



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ
MANUEL FÉLIX LÓPEZ**

MAESTRÍA EN AGROINDUSTRIA

INFORME DE TRABAJO DE TITULACIÓN

PREVIA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE MAGÍSTER EN AGROINDUSTRIA

MODALIDAD:

TRABAJO DE TITULACIÓN

TEMA:

RECUBRIMIENTO COMESTIBLE DE ALMIDÓN DE YUCA Y *Lactobacillus acidophilus* MICROENCAPSULADO PARA LA CONSERVACIÓN DE PAPAYA TROCEADA DE IV GAMA

AUTOR:

CÉSAR FABIÁN LÓPEZ ZAMBRANO

TUTOR:

ING. ELY FERNANDO SACÓN VERA, PhD.

CALCETA, AGOSTO 2019

DERECHOS DE AUTORÍA

CÉSAR FABIÁN LÓPEZ ZAMBRANO, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional, y que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedo los derechos de propiedad intelectual a la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual y su reglamento.

CÉSAR FABIÁN LÓPEZ ZAMBRANO

CERTIFICACIÓN DE TUTOR

ING. ELY FERNANDO SACÓN VERA, PhD, certifica haber tutelado el proyecto **RECUBRIMIENTO COMESTIBLE DE ALMIDÓN DE YUCA Y *Lactobacillus acidophilus* MICROENCAPSULADO PARA LA CONSERVACIÓN DE PAPAYA TROCEADA DE IV GAMA**, que ha sido desarrollado por **CÉSAR FABIÁN LÓPEZ ZAMBRANO**, previa la obtención del título de Magister en Agroindustria, de acuerdo al **REGLAMENTO DE UNIDAD DE TITULACIÓN DE LOS PROGRAMAS DE POSTGRADO DE LA ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ MANUEL FÉLIX LÓPEZ**.

Mg. Ely Fernando Sacón Vera, PhD.

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL

Los suscritos integrantes del tribunal correspondiente, declaramos que hemos **APROBADO** el trabajo de titulación **RECUBRIMIENTO COMESTIBLE DE ALMIDÓN DE YUCA Y *Lactobacillus acidophilus* MICROENCAPSULADO PARA LA CONSERVACIÓN DE PAPAYA TROCEADA DE IV GAMA**, que ha sido propuesto, desarrollado y sustentado por **CÉSAR FABIÁN LÓPEZ ZAMBRANO**, previa la obtención del título de Magíster en Agroindustria, de acuerdo al **REGLAMENTO DE UNIDAD DE TITULACIÓN DE LOS PROGRAMAS DE POSTGRADO DE LA ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ MANUEL FÉLIX LÓPEZ**.

Ing. Rosanna Loor Cusme, Mg
MIEMBRO

Ing. Carlos Banchón Bajaña, Mg
MIEMBRO

Ing. Lenin Zambrano Velásquez, Mg.
PRESIDENTE

AGRADECIMIENTO

A la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López que me dio la oportunidad de crecer como ser humano a través de una educación superior de calidad y en la cual he forjado mis conocimientos profesionales día a día;

A Dios por ser quien me protege y guía por el camino correcto;

A mi esposa Dennys Murguesa Chávez por todo el apoyo incondicional brindado día a día en este proceso de capacitación;

A mis hijos Matías y Santiago López Murguesa por ser el motor de inspiración y motivación en este proceso;

A mis padres, hermanos y sobrinas por todo su apoyo moral y de motivación;

A mis compañeros de clases por el apoyo brindado a lo largo de este proceso de estudios, en especial a los Ing. Marlon Castro, Evelyn Lavid, Diana Cedeño, Lenin Vera y Diana Pincay.

A los docentes por compartir sus conocimientos y experiencias, en las aulas de clases,

A mi tutor Ing. Ely Fernando Sacón Vera, PhD, por todo su apoyo y paciencia en este proceso de titulación

A todas aquellas personas que me apoyaron incondicionalmente.

CÉSAR FABIÁN LÓPEZ ZAMBRANO

DEDICATORIA

A Dios, por la salud y la protección brindada en cada etapa de mi vida, por guiarme por el camino del bien y ayudarme a cumplir y hacer su sagrada voluntad, porque sin él nada de esto hubiese sido posible.

Es mi deseo dedicar este logro a mi Familia, López Murguesa, su afectos y cariños son los detonantes de mi felicidad, de mi esfuerzo y de mis ganas de buscar lo mejor para ustedes.

A mis hijos Matías Sebastián y Santiago Ismael, tal vez ellos no lo entiendan ahora pero cuando lo hagan quiero que se den cuenta lo que significan para mí y lo agradecido que estoy por ayudarme a encontrarle siempre el lado dulce a la vida.

A mi esposa Dennys Murguesa, la ayuda que me ha brindado ha sido sumamente importante, estuvo a mi lado inclusive en los momentos y situaciones más tormentosa, siempre ayudándome. No fue sencillo culminar con éxito este proyecto, sin embargo, siempre fue muy motivadora y esperanzadora, me decía que lo lograría perfectamente.

CÉSAR FABIÁN LÓPEZ ZAMBRANO

CONTENIDO GENERAL

DERECHOS DE AUTORÍA	ii
CERTIFICACIÓN DE TUTOR	iii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL.....	iv
AGRADECIMIENTO	v
DEDICATORIA	vi
CONTENIDO GENERAL.....	vii
CONTENIDO DE CUADROS Y GRÁFICOS	ix
RESUMEN	x
ABSTRACT	xi
CAPÍTULO I. ANTECEDENTES	1
1.1. Planteamiento y formulación del problema.....	1
1.2. Justificación	2
1.3. Objetivos	3
1.4. Hipótesis	4
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	5
2.1. Deterioro de los alimentos.....	5
2.2. Generalidades de la papaya (<i>carica papaya</i> l)	6
2.3. Recubrimiento para la conservación de la papaya cortada	8
2.4. Insumos utilizados para la elaboración del recubrimiento.....	17
2.4.1. Almidón de yuca.....	17
2.4.2. <i>Lactobacillus acidophilus</i>	17
2.4.3. Alginato de sodio.....	18
2.4.4. Papaya	18
capítulo iii. Desarrollo metodológico	19
3.1. Ubicación	19
3.2. Duración.....	19
3.3. Materiales y métodos	19
3.3.1. Obtención de almidón de yuca y <i>l. Acidophilus</i>	19
3.3.2. Encapsulación de <i>lactobacillus acidophilus</i>	19
3.3.3. Preparación de la película	20
3.3.4. Firmeza	20
3.3.5. Cohesividad	21
3.3.6. Pérdida de peso	21
3.3.7. Sólidos solubles	21

3.3.8. Acidez titulable	21
3.3.9. Aerobios mesófilos	21
3.3.10. Mohos y levaduras	22
3.4. Factores en estudio.....	22
3.4.1. Niveles	22
3.4.2. Tratamientos	22
3.5. Diseño experimental	23
3.5.1. Unidad experimental (ue)	23
3.5.2. Esquema de adeva	24
3.6. Manejo del experimento	25
3.6.1. Descripción del proceso	26
3.6.2. Variables dependientes.....	27
3.6.3. Análisis estadístico.....	27
3.6.4. Tratamientos de datos.....	28
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	29
4.1. Concentración de almidón de yuca y <i>I. acidophilus</i> para la elaboración del recubrimiento comestible que contribuye a conservar la papaya cortada .	29
4.1.1. Firmeza	29
4.1.2. Cohesividad	29
4.1.3. Pérdida de peso	30
4.1.4. Sólidos solubles	30
4.1.5. Acidez titulable	30
4.2. Análisis microbiológico	32
4.2.2. Cálculo de tiempo de vida útil mediante ecuación de labuza.....	33
4.2.3. Mohos y levaduras	34
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	37
5.1. Conclusiones	37
5.2. Recomendaciones	37
Bibliografía	38
Anexos.....	46

CONTENIDO DE CUADROS Y GRÁFICOS

CUADROS:

3. 1. Detalle de los tratamientos	23
3. 2. Esquema de ADEVA bifactorial A*B.....	24
3. 3. Esquema de ADEVA para tratamientos	24
4. 1. Propiedades físicas de papaya cortada con recubrimiento comestible durante el estudio.	311
4. 2. Prueba de Dunnet para las variables (cohesividad, pérdida de masa, acidez)	3432
4. 3. Tiempo en días de vida útil de la papaya cortada con recubriendo comestible en aerobios mesófilos.....	34

34

GRÁFICOS:

3. 1. Diagrama de proceso para la elaboración de papaya cortada revestida con recubrimiento comestible.....	235
4. 1. Comportamiento del desarrollo de aerobios mesófilos durante el estudio.....	33
4. 2. Comportamiento del desarrollo de mohos y levaduras durante el estudio	35

ANEXOS:

1-A Elaboración y aplicación de recubrimiento comestible en papaya cortada.....	47
2-A Análisis de las propiedades físico químicas de la papaya cortada con recubrimiento comestible.....	48
3-A Histograma de residuos con curva de normalidad.....	49
3-B Prueba de normalidad para tamaño de muestra mayor a 50 a un 95% de confianza.....	50
3-C Supuesto del ADEVA de homogeneidad a un 95% de confianza.....	50
3-D ADEVA no paramétrico de Kruskal Wallis en variable firmeza.....	51
3-E ADEVA para la variable dependiente cohesividad.....	53
3-F ADEVA para la variable dependiente pérdida de peso.....	56
3-G ADEVA no paramétrico de Kruskal Wallis en variable sólidos solubles.....	58
3-H ADEVA para la variable dependiente acidez.....	60
3-I Cinética de comportamiento de los tratamientos en aerobio mesófilos en regresión lineal	64
3-J Cinética de comportamiento de los tratamientos en mohos y levaduras en regresión lineal.....	65

RESUMEN

El objetivo de la presente investigación fue evaluar el periodo de vida útil de la papaya cortada mediante el uso de recubrimiento comestible de almidón de yuca, con adición de *L. acidophilus* microencapsulado. Se aplicó un Diseño de Bloque (Dias) Completamente al Azar en arreglo bifactorial A*B con tres réplicas por cada tratamiento, tomando como unidad experimental 250 g de papaya cortada. Para esto, se manipularon los siguientes factores a: Concentración de almidón de yuca (0,5; 1,0; 1.5% peso/volumen y b: Concentración de *L. acidophilus* (10^5 y 10^8 UFC/g) obteniendo como resultado 6 tratamientos más un control (sin tratamiento). Las muestras fueron almacenadas a 8°C y 90% de humedad relativa por 12 días, se evaluaron variables físicas (firmeza, cohesividad, pérdida de masa sólidos solubles, acidez titulable) y microbiológicos (aerobios mesófilos, mohos y levadura) cada 4 días. Las características físicas se analizaron con estadística paramétrica; Para las variables microbiológicas se aplicó regresión lineal, todos los tratamientos tuvieron mejor comportamiento en relación al testigo, el 0,5 % de almidón de yuca mantuvo las características físico químicas, mientras que el 1,5 % con 10^8 de *L. acidophilus* fue quien tuvo mayor tiempo de vida útil en comparación de todos los tratamientos. En este trabajo también se estudiaron las características fisicoquímicas del almidón de yuca, así como también la vida útil de la papaya cortada.

PALABRAS CLAVE

Biopolímeros, encapsulación, películas biodegradables, fruta cortada.

ABSTRACT

The objective of the present investigation was to evaluate the useful life period of the papaya cut by the use of edible coating of cassava starch, with the addition of microencapsulated *L. acidophilus*. A completely randomized block design was applied in a bifactorial arrangement $A * B + 1$ with three replications for each treatment, taking as an experimental unit 250 g of cut papaya. For this, the following factors were manipulated: Concentration of cassava starch (0.5, 1.0, 1.5% w / v) and b: Concentration of *L. acidophilus* (10^5 and 10^8 CFU/g) obtaining as a result 6 treatments plus a control (without treatment). The samples were stored at 8 ° C and 90% RH for 12 days. Physical variables (firmness, cohesiveness, weight loss, soluble solids, titratable acidity) and microbiological variables (aerobic mesophils, molds and yeast) were evaluated every 4 days. The physical characteristics were analyzed with parametric statistics, the interaction of the factors had significance in titratable acidity, the other physical variables had significance separately; For the microbiological variables linear regression was applied, all the treatments had better behavior in relation to the control, 0.5% of cassava starch maintained the physical and chemical characteristics, while 1.5% with 10^8 of *L. acidophilus* was the one had a longer shelf life compared to all treatments. It is concluded that the cassava starch maintains the physical and chemical characteristics, while the interaction of the two factors extends the shelf life in 15 days of the cut papaya.

KEY WORDS

Biopolymers, encapsulation, biodegradable films, cut fruit.

CAPÍTULO I. ANTECEDENTES

1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Las tecnologías de conservación de alimentos son esenciales en la alimentación humana por lo cual es fundamental utilizar técnicas de conservación sanas y seguras para los consumidores.

La demanda de frutas mínimamente procesadas presenta un aumento considerable por parte de los consumidores debido al cambio de las nuevas tendencias alimenticias, por consumir alimentos sanos y funcionales. Los frutos y vegetales frescos cortados son productos que están parcialmente preparados, de tal forma que no se necesita una preparación adicional para su consumo (Watada y Qi, 1999). Sus formas varían ampliamente, dependiendo de la naturaleza del fruto entero y de cómo se consume normalmente. Es importante que tengan un carácter fresco, a pesar del daño celular que sufren este tipo de productos durante el cortado (Huxsoll y Bolin, 1989).

La papaya al ser un fruto climatérico es altamente perecedero y susceptible al ataque de microorganismos patógenos, que causan grandes pérdidas en post cosecha. Su conservación se lleva a cabo durante periodos máximos de 2 a 4 semanas entre 8 y 10°C, o de 5 a 7 días si la temperatura es de 22°C (Paull, 1997). Con el fin de prolongar la vida útil del fruto, sin afectar sus propiedades fisicoquímicas y organolépticas, se han estudiado diversos métodos de conservación entre los que se incluyen: la utilización de extractos acuosos de hojas y semillas de chirimoya y papaya (Bautista, Hernández, Bosquez, y Wilson, 2003). La aplicación de bicarbonato de sodio (Gamagae, 2003), la irradiación con rayos gamma y UV el almacenamiento en atmosferas modificadas y recubrimientos comestibles (González, Buta, y Wang, 2003).

La aplicación de recubrimientos se presenta como un método exitoso para la conservación de frutas, debido a que ayudan a extender la vida útil de los productos puesto que la barrera que ellos crean es selectiva a la transmisión de gases, vapor de agua y otros solutos, previniendo así la deshidratación y retardando la maduración. Además, los recubrimientos mejoran la calidad y

aparición de los frutos y sirven como vehículo para sustancias de interés, tales como vitaminas, antioxidantes y compuestos con actividad antimicrobiana (Paull, 1997).

La papaya variedad "Tainubg", al ser una fruta muy grande, no es conveniente para su uso individual o consumo personal. Por lo tanto, la papaya es un buen candidato para consumirse como fruta mínimamente procesada o como papaya fresca cortada.

Por lo antes expuesto se plantea la siguiente pregunta: ¿La aplicación de recubrimiento comestible de almidón de yuca con adición de *L. acidophilus* microencapsulado aumentará la vida útil de la papaya troceada como producto IV gama?

1.2. JUSTIFICACIÓN

La papaya al ser un alimento perecedero y susceptible al ataque de microorganismos perniciosos, que causan grandes pérdidas en post cosecha, requiere el uso de un recubrimiento comestible, lo cual ayudará a mantener y conservar su textura, características físico-química (pH, sólidos solubles y acidez titulable), y sensoriales (color, olor, sabor, textura) durante su tiempo de vida útil (Tumipamba y Verónica, 2012).

La realización de esta investigación busca desarrollar nuevas alternativas de conservación natural y a bajo costo, que mantenga las propiedades organolépticas de la papaya fresca cortada durante el periodo de almacenamiento, para mejorar la calidad y prolongar su vida de anaquel.

Pues cada vez más, los consumidores van concienciando que la base de una correcta alimentación consiste en llevar una dieta lo más variada y equilibrada posible, como el consumo de frutas mínimamente procesadas, pero no existe variedad de producto fresco semiprocado en el mercado, por tal razón se busca alternativas para facilitar el consumo diario de este producto debido a que ya no se necesitaría lavar, pelar y trozar para poderlo consumir como un complemento de alimentación diaria.

