



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS
AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES
CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

EVALUACIÓN DEL ESTADO DE MADUREZ,
TEMPERATURA DE ALMACENAMIENTO Y TIPO DE
ENVASE SOBRE LAS PROPIEDADES FUNCIONALES DE
BERRO *Nasturtium officinale*

TESIS PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO
AGROINDUSTRIAL.

Autor: Gissela Maribel Mediavilla Fuertes

Director: Ing. Nicolás Pinto Mosquera, MSc.

Ibarra - Ecuador



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y
AMBIENTALES**

CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

**EVALUACIÓN DEL ESTADO DE MADUREZ, TEMPERATURA DE
ALMACENAMIENTO Y TIPO DE ENVASE SOBRE LAS
PROPIEDADES FUNCIONALES DE BERRO *Nasturtium officinale***

Tesis revisada por los Miembros del Tribunal, por lo cual se autoriza su
presentación como requisito parcial para obtener el Título de:

INGENIERA AGROINDUSTRIAL

APROBADA:

Ing. Nicolás Pinto, MSc.

DIRECTOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN

Ing. Holguer Pineda, MBA.

MIEMBRO TRIBUNAL TRABAJO DE TITULACIÓN

Ing. Fernando Basantes, MSc.

MIEMBRO TRIBUNAL TRABAJO DE TITULACIÓN



AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO	
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1004047609
APELLIDOS Y NOMBRES:	MEDIAVILLA FUERTES GISSELA MARIBEL
DIRECCIÓN:	OTAVALO, BARRIO MONSERRATH, CALLES INTI RAYMI Y SARAÑUSTA
EMAIL:	gissela_mmf_2204@hotmail.com
TELÉFONO MOVIL:	0992327730
DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	“EVALUACIÓN DEL ESTADO DE MADUREZ, TEMPERATURA DE ALMACENAMIENTO Y TIPO DE ENVASE SOBRE LAS PROPIEDADES FUNCIONALES DE BERRO <i>Nasturtium officinale</i> ”
AUTOR:	MEDIAVILLA FUERTES GISSELA MARIBEL
FECHA:	06 DE ENERO DEL 2020
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	INGENIERO AGROINDUSTRIAL
ASESOR/DIRECTOR:	ING. NICOLÁS PINTO MOSQUERA MSc.

2. CONSTANCIAS

El autor (es) manifiesta (n) que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrollo, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que es (son) el (los) titular (es) de los derechos patrimoniales, por lo que asume (n) la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá (n) en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 06 días del mes de enero del 2020.

EL AUTOR:

(Firma).....

Nombre: Gissela Maribel Mediavilla Fuertes



**CESIÓN DE DERECHOS DEL AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO A
FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

Yo, **Gissela Maribel Mediavilla Fuertes**, con cédula de ciudadanía Nro. **1004047609 – 9**; manifiesto mi voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, artículos 4, 5 y 6, en calidad de autor de la obra o trabajo de grado denominado **“EVALUACIÓN DEL ESTADO DE MADUREZ, TEMPERATURA DE ALMACENAMIENTO Y TIPO DE ENVASE SOBRE LAS PROPIEDADES FUNCIONALES DE BERRO *Nasturtium officinale*”** que ha sido desarrollado para optar por el título de: **Ingeniero Agroindustrial** en la Universidad Técnica del Norte, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En la condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

Ibarra, a los 06 días del mes de enero del 2020.


.....
Gissela Maribel Mediavilla Fuertes
C.I.: 1004047609-9

DECLARACIÓN

Manifiesto que la presente obra es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto es original y que soy el titular de los derechos patrimoniales; por lo que asumo la responsabilidad sobre el contenido de esta y saldré en defensa de la Universidad Técnica del Norte en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 06 días del mes de enero del 2020.



Gissela Maribel Mediavilla Fuertes

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Gissela Maribel Mediavilla Fuertes, bajo mi supervisión.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Nicolás Pinto M.', is written over a horizontal dotted line.

Ing. Nicolás Pinto M., MSc.

DIRECTOR DE TESIS

FICAYA-UTN

Fecha: 06 de enero del 2020

GISELA MARIBEL MEDIAVILLA FUERTES. EVALUACIÓN DEL ESTADO DE MADUREZ, TEMPERATURA DE ALMACENAMIENTO Y TIPO DE ENVASE SOBRE LAS PROPIEDADES FUNCIONALES DE BERRO *Nasturtium officinale* DE LA FICAYA – UTN / TRABAJO DE GRADO. Ingeniero Agroindustrial Universidad Técnica del Norte, Carrera de Ingeniería Agroindustrial, E.C. ENERO 2020

DIRECTOR: ING. NICOLÁS PINTO, MSc.

El objetivo principal de la presente investigación fue el de evaluar el estado de madurez, temperatura de almacenamiento y tipo de envase para conservar las propiedades funcionales del Berro *Nasturtium Officinale*, para lo cual se estableció el índice de madurez de cosecha, analizó sus características físico químico y nutricional y se evaluó su tiempo de vida útil.


Ing. Nicolás Pinto M., MSc.
DIRECTOR DE TESIS


Gisela Maribel Mediavilla Fuertes
AUTOR

AGRADECIMIENTO

A Dios por las bendiciones de mi vida, mi familia: mis padres Silvio y Victoria, por ayudarme y formarme en este camino llamado vida y por sus esfuerzos de cada día para llegar a este logro. A mi esposo Andrés por su apoyo incondicional. Mis hermanos, Germania y Daniel. A Josué, Mati y Cami por ser el lado tierno de mi existencia. Mis amigos MaJo J., Rake R., Sabri M., Ivette Q., Riky A., Lucho A., Wili V., Byron Q., por las ocurrencias, penas y alegrías vividas a lo largo de todo el tiempo que hemos compartido y por la amistad sincera que perdurará en el tiempo.

A mis docentes de todo el proceso de formación profesional y en especial al Ing. Nicolás Pinto, Ing. Fernando Basantes e Ing. Holguer Pineda por su predisposición, enseñanzas, ética y por su calidad de personas y maestros.

Gissela Maribel Mediavilla Fuertes

DEDICATORIA

A todas las personas y circunstancias que han forjado mi vida, entre ellas y con mucho amor, a mis padres Silvio y Victoria, mi esposo Andrés, mis hermanos Germania y Daniel y mis sobrinos Josué, Mati y Cami.

Gissela Maribel Mediavilla Fuertes

ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS	i
INDICE DE FIGURAS.....	ii
INDICE DE ANEXOS.....	iv
RESUMEN.....	v
SUMMARY.....	vii
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. PROBLEMA.....	1
1.2. JUSTIFICACIÓN	2
1.3. OBJETIVOS	3
1.4. HIPOTESIS.....	4
2. MARCO TEÓRICO.....	4
2.1. El Berro	5
2.1.1. Taxonomía.....	7
2.1.2. Distribución y origen actual	7
2.1.3. Composición química.....	7
2.1.4. Propiedades funcionales del Berro.....	8
2.2. Cultivo de Berro.....	9
2.2.1. La Producción de Berro en el Ecuador	9
2.2.2. Cultivo hidropónico	9
2.2.3. Soluciones nutritivas de los cultivos hidropónicos	10
2.2.4. Ventajas de cultivos hidropónicos	10
2.2.5. Sistema Técnica de Película de Nutriente (Nutrient Film Technique NFT).....	11
2.3. Factores pre-cosecha que influyen en la calidad postcosecha de hortalizas.....	11
2.3.1. Factores Agronómicos	12
2.3.2. Factores Ambientales	12

2.3.3. Factores Genéticos	12
2.3.4. Factores Fisiológicos.....	13
2.4. Índices de madurez.....	14
2.4.1. Características utilizadas como índice de madurez.....	15
2.5. Madurez comercial.....	15
2.6. Madurez fisiológica.....	16
2.7. Sobremadurez.....	17
2.8. Postcosecha	17
2.8.1. Manejo Postcosecha	18
2.8.2. Sistemas de Manejo Postcosecha de Hortalizas de Hoja, Tallo y Flor	18
2.8.3. Factores de pérdidas postcosecha	20
2.8.4 Conservación de hortalizas de hoja frescas.....	24
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	26
3.1 Caracterización del área de estudio.....	29
3.2 Materiales, equipos e insumos	30
3.2.1 Materiales:.....	31
3.2.2. Equipos:	30
3.2.3. Reactivos:.....	30
3.3 Métodos.....	30
3.3.1 Establecimiento del estado madurez de cosecha adecuado del Berro.....	30
3.3.2 Análisis las características físico químicas y funcionales del Berro de cultivo hidropónico	34
3.3.3 Evaluación de la vida útil del Berro de cultivo hidropónico durante el almacenamiento.....	30
3.3.3.1 Factores en estudio.....	35
3.3.3.2 Tratamientos.....	36

3.3.3.3 Tipo de Diseño Experimental	36
3.3.3.4 Características del experimento	37
3.3.3.5 Características de la unidad experimental.....	37
3.3.3.6 Esquema del Análisis estadístico	37
3.3.3.7 Manejo específico del experimento	38
3.3.3.8 Variables para la determinación de vida en anaquel	46
3.3.4 Descripción de métodos analíticos.....	47
3.3.5 Análisis estadístico.....	52
4. RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	44
4.1 Establecimiento del índice de madurez de cosecha.....	44
4.2 Análisis de las características físico químicas y funcionales del Berro de cultivo hidropónico	60
4.3 Pérdida de ácido ascórbico en la conservación mediante refrigeración en tres estados de madurez de berro hidropónico	61
4.3.1. Análisis Estadístico	61
4.3.2 Análisis de las Variables Estudiadas.....	62
4.3.2.1 Variable ácido ascórbico a los 3 días de almacenamiento.....	51
4.3.2.2 Variable ácido ascórbico a los 6 días de almacenamiento.....	54
4.3.2.3 Variable ácido ascórbico a los 9 días de almacenamiento.....	57
4.4 Composición física, química y nutricional del mejor tratamiento de berro de cultivo hidropónico empacado en fresco.....	72
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	63
5.1 CONCLUSIONES:.....	77
5.2 RECOMENDACIONES	78
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	79

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación de las hortalizas según sus partes comestibles	6
Tabla 2. Clasificación taxonómica del Berro	7
Tabla 3. Composición Química 0.10 kg de porción comestible de Berro fresco crudo	8
Tabla 4. Madurez de cosecha de hortalizas.....	16
Tabla 5. Condiciones de almacenamiento de algunas hortalizas.	19
Tabla 6. Ubicación del experimento fase experimental análisis físico químicos ..	29
Tabla 7. Variables y métodos evaluados para definir el estado de madurez.....	33
Tabla 8. Análisis físicos, químicos y nutricionales de Berro de cultivo hidropónico en tres estados de madurez	34
Tabla 9. Combinación factorial de tratamientos	36
Tabla 10. Esquema del ADEVA (Análisis de Varianza)	37
Tabla 11. Condiciones de cosechas en proceso postcosecha de berro hidropónico	40
Tabla 12. Variable y método evaluado para definir la vida en anaquel del Berro.	46
Tabla 13. Características físicas de berro hidropónico en tres estados de madurez	54
Tabla 14. Análisis composicional del berro (propiedades funcionales)	55
Tabla 15. Análisis fisicoquímicos y nutricionales de la materia prima (berro hidropónico)	61
Tabla 16. Análisis de Variación de las variables evaluadas en el experimento.....	62
Tabla 17. Análisis de varianza del comportamiento del ácido ascórbico en refrigeración a los tres días de almacenamiento.	63

Tabla 18. Prueba de Tukey contenido de ácido ascórbico en berro fresco de cultivo hidropónico a los tres días de almacenamiento.....	63
Tabla 19. Análisis de varianza del comportamiento del ácido ascórbico en refrigeración a los tres días de almacenamiento.	66
Tabla 20. Prueba de Tukey contenido de ácido ascórbico en berro fresco de cultivo hidropónico a los seis días de almacenamiento.	67
Tabla 21. Análisis de varianza del comportamiento del ácido ascórbico en refrigeración a los tres días de almacenamiento.	70
Tabla 22. Prueba de Tukey contenido de ácido ascórbico en berro fresco de cultivo hidropónico a los nueve días de almacenamiento.	71
Tabla 23. Análisis fisicoquímicos y nutricionales de berro hidropónico empacado como producto fresco.....	73

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Planta de Berro (<i>Nasturtium officinale</i>).....	5
Figura 2. Escala de color para Berros en relación a su tiempo de vida útil comercial	21
Figura 3. El color escala CIE Lab	22
Figura 4. Estructura del ácido ascórbico	23
Figura 5. Esquema general de la degradación del ácido ascórbico.....	24
Figura 6. Desarrollo de berro en ensayo de producción en sistema hidropónico NFT	31
Figura 7. Toma de muestras y cosecha de berro para desarrollo de la investigación	32
Figura 8. Cosecha de berro hidropónico	40
Figura 9. Pre-enfriamiento posterior a la cosecha de berro de cultivo hidropónico	41

Figura 10. Selección de berro de cultivo hidropónico	42
Figura 11. Se lavó y desinfectó manualmente con agua clorada al 100ppm.	43
Figura 12. Ecurrido de exceso de agua de berro de cultivo hidropónico.	44
Figura 13. Empacado de berro de cultivo hidropónico.....	45
Figura 14. Almacenamiento de producto final berro de cultivo hidropónico empacado como producto fresco.....	46
Figura 15. Representación del color espacio CIELAB	47
Figura 16. Representación gráfica de los parámetros ° Hue, Croma y Luminosidad de berro hidropónico a los 35, 42 y 49 días de desarrollo.....	56
Figura 17. Contenido de Humedad en tres estados de madurez de berro hidropónico	57
Figura 18. Contenido de Ácido Ascórbico en tres estados de desarrollo del berro hidropónico	58
Figura 19. Contenido de Calcio (Ca) en tres estados de desarrollo de berro hidropónico	59
Figura 20. Contenido de Hierro (Fe) en tres estados de desarrollo de berro hidropónico	60
Figura 21. DMS de factores en estudio	65
Figura 22. DMS de factores en estudio	68
Figura 23. DMS de factores en estudio	72
Figura 24. Representación gráfica de los parámetros del color del mejor tratamiento (T1), en relación al estado de madurez comercial.....	74
Figura 25. Variación de ácido ascórbico en diferentes condiciones.	75

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Proceso de desarrollo y estados de madurez de hortalizas	87
---	----

Anexo 3. Norma Técnica Ecuatoriana INEN 104:1996 Hortalizas frescas definiciones y clasificación	888
Anexo 4. Reglamento Técnico Ecuatoriana RTE INEN 100 Materiales y artículos plásticos destinados a estar en contacto con los alimentos.	98

RESUMEN

El berro *Nasturtium officinale* es una hortaliza de hoja y tallos tiernos, altamente perecible, generalmente crece de forma silvestre en ríos y acequias, que en su mayoría presentan riesgo de contaminación y alteración alimentaria. El berro contiene cualidades nutricionales y funcionales, destacando su contenido de ácido ascórbico (vitamina C), el cual es altamente sensible a la degradación por hidrólisis, durante el almacenamiento, así como por acción del oxígeno y la luz, y minerales como Ca y Fe. Se evaluó el estado de madurez adecuado para la cosecha, se analizaron sus características fisicoquímicas y funcionales y definió su tiempo de vida útil. La Empresa Hidroponía San Francisco proporcionó la materia prima berro de cultivo hidropónico para el desarrollo de la investigación. Se analizaron las características fisicoquímicas del color medido con el espectrofotómetro de reflectancia (modelo Specord 250 plus), Calcio (Ca), Hierro (Fe) a través del método de espectrofotometría de absorción atómica; Humedad y Fibra Bruta con métodos validados por la Asociación de Químicos Analíticos Oficiales (AOAC) 925. 10 y 978. 10; ácido ascórbico con el método de titulación 2,6 dichloroindophenol; Proteína bruta con el método Kjeldahl; y cenizas con el método gravimétrico. Se lo realizó en cada momento de cosecha definido por el tamaño, uniformidad en el color y floración. Se evaluaron las propiedades funcionales del berro y su tiempo de vida útil tomando como variable el ácido ascórbico a los tres, seis y nueve días de almacenamiento mediante refrigeración, para lo cual se plantearon tres factores de estudio A: estados de madurez (comercial, fisiológica, y sobremadurez), B: temperatura de almacenamiento (2 °C, 6 °C, 10 °C) y C: tipos de envases (bolsa de polipropileno cast, bolsa de polietileno de baja densidad) con dieciocho tratamientos. Se obtuvo como resultados de la investigación que, el berro presenta mejores características de conservación tanto fisicoquímica como funcional a madurez comercial, a temperatura de 2 ° C durante el almacenamiento y en un envase de polipropileno cast.

PALABRAS CLAVE:

Berro, propiedades funcionales, almacenamiento, estado de madurez, tiempo de vida útil.

SUMMARY

The watercress *Nasturtium officinale* is a vegetable with leaf and tender stems, highly perishable, usually grows wild in rivers, ditches, which mostly present a risk of contamination and food alteration. Watercress contains nutritional and functional qualities, highlighting its ascorbic acid (Vitamin C) content, which is highly sensitive to degradation by hydrolysis, during storage, as well as by the action of oxygen and light, and minerals such as Ca and Fe. The state of maturity suitable for the harvest was evaluated, its useful life was defined for preserving its functional properties. The Hydroponics Company San Francisco provided the watercress raw material of hydroponic cultivation for the development of the research. The physicochemical and nutritional characteristics of the color measured with the reflectance spectrophotometer (Specord 250 plus model), Calcium (Ca), Iron (Fe) were analyzed through the atomic absorption spectrophotometry method, Humidity and Crude Fiber with the validated for the Association of Official Analytical Chemists (AOAC) 925.10 y 978.10, ascorbic acid with the titration method 2.6 dichloroindophenol, crude protein with the Kjeldahl method; and ashes through the gravimetric method, at each moment of harvest defined by size, uniformity in color, presence of yellow leaves and flowering. The functional properties of watercress and its useful life were evaluated, taking ascorbic acid as variable after three, six and nine days of storage by refrigeration, for which three study factors A were proposed: maturity states (maturity), commercial, physiological maturity, and overmaturity, B: storage temperature (2°C, 6°C, 10°C) and C: types of packaging (cast polypropylene bag, low density polyethylene bag) with eighteen treatments. The main result of the investigation was that, watercress has better physical and chemical preservation characteristics at commercial maturity, temperature of 2°C during storage and in a cast polypropylene container.

KEYWORDS

Watercress, functional properties, storage, state of maturity, shelf life.

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 PROBLEMA

El Berro *Nasturtium officinale*, es una hortaliza de hojas y tallos tiernos que contiene un alto valor nutricional, ha sido utilizada tradicionalmente desde hace muchos años como alimento y medicina; ésta planta se deteriora fácilmente en el proceso de postcosecha habiendo pérdidas de hasta un 25% según Prados (2007); por su característica de alta perecibilidad, hace que pierda su calidad organoléptica principalmente del color y apariencia, durante el almacenamiento y comercialización.

El hábitat natural del Berro son las quebradas, ríos, riachuelos, que en la actualidad presentan un gran riesgo de contaminación, razón por la cual el consumo y demanda es mínimo por ser considerado como un producto no inocuo, que ha sido producido y recolectado o cosechado sin ninguna precaución, práctica y manejo, lo que puede ser perjudicial para la salud de los consumidores.

En la provincia de Imbabura se encuentra Berro en los mercados municipales que provienen de comunidades campesinas principalmente de Cotacachi. Este producto es recolectado de su hábitat natural, ya que no existen cultivos extensivos y programados, el Berro es una planta de alto requerimiento hídrico para su desarrollo, la oferta de la disponibilidad de semillas es mínima y se las puede encontrar en países como Estados Unidos, México, Chile, España entre otros (Conasi, 2019); (Agroterra, 2019). En cuanto a la industrialización en el país, es

limitada en cuanto a productos procesados o subproductos alimenticios.

En la actualidad la industria, investigación, producción y consumo de productos frescos ha experimentado un crecimiento debido a la tendencia de los consumidores hacia una alimentación más saludable; el Berro contiene propiedades nutricionales y funcionales para el ser humano como el ácido ascórbico (vitamina C), minerales como calcio (Ca) y hierro (Fe) y otros componentes bioactivos. Sin embargo, una de las limitantes durante los procesos postcosecha principalmente en el almacenamiento es la pérdida de ácido ascórbico, antioxidante natural que se pierde o degrada fácilmente por hidrólisis, por su sensibilidad a parámetros como el oxígeno y temperatura provocando pérdidas en su valor nutricional (Fennema, 2010).

El Berro se caracteriza por tener un tiempo de vida útil limitado, su forma habitual de producción y comercialización es a pequeña escala por lo que no existen estudios acerca de su pre-cosecha, cosecha y postcosecha, lo cual provoca pérdidas de calidad, pérdidas económicas y su deterioro acelerado.

1.2 JUSTIFICACIÓN

El Berro es una planta no estacionaria que se puede comercializar durante todo el año. Sánchez (2006), asegura que posee cualidades nutritivas y funcionales en las cuales se destaca el contenido de ácido ascórbico y minerales como el Hierro y Calcio; además de ácidos, aminoácidos, beta caroteno, fibra, gluconasturina, glucósidos, Vitamina A, Vitamina B, Cobre, Fósforo, Magnesio, Manganeso, Potasio, Sodio, Yodo, Zinc, flavonoides y agua.

El Berro según Yeaguer (2001), es considerado como una planta de protección y reducción de riesgo contra el cáncer de pulmón, debido a que posee en su contenido natural isotiocinato de fenitilo, el cual previene enfermedades cardiovasculares y reduce el riesgo de padecer enfermedades oculares por su contenido de beta carotenos y antioxidantes como la vitamina E y principalmente el ácido ascórbico (vitamina C), que contribuyen a disminuir el riesgo de tener cataratas y prevenir arrugas, entre otras.

El cultivo hidropónico es un método de producción poco difundido en el Ecuador,

por lo que se convierte en un área interesante de investigación. Para el cultivo de Berro específicamente por tratarse de una hortaliza clasificada según Gil (2010), como una hortaliza de hojas y tallos tiernos, es una alternativa para producirla a gran escala, aprovechando las ventajas de la producción hidropónica como el uso de poco espacio, manejo eficiente del agua, reducción del ciclo de cultivo; por lo que se puede obtener un mayor número de cosechas en el año, manteniendo características organolépticas, nutricionales y una carga microbiológica mínima (Bautista, 2004).

Hidroponía San Francisco es un emprendimiento dedicado a la producción hidropónica de hortalizas de hoja, principalmente lechuga de variedad crespa verde y roja, se encuentra ubicado en la Provincia de Pichincha y actualmente se encuentran en proceso de ampliación y diversificación de producción, con sus 5 años de experiencia, aseguran que la producción hidropónica tiene una demanda y aceptabilidad creciente en el mercado, por su mejor manejo y la seguridad e inocuidad de los alimentos que se producen. Actualmente, la mayor parte de consumidores buscan alimentos frescos, que aporten cualidades funcionales al organismo. El Berro por su calidad nutricional, se convierte en un alimento importante para este grupo de consumidores.

El objetivo principal de este trabajo es el de establecer el índice de madurez de cosecha óptimo del Berro de cultivo hidropónico, analizar sus características fisicoquímicas y funcionales, así como el de establecer la temperatura y el tipo de envase apropiado durante almacenamiento, con el fin de conservar sus propiedades funcionales, organolépticas y de calidad de la hortaliza fresca.

1.3 OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Evaluar el estado de madurez, temperatura de almacenamiento y tipo de envase para conservar las propiedades funcionales del Berro *Nasturtium Officinale*.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Establecer el estado de madurez adecuado de cosecha del Berro.

- Analizar las características fisicoquímicas y funcionales del Berro de cultivo hidropónico.
- Evaluar la vida útil del Berro de cultivo hidropónico mediante la aplicación de diversas temperaturas y tipos de empacado durante el almacenamiento.

1.4. HIPOTESIS

Ha: El estado de madurez, la temperatura de almacenamiento y el tipo de envase influyen sobre las propiedades funcionales y la vida útil del Berro.

Ho: El estado de madurez, la temperatura de almacenamiento y el tipo de envase no influyen sobre las propiedades funcionales y la vida útil del Berro.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 EL BERRO

Es una planta perenne de ciclo corto, rastrera, acuática o semi-acuática, no estacionaria y vivaz de la familia de las Crucíferas con hojas de color verde intenso y flores blancas pequeñas, tienen un sabor acre y olor picante, la parte que se utiliza para el consumo son las hojas y tallos, por lo que es considerada una hortaliza de hojas y tallos tiernos al igual que la lechuga, espinaca, acelga entre otras como se muestra en la Tabla 1. (Pamplona, 2006); (Gil, 2010).



Figura 1. Planta de Berro (*Nasturtium officinale*)

Fuente: (Infojardín, 2002)

En su mayoría crece y se desarrolla de forma silvestre en fuentes de agua poco profundas como ríos, acequias, quebradas y vertientes; debido a su alto requerimiento hídrico (agua o humedad); Según la Organización de las Naciones

Unidas para la Agricultura y la Alimentación (2011), el Berro es una planta que no necesita de condiciones ambientales específicas por lo que es una planta que se puede cultivar durante todo el año y puede adaptarse a diferentes condiciones agroclimáticas siempre y cuando exista disponibilidad de agua y humedad, se la puede sembrar mediante siembra directa o por esquejes con una distancia entre plantas e hileras de 20 x 10 cm, su ciclo vegetativo desde la propagación por semillas es de 120 días, en ese periodo puede llegar a medir entre 10 y 50 cm de altura dependiendo de las condiciones ambientales, suelo y fertilización que se aplique en el cultivo.

