofila. Los resultados promedios de los indicadores del color se muestran en el gráfico 4 y 5, donde se obtuvieron valores cercanos a los valores iniciales. Los indicadores a^* y b^* disminuyeron durante el tiempo de almacenamiento, este comportamiento puede estar relacionado con la pérdida de peso. Al migrar el agua desde el interior de la hoja hacia el ambiente hay concentración de los pigmentos en los testigos mayor intensidad de estos indicadores coincidiendo con (Galvis, 2018).

4.5.4. Del análisis sensorial y aceptabilidad

La aplicación de tratamientos afectó la apariencia y aceptabilidad general de la lechuga de acuerdo los resultados del análisis sensorial Tabla 17 las mayores calificaciones fueron obtenidas por las lechugas provenientes del tratamiento T_2 con ácido ascórbico por aspersión, seguidas por las lechugas del tratamiento T_3 con agua potable, los valores más bajos fueron para el tratamiento T_1 ácido ascórbico por inmersión que obtuvieron calificaciones muy bajas obteniendo valores que les disgusta moderadamente en todos los atributos de apariencia general, color, sabor, hojas crujientes o turgentes de la misma manera que (Esparza, 2015) en su investigación “Aceptabilidad de lechuga de hoja fresca troceada, tratada con ácido ascórbico mediante hidrogenofriamiento” menciona que hubo diferencia entre los tratamientos en lo referente a aceptabilidad general, teniendo más altos valores de aceptabilidad general la lechuga hidrogenofriada con ácido ascórbico por aspersión. Estos resultados están relacionados con (Suárez, 2021) que menciona el deterioro de la calidad asociada con el daño por procesamiento, donde la apariencia de la lechuga es afectada por el oscurecimiento y la

deshidratación. Las diferencias en los valores de apariencia entre las lechugas hidro enfriadas por inmersión o por aspersión pueden ser atribuidas a diversos factores como el método de hidrogenfriamiento, concentración de ácido ascórbico de la solución de enfriamiento y variedad de lechuga (Esparza, 2015).

CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- La aplicación del ácido ascórbico para la conservación de la lechuga fue más notable en el día 14, el T₂ por aspersión presentó respuestas significativas en tanto a la humedad, el color y características sensoriales; sin embargo, los demás tratamientos no tuvieron efectos significativos en la variación del pH, en cuanto a la pérdida de humedad todos los tratamientos presentaron valores similares durante los primeros 7 días.
- El tratamiento con ácido ascórbico al 1% por aspersión a una temperatura de 5°C conserva de mejor manera la lechuga por 14 días manteniendo su color característico con respecto a los demás tratamientos, además reteniendo la humedad manteniendo casi por completo masa inicial húmeda y solo perdiendo el 1.51 %.

5.2 RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar un correcto manejo Post cosecha del cultivo de la lechuga, el mismo que apoyado de los tratamientos y métodos descritos, se obtendrá en totalidad las características. De esta manera los usuarios pueden disfrutar de su buen sabor, textura y aroma, es importante considerar que las lechugas pueden permanecer en óptimas condiciones hasta por semanas si se realiza el adecuado almacenamiento para su conservación.
- Realizar la conservación de la lechuga con otras variedades, tipos de desinfectantes y empaques.
- Es requerida mayor evaluación de la aplicación del ácido ascórbico mediante hidrofriamiento para garantizar su utilidad para la conservación de la calidad sensorial de la lechuga de hoja y otros productos vegetales.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