Los recubrimientos comestibles (RC) proporcionan una cubierta protectora que sirve como barrera a la humedad e intercambio de gases (O^2 y CO^2), además generan una atmósfera modificada. Por tanto, el objetivo del presente trabajo es prolongar la vida útil de la papaya cortada, sobre los cambios de calidad y respiración, en papaya mínimamente procesada mediante la aplicación de RC de almidón de yuca y *L. acidophilus* en calidad de probiótico por su producción de componentes antimicrobianos los cuales inhiben el crecimiento de organismos esporádicos relevantes. (Huertas, 2010). Los resultados demostrarán si el RC logrará mantener los parámetros de calidad en papaya MP, debido principalmente a la barrera formada contra el intercambio de gases y por consiguiente una disminución de velocidad de respiración.

Brasil, Gomes, Puerta, Castell y Moreira, (2012) indican que los recubrimientos comestibles ayudan a prevenir el daño físico, mejorar el aspecto y reducir la flora microbiana, entre otros, logrando un mayor tiempo de conservación, sin efectos nocivos para la salud humana.

Este estudio contribuye a prolongar la vida útil y darle valor agregado a frutas y vegetales mínimamente procesados, lo cual será relevante para la industria debido al impacto económico y de desarrollo.

Así, se conocerá la importancia de los tratamientos aplicados a los frutos de IV gama que ayudan a mantener su apariencia, ya que esta es la primera característica que un consumidor percibe. Estos tratamientos no deberían afectar negativamente al producto recién cortado en cuanto a su característica sensorial final.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Aumentar la vida útil de la papaya troceada de IV gama mediante el uso de recubrimiento comestible de almidón de yuca y adición de *L. acidophilus*.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar la concentración de almidón de yuca para la elaboración del recubrimiento comestible que contribuya a conservar la papaya cortada.
- Establecer la concentración de *L. acidophilus* para la elaboración del recubrimiento comestible que contribuya a la prolongación de la vida útil de la papaya cortada.

1.4. HIPÓTESIS

La concentración de almidón de yuca y *L. acidophilus* en un recubrimiento comestible influye en la conservación de la papaya como producto de IV gama.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. DETERIORO DE LOS ALIMENTOS

En general los alimentos son perecederos, por lo que necesitan ciertas condiciones de tratamiento, conservación y manipulación. Su principal causa de deterioro es el ataque por diferentes tipos de microorganismos como bacterias, levaduras y mohos. Esto tiene implicaciones económicas evidentes, tanto para los fabricantes debido al deterioro de materias primas y productos elaborados antes de su comercialización, pérdida de la imagen de marca, etc. como para distribuidores y consumidores por el deterioro de productos después de su adquisición y antes de su consumo (Condori, Humari, Portugal, Gutiérrez, y Beltrán, 2014).

- **DETERIORO EN ALIMENTOS MÍNIMAMENTE PROCESADOS**

Los alimentos mínimamente procesados son nutritivos y convenientes, pero también altamente perecederos, ya que aún en refrigeración, estos productos se caracterizan por un metabolismo muy activo, determinante en su pérdida de calidad (Brecht, 1995). Los cambios fisiológicos van acompañados de un aumento en la tasa de respiración y producción de etileno, una pérdida de sabor, color y vitaminas, acelerándose también los procesos de ablandamiento y oscurecimiento del tejido, con la consecuente pérdida de calidad y reducción de la vida de anaquel (Gorny y Kader, 2001).

Los principales síntomas de deterioro incluyen cambios en la textura, el color, pérdida de nutrientes y rápido desarrollo microbiano (Nguyen y Carlin, 1994). La reducción de las pérdidas en el procesamiento requiere de la adopción de nuevas tecnologías que permitan brindar una mayor estabilidad de las características sensoriales y nutritivas durante el tiempo de almacenamiento (Ragaert, Verbeke, Devlieghere y Debevere, 2004).

El interés por alimentos mínimamente procesados saludables y de fácil consumo ha promovido la creación de nuevas tecnologías como los productos frescos (Santos et al., 2012). No obstante, la vida útil de estos productos es limitada por

su carácter perecedero y por los cambios físicos, químicos y microbiológicos que con frecuencia ocurren, tal como lo describen Artes y Allende, (2005):

- **DETERIORO FÍSICO**

Se produce inicialmente por pérdida de agua por evaporación observándose arrugamiento o contracción del producto en su superficie; se presenta también pérdida de peso y de textura. Están comprendidos en este tipo de deterioro, los daños mecánicos y físicos con rotura de tejidos.

- **DETERIORO QUÍMICO**

Se debe a las reacciones químicas de oxidación, oscurecimiento no enzimático, pardeamiento enzimático, etc.; en carnes se da el rigor mortis y el proceso de respiración en vegetales. Todos estos procesos producen pérdidas en la calidad nutritiva (pérdida de ácidos grasos esenciales, proteínas y vitaminas) y consecuentemente pérdida en la calidad organoléptica o sensorial (variación del aroma, sabor, textura, apariencia general).

- **DETERIORO MICROBIOLÓGICO**

Este es causado por el proceso normal de añejamiento, el cual ocurre en todas las materias vivientes, tal como vegetales, frutas y también por cambios microbiológicos asociado con bacterias, mohos y levaduras. Este proceso de deterioro, puede ser frecuente cuando se da por un inadecuado procesamiento o un mal empacado de estos alimentos y por un inadecuado control de temperatura y humedad dentro del almacenamiento.

2.2. GENERALIDADES DE LA PAPAYA (*Carica papaya* L)

La papaya (*Carica papaya* L) originaria de la región centroamericana, la producción se ha extendido a la mayor parte de los países tropicales y subtropicales del mundo; además, representa hoy en día uno de los productos con mayor demanda en los mercados mundiales, ya sea para el consumo de mesa, o bien, en la actividad industrial. Este producto se comercializa principalmente en estado fresco, destacando dos variedades la "Hawaiana" y la

"Maradol", llamada también "mexicana" en el contexto internacional. Diversas industrias como la farmacéutica, cervecera, cosméticos, enlatados, entre otros, muestran un crecimiento constante en la demanda de este producto (Tumipamba et al., 2012)

Los principales países productores son India, Brasil, y Nigeria con 2,6; 1,9 y 0,7 millones de toneladas, respectivamente; lo que representa el 36% para India, el 25% para Brasil y el 10% para Nigeria del total mundial (FAO, 2010). En el Ecuador se produce todo el año en diferentes zonas tropicales y subtropicales, y se destinan principalmente a satisfacer la demanda de Alemania, con el 31%, seguido por España con el 27%, Honduras 23% y Canadá 16% es decir, básicamente la papaya está siendo exportada a Europa (Guananga, 2009).

Las principales zonas de cultivo de papaya en el Ecuador son: Manabí (Portoviejo y Chone), Guayas (Yaguachi, Naranjito, Milagro), Santa Elena (San Farael, Chanduy, RioVerde, Sanya, el Azúcar, Villingota), Santo Domingo, Los Rios, El Oro (Huaquillas), Esmeraldas (Quininde y San Lorenzo)

La papaya posee calcio, fósforo, vitamina A, vitamina C y cantidades mínimas de hierros, vitamina B1, vitamina B2 y niacina (Jimenes, 2017). Su fruto está constituido principalmente por agua (88,8%) y carbohidratos (12,18%). La cantidad de sólidos solubles del puré de papaya varía de 11,5 a 13,5° Brix, posee un bajo contenido de ácidos y la porción comestible tiene un valor de pH entre 4,5 y 6,0.

La pulpa del fruto contiene enzimas como la pectin estearasa, invertasa y peroxidasa. La pectin estearasa actúa sobre la pectina formando geles cuando se rompe la estructura celular del tejido de la pulpa. La invertasa promueve la conversión de sacarosa a glucosa y fructosa, mientras que la peroxidasa promueve la formación de H₂S en los productos de papaya (Bioextracto, 2000).

La IV Gama es una línea de hortalizas y frutas frescas, preparadas mediante diferentes operaciones unitarias tales como selección, pelado, cortado, lavado y envasado, sin tratamiento térmico alguno. Son conservadas, distribuidas y comercializadas bajo cadena de frío y están listas para ser consumidas crudas

sin ningún tipo de operación adicional durante un periodo de vida útil de 7 a 10 días (Jimenes, 2017).

El principal mecanismo del deterioro de frutas de IV gama es el crecimiento microbiano, cambios bioquímicos y fisicoquímicos, pérdida de nutriente, cambio en propiedades organolépticas como color, sabor, olor y textura (García, 2003).

López, Santacruz y Navarro (2015) mencionan que hay pocos informes sobre la calidad de papaya fresca cortada o congelada. En general, el procesamiento de la fruta puede resultar en la pérdida de color, textura, sabor y nutrientes. Las bacterias y hongos también pueden prosperar en el corte de las superficies de las frutas mínimamente procesadas. En la papaya fresca cortada, el ablandamiento de tejido parece limitar la vida útil antes de otros atributos de la calidad sensorial.

La vida útil es un periodo en el cual, bajo circunstancias definidas, se produce una tolerable disminución de la calidad del producto. La calidad engloba muchos aspectos del alimento, con sus características físicas, químicas, microbiológicas, sensoriales, nutricionales y referentes a inocuidad. En el instante en que algunos de estos parámetros se consideran como inaceptable el producto ha llegado al fin de su vida útil (Singh, Huerta y Rajaram, 2000).

2.3. RECUBRIMIENTO PARA LA CONSERVACIÓN DE LA PAPAYA CORTADA

Los recubrimientos comestibles (RC) son una alternativa para preservar la calidad y la frescura de los productos mínimamente procesados y prolongar su vida útil. La aplicación de recubrimientos crea una barrera semipermeable a gases y al vapor de agua, reducen la velocidad de respiración y la deshidratación de los productos recubiertos y crean condiciones similares a los alimentos sometidos a atmósferas modificadas (Chiumarelli, Ferrari, Sarantópoulos y Hubinger, 2011).

El creciente interés de los consumidores hacia productos sanos y naturales ha orientado las investigaciones en el campo de los recubrimientos hacia el

desarrollo de nuevos recubrimientos formulados a partir de compuestos naturales, seguros desde el punto de vista alimentario, apareciendo lo que se denomina recubrimientos comestibles.

Las papayas cortadas como producto de IV gama son más perecederas que los vegetales enteros de los que provienen debido a que durante el procesado tienen lugar importantes cambios fisiológicos y bioquímicos, y un mayor riesgo de contaminación microbiana. Estos procesos aceleran la pérdida de calidad y reducen la vida útil del producto (Martín, Soliva y Oms, 2006).

En los últimos 10 años se han realizado numerosos estudios científicos que demuestran que los RC son una herramienta útil para mejorar la calidad de la papaya cortada mínimamente procesados o como productos de IV gama debido a que forman una barrera semipermeable que reduce la pérdida de agua y de solutos, controlan el intercambio gaseoso incluida la velocidad de respiración (O_2 y CO_2) y la emisión de etileno, y disminuyen el riesgo de contaminación microbiana, los desórdenes fisiológicos y los cambios bioquímicos relacionados con reacciones oxidativas (pardeamiento enzimático) y la pérdida de firmeza. Algunos de estos estudios han sido reunidos en distintos trabajos de revisión, como Castro, Mantuano, Coloma, y Santacruz (2017) quienes evaluaron la utilización de películas comestibles de almidón de yuca y ácido salicílico en la conservación de papaya entera (*Carica papaya* L.).

Los mismos autores reportaron que los recubrimientos comestibles a base de quitosano y almidón de yuca en papaya se almacenaron durante 28 días a 11°C y la humedad relativa (RH) entre 70 y 80%, seguido de una etapa de maduración de 4 días a 25°C y 60% RH. Las papayas fueron analizadas en la pérdida de peso, firmeza, sólidos solubles, acidez, índice de madurez y la gravedad de la enfermedad cada semana. Además, las soluciones de estos recubrimientos se prepararon con 1% (w/v) quitosano o 0,5% (w/v) de almidón de yuca. El ácido salicílico (2 mmol/L) o una mezcla de timol 0,5% (w/v) y cinamaldehído 0,5% (w/v) se añadieron a la solución formadora de película de almidón.

Castro et al. (2017) mostraron pequeñas diferencias en las papayas no recubiertas en la pérdida de peso en comparación con muestras recubiertas

hasta la tercera semana de almacenamiento, así mismo no se encontraron diferencias entre la acidez y sólidos solubles entre las muestras a lo largo de todo el tiempo de almacenamiento. Muestras no recubiertas mostraron un índice de madurez superior después de la primera semana en comparación con las muestras recubiertas, mientras que no se observó diferencia entre papayas revestidas a lo largo de todo el tiempo de almacenamiento. Además, mostraron una gravedad de la enfermedad mayor que las muestras recubiertas con quitosano o ácido salicílico hasta la tercera semana de almacenamiento, después, las tres muestras mostraron resultados similares.

Los principales componentes utilizados en la preparación de estos recubrimientos naturales son proteínas, polisacáridos y lípidos. Además de estos componentes básicos, se añaden otros aditivos alimentarios, como plastificantes, emulsificante, surfactante, conservante, antioxidante, otros que ayuden a mejorar la integridad mecánica, la calidad, aroma, y valor nutricional de los alimentos (Castro et al., 2017).

• **RECUBRIMIENTOS NATURALES**

En la formulación de los RC se pueden incorporar productos naturales con actividad antimicrobiana procedentes de plantas, organismos marinos, insectos o microorganismos como alternativas viables al uso de los químicos de síntesis (Cowan, 1999; Tripathi y Dubey, 2004). Algunos compuestos naturales con actividad antimicrobiana son:

- Quitosano
- Mucílagos
- Própolis o propóleos
- Aceites esenciales

• **ELABORACIÓN DE RECUBRIMIENTOS COMESTIBLES**

Los recubrimientos comestibles dependiendo del tipo de compuesto que incluyen en su formulación pueden agruparse en tres categorías (Rodríguez et al., 2014):

Hidrocoloides: por lo general forman recubrimientos con buenas propiedades mecánicas y son una buena barrera para los gases (O^2 y CO^2), pero no impiden suficientemente la transmisión de vapor de agua.

Lípidos: formados por compuestos hidrofóbicos y no poliméricos con buenas propiedades barrera para la humedad, pero con poca capacidad para formar films. Reducen la transpiración, la deshidratación, la abrasión en la manipulación posterior y pueden mejorar el brillo y el sabor.

Composites o compuestos: formulaciones mixtas de hidrocoloides y lípidos que aprovechan las ventajas de cada grupo y disminuyen los inconvenientes.

Es importante que las películas comestibles, no sean totalmente limitantes en el intercambio de gases, ya que ello puede provocar ciertos desórdenes fisiológicos como la fermentación de la fruta (Chávez y Jenny, 2015).

Las películas comestibles, según lo menciona Famá, (2004), no están diseñadas con la finalidad de reemplazar los materiales de empaques sintéticos ni a las películas no comestibles, la importancia de las películas comestibles recae en la capacidad de actuar como un conjunto para mejorar la calidad del alimento en general, extender el tiempo de vida de anaquel y mejorar la eficiencia económica de los materiales para empaquetamiento.

- **MATERIA PRIMA PARA ELABORACIÓN DE RECUBRIMIENTO**

Las películas comestibles están conformadas por componentes como polisacáridos, proteínas y lípidos dentro de estos grupos hay gran diversidad de componentes que pueden ser usados en su elaboración.

- **POLISACÁRIDOS**

Los polisacáridos son biomoléculas que se encuentran conformadas por la unión de una importante cantidad de monosacáridos, que son los azúcares más simples, más sencillos y que se caracterizan por no hidrolizarse, o sea, no se descomponen en otros compuestos. Los polisacáridos más empleados para la elaboración de recubrimientos comestibles son:

- Almidón
- Alginato
- Carragenanos
- Pectina
- Quitosano
- Celulosa y derivados

- **ALMIDÓN**

El almidón es el principal polisacárido de reserva de la mayoría de los vegetales, y es considerado como la principal fuente de calorías de la mayoría de la población humana. Es de trascendental importancia como constituyente de los alimentos en los que se encuentra presente, tanto desde el punto de vista nutricional como tecnológico (Nabeshima y Grossmann, 2001).

Los mismos autores mencionan que el almidón se encuentra principalmente en los granos de cereales, tubérculos, frutas, legumbres, y en varios vegetales, los almidones están presentes en forma de gránulos intracelulares compactos con estructura y tamaño característico según la planta de la cual provienen. El diámetro de los mismos está comprendido entre los 2 a 130 micrones. Estas características particulares sirven para identificar la procedencia del almidón.