Tabla 1. Clasificación de las hortalizas según sus partes comestibles

FRUTOS	BULBOS	COLES	HOJAS Y TALLOS TIERNOS	INFLORESCENCIA	PEPÓNIDES	RAÍCES
Berenjena	Cebolla	Berza	Acedera	Alcachofa	Calabacín	Achicoria
Guindilla	Ajo	Brécol (brócoli)	Acelga		Calabaza	Apio
Maíz dulce	Puerro	Brécol americano	Achicoria		Calabaza de cidra	Colinabo
Pimiento dulce	Cebolleta francesa	Col de Bruselas	Berro		Pepino	Colirrabano
Pimiento picante	Chalote	Coliflor	Borraja			Chirivía
		Col de Milán	Cardo			Escrozonera
		Lombarda	Endibia			Nabo
		Repollo	Escarola			Nabo gallego o redondo
			Espinaca			Rabanito
			Grelos			Rábano
			Lechuga			Remolacha de mesa
			Mastuerzo			Salsifi
						Zanahoria

Fuente: (Gil, 2010)

2.1.1 TAXONOMÍA

La clasificación taxonómica del Berro se muestra en la Tabla 2.

Tabla 2. Clasificación taxonómica del Berro

Reino	Plantae
Familia botánica	Cruciferae
Especie	<i>Nasturtium officinalis</i> (L)- Hayeck
Nombre Común	Berro
Usos	Medicinal, comestible
Origen	Europa

Fuente: (Box, 2005).

2.1.2 DISTRIBUCIÓN Y ORIGEN ACTUAL

Es una planta procedente de Europa y Asia Central; muy conocida y que se ha cultivado desde hace muchos años de forma natural; por lo que es considerada una de las hortalizas más antiguas consumidas por el ser humano; ha sido muy apreciada y usada como alimento y medicinalmente por su elevado contenido de fibra, minerales como el Calcio (Ca), Hierro (Fe), vitaminas con poder antioxidante natural y por su uso como depurativo, expectorante, diurético y antiescorbútico (Box, 2005); (Faveri & Larbalétrier, 2008).

Según Ubillos y Montalbán (2009), es una planta que por lo general se la encuentra como planta silvestre en arroyos, quebradas o en alguna fuente de agua poca profunda, en países como España, México, Venezuela y Estados Unidos se ha implementado su cultivo de forma intensiva utilizando técnicas de cultivo como la hidroponía y aeroponía.

2.1.3 COMPOSICIÓN QUÍMICA

La composición química de los productos agrícolas es variable y dependiente de numerosos factores como la variedad, el clima, el origen, su forma de cultivo,

calidad del suelo, fertilización y el estado de maduración (Rivera & Magro, 2008). La composición química del Berro se muestra en la Tabla 3.

Tabla 3. Composición Química 0.10 kg de porción comestible de Berro fresco crudo

Proteína	1.70	g	Sodio	60.00	mg
Lípidos	0.30	g	Calcio	222.00	mg
Agua	93.60	g	Potasio	314.00	mg
Energía	23.00	kcal	Hierro	1.62	mg
H. Carbono	3.30	g	Vitamina A	119.00	mg
Vitamina B2	0.50	mg	Vitamina C	111.30	mg
Cenizas	1.10	g	Niacina	0.60	mg
Yodo	0.40	g	Tiamina	0.118	mg
Fósforo	52.00	mg	Rivoflavina	0.207	mg

Fuente: (Sánchez, 2006)

2.1.4 PROPIEDADES FUNCIONALES DEL BERRO

Las frutas y hortalizas dentro de su composición química contienen vitaminas, minerales, fibra entre otros compuestos biológicamente activos conocidos como fitoquímicos, los cuales desarrollan funciones de protección en el organismo humano cuando son incluidos en las dietas alimentarias, muchos de ellos funcionan como antioxidantes previniendo el daño oxidativo de las células y material genético (Gómez, Palma, Coral, Riobó, & Robledo, 2016).

El Berro en su taxonomía es una planta crucífera a la cual se le atribuye según Gómez, Palma, Coral, Riobó, & Robledo (2016), componentes con propiedades antitumorales por tener en su composición glucosinalatos los cuales están principalmente relacionados con la disminución del riesgo de padecer cáncer; además del alto contenido de ácido ascórbico antioxidante natural que los humanos

son incapaces de sintetizarlo por lo que requieren obtenerlo de la dieta y es requerido como un cofactor para la actividad enzimática (Londoño, 2012).

Según Sánchez (2006), el Berro contiene 111,3 mg/100gr de Berro fresco de ácido ascórbico; según Gil (2010), la espinaca tiene 28,1 mg/100gr de ácido ascórbico; según Baraona & Sancho (2007), la naranja 67 mg/188g de peso bruto de la fruta de ácido ascórbico, con relación con la composición del Berro Tabla 3, esta hortaliza posee 14,56% más cantidad de ácido ascórbico que los dos productos juntos.

2.2 CULTIVO DE BERRO

2.2.1 LA PRODUCCIÓN DE BERRO EN EL ECUADOR

Según El Comercio (2014), el Berro es considerado un producto andino y tradicional, cuyo cultivo y consumo en el Ecuador es muy antiguo principalmente en Comunidades de Cotacachi de la Provincia de Imbabura y Chimborazo, las cuales lo utilizaban además de alimento como una planta medicinal en mujeres cuando se encontraban en su ciclo menstrual por su alto contenido de hierro, además para controlar problemas estomacales y respiratorios.

2.2.2 CULTIVO HIDROPÓNICO

El término hidroponía deriva de las palabras griegas *Hydor* (agua) y *Ponos* (trabajo) “agua trabajando”, haciendo referencia al uso de soluciones nutritivas y de sales minerales disueltas en el agua, que se utilizan como fuente de nutrición de la planta a través de la absorción directa por medio de la raíz, dichas soluciones nutritivas se formulan o son dependientes de acuerdo a los requerimientos nutricionales de la planta a cultivar.

Son cultivos en los cuales su medio de desarrollo se lo realiza sin el uso del suelo, éste es reemplazado por uno o por la mezcla de sustratos inertes, los nutrientes necesarios que la planta necesita para vivir y producir son entregados a través del riego; existe otro tipo de cultivos hidropónicos de raíz flotante denominados a aquellos que se cultivan sin la necesidad de un sustrato sino directamente en el agua con nutriente. Los cultivos hidropónicos son considerados cultivos sanos pues se

riegan con agua potable y se siembran en sustratos limpios y libres de contaminación (César Marulanda & Juan Izquierdo, 2003).

En un sistema hidropónico se puede cultivar todo tipo de plantas como frutas, hortalizas, flores, pasto para forraje, plantas ornamentales, condimentos, plantas medicinales y hasta cactus, para lo cual es importante conocer sus requerimientos nutricionales para su adición mediante la solución nutritiva (Bautista, 2004).

2.2.3 SOLUCIONES NUTRITIVAS DE LOS CULTIVOS HIDROPÓNICOS

En un cultivo hidropónico el alimento o nutrientes para la planta son suministrados mediante una solución nutritiva que es asimilada por la raíz de la planta. La forma más simple de obtención de la solución nutritiva es disolviendo fertilizantes en el agua de riego o recirculación, los cuales se disocian quedando los elementos en forma iónica. La composición de la solución nutritiva es muy importante para lograr el éxito del cultivo debido a que no existe una formulación única. Las concentraciones adecuadas de los elementos nutricionales dependen de varios factores como la especie y variedad cultivada, estado de desarrollo, época del año, clima, calidad del agua y temperaturas, entre otras. (Vásquez, 2008).

2.2.4 VENTAJAS DE CULTIVOS HIDROPÓNICOS

Según Bautista (2004), existen muchas ventajas de los cultivos hidropónicos con relación a los cultivos tradicionales, entre las cuales menciona la mayor eficiencia en el uso del agua, son apropiados para ocupar los espacios pequeños, techos, paredes, terrazas, se obtiene mayor cantidad de plantas por superficie, es una técnica fácil de aprender y de bajo costo, no se requiere esfuerzo físico, no se depende de los fenómenos meteorológicos, no se usa maquinaria agrícola, mayor limpieza e higiene en el manejo del cultivo, desde la siembra hasta la cosecha, permite producir cosechas fuera de estación, rápida recuperación de la inversión, mayor precocidad de los cultivos., posibilidad de automatización casi completa y permite ofrecer mejores precios en el mercado.

2.2.5 SISTEMA TÉCNICA DE PELÍCULA DE NUTRIENTE (NUTRIENT FILM TECHNIQUE NFT)

Es un sistema de cultivo hidropónico de tipo cerrado, traducido al español significa “la técnica de la película de nutriente”, es una de las técnicas más utilizadas en hidroponía, la cual se basa en la recirculación continua de una fina lámina de 3 a 5 milímetros de agua con solución nutritiva a través de la raíz de la planta, favoreciendo la oxigenación de las raíces y el suministro adecuado de nutrientes minerales para las plantas; como el agua se encuentra fácilmente disponible para el cultivo, la planta realiza un mínimo gasto de energía para la absorción, pudiendo aprovechar esta en otros procesos metabólicos; este sistema de cultivo en su mayoría es utilizado para hortalizas de hoja por los resultados obtenidos en su rendimiento y características de producción (Vargas, 2010).

Entre las ventajas mencionadas según Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá INCAP ;Centro Regional de la Organización Panamericana de la Salud OMS; Centro de Aprendizaje e Intercambio del Saber en Seguridad Alimentaria y Nutricional del INCAP CAIS (2006), del uso del sistema NFT mencionan que permite tener un control más preciso de la nutrición de la planta, simplifica los sistemas de riego, favorece el establecimiento de una alta densidad de población, maximiza el contacto directo de la solución nutritiva con la raíz de la planta lo que provoca el aceleramiento en el crecimiento de misma, del agua y oxígeno y si se maneja de forma correcta se puede lograr obtener hortalizas de consumo en fresco y de alta calidad.

2.3 FACTORES PRE-COSECHA QUE INFLUYEN EN LA CALIDAD POSTCOSECHA DE HORTALIZAS

La vida postcosecha de los productos agrícolas está estrechamente influenciada por factores precosecha que interactúan en formas complejas, las cuales dependen del tipo y características de producto que se vaya a cultivar, de ahí parte la importancia de conocer la relación existente de los factores agronómicos, ambientales, genéticos y fisiológicos, con la composición química, edad fisiológica y calidad deseada en el producto (Karder, 2011); (Agustí, 2010).

2.3.1 FACTORES AGRONÓMICOS

Las prácticas agronómicas influyen y condicionan la calidad de hortalizas en el momento de la recolección y durante la conservación postcosecha, por lo que se debe desarrollar un proceso de registro de todas las actividades o labores agrícolas que se desarrollen en el cultivo desde la preparación del suelo hasta la cosecha. La cantidad, calidad y frecuencia de riego, es uno de los factores más importantes a tomar en cuenta durante la producción de hortalizas debido a que disponibilidad de agua y la humedad relativa ambiental están condicionadas por los gradientes de potencial hídrico entre el tejido vegetal y el aire, ocasionando que cuando la planta pierda agua se produzca un flujo de la misma hacia las hojas, disminuyendo el aporte hídrico y de nutrientes al fruto, cuando la pérdida de humedad es elevada, del orden del 5%, la turgencia celular puede verse afectada y en consecuencia la textura puede disminuir sensiblemente, sobre todo en los vegetales de hoja como espinaca y lechuga; la rotación de cultivos suele ser una práctica efectiva para mejorar la nutrición de los suelos, minimizar las pérdidas postcosecha, al reducir el inóculo de pudriciones de hongos, bacterias y nemátodos (Rojas, 2009).

2.3.2 FACTORES AMBIENTALES

La temperatura es un factor ambiental considerado de gran importancia ya que tiene influencia con el crecimiento y envejecimiento de la planta, con el incremento de plagas en los cultivos y actúa de manera directa sobre las características del color, composición y contenido de sólidos solubles. La intensidad, duración y calidad de la luz, tienen una fuerte influencia sobre la calidad nutricional de las frutas y hortalizas y en su crecimiento por ser una fuente de energía para llevar a cabo el proceso fotosintético; en las hortalizas de hoja mientras haya menor intensidad luminosa sus hojas son más grandes y delgadas (Chávez, 2016).

2.3.3 FACTORES GENÉTICOS

Los factores genéticos tienen gran influencia en la calidad sensorial, rendimiento, composición nutricional y vida postcosecha de las frutas y hortalizas, motivo por el cual se han implementado programas de mejora genética de frutas y hortalizas a

nivel mundial, sobre todo, los orientados a reducir la incidencia y severidad del deterioro causado por plagas y condiciones ambientales adversas.

El comportamiento durante el periodo precosecha de las frutas y hortalizas en un medio extremo es dependiente del genoma de la planta. La variabilidad genética de una variedad, dentro de una misma especie, es relativamente amplia, por lo que la selección de la más apropiada es de vital importancia para la calidad del producto final; además, es importante considerar que inicialmente el genoma va a determinar cuantitativa y cualitativamente no sólo los parámetros responsables de la calidad organoléptica y nutricional, sino también otros que repercuten sobre la aptitud de la fruta u hortaliza a evolucionar tras la recolección y su capacidad de conservación (Rojas, 2009).

2.3.4 FACTORES FISIOLÓGICOS

La primera operación que influye y repercute en la vida postcosecha de un producto vegetal es el momento de la cosecha, pues las hortalizas son sistemas orgánicos que siguen viviendo después de ser recolectadas por lo tanto siguen respirando, transpirando, realizando sus actividades metabólicas y desarrollando cambios bioquímicos de deterioro dependientes de cada producto y de las condiciones ambientales a las que son sometidas, para la mayoría de los productos frescos, la cosecha se la realiza manualmente y sin la realización de análisis de caracterización del proceso de maduración, por lo que la decisión de que si el producto ha alcanzado la madurez correcta para la cosecha recae en la persona que realiza la actividad.

La madurez de los productos perecederos al momento de la cosecha es de suma importancia debido a que repercute en su composición química, tiempo o periodo de vida en almacenamiento y conservación de los atributos de calidad organoléptica y nutricional; por lo que la aplicación y desarrollo de procesos postcosecha adecuados que permitirán obtener resultados óptimos son de vital importancia para retardar los procesos fisiológicos que sufren los vegetales en toda cadena de producción, transporte y comercialización (Karder, 2011); (Instituto Interamericano para la Agricultura, 1987).

2.4 ÍNDICES DE MADUREZ

La Norma Técnica Ecuatoriana INEN 104:1996 para hortalizas frescas define al índice de madurez como un factor indicativo de maduración, que puede ser medido con criterios subjetivos como el color, número de días de plena floración a la cosecha y otros; y criterios objetivos con la medición dimensional, pH, almidón, azúcar entre otros, que utilicen métodos cuantitativos de su composición físico química.

Las hortalizas de hoja como lechuga, escarola, espinaca, acelga, rúcula, berro y otros vegetales de hoja verde se caracterizan generalmente por ser productos muy perecederos, con altas tasas de respiración y de pérdida de agua, por lo que necesitan de un tratamiento adecuado para evitar el aceleramiento de procesos fisiológicos, de ahí parte la importancia de definir índices de madurez como una medida o medidas que pueden utilizarse para determinar si un producto en particular posee la madurez requerida para su comercialización.

Según Karder, (2011), para desarrollar un índice de madurez se debe determinar los cambios del producto durante su desarrollo como los días desde la plantación (indicador cronológico), días desde la floración, unidades de calor acumuladas, además de buscar una característica o parámetro como el tamaño, color, solidez, etc., cuyos cambios estén relacionados con los estados de desarrollo o madurez de los productos agrícolas.

Según Camelo (2003), en las hortalizas de hoja dentro de los parámetros que definen la frescura y madurez está el color tanto en intensidad como en uniformidad, la madurez la cual se debe definir realizando pruebas de almacenamiento y evaluaciones sensoriales con el objetivo de determinar el valor o el nivel del índice de madurez que debe estar relacionado con los cambios cuantitativos del índice de madurez, la calidad y vida en almacenamiento del producto para poder asignar o definir la madurez mínima aceptable, para evaluar y establecer un índice de madurez se debe realizar ensayos durante varios años y en varias regiones productoras para garantizar que refleje de manera consistente la calidad del producto cosechado.

2.4.1 CARACTERÍSTICAS UTILIZADAS COMO ÍNDICE DE MADUREZ

Para ciertos cultivos como hortalizas de rotación rápida o de ciclo corto, la madurez puede definirse cronológicamente, por ejemplo, días transcurridos de la plantación o la floración a la cosecha. Los índices cronológicos rara vez son perfectos; sin embargo permiten tener un cierto grado de planeación y son utilizados ampliamente; para algunos cultivos el método cronológico debe contener información más relevante con la medición de diferentes factores durante el proceso de producción como la temperatura, humedad relativa, evapotranspiración, heliofanía, entre otros que permita realizar el cálculo de unidades de calor acumuladas durante el período de crecimiento, lo cual modula el índice cronológico de acuerdo al patrón del clima durante la estación (Karder, 2011).

Cuando el producto a recolectar no es un fruto maduro, sino un fruto inmaduro u otra parte de la planta (raíces, hojas, etc.), se usa el término de índice de cosecha, del mismo modo en que se usa el término madurez de cosecha para las hortalizas de hoja (Roldán, 2001).

2.5 MADUREZ COMERCIAL

Según Martínez y Rebecca Lee (2003), es el estado de desarrollo en que una planta o parte de la planta (hojas, tallos, flor) reúne los requisitos para que sea utilizada por el consumidor con un propósito en particular. Para algunos productos la madurez hortícola se alcanza en más de un estado de desarrollo dependiendo el uso al que se destinara dicho producto.

El Berro es clasificado según Gil (2010), como una hortaliza de hojas y tallos tiernos, por lo que su estado de madurez comercial es alcanzado antes de su madurez fisiológica, las transiciones de los estados de madurez son definidos por las características físicas y fisicoquímicas que la planta presenta en su ciclo de desarrollo.

En la Tabla 4. se mencionan los principales índices de madurez para las hortalizas de acuerdo a su parte comestible.

Tabla 4. Madurez de cosecha de hortalizas

INDICE DE COSECHA	PRODUCTOS EN LOS QUE SE MIDE
Tamaño	Raíces y tubérculos
Estado de la parte aérea	
Tamaño	
Aparición de las semillas	Frutos en fase inmadura
Cambios de color	
Terneza de la vaina	Legumbres
Tamaño del grano	
Compacidad	Inflorescencias
Turgencia	
Tamaño	
Compacidad	Tallos y Hojas
Número de hojas	
Tamaño del botón floral	Flor cortada
Cambio de color	

Fuente: (Roldán, 2001).

2.6 MADUREZ FISIOLÓGICA

Es el estado en el cual la hortaliza ha completado su crecimiento o desarrollo natural y máxima maduración en la planta madre; sin embargo, aún sigue desarrollando características que garantizan el alcance de la calidad comercial y organoléptica del producto final, para que este sea aceptable para el consumidor. La madurez fisiológica en algunos frutos puede desarrollarse antes que la madurez comercial o madurez de consumo (frutos de consumo inmaduro); los parámetros a tomar en cuenta para definir la madurez fisiológica pueden ser variables y diversos de

acuerdo a la especie y variedad; entre los más utilizados se encuentra, el tamaño, la forma, el color, la firmeza, la cantidad de sólidos solubles, la acidez titulable y su relación entre los dos y la degradación del almidón (Camelo, 2003)., en el caso del berro la madurez fisiológica se alcanza después de la madurez comercial.

Según Martínez y Rebecca Lee (2003), la madurez fisiológica es seguida por la del envejecimiento o senescencia, donde inicia la degradación de los tejidos y de la calidad sensorial y nutritiva de los alimentos, en algunos productos hortícolas no siempre es posible distinguir las tres fases de desarrollo de una planta: crecimiento, madurez y envejecimiento, porque la transición entre ellas es muy lenta o poco diferenciada.

2.7 SOBREMADUREZ

Es el estado de la planta posterior a la madurez comercial y se define cuando el fruto o hortaliza pierde preferencia comercial o de consumo, fundamentalmente porque tiene cambios en la calidad organoléptica cambio de color, textura, olor y pérdida de valor nutritivo, indicadores del inicio de la senescencia del producto. Las frutas principalmente las que tienen como fin el valor agregado requieren que se desarrollen estas características organolépticas, de acuerdo a criterios establecidos por la industria. (Camelo, 2003).

2.8 POSTCOSECHA

Es el periodo o lapso de tiempo que transcurre desde el momento mismo en que el producto es retirado o cosechado de su fuente natural y acondicionado en la finca hasta el momento en que es consumido bajo su forma natural o sometido a procesamiento o transformación industrial; es un periodo muy variable para los productos agrícolas debido a que pueden sufrir cambios irreversibles a consecuencia de factores intrínsecos y extrínsecos de cada producto como la especie, variedad, edad, contenido de agua, nivel de sanidad, grado de madurez, etc.

Los factores extrínsecos como la temperatura tiene una estrecha relación con el tiempo de vida útil, a mayor temperatura menor tiempo de vida útil; la humedad relativa factor que favorece el desarrollo de microorganismos, motivo por el cual es recomendable la desinfección tanto del fruto como del método de

almacenamiento; los daños mecánicos lo que provoca la baja calidad del producto; el empaque que debe proporcionar una debida ventilación para que los productos puedan, respirar, haya intercambio de gases y se favorezca el enfriamiento y el transporte que debe ser adecuado para cada uno de los productos, manejo de frío, conocer condición de vías, y distancias entre sitio de producción y sitio de venta.

Los factores intrínsecos como la edad, mientras más joven se coseche el producto puede durar más; la especie y variedad, cada producto ofrece sus características de ritmo de maduración, sobre la base de las condiciones genéticas, las hortalizas tienen menor periodo postcosecha que frutas y granos; el tamaño del producto: en cuanto más pequeño sea el producto (fruta y hortaliza), menor es su período postcosecha y la Integridad del producto cuanto más sano, integro e intacto, mayor durabilidad del mismo (Díaz, 2003).

2.8.1 MANEJO POSTCOSECHA

Es el conjunto de operaciones o procedimientos tecnológicos que se realizan no solo con el objetivo de a transportar el producto cosechado hasta el consumidor final sino, lo que es más importante proteger su integridad y preservar su calidad de acuerdo con su propio comportamiento y características químicas y biológicas. Este proceso ocurre durante todo su período de postcosecha desde su inicio con las operaciones de cosecha, acopio local o en finca, lavado y limpieza, selección, clasificación empaque, embarque, transporte y almacenamiento (Díaz, 2003).

Las pérdidas postcosecha de los productos hortícolas frescos suelen superar el 25% de la producción total y son debidas al inadecuado control del deterioro físico, fisiológico y microbiológico durante su almacenamiento y comercialización (Prados, 2007).

2.8.2 SISTEMAS DE MANEJO POSTCOSECHA DE HORTALIZAS DE HOJA, TALLO Y FLOR

En general este tipo de hortalizas son altamente perecederas y tienen una tasa de respiración y transpiración elevadas, lo que repercute en el aspecto visual (frescura y color verde característico) pudiendo asociar esta característica con el valor nutritivo de las hortalizas de hoja; los cambios rápidos en las concentraciones de

clorofila están estrechamente asociados con los síntomas visuales de amarillamiento de las flores individuales, la vida útil se limita a 2 días a 20 °C, 10 días 10 °C y más de 30 días 0 °C , en las concentraciones de vitamina C (ácido ascórbico) y carotenoides (de los cuales aproximadamente el 80% es pro-vitamina A o betacarotenos), siguen los cambios de la concentración de la clorofila; por lo tanto un aspecto verde y fresco también es un indicador de su valor nutritivo.

La calidad postcosecha y vida útil de las hortalizas de hoja pueden verse afectadas notablemente por las prácticas de cultivo y la selección de la variedad. La aplicación de altas concentraciones de fertilizantes nitrogenados reduce la vida postcosecha y puede afectar la composición del producto; los productos no son homogéneos en la respiración, madurez y envejecimiento y todo esto repercute en el tiempo que se tiene para su manejo, así que es muy importante conocer y manejar las variables que permitan aumentarlo y optimizarlo, para lograr un producto de calidad (Karder, 2011). En la Tabla 5. se muestran las condiciones y tiempo de almacenamiento para algunas hortalizas.

Tabla 5. Condiciones de almacenamiento de algunas hortalizas.

ESPECIE	TEMPERATURA (°C)	HUMEDAD RELATIVA (%)	TIEMPO DE ALMACENAMIENTO (días)
Acelga	0	95 – 100	10 – 14
Ajo	0	65 – 70	180 – 210
Albahaca	7 – 10	85 – 95	7
Apio	0	98 – 100	30 – 90
Berro	0	95 – 100	14 – 21
Brócoli	0	95 – 100	14 – 21
Cebolla de bulbo	0	65 – 70	30 – 240

Fuente: (Camelo, 2003).

2.8.3 FACTORES DE PÉRDIDAS POSTCOSECHA

Las hortalizas principalmente las de hoja son alimentos que se caracterizan por tener un deterioro acelerado, a causa de diferentes factores fisiológicos, físicos y biológicos que provocan pérdidas en la postcosecha y en el tiempo de vida útil, por lo que se debe realizar análisis en cada uno de los procesos y operaciones a realizar de acuerdo a las características de cada producto para alargar su vida comercial, conservando sus características de calidad (Karder, 2011).

2.8.3.1 Principales causas de baja calidad y pérdida postcosecha de hortalizas de hoja

Pérdida de agua: Ocasionalmente que se pierda peso durante la recolección de los productos hortícolas frescos por evaporación, esto depende de la temperatura y la humedad de la atmósfera circundante, lo que puede provocar la acumulación de calor en el producto. La pérdida de agua en las hortalizas genera una disminución de calidad en forma de marchitez, decoloración y pérdida de firmeza en los productos; en las hortalizas de hoja se suele recubrir con una lámina plástica (operación de plastificado) para limitar la pérdida de agua en la postcosecha (Pelayo & Castillo, 2003); (Prados, 2007).