6. BIBLIOGRAFÍA

- INEN 518. (s.f.). *Norma Técnica Ecuatoriana*. Recuperado el 2023, de <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/518.pdf>
- Adrian L, D. F. (2014). *Repositorio*. Obtenido de EVOLUCIÓN DEL COLOR EN LECHUGA (Lactuca sativa L.) MANTECOSA MÍNIMAMENTE PROCESADA: EFECTO DEL TROCEADO Y LA INMERSIÓN EN CLORURO DE CALCIO: <https://docplayer.es/82889414-Evolucion-del-color-en-lechuga-lactuca-sativa-l-mantecosa-minimamente-procesada-efecto-del-troceado-y-la-inmersion-en-cloruro-de-calcio.html>
- Andrade, J. C. (22 de 11 de 2021). *dspace.unach*. Obtenido de <http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/7906/1/TESIS%20FINAL%20Juan%20Carlos%20Andrade.pdf>
- AOAC. (2017). *Association of official analytical chemists*. Recuperado el 2023, de <https://www.aoac.org/>
- Carrillo, H. (07 de 2016). *Mundohuerto*. Recuperado el 2021, de Como cosechar lechugas: <https://www.mundohuerto.com/cultivos/lechuga/como-cosechar>
- Chimborazo, C. (05 de 2022). *dspace*. Obtenido de <http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/9253/1/TESIS%20FINAL%20%281%29.pdf>
- Crespo, F. (16 de 11 de 2022). *Redalyc*. Recuperado el 2023, de <https://www.redalyc.org/journal/864/86474225007/html/>
- Esparza, R. (01 de 2015). *scielo*. Obtenido de https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342013000500009
- FAO. (2018). *fAO*. Recuperado el 2023, de Calidad en frutas y hortalizas: <https://www.fao.org/3/y4893s/y4893s08.htm>
- FAO. (13 de 02 de 2023). *Manual para el mejoramiento del manejo poscosecha de frutas y hortalizas - Las frutas y hortalizas frescas como productos perecibles*. Obtenido de <https://www.fao.org/3/x5055s/x5055S02.htm>
- Fiallo, J. (10 de 12 de 2017). *Proposal*. Recuperado el 2023, de <https://core.ac.uk/download/pdf/160259693.pdf>

- Forero, V. (31 de 10 de 2022). *Vadequimica*. Recuperado el 2023, de <https://www.vadequimica.com/blog/todos-los-articulos/acido-ascorbico.html>
- Galvis, J. (09 de 2018). *Uniagraria*. Obtenido de Manual de Procesamiento y conservación de la lechuga: <https://www.uniagraria.edu.co/wp-content/uploads/2018/09/manual-de-procesamiento-y-conservacion-de-lechugas-variedades-verde-y-morada-crespa-minimamente-procesadas.pdf>
- Gil, M., & Gorny, J. (2016). *ResearchGate*. Recuperado el 2023, de Guia de seguridad alimentaria para la industria de productos vegetales frescos cortados: https://www.researchgate.net/publication/313862095_Guia_de_seguridad_alimentaria_para_la_industria_de_productos_vegetales_frescos_cortados
- INEN, 1. (2015). *dspace.espol*. Recuperado el 2024, de <https://ia802901.us.archive.org/32/items/ec.nte.1996.2003/ec.nte.1996.2003.pdf>
- infoAgro. (2014). *infoAgro*. Recuperado el 2022, de <https://www.infoagro.com/hortalizas/lechuga.htm>
- Jiménez, M. d. (2020). *Repositorio UTA*. Recuperado el 2024, de <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/30790/1/AL%20729.pdf>
- Konica. (2018). *Konica Minolta*. Recuperado el 2023, de <https://sensing.konicaminolta.us/mx/blog/entendiendo-el-espacio-de-color-cie-lab/>
- Landeta, D. (09 de 11 de 2019). *El Comercio*. Recuperado el 22 de Febrero de 2022, de <https://www.elcomercio.com/actualidad/negocios/chimborazo-zona-pobreza-sierra-agricultura.html>
- Laserna, S. (2018). *Agroes*. Recuperado el 2021, de Lechuga, taxonomía, y descripciones botánicas: <https://www.agroes.es/cultivos-agricultura/cultivos-huerta-horticultura/lechuga/402-lechugas-descripcion-morfologia-y-ciclo>
- Leiva, C. (2013). *Evaluación del envasado al vacío como técnica*. Recuperado el 2021, de Universidad Austral de Chile: <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2013/fal533e/doc/fal533e.pdf>
- Machis, S. (09 de 04 de 2018). *Conpapa*. Recuperado el 2021, de Conservación de alimentos. Congelación: <https://www.conpapa.org.mx/index.php/blog/item/2-conservacion-de-alimentos-congelacion>
- Mallar, S. (2014). *infoAgro*. Recuperado el 2021, de Cultivo de Lechuga: <https://www.infoagro.com/hortalizas/lechuga.htm>

