



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS PECUARIAS

**“APLICACIÓN DE DIFERENTES NIVELES DE QUITOSANO EN EL
MANEJO POST COSECHA DE LA CHIRIMOYA (*Annona cherimola*)”.**

TRABAJO DE TITULACIÓN
TIPO: TRABAJO EXPERIMENTAL

Presentado para optar el grado académico de:
INGENIERA EN INDUSTRIAS PECUARIAS

AUTOR: JOSELYN MARICELA RODRÍGUEZ MAYORGA
DIRECTOR: Ing. LUIS FERNANDO ARBOLEDA ALVAREZ. PhD.

Riobamba – Ecuador

2019

DERECHOS DE AUTOR

©2019, Joselyn Maricela Rodríguez Mayorga

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS PECUARIAS

El tribunal de trabajo de titulación certifica que: el trabajo de investigación: Tipo trabajo experimental “Aplicación de diferentes niveles de quitosano en el manejo poscosecha de la chirimoya (*Annona cherimola*)”, de responsabilidad de la señorita egresada Joselyn Maricela Rodríguez Mayorga, ha sido minuciosamente revisado quedando autorizada su presentación.

FIRMA

FECHA

ING. Vinicio Armando Paredes Peralta. MsC.

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. Luis Fernando Arboleda Álvarez. PhD.

DIRECTOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN

Ing. Fabricio Armando Guzmán Acán. MC.

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

DECLARACIÓN DE REPOSABILIDAD

Yo, JOSELYN MARICELA RODRIGUEZ MAYORGA soy responsable de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en este trabajo de titulación y el patrimonio intelectual del trabajo de titulación pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Joselyn Maricela Rodriguez Mayorga.

DEDICATORIA

El presente trabajo de titulación lo dedico primordialmente a Dios por otorgarme salud y fuerzas para salir adelante y así permitirme cumplir mi más anhelado sueño.

A mis padres Grimesa y Cristóbal, por ser mi ejemplo de lucha, perseverancia y humildad, gracias a ustedes por inspirarme día a día y sobre todo gracias por su esfuerzo para lograr nuestra meta.

A mis hermanos Johanna y Cristóbal gracias por su amor y complicidad, es un verdadero privilegio ser su hermana, son los mejores hermanos.

A mi familia, a mis queridos abuelos por sus consejos los cuales han hecho de mí una mejor persona.

A mis amigos Erika, Martha, Julio, Brigitte, Flavio, Kimberly, Elvis, Paulina, Marcela, Paty, Nataly, por su apoyo, siempre han estado presentes en este camino lleno de experiencias, los llevaré en mi corazón.

Joselyn R.

AGRADECIMIENTO

A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo por permitirme ser parte de tan prestigiosa Institución, a toda la Facultad de Ciencias Pecuarias, a mis profesores por compartir sus conocimientos y los cuales me han servido para crecer como profesional.

Quiero expresar mi más grande agradecimiento al Ingeniero Luis Arboleda e Ingeniero Fabricio Guzmán, principales colaboradores durante el desarrollo de este trabajo quienes me han guiado con sus consejos y ayuda en el momento que los necesité.

TABLA DE CONTENIDO

PORTADA.....	i
DERECHO DE AUTOR.....	ii
HOJA DE CERTIFICACIÓN.....	iii
PÁGINA DE RESPONSABILIDAD COMPARTIR DERECHOS.....	iv
DEDICATORIA.....	v
AGRADECIMIENTO.....	vi
TABLA DE CONTENIDO.....	vii
ÍNDICE DE TABLAS.....	x
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xiii
RESUMEN.....	xiv
ABSTRACT.....	xv
INTRODUCCIÓN.....	1

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL	3
1.1. Frutas	3
1.1.1. Generalidades	3
1.1.2. Composición y valor nutricional.....	3
1.1.3. Climaterio	3
1.1.4. Maduración de las frutas	4
1.2. Chirimoya	5
1.2.1. Origen y distribución.....	5
1.2.2. Zonas de cultivo en Ecuador	5
1.2.3. Cosecha.....	5
1.2.4. Características del fruto	6
1.2.5. Taxonomía y descripción botánica	6
1.2.6. Valor nutricional.....	8

1.2.7.	<i>Variedades</i>	8
1.2.8.	<i>Enfermedades de post cosecha</i>	10
1.3.	Qitosano	11
1.3.1.	<i>Generalidades</i>	11
1.3.2.	<i>Propiedades funcionales</i>	13
1.3.3.	<i>Recubrimientos a base de qitosano</i>	13
1.3.4.	<i>Mecanismo de acción del qitosano</i>	15
1.3.5.	<i>Aplicaciones en la agroindustria</i>	15

CAPÍTULO II

2.	MARCO METODOLÓGICO	16
2.1.	Localización y duración del experimento	16
2.2.	Unidades experimentales	16
2.3.	Materiales, equipos e instalaciones	16
2.3.1.	<i>Materiales</i>	16
2.3.2.	<i>Equipos</i>	17
2.3.3.	<i>Materiales de laboratorio</i>	17
2.3.4.	<i>Reactivos</i>	17
2.3.5.	<i>Insumos</i>	18
2.3.6.	<i>Instalaciones</i>	18
2.4.	Tratamiento y diseño experimental	18
2.5.	Mediciones experimentales	19
2.5.1.	<i>Análisis físico-químicos</i>	19
2.5.2.	<i>Textura</i>	19
2.5.3.	<i>Microbiológicas</i>	19
2.5.4.	<i>Económicas</i>	19
2.6.	Análisis estadístico y pruebas de significancia	19
2.7.	Procedimiento experimental	20

2.7.1.	<i>Preparación del recubrimiento con quitosano</i>	20
2.7.2.	<i>Proceso de aplicación del recubrimiento</i>	20
2.8.	Metodología de evaluación	21
2.8.1.	<i>Porcentaje de acidez titulable expresado en función de ácido cítrico</i>	21
2.8.2.	<i>Determinación de pH.</i>	21
2.8.3.	<i>Análisis sensorial</i>	21
2.8.4.	<i>Textura</i>	22
2.8.5.	<i>Microbiológicas</i>	22

CAPÍTULO III

3.	MARCO DE RESULTADOS, DISCUSIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS	
3.1.	Propiedades físicas	25
3.1.1	Textura	25
3.1.2.	pH	27
3.1.3.	Acidez	28
3.2.	Propiedades organolépticas	30
3.2.1.	<i>Sabor</i>	30
3.2.2.	<i>Color</i>	31
3.2.3	<i>Olor</i>	32
3.3.	Microbiológicas	33
3.3.	Evaluación económica	36
4.	CONCLUSIONES	38
5.	RECOMENDACIONES	39
	BIBLIOGRAFÍA	50
	ANEXOS	55

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1:	Clasificación de productos hortícolas de acuerdo a su tasa de producción de etileno	4
Tabla 2-1:	Clasificación taxonómica de la chirimoya.....	7
Tabla 3-1:	Composición nutricional por cada 100 gramos de la parte comestible de la fruta.	8
Tabla 1-2:	Esquema del Adeva.....	20
Tabla 2-2:	Ficha de análisis sensorial	22
Tabla 3-2:	Escala para el análisis sensorial.....	22
Tabla 1-3:	Efecto de los diferentes niveles de quitosano en la textura (N) de las chirimoyas evaluadas durante 12 días.....	25
Tabla 2-3:	Efecto de los diferentes niveles de quitosano en el pH de las chirimoyas evaluadas durante 12 días.....	27
Tabla 3-3:	Efecto de los distintos niveles de quitosano en la acidez de las chirimoyas evaluadas durante 12 días.....	27
Tabla 4-3:	Efecto de los recubrimientos con distintos niveles de quitosano en el crecimiento de mohos y levaduras (UFC/g-1) de las chirimoyas evaluadas durante 12 días.....	34
Tabla 5-3:	Evaluación económica de las chirimoyas con distintos niveles de quitosano.....	36

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1:	Cambios generales en el fruto durante la maduración.	5
Figura 2-1:	Fruto de chirimoya.....	6
Figura 3-1:	Chirimoya variedad loevis.	9
Figura 4-1:	Chirimoya variedad impresa.	9
Figura 5-1:	Chirimoya variedad umbonata.....	9
Figura 6-1:	Chirimoya variedad tuberculata.....	10
Figura 7-1:	Chirimoya variedad memmillata.....	10
Figura 8-1:	Chirimoya afectada con antracnosis.	10
Figura 9-1:	Chirimoya afectada con cáncer negro.....	11
Figura 10-1:	Chirimoya afectada con Botrydiplodia	11
Figura 11-1:	Estructura química del quitosano.....	12
Figura 12-1:	Estructura química de la quitina.....	13

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1-3:	Comportamiento de la textura de las chirimoyas con distintos niveles de quitosano evaluados durante 12 días.....	26
Gráfico 2-3:	Comportamiento del pH de las chirimoyas con diferentes niveles de quitosano evaluados durante 12 días.....	27
Gráfico 3-3:	Comportamiento de la acidez de las chirimoyas con distintos niveles de quitosano evaluados durante 12 días.....	29
Gráfico 4-3:	Regresión lineal de la acidez de las chirimoyas.	30
Gráfico 5-3:	Comportamiento del sabor de las chirimoyas con diferentes niveles de quitosano evaluados durante 12 días.....	31
Gráfico 6-3:	Comportamiento del color de las chirimoyas con diferentes niveles de quitosano evaluados durante 12 días.....	32
Gráfico 7-3:	Comportamiento del aroma de las chirimoyas con diferentes niveles de quitosano evaluados durante 12 días.....	33
Gráfico 8-3:	Comportamiento del crecimiento de mohos y levaduras de las chirimoyas con diferentes niveles de quitosano evaluados durante 12 días.	34

ANEXOS

ANEXO A:	Carta de color de chirimoyas con 0% de quitosano.....	47
ANEXO B:	Carta de color de chirimoyas con 1% de quitosano.....	48
ANEXO C:	Carta de color de chirimoyas con 1,5% de quitosano.....	49
ANEXO D:	Carta de color de chirimoyas con 2% de quitosano.....	50
ANEXO E:	Análisis de varianza de las propiedades físico-química del experimento.....	51

RESUMEN

En el laboratorio de Procesamiento de alimentos de la Facultad de Ciencias Pecuarias, de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, provincia de Chimborazo, se aplicó distintos niveles de quitosano (1%; 1,5%; 2%) frente a un tratamiento testigo en el manejo poscosecha de la chirimoya con el objetivo de prolongar la vida útil de la fruta, evaluamos las características físico-químicas (pH, Textura y acidez), sensoriales (color, olor, sabor) y microbiológicas (mohos y levaduras, *Coliformes fecales*, *Salmonella*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*). Utilizamos 120 chirimoyas (*Annona cherimola*) distribuidas en cuatro tratamientos con 10 unidades experimentales en cada uno. Los análisis se realizaron en el laboratorio de alimentos y microbiología. Para el análisis estadístico se utilizó un diseño completamente al Azar. Los resultados fueron analizados mediante el análisis de varianza (ADEVA) y separación de medias según Tukey ($P < 0,05$). Estableciendo que las variables pH y textura no mostraron diferencias significativas entre los tratamientos sin embargo los mejores resultados se consiguen con el tratamiento T₃ (2% de quitosano) debido a que conservó estas características durante el tiempo de almacenamiento, en el parámetro acidez a partir del día 6 de almacenamiento mostró diferencias significativas entre las medias de los tratamientos pero la menor pérdida de acidez se logró con el tratamiento T₃. Las mayores puntuaciones de sabor, color y olor se consiguen al aplicar 2% de quitosano. Se consiguió inhibición total en cuanto a crecimiento de bacterias durante los 12 días de almacenamiento a diferencia de mohos y levaduras que reportó crecimiento microbiano a partir del día 9 de almacenamiento. La relación beneficio obtuvo una mayor rentabilidad con el tratamiento testigo debido al costo del quitosano pero con la limitante de que la vida útil es menor. De manera general se demostró que a mayores niveles de quitosano menor crecimiento microbiano y por ende mayor vida de anaquel de la chirimoya. Recomendamos la utilización de quitosano en el manejo poscosecha de otras frutas especialmente las que se caracterizan por tener una vida de anaquel muy corta.

Palabras claves: <QUITOSANO (ANTIMICROBIANO)> <CHIRIMOYA (*Annona cherimola*)> <CHIMBORAZO (PROVINCIA)> <VIDA ÚTIL> <TIEMPO DE CONSERVACIÓN> <MOHOS Y LEVADURAS (MICRORGANISMOS)> <LABORATORIO DE PROCESAMIENTO DE ALIMENTOS> <FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS> <ESCUELA DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS PECUARIA

ABSTRACT

In the Food Processing Laboratory of the School of livestock Sciences, of the Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Chimborazo province, different levels of chitosan were applied (1%, 1.5%, 2%) in front of control treatment in the post-harvest management of cherimoya in order to prolong the useful life of the fruit, we evaluate the physical-chemical characteristics (pH, texture and acidity), sensory (color, smell, taste) and microbiological (molds and yeasts, *fecal Coliforms*, *Salmonella*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*). We used 120 cherimoyas (*Annona cherimola*) distributed in four treatments with 10 experimental units in each one. The analyzes were carried out in the food and microbiology laboratory. A completely random design was used for the statistical analysis. The results were analyzed by analysis of variance (ADEVA) and mean separation according to Tukey ($P < 0.05$). Establishing that the variables pH and texture showed no significant differences between the treatments however the best results are achieved with treatment T₃ (2% chitosan) because these characteristics are preserved during the time of storage, in the parameter acidity from day 6 of storage showed differences significant between the measure of the treatments but the lower loss of acidity was achieved with the treatment T₃. The highest taste, color and odor scores are achieved by applying 2% of chitosan. Total inhibition was achieved in terms of bacterial growth during the experimentation time unlike molds and yeasts, that reported growth from day 9 of storage. The benefit ratio obtained a higher profitability with the control treatment due to the cost of the chitosan but with the limitation that the useful life is less. In general, it was shown that at higher levels of chitosan, lower microbial growth and thus greater shelf life of the cherimoya. It recommend the use of chitosan in the post-harvest handling of other fruits especially those that characterized by having a very short shelf life.