Los polímeros más comunes en la elaboración de recubrimientos comestibles son proteínas, polisacáridos y lípidos (Sothornvit, 2001). Entre los polisacáridos, el almidón de yuca ha sido ampliamente empleado gracias a su disponibilidad y relativo bajo costo (Flores, 2007).

- **ALMIDÓN DE YUCA**

Es un polisacárido natural, obtenido de la raíz de la yuca, extremadamente versátil y alcanza una eficiencia incomparable en todas sus aplicaciones entre ellas las películas biodegradables. El almidón de yuca puede clasificarse como agrio y nativo (dulce).

El almidón agrio sufre un proceso de fermentación que le otorga propiedades deseables para los alimentos; el almidón nativo o dulce no es sometido a un proceso de fermentación, y es el que se usa generalmente en la industria (Gontard, Guilbert y CUQ, 1993). En el gránulo del almidón de yuca, su tamaño puede variar de 5 μm a 35 μm , su forma es entre redonda y achatada y su contenido de amilosa es alrededor del 17% (Vargas y Hernández, 2013).

En relación con lo anteriormente citado una de las principales propiedades del almidón nativo es su semicristalinidad, donde la amilopectina es el componente dominante de la cristalización en la mayoría de los almidones. La porción cristalina está compuesta por estructuras de doble hélice formadas por puentes de hidrógeno entre los grupos hidróxilo en las cadenas lineales de la molécula de amilopectina y por cadenas externas de amilopectina unidas con porciones de amilosa.

- **PROPIEDADES DE GELATINIZACIÓN DEL ALMIDÓN DE YUCA**

La gelatinización del almidón de yuca es un fenómeno fisicoquímico, que ocurre cuando el almidón se calienta en un exceso de agua, ocurriendo primero un hinchamiento de las partes amorfas del gránulo; si se continúa este calentamiento, la amilosa se difunde hacia el medio acuoso y posteriormente comienza a disolverse. Finalmente, los gránulos pierden su estructura cristalina, hasta que se destruyen irreversiblemente en intervalos de temperatura de 100-150°C (Myllärinen, Buleon, Lahtinen y Forsell, 2002).

- **FUNCIONALIDAD DEL ALMIDÓN**

De manera general, los almidones nativos poseen propiedades limitadas debido a que estos son susceptibles a altas temperaturas, a pH ácidos o extremos, presentan bajas resistencias a altos esfuerzos cortantes. Por todo lo anterior, es necesario recurrir a ciertas modificaciones físicas y/o químicas, para superar estos inconvenientes. En este sentido, se encuentran una amplia gama de aplicaciones industriales para los almidones modificados. Estas aplicaciones van desde utilización de almidones modificados para la industria de alimentos, como para aplicaciones no alimentarias como son la industria textil del papel,

farmacéutica, y sobre todo para la industria de plásticos degradables, en donde los almidones modificados químicamente, tienen un papel importante como una alternativa para el mantenimiento del equilibrio ecológico (Tharanathan, 2005).

MÉTODOS DE ELABORACIÓN DE RECUBRIMIENTOS COMESTIBLES

- **RECUBRIMIENTOS A BASE DE LÍPIDOS**

Los recubrimientos a base de lípidos son muy eficientes para reducir la deshidratación de los productos debido a su baja polaridad presentan una escasa permeabilidad al vapor de agua (Kester y Fennema, 1986). La pérdida de humedad en frutas y vegetales frescos disminuye la firmeza y el peso de los productos afectando su calidad y como consecuencia ocurren pérdidas económicas durante su comercialización (Hernández, Cardozo, Flores, Salazar, y Gómez, 2014).

- **RECUBRIMIENTOS A BASE DE PROTEÍNAS**

Los recubrimientos hechos a base de proteínas presentan mejores propiedades de barrera a los gases; sin embargo, la resistencia que presenta al vapor de agua es menor debido a su naturaleza hidrofílica (Miranda, Elvis y Paternina, 2014).

- **RECUBRIMIENTOS A BASE DE POLISACÁRIDOS**

Los recubrimientos hechos a base de polisacáridos han sido los más utilizados para recubrir frutos, y esto es debido a sus propiedades mecánicas de adherencia y flexibilidad en la superficie de los productos hortofrutícolas.

- **ADICIÓN DE AGENTE PROBIÓTICO**

AGENTE PROBIÓTICO

Los probióticos son definidos como "microorganismos vivos, los cuales al ser consumidos en cantidades adecuadas, confiere una ventaja de salud para el hospedero" (Reid et al., 2013), mediante diferentes mecanismos, como la competencia por nutrientes, la modulación de la respuesta inmunitaria no específica, la producción de compuestos antimicrobianos, la competencia por el

sitio de fijación en el tracto gastrointestinal frente a una enfermedad determinada, la mejora de la calidad de agua, entre otros (Lauzon et al., 2009).

Dentro de las bacterias probióticas, el género *Bacillus* ha sido extensamente usado como probiótico en la acuicultura (Ninawe y Selvin, 2009), mientras que la adición de levaduras en combinación con bacterias probióticas mejora su efectividad (Irianto y Austin, 2002).

- ***Lactobacillus***

Son organismos Gram positivos (+) y catalasa negativos, carecen de movimiento, no son microorganismos formadores de esporas, microaerófilos, su crecimiento mejora en anaerobiosis o bajo reducidas presiones de oxígeno y entre 5 y 10 % de dióxido de carbono; su temperatura óptima de crecimiento se sitúa entre 30 y 40 °C. Pero casi todas las que se usan como cultivos iniciadores en la fermentación controlada de los alimentos a bajas temperaturas pueden crecer bien a 25-40°C, otras pueden crecer entre 10 y 25°C (Bibek y Bhunia 2010; Cartes, Gianfreda y Mora, 2005). Su tolerancia al ácido varía desde 0,3% hasta 1,9% de acidez titulable. El pH óptimo para su crecimiento se ubica entre 5,5 y 6,2, pudiendo desarrollarse a pH menores de 5,0. y no reducen nitratos (Goh, y Klaenhammer, 2014).

- ***Lactobacillus acidophilus***

Según (Lastras,2009) *L. acidophilus* es una bacteria gram positiva dominante en el intestino delgado, donde se produce la mayor parte de la digestión, mientras que *Bifidobacterium bifidum* reside en el intestino grueso donde se procesan los desechos para ser evacuados. El *L. acidophilus* absorbe la lactosa y la metaboliza formando ácido láctico. Durante la digestión, también ayuda en la producción de niacina, ácido fólico y vitamina B6 (piridoxina).

L. acidophilus es una bacteria intestinal típica, que se encuentra en las heces fecales del hombre (casi siempre de los niños y muy escasamente en los adultos) y también de algunos mamíferos. A partir de las heces de niños se puede aislar mediante el método de enriquecimiento *Lactobacillus* es usados también para

producir lácteos fermentados. Estos organismos generalmente resisten la acidez gástrica y sales biliares. Su tasa de supervivencia en el tracto gastrointestinal se estima entre un 2 y 5% y logran concentraciones suficientes en el colon (10^6 - 10^8 UFC/ml). Dependiendo de la cepa varía su capacidad de adhesión intestinal, los efectos favorables en cuanto a la digestibilidad de lactosa y su habilidad para prevenir diarrea (Jordan et al., 2014).

- **PROBLEMAS EN EL MANEJO**

En la conservación y/o almacenamiento de cepas probióticas, existen problemas, ya que son microorganismos vivos muy sensibles y se ven afectados por factores ambientales con los que interactúan, tales como: el pH, oxígeno, temperatura, etc. (Kwak, Mijan, y Ganesan, 2014). En este sentido, existen diversos estudios enfocados a desarrollar tecnologías que ayuden a mejorar la estabilidad y viabilidad de las cepas probióticas durante su aplicación en los diferentes campos de la industria.

Una de estas tecnologías es la microencapsulación, que consiste en la protección de los microorganismos mediante un agente encapsulante que funciona como una barrera física que evita su exposición a las condiciones adversas del entorno, este proceso da lugar a cápsulas de tamaño micrométrico que pueden liberar su contenido de manera controlada bajo la influencia de condiciones específicas (Xing, 2015; Gonzales, 2014).

Los agentes de recubrimiento más usados en la microencapsulación de cepas probióticas son alginato, quitosano, carboximetilcelulosa (CMC), carragenina, gelatina, almidón, pectina, gomas (arábica, aguar y xantano), maltodextrinas, proteínas del suero de leche, etc. (Chávarri, Marañón y Villarán, 2012; Estevinho, Rocha, Santos y Alves, 2013).

MÉTODOS MÁS COMUNES PARA LA MICROENCAPSULACIÓN DE PROBIÓTICOS

- **LIOFILIZACIÓN**

El secado por congelamiento o también denominada liofilización es una de las técnicas más importantes, convenientes y exitosas para la preservación a largo plazo de microorganismos probióticos Chávez y Ledebøer, (2007) sin embargo resulta ser muy costoso y laborioso para ser desarrollado a escala industrial (Augustin y Hemar, 2009).

- **SECADO POR ASPERSIÓN Y PULVERIZACIÓN EN LECHO FLUIDIZADO**

El secado por atomización en contraste al liofilizado permite procesar grandes volúmenes de solución, su principal desventaja son sus altas temperaturas de proceso que pueden afectar drásticamente a la supervivencia de los microorganismos y por ende reducir significativamente la eficiencia (Silva, Freixo, Gibbs y Teixeira, 2014). Por el contrario, el método de secado por pulverización en lecho fluidizado o FBD por sus siglas en inglés, permite recuperar un mayor porcentaje de células viables debido a sus bajas temperaturas de proceso. Es una técnica que consume menos tiempo y energía que el secado por liofilización, por lo que es considerada una alternativa rentable para la conservación de microorganismos sensibles al calor (Frey, 2014).

2.4. INSUMOS UTILIZADOS PARA LA ELABORACIÓN DEL RECUBRIMIENTO

2.4.1. ALMIDÓN DE YUCA

En esta investigación se utilizó Almidón 100% de yuca comercial (La pradera) que fue adquirido en un centro comercial de la ciudad de Manta, Manabí Ecuador.

2.4.2. *Lactobacillus acidophilus*

Se utilizó cepas de *L. acidophilus* (Biogenet S.A.) que fue proporcionada por el Laboratorio de Investigación de Alimentos de la Facultad de Ciencias

Agropecuaria de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí de la ciudad de Manta.

2.4.3. ALGINATO DE SODIO

Se utilizó para el proceso de microencapsulación de Alginato de Sodio BC 4402 comercial (GRINDSTED) que fue adquirido en ciudad de Manta, Manabí Ecuador a la empresa AGROINDUSTRIAL-PLUS.

2.4.4. PAPAYA

Se utilizaron papayas de variedad "Tainubg", que fueron adquiridas en el mercado mayorista de la parroquia los esteros de la Ciudad de Manta.

CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO

3.1. UBICACIÓN

El desarrollo de la investigación se la efectuó en el Laboratorio de Frutas y Hortalizas de la Facultad de Ciencias Agropecuaria de Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí situada en Manta; mientras que los análisis de firmeza, pérdida de peso, sólidos solubles (°Brix), acidez titulable, aerobios mesófilos, mohos y levaduras se realizaron en el Laboratorio de Investigación de Alimentos de la Facultad antes en mención, que geográficamente se encuentra situada entre las siguientes coordenadas 0°57'10' Latitud Sur 80°44'43' Longitud Oeste y una Altitud de 6 msnm, Manta-Manabí-Ecuador.

3.2. DURACIÓN

La presente investigación tuvo una duración de 4 meses, desde diciembre 2018 hasta marzo 2019.

3.3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.3.1. OBTENCIÓN DE ALMIDÓN DE YUCA Y *L. acidophilus*.

La materia prima almidón de yuca se adquirió en un mercado local en Manta, (La Pradera) Ecuador. El *L. acidophilus* (Biogenet S.A) fue proporcionado por el Laboratorio de Investigación de Alimentos de la Facultad de Ciencias Agropecuaria de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí de la ciudad de Manta.

3.3.2. ENCAPSULACIÓN DE *Lactobacillus acidophilus*

La cepa de marca (Biogenet S.A.) *L. acidophilus* se descongelaron y activaron en solución de glucosa (0.02 g/mL) durante 24 h. La encapsulación se realizó en un dispositivo experimental, compuesto por dos recipientes cilíndricos conectados con una válvula, (Santacruz y Castro, 2018). El método es una combinación de gelificación iónica y emulsificación (Vemmer y Patel, 2013). La formación de la cápsula se realizó en el vaso superior agregando gota a gota 6

mL de solución de alginato de Na al 1,8% p/v que contuvo las concentraciones de (10^5 y 10^8 UFC/mL) de *L. acidophilus*, a una mezcla de aceite de palma (La Fabril, Ecuador) y solución de CaCl_2 0,1M (100 mL aceite y 20 mL de CaCl_2) que se mantuvo en agitación a 500 r.p.m. (agitador de hélice, Fisher Scientific BDC 2002, Canadá).

Posteriormente, la válvula ubicada entre los dos recipientes se abrió, lo que permitió que las cápsulas formadas se precipiten a la sección inferior que contuvo solución de CaCl_2 . Con un diámetro que varía de 100 μm a 1000 μm Anal, Anil y Harjinder, (2007).

3.3.3. PREPARACIÓN DE LA PELÍCULA

La preparación de la película se realizó según Santacruz, Rivadeneira y Castro, (2015). Se preparó soluciones de almidón de yuca (0,5; 1,0; 1,5% p/v) La mezcla se agitó constantemente y se calentó hasta 90°C , donde se mantuvo durante 5 min. La mezcla se enfrió a temperatura ambiente, después se adicionó un gramo de cápsulas 10^5 y 10^8 UFC/mL/mL de *L. acidophilus*.

Luego se colocó 500 mL de la solución de recubrimiento en un vaso de precipitado de 1000 mL, donde se sumergieron los trozos de papaya cortada durante 30 segundos, posteriormente se dejó secar la papaya recubierta a temperatura ambiente. Con un espesor de la película aproximadamente de $0,120 \pm 0,010$ mm Castro, Rivadeneira, Mantuano, Santacruz, y Ziani, (2014).

3.3.4. FIRMEZA

Se realizó análisis de firmeza de acuerdo a la metodología propuesta por Castro et al. (2014). Los análisis se efectuaron mediante un texturómetro marca Shimadzu (Modelo EZ LX, Japón). Se utilizó una sonda de acero inoxidable de 3 mm de diámetro y 8 cm de longitud. La sonda se introdujo en la fruta a una profundidad de 15 mm con velocidad de 10 mm/s. Se reportó la fuerza máxima expresada en resultante de tres mediciones realizadas.

3.3.5. COHESIVIDAD

El análisis de cohesividad se realizó de acuerdo a la norma UNE 87001-94 (1994). Se efectuaron mediante un texturómetro marca Shimadzu (Modelo EZ LX, Japón), donde se efectuó una doble compensación a 75% de deformación (estrés normal) y a una velocidad de cabezal de 1 mm/s con un tiempo de 5 segundos entre compresiones.

3.3.6. PÉRDIDA DE PESO

Para determinar la pérdida de peso se registró el peso inicial y el peso de los trozos de papaya a lo largo de almacenamiento mediante el uso de una balanza digital (ADAM-PGL-4001,USA). Los resultados fueron expresados como porcentaje de pérdida de peso con respecto al peso inicial según el método propuesto por González, (2003).

3.3.7. SÓLIDOS SOLUBLES

La fruta se desintegró utilizando una licuadora doméstica y el jugo obtenido se filtró en tela de lienzo. El jugo obtenido se analizó por medio de un refractómetro digital (Atago, Japón) escala 0-32 grados Brix, de acuerdo al método de la AOAC 1990 (Asociación de Químicos Analíticos Oficiales). Los resultados se reportaron como °Brix.

3.3.8. ACIDEZ TITULABLE

La acidez titulable se determinó por valoración con solución de NaOH 0,01 M de acuerdo al método de la AOAC 1984 (Association of Official Analytical Chemists). Los resultados se reportan como porcentaje de ácido cítrico.

3.3.9. AEROBIOS MESÓFILOS

El análisis de Aerobios mesófilos se realizó mediante la norma INEN 1529-5.2006 Control Microbiológico de los Alimentos.

3.3.10. MOHOS Y LEVADURAS

El conteo de hongos y levaduras se realizó en las muestras de papaya cortadas almacenadas luego de 0, 4, 8, y 12 días. Se usaron 10 gramos de muestra la cual se mezcló con 90 mL de solución de KCl al 0,1% (p/v). Posteriormente se preparó el inóculo mediante la mezcla de 1 mL de la solución obtenida con 9 mL de agua destilada. Los recuentos de mohos y levaduras se realizaron por el método de vertido utilizando 1 mL del inóculo de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana (1994). Se realizaron tres repeticiones por cada muestra.