El factor más significativo de la pérdida de agua es la relación superficie/volumen, cuanto mayor es la superficie con respecto al volumen más rápida es la pérdida de agua (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, 1993).

Pérdida de color verde (amarillento): el color constituye una de las cualidades sensoriales más apreciables a simple vista y en consecuencia es una propiedad física esencial en la calidad de las hortalizas. Las hortalizas de hoja se caracterizan principalmente por su color verde a causa de las clorofilas; las hojas de los Berros en el periodo postcosecha se marchitan y toman un color amarillento, de ahí parte la importancia de realizar las debidas operaciones postcosecha para preservar su calidad (Gil, 2010); (Hardenburg, Watada, & Wang, 1988).

En la Figura 2, se puede apreciar las características o escalas del color adaptadas para el berro, en relación al tiempo de vida útil comercial realizado en el estudio de

“EFECTOS DE DIFERENTES SANITIZANTES EN LA CALIDAD MICROBIOLÓGICA DE BERROS (*Nasturtium officinale* R. Br.) ENVASADOS EN ATMÓSFERA MODIFICADA” (Villena, 2010).



Figura 2. Escala de color para Berros en relación a su tiempo de vida útil comercial.

Fuente: (Villena, 2010).

La definición del color según Martínez (2003), que ha sido dada por el Comité de Colorimetría de la *Optical Society of America* y que ha sido aceptada internacionalmente es: *El color se compone de aquellas características de la luz distintas de la de espacio y tiempo; siendo la luz aquel aspecto de la energía radiante que el hombre percibe a través de las sensaciones visuales que se producen por el estímulo de la retina.*

Los atributos del color se pueden cuantificar fácilmente con instrumentos de medición como colorímetros y espectrofotómetros; estos equipos determinan el color de un objeto dentro del espacio de color y muestran los valores de acuerdo al sistema CIELAB 1976, que representa las características cromáticas que son: Luminosidad ($L^* = 0$ oscuro y $L^* = 100$ iluminado), componente de color rojo ($+a^*$) y verde ($-a$), componente de color amarillo ($+b^*$), azul ($-b$), las magnitudes derivadas que son croma (C^*) indica la saturación o intensidad del color y ángulo de tono Hue (h^*) que es el estado puro del color y varía de 0° a 360° (Valero, 2013). En la Figura 3, se muestra de forma gráfica el espacio o escala del color CIE Lab.

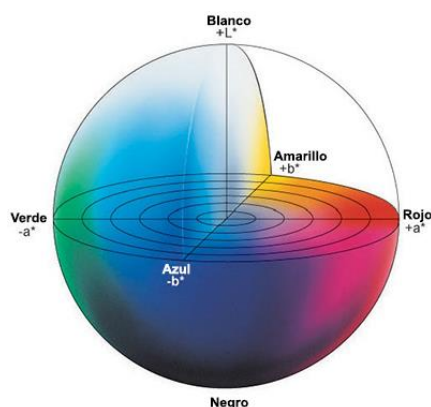


Figura 3. El color escala CIE Lab

Fuente: (Konica Minolta, 2017).

Daño mecánico: el elevado contenido de humedad y la consistencia blanda de la frutas, las hortalizas y las raíces las hacen vulnerables a las lesiones mecánicas que pueden producirse en cualquier etapa desde el cultivo hasta la venta al por menor las causas son las siguientes: prácticas de recolección poco cuidadosas, abundante producto en las cajas de recolección o comercialización, cajas de en mal estado o inadecuada, manipulación poco cuidadosa (aplastamiento de las hortalizas de hojas comestibles y otros productos blandos) (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, 1993).

Tasa de respiración relativamente alta, los procesos respiratorios contribuyen a la pérdida de peso, pero en menor medida, y son muy dependientes de la temperatura creciendo con ella, este proceso implica la combinación del contenido de Oxígeno del aire con las moléculas orgánicas del tejido vegetal (usualmente un azúcar), degradándolas para formar diversos compuestos intermedios y eventualmente CO₂ y agua. La energía producida durante la respiración es empleada en otros procesos metabólicos.

La mayor parte de la tecnología postcosecha está dirigida a reducir la respiración y otras reacciones metabólicas para mantener la calidad del producto manipulando el medio externo; es decir la vida útil en almacenamiento de los productos varían inversamente con su ritmo de respiración de modo que los productos de menor ritmo de respiración tienen una vida útil mayor y viceversa; los factores más importantes que influyen la postcosecha son: Temperatura, humedad y composición

de la atmósfera y el estrés físico (producido por una rotura o herida del tejido) y la podredumbre (Pelayo & Castillo, 2003); (Prados, 2007).

Pérdida de Ácido Ascórbico: El Ácido Ascórbico también conocido como vitamina C ($C_6H_8O_6$), es una vitamina hidrosoluble, esencial que posee propiedades ácidas y fuertemente reductoras, es sintetizada químicamente a partir de la glucosa mediante una serie de reacciones catalizadas por enzimas (Serra & Cafaro, 2007).

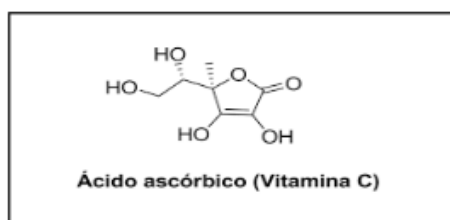


Figura 4. Estructura del ácido ascórbico

Fuente: (Fennema, 2010).

La vitamina C, es una de las vitaminas más inestables debido a su estructura química Figura 4, es muy sensible a la degradación, por lo que se encuentra de forma muy residual en los alimentos. Los factores que influyen en la degradación son el pH, concentración de oxígeno, iones metálicos, temperatura, enzimas, operaciones de procesamiento (Serra & Cafaro, 2007). Una de las formas de pérdida de ácido ascórbico es por lixiviación en el proceso de corte o de daños físicos en la superficie de la fruta y hortalizas frescas; se destruye con el secado y almacenamiento prolongado de los alimentos que la contienen (Rodríguez, 2008).

La degradación química ocurre a causa de la oxidación a DHAA, seguida de la hidrólisis del mismo ácido 2,3-dicetogulónico y su posterior oxidación, deshidratación y polimerización para formar productos nutritivamente inactivos, en la Figura 5 se muestra el esquema general esta reacción (Fennema, 2010).

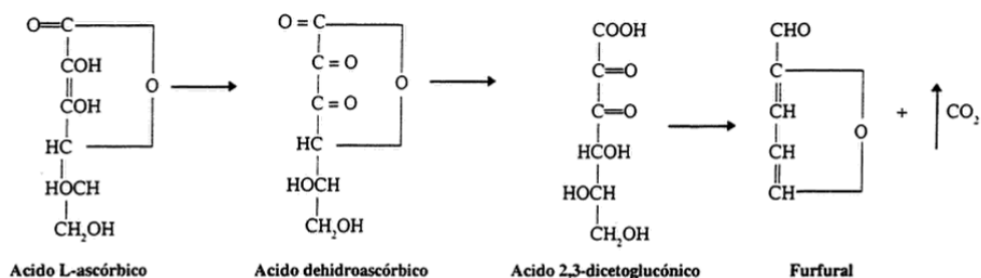


Figura 5. Esquema general de la degradación del ácido ascórbico

Fuente: (Barreiro & Sandoval, 2006).

2.8.4 CONSERVACIÓN DE HORTALIZAS DE HOJA FRESCAS

2.8.4.1 Operaciones postcosecha para hortalizas de hoja

Es la labor que se realiza después de la cosecha para acondicionar los alimentos, con destino a su consumo o para ser utilizados en otros procesos, las operaciones que comprenden el proceso de postcosecha varían de acuerdo al destino de la producción, sea esta para la venta en el mercado como fruta u hortaliza fresca o ya sea para la entrega a plantas procesadoras.

Cosecha: Según Roldán (2001), esta labor agrícola debe llevarse a cabo de forma rápida, eficaz y segura, se trata de un proceso complejo ya que marca el inicio de las operaciones postcosecha y se lo debe realizar de acuerdo al cultivo, según el tipo de aprovechamiento, aunque las condiciones recomendadas en las que se ha de realizar el trabajo son similares para todos ellos como evitar las temperaturas altas en el momento de la recolección, no recolectar productos en rocío o húmedos, esperar a que se sequen, evitar la exposición al sol del producto recolectado, reducir al máximo el tiempo total que el producto tarda en llegar al almacén, utilizar herramientas limpias, de calidad y en perfecto estado, usar equipos de protección individual, cómodos y ligeros, disponer de envases o contenedores limpios y seguros, aplicar el mayor cuidado posible en la manipulación del producto, dentro de un adecuado ritmo de trabajo.

Además que se debe conocer ciertos parámetros que van asegurar la calidad del producto y las pérdidas postcosecha como la información correspondiente a los índices de cosecha y calidad, el tiempo y la distancia hasta llegar al punto de venta final, el tiempo que se dispone para realizar las operaciones, durante el cual el

producto está en fase óptima de recolección, las condiciones climáticas que se presentarán sobre todo en cultivos al aire libre, la cantidad de mano de obra, las herramientas, materiales y equipos de trabajo, las instalaciones auxiliares, vehículos e insumos que esto suponga, el valor de mercado que puede conseguir y los posibles clientes.

El Berro de agua según Karder (2011), tiene una velocidad de respiración muy alta de (40 – 60) mg CO₂/Kg*h a 5 °C durante la madurez de cosecha, por lo que es de vital importancia para poder prolongarla vida poscosecha del Berro tratar de controlar los procesos fisiológicos de las plantas que se producen en la cosecha al separar de su fuente natural de agua, nutrientes minerales y orgánicos.

Pre – enfriamiento: Según Fonseca (2017), la remoción del calor del campo de los productos hortícolas es una operación crucial para alargar su vida de anaquel, el proceso consiste en llevar la temperatura interna de la fruta u hortaliza de una temperatura ambiental de campo que dependiendo de producto, hora de cosecha y zona de producción podría llegar a ser tan alta como 30°C lo más rápidamente a la temperatura mínima a la cual se puede almacenar el producto, hasta 1°C (en algunas hortalizas de hojas).

El proceso depende del tipo de producto, el Berro es considerado según Hardenburg, Watada, y Wang (1988), como una hortaliza de alta perecibilidad, de ahí parte la importancia de eliminar el calor generado durante el proceso de cosecha y evitar la pérdida de agua característica de las hortalizas de hoja; por estar adaptadas para los procesos de transpiración que puede producir marchitez, degradación, envejecimiento y muerte de los tejidos.

Selección: según Sánchez (2015), la selección consiste en separar la materia prima en categorías según sus características físicas: tamaño, forma, color para lograr eficiencia, control de procesos y obtener productos finales uniformes y adecuados que permitan en frutas y hortalizas un adecuado acomodo y control dentro de los envases, productos homogéneos, atractivos y de porciones uniformes.

El objetivo de esta operación es obtener un producto final que cumpla con un estándar de calidad uniforme y lo más homogéneo posible al momento de su

comercialización. Consiste en seleccionar y clasificar los productos haciendo relaciones con diversos factores como el tamaño, forma, color, firmeza, magulladuras, superficies cortadas, alteración y solidez, vegetales de menor tamaño. Los productos sobre maduros o defectuosos deben separarse de los que presenten características aceptables, para evitar que los productos alterados no puedan perjudicar la calidad del resto.

Lavado y Desinfección: es una operación que generalmente constituye el punto de partida de cualquier proceso de producción para frutas y hortalizas. Normalmente es una operación que a pequeña escala se realiza en estanques con agua recirculante o simplemente con agua detenida que se reemplaza continuamente.

El objetivo de la operación es de eliminar la suciedad que el material trae consigo antes que entre a la línea de proceso, evitando así complicaciones derivadas de la contaminación que la materia prima puede contener. Este lavado debe realizarse con agua limpia, lo más pura posible y de ser necesario potabilizada mediante la adición de hipoclorito de sodio, a razón de 10 ml de solución al 10% por cada 100 litros de agua, es aconsejable ayudarse con implementos que permitan una limpieza adecuada del material, de manera de evitar que la suciedad pase a las etapas siguientes del proceso.

Según Camelo (2003), el hipoclorito de sodio comúnmente usado como blanqueador y desinfectante general de uso doméstico, puede utilizarse en la postcosecha de frutas y hortalizas para lo cual es importante tomar en cuenta el pH de la solución que debe mantenerse entre 6.5 y 7.5; temperatura y tiempo, en concentraciones de 0.2 a 5 ppm de cloro activo controlan la mayor parte de las bacterias y hongos presentes en el agua, pero en las operaciones de lavado e hidrofriado de productos vegetales se utilizan concentraciones mucho mayores (100ppm - 200 ppm).

Ecurrido: Sánchez (2015), menciona que escurrir el exceso de agua en hortalizas que van a ser empacadas como producto fresco, es de vital importancia para evitar pudriciones, el proceso se lo lleva a cabo de acuerdo al producto por lo que se pueden utilizar sistemas ventilación, rodillos de hule espuma o tamices vibratorios.

En el Berro hidropónico, debido a los posteriores procesos que se llevaran acabo de empacado y de conservación mediante refrigeración, es de vital importancia realizar la operación de escurrido por la influencia que mantiene con la calidad del producto para el almacenamiento, la operación se la realizó a temperatura ambiente (18 - 20 °C), por un tiempo de 30 min, período en el cual se logró eliminar el agua residual.

Empacado: es definido según Martínez, Lee, Chaparro, & Páramo (2003), como cualquier material que es utilizado para guardar determinados productos hasta la venta al consumidor final el objetivo principal del uso de este material y operación en los procesos postcosecha es el de proteger el producto de daños físicos, químicos o microbiológicos durante su almacenamiento, distribución y comercialización, además dar una mejor presentación a los productos. En las hortalizas verdes se usan comúnmente bolsas plásticas por su bajo costo, peso, reutilización, variedad en tamaño, forma y resistencias y porque evitan la pérdida de agua acelerada.

Según Camelo (2003), el empacado de productos frescos por las características de perecibilidad se realiza con el fin de proteger el producto, eliminar la manipulación individual, uniformizar y estandarizar cantidades, prevenir pérdidas postcosecha y alargar la vida útil de los alimentos; sin embargo se debe mencionar que el deterioro acelerado y sus niveles en los alimentos no se debe únicamente al empaque inadecuado utilizado en el producto, sino a toda la cadena agroalimentaria, iniciada con las técnicas de cosecha, manipulación en el campo y operaciones postcosecha.

Para el empaque de Berro hidropónico como hortaliza en fresco se definió el uso de bolsas de polietileno de baja densidad y polipropileno cast, los cuales son materiales aptos para contener alimentos de acuerdo al Reglamento Técnico Ecuatoriana RTE INEN 100 Materiales y artículos plásticos destinados a estar en contacto con los alimentos, por sus características de durabilidad, escaso peso, facilidad de limpieza son muy utilizados en envases de frutas y hortalizas, la medida de las bolsas utilizadas fueron de 18x22 cm.

Refrigeración en el almacenamiento: Según Vanaclocha & Requena, (2003), la refrigeración en alimentos es esencial para prolongar su vida útil y en consecuencia incrementar sus posibilidades de conservación, en las frutas y hortalizas con la

refrigeración se consigue aminorar drásticamente la intensidad respiratoria, pérdida de peso por transpiración, producción de etileno y el desarrollo de microorganismos; además de la refrigeración existen otros factores que deben tomarse en consideración para conocer la vida máxima de almacenamiento de un producto cosechado como el historial de su producción, calidad y de la madurez en el momento de la cosecha.

Según (Camelo, 2003) el tiempo de almacenamiento de productos frescos dependen del tipo de producto, existen productos muy perecederos y otros que están adaptados para una larga conservación por sus propias características, además de las condiciones en las que pueden ser almacenados, las hortalizas de hoja y coles en general soportan temperaturas cercanas al 0 °C, mientras que otras no pueden ser expuestas a menos de 10 °C, como la mayor parte de las frutas de origen tropical porque pueden sufrir daños por frío.

Las hortalizas de hojas tienen un ritmo de respiración alto lo que provoca que el alimento pierda agua, características de frescura y vitaminas o desnaturalización de las mismas, además de la propagación y activación inmediata de bacterias y microorganismos que dañan la calidad y seguridad de consumo del alimento; una de las operaciones más utilizadas para la conservación de frutas y hortalizas frescas es el uso o aplicación de temperaturas óptimas de conservación que provocan que se retarde o ralentece el desarrollo de los microorganismos, las reacciones químicas y enzimáticas; las temperaturas utilizadas para alargar el periodo de vida útil es dependiente de la naturaleza del alimento y del proceso de conservación en bajas temperaturas; en la refrigeración las temperaturas deben ser próximas a 0 de forma positiva; para las hortalizas las temperaturas utilizadas son menores que las que se usa para los frutos (Prados, 2007); (Fernández, 2017); (Bello, 2000).

Las temperaturas utilizadas en esta investigación fueron en base a la clasificación que realiza Bello (2000), en cuanto al manejo de conceptos de rangos y clasificación de temperaturas frescas que van desde los 15 °C hasta los 10 °C y de refrigeración de 6 °C hasta -1 °C.

CAPITULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

La materia prima (Berro hidropónico) para la presente investigación fue provista a partir de un ensayo realizado por la Empresa Hidroponía San Francisco y los análisis fisicoquímicos se realizaron en los Laboratorios de la Universidad Técnica del Norte Tabla 6.

Tabla 6. Ubicación del experimento fase experimental análisis físico químicos

Provincia:	Imbabura
Cantón:	Ibarra
Lugar:	Laboratorio de uso múltiple, Universidad Técnica del Norte
Calles:	Juan Montalvo y Cristóbal Colón
Altitud:	2220 msnm
Precipitación:	631.4 mm
Temperatura anual media:	18°C
Humedad relativa promedio:	73%

Fuente: (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, 2016).

3.2 MATERIALES, EQUIPOS E INSUMOS

3.2.1 MATERIALES:

Buretas, crisoles, embudos de vidrio, balón volumétrico de vidrio, papel filtro, pipetas, probetas, vasos de precipitación, tubos de ensayo, agitador magnético, tubos de ensayo, tubos ependorf de 2ml, celdas de cuarzo, bandejas, papel Watman N°4, de pesaje, micro pipetas, matraz enlermeyer papel aluminio, parafilm.

3.2.2 EQUIPOS:

Espectrofotómetro de reflectancia (modelo Specord 250 plus), potenciómetro Jenway (modelo 3510), refractómetro de mesa (modelo 1310499), balanza analítica, refrigeradores, termómetro, desecador, espectrofotómetro Jenway (modelo 6705 UV/Vis)

3.2.3 REACTIVOS:

2,6-dichloroindophenol, ácido metafosfórico y ácido acético, ácido bórico, NaOH, HCl, ácido sulfúrico.

3.3 MÉTODOS

3.3.1 ESTABLECIMIENTO DEL ESTADO MADUREZ DE COSECHA ADECUADO DEL BERRO

El índice de madurez de cosecha del Berro se determinó de acuerdo a indicadores cronológicos de los estados de desarrollo de la planta que fueron debidamente registrados en una ficha de campo que contiene información de las características físicas de la planta (tamaño, uniformidad e intensidad del color (medida subjetiva), compacidad o uniformidad en el desarrollo de la planta), manejo y producción del ensayo realizado por la Empresa Hidroponía San Francisco, esta metodología como lo menciona Karder (2011), es utilizada en cultivos de hortalizas de ciclo corto o de rotación rápida, características que tiene el berro por ser una hortaliza de hojas y tallos tiernos según la clasificación de las partes comestibles de la planta como lo menciona Gil (2010).

Conforme a los datos registrados, el berro presentó aceleramiento en su crecimiento y desarrollo en el cultivo hidropónico, teniendo características de madurez comercial en un tiempo más reducido por la absorción directa de nutrientes, una de las ventajas que Bautista (2004), menciona en el cultivo hidropónico, se realizaron cosechas parciales a diferentes días de desarrollo de la planta es decir se obtuvo únicamente la parte de la planta comestible (tallos y hojas) que cumplen con características de estado de madurez comercial.



Figura 6. Desarrollo de berro en ensayo de producción en sistema hidropónico NFT

3.3.1.1 Toma de muestras

Se establecieron tres bloques de cultivo para el análisis de madurez denominando, para su cosecha: primero 35 días, segundo 42 días, tercero 49 días, definidos por los días de desarrollo y características físicas observadas en campo, para su posterior análisis y evaluación cuantitativa de la variación composicional en su proceso de maduración en cada etapa; para la toma de muestras de cada bloque se consideraron características recomendadas para la cosecha como el uso de recipientes, utensilios adecuados y condiciones ambientales; así como realizar las

cosechas en horas de la mañana para evitar la pérdida de agua lo que causa según Camelo, (2003), la muerte o daño irreversible de los tejidos de las hortalizas de hoja, provocando la marchitez y pérdida de turgencia del producto hortícola.



Figura 7. Toma de muestras y cosecha de berro para desarrollo de la investigación.

3.3.1.2 Características para la definición de índice de madurez o momento de cosecha de berro hidropónico

Para la determinación del momento indicado o madurez óptima para la cosecha de hortalizas de hoja, Martínez, Lee, Chaparro, & Páramo (2003), menciona que se utilizan varios criterios objetivos como el tiempo de desarrollo de la planta, características físicas, químicas y fisiológicas y criterios subjetivos como la vista, tacto, oído, olfato y gusto, el berro al ser clasificado dentro del grupo de hortalizas de hoja como se muestra en la tabla 1, se han tomado en cuenta para evaluar cuantitativamente los estados de madurez las siguientes características:

Tabla 7. Variables y métodos evaluados para definir el estado de madurez.

Característica	Variable	Método/Equipo
Físicas	Color	Espectrofotómetro de reflectancia (modelo Specord 250 plus)
	Tamaño (cm)	Medición de muestra al azar
	Floración (%)	Número de plantas con presencia de floración
Químicas	Ácido Ascórbico (mg)	AOAC Official Method 967.21-1968
	Calcio (mg)	Espectrofotometría de absorción atómica.
	Hierro (mg)	Espectrofotometría de absorción atómica.
	Humedad (%)	AOAC 925. 10

AOAC: Asociación de químicos analíticos oficiales.

Se realizó el análisis de las variables físicas y químicas Tabla 7. en tres estados madurez: comercial, fisiológica y sobremadurez, los cuales fueron definidos de acuerdo a los indicadores cronológicos registrados de tamaño tomando como referencia el rango del 9.51 – 18.62 de acuerdo a los datos obtenidos según Cabascango (2016), en los mercados del Distrito Metropolitano de Quito, uniformidad en el color y floración.

Se determinó el momento de cosecha a los 35 días de desarrollo, conforme a la altura de la planta óptima para la comercialización de 15 cm a 20 cm, con un promedio de 18.3 cm, medición realizada al azar en 10 plantas, tuvieron uniformidad en el color característico del berro verde oscuro y sin presencia de hojas amarillas o secas, sin floración; se definió como madurez de cosecha por haber alcanzado cualidades con las que puede comercializarse.

La segunda cosecha se realizó a los 42 días momento en el cual, se observó la aparición de hojas secas y amarillas en un 15.78 %, valor obtenido del número de plantas con el aspecto antes descrito, no presenta floración y la altura promedio fue

de 22.80 cm, tallos moderadamente fibrosos, las características corresponden al estado de madurez fisiológica y comercial.

La tercera cosecha se realizó a los 47 días momento en el cual, se observó mayor aparición de hojas secas y amarillentas en un 42.11 %, presentó inicios de floración en plantas con mayor número de hojas amarillentas en un 10.52%, la altura promedio de 23.4 cm, tallos muy fibrosos, en este estado la planta perdió características físicas de comercialización y ha alcanzado su máximo estado de madurez.

3.3.2 ANÁLISIS LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO QUÍMICAS Y FUNCIONALES DEL BERRO DE CULTIVO HIDROPÓNICO

Se realizaron análisis físico químicos a cada uno de los estados de madurez definidos, en las siguientes variables.

Tabla 8. Análisis físicos, químicos y nutricionales de Berro de cultivo hidropónico en tres estados de madurez

Característica	Variable	Método/Equipo
Físicas	Color	Espectrofotómetro de reflectancia (modelo Specord 250 plus)
Químicas	Humedad (%)	AOAC 925. 10
	Calcio (mg)	Espectrofotometría de absorción atómica.
	Hierro (mg)	Espectrofotometría de absorción atómica.
	Proteína	Método de Kjeldahl
	Cenizas	Método gravimétrico
	Fibra	AOAC 978.10-1979
	Ácido Ascórbico (mg)	AOAC Official Method 967.21-1968

AOAC: Asociación de químicos analíticos oficiales.

3.3.3 EVALUACIÓN LA VIDA ÚTIL DEL BERRO DE CULTIVO HIDROPÓNICO DURANTE EL ALMACENAMIENTO

En la investigación se realizó un diseño experimental para el almacenamiento del Berro de cultivo hidropónico empacado como producto fresco.

3.3.3.1 Factores en estudio

FACTOR A: Índice de madurez

A1: Primera cosecha a los 35 días desde la siembra del Berro (madurez comercial).

A2: Segunda cosecha a los 42 días desde la siembra del Berro (madurez fisiológica).

A3: Tercera cosecha a los 49 días desde la siembra del Berro (sobremadurez).

FACTOR B: Temperatura de almacenamiento

B1: 2 °C

B2: 6 °C

B3: 10°C

FACTOR C: Tipo de Envase

C1: Bolsa de Polipropileno cast

C2: Bolsa de Polietileno de baja densidad

3.3.3.2 Tratamientos

En la Tabla 9, se muestra la combinación factorial de los tratamientos estudiados.