Keywords: <CHITOSAN (ANTIMICROBIAL)> <CHERIMOYA (*Annona cherimola*)> <CHIMBORAZO (PROVINCE)> <USEFUL LIFE> <CONSERVATION TIME> <MOLDS AND YEASTS (MICRO-ORGANISMS)> <FOOD PROCESSING LABORATORY> <THE SCHOOL OF LIVESTOCK SCIENCE> <SCHOOL OF ENGINEERING IN LIVESTOCK INDUSTRIES>

INTRODUCCIÓN

Las frutas ofrecen una amplia variedad de alimentos y desempeñan una función primordial en la dieta humana ya que son una fuente importante de vitaminas, minerales y fibra. Es por esto que el manejo poscosecha, la industrialización y distribución toma importancia para la reducción de pérdidas de producto. Las pérdidas poscosecha se pueden presentar a partir del momento mismo de la cosecha y durante las operaciones por las que debe atravesar hasta llegar al consumidor, las mismas que se refieren a la pérdida de calidad del producto, lo cual se traduce en pérdidas económicas. (Bosques y Colina, 2012, p. 13).

Pese a que el cultivo de chirimoya pertenece a la flora nativa de países como Colombia, Perú y Ecuador los conocimientos técnicos en cuanto a industrialización son insuficientes. (Vega, 2013, p. 52). El fruto de la chirimoya debido a su naturaleza climatérica es muy susceptible al deterioro durante la etapa poscosecha por su bajo potencial de almacenamiento y transporte, es por esto que tanto la producción como el consumo de esta fruta son limitados. (Morales *et al*, 2014, p.35). La vida post cosecha es muy corta, siete a ocho días después de ser cosechada los frutos se ablandan y de esta manera pierde sus atributos físicos y químicos. (Arribaplasta, 2013, p.1).

Uno de los retos para la industria de frutas es la utilización de sustancias biodegradables, es por esto que la utilización del quitosano ha tomado importancia por sus características antifúngicas y antimicrobianas así como sus propiedades físicas las cuales constituyen una alternativa a los productos químicos. (Vargas *et al*, 2008, p.1). Después de la celulosa la quitina es el segundo polisacárido más abundante en la naturaleza y constituye la principal fuente de quitosano a nivel industrial ya que se obtiene a partir de la desacetilación química o enzimática de la misma. (Laréz, 2006, p.26).

Debido a todas estas características tecnológicas se utilizarán el quitosano como recubrimiento natural para prolongar la vida de anaquel de la chirimoya.

OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

Objetivo general

- Aplicar diferentes niveles de quitosano en el manejo post cosecha de la chirimoya (*annona cherimola*)” para prolongar la vida útil.

Objetivos específicos

- Determinar las características físico-químicas, microbiológicas y sensoriales de la chirimoya con y sin quitosano para diferenciar la efectividad de los tratamientos.
- Evaluar la vida de anaquel de la chirimoya para determinar el tratamiento que conserva al producto por mayor tiempo.
- Calcular la rentabilidad mediante el indicador beneficio/costo.

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

1.1. Frutas

1.1.1. *Generalidades*

Las frutas son alimentos que aportan una gran cantidad de compuestos bioactivos como vitaminas, minerales, fibras y otros. Esto hace que su consumo diario sea imprescindible para mantener una dieta sana y equilibrada. (Aranceta, 2006 p. 3).

1.1.2. *Composición y valor nutricional*

El valor nutricional es considerado un factor de calidad que básicamente se refiere al contenido de nutrientes que el alimento puede aportar para satisfacer los requerimientos nutricionales del consumidor.

Entre los componentes más importantes de las frutas se encuentran: agua, en una cantidad de alrededor del 80%, vitaminas siendo las principales las vitaminas A y C, hidratos de carbono estos abundan de manera general en las frutas maduras y minerales el más importante de este grupo es el potasio este se halla combinado con distintos ácidos orgánicos. (Torres, 2006, p. 6).

1.1.3. *Climaterio*

Corresponde al periodo del incremento significativo de la actividad respiratoria ligada a la culminación del proceso de maduración. Esta es la fase de transición entre la maduración y la senescencia. (Acosta, sf, p. 1).

1.1.3.1. *Frutos climatéricos*

La característica principal de estas frutas es el incremento acelerado de la tasa de respiración esto

coincide con el inicio de cambios de color, composición, aroma, firmeza, etc. Esto es común en frutos tropicales como: banano, plátano, melón, aguacate, etc. (INCA, sf, p. 5).

1.1.3.2. *Frutos no climatéricos*

Las frutas con este patrón de maduración se caracterizan por no presentar un incremento acelerado en la tasa de respiración, en algunas frutas el incremento es muy lento y en otras incluso disminuye aún más. Como ejemplos tenemos: pepino, fresa, y piña. (INCA, sf, p. 5).

Tabla 1-1: Clasificación de productos hortícolas de acuerdo a su tasa de producción de etileno

Clase	Rango a 20°C	Especie
Muy baja	Menor a 0,1	Fresas, tubérculos, papa, granada
Baja	0,1 - 1,0	Arándanos, pepino, aceituna, calabaza
Moderada	1,0-10,0	Plátano, mano, melón, tomate, honedwey
Alta	10,0-100,0	Manzana, chabacano, melón cantaloupe, aguacate papaya
Extremadamente alta	Mayor a 100,0	Zapote mamey, chirimoya, granada china, sapotes

Fuente: Kader, & citado en Meza, (2013)
Realizado por: Rodríguez, Joselyn, 2019

1.1.4. *Maduración de las frutas*

Es el proceso que ocurre en los frutos después del estado de crecimiento, se evidencia por cambios en el color, textura, composición y en los atributos sensoriales. Se evidencia varios cambios cuando un fruto alcanza la madurez, el contenido de azúcares incrementan mientras que el almidón, los ácidos y fenoles disminuyen, se forman algunos componentes volátiles y le confieren el olor característico al fruto y cambios de color en la piel por degradación de pigmentos. (Peñuela, sf, p. 28).

La formación de los frutos involucra tres etapas: crecimiento, desarrollo y maduración. La maduración del fruto es un proceso importante que activa un conjunto de rutas bioquímicas que hacen que el fruto se vuelva deseable y atractivo para los consumidores. (Martínez, et al 2017 p. 1).

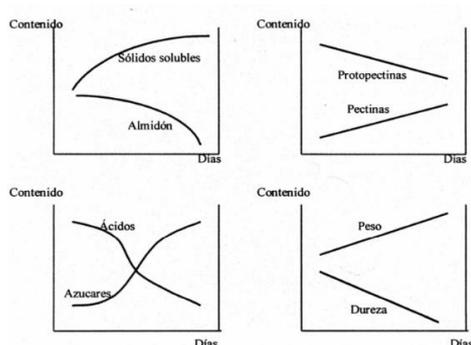


Figura 1-1: Cambios generales en el fruto durante la maduración.
Fuente: (Vallejo, 2010, p 7)

1.2. Chirimoya

1.2.1. Origen y distribución

La Chirimoya es originaria de las regiones andinas de Colombia, Perú y Ecuador; se cultiva tradicionalmente desde Perú hasta México. Su cultivo se ha extendido a las zonas frescas de los trópicos, Argentina, California, Hawái, Madeira, Islas Canarias y el sur de España, etc. (Geilufus, 1994, p. 29).

1.2.2. Zonas de cultivo en Ecuador

La chirimoya es común en las partes más altas de la provincia de Loja en donde se encuentran en forma silvestre y se cultiva a baja escala así como en la provincia de Pichincha: en los valles subtropicales de Guayllabamba, Puellaró, Perucho, Atahualpa, Chavezpamba y San José de Minas y por último en la Sierra central en la Provincia de Tungurahua en el cantón Patate. (Guerrero, 2012, p.1).

1.2.3. Cosecha

Debido a que la temperatura juega un papel importante en la maduración y especialmente en el ablandamiento de la fruta, es recomendable cosechar en las mañanas cuando el fruto tiene temperaturas bajas. Se deben utilizar tijeras, dejando una fracción del pedúnculo de 2 cm de longitud ya que los frutos que carecen de pedúnculo son más propensos al ingreso de patógenos que causan infecciones. (Dante, 2013, p.37).

1.2.4. Características del fruto

La chirimoya es el fruto del chirimoyo, es un agregado de frutos adheridos sobre un solo receptáculo debido a las pequeñas flores que se fecundaron por separado, tiene una forma de corazón, de tamaño similar a la toronja. Su piel es de color verde, delgado y frágil en las que se dibujan unas escamas. La pulpa es de color blanco, textura carnosa, blanda y de sabor dulce con un gran número de semillas. El fruto mide de 10 a 20 cm de longitud y más de 10 cm de ancho, tiene un peso en promedio de 150 y 200 gramos, las semillas miden de 1 a 2 cm de longitud. (FAO, 2006).

El fruto es un sincarpio, es decir, es formado por la unión de muchos carpelos que se adhieren pero se fecundan separadamente. El color del fruto varía de verde oscuro a verde claro y la pulpa es blanca. (Proinpa, 2009, p.2009).



Figura 2-1: Fruto de chirimoya
Fuente: (FAO, 2006, p 1)

1.2.5. Taxonomía y descripción botánica

1.2.5.1. Descripción botánica

Según (CENTA, 2003, p. 10) menciona que la planta de chirimoya presenta las siguientes características:

- Raíz: La raíz principal es de origen embrionario y pivotante, lo que determina la fijación de los árboles.
- Hojas: Las hojas son sencillas y alternas, elípticas a oblanceoladas, de 8 a 16 cm de largo, con ápice redondeado. En la base de las ramas jóvenes o de los pedúnculos florales hay brácteas circulares en forma de hojas, que son características de esta especie.
- Tallo: son árboles relativamente pequeños y delicados, ramificados desde la base, de

crecimiento erecto con un eje central dominante. Puede alcanzar entre 5 a 10 m de altura.

- Flor: las flores son hermafroditas con perianto trímero; androceo con 6 o más estambres; gineceo apocárpico con ovarios súperos. Salen en el crecimiento nuevo, solitarias o en grupos de dos a tres pétalos externos, de color rojo oscuro a marrón, de 2.5 a 3 cm de largo.
- Fruto: el fruto de la anona es ovoide elipsoidal, con la base hundida y los carpelos bien salientes. El color de la fruta varia de verde claro a rosado oscuro y está cubierta por una capa de polvo fino blancuzco. Con pulpa blanca, rosada o a veces un tono rojizo oscuro, a casi morado. El peso promedio es de 250 a 740 g, con un promedio de 50 a 70 semillas.
- Semillas: las semillas son oblongo- ovoides, de color café lustros. Tienen un periodo de latencia y con frecuencia no germina fácilmente.

1.2.5.2. Taxonomía

Tabla 2-1: Clasificación taxonómica de la chirimoya

Reino	Vegetal
Subreino	Embriophyta
División	Spermatophyta
Subdivisión	Angiospermae
Clase	Dicotyledoneae
Orden	Ranales
Suborden	Magnoliales
Familia	Annonaceae
Subfamilia	Annonoideae
Género	Annona
Especie	Annona cherimola Miller

Fuente: Vega, (2013)

La familia *annonaceae* abarca a un grupo de plantas que producen frutos de sabor exquisito. Está compuesta principalmente por plantas tropicales, siendo muchas de ellas nativas de Ecuador, Perú y Brasil. Comprende cerca de 2500 especies agrupadas taxonómicamente entre 130 y 140 géneros. Estudios en el Amazonas han permitido afirmar que la familia Annonaceae está dentro las cinco familias de plantas más importantes en términos de diversidad y abundancia. (Gonzales, 2013, p.52).

1.2.6. Valor nutricional

(Bazán y Chávez, 2017, p.622) menciona las vitaminas presentes destacan las del grupo B: B1 o tiamina, la B2 o riboflavina, la B6 o piridoxina y la niacina; a tal punto que se puede afirmar que ninguna fruta fresca aporta tantas vitaminas del grupo B como la “chirimoya”, a igual peso. Respecto a los minerales, resalta su aporte de calcio, fósforo, hierro y potasio. Solo la “naranja”, el “níspero”, el “dátil” y la “frambuesa” contienen más calcio que la “chirimoya”.

Tabla 3-1: Composición nutricional por cada 100 gramos de la parte comestible de la fruta:

Compuesto	Cantidad
Agua	77.1 g
Carbohidratos	18.2 g
Grasa	0.1 g
Proteínas	1.9 g
Fibra	2.0 g
Cenizas	0.7 g
Calcio	32.0 mg
Fósforo	37.0 mg
Hierro	0.5 mg
Tiamina	0.10 mg
Rivoflavina	0.14 mg
Niacina	0.9 mg
Ácido ascórbico	5.0 mg

Fuente: FAO, (2006)

1.2.7. Variedades

(Dante, 2013, p.10), menciona las siguientes variedades:

Loevis: los frutos de este grupo se caracterizan por tener la piel lisa con los bordes de los carpelos fundidos y poco aparentes.