3.4. FACTORES EN ESTUDIO

Los factores que se manejaron para el estudio de recubrimiento comestible para la conservación de papaya troceada de IV gama fueron:

- Factor a: Concentración de almidón de yuca.
- Factor b: Concentración de *L. acidophilus*.

3.4.1. NIVELES

Para el factor concentración de almidón de yuca se utilizaron los siguientes niveles.

- a1 = 0,5 %.
- a2 = 1,0 %.
- a3 = 1,5 %.

Para el factor concentración de *L. acidophilus* se utilizaron los siguientes niveles.

- b1 = 10^5 UFC/g.
- b2 = 10^8 UFC/g.

3.4.2. TRATAMIENTOS

De la combinación de los diferentes niveles de cada factor se obtuvo como resultado los siguientes tratamientos (Cuadro 3.1).

Cuadro 3. 1. Detalle de los tratamientos.

Tratamientos	Códigos	Descripción	
		Almidón de yuca (concentración %)	<i>Lactobacillus acidophilus</i> (UFC/g)
T ₁	a ₁ b ₁	0,5	10 ⁵
T ₂	a ₁ b ₂	0,5	10 ⁸
T ₃	a ₂ b ₁	1,00	10 ⁵
T ₄	a ₂ b ₂	1,00	10 ⁸
T ₅	a ₃ b ₁	1,50	10 ⁵
T ₆	a ₃ b ₂	1,50	10 ⁸
CONTROL	C	-NO	-NO

3.5. DISEÑO EXPERIMENTAL

Esta investigación se sujetó a un Diseño de Bloque (Días) Completamente al Azar (DBCA) en arreglo bifactorial A*B; para cada tratamiento se realizaron tres réplicas.

3.5.1. UNIDAD EXPERIMENTAL (UE)

Cada UE una está constituida de 250 g de papaya cortada en cubos de 4 x 4 cm dando como resultado del material experimental un total de 21.000 g. De cada unidad de bandeja con papaya, se tomaron muestras; de 50 g para los análisis de firmeza y cohesividad, sólidos solubles, acidez titulable, aerobios mesófilos, mohos y levadura, y para pérdida de peso se utilizó unidades experimentales fijas de 250 g. Las variables se evaluaron cada 4 días durante 12 días.

3.5.2. ESQUEMA DE ADEVA

Se realizó el siguiente esquema de ADEVA (Cuadro 3.2 - 3.3).

Cuadro 3. 2. Esquema de ADEVA A*B con efecto de bloque

Fuente de variación	gl
Factor a	2
Factor b	1
a*b	2
Días	3
Error	64
Total	71

Cuadro 3. 3. Esquema de ADEVA para tratamientos más testigo

Fuente de variación	gl
Tratamientos	6
Días	3
Error	74
Total	83

3.6. MANEJO DEL EXPERIMENTO

El desarrollo de la investigación se llevó a cabo siguiendo la secuencia descrita en el diagrama de proceso: (Gráfico 3.1).

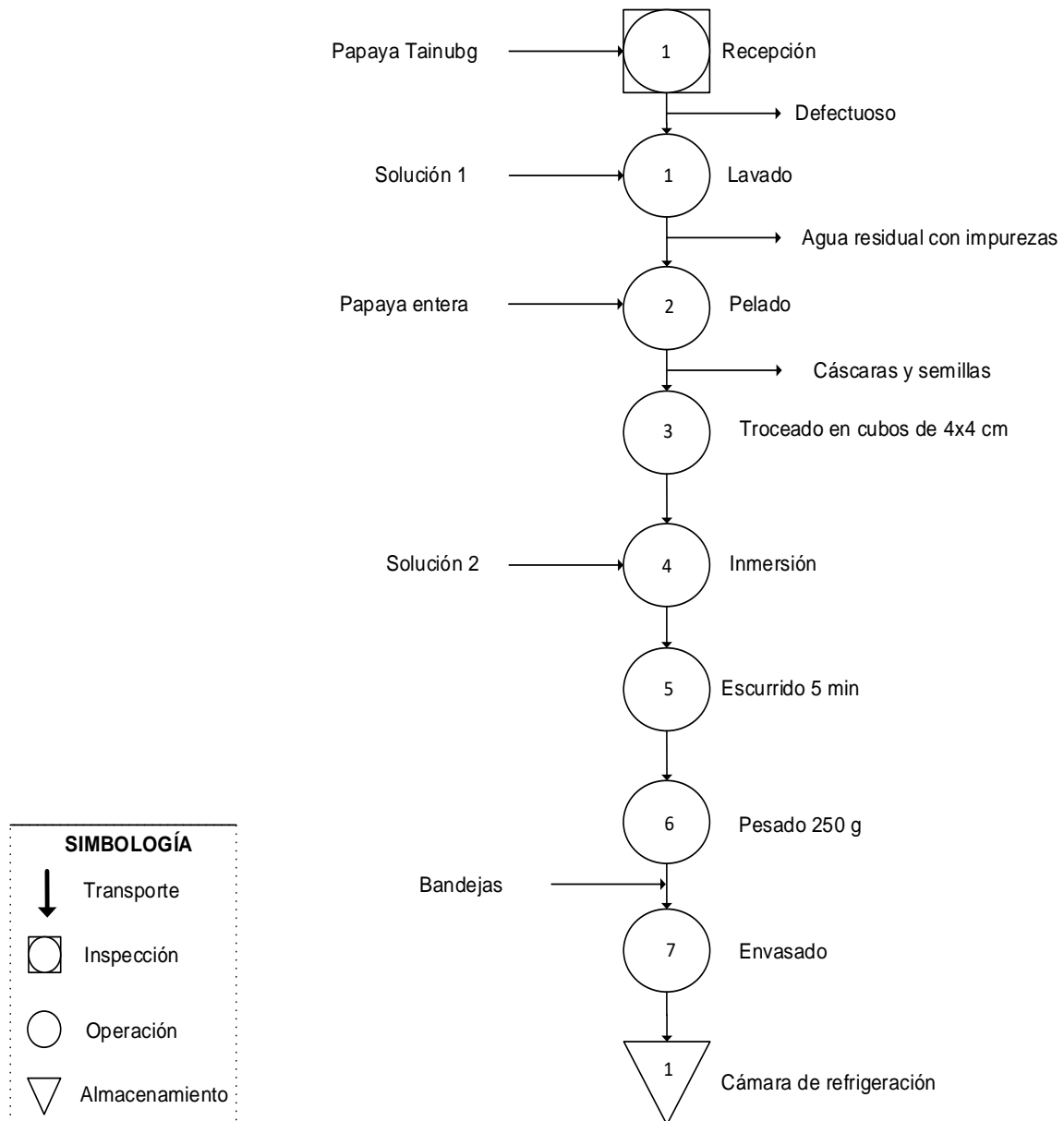


Gráfico 3. 1. Diagrama de proceso para la elaboración de papaya cortada revestida con recubrimiento comestible.

3.6.1. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

El proceso de elaboración de papaya cortada revestida con recubrimientos comestibles no requiere tecnología complicada. Este proceso se ejecutó en una secuencia donde se realizaron las operaciones paso a paso para obtener el producto final. Los pasos que se siguieron para el proceso son los siguientes:

- **Recepción:** Se realizó la recepción de la materia prima, papaya "Tainubg", entera la misma que fue de alta calidad con características similares en grado 5 de madurez y tamaño, tomado de Santamaría et al. (2009). Se seleccionó los frutos libres de abrasiones y sin daños mecánicos.
- **Lavado:** Se realizó un lavado con solución (1) hipoclorito de sodio y agua purificada (5 g/1000mL) en recipientes plásticos, para eliminar mayor cantidad de impurezas.
- **Pelado:** Se llevó a cabo las operaciones de pelado, de manera manual con cuchillos afilados de acero inoxidable (evitando el aporte de iones metálicos). Se aplicó el código alimentario, en cuanto a buenas prácticas de manipulación y/o higiene.
- **Troceado:** Se procedió a cortar o trocear la papaya, en cubos de 4 x 4 cm de arista.
- **Proceso de encapsulación:** El *L. acidophilus* se descongeló y activó en solución de glucosa (0.02 g/mL) durante 24 h. Se realizó en un dispositivo experimental, compuesto por dos recipientes cilíndricos conectados con una válvula, (Santacruz y Castro, 2018). Agregando 6 mL de alginato de sodio 1,8% a solución CaCl₂ en agitación.
- **Elaboración de recubrimiento comestible:** Se prepararon soluciones de almidón de yuca (0,5; 1,0; 1,5% p/v). La mezcla se agitó constantemente y se calentó hasta 90°C, donde se mantuvo durante 5 min. La mezcla se enfrió a temperatura ambiente, después se adicionó las cápsulas 10⁵ y 10⁸ UFC/mL/mL de *L. acidophilus*.
- **Inmersión:** Se sumergieron en la solución (2) los trozos de papaya "Tainubg", en las soluciones mezcladas de almidón de yuca 0,5; 1,0; 1.5% y *L. acidophilus* 10⁵, 10⁸ UFC/g. Durante 30 segundos a temperatura ambiente (25°C).

- **Escurreido:** Se eliminó el exceso de líquido durante el escurrir por 5 minutos y luego se secaron a temperatura ambiente (aprox. 25°C).
- **Pesado:** Se procedió a pesar la papaya cortada en porciones de 250 g (aprox). en una balanza digital (ADAM-PGL-4001, USA).
- **Envasado:** Se procedió a colocar la papaya cortada en bandejas de polietileno cubiertas con film adherente para alimentos 250 g (aproximadamente) en cada uno de los recipientes.
- **Almacenamiento:** Las 84 unidades experimentales se almacenaron en un ambiente limpio controlado a temperatura de refrigeración (8°C) y 90% de humedad relativa durante 12 días.

3.6.2. VARIABLES DEPENDIENTES

- Firmeza
- Cohesividad
- Pérdida de masa
- Sólidos solubles
- Acidez titulable
- Aerobios mesófilos
- Mohos y levaduras

3.6.3. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para el análisis estadístico de las variables en estudio se realizaron las siguientes pruebas:

- Las variables físicas-químicas se les efectuó las pruebas de normalidad (Histograma con curva de normalidad de residuos y de dispersión de los datos) ver (Anexo 4-A) y formales con la prueba de Kolmogorov Smirnov ver (Anexo 4-B), seguidamente la prueba de homogeneidad con el estadístico de Levene ver (Anexo 4-C).
- Análisis de varianza (ADEVA): Se lo efectuó con el propósito de establecer la diferencia significativa estadística Diseño de Bloque (Días) Completamente al Azar (DBCA) en arreglo bifactorial al A*B. Se realizó ADEVA paramétrico

para las que sí tuvieron normalidad u homogeneidad como cohesividad ver (Anexo 4-E), pérdida de peso ver (Anexo 4-F), acidez titulable ver (Anexo 4-H) y ADEVA no paramétrico de Kruskal Wallis a la firmeza ver (Anexo 4-D) y sólidos solubles ver (Anexo 4-G).

- Prueba de diferencias honestamente significativa de Dunnett: Se realizó para establecer la diferencia significativa entre tratamientos, lo cual permitió la determinación de magnitud entre ellos. Se analizó al 5% de probabilidad de error, de acuerdo a los grados de libertad (gl) del error experimental.
- Tukey con sus pruebas de DHS establece la diferencia significativa de los factores y su interacción, lo cual permitió la determinación de magnitud entre ellos. Se analizó al 5% de probabilidad del error de acuerdo a los grados de libertad (gl) del error experimental.

3.6.4. TRATAMIENTOS DE DATOS

El análisis de los datos se los efectuó por medio del programa de Microsoft Office Excel 2007, SPSS 21 e Infostat 2018 versión libre.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. CONCENTRACIÓN DE ALMIDÓN DE YUCA Y *L. acidophilus* PARA LA ELABORACIÓN DEL RECUBRIMIENTO COMESTIBLE QUE CONTRIBUYE A CONSERVAR LA PAPAYA CORTADA

4.1.1. FIRMEZA

Con el 1,5% de almidón de yuca se mantuvo el 79,5% de firmeza mientras que con el testigo se reportó 73,5%, estos valores coinciden con los obtenidos por Solís et al. (2015) quienes encontraron que en tomates y aguacates no recubiertos una pérdida de firmeza del 93% con una fuerza de compresión media de 29 N, mientras que en las frutas recubiertas la pérdida fue de 62,58 y 47%, respectivamente, con una fuerza de 30,31 y 35 N.

Los días reportaron diferencias significativas estos resultados coinciden con lo encontrado por Dávila et al. (2011) quienes encontraron disminución de firmeza 3,77-5 con fuerza de 83 N después de 30 días de almacenamiento (Cuadro 4.1).

La pérdida de firmeza por efecto del tiempo de almacenamiento, es debido a la hidrólisis de los componentes de la pared celular (Agar, Massantini, Hess y Kader, 1999; Hardenburg, Watada y Yang, 1990; Watada, Abe y Yamauchi, 1990) tales como la pectina por acción de enzimas como la pectinesterasa (Monroy, 2004). Rodríguez y Restrepo (2011) atribuyen que estas enzimas pécticas responsables de la alteración fisiológica del tejido celular vegetal, trae como consecuencia ablandamiento del fruto y pérdida de características fisicoquímicas y sensoriales.

4.1.2. COHESIVIDAD

En este estudio se encontró una cohesividad de 0,29 con el 0,5% de almidón, estos datos coinciden con Chiumarelli y Hubinger (2014) quienes reportaron que con menor % de almidón de yuca se obtuvieron recubrimientos con una matriz cohesiva y mejores propiedades mecánicas.

Los días reportaron diferencias significativas, en el transcurso de los días la cohesividad aumentó en todos los tratamientos, sobre todo, en los que tuvieron recubrimiento de almidón de yuca y *L. acidophilus* para la conservación de papaya troceada, debido a que, por las características propias al mezclarse con agua se vuelve cohesivo (Cuadro 4.1).

Srinivasa y Tharanathan (2007) mencionan que el grado de cohesividad dependerá de la estructura polimérica, el solvente utilizado, la temperatura y la presencia de plastificante.

4.1.3. PÉRDIDA DE MASA

En base a lo referido, la reducción en pérdida de peso puede deberse a la barrera que forma el recubrimiento, reduciendo así la transferencia de agua, así como la de gases. El efecto altamente benéfico del recubrimiento que puede deberse a la barrera creada por el polímero utilizado, que a su vez reduce el intercambio de gases y la pérdida de agua de muestras recién cortadas (Brecht, 1995).

Los días reportaron diferencias significativas de acuerdo con Brecht (1995) la pérdida de peso es ocasionada por la deshidratación del producto, esta se acelera por el proceso de pelado y cortado de la fruta. Además, Watada y Qi (1999) mencionan que a esto se le suma la pérdida de agua durante el proceso de respiración, relacionada a procesos metabólicos durante el almacenamiento.

4.1.4. SÓLIDOS SOLUBLES

Los días mostraron diferencias significativas Santamaría y Larqué (2009) mencionan que el contenido de sólidos solubles (°Brix) tiende a aumentar con el transcurso de los días (Cuadro 4.1).

4.1.5. ACIDEZ TITULABLE

El % de almidón reportó diferencias significativas sobre la variable acidez titulable con un valor del 0,08% (Cuadro 4.1), en relación a estos resultados Garcia et al. (2011) reportaron valores desde 0,07-0,08% acidez titulable en

fresas mínimamente procesadas debido a la diferencia por pérdida de agua en frutas con y sin recubrimiento comestible.

Cuadro 4. 1. Propiedades físicas de papaya cortada con recubrimiento comestible durante el estudio.