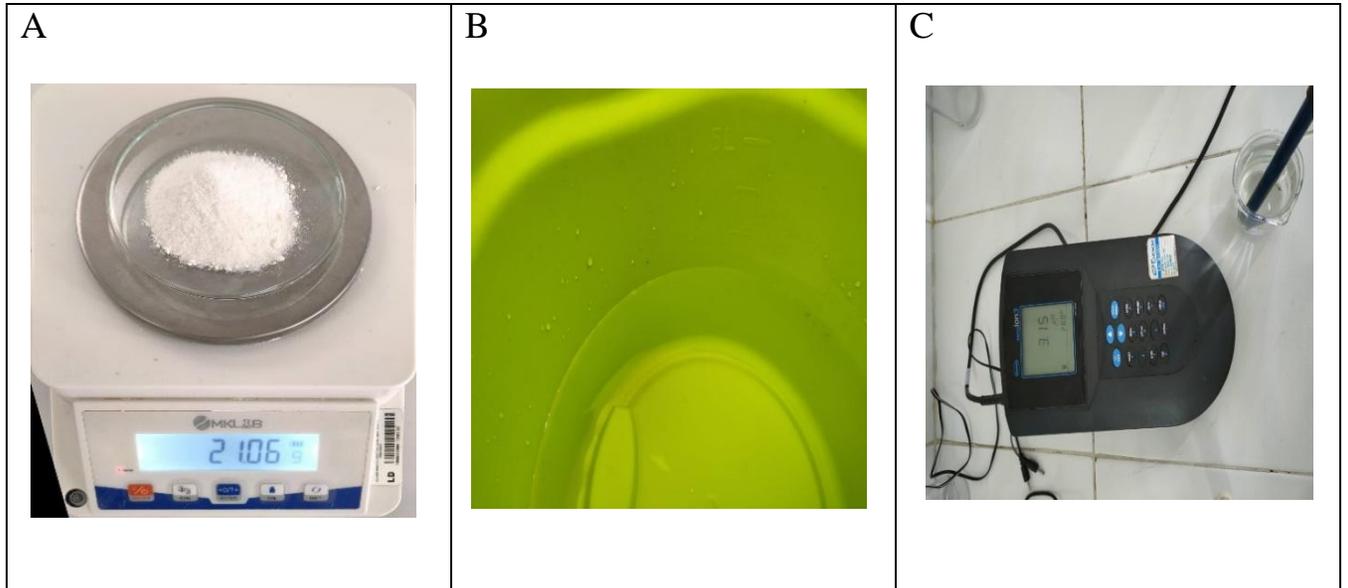
- Martin, F. (11 de 05 de 2016). *Restauración Colectiva*. Obtenido de <https://www.restauracioncolectiva.com/n/responsabilidad-de-las-enzimas-en-el-pardeamiento-de-frutas-y-verduras-y-ii>
- Martín, F. (03 de 2016). *Restauración Colectiva*. Recuperado el 2021, de Métodos de conservación de los alimentos: <https://www.restauracioncolectiva.com/n/los-distintos-metodos-de-conservacion-de-los-alimentos-el-frio-dormidera-de-los-microbios>
- Martínez, B. (2018). *EVALUACION DEL BIOSOL GENERADO EN LA PRODUCCIÓN DE BIOGAS, COMO BIOFERTILIZANTE EN EL CULTIVO DE LECHUGA*. Recuperado el 2022, de <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/29476/1/Tesis-229%20%20Ingenier%C3%ADa%20Agron%C3%B3mica%20-CD%20630.pdf>
- Moreta, P. (14 de 11 de 2018). *La hora*. Obtenido de La hora.com: <https://lahora.com.ec>. Obtenido de <https://lahora.com.ec>:
- Osorio, J., & Lobo, M. (2017). *Ortalizas*. Instituto Colombiano Agropecuario: Manual de asistencia técnica No. 28. Obtenido de <https://1library.co/document/q056rmgy-hortalizas.html>
- Owen, M. (09 de 2017). *Wikifarmer*. Recuperado el 2021, de Cultivo de lechuga: <https://wikifarmer.com/es/como-cultivar-lechuga-guia-completa-de-cultivo-de-la-lechuga-desde-la-siembra-hasta-la-cosecha/>
- Palacios, J. (2015). *Infoagro*. Recuperado el 2021, de https://infoagro.com/frutas/deshidratacion_frutas.htm
- Piagentini, A. (2018). *BibliotecaVirtual*. Recuperado el 2021, de <https://bibliotecavirtual.unl.edu.ar:8443/handle/11185/211>
- Preciado, P. (2020). *Semanticscholar*. Recuperado el 2024, de <https://pdfs.semanticscholar.org/b83c/c4d022bec08e26d693aa12145001ff874100.pdf>
- Quiroz, J., & Montero, M. (2020). *Repositorio*. Recuperado el 2023, de fcb.uanl: <http://www.fcb.uanl.mx/IDCyTA/files/volume5/5/3/50.pdf>
- Ramirez, I. (2023). *Repositorio ues.com*. Recuperado el 2024, de <https://ri.ues.edu.sv/id/eprint/33399/1/13101883.pdf>
- Riquelme, M. C. (2022). *Repositorio*. Recuperado el 2023, de Tesisenred: <https://www.tesisred.net/bitstream/handle/10803/104604/TMCLR.pdf?sequence=>
- Rodríguez, D., Ortega, R., & Piñeros, Y. (2018). *Scielo*. Recuperado el 2023, de Propiedades Físicoquímicas, Funcionales y Microbiológicas de Lechuga (*Lactuca sativa* L.)