Tabla 9. Combinación factorial de tratamientos

Tratamientos	Índice Madurez	T° de Almacenamiento	Envases	Combinaciones
T1	A1	B1	C1	A1B1C1
T2	A1	B2	C1	A1B2C1
T3	A1	B3	C1	A1B3C1
T4	A1	B1	C2	A1B1C2
T5	A1	B2	C2	A1B2C2
T6	A1	B3	C2	A1B3C2
T7	A2	B1	C1	A2B1C1
T8	A2	B2	C1	A2B2C1
T9	A2	B3	C1	A2B3C1
T10	A2	B1	C2	A2B1C2
T11	A2	B2	C2	A2B2C2
T12	A2	B3	C2	A2B3C2
T13	A3	B1	C2	A3B1C1
T14	A3	B2	C1	A3B2C1
T15	A3	B3	C1	A3B3C1
T16	A3	B1	C2	A3B1C2
T17	A3	B2	C2	A3B2C2
T18	A3	B3	C2	A3B3C2

3.3.3.3 Tipo de Diseño Experimental

Por tratarse de un experimento en donde las condiciones fueron controladas, se aplicó un Diseño Completamente al Azar (DCA), con tres repeticiones y arreglo factorial $A \times B \times C$ para el almacenamiento como hortaliza fresca del Berro hidropónico, donde se evaluaron 18 tratamientos y 3 repeticiones; de las combinaciones de los factores A, B y C; donde A1, A2 y A3 son los estados de

madurez del Berro hidropónico; B1, B2 y B3 las temperaturas de almacenamiento en la postcosecha y C1 y C2 el tipo de envase. Se realizaron las pruebas de significación Tukey en las diferencias significativas en los tratamientos y DMS en los factores.

3.3.3.4 Características del experimento

Repeticiones:	3
Tratamientos:	18
Unidades Experimentales:	54

3.3.3.5 Características de la unidad experimental

Como unidad experimental se utilizaron 54 unidades experimentales, de 100 gr de Berro fresco hidropónico, obteniendo en total 5400gr.

3.3.3.6 Esquema del Análisis estadístico

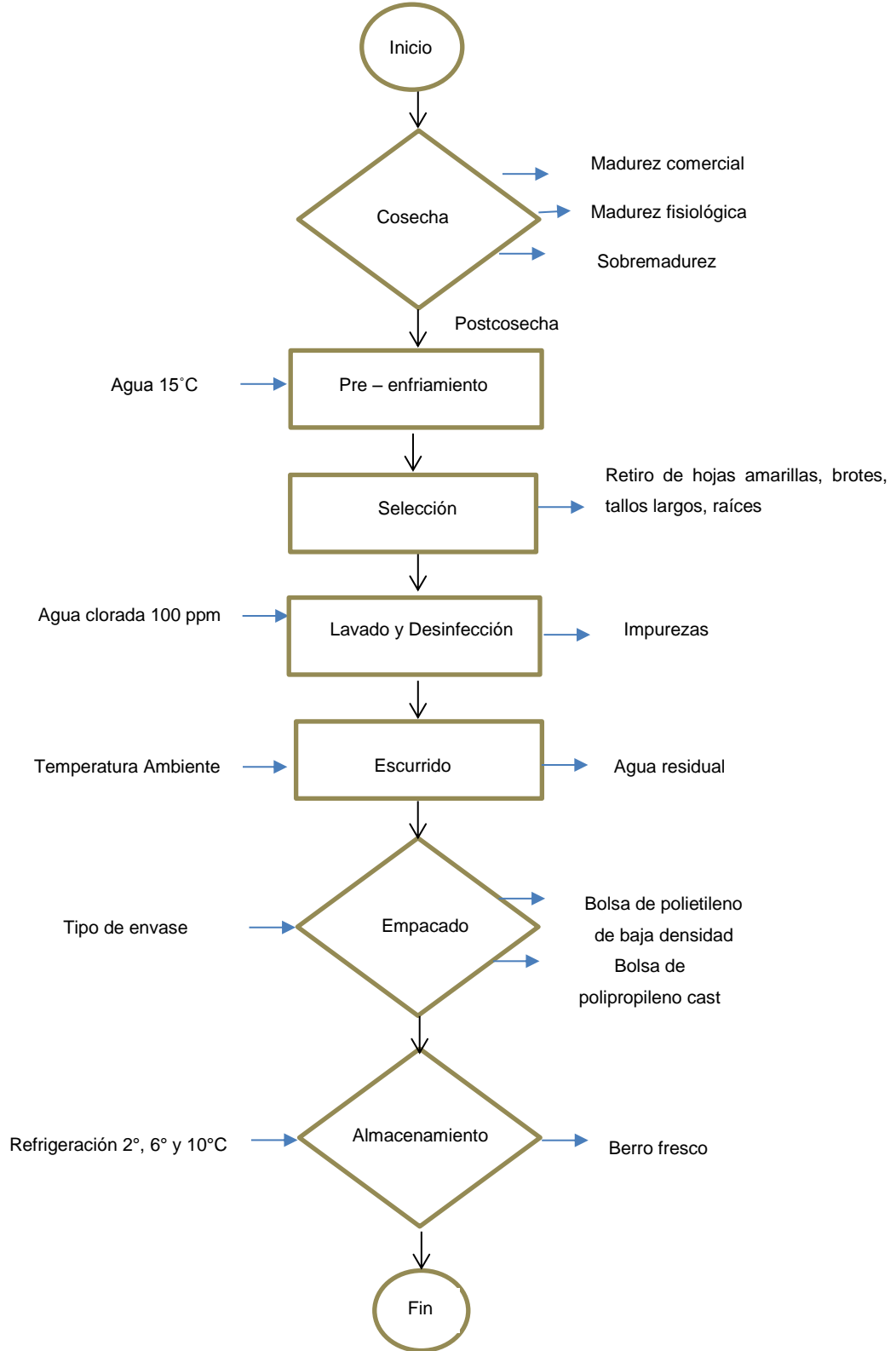
El esquema del análisis estadístico se presenta en la Tabla 10.

Tabla 10. Esquema del ADEVA (Análisis de Varianza)

Fuentes de Variación (FV)	Grados de Libertad (GL)
Total	53
Tratamientos	17
Factor A	2
Factor B	2
Factor C	1
FA x FB	4
FA x FC	2
FB x FC	2
FA x FB x FC	4
EE	36

3.3.3.7 Manejo específico del experimento

- **Diagrama de proceso Postcosecha de Berro de cultivo hidropónico**



- **Operaciones postcosecha de berro hidropónico**

Después de la primera evaluación física y química del berro hidropónico, posterior a la cosecha, se realizó el proceso postcosecha que inició con la recolección, pre-enfriamiento, selección, lavado y desinfección, escurrido, empacado y conservación mediante refrigeración a temperaturas controladas de 2, 6 y 10 °C y la evaluación de la vida útil del berro empacado como producto fresco a través de la pérdida de ácido ascórbico o vitamina C cada tres días durante el almacenamiento en refrigeración.

Cosecha: Los procesos u operaciones postcosecha utilizadas para el almacenamiento de berro hidropónico como hortaliza fresca inició en la definición del momento de cosecha en tres estados de madurez de berro de cultivo hidropónico, con el fin de evaluar la relación e importancia de los factores propuestos en la investigación, para la conservación de sus características fisicoquímicas y funcionales, tomando en cuenta factores externos y recomendaciones que realiza Camelo (2003), durante la operación, en factores ambientales principalmente la temperatura y humedad relativa; y recomendaciones como la hora, forma y herramientas para la cosecha y protección del producto cosechado.

El berro de agua según Karder (2011), tiene una velocidad de respiración muy alta de (40 – 60) mg CO₂/Kg*h a 5 °C durante la madurez de cosecha, por lo que es de vital importancia para poder prolongarla vida poscosecha del berro tratar de controlar los procesos fisiológicos de las plantas que se producen en la cosecha al separar de su fuente natural de agua, nutrientes minerales y orgánicos.

Las cosechas se realizaron en horas de la mañana para reducir el calor de las plantas y evitar el deterioro acelerado de la planta por pérdida de agua que produce una disminución significativa del peso, la apariencia y elasticidad del producto, perdiendo su turgencia y volviéndolo blando y marchito, se realizó mediante cosecha manual con cuchillos y recipientes limpios y desinfectados, para evitar la susceptibilidad de infecciones en la postcosecha y para que los virus y las infecciones pueden diseminarse en todo el campo a través de sus partes cortantes,

el producto cosechado se mantuvo protegido del sol, para evitar que la temperatura de las plantas suba rápidamente después de la cosecha, factor que puede causar daño irreversible al producto (degradación de los tejidos y muerte), como menciona la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (1993).

Tabla 11. Condiciones de cosechas en proceso postcosecha de berro hidropónico.

Cosechas por estados de madurez	Hora a.m.	Condiciones Ambientales	
		Temperatura °C	Humedad Relativa %
Madurez de cosecha	06:00	15	90
Madurez fisiológica y comercial	06:00	12	93
Madurez madura	06:00	14	90

En las condiciones descritas en la Tabla 11 para la cosecha el berro; se mantuvieron condiciones adecuadas, no se presentó pérdida de agua y turgencia de la planta.



Figura 8. Cosecha de berro hidropónico

Pre – enfriamiento: Según Fonseca (2017), la remoción del calor del campo de los productos hortícolas es una operación crucial para alargar su vida de anaquel, el proceso consiste en llevar la temperatura interna de la fruta u hortaliza de una temperatura ambiental de campo que dependiendo de producto, hora de cosecha y zona de producción podría llegar a ser tan alta como 30°C lo más rápidamente a la temperatura mínima a la cual se puede almacenar el producto, hasta 1°C (en algunas hortalizas de hojas).

El proceso depende del tipo de producto, el berro es considerado según Hardenburg, Watada, y Wang (1988), como una hortaliza de alta percibibilidad, de ahí parte la

importancia de eliminar el calor generado durante el proceso de cosecha y evitar la pérdida de agua característica de las hortalizas de hoja; por estar adaptadas para los procesos de transpiración que puede producir marchitez, degradación, envejecimiento y muerte de los tejidos, por lo que se definió realizar un pre – enfriamiento sumergiendo el berro en agua a 15°C, durante 10 minutos, para reducir la temperatura y conservar sus características posteriores a la cosecha.



Figura 9. Pre-enfriamiento posterior a la cosecha de berro de cultivo hidropónico.

Selección: según Sánchez (2015), la selección consiste en separar la materia prima en categorías según sus características físicas: tamaño, forma, color para lograr eficiencia, control de procesos y obtener productos finales uniformes y adecuados que permitan en frutas y hortalizas un adecuado acomodo y control dentro de los envases, productos homogéneos, atractivos y de porciones uniformes.

La operación de selección en el berro hidropónico se realizó según su tamaño y color, aceptando tamaños de 15cm a 25 cm de tallo de berro y de color verde oscuro, se cortaron tallos fuera de los rangos establecidos y se removieron hojas amarillentas, brotes y raíces. En cada uno de los estados de madurez, en la operación de selección se obtuvieron las siguientes pérdidas postcosecha:

- **Primera cosecha:** 35 días de desarrollo madurez de cosecha

Peso (gr)	Pérdida (%)
5500 gr	100%
320,02 gr	x= 5,81%

- **Segunda cosecha:** 42 días de desarrollo madurez fisiológica

Peso (gr)	Pérdida (%)
5500 gr	100%
915,78 gr	x= 16,65%

- **Tercera cosecha:** 49 días de desarrollo madurez de consumo

Peso (gr)	Pérdida (%)
5500 gr	100%
1426,04 gr	x= 25,93%

En la operación de selección se determinó que a mayor estado de madurez se producen mayor pérdida postcosecha en residuos (hojas amarillas, brotes, raíces, tallos, entre otros).



Figura 10. Selección de berro de cultivo hidropónico

Lavado y Desinfección: realizado el proceso de selección del berro hidropónico se procedió al lavado y desinfección por inmersión en agua clorada a 100 ppm y a una temperatura ambiente de 18°C y en un tiempo de 30 segundos, para remover impurezas visibles y reducir o controlar la carga microbiana que repercute en procesos posteriores y en el producto final.

Según Camelo (2003), el hipoclorito de sodio comúnmente usado como blanqueador y desinfectante general de uso doméstico, puede utilizarse en la postcosecha de frutas y hortalizas para lo cual es importante tomar en cuenta el pH

de la solución que debe mantenerse entre 6,5 y 7,5; temperatura y tiempo, en concentraciones de 0,2 a 5 ppm de cloro activo controlan la mayor parte de las bacterias y hongos presentes en el agua, pero en las operaciones de lavado e hidrogenfriado de productos vegetales se utilizan concentraciones mucho mayores (100ppm - 200 ppm).

La cantidad usada de hipoclorito de sodio en la operación de lavado y desinfección no alteró las características de calidad física y organoléptica del berro como producto fresco. Según Gómez, Vásquez, Rodríguez, & Posas (2011), la desinfección es importante para obtener productos higiénicos e inocuos y el tiempo de inmersión está definido de acuerdo al producto desde 30 segundos a 60 segundos.



Figura 11. Se lavó y desinfectó manualmente con agua clorada al 100ppm.

Escurreo: Sánchez (2015), menciona que escurrir el exceso de agua en hortalizas que van a ser empacadas como producto fresco, es de vital importancia para evitar pudriciones, el proceso se lo lleva acabo de acuerdo al producto por lo que se pueden utilizar sistemas ventilación, rodillos de hule espuma o tamices vibratorios.

En el berro hidropónico, debido a los posteriores procesos que se llevaran acabo de empacado y de conservación mediante refrigeración, es de vital importancia realizar la operación de escurrido por la influencia que mantiene con la calidad del producto para el almacenamiento, la operación se la realizó a temperatura ambiente (18 - 20 °C), por un tiempo de 30 minutos, período en el cual se logró eliminar el agua residual.



Figura 12. Ecurrido de exceso de agua de berro de cultivo hidropónico.

Empacado: Según Camelo (2003), el empaque de productos frescos por las características de perecibilidad se realiza con el fin de proteger el producto, eliminar la manipulación individual, uniformizar y estandarizar cantidades, prevenir pérdidas postcosecha y alargar la vida útil de los alimentos; sin embargo se debe mencionar que el deterioro acelerado y sus niveles en los alimentos no se debe únicamente al empaque inadecuado utilizado en el producto, sino a toda la cadena agroalimentaria, iniciada con las técnicas de cosecha, manipulación en el campo y operaciones postcosecha.

Para el empaque de berro hidropónico como hortaliza en fresco se definió el uso de bolsas de polietileno de baja densidad y polipropileno cast, los cuales son materiales aptos para contener alimentos de acuerdo al Reglamento Técnico Ecuatoriana RTE INEN 100 Materiales y artículos plásticos destinados a estar en contacto con los alimentos, por sus características de durabilidad, escaso peso, facilidad de limpieza son muy utilizados en envases de frutas y hortalizas, la medida de las bolsas utilizadas fueron de 18x22 cm.

Durante el proceso de almacenamiento se evaluó las características de la calidad del envase en relación al producto observando la conservación de mejores características físicas en la bolsa de polipropileno cast.



Figura 13. Empacado de berro de cultivo hidropónico.

Refrigeración en el almacenamiento: Según Vanaclocha & Requena, (2003), la refrigeración en alimentos es esencial para prolongar su vida útil y en consecuencia incrementar sus posibilidades de conservación, en las frutas y hortalizas con la refrigeración se consigue aminorar drásticamente la intensidad respiratoria, pérdida de peso por transpiración, producción de etileno y el desarrollo de microorganismos; además de la refrigeración existen otros factores que deben tomarse en consideración para conocer la vida máxima de almacenamiento de un producto cosechado como el historial de su producción, calidad y de la madurez en el momento de la cosecha.

Según (Camelo, 2003) el tiempo de almacenamiento de productos frescos dependen del tipo de producto, existen productos muy perecederos y otros que están adaptados para una larga conservación por sus propias características, además de las condiciones en las que pueden ser almacenados, las hortalizas de hoja y coles en general soportan temperaturas cercanas al 0 °C, mientras que otras no pueden ser expuestas a menos de 10 °C, como la mayor parte de las frutas de origen tropical porque pueden sufrir daños por frío.

La operación de refrigeración en el proceso postcosecha de berro hidropónico como producto fresco se la realizó a temperaturas de 2, 6 y 10 °C, observando mejores condiciones y características físicas en tratamientos con temperatura de 2 °C.



Figura 14. Almacenamiento de producto final berro de cultivo hidropónico empacado como producto fresco

3.3.3.8 Variables para la determinación de vida en anaquel

Realizada la caracterización de la materia prima obtenida en diferentes estados o grados de madurez definidos en la investigación, a los 35 días, 42 días y 49 días de desarrollo de berro en sistema hidropónico se procedió a realizar el proceso postcosecha para hortalizas de hoja y su seguimiento y evaluación en el proceso de conservación mediante refrigeración a diferentes temperaturas 2° C, 6° C y 10° C. En la Tabla 12 se muestra la variable y métodos utilizados.

Tabla 12. Variable y método evaluado para definir la vida en anaquel del Berro.

Característica	Variable	Método/Equipo	Periodo
Químicas	Ácido Ascórbico (mg)	AOAC Method 1968	3 días en almacenamiento en refrigeración
	Ácido Ascórbico (mg)	AOAC Method 1968	6 días en almacenamiento en refrigeración
	Ácido Ascórbico (mg)	AOAC Method 1968	9 días en almacenamiento en refrigeración

AOAC: Asociación de químicos analíticos oficiales.

3.3.3.9 Caracterización del mejor tratamiento

Después de realizar el análisis estadístico y de definir al mejor tratamiento se realizó la caracterización en contenido de ácido ascórbico o vitamina C, Hierro (Fe), Calcio (Ca), humedad, Proteína, Cenizas, Fibra y color.

3.3.4 DESCRIPCIÓN DE MÉTODOS ANALÍTICOS

- **Determinación del color**

Para la medición de color del berro de cultivo hidropónico se realizó cuatro cortes de 1 cm de diámetro de diferentes partes del tallo y hojas de la planta, los cuales se colocaron en el espectrofotómetro para su medición.

El color se midió utilizando el espectrofotómetro de reflectancia con esferas de doble haz (modelo Specord 250 plus) en la escala CIE $L^*a^*b^*$, con el iluminante C y ángulo estándar de observador de 2° . Los resultados obtenidos fueron las coordenadas $L^*a^*b^*$.

Dónde:

L^* : Representa la luminosidad, que tiene un valor en el intervalo de 0-100, siendo 0 negro y 100 blanco.

a^* : Representa una variación del color de verde a rojo

b^* : Representa la variación de azul-amarillo, ver Figura 20 (Valero, 2013).

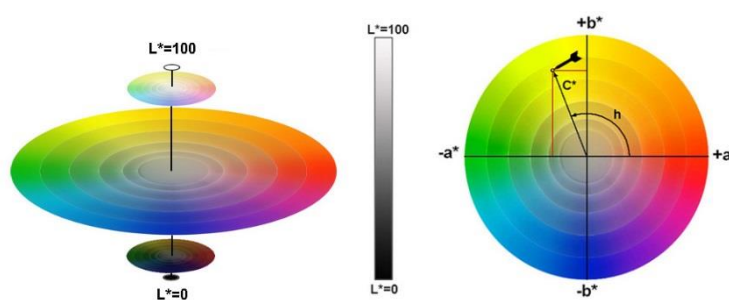


Figura 15. Representación del color espacio CIELAB

Fuente: (Quantec, 2017)

A partir de los componentes a^* y b^* se calculó en ángulo de tono Hue que es definido como el ángulo que forma con la horizontal el vector que representa al

color en el plano (a^* , b^*) y el croma definido como el módulo de dicho vector, mediante las ecuaciones (1) y (2) (Capilla, Artigas, y Pujol, 2002).

$$H_{ab} = \arctg b^*/ a^* \quad (1)$$

$$C^*_{ab} = a^{*2} + b^{*2} \quad (2)$$

- **Determinación de humedad:**

Todos los alimentos contienen agua en mayor o menor proporción; las hortalizas de hoja se caracterizan por tener en su composición un contenido de humedad entre 80% - 90% de agua; la determinación de humedad se realizó aplicando el método AOAC 925. 10, utilizando una estufa de secado. Se realizó en los tres diferentes estados de desarrollo de la planta de berro y en el producto final.

Se pesó 10 gramos de berro fresco y se colocó en crisoles, previamente esterilizados, posterior se llevó la muestra a la estufa a 105 °C durante 8 horas, se sacó y colocó la muestra en un desecador, se dejó enfriar y se volvió a pesar para obtener el dato de cuanta humedad se volatizó a causa del calor (Gaithersburg, 2005). El resultado fue obtenido a través de las ecuaciones (4) y (5):

$$\text{Humedad (\%)} = [((P2-P1)-(P3-P1)) / ((P2-P1))] * 100 \quad (3)$$

$$\text{Materia seca (\%)} = 100 - \text{Humedad (\%)} \quad (4)$$

Dónde:

P1= Peso del crisol vacío (g).

P2= Peso del crisol con la muestra húmeda (g).

P3= Peso del crisol con la muestra seca (g).

- **Determinación de ácido ascórbico**

El Ácido Ascórbico o vitamina C, fue evaluada posterior al momento de la cosecha y en el período de almacenamiento mediante refrigeración a diferentes temperaturas, se tomó como indicador para medir el periodo de vida en anaquel del producto por sus características de hidrosolubilidad, susceptibilidad al calor, por tener un proceso de oxidación con gran facilidad en medios alcalinos y por su destrucción con el secado y almacenamiento prolongado (Rodríguez, 2008) , se

determinó utilizando el método AOAC 967.21 Hensall (2012), incluyendo titulación redox con el colorante 2.6-dichloroindophenol.

Se prepararon muestras (extractos) de 10g por triplicado para cada uno de los tratamientos, se pesó 5 gramos de muestra en la balanza analítica y se adicionó 10ml de solución de extracción previamente preparada con ácido metafosfórico y ácido acético. La solución se llevó a agitación magnética durante 30 minutos, se filtró y aforó con la solución de extracción.

Para su cuantificación, se tituló la solución estándar para ácido ascórbico y el blanco de extracción, utilizando el equipo de titulación con 2ml de extracto de berro fresco con 2.6-dichloroindophenol hasta el cambio de color, el cual debe persistir durante 15 segundos. Los resultados se expresaron en mg por cada 100 gr de berro fresco de acuerdo a la ecuación (6).

$$\text{mg Ácido ascórbico} = (X-B) \times (F/E) \times (V/Y) \quad (5)$$

Dónde:

X = ml de 2.6-dichloroindophenol usados en la muestra.

B = ml de 2.6-dichloroindophenol usados en el blanco.

F = mg de ácido ascórbico equivalente a 1 ml de solución 2.6-dichloroindophenol.

E = Peso de la muestra

V = Volumen inicial de la solución ensayada.

Y = Volumen de la muestra tomada para el ensayo.

- **Determinación de minerales Calcio (Ca) y Hierro (Fe)**

El Hierro (Fe) y Calcio (Ca), son minerales que se encuentran con mayor frecuencia en hortalizas, en el berro de acuerdo a la tabla 3, el mayor contenido es de Ca, pero debido al conocimiento de las personas en cuanto al contenido de Fe se realizó también la determinación del contenido de este mineral. El método utilizado para la determinación de Ca y Fe fue mediante espectrofotometría de absorción atómica.

- **Determinación de Proteína**

Se determinó mediante el método de Kjeldahl por ser un método según Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (1997), apropiado para varios productos, con alta fiabilidad y por las recomendaciones como un método de referencia. Se inició con la preparación de 2 g de muestra triturada y homogenizada, se inició el proceso de digestión evaporando el contenido de agua de la muestra a 150 °C, 270 °C y 400 °C a 15 min, 20 min y 60 min respectivamente, el resultado de la digestión fue un líquido de color azul claro, posterior se realizó el proceso de dilución para lo cual se sacó la muestra del bloque digestor y se dejó enfriar a temperatura ambiente, se añadió 25 ml de agua destilada en cada tubo despacio y moviendo el tubo sin dejar solidificar la muestra si es necesario se debe calentar el tubo, se deja enfriar a temperatura ambiente.

Para a destilación se colocó en un Erlenmeyer de 250ml a la salida del refrigerante con 50ml de ácido bórico y gotas de indicador, se programó una dosificación de 50 ml de NaOH y se introdujo el tubo con la muestra en el destilador hasta recoger 250 ml en el Erlenmeyer y se realizó la valoración y cálculo en base a las ecuaciones (7) y (8) (JP Selecta S.A. 2018).

$$N \text{ (mg)} = N \times V \times 14 \quad (6)$$

Dónde:

N= Normalidad del ácido de valoración

V= Volumen del ácido consumido

14= Peso atómico del Nitrógeno

$$\text{Proteína (\%)} = P2 / P0 \times 100 \times F \quad (7)$$

Dónde:

P2= Nitrógeno (mg)

P0= Peso de la muestra (mg)

F= Factor proteínico 6,25

- **Determinación de Cenizas**

Se determinó mediante el método gravimétrico, se introdujo la muestra a la mufla a $550^{\circ}\text{C} \pm 25^{\circ}\text{C}$ aproximadamente, durante una hora; posterior se llevó a la estufa a $125^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$, durante 15 minutos, se pasó al desecador y se dejó enfriar hasta temperatura ambiente. Se utilizó la ecuación (9) para determinación del porcentaje de cenizas.

$$\text{Cenizas (\%)} = [(C-A) / (B-A)] * 100 \quad (8)$$

Dónde:

A= masa del crisol vacío en gramos.