FV	Firmeza (N)	Cohesividad (AD)	Pérdida de masa (%)	Sólidos solubles (°Brix)	Acidez (%)
% almidón de yuca					
0,5	1,72 b	0,29 a	4,34 c	10,81	0,09 b
1,0	1,80 ab	0,30 b	3,96 b	10,59	0,08 a
1,5	1,87 a	0,31 c	3,47a	10,50	0,09 b
p-valor	0,01	0,02	0,00	0,08	0,00
<i>Lactobacillus acidophilus</i> (UFC/g)					
10 ⁵	1,77	0,30	4,16 b	10,66	0,08
10 ⁸	1,82	0,30	3,69 a	10,61	0,09
p-valor	0,28	0,93	<0,00	0,86	0,36
% almidón*<i>Lactobacillus acidophilus</i>					
0,5*10 ⁵	1,69	0,29	4,50	10,87	0,09 ab
0,5*10 ⁸	1,75	0,28	4,18	10,75	0,08 ab
1,0*10 ⁵	1,78	0,29	4,28	10,63	0,08 ab
1,0*10 ⁸	1,83	0,30	3,65	10,56	0,07 a
1,5*10 ⁵	1,85	0,31	3,69	10,48	0,08 ab
1,5*10 ⁸	1,90	0,31	3,25	10,51	0,10 b
p-valor	0,10	0,10	0,48	0,37	<0,00
Efecto del bloque días para % de almidón					
Día 0	2,00 a	0,20 a	0,00 a	9,50 a	0,12 c
Día 4	1,87 b	0,24 b	1,36 b	9,80 b	0,09 b
Día 8	1,73 c	0,31 c	5,53 c	11,54 c	0,07 a
Día 12	1,59 d	0,44 d	8,81 d	11,70 d	0,06 a
p-valor	<0,00	<0,00	<0,00	<0,00	<0,00
Tratamientos					
0,5% almidón*10 ⁵ <i>L. acidophilus</i>	1,68 ab	0,29 a	4,50c	10,87	0,09 b
0,5% almidón*10 ⁸ <i>L. acidophilus</i>	1,75 ab	0,28 a	4,18bc	10,75	0,08 ab
1,0% almidón*10 ⁵ <i>L. acidophilus</i>	1,78 ab	0,29 ab	4,28 bc	10,63	0,08 ab
1,0% almidón*10 ⁸ <i>L. acidophilus</i>	1,82 ab	0,30 ab	3,65 ab	10,56	0,07 a
1,5% almidón*10 ⁵ <i>L. acidophilus</i>	1,85 a	0,31 bc	3,69 ab	10,48	0,08 ab
1,5% almidón*10 ⁸ <i>L. acidophilus</i>	1,90 a	0,31 bc	3,25 a	10,51	0,10 c
Testigo	1,47 b	0,33 c	6,00d	11,35	0,09 abc
p-valor	0,01	<0,00	<0,00	0,35	0,09
Efecto del bloque días para testigo					
Día 0	2,00 a	0,20 a	0,00 a	9,50 a	0,12 d
Día 4	1,83 b	0,24 b	1,73 b	9,90 b	0,09 c

Día 8	1,67 c	0,32 c	6,03 c	11,60 c	0,07 b
Día 12	1,50 d	0,44 d	9,13 d	11,95 c	0,06 a
p-valor	<0,00	<0,00	<0,00	<0,00	<0,00

Letras distintas dentro de cada columna indican diferencias significativas según la prueba no paramétrica Kruskal-Wallis, prueba de comparación de media de Tukey al 5% de error.

Cuadro 4.2. Prueba de Dunnet para las variables (cohesividad, pérdida de masa, acidez) t de Dunnet(bilateral)²

(i) Tratamiento	(l) Tratamiento	Cohesividad (AD)	Pérdida de masa (%)	Acidez (%)
		Sig.	Sig.	Sig.
T1	Testigo	0,000	0,000	0,978
T2	Testigo	0,000	-	0,724
T3	Testigo	0,000	-	0,288
T4	Testigo	0,000	-	0,019
T5	Testigo	0,009	-	0,370
T6	Testigo	0,013	-	1,000

Las pruebas t de Dunnet tratan en grupo como control y lo compara con todos los demás grupos.

4.2. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

Carmona y Serviere (2001) mencionan que las frutas y los vegetales son susceptibles a enfermedades causadas por gran variedad de hongos y bacterias, debido a que conforme se maduran se tornan más dulces, la cáscara se ablanda y son menos ácidas, lo cual provoca que sus barreras naturales disminuyan y se vuelvan más vulnerables al ataque de los hongos y bacterias, de allí que un rápido y adecuado manejo minimizan el desarrollo de ellos, retardando deteriorando su calidad.

4.2.1. AEROBIOS MESÓFILOS

- **COMPORTAMIENTO MICROBIANO DE AEROBIOS MESÓFILOS EN PAPAYA CORTADA CON RECUBRIMIENTO COMESTIBLE**

Los aerobios mesófilos en las cuatro evaluaciones realizadas tuvieron un comportamiento normal, debido a que el número de UFC/g no superaron los límites indicados por Moragas y De Pablo (2013) quienes mencionan que los valores de aerobios mesófilos en las frutas y hortalizas varían entre 10^2 y 10^5 UFC/g (ln 100 y 100.000 UFC/g) (Gráfico 4.1).

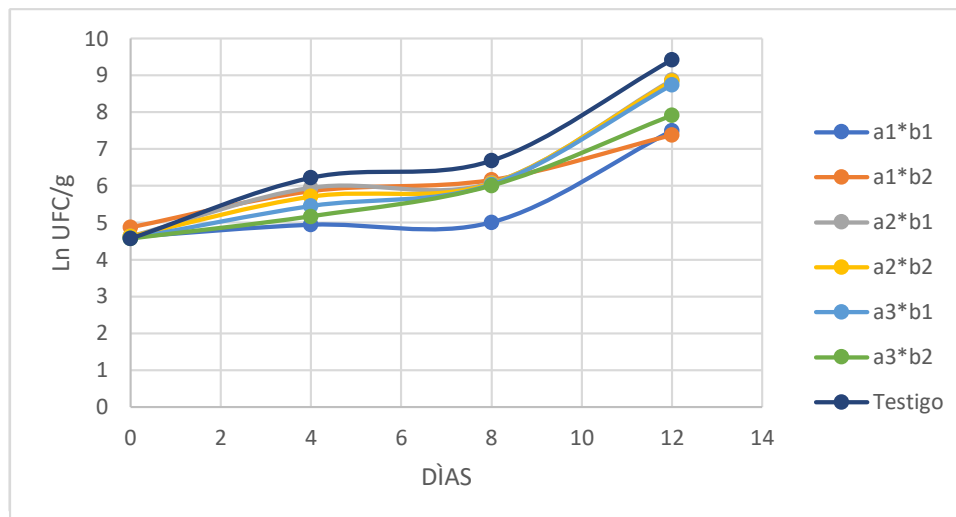


Gráfico 4. 1. Comportamiento del desarrollo de aerobios mesófilos durante el estudio.

4.2.2. CÁLCULO DE TIEMPO DE VIDA ÚTIL MEDIANTE ECUACIÓN DE LABUZA

AEROBIOS MESÓFILOS

Para determinar el tiempo de vida útil de la papaya cortada con respecto a los aerobios mesófilos se aplicó una regresión lineal grado 1 con la ecuación de Labuza, ver (Anexo 4-I) con esto se obtuvo el tiempo mínimo de (18,74 días) y un máximo (33,95 días) ver (Cuadro 4.2).

En los resultados obtenidos en esta investigación se evidenció valores entre $1,8 \times 10^3$ y $12,4 \times 10^3$ UFC/g, estos resultados no superan los límites permitidos según lo reportado por Moragas et al (2013), que indican que los valores de aerobios mesófilos en las frutas y hortalizas varían entre 10^2 y 10^5 UFC/g, encontrando que en este estudio todos los tratamientos tuvieron un comportamiento normal.

Se procedió a reflejar una regresión lineal de grado 1, con lo que obtuvo el tiempo de vida útil para todos los tratamientos de esta investigación (Anexo 5-A).

Cuadro 4. 3. Tiempo en días de vida útil de la papaya cortada con recubriendo comestible en aerobios mesófilos y mohos y levaduras.

Tratamientos	Aerobios mesófilos (Días)	Mohos y levaduras (Días)
0,5% almidón*10 ⁵ <i>L. acidophilus</i>	33,55	14,01
0,5% almidón*10 ⁸ <i>L. acidophilus</i>	33,95	14,17
1,0% almidón*10 ⁵ <i>L. acidophilus</i>	21,99	14,65
1,0% almidón*10 ⁸ <i>L. acidophilus</i>	22,04	14,93
1,5% almidón*10 ⁵ <i>L. acidophilus</i>	22,19	15,07
1,5% almidón*10 ⁸ <i>L. acidophilus</i>	26,54	15,75
Testigo	18,74	13,10

De acuerdo con la Red Nacional de Laboratorios Oficiales de Análisis de Alimentos (RENALOA, 2014) estiman que la microflora total sin especificar tipos de microorganismos bajo condiciones establecidas, reflejan la calidad sanitaria de los productos, además, indican que las condiciones higiénicas de la materia prima y el manejo durante el procesamiento de estas, influyen en el comportamiento de la microflora total.

Moragas et al (2013), menciona que los valores de aerobios mesófilos en las frutas y hortalizas varían entre 10² y 10⁵ UFC/g, esto coincide con lo obtenido en este estudio que presento valores entre 1,8x10³ y 12,4 x10³ UFC/g ya que las muestras de papayas con recubrimiento de almidón y *L. acidophilus* disminuyeron la cantidad de aerobios mesófilos hasta el día 12, mientras que, las frutas sin recubrimiento en el día 12 excedieron el máximo valor de aerobios mesófilos citados por el autor antes mencionado.

4.2.3. MOHOS Y LEVADURAS

COMPORTAMIENTO MICROBIANO DE MOHOS Y LAVADURAS EN PAPAYA CORTADA CON RECUBRIMIENTO COMESTIBLE

El crecimiento de mohos y levaduras en las cuatro evaluaciones realizadas tuvieron comportamiento normal, debido a que el número de UFC/g no superó los límites permitidos por la reglamentación francesa para microorganismos psicrótrofos, mohos-levaduras y hongos que establece 10⁴ UFC/g (ln 10.000) en todos los tratamientos (Gráfico 4.2).

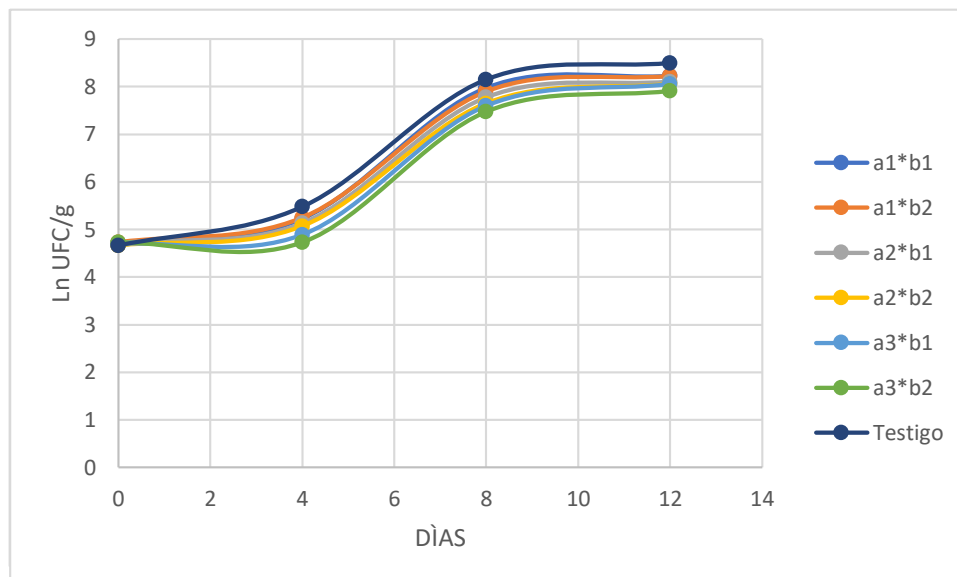


Gráfico 4. 2. Comportamiento del desarrollo de mohos y levaduras durante el estudio.

Para determinar el tiempo de vida útil de la papaya cortada con respecto a mohos y levaduras, se aplicó una regresión lineal grado 1 con la ecuación de Labuza, ver (Anexo 4-J) con esto se obtuvo el tiempo mínimo de (13,10 días) y un máximo (15,75 días) ver (Cuadro 4.3).

Estableciendo como límite en ln UFC/g el valor de 1000, resultado del ln del número máximo permitido para mohos y levadura 10.000 según la reglamentación francesa para microorganismos psicrotrofos, mohos-levaduras y hongos (CNERMA-CNRS, 1996).

La importancia de la presencia de mohos y levaduras en los alimentos está dada por la capacidad de producir diferentes grados de deterioro y descomposición de los mismos. Además, producen metabolitos tóxicos conocidos como micotoxinas, compuestos estables que no se destruyen durante el procesamiento de alimentos (RENALOA, 2014)

Teniendo en cuenta que la calidad de la papaya y de otros productos agrícolas frescos, depende del manejo que se le da desde el cultivo, cosecha, postcosecha, hasta que llega al consumidor.

Moragas et al (2013) indican que los valores de mohos y levaduras deben estar entre 10^2 y 10^4 UFC/g, por otra parte, Aguayo y Artés (2001) consideran que la temperatura debe mantenerse entre $0-5^{\circ}\text{C}$ y lo consideran como un factor importante en el crecimiento microbiano. En relación con lo manifestado con los

autores anteriormente citados en esta investigación se obtuvo un recuento de mohos y levaduras en el día 12 de almacenamiento presentando valores entre $(2,7 \times 10^3$ y $4,9 \times 10^3$ UFC/g) a una temperatura entre 5-8°C.

Esto coincide con lo encontrado por Ramírez et al. (2013) quienes demostraron que moras recubiertas presentaron un menor crecimiento de mohos y levaduras, con un valor promedio de $2,7 \times 10^4$ UFC en el tiempo de almacenamiento

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- El 1,5% de almidón en la formulación de recubrimiento comestible contribuye a conservar la firmeza y pérdida de masa en la papaya cortada.
- Se logró aumentar la vida útil de la papaya troceada de IV gama mediante el uso de recubrimiento de almidón de yuca, obteniendo valores muy por encima de lo ya establecidos en otras investigaciones, siendo la mejor concentración 10^8 de *L. acidophilus*

5.2. RECOMENDACIONES

- Utilizar el recubrimiento comestible compuesto por (almidón de yuca 1,5% p/v + *L. acidophilus* 10^8 UFC/mL), para aumentar la vida útil de la papaya cortada.
- Implementar el uso de recubrimiento comestible (almidón de yuca 1,5% p/v + *L. acidophilus* 10^8 UFC/mL para conservar productos de IV gama, puesto que mantienen las características físico-químicas naturales de la fruta y microbiológicamente lo conserva.

BIBLIOGRAFÍA

- Agar I. T., Massantini R., Hess-Pierce B., y Kader A. A. (1999). Postharvest CO₂ and ethylene production and quality maintenance of fresh-cut kiwifruit slices. *Journal of Food Science*, 64(3), 433-440.
- Aguayo, E., Escalona, V. H., & Artés-Hernández, F. (2001). Industrialización del melón procesado fresco.
- Anal, Anil Kumar and Singh, Harjinder. (2007). Recent advances in microencapsulation of probiotics for industrial applications and targeted delivery. *Trends in Food Science & Technology*. 18:240-251.
- Artes, F., & Allende, A. (2005). Minimal fresh processing of vegetables, fruits and juices. In *Emerging technologies for food processing* (pp. 677-716).
- AOAC (Asociación de Químicos Analíticos Oficiales). (1990). *Métodos oficiales de análisis*. Assoc Anal Chem .
- AOAC (Association of Official Analytical Chemists). (1984). *Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists (Vol. 1)*. The Asociación.
- Augustin, M. A., & Hemar, Y. (2009). Nano-and micro-structured assemblies for encapsulation of food ingredients. *Chemical society reviews*, 38(4), 902-912.
- Banker, G. S. (1996). Film coating theory and practice. *Journal of Pharmaceutical Sciences*. 55(1): 81-89.
- Bautista-Baños, S., Hernández-López, M., Bosquez-Molina, E., & Wilson, C. L. (2003). Effects of chitosan and plant extracts on growth of *Colletotrichum gloeosporioides*, anthracnose levels and quality of papaya fruit. *Crop protection*, 22(9), 1087-1092.
- Bibek, R., & Bhunia, A. (2010). *Fundamentos de microbiología de los alimentos*. Editorial Mc Graw Hill.
- Bioextracto S.A. (2000). Boletín 70 B – Papaya. O extracto (En línea). México. Disponible en: <http://www.bioextracto.com.mx/bol70b.htm>.
- Brasil, IM, Gomes, C., Puerta-Gómez, A., Castell-Pérez, ME, y Moreira, RG (2012). El recubrimiento comestible antimicrobiano multicapa basado en polisacáridos mejora la calidad de la papaya recién cortada. *LWT-Ciencia y tecnología de los alimentos*, 47 (1), 39-45.
- Brecht, JK (1995). Fisiología de frutas y verduras ligeramente procesadas. *HortScience*, 30 (1), 18-22.