adicionada con Ácidos Orgánicos.: <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642018000400021>

- Saavedra, G. (2017). *Manual de producción de Lechuga*. Santiago Chile: INIA. Obtenido de http://bosques.ciren.cl/bitstream/handle/123456789/29500/INIA_Libro_0051.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Santos, G., & Tolentino, F. (2018). *Repositorio Unheval*. Recuperado el 2023, de <https://repositorio.unheval.edu.pe/bitstream/handle/20.500.13080/1245/TAI%2000058%20S21.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Selles, S. (11 de 04 de 2017). *repositorio rua*. Obtenido de https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/4085/1/tesis_doctoral_susana_selles.pdf
- SIPA. (2017). *Sistema de información Pública y Agropecuaria*. Recuperado el 2021, de <http://sipa.agricultura.gob.ec/>
- SIPA. (2022). Recuperado el 2021, de Sistema de información Pública y Agropecuaria: <http://sipa.agricultura.gob.ec/index.php/cifras-agroproductivas>
- Socola, J. (06 de 2022). *Utmach*. Recuperado el 2023, de <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/18535>
- Suárez, D. (2021). *Repositorio UTA*. Recuperado el 2023, de <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/6737/1/AL%20524.pdf>
- Toledo, G. (2014). *repositorio.uchile*. Recuperado el 2024, de https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/111136/toledo_g.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Tolentino, G. (2015). *Repositorio*. Obtenido de <https://repositorio.unheval.edu.pe/bitstream/handle/20.500.13080/1245/TAI%2000058%20S21.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Vides, B. (2016). *ABC*. Recuperado el 2021, de ABC de frutas y verduras: <http://www.abcdefrutasyverduras.com/moodle/mod/resource/view.php?id=166>
- Villacres, A. (2014). *Cformación*. Recuperado el 2021, de Manipulador de Alimentos: <https://manipulador-de-alimentos.com/carnet-curso-conservacion-y-almacenamiento-de-los-alimentos/>

