



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

CARRERA DE AGROINDUSTRIA

ESTUDIO DEL MANEJO POSTCOSECHA Y CONSERVACIÓN DEL OVO *Spondias purpurea* EN DOS TIPOS DE EMPAQUE

**Proyecto de tesis presentado como requisito para optar por el título de Ingeniero
Agroindustrial**

AUTOR:

Verónica Janneth Reina Díaz

DIRECTOR:

Ing. Nicolás Pinto

Ibarra - Ecuador

2017



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS

AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

CARRERA DE AGROINDUSTRIA

“ESTUDIO DEL MANEJO POSTCOSECHA Y CONSERVACIÓN DEL OVO *Spondias purpurea* EN DOS TIPOS DE EMPAQUE”

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. M.Sc.

DIRECTOR DE TESIS

FIRMA

Dra. Lucía Yépez. M.Sc.

MIEMBRO TRIBUNAL

FIRMA

Ing. Jimmy Cuarán. Mg.I.

MIEMBRO TRIBUNAL

FIRMA

Ing. Fernando Basantes. M.Sc.

MIEMBRO TRIBUNAL

FIRMA



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

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

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

La Universidad Técnica del Norte dentro del proyecto Repositorio Digital Institucional, determinó la necesidad de disponer de textos completos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la Universidad.

Por medio del presente documento dejo sentada mi voluntad de participar en este proyecto, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO		
CÉDULA DE IDENTIDAD:	0401585476	
APELLIDOS Y NOMBRES:	Reina Díaz Verónica Janneth	
DIRECCIÓN:	Provincia de Imbabura, Parroquia Natabuela, Sector el cruce Barrio la Tola	
EMAIL:	verojrd14@gmail.com	
TELÉFONO FIJO:	2535610	TELÉFONO MOVIL 0992454326

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO	ESTUDIO DEL MANEJO POSTCOSECHA Y CONSERVACIÓN DEL OVO <i>Spondias purpurea</i> EN DOS TIPOS DE EMPAQUE
AUTOR (ES):	Reina Díaz Verónica Janneth
FECHA: AAMMDD	2017 – 01- 12
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	INGENIERO AGROINDUSTRIAL
DIRECTORA:	Ing. Nicolás Pinto

2. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Yo, Reina Díaz Verónica Janneth, con cédula de identidad Nro. 0401585476, en calidad de autor (es) y titular (es) de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de grado descrito anteriormente, hago entrega del ejemplar respectivo en formato digital y autorizo a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y como apoyo a la educación, investigación y extensión; en concordancia con la Ley de Educación Superior Artículo 144.

3. CONSTANCIAS

El autor (es) manifiesta (n) que la obra objeto de la presente investigación es original y se la desarrolló, 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 se asume (n) en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 12 días del mes de enero 2017.

EL AUTOR:

* 

Reina Díaz Verónica Janneth

C.I.: 0401585476



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

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

Yo, **Reina Díaz Verónica Janneth**, con cédula de identidad Nro. **0401585476**, 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 (es) de la obra o trabajo de grado denominado **ESTUDIO DEL MANEJO POSTCOSECHA Y CONSERVACIÓN DEL OVO *Spondias purpurea* EN DOS TIPOS DE EMPAQUE**. Que ha sido desarrollado para optar por el título de INGENIERO AGROINDUSTRIAL, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En mi condición de autor me reservo 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.

* 

Reina Díaz Verónica Janneth

C.I 0401585476

Ibarra a los 12 días del mes de Enero del 2017.

DECLARACIÓN

Manifiesto que la siguiente 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 la misma y saldré en defensa de la Universidad Técnica del Norte en caso de reclamación por parte de terceros.

Y -----

Reina Díaz Verónica Janneth

040158547-6

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por la señorita Verónica Janneth Reina Díaz, con cédula de ciudadanía 040158547-6 bajo mi supervisión



Ing. Nicolás Pinto

Director de tesis

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar a Dios por ser la luz en mi camino, a mis queridos padres ya que sin su apoyo y comprensión no hubiese sido posible cada uno de mis pasos.

A la Universidad Técnica del Norte en especial a la Facultad de Ingeniería Agroindustrial quien me acogió en sus aulas y me dio una formación ética y profesional.

Un agradecimiento sincero al Ing. Nicolás Pinto, Director de tesis, quien siempre estuvo dispuesto a colaborar en esta investigación.

A Dra. Lucía Yépez, Ing. Fernando Basantes e Ing. Jimmy Cuarán, por su orientación y aporte técnico en cada etapa de la investigación.

Un agradecimiento especial a David por su apoyo y paciencia incondicional.

A mis hermanos, amigos y demás personas que de alguna u otra manera contribuyeron con esta investigación.

DEDICATORIA

A mis Padres

Arturo Reina y Olga Díaz por su apoyo, esfuerzo y comprensión que me brindaron incondicionalmente, para hacer posible cada uno de mis sueños y por inculcarme ese afán de superación.

ÍNDICE DE CONTENIDO

RESUMEN.....	xxi
SUMMARY	xxii
CAPÍTULO I.....	1
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. PROBLEMA	1
1.2. JUSTIFICACIÓN	2
1.3. OBJETIVOS	3
1.3.1. Objetivo general	3
1.3.2. Objetivos específicos	3
1.4. FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS	3
CAPÍTULO II	4
2. MARCO TEÓRICO.....	4
2.1 GENERALIDADES DEL OVO	4
2.2 CLASIFICACIÓN BOTÁNICA.....	5
2.3 DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA	5
2.4 PRINCIPALES VARIEDADES DE OVO.....	6
2.5 REQUERIMIENTOS AGROCLIMÁTICOS.....	6

2.5.1 Requerimientos de clima.....	6
2.5.2 Requerimientos de suelo.....	6
2.6 CONTENIDO NUTRICIONAL.....	7
2.7 ÉPOCA DE COSECHA.....	7
2.8 COSECHA.....	8
2.8.1 Estado de madurez en la cosecha.....	8
2.8.2 Descripción del fruto.....	8
2.8.3 Índice de madurez o puntos de corte.....	8
2.9 MANEJO POSTCOSECHA.....	10
2.10 FISIOLOGÍA POSTCOSECHA.....	13
2.11. PRINCIPALES CAUSAS DE PÉRDIDAS EN LA COSECHA Y POSCOSECHA.....	15
2.12 USOS.....	16
2.13 CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS.....	16
2.14 MÉTODOS DE CONSERVACIÓN.....	18
2.15 ENVASES.....	19
CAPÍTULO III.....	21
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	21

3.1 LOCALIZACIÓN	21
3.1.1 Ubicación del lugar de obtención de ovo	21
3.1.2 Ubicación experimento	22
3.1.3 Condiciones meteorológicas del lugar del experimento	22
3.2 MATERIALES Y EQUIPOS.....	22
3.3 DETERMINACIÓN DE LA MADUREZ FISIOLÓGICA Y DE CONSUMO... 23	
3.3.1 Característica física	24
3.3.2 Características químicas.....	26
3.4 CARACTERIZACIÓN FÍSICO QUÍMICOS DE LA MATERIA PRIMA	27
3.5 OPERACIONES DE MANEJO POSTCOSECHA DEL OVO	27
3.6 EVALUACIÓN DEL TIEMPO DE CONSERVACIÓN EN REFRIGERACIÓN.....	28
3.6.1 Diseño experimental.....	28
3.6.2 Factores de estudio.....	28
3.6.3 Tratamientos.....	29
3.6.4. Características del experimento.	30
3.6.5 Esquema del análisis estadístico	30
3.6.6 Análisis funcional.....	31

3.6.7 Variables a evaluar en el almacenamiento	31
3.7 MANEJO ESPECÍFICO DEL EXPERIMENTO	32
CAPITULO IV	39
4. RESULTADOS Y DISCUSIONES	39
4.1 ÍNDICE DE MADUREZ	39
4.2 CARACTERIZACIÓN FÍSICO QUÍMICA DEL OVO	41
4.2.1 Caracterización física del ovo	41
4.2.2 Caracterización química del ovo	42
4.3 OPERACIONES DE MANEJO POSTCOSECHA	42
4.3.1 Diagrama de bloque del manejo específico del experimento.....	44
4.4 EVALUACIÓN DEL TIEMPO DE CONSERVACIÓN DEL OVO.....	46
4.4.1 Sólidos solubles.....	46
4.4.2 pH.....	54
4.4.3 Acidez titulable	56
4.4.4 Tasa respiratoria.....	60
4.4.5 Pérdida de peso	69
4.4.6 Análisis de mohos y levaduras.....	71
4.4.7 Análisis de ácido ascórbico.....	71

4.4.8 Parámetros analizados para el mejor tratamiento.....	72
CAPÍTULO V	73
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	73
5.1 CONCLUSIONES	73
5.2 RECOMENDACIONES	75
6. BIBLIOGRAFÍA	76
7. ANEXOS	82
Anexo 1: Árbol de problemas	82
Anexo 2: Descripción de los métodos Sólidos Solubles.....	83
Anexo 3: Determinación de la concentración del ión hidrógeno (pH) se toma de referencia la norma NTE INEN 0389: Conservas vegetales.....	83
Anexo 4: Determinación de acidez titulable. Método potenciométrico de referencia NTE INEN 0381 Conservas vegetales.....	84
Anexo 5: Determinación de la tasa respiratoria por titulación.....	86
Anexo 6: Microbiológico de los Alimentos. Mohos y levaduras viables. Recuento en placa por siembra en profundidad. NTE INEN 1529-10 Control	88
Anexo 7: Determinación de vitamina C (ácido ascórbico) Método de titulación con 2,6- diclorofenolindofenol.....	91
Anexo 8: Tablas 36: Datos de sólidos solubles 7mo día.....	91

Anexo 9: Tabla 37: Análisis de varianza de solidos solubles 7 ^{mo} día.....	92
Anexo 10: Tabla 38: Datos de sólidos solubles 14vo día	92
Anexo 11: Tabla 39: Análisis de varianza de los sólidos solubles al 14 ^{vo} día	93
Anexo 12: Tabla 40: Datos de pH (iones hidrógeno) del 7mo día.....	93
Anexo 13: Tabla 41: Análisis de varianza del pH (iones hidrógeno) del 7 ^{mo} día	94
Anexo 14: Tabla 42: datos de pH (iones hidrogeno) del 14vo día.....	94
Anexo 15: Tabla 43: Análisis de varianza de pH (iones hidrogeno) del 14 ^{vo} día.....	95
Anexo 16: Tabla 44: Datos de acidez titulable del 7 ^{mo} día	95
Anexo 17: Tabla 45: Análisis de varianza de acidez titulable de 7 ^{mo} día	96
Anexo 18: Tabla 46: Datos de acidez titulable de 14vo día.....	96
Anexo 19: Tabla 47: Análisis de varianza de acidez titulable de 14 ^{vo} día.....	97
Anexo 20: Tabla 48: Datos de la tasa de respiración para el 7mo día	97
Anexo 21: Tabla 49: Análisis de varianza de tasa de respiración para el 7 ^{mo} día	98
Anexo 22: Tabla 50: Datos de la tasa de respiración para el 14vo día	98
Anexo 23: Tabla 51: Análisis de varianza de tasa de respiración para el 14 ^{vo} día.....	99

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: La posición sistemática del ovo	5
Tabla 2: Requerimientos de clima para el ovo.....	6
Tabla 3: Valor alimenticio por 100 g de la porción comestible.....	7
Tabla 4: Puntos de corte de ovo.....	9
Tabla 5: Calidad del jocote	11
Tabla 6: Temperaturas de almacenamiento recomendados	12
Tabla 7: Principales Pérdidas Postcosecha	15
Tabla 8: Característica Física	24
Tabla 9: Características químicas.....	26
Tabla 10: Estudio de las características físico química.....	27
Tabla 11: Simbología de tratamientos.....	29
Tabla 12: Análisis de varianza	30
Tabla 13: Variable a evaluar para el almacenamiento	32
Tabla 14: Escala colorimétrica.....	40
Tabla 15: Caracterización física.....	41
Tabla 16: Caracterización química.....	42

Tabla 17: Tiempo de vida útil de ovo	44
Tabla 18: Prueba de tukey al 5% de sólidos solubles para tratamientos día siete	47
Tabla 19: Prueba de DMS al 5% de sólidos solubles para factor A (tipo de empaque)	48
Tabla 20: Prueba de DMS al 5% de sólidos solubles para factor B (temperatura de almacenamiento)	49
Tabla 21: Prueba de DMS al 5% de sólidos solubles para factor C (índice de madurez)	49
Tabla 22: Prueba de tukey al 5% de Sólidos solubles para tratamientos día catorce..	51
Tabla 23: Prueba de DMS al 5% de sólidos solubles para factor A (tipo de empaque)	52
Tabla 24: Prueba de DMS al 5% de sólidos solubles para factor B (temperatura de almacenamiento)	52
Tabla 25: Prueba de DMS al 5% de sólidos solubles para factor C (índice de madurez)	53
Tabla 26: Prueba de DMS al 5% de acidez titulable para factor C (índice de madurez)	57
Tabla 27: Prueba de tukey al 5% de acidez titulable para tratamientos.....	58
Tabla 28: Prueba de DMS al 5% de acidez titulable para factor C (índice de madurez)	58
Tabla 29: Prueba de tukey al 5% para tasa de respiración	61

Tabla 30: Prueba de DMS al 5% de tasa de respiración para el factor B (temperatura de almacenamiento)	62
Tabla 31: Prueba de DMS al 5% de tasa de respiración para el factor C (índice de madurez).....	63
Tabla 32: Prueba de tukey al 5% para tasa de respiración día 14	64
Tabla 33: Prueba de DMS al 5% de tasa respiratoria para factor A (tipo de empaque)	66
Tabla 34: Prueba de DMS al 5% de tasa de respiración para el factor B (temperatura de almacenamiento)	66
Tabla 35: Análisis del mejor tratamiento	72

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Ovo	4
Figura 2: Desarrollo de la maduración en diferentes tipos de ovo de verano	9
Figura 3: ovo de primera calidad	9
Figura 4: Clasificación de ovos por tamaño.....	11
Figura 5: Empacado del ovo de corona.....	12
Figura 6: Daños por insectos masticadores	15
Figura 7: Daño por ácaros en jocote	16
Figura 8: Flujograma del manejo postcosecha.....	33
Figura 9: Recolección del fruto.....	34
Figura 10: Recolección manual del ovo.....	34
Figura 11: Recepción del fruto.....	35
Figura 12: Lavado del fruto con agua potable	35
Figura 13: Clasificación del fruto de acuerdo al color	36
Figura 14: Desinfectado del fruto con hipoclorito de sodio 2%	36
Figura 15: Pesado de ovos en estuches plásticos	37
Figura 16: Tipos de envases.....	37
Figura 17: Frutos en refrigeración.....	38

Figura 18: Diagrama de bloques de manejo postcosecha	45
Figura 19: Medias del séptimo día Sólidos solubles interacción testigo vs otros.....	48
Figura 20: Interacción AxBxC	50
Figura 21: Medias de sólidos solubles del día 1 al 14.....	53
Figura 22: Medias de pH del día 1 al 14	55
Figura 23: Medias de acidez titulable del día 1 al 14.....	59
Figura 24: Medias de tasa de respiración para la intersección testigo vs otros día 7..	61
Figura 25: Tasa de respiración interacción AxBxC	63
Figura 26: Tasa de respiración de testigo vs otros día 14	65
Figura 27: Tasa de respiración interacción AxBxC	67
Figura 28: Medias de tasa respiratoria del día 1 al 14.....	68
Figura 29: Medias de Pérdida de peso de 1ro, 3ro, 7mo días	69
Figura 30: Medias de Pedida de peso de 10 ^{mo} , 12 ^{vo} , 14 ^{vo} días	70
Figura 31: Medias del análisis de recuento de mohos al séptimo día de almacenamiento	71
Figura 32: Análisis de ácido ascórbico en los dos estados de madurez pintón del día uno.....	72

RESUMEN

La finalidad de un estudio de manejo postcosecha y conservación del ovo *Spondias purpurea* en dos tipos de empaque, es disminuir las pérdidas ocasionadas por un inadecuado manejo de cosecha y poscosecha del fruto, aumentando su rendimiento, producción, proporcionando alternativas de manejo postcosecha y conservación a los productores de este tipo de rubro, prolongando el tiempo del vida útil del ovo. Para este estudio se realizó en primer lugar la recolección del fruto en las comunidades de la parroquia de Ambuquí en estado de madurez fisiológica, para su posterior análisis donde se estableció parámetros de diferenciación de los estados verde, pintón y maduro, mediante caracterización fisicoquímica de los mismos. Para la evaluación del tiempo de conservación, una vez realizadas las operaciones de manejo postcosecha tales como: recepción, lavado, clasificación, desinfectado, pesado, almacenamiento; se utilizó un diseño completamente al azar con arreglo factorial de $A \times B \times C + 1$ con tres repeticiones en el que A corresponde a Tipos de empaque (bandejas de polietileno y film; estuches plásticos con hoyos), B a temperaturas de almacenamiento (3°C y 8°C), C índices de madurez (semimaduro I (50/50 verde amarillo) y semimaduro II (25/75 verde amarillo)) y 1 el testigo a temperatura ambiente. El monitoreo del tiempo de conservación del ovo, se realizó pasando un día mediante análisis fisicoquímicos tales como: sólidos solubles, pH, acidez titulable, peso, densidad, apariencia, para la obtención del mejor tratamiento que posea el mayor tiempo de conservación, siendo de esta manera el mejor tratamiento T1 con las mejores características físico química y fisiológicas, alcanzando en su madurez de consumo: sólidos solubles 16,4 °Brix, pH 3.1, acidez titulable 0,7567 mg/100g, ácido ascórbico 0,55 mg/100g, recuento de mohos y levaduras de 150 y 420 UFC/g respectivamente.

SUMMARY

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. PROBLEMA

En la provincia de Imbabura, parroquia Ambuquí existen pequeños productores del cultivo de ovo *Spondias purpurea*. Producción que en su mayoría es destinada para el consumo en fresco y un mínimo porcentaje para la agroindustria, el manejo en cosecha y postcosecha que se le da a esta fruta son de forma empírica o tradicional, generando pérdidas del producto por el manejo inadecuado comprenden: maltrato físico en la recolección, transporte inadecuado, y condiciones de almacenamiento y empaçado deficiente. Ocasionando de esta forma, el deterioro de la calidad de los frutos y bajos rendimientos, que trae como consecuencia pérdidas económicas a los productores que dependen de esta actividad.

No existe un estudio de manejo postcosecha específico para el ovo, por sus especiales características no puede ser comparado con la cosecha y postcosecha de otros frutos. Por lo que la mayoría de productores no tienen capacitación para este tipo de tareas como lo son: procesos de selección, envasado, almacenamiento, manejo de cuartos fríos, etc.; especialmente en los productos perecibles como es en el caso del ovo *Spondias purpurea*.

Los efectos mencionados repercuten en los rendimientos en postcosecha ocasionando pérdidas económicas en pequeños productores, y poco interés en cultivar este tipo de rubro; lo cual conlleva a que se incrementen los precios del producto en épocas de escasez o a su vez ocasiona que los productores se dediquen a otras actividades buscando sustituir el cultivo, a pesar que la fruta constituye una fuente nutricional y medicinal muy importante.

1.2. JUSTIFICACIÓN

El ovo es un fruto muy delicado, por lo que se hace necesario promover estudios que tengan un respaldo técnico, por parte de universidades y organismos del sector agrícola, para proporcionar conocimientos que incentiven la producción y explotación del ovo.

Lo que se pretende con este trabajo es proporcionar alternativas de manejo postcosecha y conservación al sector productor del ovo *Spondias purpurea*, prolongando su tiempo de vida útil, y aprovechando su potencial agroindustrial al incrementar el valor agregado de esta materia prima.

Esta investigación del manejo postcosecha, específico para el ovo *Spondias purpurea* beneficiará a los productores del Valle del Chota parroquia Ambuquí (Imbabura), contribuirá a minimizar las pérdidas del fruto que ocurren a nivel postcosecha. Se propone medidas para la cosecha y postcosecha que favorecerá a que los productores proporcionen productos de calidad y atractivos al consumidor, aumentará los volúmenes de venta y la producción de ovo *Spondias purpurea* se convertirá en una importante fuente de trabajo para jóvenes y demás habitantes del sector.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Realizar un estudio de Manejo postcosecha y conservación del ovo *Spondias purpurea* en dos tipos de empaque.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar el índice de madurez fisiológico y de consumo del ovo *Spondias purpurea*.
- Caracterizar mediante análisis físico químicos (pH, °Brix, acidez titulable, color, tamaño, densidad) la materia prima en dos estados de madurez.
- Establecer las operaciones de manejo postcosecha para el ovo *Spondias purpurea*.
- Evaluar el tiempo de conservación del ovo a temperaturas de 3 °C y 8 °C en dos tipos de empaque.

1.4. FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS

Ho= El empaque, temperatura y el estado de madurez de la cosecha no influye en el tiempo de vida útil del ovo.

H1= El empaque, temperatura y el estado de madurez de la cosecha influye en el tiempo de vida útil del ovo.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 GENERALIDADES DEL OVO

“El ovo es una drupa ovoide y pequeña de 3 cm de largo por 2 cm de ancho de cáscara verde en estado de cosecha y cascara amarilla en estado maduro, mesocarpio escaso, jugoso, agridulce, de color crema y muy aromático, endocarpio duro y subero leñoso” (Chamorro & Herrera, 2012).

El ovo es nativo del Sur de México, Centro América y de las Antillas. En la actualidad se encuentra diseminado por el Caribe y América Tropical. Además, exploradores españoles llevaron esta especie a Filipinas, donde se adaptó ampliamente. Se introdujo en el Sur de la Florida, principalmente como curiosidad. Su nombre proviene del náhuatl “Xólotl”, término genérico para los frutos agrios (Vanegas, 2005).



Figura 1: Ovo
Fuente: (Leoadec, 2011).

2.2 CLASIFICACIÓN BOTÁNICA

Tabla 1: La posición sistemática del ovo

Reino:	Vegetal.
División:	Spermatophyta.
Subdivisión:	Angiospermae.
Clase:	Dicotyledoneae.
Subclase:	Archichlamideae.
Orden:	Sapindales.
Familia:	Anacardiaceae.
Género:	Spondias.
Especie	purpurea L.
Variedad:	Corona, verano (guaturca, turco, iguana, azúcarón, pitarrillo).
Nombre Común:	Jocote, Ciruelo hobo, Hobo colorado, Jobo, Hobo, Marapa, Coropa.