- Carmona, G., & Serviere-Zaragoza, E. (2001). Effect of nutrient availability on *Macrocystis pyrifera* recruitment and survival near its southern limit off Baja California. *Botanica Marina*, 44(3), 221-229.
- Cartes, P., Gianfreda, L., & Mora, M. L. (2005). Uptake of selenium and its antioxidant activity in ryegrass when applied as selenate and selenite forms. *Plant and Soil*, 276(1-2), 359-367.
- Castro, M., Rivadeneira, C., Mantuano, I., Santacruz, S., & Ziani, K. (2014). Utilización de recubrimientos comestibles a base de quitosano y Aloe Vera en papaya (*Carica papaya* L. cv." Maradol") cortada. *Alimentos, Ciencia e Ingeniería*, 22(2), 5-12.
- Castro, M., Mantuano, M. I., Coloma, J. L., & Santacruz, S. (2017). Utilización de Películas Comestibles de Almidón de Yuca y Ácido Salicílico en la Conservación de Papaya (*Carica papaya* L.). *Revista Politécnica*, 39(1), 7-12.
- Condori, RHM, Humari, JHC, Portugal-Zambrano, CE, Gutiérrez-Cáceres, JC, y Beltrán-Castanón, CA (2014, septiembre). Clasificación automática de defectos físicos en granos de café verde utilizando CGLCM y SVM. In *Computing Conference (CLEI), 2014 XL Latin American* (pp. 1-9). IEEE.
- Cowan, M. M. (1999). Plant products as antimicrobial agents. *Clinical microbiology reviews*, 12(4), 564-582.
- Chávarri, M., Marañón, I., y Villarán, MC (2012). Tecnología de encapsulación para proteger bacterias probióticas. En *probióticos*. InTech.
- Chávez, L., & Jenny, J. (2015). Efecto de la concentración de aceite esencial de canela (*Cinnamomum zeylanicum blume*) en la cobertura comestible y el tiempo de almacenamiento sobre las características fisicoquímicas y microbiológicas en ciruelas (*Spondias purpurea*).
- Chávez, B. E., & Ledebøer, A. M. (2007). Drying of probiotics: optimization of formulation and process to enhance storage survival. *Drying technology*, 25(7-8), 1193-1201.
- Chiumarelli, M., Ferrari, C. C., Sarantópoulos, C. I., & Hubinger, M. D. (2011). Fresh cut 'Tommy Atkins' mango pre-treated with citric acid and coated with cassava (*Manihot esculenta Crantz*) starch or sodium alginate. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 12(3), 381.
- Chiumarelli, M., & Hubinger, M. D. (2014). Evaluation of edible films and coatings formulated with cassava starch, glycerol, carnauba wax and stearic acid. *Food hydrocolloids*, 38, 20-27.
- CNERMA-CNRS, (1996) *La qualité microbiologique des aliments, Maitrise el critères*. CNERMA-CNRS, Polytechnica, pp 16-32.

- Dávila-Aviña, J. E., Villa-Rodríguez, J., Cruz-Valenzuela, R., Rodríguez-Armenta, M., Espino-Díaz, M., Ayala-Zavala, J. F., . & González-Aguilar, G. (2011). Effect of edible coatings, storage time and maturity stage on overall quality of tomato fruits. *American Journal of agricultural and Biological sciences*, 6(1), 162-171.
- Estevinho, B. N., Rocha, F., Santos, L., & Alves, A. (2013). Microencapsulation with chitosan by spray drying for industry applications—A review. *Trends in Food Science & Technology*, 31(2), 138-155.
- FAO (2010). Adding value to livestock diversity-Marketing to promote local breeds and improve livelihoods. *FAO Animal Production and Health Paper*, 168.
- Famá, L., Flores, S., Rojas, A. M., Goyanes, S., & Gerschenson, L. (2004). Comportamiento mecánico dinámico de películas comestibles a bajas temperaturas: influencia del contenido de sorbato y grado de acidez. *Revista SAM*, 1(1), 157-162. Figueroa, J., Salcedo, J., Aguas.
- Flores, A. (2007). Manejo poscosecha de frutas y hortalizas en Venezuela. *Experiencias y Recomendaciones*. Editorial Unellez. San Carlos - Cojedes. 320 p.
- Frey, C. (2014). Fluid bed coating-based microencapsulation. In *Microencapsulation in the Food Industry* (pp. 65-79).
- Gamagae, S. U., Sivakumar, D., Wijeratnam, R. W., & Wijesundera, R. L. C. (2003). Use of sodium bicarbonate and *Candida oleophila* to control anthracnose in papaya during storage. *Crop Protection*, 22(5), 775-779.
- Garcia, L. C., Pereira, L. M., de Luca Sarantópoulos, C. I., & Hubinger, M. D. (2011). Effect of antimicrobial starch edible coating on shelf-life of fresh strawberries. *Packaging Technology and Science*, 25(7), 413-425.
- Garcia-Recio, C. (2003). C. Garcia-Recio, J. Nieves, E. Ruiz Arriola, and MJ Vicente Vacas, *Phys. Rev. D* 67, 076009 (2003). *Phys. Rev. D*, 67, 076009.
- Gontard, N., Guilbert, S., & CUQ, JL (1993). El agua y el glicerol como plastificantes afectan las propiedades mecánicas y de barrera de vapor de agua de una película de gluten de trigo comestible. *Diario de la ciencia de la alimentación*, 58 (1), 206-211.
- González-Aguilar, G. A., Buta, J. G., & Wang, C. Y. (2003). Methyl jasmonate and modified atmosphere packaging (MAP) reduce decay and maintain postharvest quality of papaya 'Sunrise'. *Postharvest Biology and Technology*, 28(3), 361-370.
- Gonzales, EK, y Arcese, P. (2014). Herbivoria más limitante que la competencia en plantas nativas tempranas y establecidas en un prado invadido. *Ecología* , 89 (12), 3282-3289.

- Gorny, J. R., Gil, M. I., & Kader, A. A. (2001, August). Postharvest physiology and quality maintenance of fresh-cut pears. In International Postharvest Science Conference Postharvest 96 464 (pp. 231-236).
- Goh, Y. J., & Klaenhammer, T. R. (2014). Insights into glycogen metabolism in *Lactobacillus acidophilus*: impact on carbohydrate metabolism, stress tolerance and gut retention. *Microbial cell factories*, 13(1), 94.
- Guananga, L., Gutiérrez, M., & Pucha, J. (2009). Cadena Logística de Exportación Papaya Hawaina variedad Solo.
- Guilbert, S. (1996). Technology and application of edible protective films. En: G. Barbosa-CADEVAs, y J. S. Welti-Chanes (Eds). *Food Preservation by moisture control, Fundamentals and applications. Isopow Practicum II*, N.Y.EE.UU. pp. 371-394.
- Hardenburg R. E., Watada A. E., y Yang C. Y. (1990). The commercial storage of fruits, vegetables and florist and nursery stocks. (Vol. 66). Washington (USA): U.S.Department of Agriculture, Agricultura! Research Service.
- Helrick, K. (1990). Official methods of analysis. AOAC.
- Hernández, A. E., Cardozo, C. J. M., Flores, C. E. R., Salazar, J. A. C., & Gómez, J. H. P. (2014). Aplicación de tratamiento térmico, recubrimiento comestible y baño químico como tratamientos poscosecha para la conservación de hortalizas mínimamente procesadas. *Acta Agronómica*, 63(1), 1-10.
- Huertas, R. A. P. (2010). Bacterias ácido lácticas: papel funcional en los alimentos. *INGRESAR A LA REVISTA*, 8(1), 93-105.
- Huxsoll, CC, & Bolin, HR (1989). Alternativas de procesamiento y distribución para frutas y hortalizas mínimamente procesadas. *Tecnología alimentaria (Estados Unidos)*.
- INEN, N. 1529-5. 2006. Control microbiológico de los alimentos. Determinación de la cantidad de microorganismos aerobios mesófilos, Instituto Ecuatoriano de Normalización, Quito Ecuador.
- Irianto, A., & Austin, B. (2002). Probiotics in aquaculture. *Journal of fish diseases*, 25(11), 633-642.
- Izumi, H., Watada, A. E., Ko, N. P., & Douglas, W. (1996). Controlled atmosphere storage of carrot slices, sticks and shreds. *Postharvest Biology and Technology*, 9(2), 165-172.
- Jimenes Trujillo, A. M. (2017). Recubrimiento comestible a base de aloe vera (*aloe barbadensis miller*) para papaya (*carica papaya*) y guayaba (*psidium guajava*) como alimentos de IV gama (Bachelor's thesis).

- Jordan, K., Dalmasso, M., Zentek, J., Mader, A., Bruggeman, G., Wallace, J. & Axelsson, L. (2014). Microbes versus microbes: control of pathogens in the food chain. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 94(15), 3079-3089.
- Kester, J. J., & Fennema, O. R. (1986). Edible films and coatings: a review. *Food technology (USA)*.
- Kwak, H. S., Mijan, M. A., & Ganesan, P. (2014). Application of nanomaterials, nano-and microencapsulation to milk and dairy products. *Nano-and Microencapsulation for Foods*, 273-300.
- Lastras, P. (2009). Probióticos, *Lactobacillus acidophilus* y *Bifidobacterium bifidum*, Suplementos nutricionales, Salud BIO, 12 p. Consultado el, 18(10), 2015.
- Lauzon, H. L., Dimitroglou, A., Merrifield, D. L., Ringø, E., & Davies, S. J. (2009). Probiotics and prebiotics: concepts, definitions and history. *Aquaculture nutrition: Gut health, probiotics and prebiotics*, 169-184.
- López-Martínez, L. M., Santacruz-Ortega, H., Navarro, R. E., Sotelo-Mundo, R. R., & González-Aguilar, G. A. (2015). A ¹H NMR investigation of the interaction between phenolic acids found in Mango (*Manguifera indica* CV Ataulfo) and Papaya (*Carica papaya* CV Maradol) and 1, 1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH) Free Radicals. *PloS one*, 10(11), e0140242.
- Martín-Belloso, O., Soliva-Fortuny, R. y Oms-Oliu, G. (2006). Fresh-cut fruits. In: *Handbook of fruits and fruit processing*. Hui, Y.H. (Ed). Blackwell Publishing, Oxford, pp. 129-144.
- Miranda, A. D., Alvis, A., & Paternina, G. S. A. (2014). Efectos de dos recubrimientos sobre la calidad de la papaya (*Carica papaya*) variedad tainung. *Temas agrarios*, 19(1), 8.
- Norma UNE 87001-94 (1994). NOM-110-SSA1-1994. Bienes y Servicios. Preparación y dilución de muestras de alimentos para su análisis microbiológico. México: Diario Oficial de la Federación, 16.
- Monroy-García I. N. (2004). Uso de cubiertas comestibles de quitosano para mantener la calidad de papaya fresca cortada. Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo - CIAD A.C., Mexico DC (Mexico).
- Moragas. M. y Pablo, (2013). Recopilación de normas microbiológicas de los alimentos y asimilados y otros parámetros físico-químicos de interés sanitario. En: <http://www.eurocarne.com/daal?a1=informes&a2=normas-microbiologicas.pdf>; consulta: abril de 2017.
- Myllärinen, P., Buleon, A., Lahtinen, R., & Forssell, P. (2002). The crystallinity of amylose and amylopectin films. *Carbohydrate Polymers*, 48(1), 41-48.

- Nabeshima, E. H., & Grossmann, M. V. E. (2001). Functional properties of pregelatinized and cross-linked cassava starch obtained by extrusion with sodium trimetaphosphate. *Carbohydrate Polymers*, 45(4), 347-353.
- Ninawe, A. S., & Selvin, J. (2009). Probiotics in shrimp aquaculture: avenues and challenges. *Critical reviews in microbiology*, 35(1), 43-66.
- Norma Oficial Mexicana (1994). Bienes y servicios. Método para la cuenta de mohos y levaduras en alimentos. México: Diario Oficial de la Federación, 28.
- Nguyen-the, C., & Carlin, F. (1994). The microbiology of minimally processed fresh fruits and vegetables. *Critical Reviews in Food Science & Nutrition*, 34(4), 371-401.
- O'Connor-Shaw, R. E., Roberts, R., Ford, A. L., & Nottingham, S. M. (1994). Shelf life of minimally processed honeydew, kiwifruit, papaya, pineapple and cantaloupe. *Journal of Food Science*, 59(6), 1202-1206.
- Olivero, R., & Narvaez, G. (2011). Recubrimientos comestibles en la conservación del mango y aguacate, y perspectiva, al uso del propóleo en su formulación. *Revista Colombiana de Ciencia Animal-RECIA*, 386-400.
- Paull, R. E., Nishijima, W., Reyes, M., & Cavaletto, C. (1997). Postharvest handling and losses during marketing of papaya (*Carica papaya* L.). *Postharvest Biology and Technology*, 11(3), 165-179.
- Parra A, Hernández JE. Fisiología y poscosecha de frutas y hortalizas. 1ra ed. Universidad Nacional de Colombia: (2007): p.67-80.
- Ragaert, P., Verbeke, W., Devlieghere, F., & Debevere, J. (2004). Consumer perception and choice of minimally processed vegetables and packaged fruits. *Food Quality and Preference*, 15(3), 259-270.
- Ramírez, J. D., Aristizabal, I. D., & Restrepo, J. I. (2013). Conservación de mora de castilla mediante la aplicación de un recubrimiento comestible de gel de mucílago de penca de sábila. *Vitae*, 20(3), 172-183.
- Rivera-López, J., Vázquez-Ortiz, F. A., Ayala-Zavala, J. F., & González-Aguilar, G. A. (2005). Efecto del corte y la temperatura de almacenamiento en la calidad de Papaya fresca cortada (*Carica Papaya* L. CV." maradol"). *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*, 6(2).
- Reid, G., Sanders, M. E., Gaskins, H. R., Gibson, G. R., Mercenier, A., Rastall, R., & Klaenhammer, T. R. (2013). New scientific paradigms for probiotics and prebiotics. *Journal of clinical gastroenterology*, 37(2), 105-118.
- RENALOA, Red Nacional de Laboratorios Oficiales de Análisis de Alimentos. (2014). Microorganismos Aerobios Mesófilos. Análisis Microbiológico de los Alimentos: Microorganismos Indicadores, 3, 5-6 (RENALOA).

- Rodríguez Cabello, J., Díaz Hernández, Y., Pérez González, A., Natali Cruz, Z., & Rodríguez Hernández, P. (2014). Evaluación de la calidad y el rendimiento en papaya silvestre (*Carica papaya* L.) de Cuba. *Cultivos Tropicales*, 35(3), 36-44.
- RODRÍGUEZ NIETO, J. E. I. M. M. Y., & Restrepo Sánchez, L. P. (2011). Extracción de enzimas pécticas del epicarpio de lulo (*Solanum quitoense* Lam) involucradas en el proceso de ablandamiento. *Acta Biológica Colombiana*, 16(2).
- Santamaría Basulto, F., Díaz Plaza, R., Sauri Duch, E., Espadas y Gil, F., Santamaría Fernández, J. M., & Larqué Saavedra, A. (2009). Características de calidad de frutos de papaya Maradol en la madurez de consumo. *Agricultura técnica en México*, 35(3), 347-353.
- Santacruz, S., Rivadeneira, C., & Castro, M. (2015). Edible films based on starch and chitosan. Effect of starch source and concentration, plasticizer, surfactant's hydrophobic tail and mechanical treatment. *Food Hydrocolloids*, 49, 89-94.
- Santamaría Fernández, J. M., & Larqué Saavedra, A. (2009). Características de calidad de frutos de papaya Maradol en la madurez de consumo. *Agricultura técnica en México*, 35(3), 347-353.
- Santacruz, S., y Castro, M. (2018). Viabilidad de *Lactobacillus acidophilus* libre y encapsulado incorporado a las películas comestibles de almidón de yuca y su aplicación al queso blanco fresco Manaba. *LWT* , 93 , 570-572.
- Santos, M. I., Cavaco, A., Gouveia, J., Novais, M. R., Nogueira, P. J., Pedroso, L., & Ferreira, M. A. S. S. (2012). Evaluation of minimally processed salads commercialized in Portugal. *Food Control*, 23(1), 275-281.
- Silva, J., Freixo, R., Gibbs, P., & Teixeira, P. (2014). Spray-drying for the production of dried cultures. *International Journal of Dairy Technology*, 64(3), 321-335.
- Singh, R. P., Huerta-Espino, J., & Rajaram, S. (2000). Achieving near-immunity to leaf and stripe rusts in wheat by combining slow rusting resistance genes. *Acta phytopathologica et entomologica hungarica*, 35(1/4), 133-139.
- Siroli, L., Patrignani, F., Serrazanetti, DI, Tabanelli, G., Montanari, C., Gardini, F., y Lanciotti, R. (2015). *Microbiología de los alimentos*, 47, 74-84.
- Srinivasa, P. C. y Tharanathan, R. N. (2007). Chitin/Chitosan-Safe, ecofriendly packaging materials with multiple potential uses. *Food Reviews International*. 23: 53-72.
- Solís Jimenez, D. A., Pineda Salazar, L. N., Mosquera Sánchez, S. A., Hoyos Concha, J. L., & Villada Castillo, H. S. (2015). Coating Effect of Modified Cassava Starch in Hass Avocado. *Producción+ Limpia*, 10(2), 31-37.