B= masa del crisol y la muestra seca en gramos.

C= masa del crisol y la muestra calcinada en gramos.

- **Determinación de Fibra**

La determinación de fibra cruda se realizó mediante el método AOAC 978.10-1979. Para su determinación se pesó 2 gramos de muestra desengrasada y seca, se colocó en el matraz y adicionó 200ml de la solución de ácido sulfúrico en ebullición.

Se colocó en el condensador y llevó a ebullición en un minuto; se dejó hervir por 30 min, manteniendo constante el volumen con agua destilada y moviendo periódicamente el matraz para remover las partículas adheridas a las paredes. Se instaló el embudo Buchner con el papel filtro, se precalentó con agua en ebullición. Simultáneamente y al término del tiempo de ebullición, se retiró el matraz, se dejó reposar por un minuto y se filtró cuidadosamente usando succión; la filtración se realizó en menos de 10 min. Se lavó el papel filtro con agua hirviendo. Se transfirió el residuo al matraz con ayuda de una pipeta conteniendo 200ml de solución de NaOH en ebullición y se dejó en ebullición por 30 min como en el paso anterior.

Se precalentó el crisol de filtración con agua en ebullición y se filtró cuidadosamente después de dejó reposar el hidrolizado por 1 min. Se lavó el residuo con agua en ebullición, con la solución de HCl y nuevamente con agua en ebullición, para terminar con tres lavados con éter de petróleo. Se colocó el crisol en el horno a 105°C por 12 horas y se dejó enfriar en el desecador. Se pesó

rápidamente los crisoles con el residuo (no manipular) y se colocó en la mufla a 550°C por 3 horas, se dejó enfriar en un desecador y pesó nuevamente (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, 2009).

$$\text{Contenido de fibra cruda (\%)} = 100 ((A-B) / C) \quad (9)$$

Dónde:

A = Peso del crisol con el residuo seco (g)

B = Peso del crisol con la ceniza (g)

C = Peso de la muestra (g)

3.3.5 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El análisis de las variables evaluadas en las muestras de berro de cultivo hidropónico de cada tratamiento se realizó por triplicado y los resultados se expresaron como valores medios \pm desviación estándar y se sometieron al análisis de varianza ANOVA, además de las comparaciones múltiples entre las medias mediante la prueba Tukey ($p \leq 0.05$), usando el software estadístico Info Stat. Ink.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 ESTABLECIMIENTO DEL ÍNDICE DE MADUREZ DE COSECHA

Martínez, Lee, Chaparro, y Páramo (2003), menciona que la importancia del establecimiento de índices de madurez o determinación de un momento justo para la cosecha de productos vegetales es de vital importancia e influencia para el periodo de vida útil en la postcosecha y su comercialización, por lo que destacan la importancia de definir y conocer el estado de madurez de los productos hortícolas, madurez fisiológica, comercial o de los dos casos.

Para establecer los estados de madurez de la planta se utilizó una combinación de criterios subjetivos y objetivos; en los subjetivos se analizaron características físicas: altura o tamaño, uniformidad del color, proceso de floración que son indicadores comerciales en las hortalizas de hoja, por la demanda de consumo en su estado inmaduro y en los objetivos, los días de desarrollo de la planta, el cual es el principal criterio de índice de madurez en hortalizas, además de sus cambios composicionales.

En la investigación se definieron tres estados de madurez: M1: madurez de cosecha (comercial) a los 35 días de desarrollo, M2: madurez fisiológica a los 42 días de desarrollo y M3: sobremadurez a los 49 días de desarrollo, tiempos en los cuales el berro presentó las características de la Tabla 13.

Tabla 13. Características físicas de berro hidropónico en tres estados de madurez

Estados de madurez	Altura (cm)	Uniformidad en el color (%)	Floración (%)
M 1	18,3	100%	0%
M 2	22,8	84,22%	0%
M 3	23,4	57,89%	10,52%

M1: 35 días de desarrollo madurez de comercial; **M2:** 42 días de desarrollo madurez fisiológica **M3:** 49 días de desarrollo madurez de consumo.

Los datos obtenidos de la Tabla 13 en altura son valores promedios obtenidos de una muestra del 52% del total de plantas definidas para cada uno de los estados de madurez en el ensayo, se puede definir que existe un crecimiento de 5.1 cm entre M1 y M3, sobresaliendo el crecimiento de la planta entre M1 y M2. La uniformidad en el color es proporcional al estado de madurez, mientras mayor estado de madurez mayor degradación del color característico de las hortalizas de hoja y el inicio del proceso de floración en un 10.52% en M3, indicadores de la relación directa existente de las características físicas con el estado de maduración.

Definidos los estados de madurez en base a sus características físicas se analizó su composición principalmente en los contenidos de Humedad, Ácido Ascórbico, Calcio (Ca) y Hierro (Fe), donde se obtuvieron los resultados de la Tabla 14, para la determinación de los valores se utilizó una muestra de 100 gr de berro de cultivo hidropónico fresco.

En los resultados obtenidos en la Tabla 14, se muestra la influencia y concordancia de los resultados obtenidos en la caracterización física Tabla 13 y con lo que menciona Karder (2011), en cuanto el cambio de características composicionales durante el proceso de maduración, principalmente en la pérdida de agua existiendo una diferencia entre el estado de madurez comercial y el estado de madurez fisiológico de 3.14% de humedad, a causa de los diferentes procesos biológicos de las hortalizas, por consecuencia del aumento de sólidos totales (sales, minerales y residuos orgánicos), en la misma relación, en la degradación de ácido ascórbico,

existe una diferencia de 17.2 mg/100gr de berro fresco cuando alcanza su mayor estado de madurez, degradación causada por la oxidación a azúcares reductores.

Tabla 14. Análisis composicional del berro (propiedades funcionales)

Madurez Berro Hidropónico	Humedad %	Ácido Ascórbico mg/100g	Ca mg/100g	Fe mg/100g	C %	*L %	Hue °
M1	92.73	103.03	242.40	4.14	37.28	13.61	171
M2	91.90	109.73	248.47	4.34	65.67	20.79	148
M3	89.56	85.83	253.53	4.75	77.22	24.38	139

M1: 35 días de desarrollo (madurez comercial); **M2:** 42 días de desarrollo (madurez fisiológica); **M3:** 49 días de desarrollo (sobremadurez); **C:** Cromaticidad, ***L:** Luminosidad.

La diferencia de color verde en cada uno de los estados de madurez y en sus parámetros: la L* en valores de M1: 13.61 %, M2:20.79% y M3:24.38%; indican que el estado de madurez comercial M1 presenta menor brillo por ser el porcentaje más bajo, mientras que M3 presentó el valor más alto posiblemente por ser el estado de mayor madurez en el cual, ha existido mayor degradación del ácido ascórbico o por el inicio del proceso de senescencia como lo mencionan Ulloa, P., Flores, Ulloa-Rangel, y Escalona (2007).

En cuanto a los valores obtenidos en el ángulo °Hue M1: 171°, M2: 148° y M3:139° ubicaciones que representan el tono en el color dentro del espacio M1 presenta un tono verde más profundo en relación a M1 y M2 como se muestra en la Figura 16, y la cromaticidad que dentro del espacio del color mide el nivel de saturación del mismo, se definió que M1 que tiene el valor más alto, presenta mayor pureza o intensidad en el color verde característico de las hortalizas de hoja.

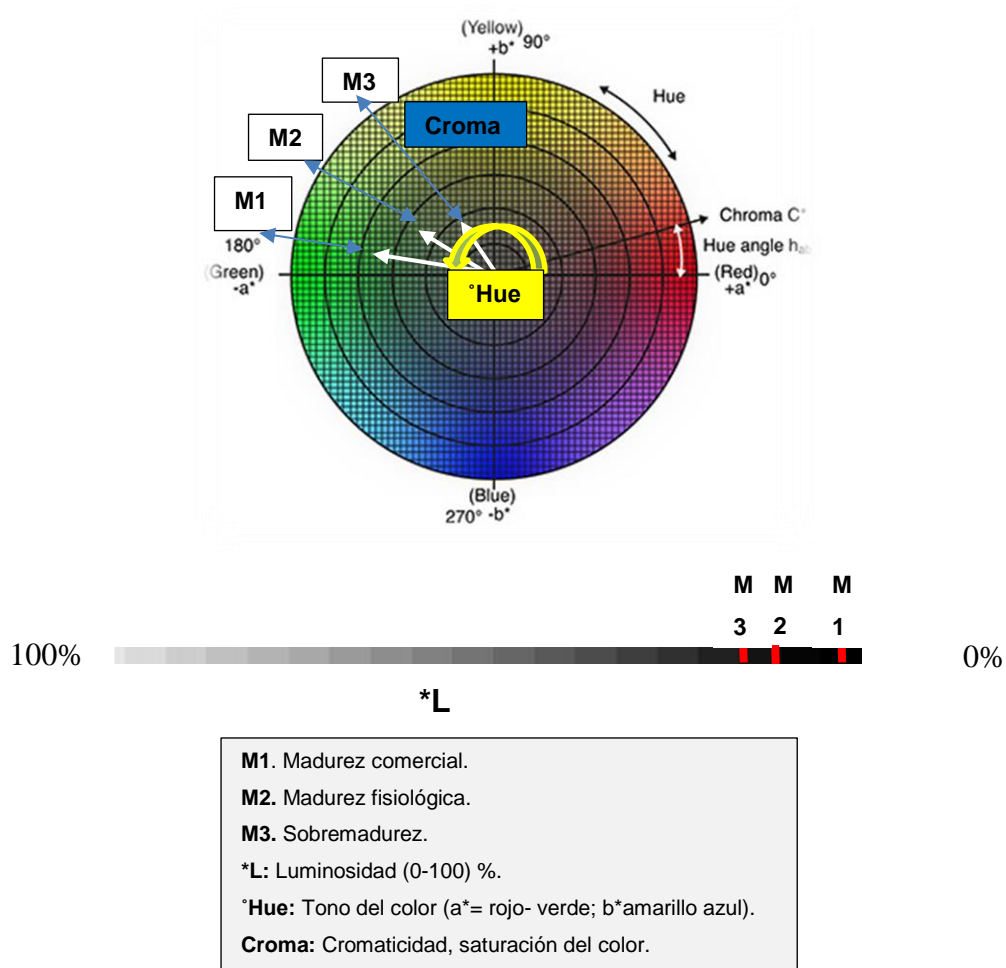
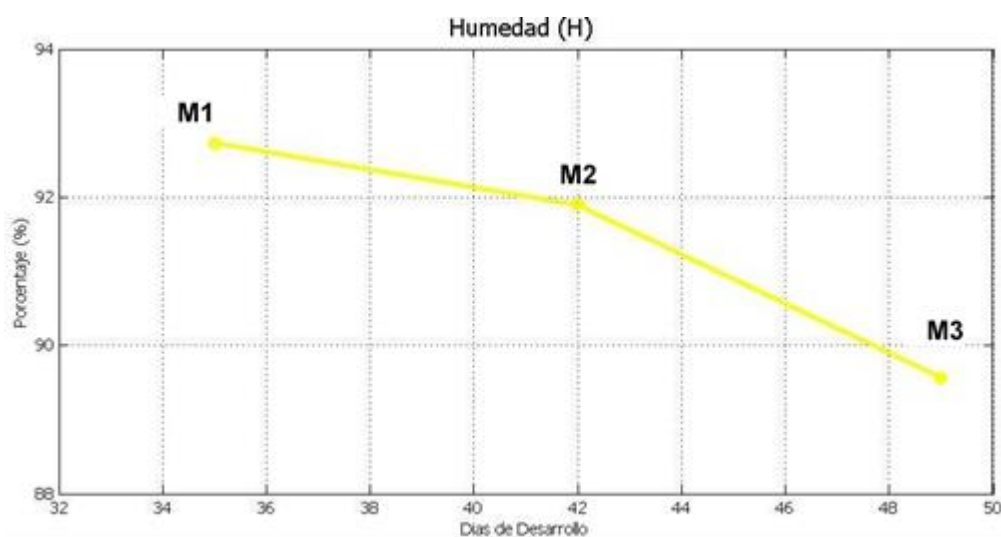


Figura 16. Representación gráfica de los parámetros ° Hue, Croma y Luminosidad de berro hidropónico a los 35, 42 y 49 días de desarrollo.

Según (Karder, 2011), el estado de madurez de las hortalizas de hoja tienen influencia o se relacionan con los cambios biológicos de hortalizas que principalmente en su composición en vitaminas y minerales, pérdida de color verde por la degradación de la clorofila que permite mostrar otros pigmentos que varían de acuerdo al estado de madurez y que forman parte durante el desarrollo de la planta, presencia de hojas externas secas, transpiración y pérdida de agua que provoca pérdida de peso y apariencia marchitez y arrugamiento; elementos que además son importantes conservar, para la definición del período de vida útil y calidad del producto, resultados que concuerdan con los datos obtenidos de la Tabla 14.

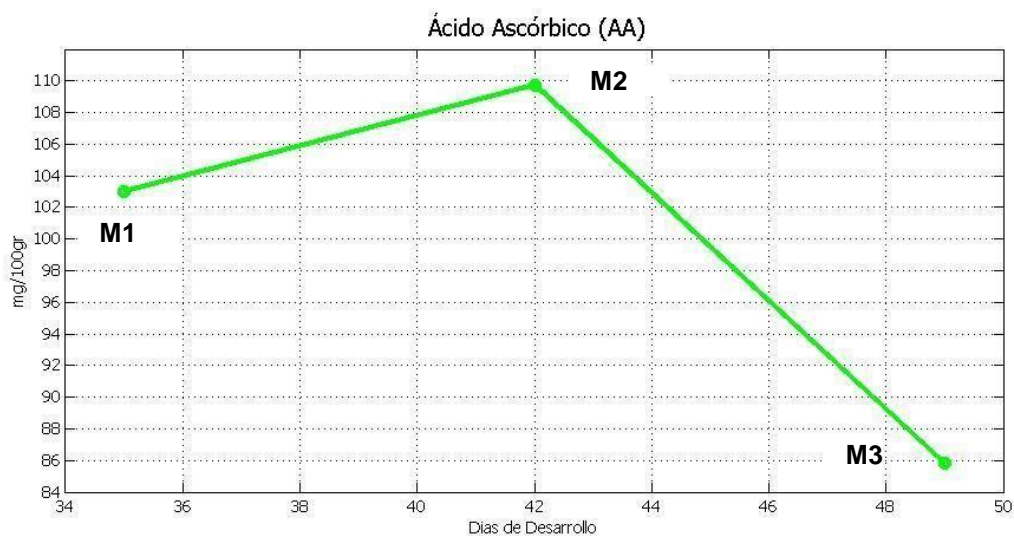
En las Figuras 17, 18, 19 y 20 se muestran los comportamientos de los contenidos de humedad, ácido ascórbico, Calcio (Ca) y Hierro (Fe) en los tres estados de madurez, los valores obtenidos se realizaron por triplicado y se tomó para el análisis su valor promedio.



M1: 35 días de desarrollo (madurez comercial); **M2:** 42 días de desarrollo (madurez fisiológica); **M3:** 49 días de desarrollo (sobremadurez)

Figura 17. Contenido de Humedad en tres estados de madurez de berro hidropónico

En el Figura 17, se puede observar el comportamiento de la humedad en los tres estados de madurez establecidos en la presente investigación madurez de cosecha con 92.73%, madurez fisiológica 91.90% y sobremadurez con el 89.56%; mostrando la influencia del contenido de humedad con el estado de madurez, mientras más maduro se encuentre el berro, posee menor contenido de humedad, debido a los cambios composicionales y aumento de sólidos totales que se dan durante el proceso biológico de maduración especialmente de sales, minerales y residuos orgánicos. La diferencia de humedad entre los estados de madurez comercial y madurez fisiológica es del 0.90%; entre los estados de madurez fisiológica y sobremadurez del 2.52% y entre la madurez comercial y sobremadurez del 3.42%.



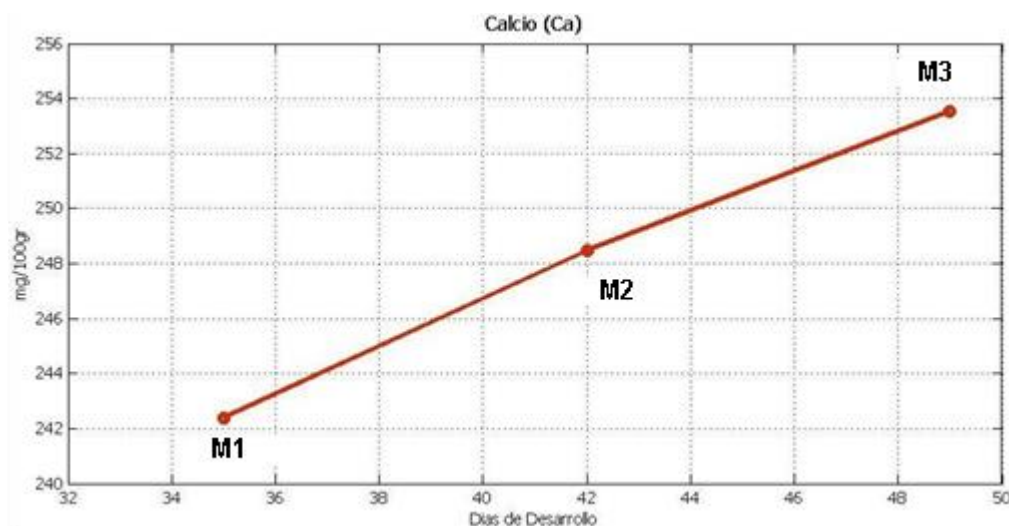
M1: 35 días de desarrollo (madurez comercial); **M2:** 42 días de desarrollo (madurez fisiológica); **M3:** 49 días de desarrollo (sobremadurez)

Figura 18. Contenido de Ácido Ascórbico en tres estados de desarrollo del berro hidropónico

En la Figura 18, se puede observar la relación del contenido de ácido ascórbico con el estado de madurez, en la etapa de madurez comercial hasta la etapa de madurez fisiológica se determina un incremento del 6,50% del contenido de ácido ascórbico indicador de que el berro aún se encontraba en etapa de desarrollo o crecimiento “tierno”; su mayor contenido se presenta en la etapa de madurez fisiológica con un valor de 109,73 mg/100g de berro fresco, posterior se puede observar la pérdida o degradación en un 21,78% de la vitamina hasta la etapa de sobremadurez, relacionando esta variabilidad con el proceso de oxidación a azúcares reductores, concordando con lo que menciona Martínez, Blanco, & Nomdedeu (2005), el ácido ascórbico o vitamina C, se encuentra en abundancia y de forma natural en algunas hortalizas de hoja, es una Vitamina hidrosoluble que se pierde o se destruye por oxidación, por el contacto con el aire, troceado del producto, por la acción de enzimas, presentes en los propios tejidos vegetales, por el secado, cocción, envasado y almacenamiento prolongado.

Otra característica funcional importante de resaltar en las hortalizas de hoja, es el contenido de minerales. Para el berro de cultivo hidropónico se realizaron los análisis de contenido de Calcio (Ca) por ser el mineral de mayor contenido en hortalizas de hojas verdes y Hierro (Fe) por conocimiento de la población de la

presencia de este mineral en el berro y por su importancia nutricional para el organismo; por lo cual se realizaron los análisis respectivos para los tres estados de madurez.

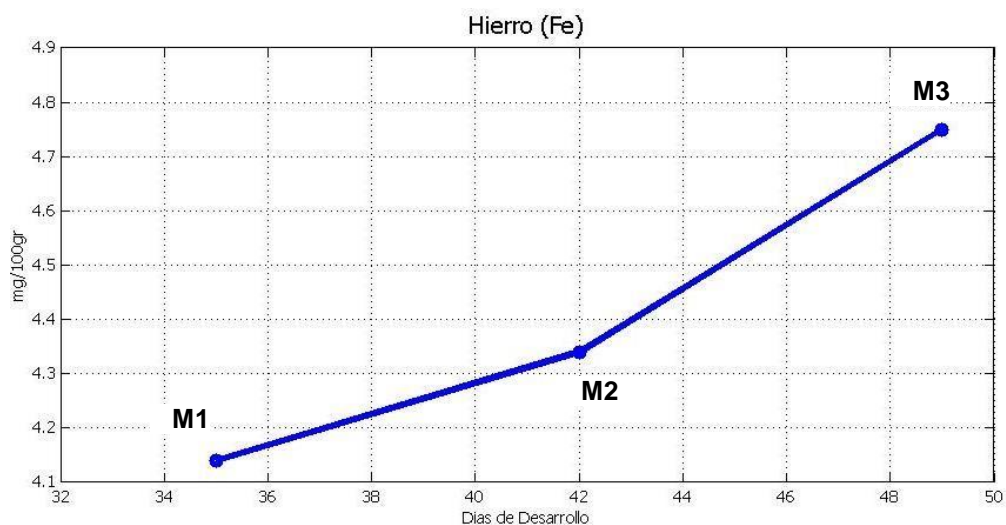


M1: 35 días de desarrollo (madurez comercial); **M2:** 42 días de desarrollo (madurez fisiológica); **M3:** 49 días de desarrollo (sobremadurez)

Figura 19. Contenido de Calcio (Ca) en tres estados de desarrollo de berro hidropónico

Los minerales en la composición química de los alimentos son una constante que no se transforman, sintetizan o destruyen; sin embargo, en la Figura 19, se puede observar el aumento del contenido de calcio en el berro hidropónico llegando al punto más alto de contenido a los 49 días de desarrollo o en etapa de sobremadurez con 253,53 mg/100gr; concentración ligada a la pérdida de agua y al aumento de sólidos totales.

Según Pérez y Quintero (2015), el Calcio (Ca) es el encargado de mantener en los productos hortofrutícolas frescos, está relacionado con la turgencia celular, firmeza de los tejidos, además de ampliar la vida de almacenamiento en buenas condiciones de calidad. Por estas características mencionadas, existen investigaciones relacionadas con la inmersión de frutas y hortalizas en calcio, para mantener su calidad postcosecha.



M1: 35 días de desarrollo (madurez comercial); **M2:** 42 días de desarrollo (madurez fisiológica); **M3:** 49 días de desarrollo (sobremadurez)

Figura 20. Contenido de Hierro (Fe) en tres estados de desarrollo de berro hidropónico

En la figura 20, del comportamiento del Hierro (Fe) en tres estados de desarrollo de berro hidropónico se puede observar el aumento del mineral, el cual es característico de las hortalizas de hojas verdes, obteniendo mayor contenido a los 49 días de desarrollo o en estado de sobremadurez del berro hidropónico con un valor de 4,75 mg/100g, relación similar al comportamiento del Ca.

4.2 ANÁLISIS DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO QUÍMICAS Y FUNCIONALES DEL BERRO DE CULTIVO HIDROPÓNICO

Tras realizar los análisis fisicoquímicos y nutricionales del berro hidropónico en tres estados de madurez se obtuvieron los siguientes resultados siguientes:

Tabla 15. Análisis fisicoquímicos y nutricionales de la materia prima (berro hidropónico)

Parámetro analizado	Unidad	Resultados		
		M1	M2	M3
Humedad	g/100g	92.73	91.90	89.56
Proteína Bruta	g/100g	1.63	1.68	1.75
Cenizas	g/100g	1.08	1.15	1.20
Fibra Bruta	g/100g	1.52	1.55	1.61
Calcio (Ca)	mg/100g	242.40	248.47	253.53
Hierro (Fe)	mg/100g	4.14	4.34	4.75
Ácido Ascórbico	mg/100g	103.03	109.73	85.83
Cromaticidad	%	37,28	65,67	77,22
Luminosidad	%	13.61	20.79	24.38
Hue	°	171	148	139

M1: 35 días de desarrollo (madurez comercial); **M2:** 42 días de desarrollo (madurez fisiológica); **M3:** 49 días de desarrollo (sobremadurez).

4.3 PÉRDIDA DE ÁCIDO ASCÓRBICO EN LA CONSERVACIÓN MEDIANTE REFRIGERACIÓN EN TRES ESTADOS DE MADUREZ DE BERRO HIDROPÓNICO

4.3.1 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

En el análisis estadístico para la variable ácido ascórbico en el tiempo de almacenamiento mediante refrigeración como producto fresco, con el fin de determinar su variación o pérdida, como indicador de deterioro del producto. La

variable fue medida cada tres días por triplicado hasta que el producto conservó sus características comerciales de color y humedad aceptables.

Tabla 16. Análisis de Variación de las variables evaluadas en el experimento

VARIABLE	*GL	*FC	*R ²	*CV
AA 3 días de almacenamiento	17	**	0,98	1,35
AA 6 días de almacenamiento	17	**	0,95	1,30
AA 9 días de almacenamiento	17	**	0,95	1,31

AA: ácido ascórbico; *GL: grados de libertad; *FC: factor de corrección; *R²: factor de ajuste; *CV: coeficiente de variación.

4.3.2 ANÁLISIS DE LAS VARIABLES ESTUDIADAS

Realizado el proceso postcosecha para el berro como producto fresco, se tomó como indicador de deterioro en la postcosecha al ácido ascórbico por las características de fácil y acelerada degradación; según FAO (1993), menciona que el ácido ascórbico disminuye con el tiempo después de la cosecha, y puede quedar reducido a muy poco al cabo de dos o tres días, el potencial de almacenamiento de las hortalizas de hoja verde es muy limitado en condiciones normales y de pocos días aun en las mejores condiciones ambientales, su deterioro acelerado es por su ritmo de respiración que provoca la reducción del elevado contenido de agua.