Fuente: (Vanegas, 2005).

2.3 DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA

El árbol de ovo *Spondias purpurea* según la FAO citado por Chamorro y Herrera (2012), es un árbol pequeño de 4-8 m, con copa ancha, tronco irregular y ramas quebradizas; las hojas se componen de 5-12 pares de hojuelas elíptico-agudas, de 2-4 cm de largo, caedizas antes de la época de floración; flores rojas en panículas de 3-5 cm, colocadas a lo largo de las ramillas; el fruto en drupa irregularmente oval, algo gibosa, lisa y brillante, de color violáceo a amarillo, de 4-5,5 cm de largo, con un núcleo leñoso donde se encuentran las semillas. Pulpa escasa, cremosa, amarillenta, agridulce en las plantas cultivadas, muy ácida en las silvestres. Contiene ácido málico, azúcar, malato de calcio y almidón.

2.4 PRINCIPALES VARIEDADES DE OVO

“En Ecuador se producen tres variedades de ovo: *Spondias mombin* L, *Spondias cytherea* L. en la Costa y *Spondias purpurea* L. que se produce en la localidad de Ambuquí y se consume tanto como si está o no maduro” (Chamorro L. , 2014).

2.5 REQUERIMIENTOS AGROCLIMÁTICOS

2.5.1 REQUERIMIENTOS DE CLIMA.

El ovo es un fruto típicamente tropical de clima cálido seco con temperaturas promedio de 24 °C, con alta resistencia a época de sequía.

Tabla 2: Requerimientos de clima para el ovo.

Requerimientos de clima	Variedad de ovo	
	De verano	Corona
Rangos de temperatura	De 24 °C a 37° C	De 18 °C a 28° C
Humedad relativa	75 a 85% mayor porcentaje proliferación de microorganismos	
Precipitación anual	800 a 1,500 mm anuales	1,200 a 1,800 mm anuales
Altitud	0 a 800 msnm	900 a 1,200 msnm
Vientos	Vientos que sobrepase los 15 Km. por hora, se recomienda el establecimiento de cortinas rompe vientos	
Luminosidad	Adecuada luminosidad para la floración y adecuado color de los frutos	

Fuente: (Vanegas, 2005).

2.5.2 REQUERIMIENTOS DE SUELO.

El árbol de ovo desarrolla bien en suelos planos, profundos y fértiles, tolera bien la sequía en suelos arcillosos con alto porcentaje de pedregosidad, favoreciendo a la caída temprana de las hojas y consecuentemente a una floración y fructificación más temprana que en suelos fértiles y húmedos siendo una ventaja de precio del fruto al colocarse en los mercados tempranamente (Anacafé, s,f).

2.6 CONTENIDO NUTRICIONAL

La pulpa de ovo contiene gran cantidad de minerales y vitaminas A y C, fruto de buen sabor y aroma agradable.

Tabla 3: Valor alimenticio por 100 g de la porción comestible

Componentes	Contenido100 g de la porción comestible
Agua	70.4 g
Proteína	1.0 g
Grasa	0.2 g
Fibra cruda	0.5 g
Ceniza	1.0 g
Calcio	17.0 mg
Fósforo	49.0 mg
Hierro	0.8 mg
Vitamina A	35.0 ug
Tiamina	0.09 mg
Riboflavina	0.04 mg
Niacina	1.18 mg
Ácido ascórbico	52.0 mg
Carbohidratos totales	27.4 g

Fuente: (Herrera, 2010).

2.7 ÉPOCA DE COSECHA

Saúl Hernández, citado por el comercio, (2010) menciona que la cosecha se inicia en octubre y noviembre y se extenderá por siete meses más. Pero la mayor producción es en marzo, la producción varía de 20 000 a 30 000 kilos por hectárea, según un estudio del Ministerio de Agricultura. La fruta es muy delicada, por lo que difícilmente llega Ibarra o Quito. Incluso Hernández calcula que la tercera parte de la cosecha se daña antes de salir al mercado. Según los productores, este fruto solamente crece en Ambuquí y no es la misma variedad que se produce en la Costa. Veinte dólares es el

valor que tiene una caja de 60 libras de ovos en la parroquia Ambuquí. También se puede comprar por libras y una cuesta USD 1. Cincuenta hectáreas de ovos están sembradas en la parroquia Ambuquí, según el Ministerio de Agricultura y Ganadería de Imbabura. 20 000 kg de producción a 30 000 kilos es el promedio de rendimiento por hectárea de una plantación de esta fruta en la parroquia imbabureña.

2.8 COSECHA

2.8.1 Estado de madurez en la cosecha

El estado de madurez en el momento de la recolección tiene una influencia determinante sobre la calidad del fruto. Cosechas demasiado tempranas ofrecen frutos con poco desarrollo de tamaño y del color, elevada firmeza y acidez y reducida concentración de sólidos solubles. Adicionalmente son frutos que ven disminuida su capacidad de conservación frigorífica al presentar mayor tasa de respiración y transpiración y en consecuencia una mayor pérdida de agua y aceleración de la senescencia. Cosechas demasiado tardías ocasionan una pérdida importante de firmeza y de acidez y/o sensibilizan al fruto a diversos desordenes fisiológicos que se manifiestan tras largos períodos de almacenamiento (Viñas, y otros, 2013).

2.8.2 DESCRIPCIÓN DEL FRUTO

Fruto de 2 a 3,5 cm de largo, el color varía de acuerdo al índice o estado de madurez de corte de amarillo anaranjado o rojizo, el fruto es cosechado en estado verde o jecho para su mejor manipulación y transporte. Su pulpa es carnosa, de color amorillo jugosa de sabor dulce acidulado, es un fruto climatérico por su comportamiento después de su recolección.

2.8.3 ÍNDICE DE MADUREZ O PUNTOS DE CORTE

El punto de corte es en estado jecho o al inicio del estado de madurez pintón, para obtener frutos de color amarillento.

Tabla 4: Puntos de corte de ovo.

Tipo de mercado	Estado de madurez del fruto	Clasificación
Mercado local informal	50% rojo y 50% verde	Sin clasificar
Mercado local formal	50% rojo y 50% verde	Clasificado por tamaños
Mercado de exportación	75% rojo y 25% verde	Clasificado por tamaño y calidad (sin magulladuras, ni deshidratado)

Fuente: (Velásquez, 2006), requisitos establecidos por los mercados distintos a los que va dirigido la cosecha

En la fotografía, se puede apreciar la secuencia del cambio de color en algunos tipos de ovo como el de iguana, barón rojo y el de azúcarón, el círculo indica el jocote que está listo para cosecha (Velásquez, 2006).



Figura 2: Desarrollo de la maduración en diferentes tipos de ovo de verano

Fuente: (Velásquez, 2006).



Figura 3: ovo de primera calidad

Fuente: (Velásquez, 2006).

2.9 MANEJO POSTCOSECHA

La postcosecha estudia las causas del deterioro de los productos vegetales frescos tras su recolección, que son orígenes de pérdidas (tanto de cantidad como de calidad) en los mismos, y que explotan estos conocimientos para desarrollar tecnologías, con el fin de prolongar la vida postcosecha, reduciendo las mermas y manteniendo la calidad (comercial, organoléptica, nutritiva e higiénica) del producto hasta su llegada al consumidor (Viñas, y otros, 2013).

2.9.1. Descripción de las operaciones postcosecha

a. Acopio:

Terminada la recolección y preclasificación por color las frutas son llevadas en jvas o en baldes plásticos a un lugar adecuado con sombra para evitar daños producidos por el sol.

b. Lavado:

Según Vanegas, (2005), se puede hacer lavado por inmersión, en pilas, para eliminar cualquier suciedad proveniente del campo; también para bajar la temperatura de los frutos. Se puede hacer desinfección del producto utilizando cloro, con un límite de 200 ppm. Luego se vuelve a lavar la fruta para eliminar restos de cloro que hayan quedado adheridos.

c. Secado:

Los frutos lavados se dejan escurrir por un lapso de 10 minutos en jvas plásticas a temperatura ambiente hasta que eliminen en su totalidad de agua.

d. Selección y clasificado:

De acuerdo a Vanegas, (2005), se hacen 3 clasificaciones por calidad, eliminando aquella que tenga mala presentación o daño por plagas; La tercera calidad es utilizada mayormente para el procesamiento en pulpas y jaleas. Las etapas de selección y clasificado se debe hacer en mesas, preferiblemente de acero inoxidable para asegurar la inocuidad de la fruta.

Tabla 5: Calidad del jocote

Calidad	Frutos	Características
Primera	Maduro y/o sazón	Frutos de buen tamaño, color uniforme.
Segunda	“Chapa” o pintón	Frutos de tamaño medio.
Tercera	Dañado	Frutos de tamaño muy pequeño, con daños.

Fuente: Vanegas, (2005).



Figura 4: Clasificación de ovos por tamaño

Fuente: Velásquez, (2006).

e. Empacado:

El empacado se realiza en base a las requerimientos del mercado al que va dirigido, siempre con una presentación atractiva al consumidor, con material adecuado para la conservación de la calidad de los frutos, si es un fruto climatérico el material debe permitir la respiración.

f. Almacenamiento:

Se debe almacenar en cuartos fríos para tener un mejor control de la temperatura; la temperatura adecuada para el mantenimiento de la fruta es de 13 ° C, con una humedad relativa de 85-90%, mientras se lleva el producto al proveedor. La vida de anaquel esperada para un ovo que ha sido cortado sazón más verde que rojo o que apenas empieza a cambiar de color, puede estar alrededor de 2 a 4 días a temperatura ambiente esto variaría de acuerdo a las condiciones de almacenamiento, tomando en cuenta que el ovo es altamente sensible a la temperatura y empezará a perder calidad, por tanto es mejor movilizarlo mientras se encuentra en estado sazón (Velásquez, 2006).

Tabla 6: Temperaturas de almacenamiento recomendados

Fruto	Temperatura	Periodo de vida útil
Jocote fresco	13 ° C	1-2 semanas
Jocote congelado	-20 ° C	

Fuente: Universidad de California Davis, (2006) citado por Velásquez, (2006)



Figura 5: Empacado del ovo de corona

Fuete: Velásquez, (2006)

g. Comercialización

El fruto debe cumplir con ciertos estándares de calidad, como tamaño, color en el caso del ovo (amarillo anaranjado), uniforme sin daños, golpes, ni magulladuras.

2.10 FISIOLÓGÍA POSTCOSECHA.

Rahman, (2002), menciona que la abundancia de almidón, ácidos y fenoles en la pulpa de las frutas jóvenes o maduras, hace que resulten incomedibles. En esta etapa la fruta contiene pocos azúcares. Las células de la pulpa crecen considerablemente y el contenido de azúcares aumenta, mientras que el almidón, los ácidos y los compuestos fenólicos disminuyen conforme el fruto va madurando. Se generan algunos compuestos volátiles que imparten a la fruta su aroma y sabor característicos. Durante la maduración, tiene lugar la degradación de la clorofila (degradación del color verde) y la síntesis de carotenoides (colores amarillos y anaranjados), tanto la piel como la pulpa, todas las frutas se ablandan durante el proceso madurativo.

2.10.1 FACTORES BIOLÓGICOS QUE INFLUYEN EN EL DETERIORO

2.10.1.1 Respiración

Durante la respiración la producción de energía proviene de la oxidación de las propias reservas de almidón, azúcares y otros metabolitos, Una vez cosechado, el producto no puede reemplazar estas reservas que se pierden y la velocidad con que disminuyen será un factor de gran importancia en la duración de la vida de poscosecha del producto (FAO, 2007).

Es un proceso metabólico desarrollado en las células de los organismos vegetales, en la que la materia orgánica almacenada es sometida a una degradación oxidativa para producir moléculas más simples como agua y CO₂ mediante liberación de energía. La respiración puede ser determinada mediante la tasa de respiración y sirve como indicador del tiempo de vida útil en la comercialización por lo que el deterioro es proporcional a la tasa de respiración (Gallo, 1997) (kader, 2002).

2.10.1.2 Transpiración o pérdida de agua

Rahman, (2003) citado por Benavides y Cuasqui (2008) la transpiración es el proceso a través del cual el producto fresco pierde agua, con las correspondientes pérdidas de peso, alteración del aspecto (arrugamiento, marchitamiento), de la textura (ablandamiento, flacidez, pérdida de la crocantes y de la jugosidad), y de valor nutritivo. En general, se considera que el marchitamiento es inaceptable cuando se pierde el 5% del peso que tenía el producto en el momento de la recolección. La mayoría de las frutas y hortalizas, cuando han perdido el 5-10% de su contenido en humedad, presentan claros signos de marchitamiento como resultado de la plasmólisis celular.

2.10.1.3 Producción de etileno

El etileno es una fitohormona que regula muchos aspectos del crecimiento, desarrollo y senescencia de los tejidos vegetales. Es producido en grandes cantidades por los frutos climatéricos durante su maduración, pero también inducido por determinados estreses como el daño físico ya que forma parte de los mecanismos de cicatrización de las heridas. Es liberado al ambiente en forma de gas y se acumula en niveles fisiológicamente activos si no es eliminado químicamente o mediante la ventilación (FAO, 2003).

Otra causa importante de deterioro se debe a que las frutas sufren desordenes fisiológicos a causa de diversos factores (temperaturas inapropiadas, desequilibrio nutricional) que causan fitotoxicidad en el producto, y que son objeto de infección por microorganismos (hongos y levaduras) que causan su podredumbre (Viñas, y otros, 2013).

2.11. PRINCIPALES CAUSAS DE PÉRDIDAS EN LA COSECHA Y POSCOSECHA.

Viñas y otros, (2013) estiman que las pérdidas en postcosecha de las frutas frescas y hortalizas pueden oscilar entre un 20 y un 50 % en países con menor desarrollo, dependiendo del tipo de producto. Las pérdidas se dan a nivel de las ventas al por menor y del consumidor.

Tabla 7: Principales Pérdidas Postcosecha

Causas	Consecuencia
Transporte	Las pérdidas se dan por el apilamiento con canastos bastante grandes.
Falta de clasificación	mezclan las frutas maduras, verdes y semimaduras, se incrementa la producción de etileno y atraen insectos
Daños por el sol	Causa quemaduras y acelera la maduración.
Pedúnculo muy grande	Pedúnculo muy grande, ocasionan rasguños, rallones, también que no lo tengan acelera la degradación
Daños por insectos	Perforaciones que dejan el fruto susceptible a la entrada de otros insectos y hongos.

Fuente: Velásquez, (2006)



Figura 6: Daños por insectos masticadores

Fuete: (Velásquez, 2006).



Figura 7: Daño por ácaros en jocote

Fuente: (Velásquez, 2006).

2.12 USOS

Tenganan y Chamorro, (2014), indican que el ovo se utiliza para elaborar productos como: deshidratados, curtidos en alcohol o salmuera, en almíbar; también se elaboran bebidas refrescantes, pulpas para elaboración de mermeladas, jaleas, helados y bebidas alcohólicas (vino, mistela y licores especialmente).

De la utilización de este fruto se obtiene subproductos tales como: torta compuesto por la corteza o epicarpio, destinado para compost en la obtención de abono orgánico, mientras que la nuez puede ser utilizada en la elaboración de artesanías o, en su defecto destinarla para alimentación de animales, dado su elevado contenido de fibra y otros nutrientes.

2.13 CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS

2.14.1 Color

El color en los frutos tropicales es uno de los principales indicadores, del estado de madurez como resultado de la degradación de la clorofila y la síntesis de los carotenoides, así como también de tiempo de vida útil y calidad. Por medio del color el consumidor puede observar si el fruto está maduro o no y si este presenta una buena apariencia.

Dentro de los parámetros que definen la frescura y madurez, el color, tanto en intensidad como en uniformidad, es el aspecto externo más fácilmente evaluado por el consumidor. La pérdida del color verde es un indicador de senescencia. En frutos que sufren cambios luego de la cosecha (climatéricos) el color es menos decisivo e indica fundamentalmente el grado de madurez, como por ejemplo tomate, pera, banana, etc. (FAO, 2003).

2.13.2 Firmeza

La firmeza se mide como la resistencia de la pulpa a la penetración de un émbolo de diámetro conocido hasta una pequeña profundidad de la pulpa del fruto una vez retirada la piel (penetrometría) esta medida puede realizarse con un penetrómetro manual (Viñas, y otros, 2013).

Uno de los principales signos del estado de madurez del fruto, que establece si los frutos se encuentran en estado verde o maduro debido a que los frutos maduros presenta ablandamiento en su pulpa o su cascara, presentando estos menor firmeza o textura, principalmente en frutos climatéricos.

2.13.3 Sólidos solubles

La escala Brix se utiliza en el sector de alimentos, para medir la cantidad aproximada de azúcares en zumos de fruta, vino o líquidos procesados dentro de la industria agroalimentaria ya que en realidad lo que se determina es el contenido de sólidos solubles totales, dentro de esta y centrándonos en la industria agrícola, los técnicos siempre hacen referencia al contenido de azúcares y se utiliza para hacer un seguimiento in situ en la evolución de la maduración de frutos y su momento óptimo de recolección (Domene & Rodríguez, 2014).

2.13.4 Acidez titulable

Con la maduración, en general, se produce un aumento en la acidez de la pulpa. En las fases iniciales del crecimiento del fruto, la concentración de azúcares totales, reductores y no reductores, es baja. Cuando la maduración progresa, los azúcares totales aumentan rápidamente con la aparición de glucosa y fructosa (Rahman S. , 2002).

2.13.5 Acidez activa- pH

Se pueda considerar la medida potenciométrica más importante utilizada en la industria agroalimentaria y sirve para cuantificar la concentración de H_3O^+ , existente en el zumo obtenido del licuado del fruto, que se puede considerar la acidez activa. Esto se puede relacionar con el contenido de ácidos presentes, la capacidad de proliferación microbiana en conservación (valores bajos permitirán una vida de anaquel más amplia) puesto que actuará a nivel fisiológico en el fruto como barrera fisiológica natural frente a la acción microbiana (Domene & Rodríguez, 2014).

2.14 MÉTODOS DE CONSERVACIÓN

2.14.1 REFRIGERACIÓN

El control de la temperatura es una de las herramientas principales para reducir el deterioro postcosecha: las bajas temperaturas disminuyen la actividad de las enzimas y microorganismos responsables del deterioro de los productos perecederos. De esta manera, se reduce el ritmo respiratorio, conservando las reservas que son consumidas en este proceso, se retarda la maduración y se minimiza el déficit de las presiones de vapor entre el producto y el medio ambiente, disminuyendo la deshidratación. La suma de todos estos factores favorece la conservación de la frescura del producto así como la preservación de la calidad y el valor nutritivo (FAO, 2003).

La refrigeración es una técnica utilizada para prolongar la vida útil de la fruta dando un aspecto igual o parecido al fresco evitando el desarrollo de microorganismos y manteniendo su calidad nutritiva.

Hurtado (1995), “el frío actúa de modo directo sobre los dos tipos generales de causas de descomposición y deterioro:

Sobre los productos fisiológicos del producto es decir, sobre las reacciones bioquímicas normales o anormales que integran el proceso metabólico global y característico de cada producto. Por tanto el frío actúa sobre el ritmo y tasa de procesos generales como la respiración, germinación y descomposición natural definitiva de cada fruta u hortaliza fresca”.

Caps y Abrill (2003), Las frutas y hortalizas son organismos vivos que deben mantenerse como tal durante el almacenamiento. Con la refrigeración de esos productos se consigue aminorar drásticamente.

- Su intensidad respiratoria
- Sus pérdidas de peso por transpiración
- Su producción de etileno
- El desarrollo de microorganismos

2.15 ENVASES

En Tanto los envases como el sistema de envasado tienen como misión el mantenimiento de la calidad natural del producto hasta su consumo. A este periodo de tiempo se le conoce como tiempo de vida útil que varía en atención a la forma en que comercialice un determinado producto (Rodríguez, 2005).

Barés y otros, (1997), La calidad con que llegan las frutas al consumidor depende, en gran medida, del material del envase. Si los envases deben pasar por cámaras frigoríficas, se deberá tener en cuenta especialmente los siguientes requerimientos:

- Tipo de material del envase: debe soportar temperaturas bajas y alta humedad relativa sin perder sus propiedades de resistencia mecánica.
- Diseño del envase: para facilitar una buena conservación, al permitir una adecuada ventilación y que facilite un enfriamiento rápido en todo el contenido del envase y permita la liberación del calor y humedad generado por el producto.
- Dimensiones del envase: permitiendo su manejo sobre pallets, por medio de auto elevadores.

2.15.1 El poliestireno expandido. Se usa principalmente en la fabricación de bandejas, las cuales son recubiertas con un film de PVC para el envasado de hortalizas mínimamente procesadas (p.e. radicheta cortada, zanahoria rallada, etc.), hongos, maíz dulce sin chalas, hortalizas o frutas enteras, espárragos, etc. (Barés, y otros, 1997).

2.15.2 Los films de PVC. Este tipo de envoltura se consigue por extensión del film que rodea los objetos a envolver y posterior sellado por calor. La tensión residual generada en el film actúa presionando el contorno a modo de banda elástica (Rodríguez, 2005).

2.15.1 Canastillas, estuches, cestas o cubetas. Son confeccionadas con plásticos termoformados o moldeados por inyección, envueltos con películas plásticas. Su uso es frecuente en la comercialización de berries (Barés, y otros, 1997).

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 LOCALIZACIÓN

El presente trabajo investigativo se realizó en el Laboratorio de frutas y hortalizas de la Escuela de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Técnica del Norte y el control de calidad físico químico y microbiológico, en el Laboratorio de análisis físico-químicos y microbiológicos de la FICAYA en la Universidad Técnica del Norte.