- Sothornvit, R., & Krochta, J. M. (2001). Plasticizer effect on mechanical properties of β -lactoglobulin films. *Journal of Food Engineering*, 50(3), 149-155.
- Teixeira, G. H. D. A., Durigan, J. F., Mattiuz, B. H., & Rossi Júnior, O. D. (2001). Processamento mínimo de mamão'Formosa'. *Food Science and Technology (Campinas)*, 47-50.
- Tharanathan, R. N. (2005). Starch—value addition by modification. *Critical reviews in food science and nutrition*, 45(5), 371-384.
- Trias, R., Bañeras, L., Montesinos, E., & Badosa, E. (2008). Lactic acid bacteria from fresh fruit and vegetables as biocontrol agents of phytopathogenic bacteria and fungi. *International Microbiology*, 11(4), 231.
- Tripathi, P., & Dubey, N. K. (2004). Exploitation of natural products as an alternative strategy to control postharvest fungal rotting of fruit and vegetables. *Postharvest biology and Technology*, 32(3), 235-245.
- Tumipamba, G., & Verónica, D. (2012). Efecto de las sales de calcio en la vida de anaquel y aceptabilidad de papaya hawaiana (Carica papaya var. Solo Sunrise) fresca cortada (Bachelor's thesis).
- Vargas-Aguilar, P., & Hernández-Villalobos, D. (2013). Harinas y almidones de yuca, ñame, camote y ñampí: propiedades funcionales y posibles aplicaciones en la industria alimentaria. *Revista Tecnología en Marcha*, 26(1), 37-45.
- Vemmer, M., y Patel, AV (2013). Revisión de métodos de encapsulación adecuados para agentes de control biológico microbiano. *Control Biológico*, 67 (3), 380-389.
- Villamil Díaz, L., & Martínez-Silva, M. A. (2009). Probióticos como herramienta biotecnológica en el cultivo de camarón: Reseña. *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras-INVEMAR*.
- Watada, A. E., & Qi, L. (1999). Quality of fresh-cut produce. *Postharvest Biology and Technology*, 15(3), 201-205.
- Watada A. E., Abe K., y Yamauchi N. (1990). Physiological activities of partially processed fruits and vegetables. *Food Technology*, 44(5), 116-122.
- Winkowski, K. A. R. E. N., Crandall, A. D., & Montville, T. J. (1993). Inhibition of *Listeria monocytogenes* by *Lactobacillus bavaricus* MN in beef systems at refrigeration temperatures. *Appl. Environ. Microbiol.*, 59(8), 2552-2557.
- Xing, Y., Xu, Q., Jiang, L., Cao, D., Lin, H., Che, Z. & Cai, Y. (2015). Effect of different coating materials on the biological characteristics and stability of microencapsulated *Lactobacillus acidophilus*. *RSC Advances*, 5(29), 22825-22837.

ANEXOS

ANEXO 1

1-A ELABORACIÓN Y APLICACIÓN DE RECUBRIMIENTO COMESTIBLE EN PAPAYA CORTADA



Foto 1. Proceso de activación y encapsulación de *L. acidophilus*, agregando alginato de sodio 1.8% a solución CaCl_2 . Aplicando la técnica (Santacruz y Castro, 2018).



Foto 2. Elaboración de recubrimiento comestible, soluciones de almidón de yuca (0.5%; 1%; 1.5% p / v) y adición de cápsulas 10^5 y 10^8 UFC / mL / mL de *L. acidophilus*.

ANEXO 2

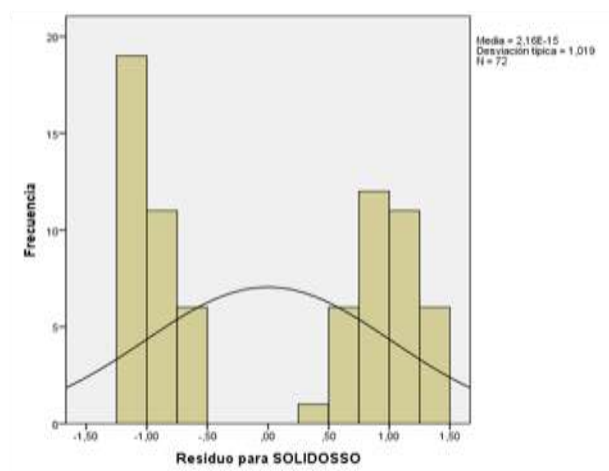
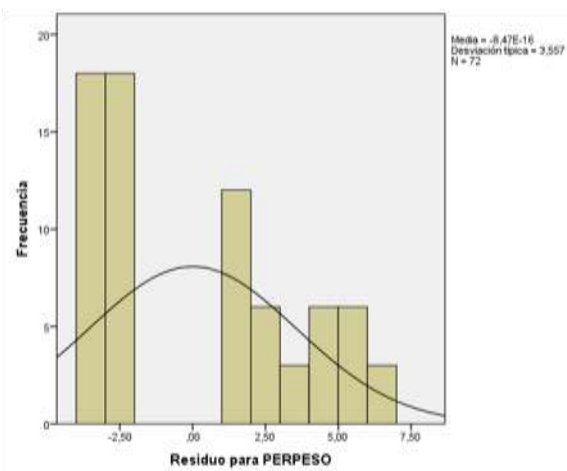
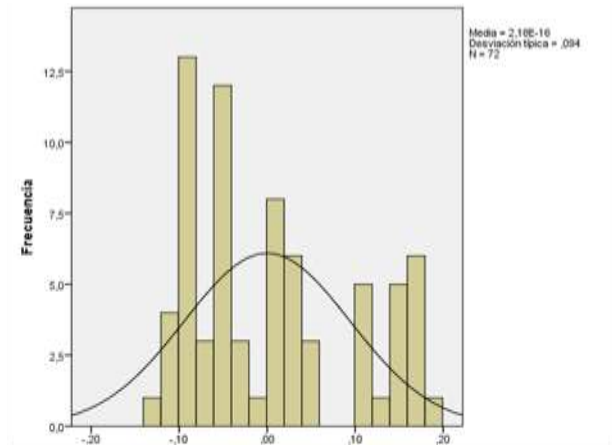
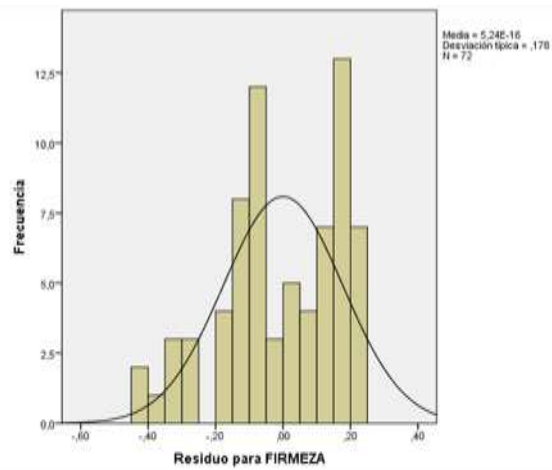
2-A ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICO QUÍMICAS DE LA PAPAYA CORTADA CON RECUBRIMIENTO COMESTIBLE



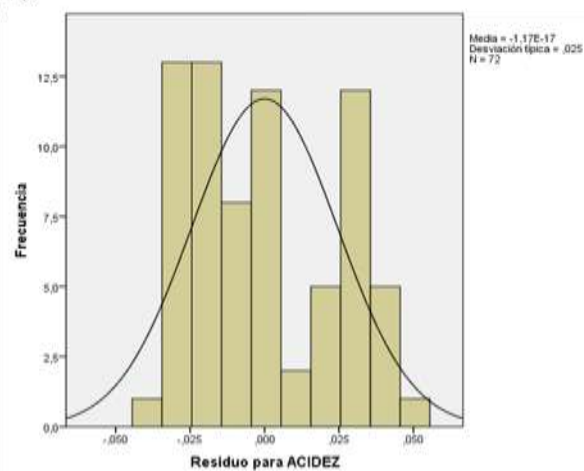
Foto 3. Análisis de firmeza en trozos de papaya en texturómetro marca Shimadzu (Modelo EZ LX, Japón). De acuerdo a la metodología (Castro, Rivadeneira, Santacruz y Ziani, 2014)

ANEXO 3

3-A HISTOGRAMA DE RESIDUOS CON CURVA DE NORMALIDAD



Nota al pie



3-B PRUEBA DE NORMALIDAD PARA TAMAÑO DE MUESTRA MAYOR A 50 A UN 95% DE CONFIANZA

Prueba de normalidad de Kolmogorov smirnov	
Variables	P-valor
Firmeza	0
Cohesividad	0
Pérdida de peso (%)	0
Sólidos Solubles (°Brix)	0
Acidez Titulable	0

3-C. SUPUESTO DEL ADEVA DE HOMOGENEIDAD A UN 95% DE CONFIANZA

Prueba de homogeneidad de varianzas				
	Estadístico de	gl1	gl2	Sig.
	Levene			
Firmeza	5,661	6	77	0,000
Cohesividad	0,389	6	77	0,884
Pérdida de peso	1,049	6	77	0,401
Sólidos soluble	3,146	6	77	0,008
Acidez	0,272	6	77	0,948

3-D. ADEVA NO PARAMÉTRICO DE KRUSKAL WALLIS EN VARIABLE FIRMEZA

Resumen de prueba de hipótesis			
	Hipótesis nula	Test	Sig. Decisión
1	La distribución de FIRMEZA es la misma entre las categorías de factor a.	Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes	,018 Rechazar la hipótesis nula.
Se muestran las significancias asintóticas. El nivel de significancia es ,05.			

Resumen de prueba de hipótesis			
	Hipótesis nula	Test	Sig. Decisión
1	La distribución de FIRMEZA es la misma entre las categorías de factor b.	Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes	,289 Retener la hipótesis nula.
Se muestran las significancias asintóticas. El nivel de significancia es ,05.			

Resumen de prueba de hipótesis			
Hipótesis nula	Test	Sig.	Decisión
1 La distribución de FIRMEZA es la misma entre las categorías de INTERACCIÓN.	Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes	,100	Retener la hipótesis nula.
Se muestran las significancias asintóticas. El nivel de significancia es ,05.			

Resumen de prueba de hipótesis			
Hipótesis nula	Test	Sig.	Decisión
1 La distribución de FIRMEZA es la misma entre las categorías de DÍAS.	Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes	,000	Rechazar la hipótesis nula.
Se muestran las significancias asintóticas. El nivel de significancia es ,05.			

Resumen de prueba de hipótesis			
Hipótesis nula	Test	Sig.	Decisión
1 La distribución de FIRMEZA es la misma entre las categorías de tratamiento.	Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes	,016	Rechazar la hipótesis nula.
Se muestran las significancias asintóticas. El nivel de significancia es ,05.			

Subconjuntos homogéneos basados en firmeza			
		Subconjunto	
		1	2
	a1	28,063	
Muestra ¹	a2	36,313	36,313
	a3		45,125
Probar estadística		2,118	2,398
Sig. (prueba de 2 caras)		0,146	0,121
Sig. ajustada (prueba de 2 caras)		0,146	0,121
Los subconjuntos homogéneos se basan en significancias asintóticas. El nivel de significancia es ,05.			
¹ Cada casilla muestra el rango de media de muestras de FIRMEZA.			

Subconjuntos homogéneos basados en firmeza					
		Subconjunto			
		1	2	3	4
Muestra¹	DÍA 12	14,444			
	DÍA 8		25,694		
	DÍA 4			42,778	
	DÍA 0				63,083
Probar estadística		,2	,2	,2	,2
Sig. (prueba de 2 caras)		.	.	.	.
Sig. ajustada (prueba de 2 caras)		.	.	.	.
Los subconjuntos homogéneos se basan en significancias asintóticas. El nivel de significancia es ,05.					
¹ Cada casilla muestra el rango de media de muestras de FIRMEZA.					
² No se puede calcular porque el subconjunto sólo contiene una muestra.					

Subconjuntos homogéneos basados en firmeza			
		Subconjunto	
		1	2
Muestra¹	TESTIGO	23,958	
	T1	33,167	33,167
	T2	40,208	40,208
	T3	43,542	43,542
	T4	47,292	47,292
	T5		51,708
	T6		57,625
Probar estadística		8,676	9,229
Sig. (prueba de 2 caras)		,070	,100
Sig. ajustada (prueba de 2 caras)		,096	,100
Los subconjuntos homogéneos se basan en significancias asintóticas. El nivel de significancia es ,05.			
¹ Cada casilla muestra el rango de media de muestras de FIRMEZA.			

Subconjuntos homogéneos basados en FIRMEZA					
		Subconjunto			
		1	2	3	4
Muestra ¹	DÍA 12	19,095			
	DÍA 8		30,452		
	DÍA 4			46,952	
	DÍA 0				73,500
Probar estadística		.2	.2	.2	.2
Sig. (prueba de 2 caras)		.	.	.	.
Sig. ajustada (prueba de 2 caras)		.	.	.	.

Los subconjuntos homogéneos se basan en significancias asintóticas. El nivel de significancia es ,05.

¹Cada casilla muestra el rango de media de muestras de FIRMEZA.

²No se puede calcular porque el subconjunto sólo contiene una muestra.

3-E. ADEVA PARA VARIABLE DEPENDIENTE COHESIVIDAD

Pruebas de los efectos inter-sujetos					
Variable dependiente: cohesividad					
Origen	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo	7,129 ^a	9	0,792	3900,956	0,000
factora	0,007	2	0,003	16,196	0,000
factorb	1,389E-006	1	1,389E-006	0,007	0,934
factora * factorb	0,000	2	0,000	1,012	0,369
DÍAS	0,612	3	0,204	1005,070	0,000
Error	0,013	63	0,000		
Total	7,142	72			

a. R cuadrado = ,998 (R cuadrado corregida = ,998)

Pruebas de los efectos inter-sujetos					
Variable dependiente: cohesividad					
Origen	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo	8,575 ^a	10	0,857	3846,825	0,000
tratamiento	0,016	6	0,003	12,212	0,000
DÍAS	0,744	3	0,248	1113,268	0,000
Error	0,016	74	0,000		
Total	8,591	84			

a. R cuadrado = ,998 (R cuadrado corregida = ,998)

Cohesividad				
DHS de Tukey ^{a,b}				
factora	N	Subconjunto		
		1	2	3
a1	24	0,2896		
a2	24		0,2996	
a3	24			0,3129
Sig.		1,000	1,000	1,000

Se muestran las medias de los grupos de subconjuntos homogéneos.
 Basadas en las medias observadas.
 El término de error es la media cuadrática (Error) = ,000.
 a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 24,000
 b. Alfa = 0.05.

Cohesividad					
DHS de Tukey ^{a,b}					
DÍAS	N	Subconjunto			
		1	2	3	4
DÍA 0	18	0,1978			
DÍA 4	18		0,2450		
DÍA 8	18			0,3178	
DÍA 12	18				0,4422
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000

Se muestran las medias de los grupos de subconjuntos homogéneos.
 Basadas en las medias observadas.
 El término de error es la media cuadrática (Error) = ,000.
 a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 18,000
 b. Alfa = 0.05.