ANEXOS

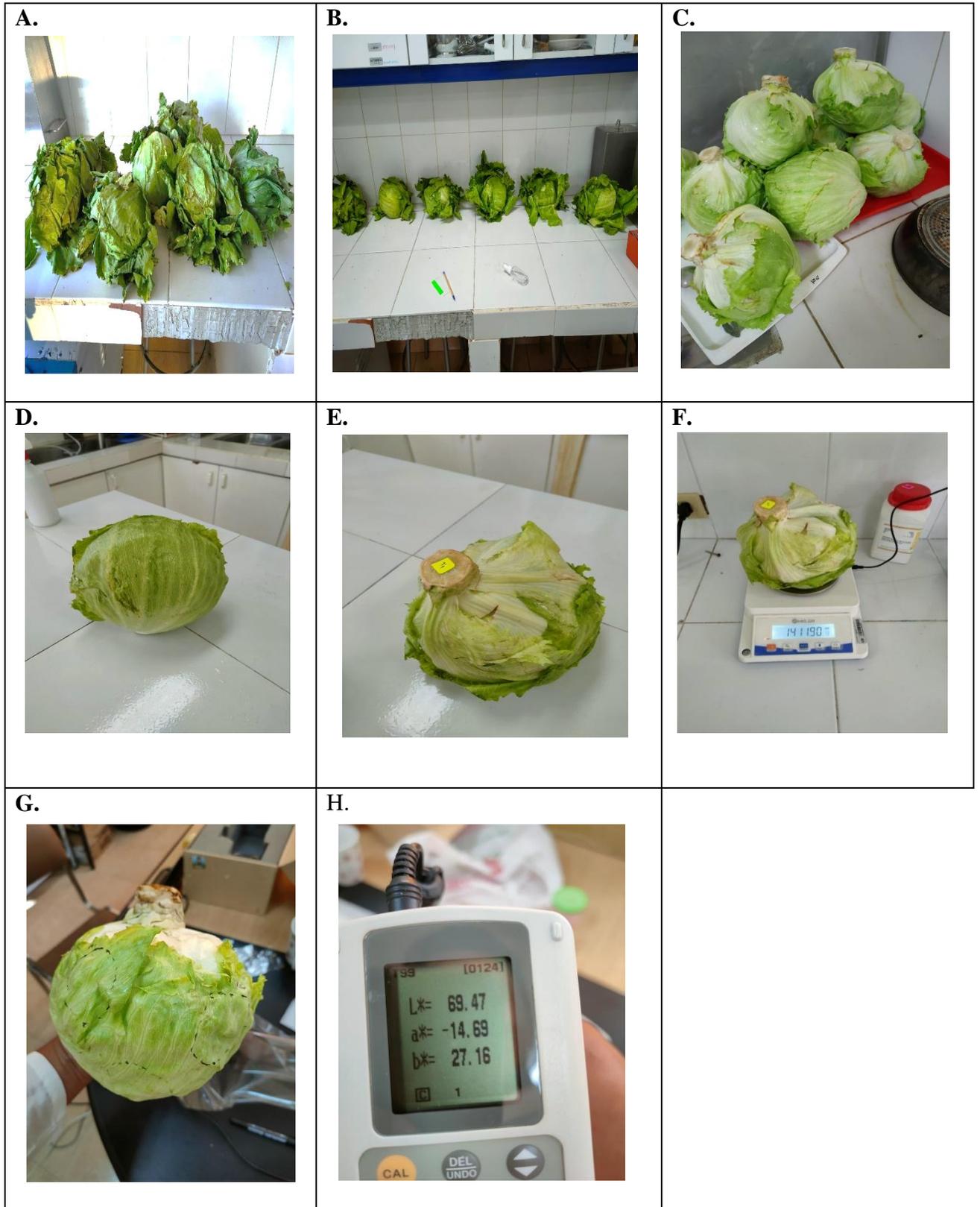
Anexo 1.