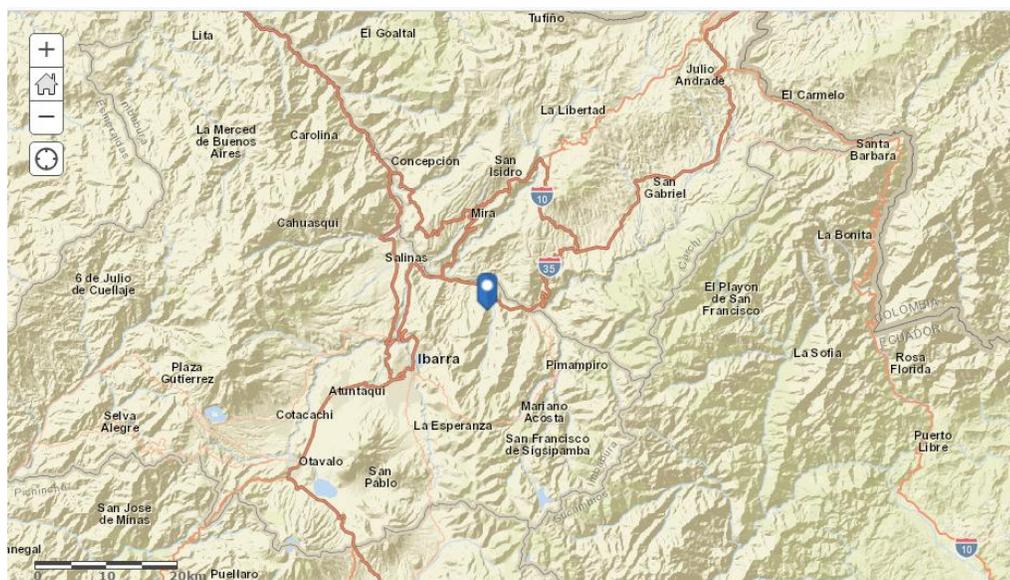
3.1.1 UBICACIÓN DEL LUGAR DE OBTENCIÓN DE OVO

Provincia: Imbabura

Cantón: Ibarra

Parroquia: Ambuquí

Lugar: Ambuquí cultivos de los productores de la localidad



3.1.2 UBICACIÓN EXPERIMENTO

Provincia: Imbabura

Cantón: Ibarra

Parroquia: El Sagrario

Lugar: Unidades productivas de la UTN

3.1.3 CONDICIONES METEOROLÓGICAS DEL LUGAR DEL EXPERIMENTO

Temperatura: 17,4 ° C

Altitud: 2250 m.s.n.m.

Humedad relativa promedio: 73%.

Pluviosidad: 50.3 mm. mensual

Latitud: 78°08”Oeste

Fuente: Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología de la ciudad de Ibarra, Granja Experimental de la Universidad Técnica del Norte (UTN).

3.2 MATERIALES Y EQUIPOS

3.2.1 MATERIALES

- Ovo seleccionado
- Kavetas o canastillas plásticas
- Bandejas de polietileno expandido
- Film termoencogible

- Estuches plásticos con hoyos de 1000 g
- Termómetro digital
- Material de vidrio
- Hidróxido de Sodio 0,1 N
- Hidróxido de bario 0,1 N
- Hidróxido de potasio 0,1 N
- Ácido oxálico 0,1 N
- Fenolftaleína, agua destilada
- Mandil, mascarilla, guantes de látex

3.2.2 EQUIPOS

- Balanza gramera
- Refrigerador
- Refractómetro
- pHmetro
- Respirómetro

3.3 DETERMINACIÓN DE LA MADUREZ FISIOLÓGICA Y DE CONSUMO

Se analizó las características físicas de la fruta en dos estados de madurez y tamaño establecidos en las tablas de índice de corte y categorías de clasificación de los datos bibliográficos de Velázquez (2006) y Vanegas (2005).

3.3.1 CARACTERÍSTICA FÍSICA

Tabla 8: Característica Física

Característica	Método	Unidades
Tamaño	Calibrador tipo pie de rey	cm
Color	Colorimetría en base NTE INEN 1997 (2009): Frutas frescas. Granadilla.	Nm
Peso bruto	Diferencia de pesos (Balanza gramera con sensibilidad a 0,001g)	G
Densidad	Método del desplazamiento basado en principio fundamental de la hidrostática.	g/ml
Firmeza	Penetrómetro	N

3.3.1.1 Determinación del Tamaño

Se utilizó un calibrador de tipo pie de rey que permite medir hasta la milésima parte del centímetro y el resultado se expresa en cm. se medirá los diámetros, tanto radial (menor) y polar (mayor).

3.3.1.2 Determinación del color

Se utilizará un colorímetro que permite determinar el grado o intensidad de color con datos numéricos y cuantitativos en una amplia gama de 100 datos estadísticos, basados en la norma NTE INEN 1997 (2009): Frutas frescas. Granadilla.

La madurez del fruto se aprecia visualmente por su color externo. Su estado se puede confirmar por medio de la determinación de los sólidos solubles totales, acidez titulable.

Estado verde: color 0 a color 1

Estado pintón: color 2 a color 4

Estado maduro: color 5 a color 6

3.3.1.3 Determinación de peso bruto.

Método de diferencia de pesos, se utilizará una balanza con capacidad de 0,001g a 1000g y se pesará uno a uno, se registraran 10 datos, por tres repeticiones, es decir que se medirá 10 frutos por cada unidad experimental.

3.3.1.4 Densidad

Puede determinarse la densidad utilizando el principio fundamental de la hidrostática, que dice: “Todo cuerpo sumergido en un fluido experimenta un empuje vertical hacia arriba, igual al peso del fluido desalojado por dicho cuerpo”. El montaje es como el de la figura. Matemáticamente se expresa como.

Peso cuerpo sumergido en el fluido= Peso cuerpo en aire–F empuje (1)

Según el Principio de Arquímedes,

F empuje= Volumen del cuerpo x Densidad del agua x g (2)

Combinando las ecuaciones (1) y (2) es posible obtener el volumen del cuerpo.

3.3.1.5 Determinación de firmeza del fruto.

Método del penetrómetro, utilizando el penetrómetro se procederá a encerar para luego con una ligera presión sobre el fruto, hasta observar la lectura en el indicador análogo.

3.3.2 CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS

Tabla 9: Características químicas

Característica	Método	Unidades
Sólidos Solubles	NTE INEN 0380 (1986): Conservas vegetales. Determinación de sólidos solubles. Método refractométrico	°Brix
pH	NTE INEN 0389 (1986): Conservas vegetales. Determinación de la concentración del ión hidrógeno (pH)	pH
Acidez Titulable	NTE INEN 0381 (1986): Conservas vegetales. Determinación de acidez titulable. Método potenciométrico de Referencia	mg/100g

3.3.2.1 Acidez titulable

Según norma NTE INEN 381 .Se obtienen mediante la siguiente ecuación.

$$A = \frac{(V_1 N_1 M) 10}{V_2} \times 100$$

Siendo:

A= g de ácido en 1000 cm³ de producto.

V₁ = cm³ de NaOH usados para la titulación de la alícuota.

N= Normalidad del Hidróxido de sodio usado

M= Peso molecular del ácido considerado como referencia.

V₂= volumen de la alícuota tomada para el análisis.

3.4 CARACTERIZACIÓN FÍSICO QUÍMICOS DE LA MATERIA PRIMA

Se realizó el análisis físico químicos (pH, °Brix, acidez titulable, color, tamaño, densidad) de la materia prima en dos estados de madurez pintón.

Tabla 10: Estudio de las características físico química

Características	Método	Unidades
Físicas		
Color	Colorimetría en base NTE INEN 1997 (2009): Frutas frescas. Granadilla. Requisitos	nm
Tamaño	Calibrador de precisión.	cm
Densidad	Método del desplazamiento basado en principio fundamental de la hidrostática.	g/ml
Químicas		
Ph	Método potenciométrico, NTE INEN 389.	pH
Acidez titulable	La medición de la acidez titulable se realizará de acuerdo a la Norma INEN 381	mg/100g
Solidos solubles	Se medirá según la norma NTE INEN 380	°Brix
Vitamina C	Se utilizará el método de Titulación con 2-6 Diclorofenol indofenol, siguiendo los pasos descritos en AOAC Official Method 967.21	mg/100

3.5 OPERACIONES DE MANEJO POSTCOSECHA DEL OVO

Para la determinación de las operaciones de manejo postcosecha (lavado, selección, desinfectado, empacado, almacenamiento), se tomaron como referencia datos bibliográficos del manejo postcosecha del jocote o ciruelo de guía técnica del cultivo de jocote de Vanegas (2005).

3.6 EVALUACIÓN DEL TIEMPO DE CONSERVACIÓN EN REFRIGERACIÓN

Para la evaluación del tiempo de conservación en refrigeración se tomó como muestra 1000g de fruta con dos índices de madurez pintón que se empacó en dos tipos de empaques respectivamente.

3.6.1 DISEÑO EXPERIMENTAL

Se utilizó para el estudio de investigación un Diseño Completamente al azar con arreglo factorial $A \times B \times C + 1$ en el que A corresponde a Tipos de empaque, B Temperaturas de almacenamiento, C índices de madurez y 1 es el testigo. Se obtuvo como resultado 9 tratamientos con 3 repeticiones.

3.6.2 FACTORES DE ESTUDIO

Se analizaron tres factores en el comportamiento postcosecha del ovo: Tipos de empaque, y temperaturas de almacenamiento y dos índices de madurez pintón.

FACTOR A: Tipos de material en el empaque

a1: Bandejas polietileno con film termoencogible

a2: Estuches plásticas con hoyos

FACTOR B: Temperaturas de almacenamiento

b1: Refrigeración (Temperatura 3 °C)

b2: Refrigeración (Temperatura 8 °C)

FACTOR C: Índice de Madurez

c1: Semimaduro 1 (50 % verde y 50% amarillo)

c2: Semimaduro 2 (25% verde y 75% amarillo)

TESTIGO:

T1: Fruto a temperatura ambiente (T° 18 °C - 24 °C Ibarra)

3.6.3 TRATAMIENTOS

El número de tratamientos son 9 que resultaron de la combinación de dos tipos de empaque, dos temperaturas de almacenamiento, dos índices de madurez y 1 testigo.

Tabla 11: Simbología de tratamientos

Tratamientos	Combinaciones	Descripción
T1	a1b1c1	Bandejas polietileno y film, refrigeración T° 3°C, semimaduro 1
T2	a1b1c2	Bandejas polietileno y film, refrigeración T° 3°C, semimaduro 2
T3	a1b2c1	Bandejas polietileno y film, refrigeración T° 8°C, semimaduro 1
T4	a1b2c2	Bandejas polietileno y film, refrigeración T° 8°C, semimaduro 2
T5	a2b1c1	Estuches plásticos, refrigeración T° 3°C, semimaduro 1
T6	a2b1c2	Estuches plásticos, refrigeración T° 3°C, semimaduro 2
T7	a2b2c1	Estuches plásticos, refrigeración T° 8°C, semimaduro 1
T8	a2b2c2	Estuches plásticos, refrigeración T° 8°C, semimaduro 2
T9	Testigo 1	Fruto a temperatura ambiente (18°C - 24°C Ibarra)

3.6.4. CARACTERÍSTICAS DEL EXPERIMENTO.

Numero de repeticiones: 3

Número de tratamientos: 9

Unidades experimentales: 27

3.6.4.1 Características de la unidad experimental.

La unidad experimental compuesta por un kilogramo (100 unidades) de fruta con un calibre aproximado de 2.5- 3cm de largo, de consistencia firme, aspecto fresco, sano y exento de podredumbre o deterioro alguno envasado en bandejas de polietileno con film termoencogible y estuches plásticos con hoyos.

3.6.5 ESQUEMA DEL ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Tabla 12: Análisis de varianza

Factor de variación	Grados de libertad
Total	26
Tratamientos	8
Factor A	1
Factor B	1
Factor C	1
Factor AxB	1
AxC	1
BxC	1
AxBxC	1
Testigo vs otros	1
Error Experimental	18

3.6.6 ANÁLISIS FUNCIONAL

Para el análisis funcional se calculó el coeficiente de variación (CV), la prueba de Tukey al 5% para tratamientos y DMS para factores e interacciones.

3.6.7 VARIABLES A EVALUAR EN EL ALMACENAMIENTO

➤ **Variables Cualitativas.**

- ✓ Color
- ✓ Tamaño
- ✓ Apariencia

➤ **Variables Cuantitativas.**

- ✓ Sólidos Solubles (°Brix)
- ✓ pH
- ✓ Acidez titulable
- ✓ Pérdida de peso
- ✓ Tasa respiratoria
- ✓ Vitamina C
- ✓ Recuento de Mohos y Levaduras

Para los respectivos tratamientos se realizó la medición de las variables para la fruta en refrigeración y el testigo:

Tabla 13: Variable a evaluar para el almacenamiento

VARIABLES	MÉTODO	Unidades
Variables cualitativas		
Color	Observación visual	nm
Tamaño	Calibrador de precisión	cm
Variables cuantitativas		
Sólidos Solubles	NTE INEN 0380 (1986): Conservas vegetales. Determinación de sólidos solubles. Método refractométrico	°Brix
pH	NTE INEN 0389 (1986): Conservas vegetales. Determinación de la concentración del ión hidrógeno (pH)	pH
Acidez Titulable	NTE INEN 0381 (1986): Conservas vegetales. Determinación de acidez titulable. Método potenciométrico	mg/100g
Pérdidas de peso	Balanza gramera sensibilidad 0.001g	g
Tasa respiratoria	Determinación de la tasa respiratoria por titulación.	mgCO ₂ /100g
Duración de la fruta (tiempo de conservación)	Conteo de días	Días
Ácido Ascórbico (Vitamina C)	Método de Titulación con 2-6 Diclorofenol indofenol. Para el mejor tratamiento	mg/100g
Recuento de Mohos y levaduras	NTE INEN 1529-10 (1998): Control Microbiológico de los Alimentos. Mohos y levaduras viables. Recuento en placa por siembra en profundidad	UFC

3.7 MANEJO ESPECÍFICO DEL EXPERIMENTO

A continuación se presenta el diagrama de flujo de cómo se realizó el manejo específico del experimento.

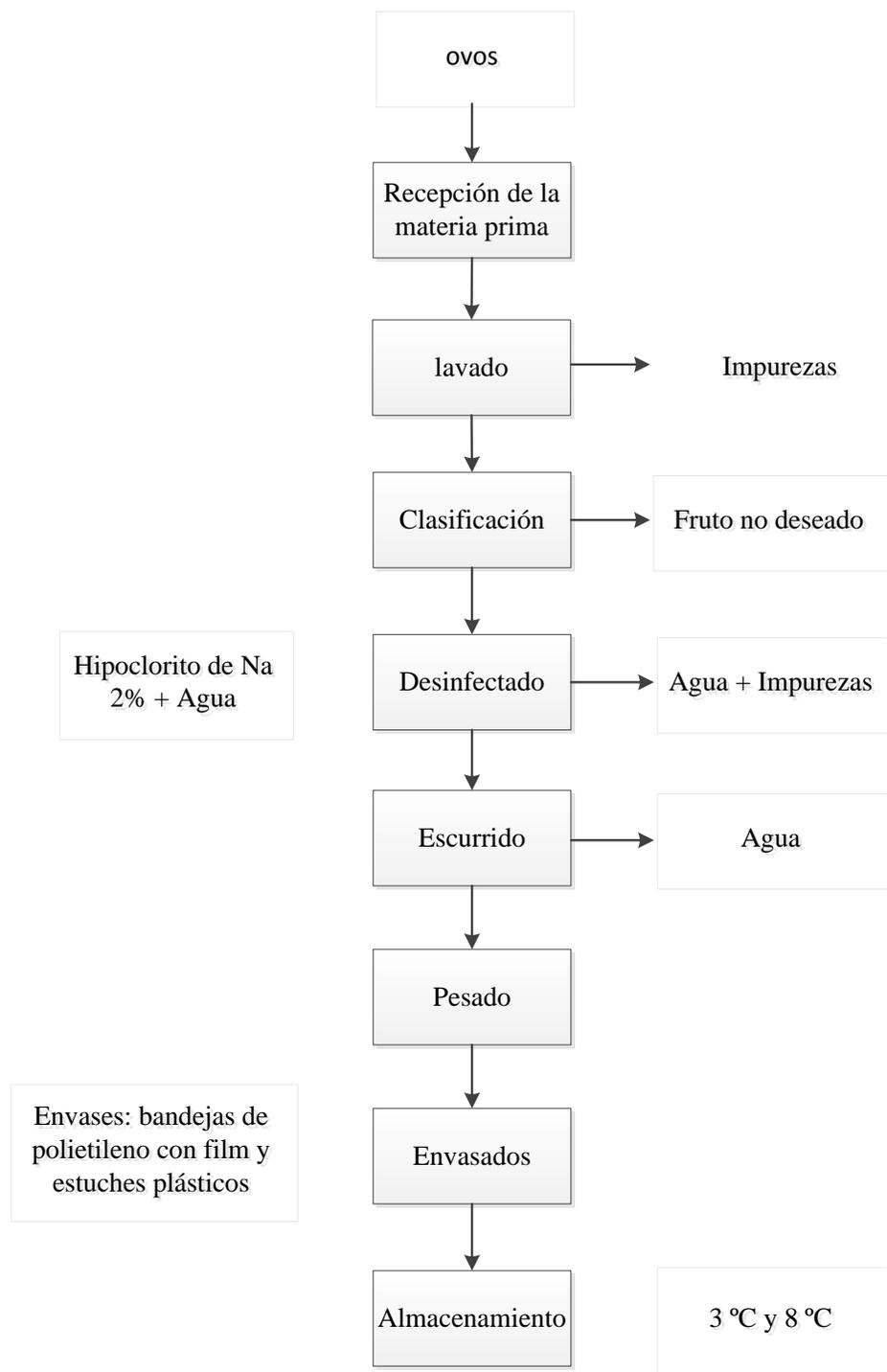


Figura 8: Flujograma del manejo postcosecha

3.7.1 RECEPCIÓN DE LA MATERIA PRIMA

La recolección del fruto se realizó en las plantaciones de diversas comunidades en la parroquia de Ambuquí, en el Valle del Chota Provincia de Imbabura. A tempranas horas de la mañana son colocadas en baldes o jabas plásticas de acuerdo a su clasificación por color del fruto verde o rojizo para su posterior transporte.



Figura 9: Recolección del fruto

El ovo es cosechado con estado o índice de madurez verde (madurez fisiológica) tomando en cuenta factores como el color y tamaño. Se cosecha la fruta manualmente con la finalidad de evitar daños, golpes etc.



Figura 10: Recolección manual del ovo

Una vez que llegan los ovos a su destino, son colocados en un lugar fresco y en kavetas plásticas de aproximadamente 15 kg. Se los deja madurar por un día a temperatura ambiente para obtener los índices de madurez pintón considerados para el estudio

El fruto debe cumplir con los siguientes condiciones: peso de 9- 12 g por fruto con un tamaño radial de 2- 2,5 cm y un tamaño polar de 3- 3,5 cm en buenas condiciones sin golpes, magulladuras, rasguños ni picaduras de insectos, y en cada kavetas de 15 kg aproximadamente.



Figura 11: Recepción del fruto

Desde su llegada en estado verde los ovos tienen un periodo de maduración 3 a 4 días a temperatura ambiente de la ciudad de Ibarra (18 °C – 24 °C) para obtener su estado de madurez de consumo.

3.7.2 LAVADO

El lavado se lo realizó con abundante agua potable para la eliminación de impurezas (polvo, tierra, hojas, insectos) que esta contenga, para quitar el exceso de agua se deja escurrir por 10 minutos.



Figura 12: Lavado del fruto con agua potable

3.7.3 CLASIFICACIÓN

Se realizó la selección, tomando en cuenta el tamaño, color y los estados de madurez considerados para el estudio (50/50 verde y amarillo; 25/75 verde y amarillo), desechando todos los frutos no deseados (frutos con rasguños, golpes, y daños por insectos).



Figura 13: Clasificación del fruto de acuerdo al color

3.7.4 DESINFECTADO

El ovo previamente clasificado se desinfectó con hipoclorito de sodio al 2% (200ppm), luego fueron colocados en recipientes con la solución de hipoclorito de sodio por un lapso de 5 minutos.



Figura 14: Desinfectado del fruto con hipoclorito de sodio 2%

3.7.5 ESCURRIDO

Los frutos se escurren por un lapso de diez minutos, para quitar el exceso de agua se utiliza papel absorbente para su posterior envasado.

3.7.6 PESADO

Se pesa cada unidad experimental de 1000g (100 unidades) aproximadamente de fruta, de acuerdo a los dos estados de madurez considerados para el estudio, utilizando una balanza gramera o analítica.



Figura 15: Pesado de ovos en estuches plásticos

3.7.7 ENVASADO

A continuación los frutos pesados son colocados en las bandejas de polietileno expandido selladas con film termoencogible y en estuches plásticos (con hoyos) respectivamente, el testigo se empaco en canastillas de hojas de plátano.



Figura 16: Tipos de envases

3.7.8 ALMACENAMIENTO

Cada una de las muestras se almacenaron en un lugar adecuado a dos temperaturas diferentes, de refrigeración 3 °C y 8 °C, y el testigo a temperatura ambiente (18°C – 24°C), realizando la medición de cada una de las variables.



Figura 17: Frutos en refrigeración

CAPITULO IV

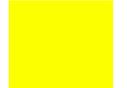
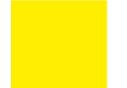
RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1 ÍNDICE DE MADUREZ

Para establecer el índice de madurez óptimo para la cosecha del ovo se utilizaron los siguientes parámetros como color del fruto, que cambia desde un estado verde o jecho hasta el estado maduro, en el caso de madurarse en el mismo árbol toma una coloración roja. Para la investigación se tomaron dos índices de madurez pintones del fruto 50/50 (amarillo y verde) y 25/75 (verde y amarillo); el fruto es cosechado en estado verde o jecho para obtener un fruto con una madurez final de color amarillo anaranjado.

A continuación se puede observar la **tabla 14** que contiene los valores de las variables analizadas para la determinación del índice de madurez de cosecha y de consumo, la escala colorimétrica de los 6 estados de color se elaboró en base a la norma NTE INEN 1997 (2009): Frutas frescas. Granadilla.