Figura 3-1: Chirimoya variedad loevis.

Fuente: (Dante, 2013, p.10)

Impresa: los frutos presentan depresiones suaves en la piel, semejando placas que originan figuras con relieves.



Figura 4-1: Chirimoya variedad impresa.

Fuente: (Dante, 2013, p.10)

Umbonata: presentan frutos con piel gruesa reticulada, numerosos carpelos y protuberancias pequeñas y aguzadas.



Figura 5-1: Chirimoya variedad umbonata.

Fuente: (Dante, 2013, p.10)

Tuberculata: frutos con cubierta fuertemente reticulada y con protuberancias, al principio marcadas pero que se atenúan al madurar.



Figura 6-1: Chirimoya variedad tuberculata.
Fuente: (Dante, 2013, p.11)

Memmillata: los frutos poseen una piel fuertemente reticulada y con protuberancias carpelares muy marcadas, más notorias durante el crecimiento de la fruta que la madurez.



Figura 7-1: Chirimoya variedad memmillata.
Fuente: (Dante, 2013, p.11)

1.2.8. Enfermedades de post cosecha

(Dante, 2013. p.40) menciona las siguientes enfermedades post cosecha en el fruto del chirimoyo:

- Antracnosis: es causada por *Colletotrichum gloesporioides* y aparece como lesiones oscuras, pudiendo producir masas rosadas de esporas en condiciones de alta humedad.



Figura 8-1: Chirimoya afectada con antracnosis.
Fuente: (Dante, 2013. p.40)

- Cáncer negro: es causada por *Phomopsis anonacearum* y aparece como manchas purpuras en el fruto, las cuales se endurecen y agrietan, seguido del desarrollo de pequeños cuerpos negros que contienen esporas.



Figura 9-1: Chirimoya afectada con cáncer negro.
Fuente: (Dante, 2013. p.40)

- Botrydiplodia: Es causada por *Botrydiplodia theobromae* y aparece primero de color purpura y más tarde granuloso. La pulpa se vuelve café y corchosa.



Figura 10-1: Chirimoya afectada con Botrydiplodia
Fuente: (Dante, 2013. p.40)

1.3. Quitosano

1.3.1. Generalidades

El quitosano es un biopolímero proveniente de los organismos derivado de la quitina, que es el polisacárido principal del exoesqueleto de los crustáceos. (Abarrategui, 2008, pp. 20). Se obtiene a partir de la desacetilación de la quitina poli (β -Nacetil-glucosamina) la misma que consiste en una reacción que elimina al menos un 50% de sus grupos acetilo, para convertirse en quitosano.

(Velásquez, 2006, p. 16). En cuanto se realiza la reacción de desacetilación, la cantidad de grupos amido disminuye y aumenta la cantidad de grupos amino. (Barra, 2012, p. 3).

La fuente más importante de quitosano a nivel industrial es la quitina en la actualidad se realiza el proceso de desacetilación por medio de enzimas para que el proceso sea amigable con el medio ambiente lo que ha permitido producirlo a gran escala. (Velásquez, 2006. P.16).

La quitina, fuente principal para la obtención de quitosano, se encuentra entre las moléculas poliméricas más abundantes en la naturaleza, es la segunda más abundante después de la celulosa, la materia prima para la obtención de quitina son los desechos de los crustáceos generados por la industria pesquera. (Beltramino, Barra y Romero, 2012).

Tanto el quitosano, la quitina como la celulosa son polisacáridos con importantes aplicaciones tecnológicas, son biodegradables y constituyen recursos renovables con propiedades químicas y físicas que les otorgan amplias posibilidades de utilización en varios campos. (Fuentes, 2001, p. 8).

El quitosano y la quitina son biopolímeros naturales y constituyen recursos naturales renovables, debido a que sus posibles campos de aplicación son cada vez más amplios, tales como los relacionados con la agroindustria, química, bioquímica y otros el interés científico en estos biopolímeros es cada vez mayor. (Gacén, 1996, p.67).

Las principales propiedades físico-químicas del quitosano que determinan sus propiedades funcionales son su grado de desacetilación y su peso molecular promedio, pero para la aplicación de un quitosano específico también se toma en cuenta la cristalinidad, el contenido de agua; cenizas y proteínas. (Expósito, 2010, p. 20).

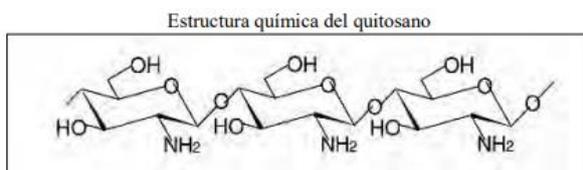


Figura 11-1: Estructura química del quitosano.
Fuente: (Beltramino, Barra y Romero, 2012, p 7)

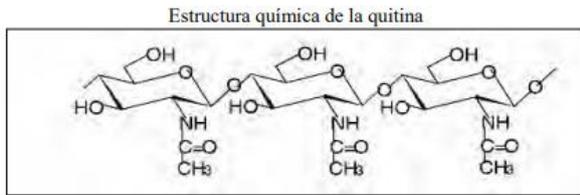


Figura 12-1: Estructura química de la quitina.
Fuente: (Beltramino, Barra y Romero, 2012, p 7)

1.3.2. Propiedades funcionales

Entre estas tenemos:

- Biodegradabilidad.
- Biocompatibilidad.
- Mucoadhesión.
- Capacidad filmogénica.
- Hemostático.
- Promotor de absorción.
- Actividad antimicrobiana.
- Anticolesterolémica.
- Antioxidante.

Esto es lo que ha promovido el uso del quitosano en campos como por ejemplo la agricultura y la agroindustria. Especialmente en la industria alimentaria se puede utilizar como ingrediente funcional y como fibra alimentaria. (Beltramino, Barra y Romero, 2012).

1.3.3. Recubrimientos a base de quitosano

El creciente interés por el desarrollo de recubrimientos comestibles biodegradables para la conservación de los alimentos se debe, principalmente, a las exigencias cada vez mayores de

reducir el impacto ambiental ocasionado por el uso de envases no biodegradables y por el vertimiento a los lechos marinos de la mayoría de los desechos generados por la industria procesadora de mariscos. (García, 2008, p.71).

Los recubrimientos utilizados en alimentos deben ser legales, seguro para el consumo aceptable para los consumidores y proporcionar un valor agregado al alimento. Los recubrimientos comestibles elaborados a base de quitosano son muy efectivos, tienen un enorme potencial debido a sus propiedades físico-químicas, propiedades antifúngicas y antimicrobianas. (Domini, 2018, p. 138).

Los recubrimientos a base de biomoléculas constituyen una técnica alternativa para la conservación de frutas frescas al retrasar el envejecimiento y mejorar la calidad sensorial de los mismos. (García, 2008, p.71).

El quitosano posee actividad biológica como antimicrobiana contra un amplio espectro de hongos filamentosos, levaduras y bacterias, por lo que constituye una alternativa para evitar la podredumbre de los frutos frescos. (Cruañes y Locaso, 2011).

Las películas a partir de quitosano prolongan la vida de los alimentos en las estanterías como en el caso de banano, mango y pera., también se utiliza extensamente para alargar la vida en anaquel de frutas como la manzana, peras, granadillas, etc. (Villa, Acosta y Velasco, 2007, p.8).

Según investigaciones realizadas por indican que se ha comprobado que el quitosano retrasa el proceso de maduración de ciertas frutas como: naranja, mango, níspero y frambuesa.

Se probó que la aplicación en arándanos de un recubrimiento formulado con quitosano, retuvo la acidez y evidenció ser efectivo contra el deterioro microbiano mostrando una eficacia del 65% a 69% frente el testigo. (Cruañes y Locaso, 2011, p.57).

Al aplicar recubrimientos a base de quitosano combinado con aceite esencial de canela extendió la vida útil de los frutos de pera en 10 días, en comparación con las peras sin recubrimiento. Los recubrimientos con quitosano presentaron mayor reducción microbiológica durante los 20 días de almacenamiento. (Posligua y Delgado, 2017, p. 42).

En la evaluación del efecto de recubrimientos comestibles a base de quitosano al 1% y 2 % con la adición de aceite esencial de canela aplicado en fresas todos los tratamientos redujeron significativamente la población microbiana con respecto al control. (López et al, 2012, p.33).

1.3.4. *Mecanismo de acción del quitosano*

Según (Timofeeva and Kleshcheva, 2014) la actividad antimicrobiana del quitosano se resume en la siguiente secuencia de pasos:

Adsorción del quitosano sobre la superficie de la célula bacteriana.

Difusión a través de la pared celular e interrupción de la función adecuada de esta.

Interrupción de la membrana citoplasmática

Finalmente genera fugas de los constituyentes citoplasmáticos.

Muerte de la célula.

El quitosano provoca un daño celular grave en mohos y levaduras mediante la alteración de la síntesis de las enzimas fúngicas, la inducción de cambios morfológicos causando alteraciones estructurales y la desorganización molecular en las células del hongo. (Domini, 2018, p. 139).

1.3.5. *Aplicaciones en la agroindustria*

La quitina y el quitosano son biopolímeros que en los últimos años han encontrado gran cantidad de aplicaciones, especialmente en la industria alimentaria y biotecnológica. (Expósito, 2010, p. 19).

Se utiliza en recubrimientos para frutas, hojas, semillas y vegetales fresco, en la clarificación de jugos de fruta, en la protección de plántulas, como inhibidor del oscurecimiento de frutas y tubérculos, como corrector de sustrato de crecimiento y como inductor de mecanismos de defensa. (Laréz, 2008, p. 2).

CAPÍTULO II

2. MARCO METODOLÓGICO

2.1. Localización y duración del experimento

La presente investigación se realizó en los laboratorios de alimentos y de microbiología de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, ubicada en el kilómetro 1 ½ de la Panamericana sur, cantón Riobamba, provincia de Chimborazo. A una altitud de 2754 msnm, y con una longitud Oeste de 78° 28' 00'' y una latitud Sur de 01° 38' 02'', con una duración de 120 días.

2.2. Unidades experimentales

El tamaño de la unidad experimental fue de 10 Chirimoyas, a las cuales se les distribuyó en los distintos tratamientos motivo de estudio, obteniéndose un total de 120 chirimoyas.

2.3. Materiales, equipos e instalaciones

2.3.1. *Materiales*

- Mesa de trabajo.
- Ollas de acero inoxidable.
- Cucharas.
- Bandejas de plástico.
- Equipos de protección personal.

2.3.2. Equipos

- Báscula.
- Computador.
- Cámara fotográfica.
- Balanza analítica.
- Titulador de acidez.
- Penetrómetro.
- Refractómetro.
- Agitador magnético.

2.3.3. Materiales de laboratorio

- Pipetas.
- Probetas.
- Tubos de ensayo.
- Vasos de precipitación.
- Gradilla.
- Pera de succión.

2.3.4. Reactivos

- Hidróxido de Sodio 0,1 N.

- Solución buffer pH 4.
- Fenolftaleína.

2.3.5. *Insumos*

- Agua destilada.
- Quitosano.
- Glicerol.
- Ácido láctico.

2.3.6. *Instalaciones*

- Laboratorio de Procesamiento de Alimentos.
- Laboratorio de Microbiología y Parasitología Industria de los Alimentos.

2.4. **Tratamiento y diseño experimental**

Se evaluó las características físico-químicas, microbiológicas y sensoriales de las chirimoyas recubiertas con tres niveles de quitosano y un tratamiento testigo, para lo que se contó con cuatro tratamientos con tres repeticiones cada uno.

Se trabajó con un diseño completamente al azar, para su análisis se ajustó al siguiente modelo lineal aditivo.

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \epsilon_{ij}$$

En donde:

Y_{ij} = Variable experimental

μ = Media general

T_i = Efecto del tratamiento

ϵ_{ij} = Efecto del error experimental

2.5. Mediciones experimentales

2.5.1. Análisis físico-químicos

- pH.
- Acidez titulable.

2.5.2. Textura

- Perfil de textura.

2.5.3. Microbiológicas

- Mohos y levaduras (UFC/g)
- *Coliformes fecales* (UFC/g)
- *Salmonella* (UFC/g)
- *Escherichia coli* (UFC/g)
- *Staphylococcus aureus* (UFC/g)

2.5.4. Económicas

- Beneficio costo por tratamiento.

2.6. Análisis estadístico y pruebas de significancia

Los resultados experimentales fueron sometidos a los análisis de varianza para la diferencia entre tratamientos analizados durante doce días y para la separación de medias se utilizó la prueba de Tukey a $P < 0,05$ de significancia.

El esquema utilizado en la presente investigación se describe en la tabla 1-2.

Tabla 1-2: Esquema del Adeva

Fuente de variación	Grados de libertad
Total	11
Tratamiento	3
Error	8

Realizado por: Rodríguez Joselyn, 2019
Fuente: Laboratorio de procesamiento de alimentos.

2.7. Procedimiento experimental

2.7.1. Preparación del recubrimiento con quitosano

La preparación de la mezcla se realizará de acuerdo a la técnica descrita por Guamushig, (2010) que indica lo siguiente: se preparó 1 litro de solución de ácido láctico al 1% v/v y en esta solución se disolvió 10 g de quitosano. La solución se agitó en forma continua (450 rpm) a 40°C durante 24 horas usando una placa de calentamiento. Finalmente se agregó 10 ml de glicerol.