Sánchez (2006), menciona en la Tabla 3, que el contenido de ácido ascórbico o vitamina C en el berro es de 113 mg/ 100gr en madurez comercial, mientras que en la Tabla 15 se indica que el berro de cultivo hidropónico contiene diferente contenido de ácido ascórbico en un rango de 103, 03 mg/100gr a 85,83 mg/100gr, valores determinados por triplicado en tres estados de madurez.

Tras realizar los análisis del contenido de vitamina C antes de las operaciones postcosecha, para su posterior evaluación de comportamiento cada tres días de almacenamiento como hortaliza fresca a diferentes temperaturas se ha obtenido los siguientes resultados.

4.3.2.1 Variable ácido ascórbico a los 3 días de almacenamiento

En la investigación, la variable ácido ascórbico fue medida a los tres días de almacenamiento mediante refrigeración para cada uno de los tratamientos por triplicado, tomando en cuenta el valor inicial de ácido ascórbico anterior al proceso postcosecha para cada uno de los estados de madurez de berro de cultivo hidropónico; para determinar su deterioro o pérdida en la conservación mediante refrigeración, los resultados obtenidos se expresaron en la tabla 17.

Tabla 17. Análisis de varianza del comportamiento del ácido ascórbico en refrigeración a los tres días de almacenamiento.

F.V	SC	GL	CM	F. cal	F. Tab 5%	F. Tab 1%
Total	3763,71	53				
Tratamientos	3702,36	17	217,79	127,79 **	2,01	2,7
Factor (A)	3609,35	2	1804,67	1058,92 **	3,32	5,39
Factor (B)	40,10	2	20,05	11,77 **	3,32	5,39
Factor (C)	1,85	1	1,85	1,09 ns	4,17	7,56
FAxFB	20,53	4	5,13	3,01 *	2,69	4,02
FAxFC	1,93	2	0,96	0,57 ns	3,32	5,39
FBxFC	11,35	2	5,68	3,33 *	3,32	5,39
FAxFBxFC	17,24	4	4,31	2,53 ns	2,69	4,02
Error	61,35	36	1,70			

Factor A: Índice de madurez; **Factor B:** Temperatura de almacenamiento; **Factor C:** Tipo de envase; **ns:** No significativo; *: Significativo al 5%; **: Significativo al 1%.

Realizado el análisis de varianza del ácido ascórbico a los tres días de almacenamiento en refrigeración, se determinó que existe alta significación estadística entre tratamientos y en los factores A y B, y en sus interacciones AxB y BxC por lo tanto; se realizó la prueba de Tukey para los tratamientos Tabla 18 y DMS Figura 21 para los factores.

Tabla 18. Prueba de Tukey contenido de ácido ascórbico en berro fresco de cultivo hidropónico a los tres días de almacenamiento.

Tratamientos	Ácido Ascórbico		
	3 días de almacenamiento		
T7	105.60	± 1.22	a

T8	105.33	±	1.53	a
T10	105.33	±	1.53	a
T11	104.57	±	1.25	a
T9	104.33	±	1.53	ab
T12	103.63	±	1.18	ab
T1	102.33	±	1.53	bc
T4	102.33	±	1.53	bc
T2	101.33	±	1.53	c
T3	98.17	±	1.27	d
T5	97.97	±	1.27	d
T6	97.37	±	1.27	d
T13	85.53	±	1.12	e
T14	86.43	±	1.12	e
T15	85.53	±	1.12	e
T16	85.33	±	1.12	e
T18	85.33	±	1.12	e
T17	85.07	±	1.10	e

El comportamiento del ácido ascórbico, es altamente significativo estadísticamente para los tratamientos, indicador de la presencia de diferentes concentraciones de ácido ascórbico y la relación existente de los factores para la variable; en la prueba de Tukey al 5% que se muestra en la Tabla 18. Se obtuvieron rangos diferentes los cuales determinan que no existe significación estadística ($p>0.05$) entre los tratamientos T7, T8, T10, T11 y entre los tratamientos T9, T12 que estadísticamente tienen comportamientos iguales; los tratamientos T1, T2, T4 son significativamente diferentes ($p>0.05$) y estadísticamente iguales en cuanto al contenido de ácido ascórbico; pero los tratamientos T3, T5, T6 son significativamente diferentes ($p>0.05$) con relación a los tratamientos en los tres días de almacenamiento a igual que los tratamientos T13, T14. T15, T16, T17, T18.

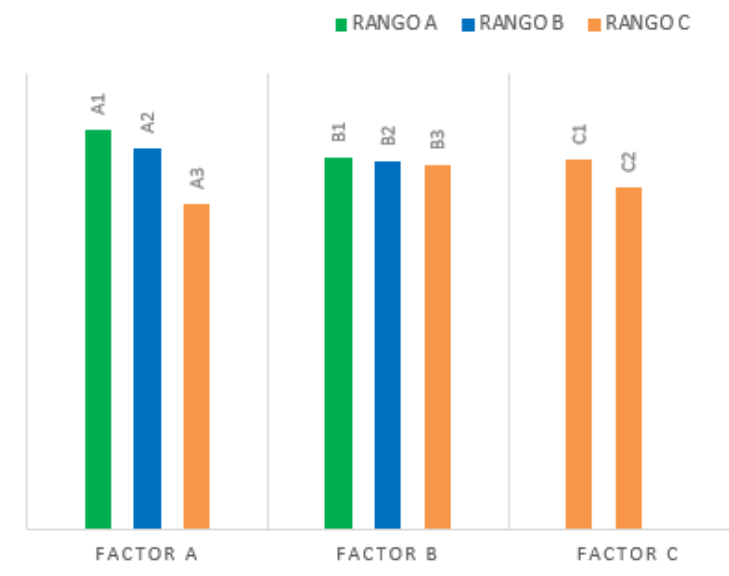


Figura 21. DMS de factores en estudio

En los resultados obtenidos de la investigación, se evidenció la importancia de cada uno de los factores principalmente de los estados de madurez que son significativamente diferentes, por lo tanto, la variable evaluada es inversamente proporcional al estado de madurez del berro de cultivo hidropónico, motivo por el cual los tratamientos T13, T14, T15, T16, T17, T18 correspondientes al estado sobremadurez, poseen 18,96 % menor concentración de ácido ascórbico a los tres días de almacenamiento en relación a los mejores tratamientos T7, T8, T10, T11, T9 y T12, concordando con lo que menciona Karder (2011), que durante el desarrollo y maduración de productos hortofrutícolas se presentan cambios composicionales deseables e indeseables, entre ellos las pérdidas de las vitaminas especialmente del ácido ascórbico o vitamina C perjudicando su valor nutricional.

Los tratamientos T1, T2, T4 tienen un comportamiento significativamente igual, lo que quiere decir que la pérdida de ácido ascórbico también tiene influencia con la temperatura de almacenamiento por lo que se afirma que los tres tratamientos tendrán el mismo comportamiento en diferentes tiempos de conservación.

En la interacción de los factores AxB los tratamientos de berro fresco con estado de madurez fisiológica y en la interacción BxC los tratamientos con más bajas

temperaturas no son significativamente diferentes, por lo que el tratamiento T7 (42 días de desarrollo madurez fisiológica, temperatura de almacenamiento 2 °C en empaque de polipropileno cast) es el que presenta menor pérdida de ácido ascórbico, y se lo determina como mejor tratamiento en esta etapa de almacenamiento.

4.3.2.2. Variable Ácido ascórbico a los 6 días de almacenamiento

Para la variable ácido ascórbico medido a los seis días de almacenamiento mediante refrigeración para los tratamientos por triplicado se obtuvieron, los resultados expresados en análisis de varianza de la Tabla 19.

Tabla 19. Análisis de varianza del comportamiento del ácido ascórbico en refrigeración a los tres días de almacenamiento.

F.V	SC	GL	CM	F. cal	F. Tab 5%	F. Tab 1%
Total	1473,44	53				
Tratamientos	1421,21	17	83,60	57,63 **	2,01	2,7
Factor (A)	1092,99	2	546,50	376,71 **	3,32	5,39
Factor (B)	145,45	2	72,72	50,13 **	3,32	5,39
Factor (C)	3,05	1	3,05	2,10 ns	4,17	7,56
FA x FB	1,11	4	0,28	0,19 ns	2,69	4,02
FA x FC	0,62	2	0,31	0,21 ns	3,32	5,39
FB x FC	175,11	2	87,56	60,35**	3,32	5,39
FAXFBxFC	2,88	4	0,72	0,50 ns	2,69	4,02
Error	52,22	36	1,45			

Factor A: Índice de madurez; **Factor B:** Temperatura de almacenamiento; **Factor C:** Tipo de envase; **ns:** No significativo; *: Significativo al 5%; **: Significativo al 1%.

Realizado el análisis de varianza del ácido ascórbico a los seis días de almacenamiento en refrigeración se determinó que existe alta significación estadística entre tratamientos y en los factores A y B, y en la interacción BxC por lo tanto; se realizó la prueba de Tukey para los tratamientos y DMS para los factores.

Tabla 20. Prueba de Tukey contenido de ácido ascórbico en berro fresco de cultivo hidropónico a los seis días de almacenamiento.

Tratamientos	Ácido Ascórbico 6 días de almacenamiento			
T1	100.82	±	1.51	a
T2	99.02	±	0.98	a
T4	100.58	±	1.28	a
T3	95.55	±	1.24	b
T5	95.95	±	1.24	b
T6	95.05	±	1.24	b
T7	96.07	±	1.27	b
T10	95.87	±	1.27	b
T8	92.47	±	1.17	c
T11	91.03	±	1.21	cd
T9	90.03	±	1.21	d
T12	89.77	±	1.17	d
T13	90.13	±	1.18	d
T16	89.95	±	1.18	d
T14	86.74	±	1.14	e
T17	85.36	±	1.12	ef
T15	84.45	±	1.11	f
T18	84.23	±	1.11	f

La variación del contenido de ácido ascórbico a los seis días de almacenamiento de berro de cultivo hidropónico fresco, fue cambiando gradualmente en comparación a los resultados obtenidos a los tres días de almacenamiento, cambio ligado como

lo mencionan Ordóñez & Yoshioka (2012); Serra & Cafaro, (2007), con el proceso de oxidación y degradación de la vitamina a azúcares reductores, cambio de pH por el proceso de maduración y la luz ; se evidenció que los tratamientos T1, T2, T4 no tienen significación estadística ($p>0.05$), tienen los mismos rangos; pero si existe significación estadística con los tratamientos T3, T5, T6, T7, T10 que también no presentan significación estadística ($p>0.05$) en el almacenamiento, los tratamientos T8, T11 son significativamente diferentes($p>0.05$) pero estadísticamente tienen comportamientos similares o iguales en la investigación de misma forma que los tratamientos T14, T17; los tratamientos T9, T12, T13, T16 no tienen significación estadística ($p>0.05$) a igual que los tratamientos T15, T18.

Según Serra y Cafaro (2007), el ácido ascórbico es una vitamina muy sensible a la degradación, por lo que se encuentra de forma muy residual en los alimentos; en la evaluación de los tratamientos a los seis días de almacenamiento, los tratamientos T1, T2, T4 son significativamente iguales corroborando la afirmación del comportamiento de la figura 18, y la influencia del estado de madurez con el contenido de ácido ascórbico en el almacenamiento.

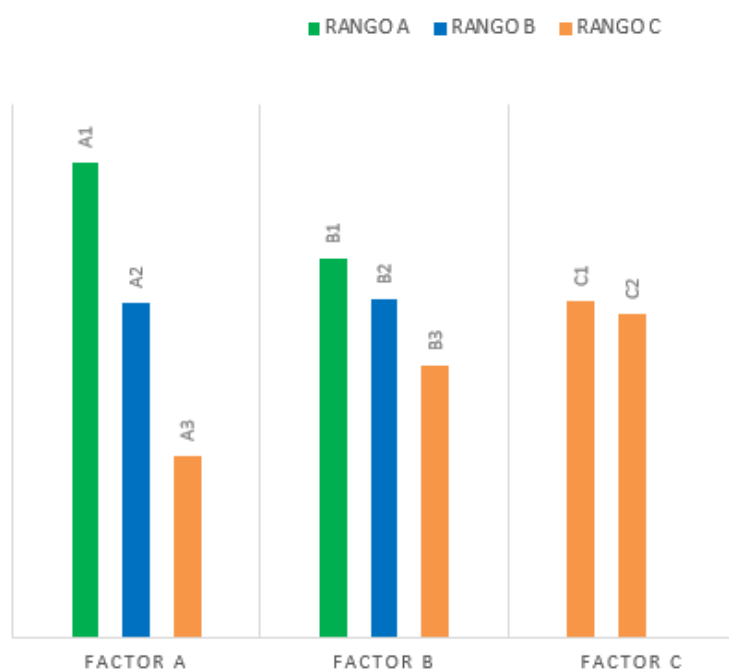


Figura 22. DMS de factores en estudio

Los factores A y B son significativamente diferentes indicador de la influencia de cada uno de sus niveles y el efecto de variabilidad de los tratamientos en el contenido de ácido ascórbico, el factor C no es significativamente diferente en sus niveles por lo que se determina que en estas condiciones el tipo de envase no repercute con la variable en estudio; sin embargo en su interacción con el factor B muestra alta significación estadística en los tratamientos con las temperaturas más altas, por lo que se determina la importancia de conservación de berro fresco de cultivo hidropónico con temperaturas bajas.

Se define como mejor tratamiento en esta etapa de la investigación a T1 (35 días de desarrollo madurez comercial; temperatura de almacenamiento 2°C, en empaque de polipropileno cast), por ser el tratamiento que menos pérdida de ácido ascórbico presenta.

4.3.2.3. Variable Ácido ascórbico a los 9 días de almacenamiento

A los nueve días de almacenamiento mediante refrigeración se realizó la medición de la variable ácido ascórbico para cada uno de los tratamientos por triplicado, tomando en cuenta los valores y análisis realizado en el almacenamiento de berro hidropónico a los seis días, para cada uno de los estados de madurez, se obtuvieron los resultados de análisis de varianza que se muestra en la Tabla 21.

Tabla 21. Análisis de varianza del comportamiento del ácido ascórbico en refrigeración a los tres días de almacenamiento.

F.V	SC	GL	CM	F. cal	F. Tab 5%	F. Tab 1%
Total	1449,45	53				
Tratamientos	1399,45	17	82,32	59,27 **	2,01	2,7
Factor A	1058,50	2	529,25	381,05 **	3,32	5,39
Factor B	133,27	2	66,63	47,97 **	3,32	5,39
Factor C	1,33	1	1,33	0,96 ns	4,17	7,56
FAxFB	0,38	4	0,0943	0,07 ns	2,69	4,02
FAxFC	0,01	2	0,10	0,0029 ns	3,32	5,39
FBxFC	205,53	2	102,76	73,00 **	3,32	5,39
FAxFBxFC	0,42	4	0,11	0,08 ns	2,69	4,02
Error	50,00	36	1,39			

Factor A: Índice de madurez; **Factor B:** Temperatura de almacenamiento; **Factor C:** Tipo de envase; **ns:** No significativo; *: Significativo al 5%; **: Significativo al 1%.

En el análisis de varianza se define alta significación estadística para los tratamientos y para los factores A y B, estados de madurez y temperaturas de almacenamiento respectivamente y en la interacción BxC, por lo que se realizó la prueba de Tukey para tratamientos y DMS para factores.

Tabla 22. Prueba de Tukey contenido de ácido ascórbico en berro fresco de cultivo hidropónico a los nueve días de almacenamiento.

Tratamientos	Ácido Ascórbico			
	9 días de almacenamiento			
T1	99.30	±	1.49	a
T4	98.83	±	1.04	a
T2	95.47	±	1.27	b
T5	93.93	±	1.21	bc
T7	93.29	±	1.22	c
T10	93.10	±	1.22	c
T3	92,93	±	1.21	c
T6	92.73	±	1.21	c
T8	89.78	±	1.18	d
T11	88.35	±	1.16	de
T13	87.94	±	1.15	de
T16	87.76	±	1.15	e
T9	87.40	±	1.15	e
T12	87.17	±	1.14	e
T14	84.62	±	1.11	f
T17	83.28	±	1.09	fg
T15	82.39	±	1.08	g
T18	82.17	±	1.07	g

En la variación del contenido de ácido ascórbico a los nueve días de almacenamiento, se evidencia que los tratamientos T1, T4 no tienen significación estadística ($p>0.05$), porque tienen los mismos rangos; pero si existe significación estadística con los tratamientos T2, T5 que son significativamente diferentes ($p>0.05$) pero estadísticamente tienen comportamientos similares o iguales, los tratamientos T3, T6, T7, T10 no tienen significación estadística, porque el contenido de ácido ascórbico tiene los mismos rangos, los tratamientos T11, T13 son significativamente diferentes ($p>0.05$) y con comportamientos similares o iguales estadísticamente a los tratamientos T8, T9, T12, T16 al igual que los tratamientos T14, T17 que presentan el mismo comportamiento, los tratamientos T15, T18 no tienen significación estadística ($p>0.05$) entre ellos.

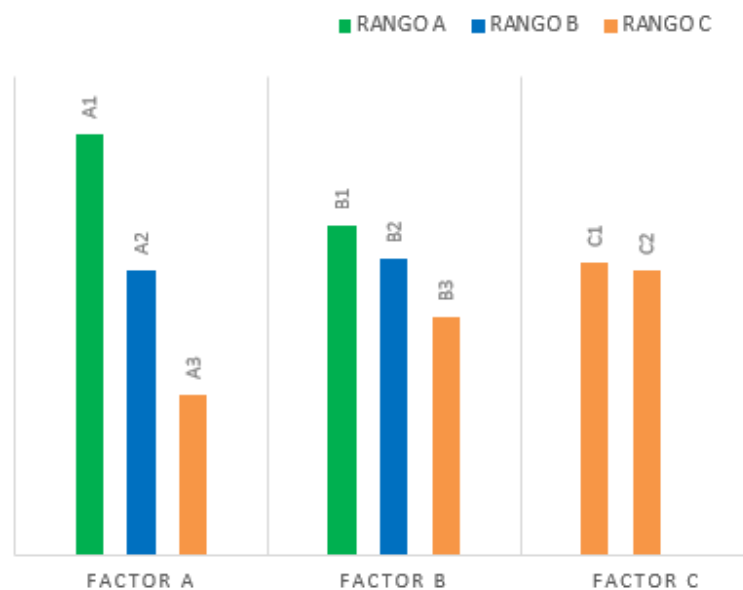


Figura 23. DMS de factores en estudio

Según Aranceta, Serra, Ortega, Entrala, y Gil (2001), el ácido ascórbico se pierde fácilmente tanto en tratamientos térmicos como en el almacenamiento, concordando con el autor por los resultados obtenidos en la investigación, en las medias obtenidas se puede observar la variabilidad en el contenido de ácido ascórbico a los nueve días de almacenamiento de berro de cultivo hidropónico, los tratamientos T1, T4 son los que presentan menor pérdida de contenido de ácido ascórbico quienes tienen similitud en los estados de madurez y temperatura definiendo la importancia de estos factores en el almacenamiento y conservación de ácido ascórbico como hacen mención los autores Fennema (2010), la degradación del ácido ascórbico es directamente proporcional al incremento de la temperatura y Karder (2011), que durante el desarrollo y maduración se presentan cambios composicionales especialmente del ácido ascórbico o vitamina C perjudicando el valor nutricional de los alimentos.

4.4 COMPOSICIÓN FÍSICA, QUÍMICA Y NUTRICIONAL DEL MEJOR TRATAMIENTO DE BERRO DE CULTIVO HIDROPÓNICO EMPACADO EN FRESCO

Una vez finalizada la etapa experimental y los análisis estadísticos de berro hidropónico, por la conservación de características físicas y de menor pérdida de

ácido ascórbico, se definió como mejor tratamiento T1 (35 días de desarrollo estado de madurez de cosecha (comercial), 2°C de almacenamiento empacado en bolsa de polipropileno cast), obteniendo las características fisicoquímicas y nutricionales a los 9 días de almacenamiento que se muestran en la Tabla 23. En relación a los datos obtenidos en la etapa inicial de la investigación los resultados muestran una reducción o pérdida principalmente en el contenido de agua, vitamina C y minerales Ca y Fe y cambio en las características del color.

Tabla 23. Análisis fisicoquímicos y nutricionales de berro hidropónico empacado como producto fresco.

Parámetro Analizado	Unidad	Resultados	Método de ensayo
Humedad	%	90.90	AOAC 925.10
Proteína Bruta	%	1.67	AOAC 920.87
Cenizas	%	1.14	AOAC 923.03
Fibra Bruta	g/100g	1.53	AOAC 932.14C
Calcio (Ca)	mg/100g	187.33	Espectrofotometría de AA
Hierro (Fe)	mg/100g	3.23	Espectrofotometría de AA
Ácido Ascórbico	mg/100g	99.3	AOAC 967.21.
Chromaticidad	%	64.24	Espectrofotometría reflectancia
Luminosidad	%	33.31	Espectrofotometría reflectancia
Hue	°	163	Ecuación (1) (2)

Según Vásquez, Cos, y López (2005), el cambio o pérdida de las características composicionales está relacionada con la operación o proceso de almacenamiento debido a la continua acción de las enzimas sobre los tejidos vegetales, la cual es mayor a la generada en la conservación con la utilización de procesos a nivel

industrial, los cambios presentados en el berro son principalmente por los procesos fisiológicos de respiración, oxidación y degradación de la clorofila.

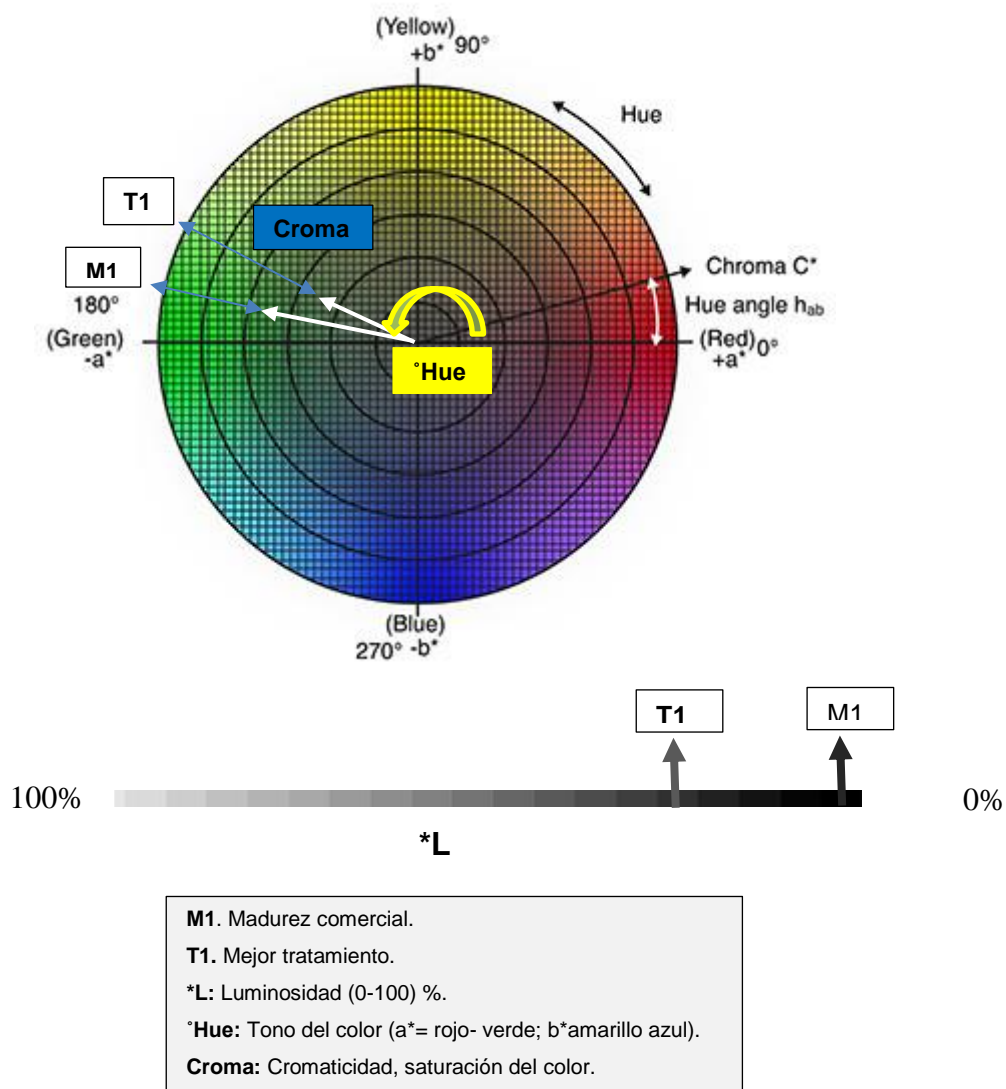


Figura 24. Representación gráfica de los parámetros ° Hue, Croma y Luminosidad del mejor tratamiento (T1), en relación al estado de madurez comercial.

El color según Camelo (2003), es un parámetro que define la frescura y madurez de los productos, el color verde en hortalizas de hoja es un pigmento natural, más evaluado externamente por el consumidor y es decisivo por ser un indicador de frescura o senescencia del producto, en la Figura 13, se puede apreciar la ubicación de los parámetros del color del tratamiento T1 definido como mejor tratamiento a los 9 días de almacenamiento de berro empacado como producto fresco, presentando los parámetros de L* en un valor de 33,31 % lo que indica que el berro

presenta características de color obscuras por su bajo porcentaje de luminosidad, en un ángulo Hue de 163°C que representa el tono o matiz en el color y la cromaticidad que mide el nivel de saturación del mismo, fue medido con el espectrofotómetro de reflectancia (modelo Specord 250 plus).