Tabla 14: Escala colorimétrica

Variables medidas	Unidades							
Estados de color		0	1	2	3	4	5	6
Color espectral	Nm	563	565	566	567	568	569	577
Saturación	%	5,9739	5,7791	5,643	4,8098	4,2265	2,9189	2,025
Color	RGV							
Firmeza	N	1,596	1,555	1,496	1,104	1,002	1,008	0,195
Sólidos solubles	° Brix	10,4	10,8	11,2	11,8	13,4	15,4	19,8
pH		2,64	2,82	2,91	2,95	3	3,04	3,1
Acidez	mg /100g	1,312	1,232	0,992	0,881	0,853	0,788	0,753

La **tabla 14** indica, el cambio de color, aumento gradual de los sólidos solubles (SST), y pH, que son inversamente proporcionales a la acidez titulable, la cual disminuye. Lo que quiere decir que estas variables (color, SST, pH, acidez) cambian a medida que aumenta el estado de madurez del fruto. Estableciendo de manera óptima el estado de madurez fisiológico y el estado de madurez de consumo de los frutos que comprenden los rangos (0 a 1) y (5 a 6) respectivamente.

Los datos obtenidos en esta investigación se encuentran en los volares que proporciona la caracterización físico química del ovo del autor que se menciona a continuación.

Chamorro, (2014) menciona que: el pH y los sólidos solubles totales (SST) aumentan, conforme madura el fruto (2,47 a 3,07 para el pH y 12,01 hasta 16,63 °Brix para los SST), mientras que la acidez valorable disminuye desde 1,29 a 0,64 g de ácido cítrico por 100 ml de producto

4.2 CARACTERIZACIÓN FÍSICO QUÍMICA DEL OVO

En las tablas 15 y 16 se presentan los valores de las variables medidas para la caracterización fisicoquímica del fruto tomando en cuenta los dos índices de madurez pintón semimaduro 1 y semimaduro 2 considerados para el estudio.

4.2.1 Caracterización física del ovo

Tabla 15: Caracterización física

Variables	Unidades	Índices de madurez	
		Semimaduro 1 (50/50 verde y amarillo)	Semimaduro 2 (25/75 verde y amarillo)
Color espectral	nm	567	568
Saturación	%	4,8098	4,2265
Tamaño Radial (menor)	cm	2,5 - 1,9	2,4 - 1,8
Tamaño Polar (mayor)	cm	3,4 - 2,8	3,3 – 3
Peso	g	11,58 - 6,52	11,061 -. 6,48
Densidad	g/ml	1,0527 – 1,304	1,0636 – 1,2461

En la **tabla 15** se observa que los frutos presentan menor peso esto es debido a que fueron cosechados en la época de verano por lo que no concuerdan con los datos obtenidos del autor que se menciona a continuación.

Chamorro (2014) indica que, el peso del fruto varió desde 7,18 g a 19,98 g, El diámetro longitudinal varió de 3,086 cm a 3,399 cm. El diámetro axial varió de 1,931cm a 2,313 cm.

4.2.2 Caracterización química del ovo

Tabla 16: Caracterización química

Variables	Unidades	Índices de madurez	
		Semimaduro 1 (50/50 verde y amarillo)	Semimaduro 2 (25/75 verde y amarillo)
Sólidos solubles	° Brix	11,8	13,4
pH		2,95	3
Acidez	mg/100g	0,871	0,813
Vitamina C	mg/100g	0,62	0,52

En la **tabla 16** se puede observar, la diferencia de los valores estimados de las variables de la caracterización química, de los dos índices de madurez pintón, semimaduro 1 y semimaduro 2 que fueron considerados para el estudio. Principalmente de °Brix y pH para poder identificarlos y clasificarlos correctamente.

4.3 OPERACIONES DE MANEJO POSTCOSECHA

Antes de iniciar con las operaciones de manejo postcosecha se realiza una preclasificación al momento de la recolección tomando en cuenta el tamaño y los tres estados de madurez, verde, pintón y maduro donde los ovos en estado de madurez fisiológico (verde o jecho) son destinados a la comercialización fuera de la parroquia debido a que en este estado de madurez la fruta soportar mayor presión y manipulación al momento de transportarse hacia su destino y los estados pintón y maduro para consumo inmediato, para procesamiento de helados, vinagre entres otros y su comercialización dentro de la parroquia.

Al momento de recibir la materia prima el fruto debe cumplir con los siguientes parámetros: peso de 9- 12 g por fruto con un tamaño radial de 2- 2,5 cm y un tamaño polar de 3- 3,5 cm en buenas condiciones sin golpes, magulladuras, rasguños ni picaduras de insectos, debido a que estos daños aceleran la descomposición de los frutos.

El lavado de los frutos se realizó con abundante agua potable por inmersión en tinas con agua fría por un lapso de 10 minutos para reducir la temperatura de los frutos y eliminación de impurezas, continuando con la clasificación de los frutos que se lo realizó de acuerdo a los dos estados de madurez pintón considerados para el estudio, tomando como principales parámetros: color, sólidos solubles tablas 15 y 16 para su correcta identificación y clasificación.

La desinfección se realizó con hipoclorito de sodio al 2% con el fin de disminuir la carga microbiana de los frutos garantizando su inocuidad, y el proceso de escurrido se lo realizó en cavetas plásticas para la eliminación del agua.

El envasado de los frutos se lo realizó en dos tipos de empaque (estuches plásticos con hoyos y en bandejas de polietileno cubiertas con film termocongelable) para su posterior almacenamiento a dos temperaturas de refrigeración (3°C y 8°C), debido a que las temperaturas bajas disminuyen la tasa respiratoria.

Las aplicaciones de las operaciones de manejo postcosecha, como: recepción, lavado, clasificación, desinfectado, escurrido, pesado, envasado y almacenamiento, prolongan el tiempo de vida útil del fruto a 14 días y por observación visual de 17 días; siendo el tiempo de vida útil del fruto de 6 -7 días en base al testigo, sin la aplicación de operaciones postcosecha.

Los días de duración del fruto fueron tomados a partir de los índices o estados de madurez pintón del fruto considerados para el estudio semimaduro 1 (50/50 verde y amarillo) y semimaduro 2 (25/75 verde y amarillo).

Tabla 17: Tiempo de vida útil de ovo

Fruto envasado	Temperatura °C	Días	Operación postcosecha
Envasados y T° ambiente	18 – 24	6-7	Sin operaciones postcosecha
Envasado y refrigerado (bandejas con film y estuches plásticos)	3- 8	14-17	Con operaciones postcosecha

4.3.1 DIAGRAMA DE BLOQUE DEL MANEJO ESPECÍFICO DEL EXPERIMENTO

A continuación se presenta el diagrama de flujo del manejo específico del experimento.

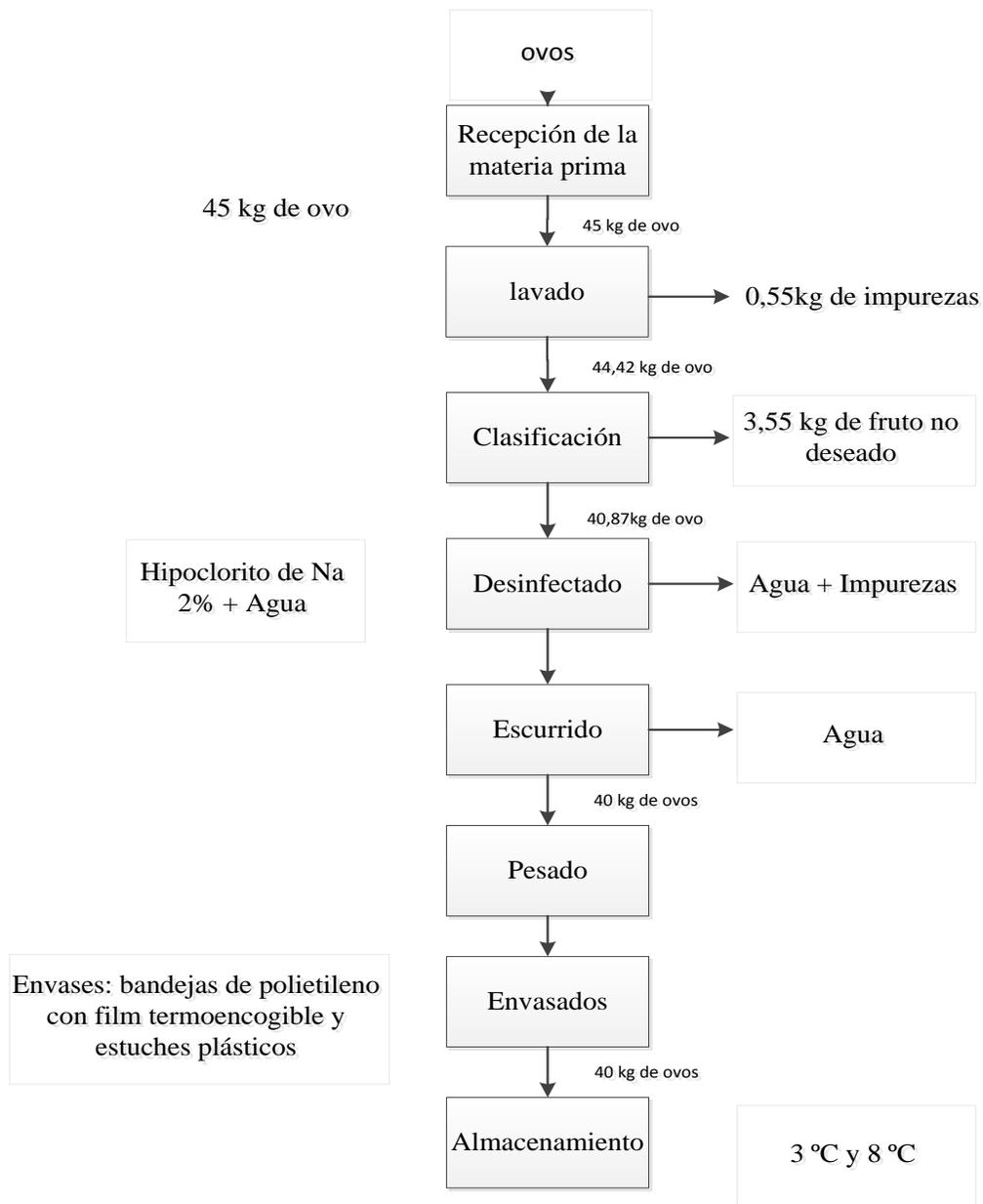


Figura 18: Diagrama de bloques de manejo postcosecha

4.4 EVALUACIÓN DEL TIEMPO DE CONSERVACIÓN DEL OVO

Para la evaluación del tiempo de conservación en refrigeración a temperatura de 3°C y 8°C en dos tipos de empaque se tomó en cuenta las variables cuantitativas como: sólidos solubles, pH, acidez titulable, tasa respiratoria, pérdida de peso. Cada una de estas variables, con su respectiva norma INEN y método.

En las siguientes tablas se presentan los datos evaluados de cada una de las variables en el día siete y catorce, para su respectivo análisis estadístico y comparación de los datos entre tratamientos, en base a la duración del testigo a temperatura ambiente (18°C a 24°C) y mayor conservación del ovo a temperatura de 3°C, y la variabilidad de estos.

La nomenclatura utilizada para el análisis de varianza es la siguiente:

* Significación al 5%

** Significación al 1%

NS No significativo

CV Coeficiente de variación

4.4.1 Sólidos solubles

4.4.1.1 sólidos solubles día siete

Los datos experimentales de los tratamientos tomados el día siete, tiempo máximo de conservación del testigo a temperatura ambiente de la variable medida de acuerdo a la norma NTE INEN 0380 sólidos solubles. Revisar **anexo 8**.

Al revisar el análisis de varianza **tabla 37 (anexo 9)** se determina que existe alta significación estadística para los tratamientos, factor A (empaque), factor B (temperatura), factor C (madurez), interacción AxBxC, y testigo vs otros, de esta manera se acepta la hipótesis alternativa, lo que quiere decir que al transcurrir los siete días se observa la variación en los tratamientos del contenido de sólidos solubles,

siendo relacionados directamente con la madurez del fruto. Se obtiene el valor del coeficiente de variación de 4,61 %, estableciendo este valor uniformidad en los datos.

Al existir alta significación estadística en tratamientos y factores es necesario realizar prueba de significación de tukey al 5% a los tratamientos, DMS para los factores.

Tabla 18: Prueba de tukey al 5% de sólidos solubles para tratamientos día siete

Tratamientos	Medias ordenada (°Brix)	Rango
T9	18,80	a
T8	17,20	a
T4	16,20	b
T7	16,07	bc
T3	15,73	bc
T6	15,73	bc
T2	15,17	bc
T5	14,73	cd
T1	13,22	d

En la **tabla 18** se observa 4 rangos; T9, T8 el primer rango; T4, T7, T3, T6, T2 el segundo rango; el tercer rango T5 y cuarto rango T1 (bandeja de polietileno y film termoencogible, refrigeración 3°C y semimaduro 1 50/50 verde y amarillo). El cuarto rango T1 es el mejor tratamiento al tener el menor contenido de sólidos totales por lo que tendrá mayor tiempo de vida útil hasta alcanzar la cantidad de sólidos soluble (°Brix) óptimos para el estado de madurez de consumo.

La madurez del fruto va relacionada directamente con el aumento gradual de los sólidos solubles. Al presentar el fruto mayor valor de °Brix tendrá un mayor estado de madurez como es el caso del T9 (testigo), a temperatura ambiente (18°C – 24°C) presenta un valor 18,80 °Brix alcanzando su estado de madurez de consumo a los siete días de almacenamiento a temperatura ambiente.



Figura 19: Medias del séptimo día Sólidos solubles interacción testigo vs otros

En la **figura 19** se observa los tratamientos con mayor contenido de sólidos solubles T9 y T8 seguido de T4, T7, T6, T3, T2 y en menor cantidad de sólidos solubles el T5 y T1 esto se debe al índice de madurez semimaduro 1 (50/50 verde amarillo) y a la temperatura de 3°C que retardan el proceso de maduración, prolongando el tiempo de vida del fruto.

El testigo (T9) al encontrarse a temperatura ambiente presenta mayor contenido de sólidos solubles con relación a los tratamientos que se encuentran almacenados a temperaturas bajas. Al transcurrir los siete días, el testigo alcanza su estado de madurez de consumo, posteriormente inicia su periodo de senescencia y termina el tiempo de vida útil del fruto.

Tabla 19: Prueba de DMS al 5% de sólidos solubles para factor A (tipo de empaque)

Tipos de empaques	Factor A	Media ordenada (°Brix)	Rangos
Estuches plásticas con hoyos	a2	15,93	a
Bandejas polietileno con film termoencogible	a1	15,08	b

La **tabla 19** de prueba de DMS para el factor A (tipo de empaque) indica que las bandejas polietileno (**a1**) con film termoencogible es el mejor empaque con menor contenido de sólidos solubles. El contenido de sólidos solubles de los frutos depende del tipo de empaque, lo que quiere decir que el tipo de empaque influye en el contenido de estos en el fruto, lo cual indica que el empaque de las bandejas cubiertas con film retarda el proceso de maduración del fruto.

Tabla 20: Prueba de DMS al 5% de sólidos solubles para factor B (temperatura de almacenamiento)

Temperaturas de almacenamiento	Factor B	Media Ordenada (°Brix)	Rangos
Refrigeración (Temperatura 8 °C)	b2	16,30	a
Refrigeración (Temperatura 3 °C)	b1	14,71	b

La **tabla 20** de prueba de DMS para el factor B (temperatura de almacenamiento) indica que la temperatura de refrigeración a 3°C (**b1**) es el mejor nivel, ya que posee menor contenido de sólidos solubles. El contenido de sólidos solubles de los frutos depende de la temperatura de refrigeración durante el almacenamiento, a menor temperatura de almacenamiento se retarda el proceso de maduración del fruto, alargando su tiempo de vida útil.

Se debe tomar en cuenta que el fruto no debe estar en contacto directo con temperaturas bajas (3°C) durante el almacenamiento, lo que puede producir daños por frío. Para ello se utilizan cubiertas con film termoencogible creando una barrera.

Tabla 21: Prueba de DMS al 5% de sólidos solubles para factor C (índice de madurez)

Índices de madurez	Factor C	Media ordenada (°Brix)	Rangos
Semimaduro 2 (25% verde y 75% amarillo)	c2	16,075	a
Semimaduro 1 (50 %verde y 50% amarillo)	c1	14,9375	b

En la **tabla 21** de prueba de DMS para el factor C (índice de madurez) indica que el índice o estado de madurez Semimaduro 1 (50 % verde y 50% amarillo) (**c1**) es el mejor nivel, el cual contiene un número de sólidos solubles menor. El contenido de sólidos solubles de los frutos depende del índice o estado de madurez, lo que quiere decir que con un menor estado de madurez posee menor contenido de sólidos solubles.

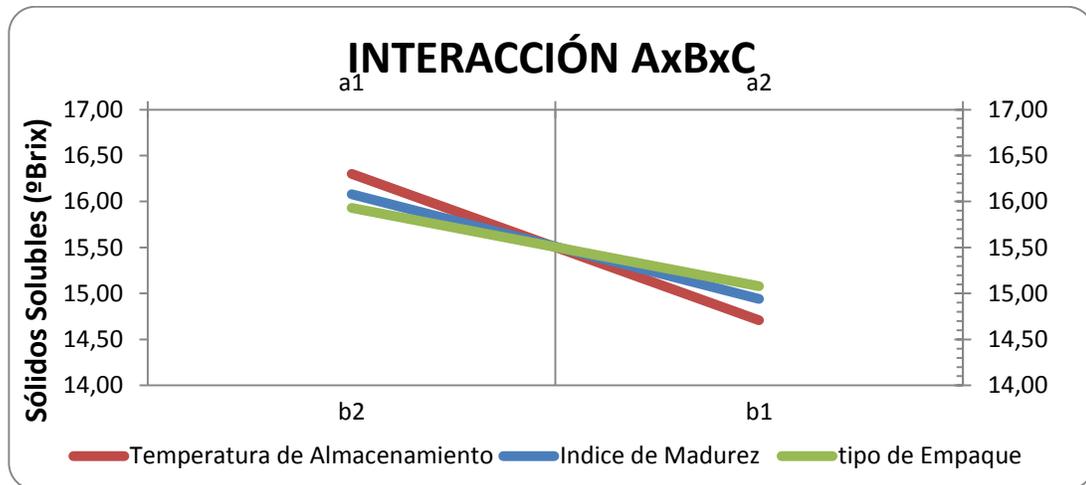


Figura 20: Interacción AxBxC

En la **figura 20** de la interacción AxBxC de la variable de sólidos solubles, se observa que si existe interacción entre los factores A, B y C. En la figura se observa el punto de interacción de los tres factores AxBxC de la variable de sólidos totales con un valor de 15,5 ° Brix.

4.4.1.2 Sólido soluble del día catorce

Los datos experimentales de los tratamientos tomados el día catorce, tiempo máximo de conservación a temperatura de 3°C, de la variable medida. Análisis realizados de acuerdo a la norma NTE INEN 0380 sólidos solubles, revisar (**anexo 10**).

En la **tabla 39 (anexo 11)** del análisis de varianza se puede observar que existe significación estadística al 0,1% para tratamientos y para los factores (A y B); en cuanto

para el factor (C) muestra significación estadística al 0,05% lo que indica que existe diferencia entre los tratamientos, siendo los valores de sólidos solubles diferentes entre estos, por lo que es necesario realizar pruebas de tukey al 5% para tratamientos y DMS para factores.

En cuanto a sus interacciones no presentan significación, encontrando un **CV= 6,63%** lo que indica uniformidad en los datos medidos.

Tabla 22: Prueba de tukey al 5% de Sólidos solubles para tratamientos día catorce

Tratamientos	Media ordenada (°Brix)	Rango
T8	21,27	a
T7	19,67	a
T6	19,60	ab
T9	18,80	bc
T5	17,80	bc
T3	17,00	bcd
T4	16,87	bcd
T2	16,23	cd
T1	14,90	d

En la **tabla 22** se puede observar que los dos mejores tratamientos son T1 y T2, tratamientos que se encontraban empacados con bandejas de polietileno y film termoencogible, y en refrigeración de 3°C, presentan menor contenido de sólidos solubles con valores de 16, 23 °Brix y 14,90 °Brix respectivamente que se encuentran entre los rangos de estado de madurez de consumo de la escala colorimétrica de la tabla 14. Se puede concluir que la temperatura y el empaque retardan el tiempo de madurez del fruto con relación a los tratamientos T8 y T7 (almacenados a T° 8°C y empacados en estuches plásticos) que han sobrepasado el valor de 18,80 °Brix del testigo (T9).

Tabla 23: Prueba de DMS al 5% de sólidos solubles para factor A (tipo de empaque)

Tipos de empaques	Factor A	Media ordenada (°Brix)	Rangos
Estuches plásticas con hoyos	a2	19,58	a
Bandejas polietileno con film termoencogible	a1	16,25	b

En la **tabla 23** de prueba de DMS para el factor A, indica que el producto empacado en bandejas polietileno con film termoencogible (**a1**) es el mejor nivel, que posee menor contenido de sólidos solubles. Lo cual demuestra que el contenido de sólidos solubles de los frutos depende también del tipo de empaque.

Yahia (1998) citado por Castro, Pfaffenbach, Carvalho y Rossetto (2003) sostiene que el uso de filmes plásticos poliméricos permeables baja el nivel de O₂ y aumenta el de CO₂ de manera adecuada, lo que se traduce en una mejor conservación de las frutas.

Tabla 24: Prueba de DMS al 5% de sólidos solubles para factor B (temperatura de almacenamiento)

Temperaturas de almacenamiento	Factor B	Media Ordenada (°Brix)	Rangos
Refrigeración (Temperatura 8 °C)	b2	18,70	a
Refrigeración (Temperatura 3 °C)	b1	17,13	b

En la **tabla 24** de prueba de DMS para el factor B (temperatura de almacenamiento), se puede observar que el nivel **b1** (refrigeración 3°C) contiene menor contenido de sólidos solubles. El contenido de sólidos solubles de los frutos depende de la temperatura de refrigeración durante el almacenamiento. A menor temperatura de almacenamiento, se retarda el proceso de maduración del fruto alargando su tiempo de vida útil.

Tabla 25: Prueba de DMS al 5% de sólidos solubles para factor C (índice de madurez)

Índices de madurez	Factor C	Media ordenada (°Brix)	Rangos
Semimaduro 2 (25% verde y 75% amarillo)	c2	18,49	a
Semimaduro 1 (50% verde y 50% amarillo)	c1	17,34	b

En la **tabla 25** de prueba de DMS para el factor C (índice de madurez) indica que el nivel **c1** Semimaduro 1 (50 % verde y 50 % amarillo), posee el menor contenido de sólidos solubles. Se puede concluir que el contenido de sólidos solubles de los frutos depende de su índice de madurez del fruto prorrogando su maduración.