2.7.2. Proceso de aplicación del recubrimiento

- Los frutos fueron cosechados en un huerto de chirimoyas en el cantón Patate considerando su madurez fisiológica y la calidad externa de los frutos, en cuanto a color característico y sin daños de ninguna clase.
- Los frutos fueron llevados al laboratorio de alimentos de la facultad de Ciencias Pecuarias de la ESPOCH en donde se procedió a la selección y distribución de los frutos para cada tratamiento, posteriormente se realizó una limpieza superficial con una franela.
- Se aplicó el quitosano mediante inmersión esto durante diez minutos.
- Se dejó secar los frutos durante treinta minutos y se almacenaron a temperatura ambiente.

2.8. Metodología de evaluación

2.8.1. Porcentaje de acidez titulable expresado en función de ácido cítrico

Para esta evaluación se hizo un puré de pulpa extraído de cada fruta. Para esto se toma una dilución de 5 gramos del puré de pulpa en 5 mL de agua destilada, el cual se colocara en una probeta graduada para posteriormente rellenarlo con agua hasta un volumen de 50 mL. Luego se procedió a titular con NaOH 0,1 N hasta que cambie de color (rosado) por lo cual se usa de 4 a 5 gotas de indicador fenolftaleína. Los resultados de gastos de NaOH fueron registraron.

Para calcular la acidez se usó la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Acidez titulabe} = \frac{K \times G \times N}{\text{mL de jugo}} \times 100$$

Donde:

K = 0.064 (Constante del ácido cítrico)

G = Gasto de NaOH en mL

N = 0.1 (Normalidad del NaOH)

2.8.2. Determinación de pH.

Se desarrolló de acuerdo a método descrito en la norma NTE INEN-ISO 1842. (2013).

2.8.3. Análisis sensorial

2.8.3.1. Color olor y sabor

Se realizó en el laboratorio de procesamiento de alimentos de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la ESPOCH, mediante un análisis de aceptabilidad. Se efectuará al análisis sensorial para cada uno de los tratamientos con y sin recubrimiento de quitosano (0%; 1%; 1,5%; 2%), con la finalidad de determinar el mejor tratamiento aceptado por los panelistas. Dicha evaluación fue realizada por un panel no capacitado compuesto por 60 personas. A cada panelista se le entregara una hoja de evaluación con una escala hedónica de cinco puntos para los siguientes atributos: olor, sabor, color. Se les proporcionó a cada panelista una muestra por cada tratamiento en estudio con lo que completó la siguiente ficha.

Tabla 2-2: Ficha de análisis sensorial

Características	Muestras			
	1	2	3	4
Color				
Olor				
Sabor				
Total				

Realizado por: Rodríguez Joselyn, 2019
Fuente: Laboratorio de procesamiento de alimentos.

Tabla 3-2: Escala para el análisis sensorial

Escala	Equivalencia
1	Malo
2	Regular
3	Bueno
4	Muy bueno
5	Excelente

Realizado por: Rodríguez Joselyn, 2019
Fuente: Laboratorio de procesamiento de alimentos.

2.8.4. Textura

Se realizó utilizando un penetrómetro el cual permite medir la firmeza del fruto.

2.8.5. Microbiológicas

2.8.5.1. Preparación de la dilución.

Se procedió de la siguiente manera:

- Recepción e identificación de las muestras.
- Esterilización de los materiales en autoclave por 15 minutos a 120°C.

- Encender los mecheros para esterilizar el ambiente.
- Colocar 36 tubos de ensayo en una gradilla en tres filas de 12 tubos cada una, colocar 9 mL de agua destilada en cada uno y rotular de acuerdo al tratamiento al que pertenecen.
- Colocar en la primera fila de tubos de ensayo 1 gr de muestra, agitar por un minuto, esta solución pertenece a la dilución 10-1.
- De la solución anterior tomar 1 ml y colocar en la siguiente fila de tubos de ensayo, la cual corresponde a la dilución 10-2.
- De la solución 10-2 tomar 1 ml y colocar en la última fila de tubos de ensayo y así se obtiene la dilución 10-3.
- Con la dilución 10-3 se sembró en la placas Petri film 3M colocando, 1 ml de esta solución en el centro de la película con ayuda de una pipeta.
- Correr la película superior hacia abajo, evitando la formación de burbujas de aire y presionar con el aplicador el círculo del cultivo.

2.8.5.2. *Determinación de Escherichia coli UFC/g.*

Una vez realizado el proceso mencionado anteriormente se procedió a poner las placas en la incubadora a una temperatura de 25°C durante 24 horas.

Transcurrido el tiempo de incubación se realizó el conteo de colonias.

Los resultados se reportaron en UFC/g.

2.8.5.3. *Determinación de Mohos y levaduras (UFC/g)*

En el caso de mohos e levaduras se siguió el procedimiento mencionado anteriormente con un tiempo de incubación de 48 horas a una temperatura entre 25-28°C.

2.8.5.4. *Determinación de Coliformes fecales (UFC/g)*

Una vez realizado la siembra en las placas Petri film 3M para Coliformes fecales, el tiempo de incubación fue de 24 horas a una temperatura de 25°C.

2.8.5.5. *Determinación de Salmonella (UFC/g)*

Las placas listas se colocaron en la estufa a una temperatura de 25°C durante 24 horas.

2.8.5.6. *Determinación de Staphylococcus aureus (UFC/g)*

Una vez realizado la siembra en las placas Petri film 3M para Sthapylococcus aureus, el tiempo de incubación fue de 24 horas a una temperatura de 25°C.

CAPÍTULO III

3. MARCO DE RESULTADOS, DISCUSIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

3.1. Propiedades físicas

3.1.1 Textura

La textura de los alimentos es uno de los atributos de calidad más ampliamente medidos durante en manejo, procesamiento y consumo pos cosecha (Esquivel, R. p. 12).

Tabla 1-3: Efecto de los diferentes niveles de quitosano en la textura (N) de las chirimoyas evaluadas durante 12 días.

Almacenamiento (días)	Niveles de quitosano (%)				EE	Prob.
	0	1	1.5	2		
0	1,13 a	1,2 a	1,2 a	1,27 a	0,06	0,54
3	1,03 a	1,1 a	1,17 a	1,2 a	0,07	0,45
6	0,97 a	0,9 a	0,93 a	1,03 a	0,08	0,66
9	0,7 a	0,77 a	0,83 a	0,93 a	0,06	0,15
12	0,6 a	0,67 a	0,93 a	0,8 a	0,06	0,20

Letras iguales no difieren significativamente según Tukey ≥ 0.05

Letras diferentes difieren significativamente según Tukey ≤ 0.05

EE: Error estadístico

Prob: probabilidad.

Realizado por: Rodríguez Joselyn, 2019

En este estudio la textura en las chirimoyas a las cuales se les aplicó 4 distintos niveles de quitosano, los resultados obtenidos permiten identificar que no existieron diferencias significativas entre las medias de los distintos niveles durante el tiempo de experimentación.

Estos datos se pueden corroborar con los resultados obtenidos en estudios anteriores donde han demostrado que la utilización de quitosano para el recubrimiento de frutas no afecta de forma directa a la textura de las mismas, pues según (Gil, A. 2010, p. 177) menciona que esto se debe a que durante el proceso de maduración la protopectina disminuye por acción de las pectinas y se va transformando en pectinas solubles que se disuelven en el agua que contienen los frutos, dando

lugar al ablandamiento del fruto.

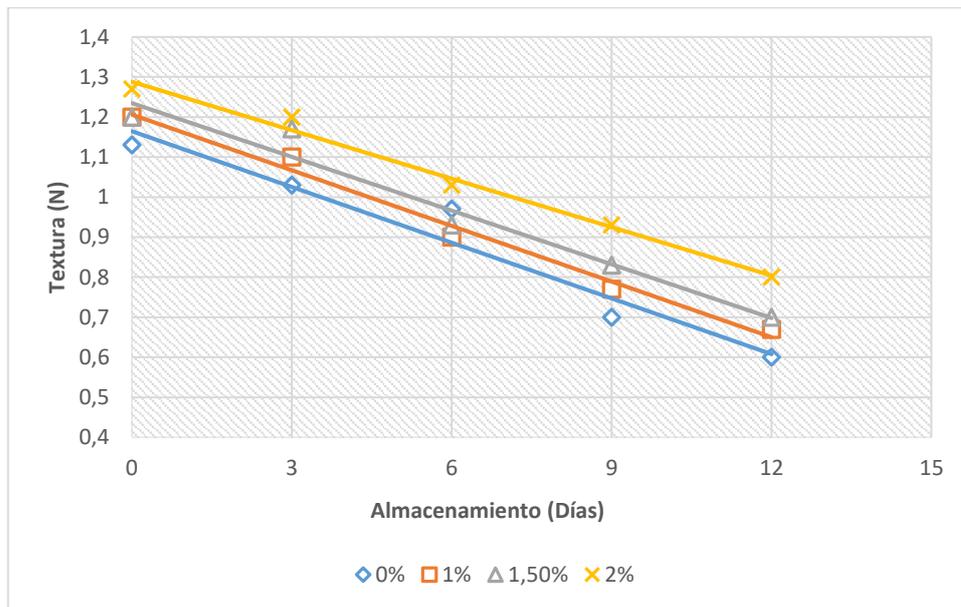


Gráfico 1-3: Comportamiento de la textura de las chirimoyas con diferentes niveles de quitosano evaluados durante 12 días.

Realizado por: Rodríguez Joselyn, 2019

En el gráfico 1-3 se puede observar que al aplicar los cuatro distintos niveles de quitosano la textura disminuye con el paso de los días, pero se destaca que a un nivel de 2% de quitosano la disminución de la textura es considerablemente menor en comparación con los otros niveles. Resultados similares obtuvo (Cruañes, C y Locazo, D 2011) quienes afirman que al recubrir arándanos con quitosano en cuanto a textura los valores obtenidos en arándanos recubiertos no mostraron diferencias significativas en comparación a las frutas sin tratamiento. Mientras que (Mulkay, T. 2017) indica que cuando se usa recubrimientos como el quitosano se obtiene mayor retención de la firmeza esto debido al retardo de la degradación de las protopectinas insolubles a pectinas solubles.

3.1.2. pH

Tabla 2-3: Efecto de los diferentes niveles de quitosano en el pH de las chirimoyas evaluadas durante 12 días.

Almacenamiento (días)	Niveles de quitosano (%)				EE	Prob.
	0	1	1.5	2		
0	4,87 a	4,97 a	5 a	5 a	0,04	0,10
3	5,1 a	5,07 a	5,13 a	5,17 a	0,03	0,16
6	5,13 a	5,13 a	5,13 a	5,2 a	0,04	0,59
9	5,13 a	5,13 a	5,13 a	5,2 a	0,05	0,75
12	5,23 a	5,23 a	5,27 a	5,27 a	0,06	0,95

Letras iguales no difieren significativamente según Tukey ≥ 0.05

Letras diferentes difieren significativamente según Tukey ≤ 0.05

EE: Error estadístico

Prob: probabilidad.

Realizado por: Rodriguez Joselyn, 2019

Los frutos tienen un pH inicial alrededor de 5 el mismo que durante los 12 días de almacenamiento se observó un incremento en su valor en todos los tratamientos, al aplicar 4 distintos niveles de quitosano, los resultados obtenidos permitieron identificar que no existen diferencias significativas entre las medias de los distintos niveles de quitosano en este periodo de conservación.

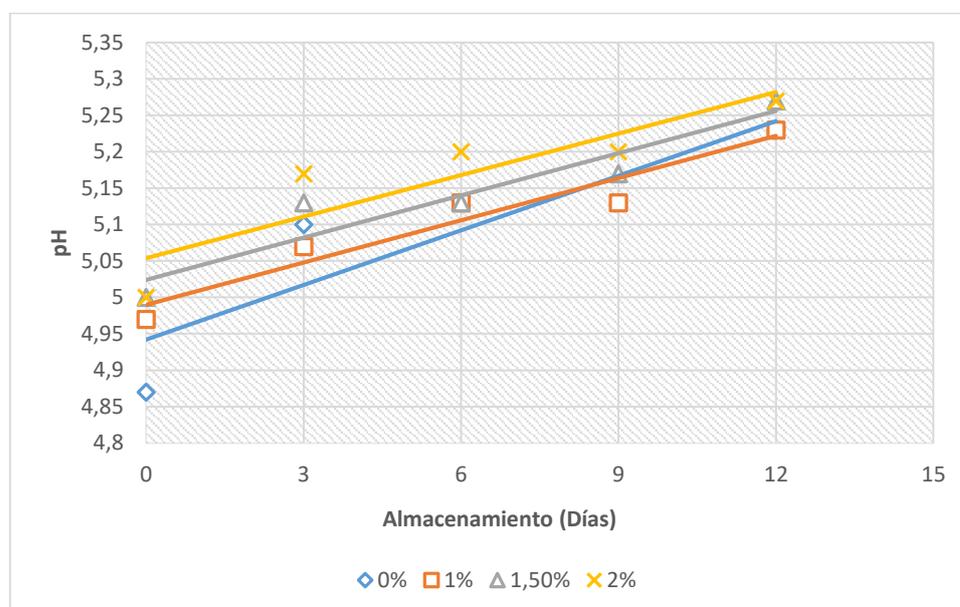


Gráfico 2-3: Comportamiento del pH de las chirimoyas con diferentes niveles de quitosano evaluados durante 12 días.

Realizado por: Rodriguez Joselyn, 2019

En el gráfico 2-3 se puede observar que al aplicar los cuatro distintos niveles de quitosano el pH tiene un leve incremento con el transcurso de los días, hasta alcanzar un máximo de 5,23 y 5,27 al estar dentro de la clasificación de las frutas poco acidas el pH normal de la chirimoya se mantiene alrededor de 5. Esto confirma lo mencionado por (Chaves et al, 2001 citado por Vila, 2006) quien indica que la valoración del pH de los frutos inmaduros no es significativamente diferente al comparar con valores obtenidos en los frutos maduros. Según (Pantástica, 1981 citado por Pinzón, et al 2000) el incremento del pH es el resultado de la reducción de la acidez titulable. Lo cual confirma los datos obtenidos en pH debido a que la acidez disminuyó con el transcurso de los días.