El color del berro de cultivo hidropónico en el almacenamiento cambió sus características iniciales de luminosidad, tono y nivel de saturación; cambio dado por la pérdida o degradación de la clorofila a feofitina como lo menciona Barreiro & Sandoval (2006), por los factores de pH, luz y oxígeno y por acción enzimática de la clorofilasa que se encuentra en los tejidos vegetales y la cual se activa en condiciones de estrés fisiológico, como en los procesos de senescencia y almacenamiento prolongado de las hortalizas.

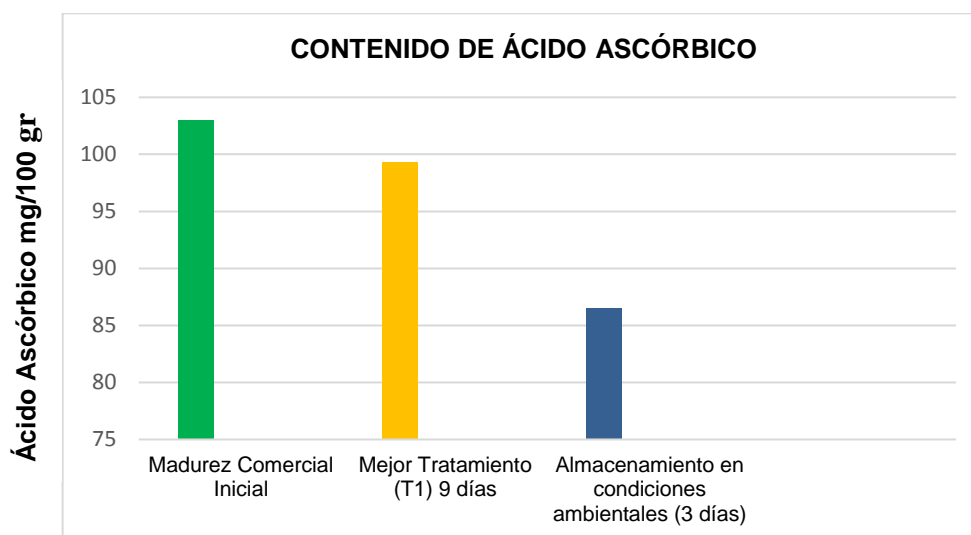


Figura 25. Variación de ácido ascórbico en diferentes condiciones.

Posterior a la caracterización del mejor tratamiento determinado estadísticamente, se realizó un análisis de una muestra con condiciones diferentes a la evaluada en la investigación, para realizar una comparación numérica del contenido de ácido ascórbico, las condiciones de la muestra fue la determinación de contenido de ácido ascórbico en berro de cultivo hidropónico a 35 días de desarrollo de estado de madurez de cosecha (comercial), a temperatura ambiente que tuvo un promedio de 17,6 °C y bolsa de polipropileno cast, de los cuales se obtuvo como resultado a los 3 días de almacenamiento un valor en ácido ascórbico menor al de 9 días en refrigeración. Como se muestra en la Figura 25, con el almacenamiento a

temperaturas de 2 °C se logra conservar el ácido ascórbico en un 96,8% en relación al contenido inicial en la madurez comercial, mientras que en condiciones ambientales el berro al cabo de los 3 días se reduce en un 14% además de la pérdida de características de calidad organoléptica que son muy apreciadas por el consumidor como el color y apariencia.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES:

- El estado de madurez adecuado de cosecha del Berro es el estado de madurez comercial a los 35 días de desarrollo en cultivo hidropónico, ya que presentó las cualidades fisicoquímicas óptimas para la comercialización y consumo de la hortaliza.
- A mayor estado de madurez, existe un menor contenido de humedad, y mayor cantidad de minerales y sólidos solubles totales; con lo cual se evidencia la influencia que tienen los estados madurez con la composición fisicoquímica de las hortalizas.
- La pérdida de agua durante el proceso fisiológico de maduración de la hortaliza, ocasionó la concentración de los minerales Calcio (Ca) y Hierro (Fe) en el estado de madurez de consumo o sobremadurez. En lo que respecta a proteína y fibra no existió significancia entre los 3 estados de madurez evaluados.
- El contenido de ácido ascórbico (vitamina C) mantiene una relación con los estados de madurez y el tiempo de vida útil de la hortaliza, por lo que su valor es un indicador del proceso de maduración y senescencia del berro. Su mayor concentración se obtuvo en el estado de madurez fisiológica con un valor de 109,73 mg/100gr.
- Se identificó como mejor tratamiento a T1 (35 días de desarrollo estado de madurez comercial, temperatura de almacenamiento 2°C y empaque bolsa de polipropileno cast); debido a que, en estas condiciones, este tratamiento presenta menor pérdida de ácido ascórbico, alargando su tiempo de vida útil como producto fresco hasta los 9 días durante almacenamiento.

- De acuerdo, al estudio realizado, se define que el estado de madurez y las operaciones postcosecha influyen en el período de vida útil del berro, por lo que se acepta la hipótesis alternativa.

5.2 RECOMENDACIONES

- Evaluar e investigar la estabilidad de otros compuestos bioactivos presentes en el berro como los glucosinolatos durante el almacenamiento de la hortaliza.
- Realizar la evaluación del tiempo de vida útil del berro en anaquel con la utilización de otros métodos de conservación como atmósferas modificadas en estado de madurez comercial por las características tanto físicas y composicionales que presentó en la investigación.
- El berro es una planta con alto contenido de hierro y ácido ascórbico, por lo que se recomienda su consumo principalmente en niños, adolescentes, mujeres embarazadas para asegurar una correcta asimilación de hierro.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agroterra. (22 de 01 de 2019). *Agroterra*. Obtenido de <https://www.agroterra.com/cultivos/semillas/semillas-hortícolas/berro.html>
- Agustí, M. (2010). *Fruticultura*. Madrid, España: Mundi-Prensa.
- Antillón, L. A. (2004). *Hidroponía cultivo sin tierra* (1ra ed.). Cartago, Costa Rica: Tecnológica de Costa Rica.
- Aranceta, J., Serra, L., Ortega, R. M., Entrala, A., & Gil, Á. (11 de 2001). *Las Vitaminas en la Alimentación de los Españoles*. Madrid, España: Médica Panamericana S.A.
- Barreiro, J., & Sandoval, A. (2006). *Operaciones de conservación de alimentos por bajas temperaturas*. Baruta, Miranda, Venezuela: Equinoccio.
- Barreiro, J., & Sandoval, A. (2006). *Operaciones de Conservación de Alimentos por Bajas Temperaturas*. Caracas, Venezuela: Equinoccio.
- Baudi, S. (2013). *Química de los alimentos*. México: PEARSON.
- Bautista, J. (2004). *Hidroponía cultivo sin tierra*. En J. B. P, *Hidroponía cultivo sin tierra* (págs. 7,8,9). Flash Grafic.
- Bello, J. (2000). *Ciencia Bromatológica. Principios Generales de los Alimentos*. Madrid, España: Ediciones Díaz de Santos.
- BOE. (25 de 11 de 2013). *Legislación Consolidada*. Obtenido de <http://www.boe.es/buscar/pdf/2012/BOE-A-2012-5529-consolidado.pdf>
- Box, J. M. (2005). *Prontuario de Agricultura*. En J. M. Box, *Prontuario de Agricultura* (pág. 537). Madrid, España: Mundi- Prensa.
- Cabascango, S. (2016). *Determinación microbiológica y de metales pesados en Berro (Nasturtium officinale R. Br.) expandido en los diferentes mercados del Distrito Metropolitano de Quito*. Quito.
- Camelo, A. F. (2003). *Manual para la Preparación y Venta de Frutas y Hortalizas*. Balcarce.

- Capilla, P., Artigas, J., & Pujol, J. (2002). *Tecnología del color*. Valencia: Maite Simon.
- Carmona, D. A. (s.f.). *Caracterización Físico-Químico y Sensorial de Nabiza y Grelo*.
- Carrasco, G., & Sandoval, C. (2016). Manual práctico del cultivo de la lechuga. España: Mundi-Prensa.
- César Marulanda; Juan Izquierdo. (2003). Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. *La Huerta Hidropónica Popular*. Santiago de Chile, Chile. Obtenido de Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación: www.fao.org
- Chávez, N. (2016). Obtener productos vegetales en todo tiempo . Cajamarca, Perú.
- Collantes, A., & Alfaro, A. (1852). Diccionario de Agricultura Práctica y Economía Rural . Madrid, España.
- CONASI. (22 de 01 de 2019). *CONASI SHOP*. Obtenido de <https://www.conasi.eu/semillas-para-germinar-ecologicas/202-semillas-de-berro.html>
- Díaz, O. A. (2003). *Guía para Postcosecha y Mercadeo de Productos Agrícolas*. Bogotá.
- El Comercio. (25 de Agosto de 2014). *El Comercio*. Obtenido de <https://www.elcomercio.com/tendencias/melloco-berro-amaranto-alimentos-ancestrales.html>
- Faveri, E., & Larbalétrier, A. (2008). Manual del Hortelano. Madrid, España: MAXTOR.
- Fennema, O. (2010). *Química de los alimentos* . Zaragoza: Acibia.
- Fernández, M. (Septiembre de 2017). Preelaboración y conservación de vegetales y setas. *Preelaboración y conservación de vegetales y setas*. Madrid, España: EDITORIAL CEP S.L.
- Fonseca, J. M. (2017). *Hortalizas* . Recuperado el 07 de 03 de 2017, de Hortalizas la mano derecha del Productor: <http://www.hortalizas.com/poscosecha-y-mercados/clave-para-alargar-la-vida-de-anaquel-de-los-productos-hortícolas/>

- Gaithersburg, M. (2005). Official Methods of Analysis of AOAC International (OMA). *AOAC International*,.
- Gil, Á. (2010). *Tratado de Nutrición* (Vol. II). Madrid, España: Médica Panamericana S.A.
- Gómez, C., Palma, S., Coral, S., Riobó, P., & Robledo, P. (2016). *Alimentación, Nutrición y Cáncer: Prevención y Tratamiento*. Madrid: Universidad Nacional de Educación a Distancia.
- Gómez, D., Vásquez, M., Rodríguez, I., & Posas, F. (2011). Producción Orgánica de Hortalizas de Clima Templado. *Postcosecha*. Tegucigalpa, Honduras: Copyright: PYME RURAL Y PPRONAGRO.
- Grupo PM . (2009). *GRUPO PM*. Recuperado el 28 de 11 de 2014, de ABC DE FRUTAS Y HORTALIZAS: www.grupopm.com
- Guzmán, G. (2004). *Hidroponía en casa: una actividad familiar*. San José, Costa Rica.
- Hardenburg, R., Watada, A., & Wang, C. Y. (1988). *Almacenamiento Comercial de frutas, legumbres y existencias de floristerias y viveros*. San José, Costa Rica: Marcelle Banuett.
- Hensall, J. (2012). Food Safety and Standards Authority of India . *Manual of Methods of Analisis of*. Nueva Deli , India.
- Instituto Nacional de Metereología. (2016 de Diciembre de 2016) . Obtenido de Instituto Nacional de Metereología: www.serviciometereologico.com.ec. INAMI
- Infojardín. (2002). (J. Morales, Ed.) Recuperado el 03 de 12 de 2014, de <http://fichas.infojardin.com/hortalizas-verduras/berros-nasturtium-officinale.htm>
- Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá INCAP ;Centro Regional de la Organización Panamericana de la Salud OMS; Centro de Aprendizaje e Intercambio del Saber en Seguridad Aimentaria y Nutricional del INCAP CAIS. (2006). Hidroponía: Sistema de Cultivo NFT. *Fichas Tecnológicas - Publicaciones INCAP*, 1-3.
- Instituto Interamericano para la Agricultura. (1987). Tecnología del Manejo Postcosecha de Frutas y Hortalizas . Colombia.

- Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología. (2014). Anuario Meteorológico. Quito, Ecuador: INAMHI.
- Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología. (2016). Boletín Climatológico Anual 2015. Quito, Ecuador: INAMHI.
- JP Selecta S.A. (09 de 01 de 2018). *Notas de aplicaciones*. Obtenido de Determinación de proteínas por el método Kjeldahl: www.grupo-selecta.com
- Karder, A. A. (2011). *Tecnología Postcosecha de Cultivos Hortofrutícolas*. California.
- KONICA MINOLTA . (21 de Junio de 2017). Obtenido de KONICA MINOLTA : <http://sensing.konicaminolta.com.mx/2014/09/entendiendo-el-espacio-de-color-cie-lab/>
- Langlais, C., & Ryckewaert, P. (2002). *Guía de los cultivos protegidos de hortalizas en zona tropical húmeda*.
- Londoño, J. (2012). *Antioxidantes: importancia biológica y métodos para medir su actividad*. Antioquia: Corporación Universitaria Lasallista.
- Martínez, A., Lee, R., Chaparro, D., & Páramo, S. (2003). *Postcosecha y Mercadeo de Hortalizas de Clima Frío Bajo Prácticas de Producción Sostenible*. Bogotá: Ultracolor LTDA.
- Martínez, C. V., Blanco, A. I., & Nomdedeu, C. L. (2005). *Alimentación y Nutrición*. Madrid: Dáz de Santos.
- Martínez, J. R. (2003). *Física y Química*. Madrid: Mad, S.L.
- Máximo, B. (10 de 09 de 2012). *El cultivo de la piña y el cultivo en Ecuador*. Recuperado el 03 de 05 de 2013, de <http://www.revistaelagro.com/2012/09/10/el-cultivo-de-la-pina-y-el-clima-en-ecuador/>
- Muñoz, A. V. (2013). *Principios de color y holopintura*. Barcelona: Club Universitario.
- Negrete, H. (28 de Diciembre de 2009). *QuimiNet* . Obtenido de Determinación de cenizas en alimentos: <https://www.quiminet.com/articulos/determinacion-de-cenizas-en-alimentos-41328.htm>

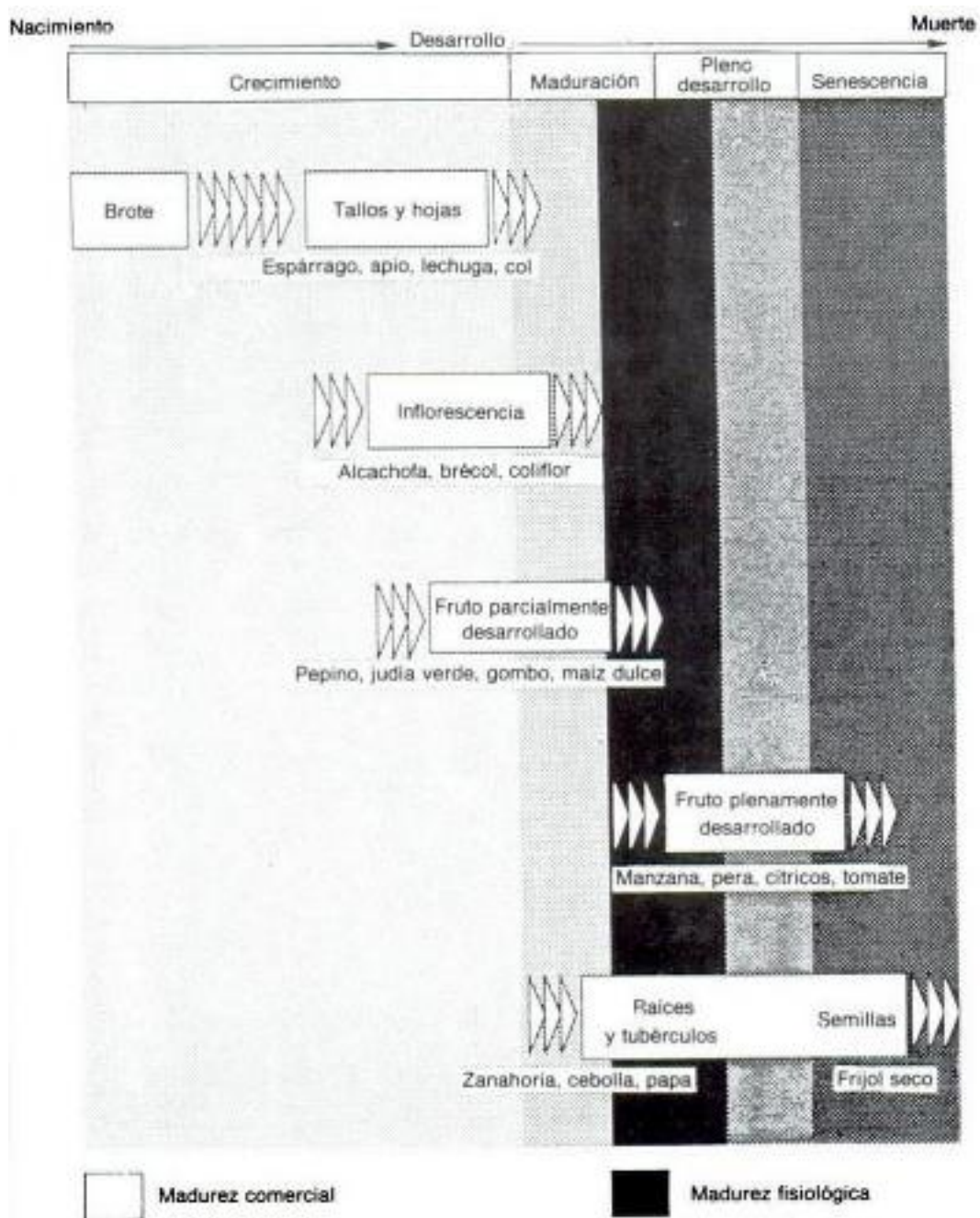
- Ochoa, D., & Ríos, D. (2003). *Construcción de un prototipo didáctico para la fermentación alcohólica y acética de ciclo cerrado*. Obtenido de http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/5344/1/22259_1.pdf
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, FAO . (1997). *Producción y manejo de datos de composición química de alimentos en nutrición*. Santiago, Chile.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, FAO. (1993). *Prevención de pérdidas de alimentos postcosecha: frutas, hortalizas, raíces y tubérculos*. Roma, Italia.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, FAO. (2009). *Análisis Proximales*. Obtenido de Depósito de documentos de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación: <http://www.fao.org/docrep/field/003/AB489S/AB489S03.htm>
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. (2011). *Manual Técnico Producción Artesanal de Semillas de Hortalizas para la Huerta Familiar*. Santiago de Chile, Chile: MasGrafik.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, FAO, O. d. (2011). *Manual técnico . Producción artesanal de semillas de hortalizas para el huerto familiar*. Santiago de Chile, Chile.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. (1993). *Prevención de pérdidas de alimentos poscosecha: frutas, hortalizas, raíces y tubérculos*. Roma.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura. (1987). *FAO*. Recuperado el 18 de 02 de 2017, de <http://www.fao.org/publications/es/>
- Pamplona, J. (2006). *Saud por las Plantas Medicinales*.
- Pelayo, C., & Castillo, D. (11 de 2003). *Técnicas de manejo postcosecha a pequeña escala: Manual para los productos Hortofrutícolas*. (L. K. Kader, Editor) Recuperado el 03 de 12 de 2014, de <http://ucce.ucdavis.edu/files/datastore/234-2097.pdf>

- Pérez, A. R., & Quintero, E. M. (2015). Funciones del calcio en la calidad poscosecha de frutas y hortalizas: una revisión. *Alimentos hoy Revista de la Asociación Colombiana de Ciencia y Tecnología*, 14 - 25.
- Pólit, P. (2001). *Manual de Manejo Postcosecha de piña*. Quito - Ecuador: Graficas Guimar.
- Poscosecha, C. N.-D.-Á. (s.f.). Guía Técnica Poscosecha. *La Maduración en los Productos Hortofrutícolas*. San José, Costa Rica.
- Prados, N. C. (2007). *Invernaderos de Plástico* (2da ed.). Madrid, España: Mundi-Prensa.
- Quantec. (24 de 07 de 2017). *Quantec S. L.* Obtenido de Quantec S. L.: <http://www.quantotec.com/sp/colorimetria.htm>
- Ramírez, F. D. (2009). Plantas aromáticas y medicinales. En F. D. Ramírez, *Plantas aromáticas y medicinales* (págs. 29,30,31). Grupo Latino.
- Riquelme, M. C. (2012). Influencia de los factores pre y postcosecha en la calidad de lechuga IV Gama. *Influencia de los factores pre y postcosecha en la calidad de lechuga IV Gama*. Murcia, España.
- Rivera, V. M., & Magro, E. S. (2008). *Bases de la Alimentación Humana* (1ra ed.). (P. P. Otero, Ed.) España: Netbiblo S.L.
- Rodríguez, Z. R. (2008). *Elementos de Nutrición Humana*.
- Rojas, K. U. (Enero de 2009). Determinación no Destructiva de Parámetros de Calidad de Frutas y Hortalizas mediante Espectroscopia de Reflectancia en el infrarojo cercano. Cordova, Madrid.
- Roldán, J. M. (2001). *Recolección, Almacenamiento y Transporte de Flores y Hortalizas*. Málaga: Innova y Cualificación S.L.
- Rosero, N. E. (2015). Respuesta a la aplicación de cuatro soluciones nutritivas en el cultivo de berro hidropónico (*Nasturtium officinale* L.), en el cantón Otavalo, provincia de Imbabura. *Tesis de Grado*.
- Sánchez, H. B. (11 de 2006). Estudio de Mercado del Berro (*Nasturtium officinale* R. Br. in Ait. Hort. kew) en el Municipio de Antigua Guatemala, Sacatepéquez. *Tesis de Grado*. Guatemala, Guatemala.

- Sánchez, L. (2015). Operaciones Preliminares de Frutas y Hortalizas que se realizan antes de la Conservación. *Operaciones Preliminares de Frutas y Hortalizas que se realizan antes de la Conservación*. Posadas, Argentina.
- Serra, H. M., & Cafaro, T. A. (06 de 09 de 2007). *SciElo Argentina*. Obtenido de SciElo Argentina: <http://www.scielo.org.ar>
- Soroa, J. M. (Enero de 1993). *Hojas Divulgadoras Ministerio de Agricultura, Industria y Comercio*. Recuperado el 09 de 02 de 2015, de Servicio de Publicaciones Agrícolas de la Dirección General de Agricultura: http://www.magrama.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1933_01.pdf
- Tecnología del Manejo Postcosecha de Frutas y Hortalizas*. (s.f.).
- Ubillos, M. A., & Montalbán, J. M. (2009). *Plantas Aromáticas Gastronómicas*. Madrid, Barcelona, México: Ediciones Mundi-Prensa.
- Ulloa, J., P., R. -U., Flores, J., Ulloa-Rangel, B., & Escalona, H. (2007). Comportamiento del color en bulbos del fruto de la jaca (*Artocarpus heterophyllus*) autoestabilización en frascos de vidrio por a tecnología de obstáculos. *Sociedad Mexicana de Nutrición y Tecnología de los Alimentos - SOMENTA*, 372-378.
- Universidad Nacional Agraria la Molina. (ABRIL de 2009). *RED HIDROPONÍA*. Obtenido de RED HIDROPONÍA: http://www.lamolina.edu.pe/hidroponia/boletin43/BOLETIN_43.htm
- Valero, A. (2013). *Principios de Color y Holopintura*. Barcelona: Club Universitario.
- Vanaclocha, A. C., & Requena, J. A. (2003). *Procesos de Conservación de Alimentos*. Mundi-Prensa.
- Vargas, J. B. (2010). *Curso Básico de Hidroponía*. Moca.
- Vásquez, C., Cos, A., & López, C. (2005). Alimentación y Nutrición. *Manual Teórico Práctico*. Buenos Aires, Argentina: Díaz de Santos.
- Vásquez, L. V. (2008). *Efecto de Soluciones Nutritivas y Sombreo en la Producción y Calidad del berro Hidropónico en la Sierra Norte de Oaxaca*. Tesis de Maestría, Instituto Politécnico Nacional, Oaxaca.

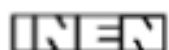
- Vergara, A. Q. (2011). *Diccionario de Historia y Geografía de Chile* (2da ed.). (RIL, Ed.) Santiago, Chile.
- Villena, P. (2010). *Efectos de diferentes sanitizantes en la calidad microbiológica de berros (*Nasturtium Officinale* R. BR.) envasados en atmósfera modificada*. Santiago : Universidad de Chile.
- W.Bamfort, C. (2005). *Alimentos, fermentación y microorganismos*. Zaragoza: Acribia S.A.
- Yeager, S. (2001). *La Guía Médica de Remedios Alimenticios. La Guía Médica de Remedios Alimenticios*. PREVENTION.

Anexo 1. Proceso de desarrollo y estados de madurez de hortalizas



Fuente: (FAO, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, 1993).

Anexo 2. Norma Técnica Ecuatoriana INEN 104:1996 Hortalizas frescas
definiciones y clasificación



INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN

Quito - Ecuador

NORMA TÉCNICA ECUATORIANA

NTE INEN 2 104:1996

HORTALIZAS FRESCAS. DEFINICIONES Y CLASIFICACIÓN.

Primera Edición

FRESH VEGETABLES. DEFINITIONS AND CLASSIFICATION.