Interpretación:

A: Pesado del ácido ascórbico en la balanza analítica PCE-LSI 620; B: Preparación de la solución de ácido ascórbico al 1%; C: Acondicionado de la solución a 5°C.

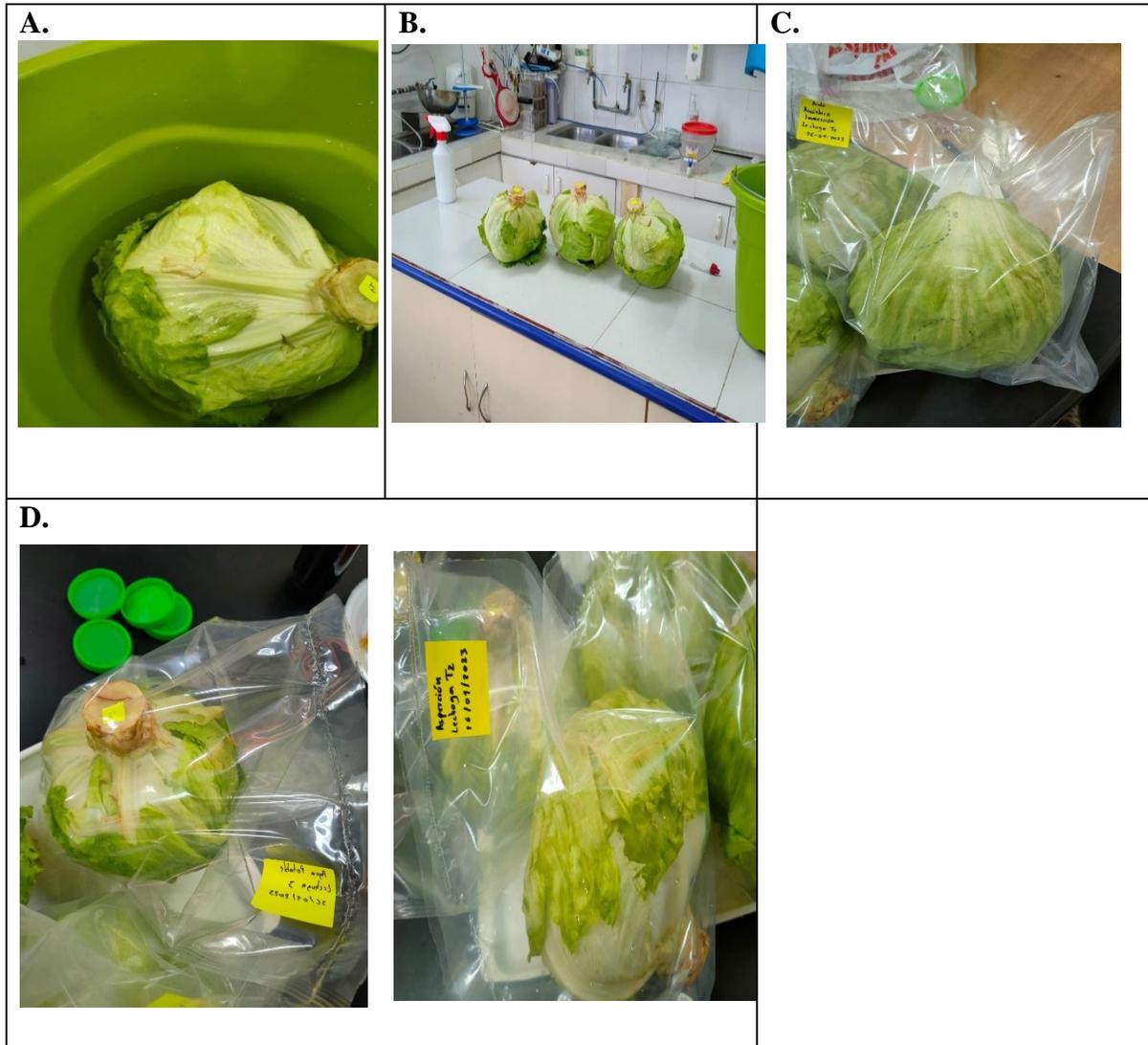
Anexo 2.