3.1.3. Acidez

La acidez exhibe la concentración total de ácidos contenidos en el fruto. La evaluación de este parámetro es muy importante ya que influye directamente en el sabor, color, estabilidad y calidad de conservación. A medida que maduran las frutas experimentan una disminución de acidez. (Domene y Rodríguez, 2014 citado por Cazar, I 2016 p 24)

Tabla 3-3: Efecto de los diferentes niveles de quitosano en la acidez de las chirimoyas evaluadas durante 12 días.

Almacenamiento (días)	Niveles de quitosano (%)				EE	Prob.
	0	1	1.5	2		
0	0,32 a	0,31 a	0,34 a	0,36 a	0,02	0,24
3	0,26 a	0,28 a	0,26 a	0,24 b	0,01	0,01
6	0,24 a	0,26 a	0,26 a	0,35 b	0,01	0,01
9	0,2 a	0,24 ab	0,25 b	0,31 c	0,01	0,0002
12	0,17 a	0,21 b	0,26 b	0,27 c	0,01	<0,0001

Letras iguales no difieren significativamente según Tukey ≥ 0.05

Letras diferentes difieren significativamente según Tukey ≤ 0.05

EE: Error estadístico

Prob: probabilidad.

Realizado por: Rodríguez Joselyn, 2019

La acidez en las chirimoyas a las cuales se les aplicó cuatro distintos niveles de quitosano correspondientes a (0% ,1%; 1,5% y 2%) al ser medidos en un lapso de tiempo de 12 días se pudo evidenciar que en el día 0 correspondiente al día de inicio de la investigación los valores de acidez no presentaron diferencias significativas, a diferencia de los días de almacenamiento 3 y 6, donde a las frutas aplicadas un nivel de quitosano del 2% presentaron diferencias significativas en la acidez frente a los demás tratamientos (0% ,1% y 1,5%). En los días de almacenamiento 9 y 12 se presentó diferencias significativas entre las medias de los niveles de quitosano 2% y 0%

respectivamente pero en los niveles restantes (1% y 1,5%) no existen diferencias significativas entre sí.

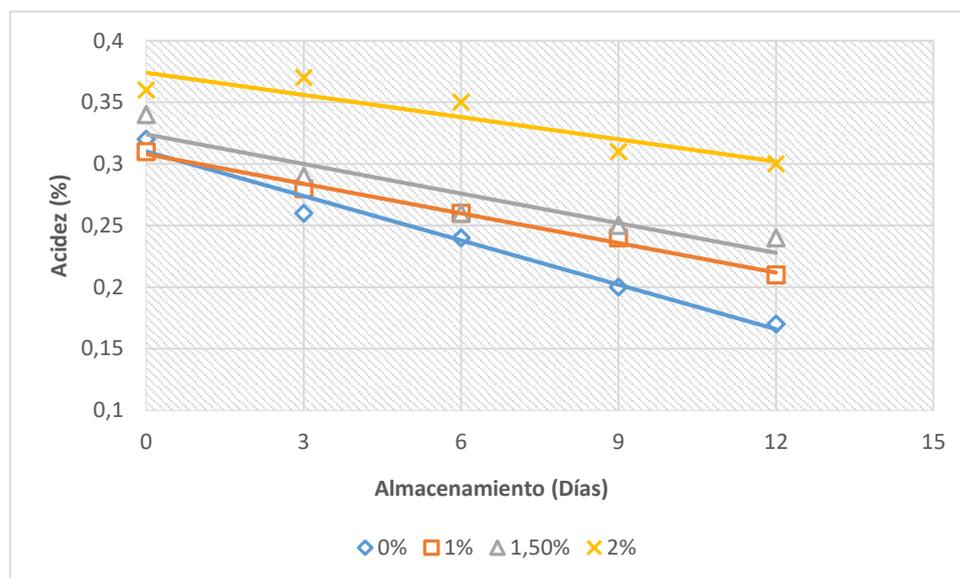


Gráfico 3-3: Comportamiento de la acidez de las chirimoyas con diferentes niveles de quitosano evaluados durante 12 días.

Realizado por: Rodriguez Joselyn, 2019

En el gráfico 3-3 se observa el mismo comportamiento por los cuatro tratamientos, independientemente del nivel de quitosano, durante los días de almacenamiento tienden a la disminución de la acidez titulable, se apreció que el tratamiento con 2% de quitosano es el tratamiento que mantiene la acidez normal de la chirimoya por mayor tiempo frente a los otros tratamientos en los cuales existe un descenso excesivo y esto afecta a la calidad organoléptica de la chirimoya.

Estos resultados coinciden con los obtenidos por (Mulkay, 2017) quien indica que el quitosano no tiene influencia sobre los indicadores de madurez que evolucionaron por la maduración normal, así mismo (Cruañes y Locaso, 2011) obtuvieron como resultados que los frutos recubiertos con quitosano presenta mayor retención de la acidez frente al tratamiento testigo, pero sin diferencias significativas entre sus valores. (Seymour et al. 1993 citados en Hernández et al sf) menciona que de manera general en las frutas mientras avanza el proceso de maduración los ácidos disminuyen su concentración al ser utilizados para la respiración o son convertidos en azúcares.

Como se observa en el gráfico 4-3 al realizar el análisis de regresión se determinó que la dispersión de los datos se ajusta a una tendencia lineal en donde no existen diferencias

significativas en el ADEVA de la regresión para ningún modelo.

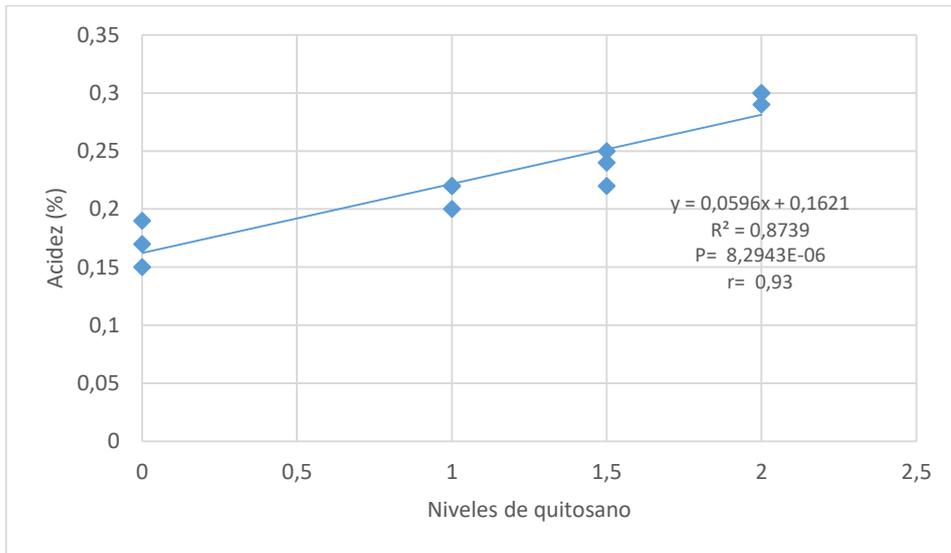


Gráfico 4-3: Regresión lineal de la acidez de las chirimoyas.

Elaborado por: Rodríguez, J. (2019)

3.2. Propiedades organolépticas

Es un parámetro que hace referencia a las propiedades que afectan a los sentidos del consumidor entre las cuales tenemos sabor, olor y color. En resumen estas son cualidades que están directamente relacionadas con la aceptabilidad del producto, por tanto es considerado como un índice de calidad. (Vargas, 2005 p.69)

3.2.1. Sabor

El sabor de las frutas depende del gusto y el aroma, ambos componentes están relacionados en la percepción del sabor. Los dos factores que tienen efecto sobre el sabor son la genética y estado de desarrollo y punto de maduración en la cosecha ya que durante esta etapa la síntesis de compuestos volátiles y no volátiles aumenta. (Kader, A. 2009)

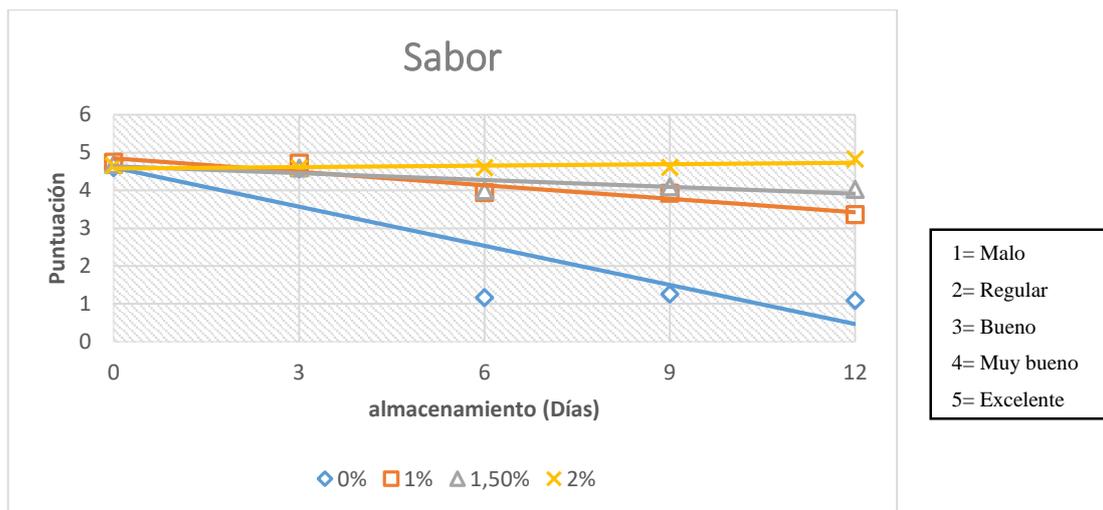


Gráfico 5-3: Comportamiento del sabor de las chirimoyas con diferentes niveles de quitosano evaluados durante 12 días.

Realizado por: Rodríguez Joselyn, 2019

En el gráfico 4-3 se puede notar que al aplicar el test de escala hedónica para la variable sabor de la chirimoya es de gran importancia la aplicación de quitosano para mantener un producto de calidad, con un nivel de 2% de quitosano los panelistas valoraron la chirimoya con un puntaje de 5 (excelente) desde el primer día de almacenamiento a diferencia del tratamiento control, el mismo que la escala va disminuyendo con el transcurso de los días, perdiendo su calidad organoléptica y como consecuencia de esto la aceptabilidad por parte del consumidor. (Márquez, et al., 2009) indica que al aplicar quitosano en nísperos los panelistas no detectaron diferencias significativas durante un mismo periodo de almacenamiento, demostrando que la aplicación de los recubrimientos no modifica el sabor. Resultados similares fueron obtenidos por Contreras, A. (2012) indicando que los tratamientos con quitosano causaron cambios mínimos en las características organolépticas de las frutas.

3.2.2. Color

El color juega un papel importante en la determinación del estado, calidad y características de las frutas (Conde y Báez, 1999 citado por Castro *et al.*, 2013) los cambios de color se han estimado como indicadores prácticos de la maduración.

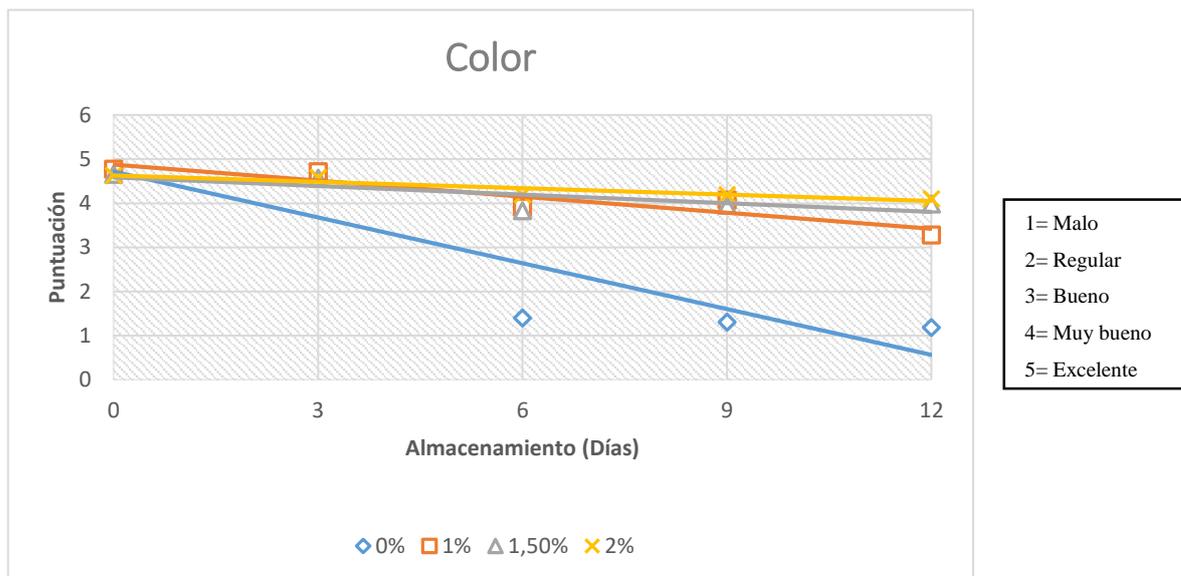


Gráfico 6-3: Comportamiento del color de las chirimoyas con diferentes niveles de quitosano evaluados durante 12 días.