First Edition

DESCRIPTORES: Agricultura, hortalizas, definiciones.
AL: 02.01-103
COI: 034-1/8
CII: 1120
ICS: 65.020

Norma Técnica Ecuatoriana Obligatoria	HORTALIZAS FRESCAS. DEFINICIONES Y CLASIFICACIÓN.	NTE INEN 2 104:1998 1998-11
<p style="text-align: center;">1. OBJETO</p> <p>1.1 Esta norma establece las definiciones y clasificación de las hortalizas destinadas a ser comercializadas en estado fresco.</p> <p style="text-align: center;">2. DEFINICIONES</p> <p>2.1 Hortaliza. Toda aquella planta anual, bianual o perenne, de la que una o más partes pueden ser utilizadas, en estado tierno y/o verde maduro.</p> <p>2.2 Hortaliza fresca. Hortaliza cuyas células se mantienen en estado de turgencia y que presentan características de maduración comercial.</p> <p>2.3 Varietalidad. Conjunto de plantas de la misma especie, que poseen características definidas dentro de ciertos límites, las cuales pueden ser transmitidas hereditariamente.</p> <p>2.4 Híbrido. Primera generación de un cruzamiento entre clones, líneas o variedades.</p> <p>2.5 Madurez. Hortaliza, que presenta las condiciones apropiadas para su cosecha, comercialización y consumo en fresco.</p> <p>2.6 Madurez fisiológica. Etapa del desarrollo de la hortaliza en que se ha producido el máximo crecimiento, acumulación de fibra, y con alto contenido de humedad.</p> <p>2.7 Madurez comercial. Etapa en que la hortaliza, posee características requeridas por el mercado.</p> <p>2.8 Climaterio. Período durante el cual la hortaliza inicia una serie de cambios bioquímicos (contenido de proteínas, vitaminas, almidones, etc.) provocado por un rápido aumento en la velocidad de la respiración y desprendimiento de etileno.</p> <p>2.9 Hortaliza climatérica. Hortaliza caracterizada por una rápida maduración debido a un incremento en la velocidad de respiración y el desprendimiento de etileno, en un momento de su desarrollo.</p> <p>2.10 Hortaliza no climatérica. Hortaliza en la que el proceso de madurez y sazón es gradual pero continuo.</p> <p>2.11 Índice de madurez. Factor indicativo de maduración:</p> <p>a) Subjetivo: color, número de días de plena floración a cosecha y otros.</p> <p>b) Objetivo: dimensional, pH, almidón, azúcar y otros.</p> <p>2.12 Turgencia. Estado normal de las células vivas, indispensable para su desarrollo y el de los órganos que forman parte.</p> <p>2.13 Grado de calidad. Conjunto de características organolépticas y físicas (tamaño, estado o condición, pureza, forma, aroma, textura, color y otros.) que definen el valor comercial o destino de la hortaliza.</p> <p>2.14 Diámetro ecuatorial. Es el diámetro mayor y perpendicular al eje de la hortaliza considerada.</p> <p style="text-align: right;">(Continúa)</p> <hr/> <p>DESCRIPTORES: Agricultura. Hortalizas. Definiciones.</p>		

2.16 Recubrimiento. Proteger la superficie de la hortaliza con sustancias como aceites, ceras vegetales, y otros productos con el propósito de reducir la marchitez, arrugamiento y mejorar la apariencia.

2.16 Curado. Es el tratamiento que se aplica a una hortaliza, para cicatrizar heridas.

2.17 Raíz. Nombre con que se designa a la parte subterránea de una planta, que tiene la particularidad de engrosarse en algunas especies y variedades comestibles.

2.18 Raicilla. Raíz secundaria desarrollada en la hortaliza, y que deteriora la calidad de la misma.

2.19 Rizoma. Órgano caulino, de ordinario corto, grueso, de desarrollo lento, con la capacidad de almacenar sustancias de reserva.

2.20 Tubérculo. Raíz carnosa, engrosada, acumuladora de sustancias de reserva.

2.21 Bulbo. Catáfilo que se ha vuelto carnoso por la acumulación de materias nutricionales.

2.22 Baya. Fruto con semillas, generalmente numerosas alojadas en un pericarpio totalmente carnoso y blando

2.23 Legumbre. Hortaliza cuyo fruto formado por una vaina, contiene en su interior una o más semillas.

2.24 Verdura. Es una hortaliza que se la consume en fresco o cocida.

2.25 Brote. Desarrollo de la yema que originará a un vástago o tallo comestible.

2.26 Hortaliza entera. Es la hortaliza que no se presenta dividida, fraccionada y que se ajusta al peso o medida requeridos por el mercado, según su calidad.

2.27 Hortaliza sana. Aquella hortaliza que carece de daños (lesión o deterioro causado en la hortaliza, antes, durante o después de la cosecha, transporte, almacenamiento y mercado).

2.28 Materia extraña. Cualquier material distinto de la hortaliza (restos de hojas, polvo, tierra y otros) adheridos o junto al producto.

2.29 Homogeneidad. Producto a granel o envasado de un mismo origen, variedad, calidad, calibre, cosecha.

2.30 Calibre. Unidad de medida, longitud, área, peso, diámetro ecuatorial, que satisface los requisitos del mercado.

2.31 Daño. Lesión o deterioro causado en la hortaliza, antes, durante o después de la cosecha, transporte, almacenamiento y mercado; ocasionados por:

2.31.1 Magulladura-Machucón. Daño exterior ocasionado por excesiva presión sobre la hortaliza que provoca el reblandecimiento del tejido.

2.31.2 Cicatriz. Señalo huella de lesión que presenta la hortaliza en su superficie.

2.31.3 Raspadura. Hortaliza que ha sufrido raspado y en consecuencia a perdido una parte de su superficie.

2.31.4 Deshidratación-Marchitez. Flacidez de los tejidos cuando las células de estos pierden en parte su contenido de agua.

2.31.6 Escaldadura. Daño muy pronunciado causado por: quemaduras de sol, productos químicos, o ambos. Los tejidos afectados se presentan deteriorados, descoloridos, frecuentemente arrugados o lustrosos en un área bien definida.

(Continúa)

2.31.6 *Dasgama*. Hortaliza que ha sufrido una rotura en su estructura, especialmente durante la cosecha.

2.31.7 *Insectos*. Hortaliza que ha sufrido deterioro en su estructura (perforaciones, picados, etc.) debido a la acción de insectos.

2.31.8 *Microorganismos*. Hortaliza que ha sufrido deterioro en su estructura debido a la acción de hongos, bacterias, etc.

2.31.9 *Vandado (vando)*. Alteración del color natural que cubre parcial o totalmente la superficie del producto.

2.31.10 *Frío*. Daño fisiológico que se manifiesta por la aparición de coloración negra en los tejidos, debido a la exposición de la hortaliza a bajas temperaturas.

2.31.11 *Herida-corta*. Lesión mecánica superficial o profunda, no cicatrizada.

2.31.12 *Contaminada*. Hortaliza que posee en su estructura residuos de plaguicidas o aditivos perjudiciales, fuera de los límites permitidos.

2.31.13 *Infestada*. Hortaliza que contiene insectos vivos en cualquiera de sus estados biológicos.

2.31.14 *Pudrición*. Es la rotura, desintegración o fermentación, de la porción carosa o cáscara ocasionada por microorganismos.

2.31.15 *Blando*. Hortaliza que cede fácilmente cuando se aplica una ligera presión.

2.32 *Deforme*. Hortaliza que no mantiene las características propias de la variedad.

2.33 Otras definiciones de hortalizas constan en el Anexo A.

a. CLASIFICACION

3.1 De acuerdo a las características de calidad, las hortalizas frescas se clasifican en:

Grado Extra
Grado 1
Grado 2

3.2 De acuerdo a su naturaleza las hortalizas frescas se clasifican en:

3.2.1 Raíces
3.2.2 Tubérculos
3.2.3 Bulbos
3.2.4 Tallos
3.2.5 Hojas
3.2.6 Flores
3.2.7 Frutos
3.2.8 Semillas-Granos

(Continúa)

ANEXO A

DEFINICIONES DE HORTALIZAS

NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO
Acelga	Beta vulgaris lo varo cycia Moq.
Achogcha	Cyclanthera pedata Schard
Achogcha	Cyclanthera subnemis Cogn
Achogcha	Sechium edule Swartz
Aji	Capicum frutescens L.
Aji dulce	Capicum annuum L.
Aji rocoto	Capicum pubescens R & P
Ajo	Allium sativum L.
Aicachofa	Cynara scolymus L.
Aplo	Aptium graveolens L.
Arveja	Pisum sativum L.
Berenjena	Solanum flavescens Dun
Berenjena	Solanum melongena L.
Berros	Nasturtium officinalis Bern
Betabel	Beta vulgaris
Brócoli	Brassica oleracea L. var. italica
Calabaza	Cucurbita maxima D.
Camote	Convolvulus batatas L= Ipomea batatas L Lam.
Cebolla	Allium cepa L.
Cebolla en rama	Allium fistulosum L.
Cebolla palteña	Allium ascalonicum L.
Col	Brassica oleracea L. var. capitata
Col de bruselas	Brassica oleracea L. var. gemmifera
Col forrajera	Brassica oleracea L. var. acephala
Col morada	Brassica oleracea L. var. rubra
Coliflor	Brassica oleracea L. var. botrytis
Colinabo	Brassica napobrassica Mill
Colza	Brassica campestris L.
Culantro	Coriandrum sativum L.
Espárrago	Asparagus officinalis L.
Espinaca	Spinacia oleracea L.
Fréjol	Phaseolus vulgaris L.
Fréjol lima	Phaseolus lunatus L.
Fréjol alado	Pisophocarpus tetragonolobus L.
Fréjol de palo	Cajanus cajan D.C (L)
Garbanzo	Cicer arietinum L.
Haba	Vicia faba L.
Jicama	Polymnia sonchifolia Endl & Poepp
Lechuga	Lactuca sativa L.

NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO
Maíz choclo	Zea mays L.
Mashua	Tropaeolum tuberosum.
Meloco	Ullucus tuberosus H.B.K.
Nabo	Brassica napus L.
Oca	Oxalis tuberosa Sav.
Palmito	Iriartea cornuta Karst
Papa	Solanum tuberosum L.
Papa china	Colocasia esculenta (L.) Schott
Pepino	Cucumis sativus L.
Perejil	Petroselinum sativum (L.)
Perejil crespo	Petroselinum crispum Mill.
Perejil silvestre	Sanicula ilberta C & S
Puerro	Allium porrum L.
Pimiento	Capsicum annum L.
Rábano	Raphanus sativus L.
Remolacha azucarera	Beta vulgaris L. var. rapa altissima
Remolacha roja	Beta vulgaris L. var. rapa rubra
Suquiní	Cucurbita moschata D.
Taraxaco	Taraxacum officinale L.
Tomate riñón	Lycopersicon esculentum Mill
	Lycopersicon esculentum
Yuca	Manihot esculenta Crantz
Zambo	Cucurbita ficifolia Bouche
Zanahoria amarilla	Daucus carota L.
Zanahoria blanca	Arracacia xanthorrhiza Bayer.
Zapallo	Cucurbita pepo L.

NOTA: En el listado no consta toda la clasificación.

APENDICE Z**Z.1 DOCUMENTOS NORMATIVOS A CONSULTAR**

Esta norma no requiere de otras para su aplicación.

Z.2 BASES DE ESTUDIO

Norma Internacional ISO 1 991/1 :1990. *Vegetables Nomenclature*. Switzerland, 1985.

Norma Colombiana ICONTEC 1 291 :1977. *Frutas y hortalizas frescas. Generalidades*. Bogotá, 1978.

Ortega A. Tafur V. *Plantas del Ecuador*. Quito, 1995.

FAO/OMS CODEX ALIMENTARIUS. *Frutas y hortalizas tropicales frescas*. Vol. 5B. Roma, 1994.

FAO. *Manual para el mejoramiento del manejo poscosecha de frutas y hortalizas*. Santiago, 1987.

Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Dirección general de política alimentaria. *Hortalizas y verduras*. Manual de Legislación para la Inspección de calidad de alimentos. Capítulo XXI. España 1986.

Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Dirección general de política alimentaria. *Frutas y derivados*. Manual de Legislación para la Inspección de calidad de alimentos. Capítulo XXII. España 1986.

Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN - Baquerizo Moreno EB-29 y Av. 6 de Diciembre
Casilla 17-01-3999 - Telfs: (593 2) 2 501885 al 2 501891 - Fax: (593 2) 2 507815
Dirección General: E-Mail:jurisdia@inen.gov.ec
Área Técnica de Normalización: E-Mail:normalizacion@inen.gov.ec
Área Técnica de Certificación: E-Mail:certificacion@inen.gov.ec
Área Técnica de Verificación: E-Mail:verificacion@inen.gov.ec
Área Técnica de Servicios Tecnológicos: E-Mail:inssat@inen.gov.ec
Regional Guayas: E-Mail:inenaguayas@inen.gov.ec
Regional Azuay: E-Mail:inenazuaya@inen.gov.ec
Regional Chimborazo: E-Mail:inenchimborazo@inen.gov.ec
URL: www.inen.gov.ec

Anexo 3. Reglamento Técnico Ecuatoriana RTE INEN 100 Materiales y artículos plásticos destinados a estar en contacto con los alimentos.

RESOLUCIÓN No. 14 369

MINISTERIO DE INDUSTRIAS Y PRODUCTIVIDAD

SUBSECRETARÍA DE LA CALIDAD

CONSIDERANDO:

Que de conformidad con lo dispuesto en el Artículo 52 de la Constitución de la República del Ecuador, "Las personas tienen derecho a disponer de bienes y servicios de óptima calidad y a elegirlos con libertad, así como a una información precisa y no engañosa sobre su contenido y características";

Que el Protocolo de Adhesión de la República del Ecuador al Acuerdo por el que se establece la Organización Mundial del Comercio – OMC, se publicó en el Registro Oficial Suplemento No. 853 del 2 de enero de 1996;

Que el Acuerdo de Obstáculos Técnicos al Comercio - AOTC de la OMC, en su Artículo 2 establece las disposiciones sobre la elaboración, adopción y aplicación de Reglamentos Técnicos por instituciones del gobierno central y su notificación a los demás Miembros;

Que se deben tomar en cuenta las Decisiones y Recomendaciones adoptadas por el Comité de Obstáculos Técnicos al Comercio de la OMC;

Que el Anexo 3 del Acuerdo OTC establece el Código de Buena Conducta para la elaboración, adopción y aplicación de normas;

Que la Decisión 376 de 1995 de la Comisión de la Comunidad Andina creó el "Sistema Andino de Normalización, Acreditación, Ensayos, Certificación, Reglamentos Técnicos y Metrología", modificado por la Decisión 419 del 30 de julio de 1997;

Que la Decisión 562 de 25 de junio de 2003 de la Comisión de la Comunidad Andina establece las "Directrices para la elaboración, adopción y aplicación de Reglamentos Técnicos en los Países Miembros de la Comunidad Andina y a nivel comunitario";

Que mediante Ley No. 2007-76, publicada en el Suplemento del Registro Oficial No. 26 del 22 de febrero de 2007, reformada en la Novena Disposición Reformatoria del Código Orgánico de la Producción, Comercio e Inversiones, publicado en el Registro Oficial Suplemento No. 351 del 29 de diciembre de 2010, constituye el Sistema Ecuatoriano de la Calidad, que tiene como objetivo establecer el marco jurídico destinado a: "i) Regular los principios, políticas y entidades relacionados con las actividades vinculadas con la evaluación de la conformidad, que facilite el cumplimiento de los compromisos internacionales en esta materia; ii) Garantizar el cumplimiento de los derechos ciudadanos relacionados con la seguridad, la protección de la vida y la salud humana, animal y vegetal, la preservación del medio ambiente, la protección del consumidor contra prácticas engañosas y la corrección y sanción de estas prácticas; y, iii) Promover e incentivar la cultura de la calidad y el mejoramiento de la competitividad en la sociedad ecuatoriana";

Que el Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN, de acuerdo a las funciones determinadas en el Artículo 15, literal b) de la Ley No. 2007-76 del Sistema Ecuatoriano de la Calidad, reformada en la Novena Disposición Reformatoria del Código Orgánico de la Producción, Comercio e Inversiones publicado en el Registro Oficial Suplemento No. 351 del 29 de diciembre de 2010, y siguiendo el trámite reglamentario establecido en el Artículo 29 inciso primero de la misma Ley, en donde manifiesta que: "La reglamentación técnica comprende la elaboración, adopción y aplicación de reglamentos técnicos necesarios para precautelar los objetivos relacionados con la seguridad, la salud de la vida humana, animal y vegetal, la preservación del medio ambiente y la protección del consumidor contra prácticas engañosas" ha formulado el Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 100 "MATERIALES Y ARTÍCULOS PLÁSTICOS DESTINADOS A ESTAR EN CONTACTO CON LOS ALIMENTOS";

Que en conformidad con el Artículo 2, numeral 2.9.2 del Acuerdo de Obstáculos Técnicos al Comercio de la OMC y el Artículo 11 de la Decisión 562 de la Comisión de la Comunidad Andina, CAN, este proyecto de Reglamento Técnico fue notificado a la CAN el 11 de noviembre de 2013 y a la OMC fue notificado el 14 de noviembre de 2014, a través del Punto de Contacto y a la fecha se han cumplido los plazos preestablecidos para este efecto y no se han recibido observaciones;

Que mediante Informe Técnico-Jurídico contenido en la Matriz de Revisión No. de fecha de , se sugirió proceder a la aprobación y oficialización del Reglamento materia de esta Resolución, el cual recomienda aprobar y oficializar con el carácter de OBLIGATORIO el Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 100 "MATERIALES Y ARTÍCULOS PLÁSTICOS DESTINADOS A ESTAR EN CONTACTO CON LOS ALIMENTOS";

Que de conformidad con la Ley del Sistema Ecuatoriano de la Calidad y su Reglamento General, el Ministerio de Industrias y Productividad es la institución rectora del Sistema Ecuatoriano de la Calidad, en consecuencia, es competente para aprobar y oficializar el Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 100 "MATERIALES Y ARTÍCULOS PLÁSTICOS DESTINADOS A ESTAR EN CONTACTO CON LOS ALIMENTOS"; mediante su promulgación en el Registro Oficial, a fin de que exista un justo equilibrio de intereses entre proveedores y consumidores;

Que mediante Acuerdo Ministerial No. 11446 del 25 de noviembre de 2011, publicado en el Registro Oficial No. 599 del 19 de diciembre de 2011, se delega a la Subsecretaría de la Calidad la facultad de aprobar y oficializar los proyectos de normas o reglamentos técnicos y procedimientos de evaluación de la conformidad propuestos por el INEN en el ámbito de su competencia de conformidad con lo previsto en la Ley del Sistema Ecuatoriano de la Calidad y en su Reglamento General; y,

En ejercicio de las facultades que le concede la Ley,

RESUELVE:

ARTÍCULO 1.- Aprobar y oficializar con el carácter de OBLIGATORIO el siguiente:

REGLAMENTO TÉCNICO ECUATORIANO RTE INEN 100 "MATERIALES Y ARTÍCULOS PLÁSTICOS DESTINADOS A ESTAR EN CONTACTO CON LOS ALIMENTOS"

1. OBJETO

1.1 Este reglamento técnico establece los límites de migración global que deben cumplir los materiales y artículos plásticos destinados a estar en contacto con alimentos; con el objeto de proteger la salud de las personas y prevenir prácticas que puedan inducir a error a los usuarios.

2. CAMPO DE APLICACIÓN

2.1 Este reglamento técnico será de cumplimiento obligatorio y aplica a los materiales y artículos plásticos destinados a estar en contacto con los alimentos que se fabriquen, importen y se comercialicen en el territorio ecuatoriano.

2.2 Este reglamento técnico aplica a los materiales y artículos plásticos que se encuentran comprendidos en la siguiente clasificación arancelaria:

CLASIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN	OBSERVACIONES
39.23	Artículos para el transporte o envasado, de plástico; tapones, tapas, cápsulas y demás dispositivos de cierre, de plástico.	
3923.30	- Bombonas (damajuanas), botellas, frascos y artículos similares:	
3923.30.20	- - Preformas	
	- - Los demás:	
3923.30.99	- - - Los demás	Únicamente para materiales y artículos plásticos destinados a estar en contacto con alimentos.
3923.50	- Tapones, tapas, cápsulas y demás dispositivos de cierre:	
3923.50.90	- - Los demás	
3923.90.00	- Los demás	
39.24	Vajilla y artículos de cocina o de uso doméstico y artículos de higiene o tocador, de plástico.	
3924.10.90	- - Los demás	
3924.90.00	- Los demás	



3. DEFINICIONES






3.1 Para los efectos de este reglamento técnico, se utilizarán las definiciones establecidas en la NTE INEN-EN 1185-1 vigente, y la siguiente:

3.1.1 Proveedor. Toda persona natural o jurídica de carácter público o privado que desarrolle actividades de producción, fabricación, importación, construcción, distribución, alquiler o comercialización de bienes, así como prestación de servicios a consumidores, por las que se cobre precio o tarifa. Esta definición incluye a quienes adquieran bienes o servicios para integrarlos a procesos de producción o transformación, así como a quienes presten servicios públicos por delegación o concesión.

4. IDENTIFICACIÓN DE PLÁSTICOS

4.1 Establecido de conformidad con el código internacional de identificación para los materiales termoplásticos, que se detalla a continuación:

CARACTERÍSTICAS	IDENTIFICACIÓN
Tereftalato de polietileno (PET o PETE). Envases muy transparentes, delgados, verdes o cristal, punto al centro del fondo del envase: para bebidas, aceite comestible, agua purificada, alimentos y aderezos, medicinas, agroquímicos, etc.; bolsas de hervir ahí mismo el alimento congelado y bandejas para comidas calentadas en microondas.	
Polietileno de alta densidad (HDPE). Envases opacos, gruesos, de diversos colores, rígidos, con una línea a lo largo y fondo del cuerpo: de cloro, suavizantes, leche, cubetas, envases alimentos, bolsas para basura, botellas para detergente o blanqueadores, y botellas para aspirinas, etc.	

<p>Vinilo (Cloruro de polivinilo o PVC). Envases transparentes, semidiegados, con asa y una línea a lo largo y fondo del envase: de shampoo, agua purificada, etc. También usado para mangueras, juguetes, tapetes, empaques para carnes, etc.</p>	
<p>Poliétileno de baja densidad (LDPE) PEBD. Principalmente usado para película y bolsas, de tipo transparente, aunque se puede pigmentar, de diversos calibres y también se usa para tubería, bolsas para vegetales en supermercados, bolsas para pan, envolturas de alimentos y otros.</p>	
<p>Poliétileno (PP). Plástico opaco, traslúcido o pigmentado, empleado para hacer película o bolsas, envases, jeringas, cordeles, rafia para costales y sacos, incluye envases para yogurt, botellas para champú, pots, botellas para almibar, recipientes para margarina, etc.</p>	
<p>Poliestireno (PS). Hay dos versiones, el expansible o espumado (unicel o nieve seca) y el Cristal, empleado para fabricar cajas, envases y vasos transparentes pero rígidos. Incluye tazas para bebidas calientes, envase para comidas rápidas, cartones para huevos y bandejas para carnes.</p>	
<p>Otros. Todas las demás resinas de plástico o mezclas de las indicadas arriba en un mismo producto. Estos plásticos representan aproximadamente el 4% de todos los plásticos. Recipientes de plástico (agua, leche, jabón, jugo, etc.).</p>	

5. REQUISITOS DEL PRODUCTO

5.1 Los materiales y artículos plásticos destinados a estar en contacto con los alimentos no deben transferir sus componentes a los productos alimenticios en cantidades superiores a 10 miligramos por decímetro cuadrado de superficie de los materiales o artículos (límite de migración global). No obstante, dicho límite debe ser de 60 miligramos de componentes liberados por kilogramo de producto alimenticio en los siguientes casos:

- a) artículos que sean envases o que sean comparables a envases o que puedan rellenarse, de una capacidad no inferior a 500 ml y no superior a 10 L;
- b) artículos que puedan llenarse y cuya superficie en contacto con los productos alimenticios sea imposible de calcular;

12. RESPONSABILIDAD DE LOS ORGANISMOS DE EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD

12.1 Los organismos de certificación, laboratorios o demás instancias que hayan extendido certificados de conformidad de producto o informes de laboratorio erróneos o que hayan adulterado deliberadamente los datos de los ensayos de laboratorio o de los certificados, tendrán responsabilidad administrativa, civil, penal y/o fiscal de acuerdo con lo establecido en la Ley No. 2007-76 del Sistema Ecuatoriano de la Calidad y demás leyes vigentes.

13. REVISIÓN Y ACTUALIZACIÓN DEL REGLAMENTO TÉCNICO

13.1 Con el fin de mantener actualizadas las disposiciones de este reglamento técnico, el INEN lo revisará en un plazo no mayor a 5 años contados a partir de la fecha de su entrada en vigencia para incorporar avances tecnológicos o requisitos adicionales de seguridad para prevenir prácticas engañosas al usuario, de conformidad con lo que se establece en la Ley No. 2007-76 del Sistema Ecuatoriano de la Calidad.

ARTÍCULO 2.- Disponer al Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN, que de conformidad con el Acuerdo Ministerial No. 11 256 del 15 de julio de 2011, publicado en el Registro Oficial No. 499 del 26 de julio de 2011, publique el reglamento técnico ecuatoriano RTE INEN 100 "MATERIALES Y ARTÍCULOS PLÁSTICOS DESTINADOS A ESTAR EN CONTACTO CON LOS ALIMENTOS" en la página Web de esa Institución (www.normalizacion.gob.ec).

ARTÍCULO 3.- El presente reglamento técnico RTE INEN 100 entrará en vigencia el 13 de noviembre de 2014, y, a partir de esa fecha reemplazará y dejará sin efecto al Reglamento Técnico oficializado mediante Resolución 13389 del 25 de octubre de 2013, promulgado en el Registro Oficial, Suplemento No. 121 del 12 de noviembre de 2013 y, a la Modificatoria 1, oficializada mediante Resolución 14077 del 11 de febrero de 2014 y promulgada en el Registro Oficial No. 189 del 21 de febrero del 2014.

COMUNIQUESE Y PUBLÍQUESE en el Registro Oficial.

Dado en Quito, Distrito Metropolitano, 2014-08-13

**Mgs. Ana Elizabeth Cox Vásquez
SUBSECRETARIA DE LA CALIDAD**