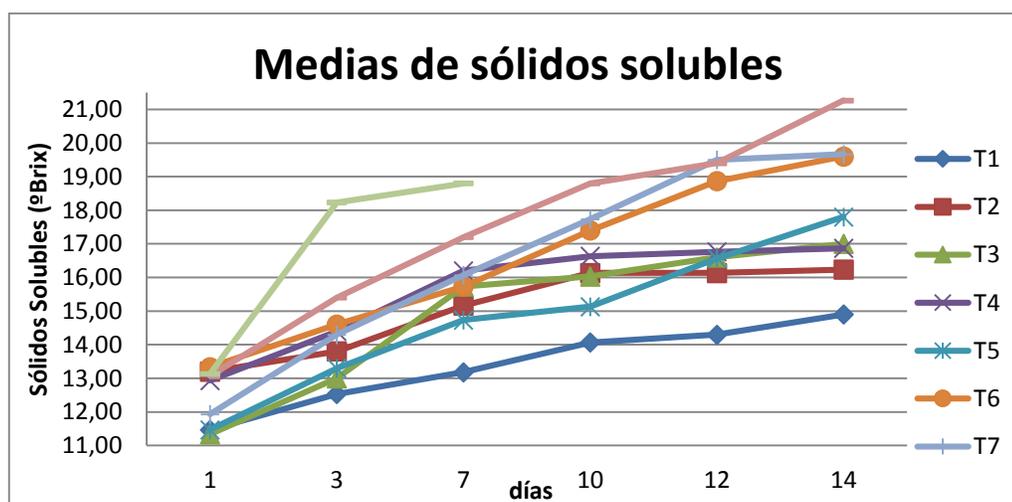


Figura 21: Medias de sólidos solubles del día 1 al 14

En la **figura 21** presenta los valores de sólidos solubles de los tratamientos a partir del día uno al día catorce. Valores tomados en base al tiempo máximo de duración del fruto a temperatura ambiente con un contenido de sólidos solubles de 18,8 °Brix que alcanzó su estado de madurez a los 7 días de almacenamiento. El tiempo máximo de conservación del ovo a temperatura de 3°C con un contenido de sólidos solubles de 14,9 °Brix, alcanzando su estado de madurez a los 14 días de almacenamiento en refrigeración, que se aproximan en los rangos (15,4°Brix – 19,8°Brix) de la escala

colorimétrica de la tabla 14. Lo que indica que los sólidos solubles aumentan en relación a la maduración de la fruta, de forma gradual hasta llegar a su estado de madurez de consumo.

El contenido de sólidos solubles es una buena estimación del contenido de azúcares totales, los ácidos (cítrico, málico, oxálico, tartárico) son componentes importantes para el sabor, y tienden a disminuir a medida que el fruto madura por lo que la relación con los sólidos solubles tienden a aumentar (FAO, 2003, pág. 100)

Los tratamientos (T9, T8, T7, T6) con mayor contenido de sólidos solubles al día catorce se encontraban con presencia de mohos visibles. Esto es debido, a que el contenido de azúcares es propicio para el desarrollo de microorganismos.

4.4.2 pH

4.4.2.1 pH día siete

Los datos experimentales fueron tomados el día siete, el tiempo máximo de conservación del testigo a temperatura ambiente de la variable medida pH. Los análisis fueron realizados en base a la norma NTE INEN 0389 (1986): Conservas vegetales. Determinación de la concentración del ión hidrógeno (pH). Revisar (**anexo12**).

Al revisar el análisis de varianza de la **tabla 41 (anexo 13)** se determina que no existe una significación estadística para los tratamientos, aceptando la hipótesis nula, la cual indica de que la variable medida en todos los tratamientos tiene valores similares de pH, lo que quiere decir que los factores no influyen en la variable medida. Se ha obtenido un coeficiente de variación de 3,39 % expresando uniformidad en los datos.

En relación con los factores (A, B, C) no existe significación al igual que en sus interacciones (AxB; AxC; BxC; AxBxC y testigo vs otros) se puede concluir que el envase, la temperatura y el estado de madurez no influyen con la variable pH.

Los datos tomados de pH en el séptimo día, no presentan cambios considerables con los obtenidos en el día uno, lo cual indica que todos los tratamientos tienen similares valores de iones hidrógeno.

4.4.2.2 pH día catorce

Los datos experimentales fueron tomados el día catorce, tiempo máximo de conservación del ovo a temperatura de 3°C, de la variable medida pH. Los Análisis fueron realizados de acuerdo a la norma NTE INEN 0389 (1986): Conservas vegetales. Determinación de la concentración del ión hidrógeno (pH). Revisar **anexo 14**.

En el análisis de varianza de la **tabla 43 (anexo 15)** se puede observar que no existe significación estadística. Indica que todos los tratamientos son iguales y que tienen similares valores de pH, por lo que no es necesario realizar pruebas de significación para tratamientos y factores. Se ha obtenido un coeficiente de variación de 2,097% lo que establece uniformidad en los datos medidos en la variable.

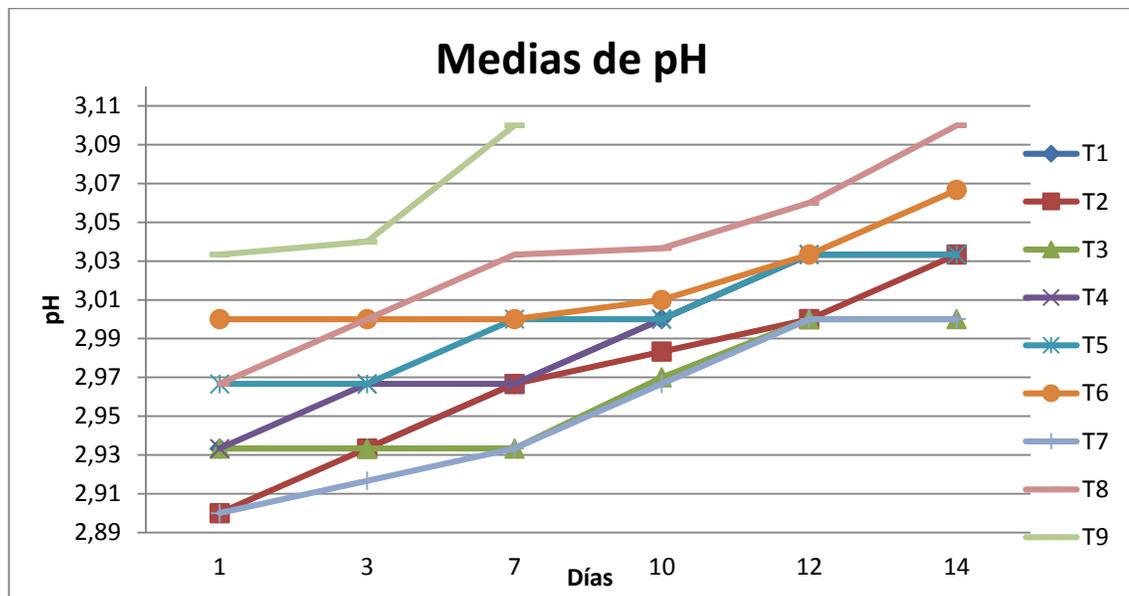


Figura 22: Medias de pH del día 1 al 14

La **figura 22** presenta los datos de los pH de los tratamientos a partir del día uno al día catorce. Datos tomados en base al tiempo máximo de duración del fruto a temperatura ambiente con un valor de pH de 3,1 alcanzando su estado de madurez a los 7 días de almacenamiento y tiempo máximo de conservación a temperatura de 3°C con un con un valor de pH de 3,04 alcanzando su estado de madurez a los 14 días de almacenamiento en refrigeración, que se encuentra en los rangos (3,04 -3,01) de la escala colorimétrica de la tabla 14. También indica que las medias de pH presentan similitud en los valores entre los tratamientos con un incremento mínimo de pH en un rango 2,9 a 3,1 a excepción del T9 (Testigo) que presentó mayor incremento de pH al día 7 a temperatura ambiente; se debe tomar en cuenta que en el día siete este tratamiento presenta mohos visibles.

4.4.3 Acidez titulable

4.4.3.1 Acidez titulable día siete

Los datos experimentales fueron tomados el día siete, tiempo máximo de conservación del testigo a temperatura ambiente de la variable medida acidez titulable. Análisis realizados de acuerdo a la norma NTE INEN 0381 (1986): Conservas vegetales. Determinación de acidez titulable. Método potenciométrico, revisar **anexo 16**.

En el análisis de varianza de la **tabla 45 (anexo 17)** se observa que no existe significación estadística para tratamientos, indicando que no hay variabilidad para tratamientos, lo que quiere decir que todos los tratamientos tienen valores similares de acidez, con igual contenido de ácidos orgánicos libres al haber transcurrido siete días de su respectivo almacenamiento. En el factor (C) se observa significación estadística al 0,05 %, por lo que es necesario realizar pruebas de DMS 5 % para los factores.

Los factores (A y B) y sus interacciones (AxB; AxC; BxC; AxBxB y testigo vs otros) no presentan significación estadística lo que quiere decir que los factores como el

empaque (A) y temperatura de almacenamiento (B) no influyen en la variable medida, con un coeficiente de variación de 5,56 % estableciendo uniformidad en los datos.

Tabla 26: Prueba de DMS al 5% de acidez titulable para factor C (índice de madurez)

Índices de madurez	Factor C	Media ordenada (mg/100g)	Rangos
Semimaduro 1 (50%verde y 50% amarillo)	c1	0,829	a
Semimaduro 2 (25% verde y 75% amarillo)	c2	0,775	b

La **tablas 26** de prueba de DMS para el factor C (índice de madurez) indica que el **nivel c1**, Semimaduro 1 (50 %verde y 50 % amarillo) posee mayor contenido de ácidos orgánicos libres. Se concluye que el valor de acidez titulable depende del índice de madurez del fruto, a mayor estado o índice de madurez del fruto, menor será el contenido de ácidos orgánicos libres debido a los procesos fisiológicos (maduración, respiración, transpiración) de la fruta.

4.4.3.2 Acidez titulable al día catorce

Los datos experimentales fueron tomados el día catorce, tiempo máximo de conservación a temperatura de 3°C, de la variable medida acidez titulable. Análisis realizados de acuerdo a la norma NTE INEN 0381 (1986): Conservas vegetales. Determinación de acidez titulable. Método potenciométrico, revisar **anexo 18**.

En el análisis de varianza de la **tabla 47 (anexo 19)** se observa que existe significación estadística al 5% para tratamientos indicando que existe variabilidad para tratamientos, lo que quiere decir que todos los tratamientos tienen valores diferentes de acidez, a su vez con distinto contenido de ácidos orgánicos libres a los catorce días de su respectivo almacenamiento. El factor (C) indica significación estadística al 5%, por lo que es necesario realizar pruebas de DMS 5% para el factor y prueba de tukey al 5% para tratamientos.

Los factores (A y B) y sus interacciones (AxB; AxC; BxC; AxBxB y testigo vs otros) no presentan significación estadística lo que quiere decir que estos dos factores como el empaque (A) y temperatura de almacenamiento (B) no influyen en la variable medida, con un coeficiente de variación 5,20 % indica uniformidad en los datos.

Tabla 27: Prueba de tukey al 5% de acidez titulable para tratamientos

Tratamientos	Media ordenada (mg/100g)	Rango
T3	0,802	a
T5	0,794	a
T1	0,787	a
T7	0,761	a
T9	0,748	a
T6	0,729	a
T4	0,727	a
T8	0,714	a
T2	0,701	a

La **tabla 27** prueba de tukey, presenta un solo rango para los tratamientos, lo que quiere decir que no existe significación estadística ni variabilidad significativa entre tratamientos, indicando que los tratamientos tienen valores similares de ácidos orgánicos libres, al transcurrir catorce días desde su almacenamiento tiempo máximo de conservación en refrigeración 3°C.

Tabla 28: Prueba de DMS al 5% de acidez titulable para factor C (índice de madurez)

Índices de madurez	Factor C	Media ordenada (mg/100g)	Rangos
Semimaduro 1 (50 %verde y 50% amarillo)	c1	0,786	a
Semimaduro 2 (25% verde y 75% amarillo)	c2	0,718	b

En la **tablas 28** de prueba de DMS para el factor C (índice de madurez) indica que el **nivel c1**, Semimaduro 1 (50 % verde y 50% amarillo) contiene un mayor contenido de ácidos orgánicos libres. Con lo cual se concluye que el valor de acidez titulable depende del índice de madurez del fruto, a mayor estado o índice de madurez del fruto menor será el contenido de ácidos orgánicos libres.

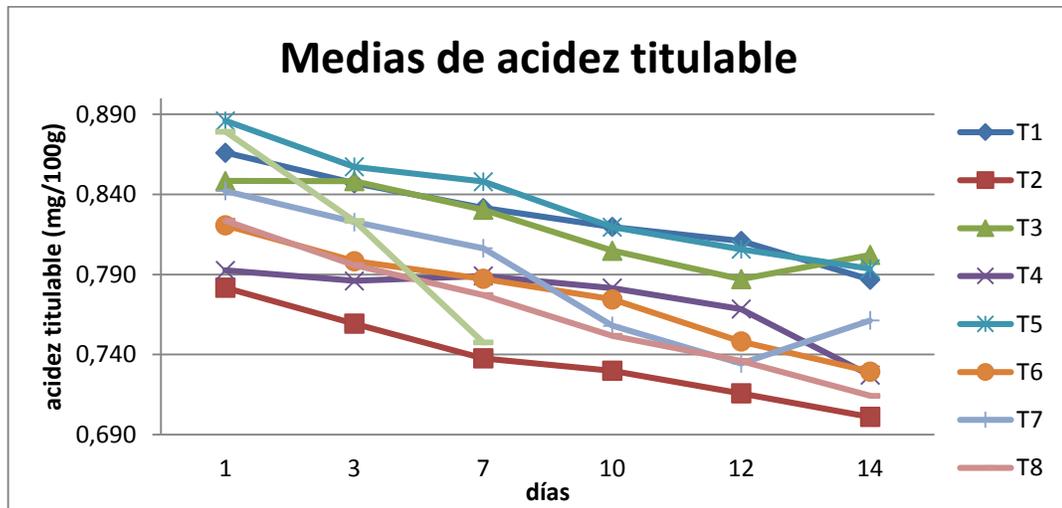


Figura 23: Medias de acidez titulable del día 1 al 14

En la **figura 23** se puede observar un cambio mínimo del contenido de ácidos orgánicos libres durante el transcurso del día uno al día catorce. Datos tomados en base al tiempo máximo de duración del fruto a temperatura ambiente con una acidez de 0,748 mg/100g alcanzando su estado de madurez a los 7 días de almacenamiento y tiempo máximo de conservación a temperatura de 3°C con un con una acidez de 0,787 mg/100 alcanzando su estado de madurez a los 14 días de almacenamiento en refrigeración, que se encuentra en los rangos (0,788mg/100 – 0,753mg/100) de acidez de la escala colorimétrica de la tabla 14. También indica que la acidez es inversamente proporcional a la madurez del fruto, a medida que va madurando el fruto el contenido de ácidos orgánicos libres va disminuyendo. Los tratamientos T1, T3, T5, T7 presentan mayor contenido de ácidos orgánicos libres, debido a que son los tratamientos con índice de madurez pintón semimaduro 1 (50/50 verde y amarillo) y por el contrario los

tratamientos T2, T4, T6, T8 presentan menor acidez titulable por su índice de madurez pintón semimaduro 2 (25/75 verde amarillo).

En cuanto al testigo (T9), éste presenta un descenso más pronunciado de valor de acidez titulable con relación a los demás tratamientos y madura de manera más rápida disminuyendo su tiempo de vida útil debido a que está almacenado a temperatura ambiente.

4.4.4 Tasa respiratoria

4.4.4.1 Tasa respiratoria al día siete

Los datos experimentales fueron tomados el día siete, tiempo máximo de conservación del testigo a temperatura ambiente (18°C a 24°C) de la variable medida tasa de respiración. Análisis realizados por titulación, revisar **anexo 20**.

Al revisar el análisis de varianza de la **tabla 49 (anexo 21)** se determina alta significación estadística para los tratamientos, factores (B, C) y sus interacciones (AxB; AxC; BxC; AxBxC; Testigo vs otros) por lo que se acepta la hipótesis alternativa de que los tratamientos son diferentes y los factores influyen en la variable tasa respiratoria de producción de CO₂. Se obtiene un valor del coeficiente de variación de 1,01 % lo que muestra uniformidad en los datos.

En cuanto al factor A (tipo de empaque) no presenta significación estadística. Se realiza pruebas de significación al 5% de tukey para tratamientos y DMS para factores (B y C).

Tabla 29: Prueba de tukey al 5% para tasa de respiración

Tratamientos	Media ordenada (mg CO ₂ /kg.h)	Rango
T8	22,23	a
T4	21,02	a
T3	20,99	a
T7	20,53	ab
T2	20,41	bc
T6	20,04	c
T5	20,02	c
T1	19,99	c
T9	18,67	c

En la **tabla 29** se observa tres rangos el primer rango T8, T4, T3, con los valores más altos de tasa de respiración, el segundo rango T7, T2 y el tercer rango el tratamiento T6, T5, T1 con la menor producción de CO₂. Se obtiene como mejor tratamiento T1 (bandeja de polietileno con film; refrigeración 3°C; semimaduro 1) con un valor de 19,99 de producción de CO₂. Las bandejas de polietileno y film termoencogible, que se encuentran con temperatura de refrigeración de 3°C controlan la producción de CO₂.

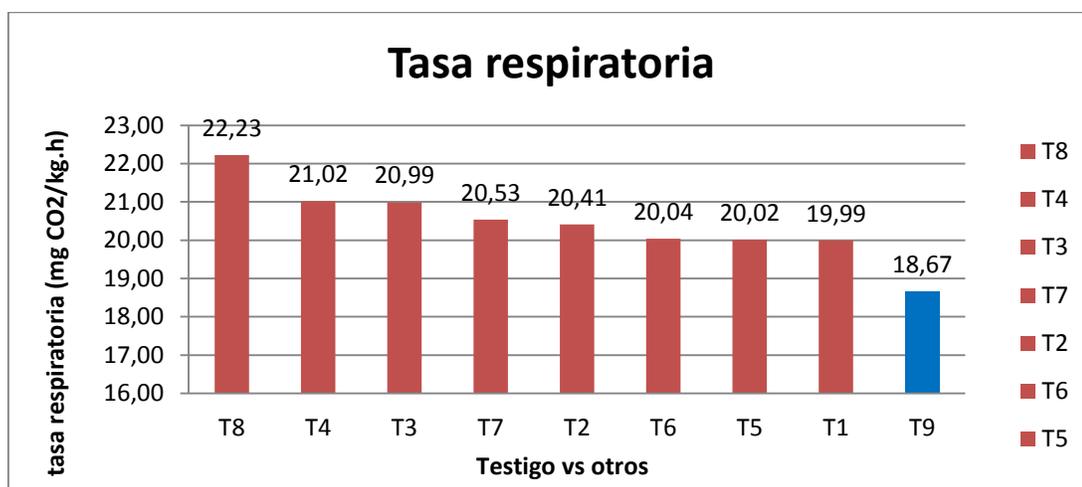


Figura 24: Medias de tasa de respiración para la intersección testigo vs otros día 7

En la **figura 24** se puede observar los tratamientos con mayor producción de CO₂ T8, T4, T3, T7, seguidos de T2, T6, T5 y la menor producción de CO₂ corresponde al T1, tratamiento sometido a temperatura de 3°C y envasado en bandejas de polietileno y film termoencogible, el empaque retarda el proceso de maduración al disminuir la tasa de respiración del fruto. El T9 siendo el testigo con un valor de 18,67 de producción de CO₂ es descartado porque ya alcanzó su punto máximo de producción de CO₂ y se encuentra en la etapa de senescencia disminuyendo su tasa de respiración. Cabe resaltar que en éste tratamiento existía presencia de mohos visibles.

Cuando las frutas climatéricas maduran, la velocidad de la respiración se eleva llegando a un máximo y luego desciende con el comienzo del envejecimiento (FAO).

La intensidad respiratoria es mínima cuando se alcanza la madurez fisiológica y permanece bastante constante incluso después de la recolección. La intensidad respiratoria aumenta bruscamente hasta un máximo o pico climatérico únicamente cuando va a producirse la maduración organoléptica, y después disminuye lentamente (Rahman S. , 2002) con la senescencia de la fruta.

Tabla 30: Prueba de DMS al 5% de tasa de respiración para el factor B (temperatura de almacenamiento)

Temperaturas de almacenamiento	Factor B	Media Ordenada (mg CO ₂ /kg.h)	Rangos
Refrigeración (Temperatura 8°C)	b2	21,19	a
Refrigeración (Temperatura 3°C)	b1	20,12	b

En la **tabla 30** de prueba de DMS para el factor B (temperatura de almacenamiento) indica que el **nivel b1** (refrigeración de 3°C) con una menor producción de CO₂. La tasa de respiración está relacionada directamente con la temperatura de almacenamiento, a menor temperatura existe una menor producción de CO₂.

Tabla 31: Prueba de DMS al 5% de tasa de respiración para el factor C (índice de madurez)

Índices de madurez	Factor C	Media ordenada (mg CO ₂ /kg.h)	Rangos
Semimaduro 2 (25% verde y 75% amarillo)	c2	20,92	a
Semimaduro 1 (50 %verde y 50% amarillo)	c1	20,38	b

En la **tabla 31** de prueba de DMS para el factor C (índice de madurez) se observa que el **nivel c1:** Semimaduro 1 (50 %verde y 50 % amarillo) posee menor contenido de CO₂, lo que indica que la producción de CO₂ de los frutos depende del índice de madurez. La tasa respiratoria es directamente proporcional al estado de madurez del fruto hasta llegar a su senescencia.