Realizado por: Rodriguez Joselyn, 2019

En la gráfica 5-3 se puede observar que en cuanto al color el comportamiento de los tratamientos tiene tendencia a la disminución en sus valores esto se debe a que los frutos presentaron cambios en la coloración de la cáscara, los frutos con el 2% de quitosano presentan un menor cambio de color frente a los demás tratamientos, ya que los panelistas colocaron a los frutos de este tratamiento dentro de la escala 4 (muy bueno) mientras que el tratamiento con 0% de quitosano presenta una coloración a la cual los consumidores colocaron dentro de la escala 1 (malo) al finalizar el período de almacenamiento. (Márquez, *et al.*, 2009) obtuvo resultados similares reportando que al transcurrir los días de almacenamiento los frutos perdieron calidad organoléptica como resultado del proceso normal de senescencia del producto. Comportamiento similar indicó (Luna, Y. 2012) en frutas recubiertas con quitosano observó pérdida de color.

3.2.3 Olor

El aroma es una mezcla compleja de un amplio rango de compuestos, los mismos que contribuyen de forma decisiva en la calidad sensorial de las frutas, dentro de los compuestos que le confieren el olor característico a las frutas tenemos: monoterpenos, sesquiterpeno, y compuestos derivados de los lípidos, azúcares y aminoácidos. (Martinez, M. 2017)

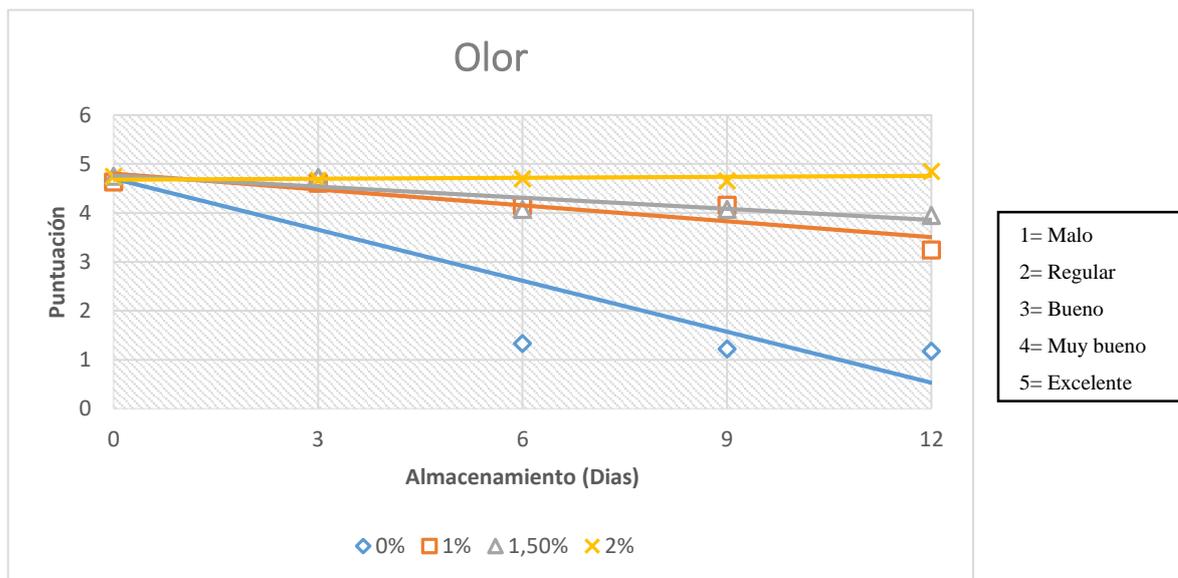


Gráfico 7-3: Comportamiento del aroma de las chirimoyas con diferentes niveles de quitosano evaluados durante 12 días.

Realizado por: Rodriguez Joselyn, 2019

En el gráfico 6-3 se observa similitud con los resultados obtenidos en cuanto al sabor, de acuerdo a la opinión de los panelistas los frutos con 2% de quitosano se mantienen dentro de la escala 5 (excelente) durante los doce días de almacenamiento mientras que los frutos con 0% de quitosano a partir del día 6 de almacenamiento pierden el aroma es por esto que al finalizar el almacenamiento fueron colocados en la escala 1 (malo) perdiendo totalmente sus cualidades organolépticas. (Márquez, et al., 2009) reporta que el quitosano no proporciona la aparición de malos olores en frutas recubiertas.

En general el quitosano causa cambios mínimos en el sabor y olor de la pulpa, pero en cuanto al color de la cáscara no evita el ennegrecimiento de la misma, lo cual provoca el rechazo por parte de los consumidores.

3.3. Microbiológicas

Durante los 12 días de almacenamiento se observó inhibición total en cuanto a bacterias (*Coliformes fecales*, *Salmonella*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*) pero esto no sucedió en el caso de mohos y levaduras, ya que se observó crecimiento a partir del día 9 de almacenamiento. Esto se confirma con los datos obtenidos por (Cabezas, M 2017) quien indica que al aplicar quitosano en moras existe ausencia de bacterias hasta el día 10 de almacenamiento recubiertas con quitosano (Krasaekoopt y Mabumrung 2008, citado en Cabezas 2017) quienes observaron inhibición total de bacterias en melones almacenados por 15 días.

De acuerdo a lo que menciona (Echeverría et al 2012) la poca actividad contra mohos y levaduras puede explicarse por la composición de la pared celular, ya que está constituida por quitina, además de otros compuestos químicos como varios azúcares, debido a esto las paredes de estos microorganismos están quitinizadas y constituyen una barrera natural, lo cual impide o dificulta el paso de cualquier tipo de sustancia. (Locaso, D y Cruaños, M. 2011) Observaron que al recubrir naranjas con quitosano estas redujeron significativamente las podredumbres de las naranjas con respecto al tratamiento testigo. Bautista Baños y col., 2005 indican que generalmente se reporta que la efectividad antifúngica del quitosano está directamente relacionada con la concentración utilizada.

Tabla 4-3: Efecto de los recubrimientos con distintos niveles de quitosano en el crecimiento de mohos y levaduras (UFC/g-1) de las chirimoyas evaluadas durante 12 días.

Niveles de quitosano (%)	Almacenamiento (Días)				
	0	3	6	9	12
0	0	0	0	4 a	5 a
1	0	0	0	3,33 b	3,67 b
1,5	0	0	0	3 c	3,33 b
2	0	0	0	1 c	2 c

Letras iguales no difieren significativamente según Tukey ≥ 0.05

Letras diferentes difieren significativamente según Tukey ≤ 0.05

EE: Error estadístico

Prob: probabilidad.

Realizado por: Rodriguez Joselyn, 2019

Como se indica en la tabla 4-3 el crecimiento de mohos y levaduras fue durante los días 9 y 12 de almacenamiento observándose diferencias significativas entre todos los tratamientos, obteniendo un menor crecimiento en el tratamiento 2% en comparación con el tratamiento 0% comprobando de esta manera un efecto positivo del quitosano en el control de la podredumbre.

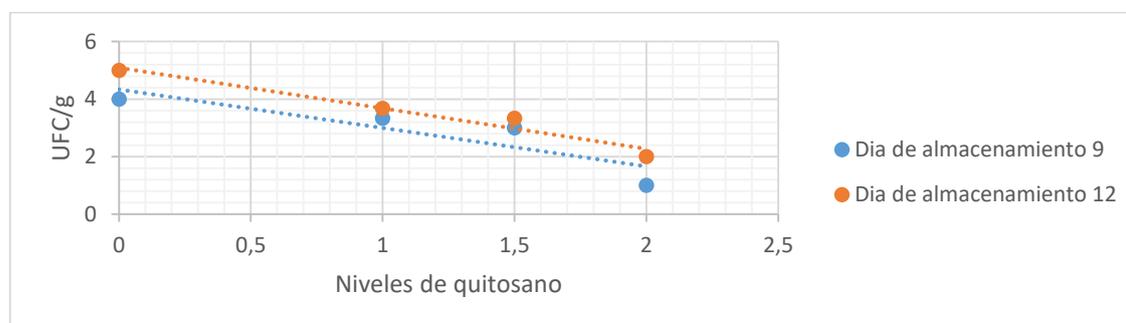


Gráfico 8-3: Comportamiento del crecimiento de mohos y levaduras de las chirimoyas con diferentes niveles de quitosano evaluados durante 12 días.

Realizado por: Rodriguez Joselyn, 2019

En el grafico 7-3 se observa que durante los días 9 y 12 de almacenamiento, en todos los tratamientos existe crecimiento de mohos y levaduras, observándose los mayores valores de concentración de microorganismos en el tratamiento testigo (4 y 5 UFC/g), estos valores disminuyen con el tratamiento T1 (3,33 y 3,67 UFC/g), en el tratamiento T2 se observó valores de (3 y 3,33 UC/g).

El tratamiento T3 que indica mayor efectividad indicando valores de (1 y 2 UFC/g) esto muestra que a mayor concentración de quitosano mayor efectividad antifúngica. Comportamiento similar menciona (Rivero, et al, 2009) ya que indica que a medida que se incrementan los niveles de quitosano el crecimiento de hongos disminuye. Del mismo modo (Mulkay, 2017) manifiesta que las concentraciones menores de quitosano son menos efectivas en cuantos a la actividad antifúngica.

(Mora, L., et al 2012) observó una relación inversa entre el crecimiento de hongos y la concentración de quitosano ya que en comparación con el testigo todos los tratamientos con quitosano influyeron sobre la actividad microbiana. (Bautista, S. *et al.*, 2016) menciona que en la mayoría de estudios en los que se emplean quitosano en el manejo poscosecha de frutas la concentración de este es un factor clave en la reducción de enfermedades poscosecha y como se reportado en estudios in vitro a medida que la concentración de quitosano aumenta, la infección por hongos disminuye considerablemente.

3.3. Evaluación económica

Tabla 5-3: Evaluación económica de las chirimoyas con distintos niveles de quitosano.

Concepto	Costo/ (g)	NIVELES DE QUITOSANO			
		TSA0	TSA1	TSA2	TSA3
Agua 0,24 L	0,43	0,11	0,11	0,11	0,11
Ácido Láctico 0,0024 L	27	0,07	0,07	0,07	0,07
Glicerol 0,00024 L	8,33	0,00	0,00	0,00	0,00
Quitosano (2,5 g; 3,75 g; 5g)	0,05	0,00	0,13	0,19	0,25
Chirimoyas	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83
Uso de equipos		0,05	0,05	0,05	0,05
Egresos totales		31,66	35,41	37,28	39,16
Unidades de Chirimoya		1	1	1	1
Costo prod./Unidad de chirimoya		1,06	1,18	1,24	1,31
Precio de venta, dólares/unidad		1,5	1,5	1,5	1,5
INGRESOS TOTALES, \$		45	45	45	45
BENEFICIO/COSTO		1,42	1,27	1,21	1,15
Vida útil		6	9	9	12

Realizado por: Rodriguez Joselyn, 2019

La producción de chirimoyas recubiertas con quitosano reportó egresos por la compra de las frutas, quitosano y productos químicos valores de 31,66; 35,40; 37,20 y 39,30 al utilizar T0 (0%); T1 (1%); T2 (1,5%) y T3 (2%) de quitosano. El precio de venta de las chirimoyas se estimó de acuerdo a los vigentes en el mercado que corresponde un promedio de \$1,50 por unidad, obteniéndose un total de ingresos por tratamiento de \$45.

Considerando un costo por unidad de chirimoya de \$1,06; \$1,18; \$1,24; \$1,31 para los tratamientos T0, T1, T2 y T3; y una venta estimada de 1,50 por unidad de chirimoya se estableció una mayor rentabilidad económica con el tratamiento T0 con un beneficio costo de 1,42 que representa que por cada dólar invertido se obtiene una utilidad de 42 centavos reduciéndose a 27

centavos con una relación beneficio costo de 1,27 para el tratamiento T1 este valor descendiendo en el tratamiento T2 a 1,21 es decir una ganancia del 21%.

La utilidad más baja se reporta para las chirimoyas del tratamiento T3 ya que la relación beneficio costo fue de 1,15 es decir que por cada dólar invertido se obtendrá una utilidad de 15 centavos de dólar.

Como se observa en la tabla el tratamiento con mayor rentabilidad es el tratamiento control, pero debe tomarse en cuenta que el tiempo de vida útil es menor en comparación con el tratamiento T3 que indica el menor beneficio costo pero la vida útil de las frutas de este tratamiento es mayor.

4. Conclusiones

- Se aplicó distintos niveles de quitosano mediante inmersión con lo cual se logró prolongar la vida útil de la chirimoya (*annona cherimola*) al mejorar el manejo poscosecha.
- Se realizó los análisis físico-químicos, microbiológicos y sensoriales de los distintos tratamientos con y sin quitosano, reportándose la mayor efectividad en el tratamiento con el 2%, ya que mejora las características físico-químicas reduciendo la pérdida de acidez, manteniendo el pH, conservando la textura y reduciendo el crecimiento microbiano por ende las características sensoriales se conservan por un mayor periodo de tiempo.
- Se evaluó la vida de anaquel de la chirimoya con diferentes niveles de quitosano por lo cual se estableció que el quitosano resulta efectivo para incrementar la vida útil del producto independientemente del porcentaje utilizado, ya que todos los tratamientos con quitosano conservaron por mayor tiempo las características de la fruta T0-T1 incremento 50% de la vida útil, T0-T2 incremento 75% de la vida útil, T0-T3 incremento 100% de la vida útil.
- Se evaluó el beneficio costo obteniéndose el mayor con el tratamiento 0% de quitosano, seguido del tratamiento 1% encontrándose limitante para el tratamiento testigo el tiempo de vida útil.