Comparaciones múltiples					
Variable dependiente: cohesividad					
t de Dunnet (<control) ^a					
(I)tratamiento	(J)tratamiento	Diferencia de medias (I-J)	Error típ.	Sig.	Intervalo de confianza 95% Límite superior
T1	TESTIGO	-0,0383*	0,00610	0,000	-0,0241
T2	TESTIGO	-0,0442*	0,00610	0,000	-0,0299
T3	TESTIGO	-0,0342*	0,00610	0,000	-0,0199
T4	TESTIGO	-0,0283*	0,00610	0,000	-0,0141
T5	TESTIGO	-0,0183*	0,00610	0,009	-0,0041
T6	TESTIGO	-0,0175*	0,00610	0,013	-0,0033

Basadas en las medias observadas.
El término de error es la media cuadrática (Error) = ,000.

*. La diferencia de medias es significativa al nivel 0.05.

a. Las pruebas t de Dunnett tratan un grupo como control y lo comparan con todos los demás grupos.

Cohesividad						
	DÍAS	N	Subconjunto			
			1	2	3	4
	DÍA 0	21	0,1986			
	DÍA 4	21		0,2481		
DHS de Tukey ^{a,b}	DÍA 8	21			0,3252	
	DÍA 12	21				0,4481
	Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000

Se muestran las medias de los grupos de subconjuntos homogéneos.
Basadas en las medias observadas.
El término de error es la media cuadrática (Error) = ,000.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 21,000

b. Alfa = 0.05.

3-F. ADEVA PARA VARIABLE DEPENDIENTE PÉRDIDA DE PESO

Pruebas de los efectos inter-sujetos					
Variable dependiente: pérdida peso					
Origen	Suma de cuadrados tipo III	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo	1997,592 ^a	9	221,955	1113,947	0,000
Factor a	9,149	2	4,574	22,958	0,000
Factor b	3,897	1	3,897	19,557	0,000
Factor a * factor b	0,289	2	0,144	0,725	0,488
DÍAS	872,618	3	290,873	1459,833	0,000
Error	12,553	63	0,199		
Total	2010,145	72			
A. R cuadrado = ,994 (R cuadrado corregida = ,993)					

Pruebas de los efectos inter-sujetos					
Variable dependiente: pérdida de peso					
Origen	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo	2637,270 ^a	10	263,727	661,403	0,000
tratamiento	57,757	6	9,626	24,142	0,000
DÍAS	1079,216	3	359,739	902,191	0,000
Error	29,507	74	0,399		
Total	2666,777	84			
a. R cuadrado = ,989 (R cuadrado corregida = ,987)					

Pérdida de peso				
DHS de Tukey ^{a,b}				
factora	N	Subconjunto		
		1	2	3
a3	24	3,4742		
a2	24		3,9692	
a1	24			4,3446
Sig.		1,000	1,000	1,000
Se muestran las medias de los grupos de subconjuntos homogéneos.				
Basadas en las medias observadas.				
El término de error es la media cuadrática (Error) = ,199.				
a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 24,000				
b. Alfa = 0.05.				

Informe			
Pérdida de peso			
Factor b	Media	N	Desv. típ.
b1	4,1619	36	3,73221
b2	3,6967	36	3,41041
Total	3,9293	72	3,55739

Pérdida de peso					
DHS de Tukey ^{a,b}					
DÍAS	N	Subconjunto			
		1	2	3	4
DÍA 0	18	0,0000			
DÍA 4	18		1,3644		
DÍA 8	18			5,5372	
DÍA 12	18				8,8156
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000
Se muestran las medias de los grupos de subconjuntos homogéneos.					
Basadas en las medias observadas.					
El término de error es la media cuadrática (Error) = ,199.					
a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 18,000					
b. Alfa = 0.05.					

Comparaciones múltiples						
Variable dependiente: pérdida de peso						
t de Dunnett (bilateral) ^a						
(I)tratamiento	(J)tratamiento	Diferencia de medias (I-J)	Error típ.	Sig.	Intervalo de confianza 95%	
					Límite inferior	Límite superior
T1	TESTIGO	-1,4992*	0,25779	0,000	-2,1765	-0,8219
T2	TESTIGO	-1,8267*	0,25779	0,000	-2,5040	-1,1494
T3	TESTIGO	-1,7217*	0,25779	0,000	-2,3990	-1,0444
T4	TESTIGO	-2,3550*	0,25779	0,000	-3,0323	-1,6777
T5	TESTIGO	-2,3158*	0,25779	0,000	-2,9931	-1,6385
T6	TESTIGO	-2,7508*	0,25779	0,000	-3,4281	-2,0735
Basadas en las medias observadas.						
El término de error es la media cuadrática (Error) = ,399.						
*. La diferencia de medias es significativa al nivel 0.05.						
a. Las pruebas t de Dunnett tratan un grupo como control y lo comparan con todos los demás grupos.						

Pérdida de peso					
DÍAS	N	Subconjunto			
		1	2	3	4
DÍA 0	21	,0000			
DÍA 4	21		1,7381		
DHS de Tukey ^{a,b} DÍA 8	21			6,0343	
DÍA 12	21				9,1324
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000

Se muestran las medias de los grupos de subconjuntos homogéneos.
 Basadas en las medias observadas.
 El término de error es la media cuadrática (Error) = ,399.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 21,000
 b. Alfa = 0.05.

3-G. ADEVA NO PARAMÉTRICO DE KRUSKAL WALLIS EN VARIABLE SÓLIDOS SOLUBLES.

Resumen de prueba de hipótesis			
Hipótesis nula	Test	Sig.	Decisión
1 La distribución de SÓLIDOS_SOLUBLE es la misma entre las categorías de factor a.	Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes	0,085	Retener la hipótesis nula.

Se muestran las significancias asintóticas. El nivel de significancia es ,05.

Resumen de prueba de hipótesis			
Hipótesis nula	Test	Sig.	Decisión
1 La distribución de SÓLIDOS_SOLUBLE es la misma entre las categorías de factor b.	Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes	0,866	Retener la hipótesis nula.

Se muestran las significancias asintóticas. El nivel de significancia es ,05.

Resumen de prueba de hipótesis			
Hipótesis nula	Test	Sig.	Decisión
1 La distribución de SÓLIDOS_SOLUBLE es la misma entre las categorías de INTERACCIÓN.	Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes	0,376	Retener la hipótesis nula.

Se muestran las significancias asintóticas. El nivel de significancia es ,05.

Resumen de prueba de hipótesis			
Hipótesis nula	Test	Sig.	Decisión
1 La distribución de SÓLIDOS_SOLUBLE es la misma entre las categorías de DÍAS.	Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes	0,000	Rechazar la hipótesis nula.

Se muestran las significancias asintóticas. El nivel de significancia es ,05.

Resumen de prueba de hipótesis			
Hipótesis nula	Test	Sig.	Decisión
¹ La distribución de SOLIDOS_SOLUBLE es la misma entre las categorías de tratamiento. Se muestran las significancias asintóticas. El nivel de significancia es ,05.	Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes	0,359	Retener la hipótesis nula.

Subconjuntos homogéneos basados en solidos soluble para factores					
		Subconjunto			
		1	2	3	4
Muestra ¹	DÍA 0	9,500			
	DÍA 4		27,500		
	DÍA 8			51,056	
	DÍA 12				57,944
Probar estadística		,2	,2	,2	,2
Sig. (prueba de 2 caras)		.	.	.	.
Sig. ajustada (prueba de 2 caras)		.	.	.	.
Los subconjuntos homogéneos se basan en significancias asintóticas. El nivel de significancia es ,05.					
¹ Cada casilla muestra el rango de media de muestras de SOLIDOS_SOLUBLE.					
² No se puede calcular porque el subconjunto sólo contiene una muestra.					

Subconjuntos homogéneos basados en solidos soluble para bloque días				
		Subconjunto		
		1	2	3
Muestra ¹	DÍA 0	11,000		
	DÍA 4		32,000	
	DÍA 8			60,048
	DÍA 12			66,952
Probar estadística		,2	,2	3,333
Sig. (prueba de 2 caras)		.	.	0,068
Sig. ajustada (prueba de 2 caras)		.	.	0,131
Los subconjuntos homogéneos se basan en significancias asintóticas. El nivel de significancia es ,05.				
¹ Cada casilla muestra el rango de media de muestras de SOLIDOS_SOLUBLE.				
² No se puede calcular porque el subconjunto sólo contiene una muestra.				

3-H. ADEVA PARA VARIABLE DEPENDIENTE ACIDEZ

Pruebas de los efectos inter-sujetos					
Variable dependiente: acidez					
Origen	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo	0,612 ^a	9	0,068	631,043	0,000
factora	0,002	2	0,001	9,525	0,000
factorb	8,889E-005	1	8,889E-005	0,825	0,367
factora * factorb	0,002	2	0,001	9,757	0,000
DÍAS	0,032	3	0,011	98,195	0,000
Error	0,007	63	0,000		
Total	0,619	72			

a. R cuadrado = ,989 (R cuadrado corregida = ,987)

Pruebas de los efectos inter-sujetos					
Variable dependiente: acidez					
Origen	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo	0,718 ^a	10	0,072	660,861	0,000
tratamiento	0,004	6	0,001	6,541	0,000
DÍAS	0,039	3	0,013	118,984	0,000
Error	0,008	74	0,000		
Total	0,726	84			

a. R cuadrado = ,989 (R cuadrado corregida = ,987)

Acidez			
DHS de Tukey^{a,b}			
factora	N	Subconjunto	
		1	2
a2	24	0,0821	
a1	24		0,0917
a3	24		0,0946
Sig.		1,000	0,596
Se muestran las medias de los grupos de subconjuntos homogéneos. Basadas en las medias observadas. El término de error es la media cuadrática (Error) = ,000.			
a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 24,000			
b. Alfa = 0.05.			

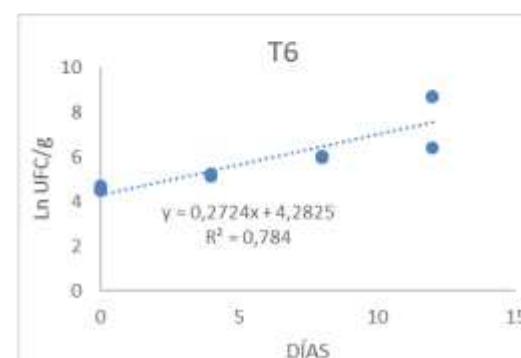
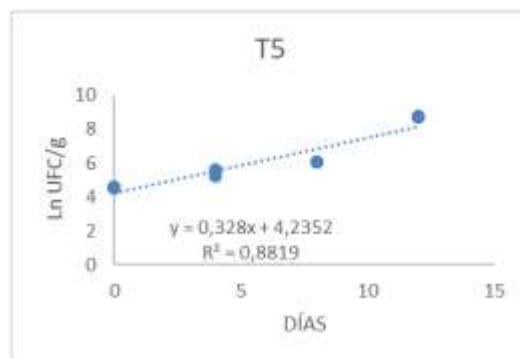
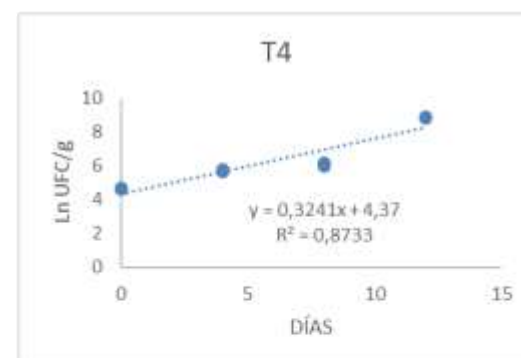
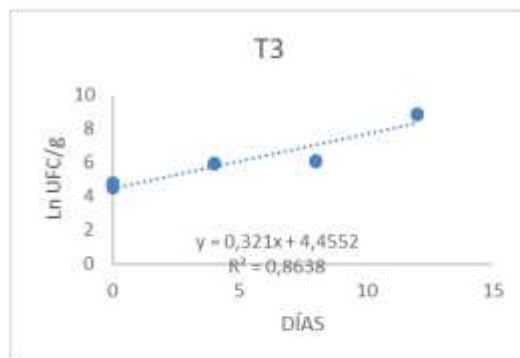
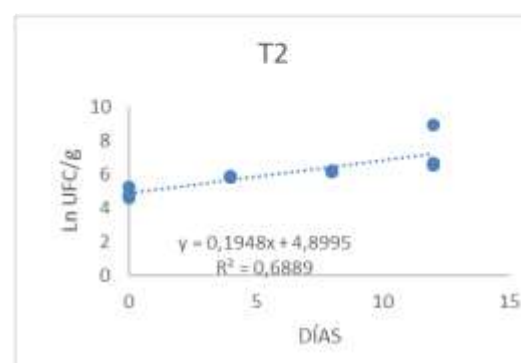
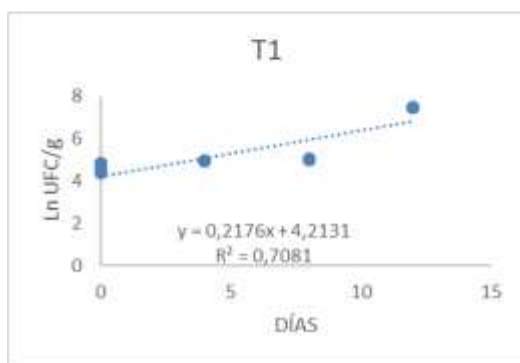
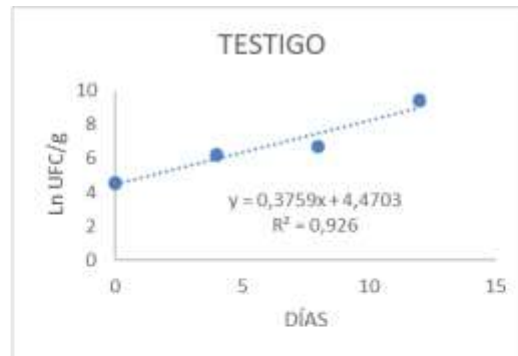
Acidez			
Duncan^a			
INTERACCIÓN	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
a2*b2	12	0,0792	
a2*b1	12	0,0850	0,0850
a3*b1	12	0,0858	0,0858
a1b2	12	0,0892	0,0892
a1*b1	12	0,0942	0,0942
a3*b2	12		0,1033
Sig.		,182	0,102
Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.			
a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 12,000.			

Acidez				
DHS de Tukey^{a,b}				
DÍAS	N	Subconjunto		
		1	2	3
DÍA 12	18	0,0678		
DÍA 8	18	0,0750		
DÍA 4	18		0,0928	
DÍA 0	18			0,1222
Sig.		0,168	1,000	1,000
Se muestran las medias de los grupos de subconjuntos homogéneos.				
Basadas en las medias observadas.				
El término de error es la media cuadrática (Error) = ,000.				
a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 18,000				
b. Alfa = 0.05.				

Comparaciones múltiples					
Variable dependiente: acidez					
t de Dunnett (<control) ^a					
(I)tratamiento	(J)tratamiento	Diferencia de medias (I-J)	Error tip.	Sig.	Intervalo de confianza 95% Límite superior
T1	TESTIGO	0,0033	0,00426	0,978	0,0133
T2	TESTIGO	0-,0017	0,00426	0,724	0,0083
T3	TESTIGO	0-,0058	0,00426	0,288	0,0041
T4	TESTIGO	0-,0117*	0,00426	0,019	0-,0017
T5	TESTIGO	0-,0050	0,00426	0,370	0,0049
T6	TESTIGO	0,0125	0,00426	1,000	0,0224
Basadas en las medias observadas.					
El término de error es la media cuadrática (Error) = ,000.					
* La diferencia de medias es significativa al nivel 0.05.					
a. Las pruebas t de Dunnett tratan un grupo como control y lo comparan con todos los demás grupos.					

Acidez						
	DÍAS	N	Subconjunto			
			1	2	3	4
DHS de Tukey ^{a,b}	DÍA 12	21	0,0657			
	DÍA 8	21		0,0762		
	DÍA 4	21			0,0943	
	DÍA 0	21				0,1224
	Sig.			1,000	1,000	1,000	1,000
Se muestran las medias de los grupos de subconjuntos homogéneos.						
Basadas en las medias observadas.						
El término de error es la media cuadrática (Error) = 0,000.						
a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 21,000						
b. Alfa = 0.05.						

3-I CINÉTICA DE COMPORTAMIENTO DE LOS TRATAMIENTOS EN AEROBIOS MESÓFILOS DURANTE LA INVESTIGACIÓN EN REGRESIÓN LINEAL DE GRADO 1



3-J CINÉTICA DE COMPORTAMIENTO DE LOS TRATAMIENTOS EN MOHOS Y LEVADURAS DURANTE LA INVESTIGACIÓN EN REGRESIÓN LINEAL DE GRADO 1