Interpretación:

A: Selección de las lechugas; B: Lavado de las lechugas; C: Deshojado de las lechugas; D: Secado de las lechugas a temperatura ambiente (15 a 18 °C); E: Etiquetado de las lechugas de acuerdo con el tratamiento a aplicarse.; F: Pesado de las lechugas en la balanza analítica PCE-LSI 620; G: Señalado de puntos específicos de la lechuga para medición de color; H: Medición del color con el colorímetro portátil CR-410C.

Anexo 3.



Interpretación:

A: Aplicación de tratamiento de ácido ascórbico por inmersión; B: Aplicación de tratamiento de ácido ascórbico por aspersión y por inmersión en agua potable; C: Empacado y sellado de la lechuga en bolsas herméticas de baja densidad; D: Etiquetado de las lechugas de acuerdo con el tratamiento a aplicarse.

Anexo 4.

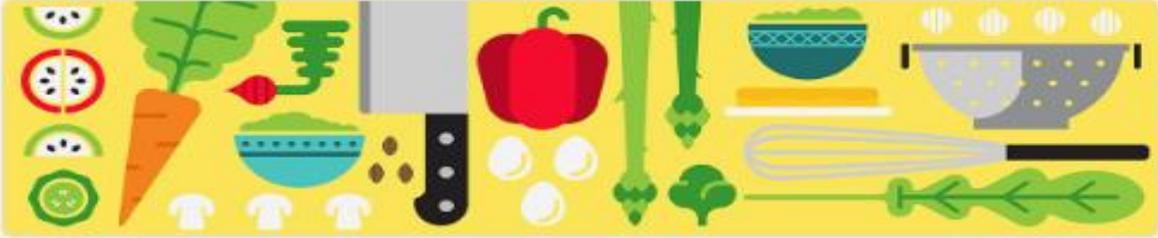


Interpretación:

A: Pesado de las lechugas en la balanza analítica PCE-LSI 620 transcurrido los 7 días; B: Muestras de lechuga de cada tratamiento transcurrido los 7 días; C: Medición del color con el colorímetro portátil CR-410C en el séptimo día; D: Muestras de lechuga de cada tratamiento transcurrido los 14 días; E: Medición del color con el colorímetro portátil CR-410C transcurridos los 14 días; F: Pesado de las lechugas en la balanza analítica PCE-LSI 620 transcurrido los 14 días; G: Medición del color con el colorímetro portátil CR-410C en todas las muestras en el día 14; H: Muestras de lechugas tras los 14 días de conservación para análisis sensorial con un testigo; I: Pesado de las lechuga (blanco) en la balanza analítica PCE-LSI 620 transcurrido los 14 días.

Anexo 5.

Preguntas Respuestas 25 Configuración



Evaluación sensorial por atributos Lechuga Patagonia

INDICACIONES: Junto a usted tiene la muestra de lechuga Patagonia, y un vaso con agua, antes de probar la muestra, tome un sorbo de agua y pruebe la muestra, al finalizar enjuáguese la boca para eliminar los sólidos.
Dale el puntaje en el casillero correspondiente de acuerdo a la apreciación de su nivel de agrado o desagrado.

Nombre y Apellido *

Texto de respuesta corta

Lti1 *

5= Me gusta mucho; 4= Me gusta moderadamente; 3= Ni gusta ni disgusta; 2= Me disgusta moderadamente; 1= Me disgusta mucho

	1	2	3	4	5
Apariencia Gen...	<input type="radio"/>				
Color	<input type="radio"/>				
Textura	<input type="radio"/>				
Sabor	<input type="radio"/>				
Limpieza de la ...	<input type="radio"/>				
Daños mecáni...	<input type="radio"/>				
Hojas crujiente...	<input type="radio"/>				

Nota: Ficha análisis sensorial