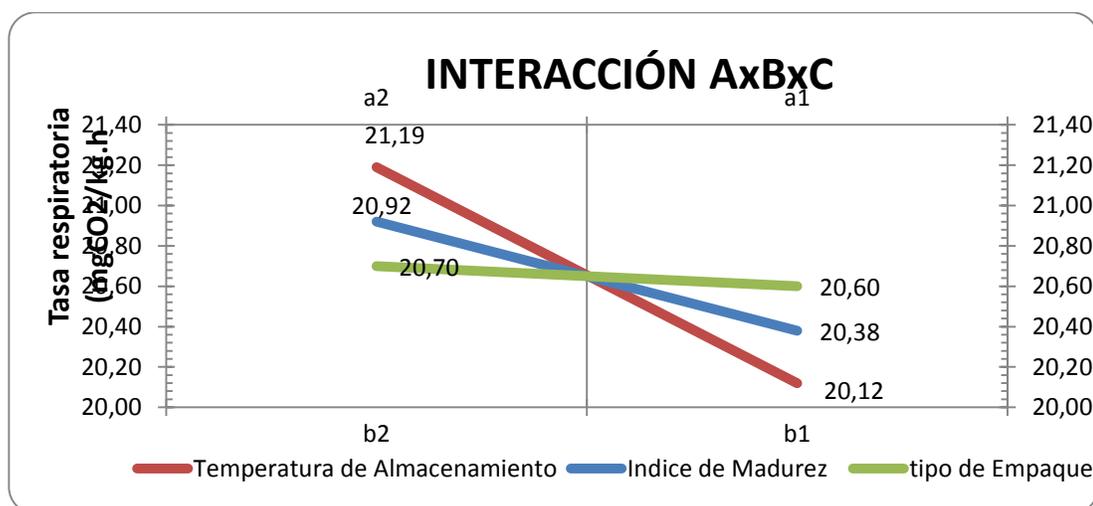


Figura 25: Tasa de respiración interacción AxBxC

En la **figura 25** se determina que existe interacción AxBxC (envase, temperatura, madurez), los cuales influyen directamente en el tiempo de vida y la madurez del fruto.

4.4.4.2 Tasa respiratoria al día catorce

Los datos experimentales tomados el día catorce, tiempo máximo de conservación a temperatura de 3°C, de la variable medida tasa de respiración. Análisis realizados por titulación, revisar **anexo 22**.

Al revisar el análisis de varianza de **la tabla 51 (anexo 23)** se determina que existe alta significación estadística para los tratamientos, factores (A, B) y sus interacciones correspondientes (AxB; AxC; BxC; AxBxC; Testigo vs otros) por lo que se acepta la hipótesis alternativa, en la cual los tratamientos son diferentes y los factores: tipo de empaque y temperatura de almacenamiento influyen en la variable tasa de respiración y producción de CO₂. Se obtiene un valor del coeficiente de variación de 3,91 %, el cual indica uniformidad en los datos de la variable medida.

Se realiza pruebas de significación al 5% de tukey para tratamientos y DMS para factores e interacciones.

Tabla 32: Prueba de tukey al 5% para tasa de respiración día 14

Tratamientos	Medias ordenada (mg CO ₂ /kg.h)	Rango
T9	18,67	a
T8	18,39	a
T4	16,28	a
T7	13,71	b
T3	12,23	b c
T2	11,02	c
T5	10,19	d
T6	9,43	e
T1	9,06	e

En la **tabla 32** se observa cuatro rangos; el primer rango T9, T8, T4 con los valores más altos de la tasa de respiración, el segundo rango los tratamientos T7, T3; el tercer rango T2, T5 y T6 y el cuarto rango T1 con la menor de producción de CO₂. El mejor tratamiento es T1, es el que contiene una producción de CO₂ de 9,06, estado de madurez semimaduro 1, empaque de bandejas de polietileno cubierta con film termoencogible y almacenado a temperatura de refrigeración de 3°C.

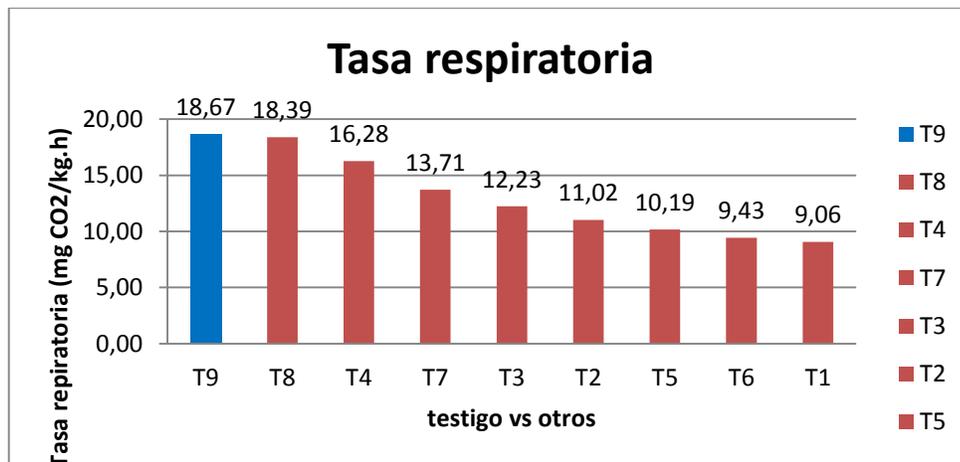


Figura 26: Tasa de respiración de testigo vs otros día 14

En la **figura 26** se observa que los tratamientos T8, T4, T7, T3 poseen mayor producción de CO₂, en comparación con el testigo (T9), esto es debido a que se encuentran almacenados a temperatura de 8 °C y tienen una menor producción de CO₂ así como también disminuye la producción de CO₂ en los tratamientos T2, T5, T6, T1 que fueron almacenado a temperatura de 3°C. Lo que quiere decir que la temperatura influye en la tasa de respiración de los frutos.

El tiempo de vida útil del fruto es directamente proporcional a la tasa respiratoria, lo que quiere decir, si la tasa de respiración se realiza con mayor velocidad se acelera la maduración y el deterioro del fruto.

La velocidad de deterioro es generalmente proporcional a la velocidad a la que transcurre la respiración del producto. Además, las frutas también transpiran, es decir, pierden agua por evaporación hacia el ambiente que las rodea, lo cual produce pérdidas importantes por deshidratación, tanto de cantidad (pérdida de peso) como de calidad (marchitamiento) (Viñas, y otros, 2013).

Tabla 33: Prueba de DMS al 5% de tasa respiratoria para factor A (tipo de empaque)

Tipos de empaques	Factor A	Media ordenada (mg CO ₂ /kg.h)	Rangos
Estuches plásticas con hoyos	a2	12,93	a
Bandejas polietileno con film termoencogible	a1	12,15	b

En la **tabla 33** de prueba de DMS para el factor A indica que en el **nivel a1** (bandejas polietileno con film termoencogible) existe una menor producción de CO₂. La producción de CO₂ depende del tipo de empaque. Las bandejas de polietileno con film retarda el proceso de maduración del fruto, controlando la producción de CO₂ al disminuir la entrada de oxígeno.

Tabla 34: Prueba de DMS al 5% de tasa de respiración para el factor B (temperatura de almacenamiento)

Temperaturas de almacenamiento	Factor B	Media Ordenada (mg CO ₂ /kg.h)	Rangos
Refrigeración (Temperatura 8 °C)	b2	15,15	a
Refrigeración (Temperatura 3 °C)	b1	9,92	b

En la **tabla 34** de la prueba de DMS para el factor B (temperatura de almacenamiento) indica que el **nivel b1** (refrigeración a 3°C) posee una menor producción de CO₂, lo que quiere decir que la tasa de respiración está relacionada directamente con la temperatura de almacenamiento a menor temperatura disminuye la producción de CO₂ retardando a su vez el proceso de maduración.

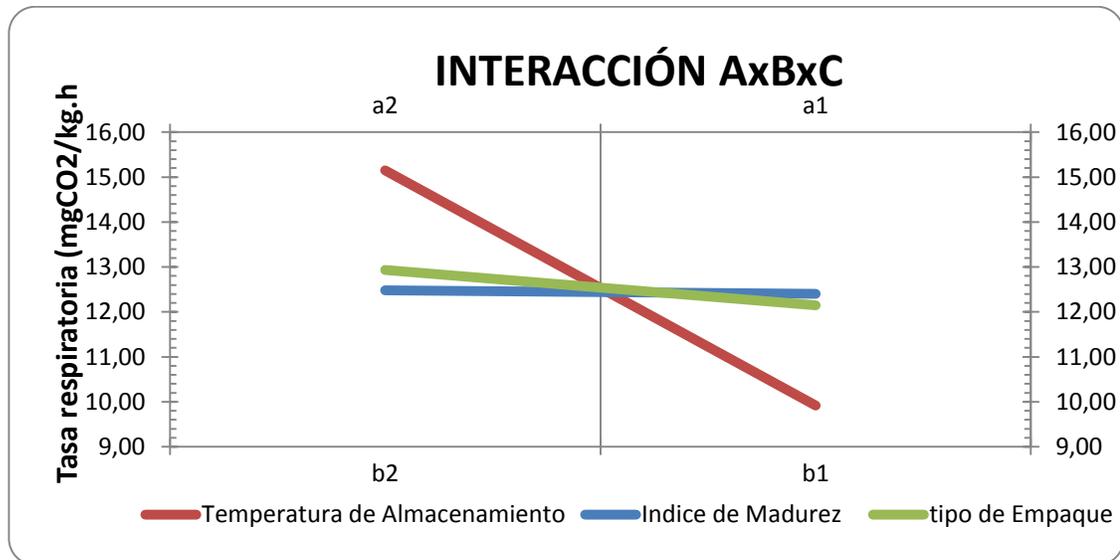


Figura 27: Tasa de respiración interacción AxBxC

En la **figura 27** indica que existe interacción AxBxC (envase, temperatura, madurez) lo que quiere decir que estos factores influyen directamente en el proceso de maduración del fruto, alargando de esta manera su tiempo de vida útil, debido a que estos factores disminuyen la tasa respiratoria.

Los **niveles a1** (bandejas de polietileno con film termoencogible) y **b1** (refrigeración 3°C) controlan la producción de CO₂, mientras que el **nivel c1** (semimaduro 1) produce menor cantidad de CO₂ ya que posee un estado o índice de madurez menor.

Los bajos niveles de oxígeno y alto contenido de dióxido de carbono, permiten mantener durante más tiempo la calidad de los frutos y reducir las pérdidas durante su conservación y/o transporte (Viñas, y otros, 2013).

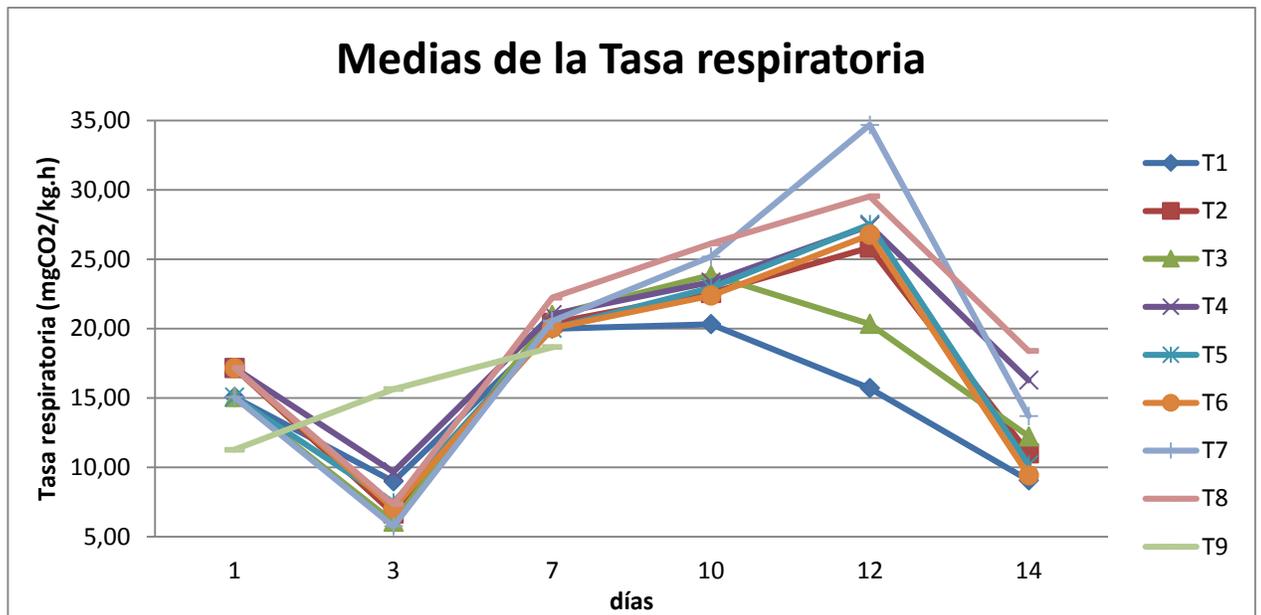


Figura 28: Medias de tasa respiratoria del día 1 al 14

La **figura 28** presenta los datos de CO₂ de los tratamientos a partir del día uno al día catorce. Datos tomados en base al tiempo máximo de duración del fruto a temperatura ambiente con una producción de CO₂ de 18,67 mgCO₂/100 alcanzando su estado de madurez a los 7 días de almacenamiento y tiempo máximo de conservación a temperatura de 3°C con una producción de CO₂ de 9,01 mgCO₂/100 alcanzando su estado de madurez a los 14 días de almacenamiento en refrigeración. También indica que a medida que los frutos maduran la tasa de respiración aumenta.

Los frutos en el día uno presentan mayor tasa de respiración en comparación al día tres esto se debe a que las unidades experimentales fueron ingresadas a refrigeración.

El T9 (testigo) indica un aumento gradual en la producción de CO₂ al transcurrir los siete días, a temperatura ambiente (18 °C – 24° C) lo que indica que la respiración del fruto se realiza con mayor velocidad mientras que los tratamientos en refrigeración tiene la mayor producción de CO₂ en el día doce, iniciando su periodo de senescencia.

La refrigeración en los frutos hace que la velocidad de respiración disminuya retardando la maduración del fruto.

En cuanto a los tratamientos T1 (semimaduro 1; T° 3°C; bandejas de polietileno con film termoencogible) y T3 ((semimaduro 1; T° 8°C; bandejas de polietileno con film termoencogible), se controla la producción de CO₂ debido al empaque y al estado de madurez.

Los efectos beneficiosos pueden resumirse, en general, en un retraso de la maduración y de la senescencia debido a una ralentización de la respiración, de la producción de etileno y de la pérdida de firmeza. Los efectos dependen de muchos factores: de la especie, de la variedad, edad fisiológica del producto, de la composición de la atmosfera, de la temperatura y de la duración de conservación (Viñas, y otros, 2013).

4.4.5 Pérdida de peso

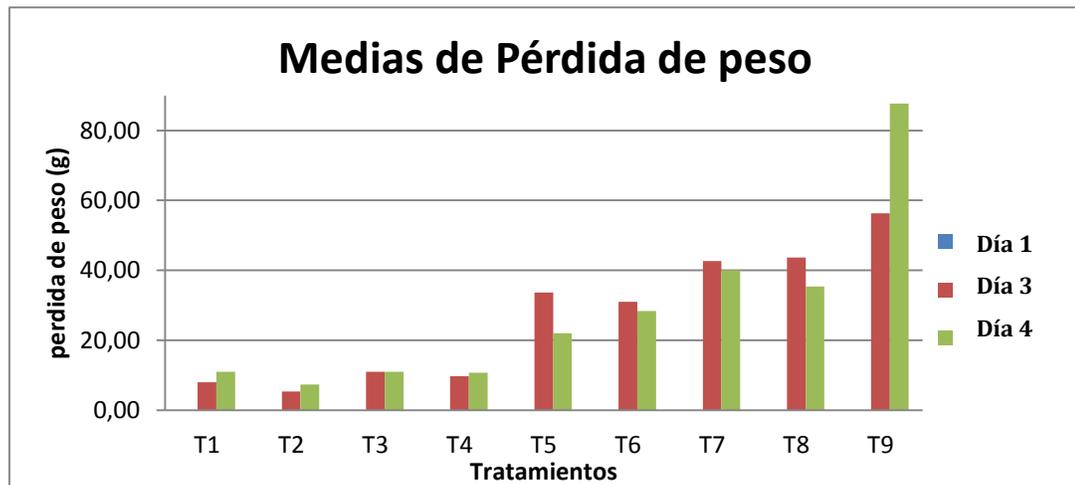


Figura 29: Medias de Pérdida de peso de 1ro, 3ro, 7mo días

En la **figura 29** de pérdida de peso se puede observar, que los tratamientos con mayor pérdida de peso son T5, T6, T7, T8; todos estos se encontraban empacados en estuches plásticos con hoyos haciendo que la pérdida de agua sea mayor, ya que en almacenamiento, hay un mayor contacto con el aire frío. Los tratamientos que se

hallaban empacados en bandejas cubiertas con film termoencogible crean una pequeña barrera contra los daños ocasionados por el frío considerando que el ovo es un fruto delicado a temperaturas bajas de almacenamiento.

Las bandejas y el film proporcionan un mejor sellado, a su vez tampoco poseen hoyos disminuyendo la entrada de oxígeno y producción de dióxido de carbono retardando de esta manera, la maduración de los frutos.

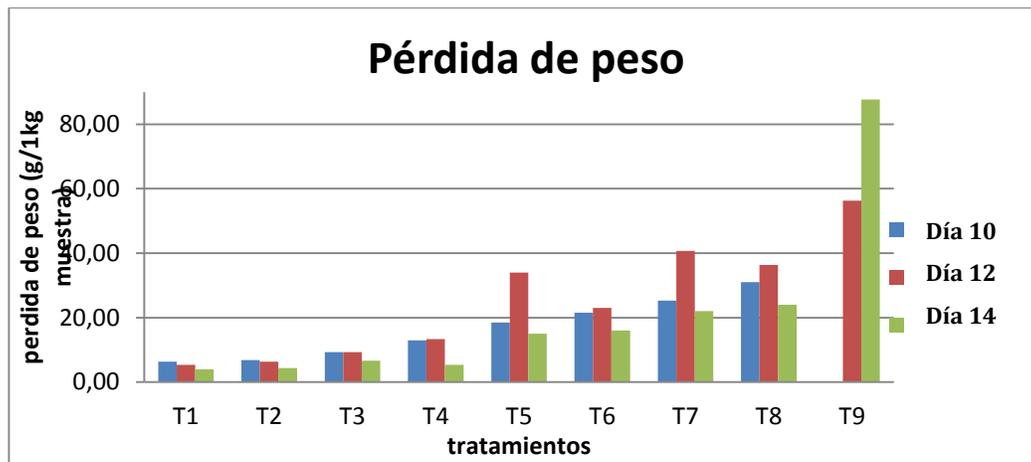


Figura 30: Medias de Pedida de peso de 10^{mo}, 12^{vo}, 14^{vo} días

En la **figura 30** se muestra que los tratamientos T5, T6, T7, T8; los cuales estuvieron almacenados a temperatura de 8°C, al transcurrir el doceavo día, presentan mayor pérdida de peso en relación a los tratamientos T1, T2, T3, T4 que se encontraban almacenados a temperatura de 3°C. La pérdida de peso es debido a la diferencia de temperaturas en almacenamiento; las temperaturas altas de almacenamiento (> 13°C) producen una mayor tasa de respiración y por lo tanto, la pérdida de agua del fruto, disminuyendo también el tiempo de vida útil del mismo como en el caso del T9 (testigo).

El 5% de pérdida de agua es aproximadamente el valor máximo permisible en frutas. La pérdida de agua por transpiración es mayor a temperaturas altas y humedad relativa baja. (FAO, 2000).

4.4.6 Análisis de mohos y levaduras

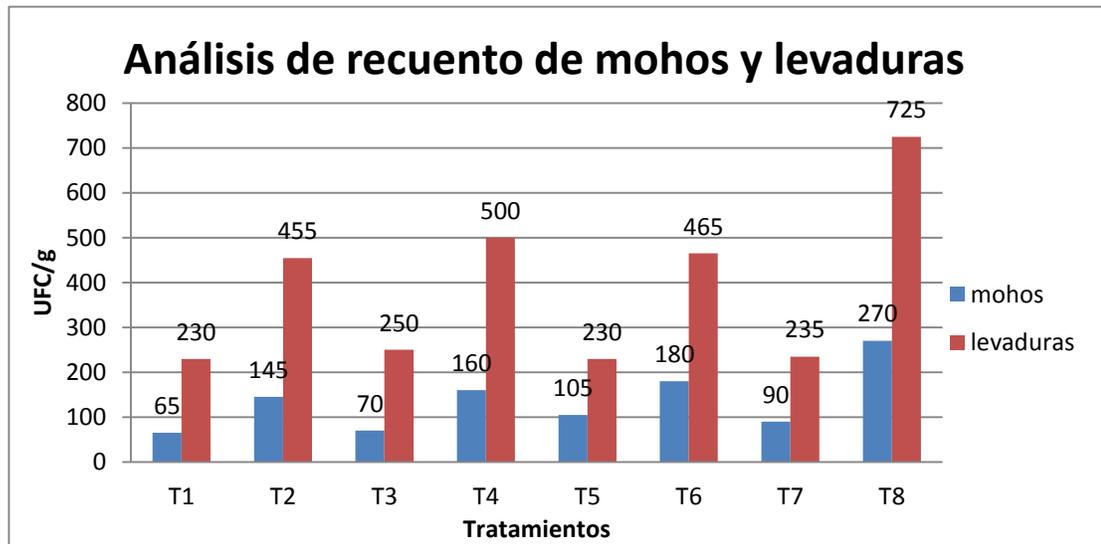


Figura 31: Medias del análisis de recuento de mohos al séptimo día de almacenamiento

En el **figura 31** de análisis de recuento de mohos y levaduras se observa las unidades formadoras de colonias que tienen los tratamientos al transcurrir siete días desde su almacenamiento tiempo máximo de duración del fruto a temperatura ambiente (18°C – 24°C). El tratamiento con mayor contenido de unidades formadoras de colonias de mohos y levaduras es T8, seguido por los tratamientos T4, T6, T2 de UFC que corresponde a las unidades experimentales con estado de madurez pintón semimaduro 2 (25/75 verde y amarillo). Esto se debe a que los frutos se encuentran más próximos a su estado de madurez óptimo o de consumo.