5. Recomendaciones

- Las frutas alcanzan un índice de madurez comercial por lo que recomendamos no exceder los 12 días de almacenamiento de la fruta con la finalidad de que no existan cambios y tenga las características óptimas para el consumo.
- Se recomienda evaluar el quitosano como cobertura en otras investigaciones combinándolo con la refrigeración.
- Aplicar recubrimientos a base de quitosano en diferentes frutas puesto que contribuye a mejorar y mantener las características sensoriales las mismas que tienen un papel trascendental para los consumidores.

BIBLIOGRAFÍA

- Aranceta, J. (2006). Frutas, verduras y salud. España.
[30 de enero de 2019]
https://books.google.com.ec/books?id=If2ENqizE1AC&dq=frutas&hl=es&source=gbs_navlinks_s
- Abarrategui, A. (2008). Estudio del quitosano como biomaterial portador de rhPMB-2. Desarrollo, caracterización y aplicabilidad en regeneración de tejido óseo. Madrid-España.
[25 de enero de 2019]
<https://ebookcentral.proquest.com/lib/espoehsp/reader.action?docID=3196239&query=quitosano>
- Arribaplasta, R. (2013). Efecto de la aplicación foliar de calcio, en pre cosecha, en la calidad de fruta del cultivo de chirimoya (*Annona cherimola* mili).
[29 de enero del 2019]
<http://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/396/TF04A7752013.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Bautista, S. *et al.* (2016). Quitosano: un polisacárido antimicrobiano versátil para frutas y hortalizas en poscosecha.
[23 de enero del 2019]
<http://www.scielo.org.mx/pdf/rcsh/v23n2/2007-4034-rcsh-23-02-00103.pdf>
- Bazán, G y Chávez, L. (2017). (*Annonaceae*), una fruta utilizada como alimento en el Perú prehispánico.
[16 de Febrero del 2019]
<http://www.scielo.org.pe/pdf/arnal/v24n2/a13v24n2.pdf>.
- Beltramino, J, Barra, A y Romero A, (2012). Obtención de quitosano.
[21 de diciembre del 2018]
http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_peces/piscicultura/173-Quitosano.pdf.

- Cabezas, M (2017). Actividad antimicrobiana de recubrimientos de quitosano y e- pililisina en moras inoculadas con E. coli Salmonela entérica y Botrytis cinérea. Universidad técnica de Ambato. Carrera de ingeniería bioquímica.
- Castro, K. (2013). Determinación del color del exocarpio como indicador de desarrollo fisiológico y madurez en la guayaba pera (*Psidium guajava* cv. Guayaba pera) utilizando técnicas de procesamiento digital de imágenes.
[5 de enero del 2019]
<http://www.scielo.org.co/pdf/eia/n19/n19a07.pdf>
- Contreras, A. (2012). Calidad fisicoquímica, sensorial y nutricional de naranjas cv. Valencia recubiertas con quitosano.
[18 de enero del 2019]
<https://www.colpos.mx/agrocien/Bimestral/2012/jul-ago/art-2.pdf>
- Costa Rica, Food agriculture organization. (FAO). (2006). Fichas técnicas - chirimoya.
[5 de enero del 2019]
http://www.ipcinfo.org/fileadmin/user_upload/inpho/InfoSheet_pdfs/CHIRIMOYA.pdf
- Cruañes, M y Locaso, D. (2011). Quitosano: antimicrobiano biodegradable en arándanos (*Vaccinium myrtillus* L.).
[18 de enero del 2019]
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81318808009>.
- Dante, F. (2013). Manual práctico para productores.
[17 de diciembre del 2018]
https://www.swisscontact.org/fileadmin/user_upload/COUNTRIES/Peru/Documents/Publications/MANUAL_CHIRIMOYA.pdf.
- Domini, A. (2018). Revisión bibliográfica: Potencialidades del quitosano para la fresa usos en la mejora y conservación de los frutos.
[14 de diciembre del 2018]
<http://scielo.sld.cu/pdf/ctr/v39n1/ctr20118.pdf>.

- Echeverría, A. *et al.* (2012). “Actividad antifúngica de la quitosana en el crecimiento micelial y esporulación del hongo *Pyricularia grisea* Sacc”.
- [19 de diciembre del 2018]
- http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S025859362012000300011&script=sci_arttext&tlng=en
- El Salvador, Centro Nacional de tecnología Agropecuaria y forestal. (CENTA). (2003). Guía annona.
- [19 de diciembre del 2018]
- <http://www.centa.gob.sv/docs/guias/frutales/Guia anona 2003.pdf>.
- Esquivel, N. (2017). Análisis de textura. Universidad Nacional de Trujillo. Facultad de ciencias agropecuarias. Escuela académico profesional de ingeniería agroindustrial. Trujillo: UNT
- Exposito, R. (2008). Quitosano un biopolímero con aplicaciones en sistemas de liberación controlada de fármacos. Madrid-España.
- [23 de Enero del 2019]
- <https://ebookcentral.proquest.com/lib/epochsp/reader.action?docID=3196173&query=quitosano>.
- Fuentes, S. Síntesis y determinación de propiedades electroquímicas anisotrópicas en compuestos de intercalación de sulfuro de molibdeno. (2001). Chile.
- [23 de enero del 2019]
- <https://ebookcentral.proquest.com/lib/epochsp/reader.action?docID=3221007&query=quitosano>
- Gacén, J y Gacén I. (1996). Quitina y quitosano. Nuevos materiales textiles.
- [23 de enero del 2019]
- <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099/6421/Article06a.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- García, M. (2008). Películas y cubiertas de quitosana en la conservación de vegetales.
- [17 de diciembre del 2018]
- <https://www.oceandocs.org/bitstream/handle/1834/4724/ReseñaMarioA..pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

- Gelifus, F. (2010). El árbol al servicio del agricultor. Guía de especies. Madrid –España.
[29 de enero del 2019]
https://books.google.com.ec/books?id=hcwBJ0FNvqYC&printsec=frontcover&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
- Gil, A. (1994). Tratado de nutrición. Turrialba – Costa Rica.
[28 de enero del 2019]
<https://www.google.com/search?tbm=bks&q=chirimoya>
- Guerrero, I. (2012). Estudio de factibilidad para la producción y comercialización de chirimoya (Annona cherimola mil), ecotipo T61 Tumbaco-Pichincha. Universidad San Francisco de Quito. Colegio de Ciencias e Ingeniería. Quito: USFQ.
- González, M. (2013). Revisión bibliográfica CHIRIMOYA (Annona cherimola Miller), Frutal tropical y subtropical de valores promisorios.
[30 de enero del 2019]
http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362013000300008
- Guerrero, J y Vázquez, M. (2013). Recubrimientos de frutas con biopolímeros.
[19 de diciembre del 2018]
<http://web.udlap.mx/tsia/files/2014/12/TSIA-72-Vazquez-Briones-et-al-2013.pdf>
- Hernández, M; Barrera, J y Melgarejo, L. “Fisiología poscosecha”.
[25 de enero del 2019]
http://bdigital.unal.edu.co/8545/24/11_Cap09.pdf
- Instituto Iberoamericano de cooperación para la agricultura. “Poscosecha y buenas prácticas de producción orientadas a la agricultura familiar”.
[23 de enero del 2019]
<http://mfiles.iica.int/CTL/CPC/LEC/M2.pdf>
- Kader, A. (2009). La calidad del sabor de frutas y hortalizas.
[21 de diciembre del 2018]
http://www.horticom.com/revistasonline/extras/extra09/06_07.pdf

- Lárez, C. (2008). Usos del quitosano.
[18 de enero del 2019]
<https://es.scribd.com/document/73404779/Aplicaciones-Del-Quitosano#logout>
- Lárez, C. (2006). Quitina y quitosano: materiales del pasado para el presente y el futuro.
[23 de enero del 2019]
<https://ebookcentral.proquest.com/lib/espochnp/reader.action?docID=3189710&query=quitosano>
- Locaso, D y Cruañes, M. (2011). Empaque sin costo ambiental formulado con quitosano para reducir la podredumbre verde en poscosecha de naranjas.
<https://www.redalyc.org/html/813/81318808006/>
- López, M *et al.* (2012). Efecto de recubrimientos comestibles de quitosano en la reducción microbiana.
[21 de diciembre del 2018]
<https://biotecnia.unison.mx/index.php/biotecnia/article/view/113>
- López, L. *et al.* (2006). Evaluación de la actividad antifúngica del quitosano en *Alternaria altmata* y en la calidad del mango “Tommy Atkins” durante el almacenamiento. México.
[01 de febrero del 2019]
http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1027152X2013000300005&script=sci_arttext
- Luna, Y. (2012). Obtención de quitosano a partir de quitina para su empleo en conservación de frutillas y moras. Universidad Central del Ecuador. Facultad de Ingeniería Química. Carrera de Ingeniería Química. Quito: UCE.
- Martinez, M. *et al.* (2017). Poscosecha de frutos: maduración y cambios bioquímicos.
[17 de diciembre del 2018]
https://www.researchgate.net/publication/322673386_Poscosecha_de_frutos_maduracion_y_cambios_bioquimicos
- Máquez, *et al.* (2009). Efecto de recubrimientos comestibles sobre la calidad en poscosecha del níspero japonés.
[29 de enero del 2019]
<http://www.scielo.org.co/pdf/vitae/v16n3/v16n3a04.pdf>

- Morales, A. *et al.* (2014). El efecto antisenescente del resveratrol reduce la tasa de ablandamiento poscosecha de chirimoya.
[19 de diciembre del 2018]
<https://www.redalyc.org/pdf/3576/357633708004.pdf>
- Morales *et al.* (2014). El efecto anticenescente del resveratrol reduce la tasa de ablandamiento poscosecha de chirimoya.
[5 de enero del 2019]
http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2077-99172014000100004
- Morales, N y Robayo, A. (2015). “Recubrimientos para frutas”.
[29 de enero del 2019]
<https://www.uniagustiniana.edu.co/images/Gastronomia/recubrimiento-para-frutas.pdf>
- Mulkay, T. (2017). Efecto de las sales de quitosano en la calidad poscosecha del mango”.
[30 de enero del 2019]
<http://scielo.sld.cu/pdf/ctr/v38n3/ctr19317.pdf>
- Pinzón, I; Fisher, G y Corredor, G. (2007). “Determinación de los estados de madurez del fruto de la gulupa (*Passiflora edulis Sims.*).
[19 de diciembre del 2018]
<http://www.scielo.org.co/pdf/agc/v25n1/v25n1a10.pdf>
- Peñuela, E. Cambios físicos y químicos que ocurren durante el crecimiento y maduración de los productos hortícolas y su relación con la calidad.
[23 de enero del 2019]
<http://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/828/4/2.%20Cambios%20f%C3%ADsicos%20y%20qu%C3%ADmicos%20durante%20crecimiento%20y%20maduraci%C3%B3n.pdf>
- Posligua, V y Delgado E. (2017). Agroindustria recubrimiento comestible de quitosano.
[5 de enero del 2019]
<https://revistas.utm.edu.ec/index.php/latecnica/article/view/970/910>

- Vargas, M. et al. (2008). Quitosano: una alternativa natural y sostenible para la conservación de frutas y hortalizas.
[23 de enero del 2019]
https://www.agroecologia.net/recursos/publicaciones/publicaciones-online/2010/ix-congreso/cd-actas/p1-calidad-agroalimentaria_PDF/1-7-quitosano-vargas.pdf.
- Varas, W. Manejo de frutas y hortalizas en poscosecha, bases científicas.
[31 de enero del 2019]
https://books.google.com.ec/books?id=IYDGhOLOgPoC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
- Villada, H; Acosta, H y Velasco, R. (2007). Biopolímeros naturales usados en empaques biodegradables.
[19 de diciembre del 2018]
<https://www.oceandocs.org/bitstream/handle/1834/4724/Reseña> Mario A..pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Vásquez, J y Vidal, M. (2011). Caracterización y alternativa de uso de una película biodegradable de quitosano a partir de la extracción e quitina de langostino (*Pleuroncodes planipes*) para la industria de alimentos. Universidad de El Salvador. Facultad de Ingeniería y Arquitectura. Escuela de Ingeniería Química. Ciudad Universitaria.

ANEXO A: Carta de color de chirimoyas con 0% de quitosano.

	0%					
	1		2		3	
	Cáscara	Pulpa	Cáscara	Pulpa	Cáscara	Pulpa
0						
3						
6						
9						
12						

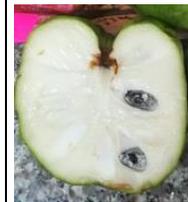
Realizado por: Rodríguez Joselyn, 2019

ANEXO B: Carta de color de chirimoyas con 1% de quitosano.

1% de quitosano						
Días de almacenamiento	1		2		3	
	Cáscara	Pulpa	Cáscara	Pulpa	Cáscara	Pulpa
0						
3						
6						
9						
12						

Realizado por: Rodriguez Joselyn, 2019

ANEXO C: Carta de color de chirimoyas con 1,5% de quitosano.

1,5% de quitosano						
Días de Almacenamiento	1		2		3	
	Cáscara	Pulpa	Cáscara	Pulpa	Cáscara	Pulpa
0						
3						
6						
9						
12						

Realizado por: Rodriguez Joselyn, 2019

ANEXO D: Carta de color de chirimoyas con 2% de quitosano.