4.4.7 Análisis de ácido ascórbico

Para el análisis se consideró los dos estados de madurez pintón semimaduro 1(50/50 verde y amarillo) y semimaduro 2 (25/75 verde y amarillo).

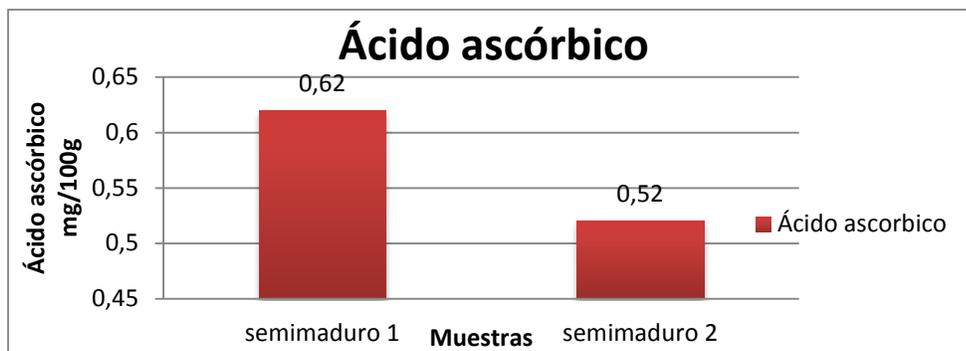


Figura 32: Análisis de ácido ascórbico en los dos estados de madurez pintón del día uno

En la **figura 32** del análisis de ácido ascórbico se puede observar que el estado de madurez semimaduro 1 contiene mayor cantidad de vitamina C con un valor de 0,62 mg/100g, mientras que el estado de madurez semimaduro 2 posee menor contenido de vitamina C de 0,52 mg/100g. Indica que mientras el fruto madura, disminuye su contenido de vitamina C.

4.4.8 Parámetros analizados para el mejor tratamiento

El tratamiento T1 (empacado en bandeja de polietileno con film; T° 3°C; estado de madurez, semimaduro 1) al transcurrir los diecisiete días desde su almacenamiento en base al contenido de sólidos solubles y pH, óptimos que presentó se concluye que es el mejor tratamiento, por lo cual el fruto alcanzó sus características químicas, físicas y fisiológicas óptimas para el consumo.

Tabla 35: Análisis del mejor tratamiento

Variables medidas	Unidades	T1
Ácido ascórbico	mg/100 g	0,55
Recuento de mohos	UFC/g	150
Recuento de levaduras	UFC/g	420
Sólidos solubles	°Brix	16,4
pH		3,1
Acidez titulable	mg/100g	0,7567

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- El estado de madurez fisiológico (estado verde: color 0-1) es la madurez óptima para la cosecha del ovo, debido a que le permite desarrollar sus características físicas (color y tamaño); químicas (acidez, sólidos solubles, vitamina C) y fisiológicas (respiración y transpiración) ideales, conforme avanza su proceso de maduración, obteniendo un color anaranjado y sabor agridulce.
- La acidez titulable disminuye conforme avanza la maduración del fruto, esto ocurre como resultado de la degradación de los ácidos orgánicos (málico y cítrico); y del almidón en azúcares reductores, causando que el contenido de sólidos solubles y pH aumenten; lo que indica que la acidez es inversamente proporcional al contenido de sólidos solubles y pH.
- La caracterización físico química del ovo en los dos estados de madurez pintón presentaron diferencia en firmeza, sólidos solubles, acidez y pH; debido a que los frutos en estado de madurez más joven presentan menor contenido de sólidos solubles y ácidos orgánicos. Por lo que se concluye que los frutos en estado de madurez semimaduro II, presentan un mayor contenido de sólidos solubles y menor contenido de acidez, firmeza y vitamina C, que el estado de madurez semimaduro I.
- La aplicación correcta de las operaciones de manejo postcosecha del ovo: recepción, lavado, clasificación, desinfectado, escurrido, pesado, envasado, almacenamiento; prolongan el tiempo de vida útil del ovo a 14 días, en relación al tiempo de vida útil del ovo de 6 -7 días a temperatura ambiente (18°C a 24°C). Estas operaciones, mantienen las características óptimas de calidad del fruto, disminuyendo la tasa respiratoria, retardando su maduración y deterioro.

- El almacenamiento en bandejas de polietileno cubiertas con film termoencogible reduce drásticamente los daños ocasionados por frío al ser empaques totalmente cerrados, disminuyendo además la transpiración debido a la entrada limitada de O₂, creando una barrera protectora hacia los frutos de ovo.
- Después de haber realizado el análisis de resultados, se concluye que el mejor tratamiento es (T1), el cual estaba empacado en bandejas de polietileno sellado con film termoencogible, almacenado a temperatura de 3°C con un estado de madurez pintón semimaduro1 (50/50 verde y amarillo), obteniendo un tiempo máximo de conservación de 14 días. De esta manera se acepta la hipótesis alternativa: que el empaque, temperatura y el estado de madurez de la cosecha influyen en el tiempo de vida útil del ovo, debido a que la utilización de bandejas de polietileno expandido selladas con film termoencogible y el almacenamiento a temperaturas bajas (3°C), controlan la producción de CO₂ y limitan la entrada de O₂, retardando su desarrollo fisiológico y así prolongan el tiempo de vida útil del ovo.

5.2 RECOMENDACIONES

- Se recomienda el uso de film termoencogible en el almacenamiento a temperaturas bajas menores a 8°C especialmente en otros frutos susceptibles a daños por frío tales como (plátanos, aguacates), debido a que el film crea una barrera protectora hacia los mismos.
- Profundizar la investigación utilizando otro método para el análisis de CO₂ para la medición de la tasa respiratoria del ovo (cromatografía de gases, analizador rápido de gases, etc.)
- Realizar un estudio de conservación del ovo en congelación con temperaturas bajo los 0°C para el procesamiento de pulpas.
- Realizar estudios para la conservación y procesamiento del ovo (atmósferas controladas, modificadas, inhibidores de etileno, etc.).

BIBLIOGRAFÍA

- Agrytec.com. (13 de Noviembre de 2014). *Agrytec.com*. Obtenido de http://agrytec.com/agricola/index.php?Option=com_content&view=article&id=6372:manejo-postcosecha-de-la-frutilla-para-obtencion-de-pulpa&catid=47:articulos-tecnicos&Itemid=34
- Anacafé. (s,f). *Asociación Nacional del Café*. Recuperado el 26 de Abril de 2015, de Cultivo de jocote de corona: http://www.anacafe.org/glifos/index.php/P%C3%a1gina_principal
- Barés, C., Baron, C., Guarascio, J. C., Liverotti, O., Fernández, J., Maradei, F., . . . Tello de Meneses, N. (Abril de 1997). *Usos de envases de embalajes en la comercialización de productos frutihortícolas*. Buenos Aires.
- Barrera, E. (2012). *Empleo de un Recubrimiento Formulado con Propóleos para el Manejo Poscosecha de Frutos de Papaya (Carica papaya L. Cv. Hawaiana)*. Recuperado el 22 de Enero de 2015, de Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín: <http://www.revistas.unal.edu.co/index.php/refame/rt/printerfriendly/30778/38190>
- Bazar, M. (2004). *La Uchuva : Novedoso tipo de ortaliza. . Tatrsall*.
- Benavides, P. (2008). *Estudio del comportamiento postcosecha de la uvilla (Physalis peruviana) sin capuchón*. Ibarra- ecuador: Universidad Técnica del Norte: tesis de Ingeniería Agroindustrial.
- Benavides, P. E., & Cuasqui, L. E. (2008). Estudio del comportamiento poscosecha de la uvilla. *Parcial para obtener el título d Ingeniero Agroinustrial*. IBARRA.

- Bruschi, J. (2015). Guia de trabajo practicos.
- Bruzos, T., & Bruzos, D. (10 de Junio de 2014). *Sabelotodo.org*. Obtenido de Sabelotodo.org: <http://www.sabelotodo.org/agricultura/frutales/jocote.html>
- Calderon, A. D. (2010). Actividad antibacteriana invitro de Soluciones de propóleo etanólico sobre dos Bacterias periodontopatógenas frecuentes En la enfermedad gingivoperiodontal. Lima : Tesis , Universidad Nacional del Altiplano .
- Caps, A., & Abrill, J. (2003). Procesos de conservación de alimentos. En A. Caps, & J. Abrill. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid España 2ªedición.
- Castro, J., Pfaffenbach, L., Carvalho, C., & Rossetto, C. J. (2003). Efecto del empaque plastico sobre la vida de anaquel del mango keitt. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*, pp. 33-37.
- Chamorro, L. (2014). *Caracterización físico-química del ovo (Spondia purpurea L) de Ambuquí*. Recuperado el 10 de Mayo de 2015, de <http://academica-e.unavarra.es/handle/2454/12226?Locale-attribute=es>
- Chamorro, M., & Herrera, M. (2012). *Obtención de vinagre a partir del fruto de ovo (Spondias purpurea)*.
- Clavo, M. (s.f.). *Bioquímica de los alimentos*. Obtenido de <http://milksci.unizar.es/bioquimica/temas/vitamins/ascorbico.html>
- Cruz, E. (s,f). *CENTA*. Recuperado el 26 de abril de 2015, de Ministerio de Agricultura y Ganadería Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal: <http://www.centa.gob.sv/docs/guias/frutales/Jocote.pdf>
- Dennys Janeth Cedeño Moreira. (Diciembre de 2007). *Universidad Laica “Eloy Alfaro” De Manabi*. Obtenido de

<http://repositorio.ulead.edu.ec/bitstream/26000/523/1/T-ULEAM-09-0018.pdf>

Diario el Comercio. (11 de Diciembre de 2010). *Diario el comercio*. Recuperado el 3 de julio de 2016, de <http://www.elcomercio.com/actualidad/negocios/ahora-epoca-comer-hobo-y.html>

Domene, M. Á., & Rodríguez, M. S. (Septiembre de 2014). *Parámetros de Calidad Interna de Hortalizas y Frutas en la Industria Agroalimentaria*. Obtenido de Negocio Agroalimentario y Cooperativo : <http://chilorg.chil.me/download-doc/86426>

Fabara, J. (2006). Cultivo Técnico de la Uvilla Mejorada o Keniana. *Ecuador Agro Exportación* , 6-7.

FAO. (1987). *Manual para el mejoramiento del manejo poscosecha de frutas y hortalizas*. Italia: Viale delle Terme di Caracalla.

FAO. (2003). *Manual para la Preparacion y Venta de Hortalizas*. Roma: INTA E.E.A. Balcarse.

FAO. (2003). *Organización De Las Naciones Unidas Para La Agricultura Y La Alimentación*. Obtenido de Manual para la Preparacion y Venta de Frutas y Hortalizas: <http://www.fao.org/docrep/006/y4893s/y4893s06.htm#topofpage>

FAO. (26 de Junio de 2007). *Manual de manejo poscosecha de frutas tropicales (Papaya, piña, plátano, cítricos)* . Obtenido de Organización De Las Naciones Unidas Para La Agricultura Y La Alimentación (FAO): <http://www.fao.org/3/a-ac304s.pdf>

Gallo, F. (1997). *Manual de fisiología, patología poscosecha y control de calidad de frutas y hortalizas* (segunda ed.). Colombia : Amenia.

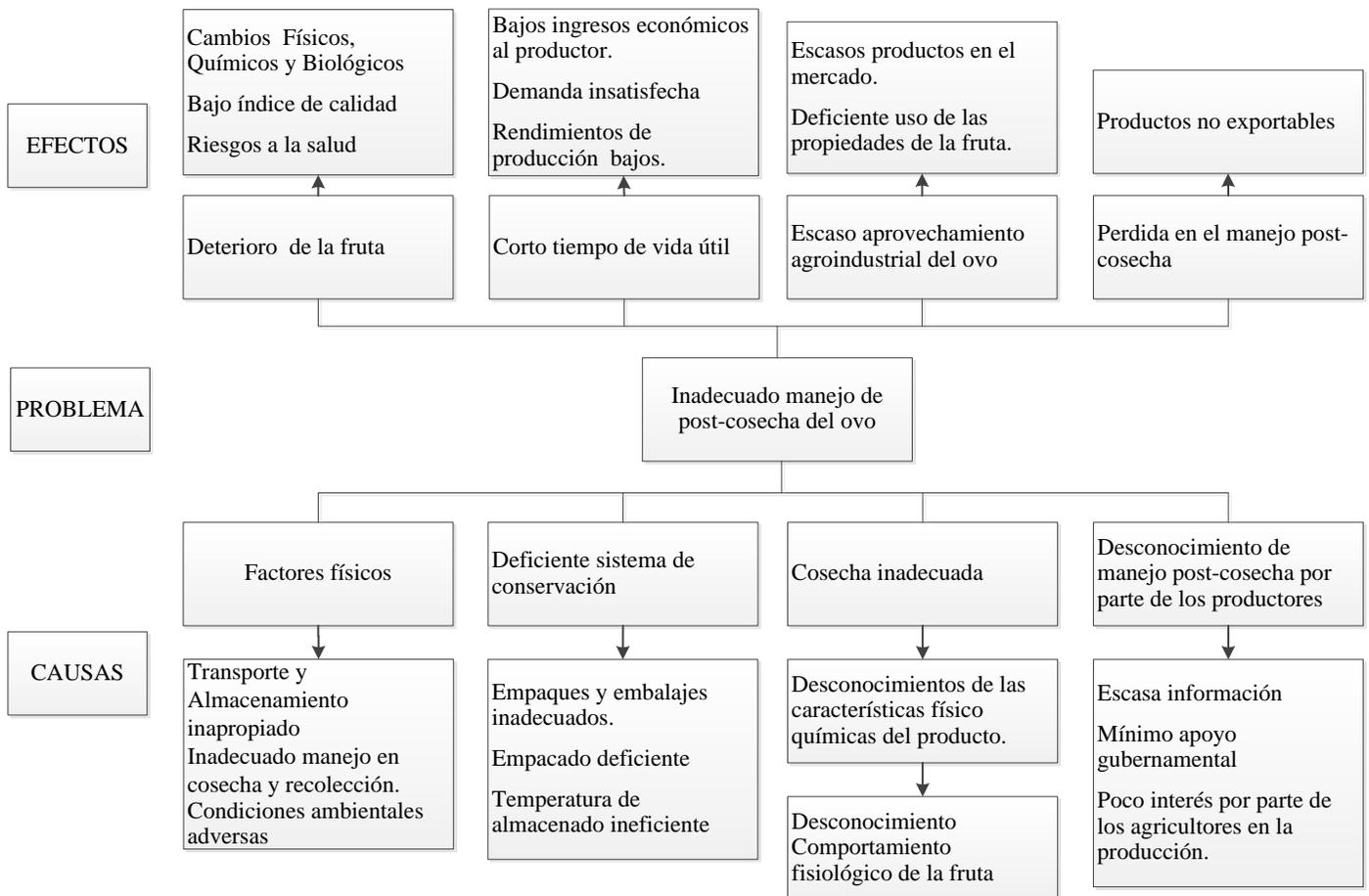
- González Aguilar, G. A., & Alvarez Parrilla, E. (2009). Aspectos nutricionales y sensoriales de vegetales frescos cortados.
- Gutierrez, J. B. (2000). *Ciencia bromatológica: principios generales de los alimentos*. Madrid- España: Diaz de Santos S.A.
- Hernández, L. C. (2014). *Caracterización físico-química del ovo (Spondia purpurea L) de Ambuquí*. Obtenido de <http://academica-e.unavarra.es/handle/2454/12226>
- Herrera, J. (Febrero de 2010). Obtenido de estudio investigativo del hobo, historia y aplicación a la gastronomía ecuatoriana: https://www.google.com.ec/url?Sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=12&cad=rja&uact=8&ved=0ahukewie8om9wpxrahv14iykhzxhdjyqfghtmas&url=http%3A%2F%2Frepositorio.ute.edu.ec%2Fbitstream%2F123456789%2F11513%2F1%2F40762_1.pdf&usg=afqjcnfzvovwoy5l7xbbxuv09m_C3ZA6o
- Kader, A. (2002). *Postharvest Technology of crop* (tercera ed.). California, Estados Unidos : University of California- Agricultural and Natural resources.
- Leoadec. (13 de Febrero de 2011). Ripe fruits of jocote (*Spondias purpurea*). São Carlos, Brazil.
- MAG. (Julio de 2007). *Agrocadena del jocote (Spondias purpurea)*. Recuperado el 4 de junio de 2016, de Ministerio de agricultura y ganadería: <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/a00067.pdf>
- Morayata, J. A. (Julio de 2004). *Universidad de san carlos de guatemala* . Recuperado el 26 de Abril de 2015, de instituto de investigaciones agronómicas: http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/01/01_2091.pdf

- Olivas, G.I., Barbosa-Canovas, G.V. (2008). *Calcium alginate films: Mechanical properties and water vapor permeability as affected by type of plasticizer and relative humidity*,. LWT-food science and technology,,.
- Osuna , G., Pérez, H., Vázquez, V., & Gómez, R. (septiembre de 2011). *Aplicación de 1-metilciclopropeno (1-MCP) y su efecto en ciruela mexicana (Spondias purpurea L.)*. Recuperado el 26 de Abril de 2015, de scielo: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?Script=sci_abstract&pid=S0187-73802011000300011&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- Parzanese, T. M. (2009). *Tecnologías para la Industria Alimentaria*. Obtenido de Alimentos Argentinos – minagri: www.alimentosargentinos.gob.ar
- Rahman, S. (2002). *Manual de Conservacion de Alimentos* . España: ACRIBIA.
- Rahman, S. M. (2003). *Manual de conservacion de Alimentos*. Zaragoza- España: Acribia, S.A.
- Raimondo, E., & Espejo, C. (2002). *Envases para frutas y hortalizas frescas*.
- Rodriguez, M. J. (2005). *Técnicas de Envasado, Etiquetado, Empaquetado y Almacenado*. España: Ideaspropias Editorial.
- Sabelotodo. (s,f). *Sabelotodo*. Recuperado el 10 de Mayo de 2015, de [sabelotodo.org: http://www.sabelotodo.org/agricultura/frutales/jocote.html](http://www.sabelotodo.org/agricultura/frutales/jocote.html)
- Serra, H., & Cafaro, T. (octubre-diciembre de 2007). *Ácido ascórbico: desde la química hasta su crucial función protectora en ojo*. Buenos Aires, Argentina.
- Singh, H. (2005). *Trawberry Processing Techniques*:. Obtenido de Freezing and Freeze Drying: www.calstatela.edu/faculty/hsingh2/NTRS%20519%20topics/Strawberrie

- Tenganan, M., & Chamorro, M. (21 de julio de 2014). *El diario FICAYA emprende*. Recuperado el 3 de julio de 2016, de <http://www.utn.edu.ec/ficayaemprende/?P=83>
- Vanegas, M. (abril de 2005). *Guía técnica del cultivo del jocote*. Recuperado el 25 de abril de 2015, de Programa Nacional de Frutas de el Salvador: <http://repiica.iica.int/DOCS/B0222E/B0222E.PDF>
- Velásquez, I. (Diciembre de 2006). *Guía técnica manejo poscosecha de jocote*. Recuperado el 25 de Abril de 2015, de Programa Nacional de Frutas de El Salvador: <http://www.agromovil.org/index.php/documentos/poscosecha/151--109/file>
- Viñas, I., Usall, J., Echeverría, G., Graell, J., Lara, I., & Recasens, I. (2013). *Poscosecha de pera, manzana y melocotñon*. España: Mundi-Prensa.

ANEXOS

Anexo 1: Árbol de problemas



Anexo 2: Descripción de los métodos Sólidos Solubles

Se toma como referencia la Norma INEN 380 Conservas vegetales. Determinación de sólidos solubles. Método refractométrico

Una vez encerado el refractómetro se procedió de la siguiente manera: se colocó una gota del jugo en el prisma, se tapa cuidadosamente y se observa la lectura a través del lente, se registraron los datos uno a uno.

Anexo 3: Determinación de la concentración del ión hidrógeno (pH) se toma de referencia la norma NTE INEN 0389: Conservas vegetales.

MATERIALES

- Potenciómetro, con electrodos de vidrio.
- Vaso de precipitación de 250 cm³.
- Agitador.

PROCEDIMIENTO

- Efectuar la determinación por duplicado sobre la misma muestra preparada.
- Comprobar el correcto funcionamiento del potenciómetro.
- Colocar en el vaso de precipitación aproximadamente 10 g o 10 cm³ de la muestra preparada, añadir 100 cm³ de agua destilada (recientemente hervida y enfriada) y agitar suavemente,
- Si existen partículas en suspensión, dejar en reposo el recipiente para que el líquido se decante.
- Determinar el pH introduciendo los electrodos del potenciómetro en el vaso de precipitación con la muestra, cuidando que éstos no toquen las paredes del recipiente ni las partículas sólidas, en caso de que existan.

Anexo 4: Determinación de acidez titulable. Método potenciométrico de referencia NTE INEN 0381 Conservas vegetales.

INSTRUMENTAL

- Balanza analítica, sensible al 0,1 mg.
- Potenciómetro, con electrodos de vidrio.
- Agitador mecánico o electromagnético.
- Mortero.
- Matraz Erlenmeyer de 250 cm³.
- Condensador de reflujo.
- Matraz volumétrico de 250cm³.
- Baño de agua.
- Embudo; para filtración.

REACTIVOS

- Solución 0,1 N de hidróxido de sodio.
- Solución reguladora, de pH conocido. Se recomienda pH = 9.

PREPARACIÓN DE LA MUESTRA

- **Productos líquidos o fácilmente filtrables** (jugos, jarabes, líquidos de encurtido y productos fermentados).
- Mezclar convenientemente la muestra y filtrar utilizando algodón o papel filtro.
- Colocar 25 cm³ del líquido filtrado en un matraz volumétrico de 250 cm³ y diluir a volumen con agua destilada previamente hervida y enfriada, mezclando luego perfectamente la solución.

PROCEDIMIENTO

- La determinación debe realizarse por duplicado sobre la misma muestra preparada.
- Comprobar el funcionamiento correcto del potenciómetro utilizando la solución reguladora de pH conocido.
- Lavar el electrodo de vidrio varias veces con agua destilada hasta que la lectura del pH sea de aproximadamente 6.
- Colocar en un matraz volumétrico de 25 a 100 cm³ de la muestra preparada, según la acidez esperada, y sumergir los electrodos en la muestra.
- Añadir rápidamente de 10 a 50 cm³ de la solución 0,1 N de hidróxido de sodio, agitando hasta alcanzar pH 6, determinado con el potenciómetro.
- Continuar añadiendo lentamente solución 0,1 N de hidróxido de sodio hasta obtener pH 7; luego, adicionar la solución 0,1 N de hidróxido de sodio en cuatro gotas por vez, registrando el volumen de la misma y el pH obtenido después de cada adición, hasta alcanzar pH 8,3 aproximadamente.
- Por interpolación, establecer el volumen exacto de solución 0,1 N de hidróxido de sodio añadido, correspondiente al pH 8,1.

CÁLCULOS

La acidez titulable se determina mediante la ecuación siguiente:

$$A = \frac{(V_1 N_1 M) 10}{V_2} \times 100$$

Siendo:

A= g de ácido en 1000 cm³ de producto.

V₁ = cm³ de NaOH usados para la titulación de la alícuota.

N= Normalidad del Hidróxido de sodio usado

M= Peso molecular del ácido considerado como referencia.

V₂= volumen de la alícuota tomada para el análisis en 6.4.

Anexo 5: Determinación de la tasa respiratoria por titulación.

Para el desarrollo de la investigación se construirá un respirómetro el cuales están compuestos por:

Bomba de aire. Es una bomba tipo acuario de inyección de aire, cuya función es proporcionar aire al sistema.

Trampa de Hidróxido de Potasio (KOH). Este es un filtro químico cuya función es permitir el paso de oxígeno (O₂), reteniendo el exceso de dióxido de carbono (CO₂), proveniente en la bomba de aire.

Cámara de respiración. Es una cámara cilíndrica con una capacidad de 5.000cm³ y sellada herméticamente; posee dos tubuladuras una larga que es la de la entrada del oxígeno (O₂), y una corta para la salida del dióxido de carbono

(CO₂). La función de esta cámara es permitir el intercambio gaseoso de la fruta durante el proceso de respiración.

Trampa espiralada de Hidróxido de Bario (Ba (OH)). También conocida como tubo de Petenkoffer, es un tubo de vidrio espiralado cuya función es la de permitir que el

hidróxido de bario $\text{Ba}(\text{OH})_2$ que se encuentra en el interior pueda atrapar el dióxido de carbono (CO_2) producto de la respiración de la fruta precipitándolo como carbonato de bario BaCO_3 .

Mangueras de látex y válvulas. Estas mangueras cumplen la función de transportar el oxígeno (O_2) suministrado al sistema, y el dióxido de carbono (CO_2) producido por la respiración de la fruta, en el trayecto de estas mangueras se encuentra una serie de válvulas de control de flujo.

Después pondremos la muestra en la cámara de respiración y esta debe ser sellada de forma hermética para poder colocar en marcha el equipo.

En el tubo de Petenkoffer se adicionan 50ml de Hidróxido de Bario. Este tubo debe colocarse en forma horizontal, asegurándolo con dos pinzas a dos soportes universales, se debe dejar una inclinación hacia el lado de la cámara de respiración, de tal forma que el Hidróxido de Bario cubra la totalidad del tubo.

El sistema debe permanecer conectado una hora (1h), cumplido este tiempo el flujo de aire debe suspenderse.

Para realizar la titulación de la muestra del tubo de Petenkoffer se toman 10ml de solución en un Erlenmeyer de 250ml, se agregan tres gotas de fenolftaleína y 50ml de agua destilada. En la bureta graduada de 25ml se adiciona ácido oxálico 0,1N y proseguimos a titular, hasta que la solución vire de color rosa a incolora.

Este procedimiento también se debe hacer con un blanco el cual es el Hidróxido de Bario 0,1N para efectos de cálculo.

Cálculos:

$$IR = \frac{Vb - Vm * N * 22mgCO2/meq}{(W * T)}$$

Dónde:

IR: Intensidad respiratoria del fruto (mgCO₂/kg.h)

Vb: Volumen de ácido oxálico en ml, gastado al titular el blanco (ml).

Vm: Volumen de ácido málico en ml, gastado al titular la muestra (ml).

N: Concentración del ácido oxálico (meq/ml).

W: Peso de la muestra vegetal (kg).

T: Tiempo del flujo continuo de aire a través del sistema (h).

**Anexo 6: Microbiológico de los Alimentos. Mohos y levaduras viables.
Recuento en placa por siembra en profundidad. NTE INEN 1529-10
Control**

Materiales.

- La vidriería debe resistir esterilizaciones repetidas y todo el material debe estar perfectamente limpio y estéril.
- Placas Petri
- Pipetas serológicas de boca ancha de 1; 5 y 10 cm graduadas en 1/10 de unidad.

Medio de cultivo

Agar sal-levadura de Davis o similar. Ver NTE INEN 1 529-1.

PREPARACIÓN DE LA MUESTRA

Preparar la muestra según su naturaleza, utilizando uno de los procedimientos indicados en la NTE INEN 1 529-2.

PROCEDIMIENTO

1. Utilizando una sola pipeta estéril, pipetear, por duplicado, alícuotas de 1 cm³ de cada una de las diluciones decimales en placas Petri adecuadamente identificadas. Iniciar por la dilución de menor concentración.
2. Inmediatamente, verter en cada una de las placas inoculadas, aproximadamente 20 cm³ de agar sal-levadura de Davis (SLD) fundido y templado a $45 \pm 2^{\circ}\text{C}$. La adición del medio de cultivo no debe pasar más de 15 minutos, a partir de la preparación de la primera dilución.
3. Delicadamente, mezclar el inóculo de siembra con el medio de cultivo, imprimiendo a la placa movimientos de vaivén, 5 veces en una dirección; hacerla girar cinco veces en sentido de las agujas del reloj. Volver a Imprimir movimientos de vaivén en una dirección que forme ángulo recto con la primera y hacerla girar cinco veces en sentido contrario a las agujas de reloj.
4. Utilizar una placa para el control de la carga microbiana del ambiente, la cual no debe exceder de 15 colonias/placa, durante 15 minutos de exposición. Este límite es mantenido mediante prácticas adecuadas de limpieza y desinfección.
5. Como prueba de esterilidad del medio, en una placa sin inóculo verter aproximadamente 20 cm³ del agar.
6. Dejar las placas en reposo hasta que se solidifique el agar.
7. Invertir las placas e incubarlas entre 22°C y 25°C, por cinco días.
8. Examinarlas a los dos días de incubación y comprobar si se ha formado micelio aéreo.
9. Las primeras colonias que se desarrollan son las de levaduras, que suelen ser redondas, cóncavas, estrelladas. La mayoría de las colonias jóvenes de levaduras son húmedas y algo mucosas, también pueden ser harinosas,

blanquecinas y algunas cremosas y rosadas. En ciertos casos, apenas cambian al envejecer, otras veces se desecan y encogen. Las colonias de mohos tienen un aspecto algodonoso característico.

10. Cuando el micelio aéreo de los mohos amenace cubrir la superficie de la placa, dificultando las lecturas posteriores; pasados dos días, realizar recuentos preliminares en cualquier placa que se pueda distinguir las colonias.
11. A los cinco días, seleccionar las placas que presenten entre 10 y 150 colonias y contarlas sin el auxilio de lupas. A veces pueden desarrollarse colonias pequeñas, éstas son de bacterias acidófilas y, por tanto, deben excluirse del recuento. Las colonias de levaduras deben ser comprobadas por examen microscópico
12. Contar las colonias de mohos y levaduras en conjunto o separadamente. Si las placas de todas las diluciones contienen más de 150 colonias, contar en las placas inoculadas con la menor cantidad de muestra.

Cálculo del número (N) de unidades propagadoras (UP) de mohos y/o levaduras por centímetro cúbico o gramo de muestra.

Calcular según la siguiente fórmula:

$$N = \frac{\text{número total de colonias contadas o calculadas}}{\text{cantidad total de muestras sembradas}}$$

$$N = \frac{\Sigma C}{V(n_1 + 0,1m_2)d}$$

Dónde:

C = suma de las colonias contadas o calculadas en todas las placas elegidas;

n1 = número de placas contadas de la primera dilución seleccionada;

n2 = número de placas contadas de la segunda dilución seleccionada;

d = dilución de la cual se obtuvieron los primeros recuentos, por ejemplo 10⁻²;

V = volumen del inóculo sembrado en cada placa.

Anexo 7: Determinación de vitamina C (ácido ascórbico) Método de titulación con 2,6– diclorofenolindofenol

Se procedió a pesar 5g de muestra, se agregaron 10 ml de solución de extracción y se sometió a agitación constante por 25 minutos. Se dejó en reposo hasta que se observó un precipitado, con la ayuda de una bomba de vacío se filtró en un balón de 50 ml, nuevamente se agregó 10 ml de solución de extracción se agitó por 10 minutos, se repitió la operación por 4 veces hasta completar 50 ml del balón.

A continuación se cogieron alícuotas de 10 ml del balón, se procedió a titular con la solución de diclorofenolindofenol hasta aparición de color rosado persistente por 5 segundos.

Anexo 8: Tablas 36: Datos de sólidos solubles 7mo día

Repeticiones					
Tratamientos	I	II	III	Σt	x
T1	14,00	12,25	13,4	39,65	13,22
T2	15,30	15,2	15	45,50	15,17
T3	16,00	15,4	15,8	47,20	15,73
T4	16,20	16	16,4	48,60	16,20
T5	16,00	14,2	14	44,20	14,73
T6	15,80	17	14,4	47,20	15,73
T7	15,80	16,4	16	48,20	16,07
T8	16,40	17,8	17,4	51,60	17,20
T9	18,80	19,4	18,2	56,40	18,80
Σr	144,30	143,65	140,60	428,55	15,87

Anexo 9: Tabla 37: Análisis de varianza de solidos solubles 7^{mo} día

F de V	gl	SC	CM	FC		Ft	
						0,05	0,1
TOTAL	26	67,752					
TRATAMIENTOS	8	58,097	7,262	13,539	**	2,51	3,71
FACTOR A	1	4,378	4,378	8,161	*	4,41	8,29
FACTOR B	1	15,121	15,121	28,190	**	4,41	8,29
AxB	1	0,211	0,211	0,393	ns	4,41	8,29
FACTOR C	1	7,763	7,763	14,474	**	4,41	8,29
AxC	1	0,030	0,030	0,056	ns	4,41	8,29
BxC	1	0,683	0,683	1,274	ns	4,41	8,29
AxBxC	1	29,910	29,910	55,762	**	4,41	8,29
TESTIGO vs OTR	1	28,930	28,930	53,935	**	4,41	8,29
E EXP	18	9,655	0,536				

CV= 4,61 %

Anexo 10: Tabla 38: Datos de sólidos solubles 14vo día

Repeticiones					
Tratamientos	I	II	III	Σt	Media
T1	14,9	14,4	15,4	44,70	14,90
T2	16,4	16,1	16,2	48,70	16,23
T3	17,8	17	16,2	51,00	17,00
T4	17	16,8	16,8	50,60	16,87
T5	17,8	17	18,6	53,40	17,80
T6	19,6	20	19,2	58,80	19,60
T7	16	21,8	21,2	59,00	19,67
T8	20,5	21,3	22	63,80	21,27
T9	18,80	19,4	18,2	56,40	18,80
Σr	158,80	163,80	163,80	486,40	18,01

Anexo 11: Tabla 39: Análisis de varianza de los sólidos solubles al 14^{vo} día

F de V	gl	SC	CM	FC		Ft	
						0,05	0,1
TOTAL	26	120,754					
TRATAMIENTOS	8	95,107	11,888	8,344	**	2,51	3,71
FACTOR A	1	66,667	66,667	46,790	*	4,41	8,29
FACTOR B	1	14,727	14,727	10,336	**	4,41	8,29
AxB	1	0,240	0,240	0,168	ns	4,41	8,29
FACTOR C	1	7,935	7,935	5,569	**	4,41	8,29
AxC	1	1,815	1,815	1,274	ns	4,41	8,29
BxC	1	1,042	1,042	0,731	ns	4,41	8,29
AxBxC	1	2,682	2,682	1,883	ns	4,41	8,29
TESTIGO vs OTR	1	2,081	2,081	1,460	ns	4,41	8,29
E EXP	18	25,647	1,425				

CV= 6,63%

Anexo 12: Tabla 40: Datos de pH (iones hidrógeno) del 7mo día

Tratamientos	repeticiones			Σt	x
	I	II	III		
T1	3,1	2,9	2,9	8,90	2,97
T2	3,2	2,9	2,8	8,90	2,97
T3	3	2,9	2,9	8,80	2,93
T4	3,1	3	2,8	8,90	2,97
T5	3,2	2,8	3	9,00	3,00
T6	3,1	2,9	3	9,00	3,00
T7	3	2,8	3	8,80	2,93
T8	3,1	3	3	9,10	3,03
T9	3	3,2	3,1	9,30	3,10
Σr	27,80	26,40	26,50	80,70	2,99

Anexo 13: Tabla 41: Análisis de varianza del pH (iones hidrógeno) del 7^{mo} día

F de V	gl	SC	CM	FC		Ft	
						0,05	0,1
TOTAL	26	0,387					
TRATAMIENTOS	8	0,067	0,008	0,813	ns	2,51	3,71
FACTOR A	1	0,007	0,007	0,651	ns	4,41	8,29
FACTOR B	1	0,002	0,002	0,163	ns	4,41	8,29
AxB	1	0,000	0,000	0,000	ns	4,41	8,29
FACTOR C	1	0,007	0,007	0,651	ns	4,41	8,29
AxC	1	0,002	0,002	0,163	ns	4,41	8,29
BxC	1	0,007	0,007	0,651	ns	4,41	8,29
AxBxC	1	0,043	0,0433	4,229	ns	4,41	8,29
TESTIGO vs OTR	1	0,042	0,042	4,066	ns	4,41	8,29
E EXP	18	0,184	0,010				

CV= 3,39 %

Anexo 14: Tabla 42: datos de pH (iones hidrogeno) del 14vo día

Tratamientos	Repeticiones			Σt	Media
	I	II	III		
T1	3	3,1	3	9,10	3,03
T2	3	3	3,1	9,10	3,03
T3	2,9	3	3,1	9,00	3,00
T4	3,1	3	3	9,10	3,03
T5	3	3,1	3	9,10	3,03
T6	3,1	3	3,1	9,20	3,07
T7	3,1	3	2,9	9,00	3,00
T8	3,1	3,1	3,1	9,30	3,10
T9	3,1	3,1	3,1	9,30	3,10
Σr	27,40	27,40	27,40	82,20	3,04

Anexo 15: Tabla 43: Análisis de varianza de pH (iones hidrogeno) del 14^{vo} día

F de V	gl	SC	CM	FC		Ft	
						0,05	0,1
TOTAL	26	0,107					
TRATAMIENTOS	8	0,033	0,004	1,023	ns	2,51	3,71
FACTOR A	1	0,004	0,004	0,920	ns	4,41	8,29
FACTOR B	1	0,0004	0,0004	0,102	ns	4,41	8,29
AxB	1	0,0004	0,0004	0,102	ns	4,41	8,29
FACTOR C	1	0,010	0,010	2,557	ns	4,41	8,29
AxC	1	0,004	0,004	0,920	ns	4,41	8,29
BxC	1	0,004	0,004	0,920	ns	4,41	8,29
AxBxC	1	0,011	0,011	2,659	ns	4,41	8,29
TESTIGO vs OTR	1	0,010	0,010	2,557	ns	4,41	8,29
E EXP	18	0,073	0,004				

CV= 2,097%

Anexo 16: Tabla 44: Datos de acidez titulable del 7^{mo} día

Repeticiones					
Tratamientos	I	II	III	Σt	x
T1	0,84	0,81	0,85	2,494	0,831
T2	0,75	0,73	0,76	2,243	0,748
T3	0,84	0,79	0,86	2,491	0,830
T4	0,84	0,72	0,81	2,367	0,789
T5	0,86	0,86	0,82	2,544	0,848
T6	0,77	0,79	0,80	2,362	0,787
T7	0,82	0,82	0,78	2,419	0,806
T8	0,80	0,78	0,75	2,332	0,777
T9	0,748	0,854	0,641	2,243	0,748
Σr	7,270	7,155	7,070	21,495	0,796

Anexo 17: Tabla 45: Análisis de varianza de acidez titulable de 7^{mo} día

F de V	gl	SC	CM	FC		Ft	
						0,5	0,1
TOTAL	26	0,0688					
TRATAMIENTOS	8	0,0312	0,0039	1,989	ns	2,51	3,71
FACTOR A	1	0,0002	0,0002	0,078	ns	4,41	8,29
FACTOR B	1	0,0000	0,0000	0,025	ns	4,41	8,29
AxB	1	0,0032	0,0032	1,624	ns	4,41	8,29
FACTOR C	1	0,0173	0,0173	8,829	**	4,41	8,29
AxC	1	0,0005	0,0005	0,239	ns	4,41	8,29
BxC	1	0,0021	0,0021	1,047	ns	4,41	8,29
AxBxC	1	0,0080	0,0080	4,070	ns	4,41	8,29
TESTIGO vs OTR	1	0,0079	0,0079	4,047	ns	4,41	8,29
E EXP	18	0,0353	0,0020				

CV= 5,56 %

Anexo 18: Tabla 46: Datos de acidez titulable de 14vo día

Repeticiones					
Tratamientos	I	II	III	Σt	\bar{x}
T1	0,788	0,793	0,780	2,360	0,787
T2	0,706	0,687	0,710	2,103	0,701
T3	0,810	0,794	0,803	2,406	0,802
T4	0,708	0,710	0,763	2,181	0,727
T5	0,802	0,773	0,805	2,381	0,794
T6	0,710	0,736	0,742	2,188	0,729
T7	0,775	0,740	0,769	2,284	0,761
T8	0,738	0,707	0,698	2,143	0,714
T9	0,748	0,854	0,641	2,243	0,748
Σr	6,784	6,794	6,711	20,289	0,751

Anexo 19: Tabla 47: Análisis de varianza de acidez titulable de 14^{vo} día

F de V	gl	SC	CM	FC		Ft	Ft
						0,5	0,1
TOTAL	26	0,0601					
TRATAMIENTOS	8	0,0322	0,0040	2,631	*	2,51	3,71
FACTOR A	1	0,0001	0,0001	0,085	ns	4,41	8,29
FACTOR B	1	0,0000	0,0000	0,009	ns	4,41	8,29
AxB	1	0,0030	0,0030	1,937	NS	4,41	8,29
FACTOR C	1	0,0278	0,0278	18,182	*	4,41	8,29
AxC	1	0,0009	0,0009	0,604	ns	4,41	8,29
BxC	1	0,0003	0,0003	0,192	ns	4,41	8,29
AxBxC	1	0,0001	0,0001	0,043	ns	4,41	8,29
TESTIGO vs OTR	1	0,0000	0,0000	0,032	ns	4,41	8,29
E EXP	18	0,0275	0,0015				

CV= 5,20%

Anexo 20: Tabla 48: Datos de la tasa de respiración para el 7mo día

Repeticiones					
Tratamientos	I	II	III	Σt	x
T1	20,67	20,48	20,86	62,01	20,67
T2	20,21	20,55	19,87	60,63	20,21
T3	21,00	21,14	20,85	62,99	21,00
T4	20,96	21,18	20,73	62,87	20,96
T5	19,70	20,18	19,21	59,09	19,70
T6	19,91	20,07	19,75	59,73	19,91
T7	22,79	23,66	21,92	68,37	22,79
T8	20,22	20,87	19,57	60,66	20,22
T9	18,67	18,41	18,93	56,01	18,67
Σr	184,12	186,54	181,69	552,35	20,46

Anexo 21: Tabla 49: Análisis de varianza de tasa de respiración para el 7^{mo} día

F de V	gl	SC	CM	FC		Ft	
						0,05	0,1
TOTAL	26	23,812					
TRATAMIENTOS	8	22,524	2,816	66,501	**	2,51	3,71
FACTOR A	1	0,062	0,062	1,454	ns	4,41	8,29
FACTOR B	1	6,955	6,955	164,266	**	4,41	8,29
AxB	1	0,455	0,455	10,747	**	4,41	8,29
FACTOR C	1	1,760	1,760	41,573	**	4,41	8,29
AxC	1	0,603	0,603	14,246	**	4,41	8,29
BxC	1	0,621	0,621	14,668	**	4,41	8,29
AxBxC	1	12,069	12,069	285,057	**	4,41	8,29
TESTIGO vs OTR	1	10,490	10,490	247,769	**	4,41	8,29
E EXP	18	0,762	0,042				

CV= 1,01%

Anexo 22: Tabla 50: Datos de la tasa de respiración para el 14vo día

Repeticiones					
Tratamientos	I	II	III	Σt	Media
T1	8,72	8,15	10,32	27,19	9,06
T2	11,48	10,61	10,963	33,05	11,02
T3	11,26	10,75	14,69	36,70	12,23
T4	16,28	15,87	16,69	48,84	16,28
T5	10,185	9,3	11,07	30,56	10,19
T6	9,72	8,76	9,8	28,28	9,43
T7	13,705	11,94	15,47	41,12	13,71
T8	18,385	18,74	18,03	55,16	18,39
T9	18,67	18,41	18,93	56,01	18,67
Σr	118,41	112,53	125,96	356,90	13,22

Anexo 23: Tabla 51: Análisis de varianza de tasa de respiración para el 14^{vo} día

F de V	gl	SC	CM	FC		Ft	
						0,05	0,1
TOTAL	26	377,31					
TRATAMIENTOS	8	367,88	45,985	172,444	**	2,51	3,71
FACTOR A	1	28,88	28,88	108,300	**	4,41	8,29
FACTOR B	1	177,32	177,32	664,950	**	4,41	8,29
AxB	1	7,01	7,01	26,288	**	4,41	8,29
FACTOR C	1	1,08	1,08	4,050	ns	4,41	8,29
AxC	1	48,95	48,95	183,563	**	4,41	8,29
BxC	1	3,34	3,34	12,525	**	4,41	8,29
AxBxC	1	101,31	101,31	379,913	**	4,41	8,29
TESTIGO vs OTR	1	95,38	95,38	357,675	**	4,41	8,29
E EXP	18	4,8	0,2667				

CV= 3,91%