Días de Almacenamiento	2%					
	1		2		3	
	Cáscara	Pulpa	Cáscara	Pulpa	Cáscara	Pulpa
0						
3						
6						
9						
12						

Realizado por: Rodríguez Joselyn, 2019

ANEXO E: Análisis de varianza de las propiedades físico-química del experimento.

Día cero

Textura

1. RESULTADOS EXPERIMENTALES

Tratamientos	Repeticiones		
	I	II	III
T0	1,3	1	1,1
T1	1,2	1,1	1,3
T1,5	1,3	1,1	1,3
T2	1,2	1,3	1,3

2. ANÁLISIS DE VARIANZA (ADEVA)

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-valor	Pr>F
Total correcto	11	0,12			
Tratamientos	3	0,03	0,01	0,76	0,5464
Error	8	0,09	0,01		
CV%	9				

3. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY AL 5%

Media	EE	Tratamientos (%)	Rango
1,13	0,06	T0	a
1,20	0,06	T1	a
1,20	0,06	T1,5	a
1,27	0,06	T2	A

pH

1. RESULTADOS EXPERIMENTALES

Tratamientos	Repeticiones		
	I	II	III
T0	5	4,8	4,8
T1	4,9	5	5
T1,5	5	5	5
T2	5	5	5

2. ANÁLISIS DE VARIANZA (ADEVA)

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-valor	Pr>F
Total correcto	11	0,07			
Tratamientos	3	0,04	0,01	2,87	0,1039
Error	8	0,03	4,2E-03		
CV%	1,30				

3. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY AL 5%

Media	EE	Tratamientos (%)	Rango
4,87	0,04	T0	a
4,97	0,04	T1	a
5	0,04	T1,5	a
5	0,04	T2	a

Acidez

1. RESULTADOS EXPERIMENTALES

Tratamientos	Repeticiones		
	I	II	III
T0	0,3	0,3	0,35
T1	0,31	0,3	0,31
T1,5	0,38	0,3	0,33
T2	0,32	0,37	0,38

2. ANÁLISIS DE VARIANZA (ADEVA)

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-valor	Pr>F
Total correcto	11	0,01			
Tratamientos	3	4,4E-03	1,5E-03	1,67	0,2497
Error	8	0,01	8,8E-04		
CV%	1,30				

3. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY AL 5%

Media	EE	Tratamientos (%)	Rango
0,32	0,02	T0	a
0,31	0,02	T1	a
0,34	0,02	T1,5	a
0,36	0,02	T2	a

Día tres

Textura

1. RESULTADOS EXPERIMENTALES

Tratamientos	Repeticiones		
	I	II	III
T0	1,2	0,9	1
T1	1	1	1,3
T1,5	1,3	1,1	1,2
T2	1,2	1,3	1,3

2. ANÁLISIS DE VARIANZA (ADEVA)

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-valor	Pr>F
Total correcto	11	0,18			
Tratamientos	3	0,05	0,02	0,98	0,4477
Error	8	0,13	0,02		
CV%	11,48				

3. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY AL 5%

Media	EE	Tratamientos (%)	Rango
1,03	0,07	T0	A
1,10	0,07	T1	A
1,17	0,07	T1,5	A
1,20	0,07	T2	A

pH

1. RESULTADOS EXPERIMENTALES

Tratamientos	Repeticiones		
	I	II	III
T0	5,1	5,1	5,1
T1	5,1	5	5,1
T1,5	5,1	5,2	5,1
T2	5,2	5,2	5,1

2. ANÁLISIS DE VARIANZA (ADEVA)

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-valor	Pr>F
Total correcto	11	0,04			
Tratamientos	3	0,02	0,01	2,22	0,1631
Error	8	0,03	2,5E-03		
CV%	0,98				

3. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY AL 5%

Media	EE	Tratamientos (%)	Rango
5,10	0,03	T0	a
5,07	0,03	T1	a
5,13	0,03	T1,5	a
5,17	0,03	T2	a

Acidez

1. RESULTADOS EXPERIMENTALES

Tratamientos	Repeticiones		
	I	II	III
T0	0,26	0,26	0,27
T1	0,26	0,26	0,31
T1,5	0,32	0,27	0,27
T2	0,35	0,37	0,38

2. ANÁLISIS DE VARIANZA (ADEVA)

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-valor	Pr>F
Total correcto	11	0,02			
Tratamientos	3	0,02	0,01	13,45	0,0017
Error	8	3,9E-03	4,8E-04		
CV%	1,30				

3. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY AL 5%

Media	EE	Tratamientos (%)	Rango
0,26	0,01	T0	A
0,28	0,01	T1	A
0,29	0,01	T1,5	A
0,37	0,01	T2	B

4. ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA REGRESIÓN LINEAL

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	0,01303714	0,013037143	12,6212429	0,00524514
Residuos	10	0,01032952	0,001032952		
Total	11	0,02336667			

Día seis

Textura

1. RESULTADOS EXPERIMENTALES

Tratamientos	Repeticiones		
	I	II	III
T0	1,2	0,9	0,8
T1	0,9	0,8	1
T1,5	0,8	1	1
T2	1	1	1,1

2. ANÁLISIS DE VARIANZA (ADEVA)

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-valor	Pr>F
Total correcto	11	0,17			
Tratamientos	3	0,03	0,01	0,56	0,6588
Error	8	0,14	0,02		
CV%	13,80				

3. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY AL 5%

Media	EE	Tratamientos (%)	Rango
0,97	0,08	T0	a
0,90	0,08	T1	a
0,93	0,08	T1,5	a
1,03	0,08	T2	a

pH

1. RESULTADOS EXPERIMENTALES

Tratamientos	Repeticiones		
	I	II	III
T0	5,1	5,2	5,1
T1	5,1	5,2	5,1
T1,5	5,1	5,2	5,1
T2	5,2	5,3	5,1

2. ANÁLISIS DE VARIANZA (ADEVA)

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-valor	Pr>F
Total correcto	11	0,05			
Tratamientos	3	0,01	3,3E-03	0,67	0,5957
Error	8	0,04	0,01		
CV%	1,37				

3. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY AL 5%

Media	EE	Tratamientos (%)	Rango
5,13	0,04	T0	A
5,13	0,04	T1	A
5,13	0,04	T1,5	A
5,20	0,04	T2	A

Acidez

1. RESULTADOS EXPERIMENTALES

Tratamientos	Repeticiones		
	I	II	III
T0	0,22	0,23	0,27
T1	0,24	0,26	0,27
T1,5	0,28	0,24	0,27
T2	0,35	0,35	0,35

2. ANÁLISIS DE VARIANZA (ADEVA)

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-valor	Pr>F
Total correcto	11	0,02			
Tratamientos	3	0,02	0,01	13,45	0,0017
Error	8	3,9E-03	4,8E-04		
CV%	6,66				

3. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY AL 5%

Media	EE	Tratamientos (%)	Rango
0,24	0,01	T0	a
0,26	0,01	T1	a
0,26	0,01	T1,5	a
0,35	0,01	T2	b

4. ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA REGRESIÓN LINEAL

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	0,01452595	0,014525952	14,3834874	0,00352857
Residuos	10	0,01009905	0,001009905		
Total	11	0,024625			

Día nueve

Textura

1. RESULTADOS EXPERIMENTALES

Tratamientos	Repeticiones		
	I	II	III
T0	0,7	0,7	0,7
T1	0,7	0,7	0,9
T1,5	0,7	0,9	0,9
T2	0,8	0,9	1,1

2. ANÁLISIS DE VARIANZA (ADEVA)

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-valor	Pr>F
Total correcto	11	0,19			
Tratamientos	3	0,09	0,03	2,38	0,1456
Error	8	0,10	0,01		
CV%	13,83				

3. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY AL 5%

Media	EE	Tratamientos (%)	Rango
0,70	0,06	T0	a
0,77	0,06	T1	a
0,83	0,06	T1,5	a
0,93	0,06	T2	a

pH

1. RESULTADOS EXPERIMENTALES

Tratamientos	Repeticiones		
	I	II	III
T0	5,1	5,2	5,1
T1	5,1	5,2	5,1
T1,5	5,1	5,3	5,1
T2	5,2	5,3	5,1

2. ANÁLISIS DE VARIANZA (ADEVA)

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-valor	Pr>F
Total correcto	11	0,07			
Tratamientos	3	0,01	3,1E-03	0,41	0,7520
Error	8	0,06	0,01		
CV%	1,68				

3. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY AL 5%

Media	EE	Tratamientos (%)	Rango
5,13	0,05	T0	a
5,13	0,05	T1	a
5,17	0,05	T1,5	a
5,20	0,05	T2	a

Acidez

1. RESULTADOS EXPERIMENTALES

Tratamientos	Repeticiones		
	I	II	III
T0	0,19	0,19	0,22
T1	0,23	0,24	0,24
T1,5	0,27	0,23	0,26
T2	0,35	0,37	0,38

2. ANÁLISIS DE VARIANZA (ADEVA)

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-valor	Pr>F
Total correcto	11	0,02			
Tratamientos	3	0,02	0,01	26,21	0,0002
Error	8	1,8E-03	2,3E-04		
CV%	6,02				

3. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY AL 5%

Media	EE	Tratamientos (%)	Rango
0,20	0,01	T0	a
0,24	0,01	T1	ab
0,25	0,01	T1,5	b
0,31	0,01	T2	c

4. ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA REGRESIÓN LINEAL

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	0,01621929	0,016219286	49,5641735	3,5402E-05
Residuos	10	0,000322738	0,000327238		
Total	11	0,01949167			

Día doce

Textura

1. RESULTADOS EXPERIMENTALES

Tratamientos	Repeticiones		
	I	II	III
T0	0,6	0,5	0,7
T1	0,6	0,6	0,8
T1,5	0,6	0,8	0,7
T2	0,7	0,8	0,9

2. ANÁLISIS DE VARIANZA (ADEVA)

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-valor	Pr>F
Total correcto	11	0,15			
Tratamientos	3	0,06	0,02	1,92	0,2044
Error	8	0,09	0,01		
CV%	15,05				

3. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY AL 5%

Media	EE	Tratamientos (%)	Rango
0,60	0,06	T0	a
0,67	0,06	T1	a
0,70	0,06	T1,5	a
0,80	0,06	T2	a

pH

1. RESULTADOS EXPERIMENTALES

Tratamientos	Repeticiones		
	I	II	III
T0	5,2	5,4	5,1
T1	5,2	5,3	5,2
T1,5	5,3	5,3	5,2
T2	5,2	5,4	5,2

2. ANÁLISIS DE VARIANZA (ADEVA)

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-valor	Pr>F
Total correcto	11	0,09			
Tratamientos	3	3,3E-03	1,1E-03	0,10	0,9563
Error	8	0,09	0,01		
CV%	1,68				

3. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY AL 5%

Media	EE	Tratamientos (%)	Rango
5,23	0,06	T0	a
5,23	0,06	T1	a
5,27	0,06	T1,5	a
5,27	0,06	T2	a

Acidez

1. RESULTADOS EXPERIMENTALES

Tratamientos	Repeticiones		
	I	II	III
T0	0,15	0,19	0,17
T1	0,2	0,22	0,22
T1,5	0,24	0,22	0,25
T2	0,3	0,29	0,3

2. ANÁLISIS DE VARIANZA (ADEVA)

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-valor	Pr>F
Total correcto	11	0,03			
Tratamientos	3	0,03	0,01	41,82	<0,0001
Error	8	1,6E-03	2,0E-04		
CV%	6,17				

3. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY AL 5%

Media	EE	Tratamientos (%)	Rango
0,17	0,01	T0	a
0,21	0,01	T1	b
0,24	0,01	T1,5	b
0,30	0,01	T2	c

4. ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA REGRESIÓN LINEAL

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	0,02332595	0,023325952	69,3046123	8,2943E-06
Residuos	10	0,00336571	0,000336571		
Total	11	0,02669167			

Análisis de varianza del análisis microbiológico del experimento

Día 9

1. RESULTADOS EXPERIMENTALES

Tratamientos	Repeticiones		
	I	II	III
T0	1	1	1
T1	3	3	3
T1,5	3	3	4
T2	4	4	4

2. ANÁLISIS DE VARIANZA (ADEVA)

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-valor	Pr>F
Total correcto	11	15,67			
Tratamientos	3	15	5	60	<0,0001
Error	8	0,67	0,08		
CV%	10,19				

3. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY AL 5%

Media	EE	Tratamientos (%)	Rango
1	0,17	T0	a
3	0,17	T1	b
3,33	0,17	T1,5	bc
4	0,17	T2	c

4. ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA REGRESIÓN LINEAL

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	14,4857143	14,48571429	122,66129	6,187E-07
Residuos	10	1,18095238	0,118095238		
Total	11	15,6666667			

Día 12

1. RESULTADOS EXPERIMENTALES

Tratamientos	Repeticiones		
	I	II	III
T0	2	2	2
T1	3	3	4
T1,5	4	4	3
T2	5	5	5

2. ANÁLISIS DE VARIANZA (ADEVA)

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-valor	Pr>F
Total correcto	11	15			
Tratamientos	3	13,76	4,56	27,33	0,0001
Error	8	1,33	0,17		
CV%	11,66				

3. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN TUKEY AL 5%

Media	EE	Tratamientos (%)	Rango
5	0,24	T0	a
3,67	0,24	T1	b
3,33	0,24	T1,5	b
2	0,24	T2	c

4. ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA REGRESIÓN LINEAL

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	13,0380952	13,03809524	66,4563107	9,9807E-06
Residuos	10	1,96190476	0,1966190476		
Total	11	15			