

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN**

**CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE INDUSTRIAS  
ALIMENTARIAS**



**“RECUBRIMIENTO COMESTIBLE A PARTIR DEL  
MUCÍLAGO DEL CAFÉ (*Coffea Arábica*) PARA LA  
CONSERVACIÓN DE MANZANAS”**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

**AUTOR(ES):**

**Bach. RAMÍREZ FLORES MIRIAN EDELMIRA**

**Bach. TROYES NUÑEZ WENDY**

**ASESOR:**

**DR. OSCAR DÍAZ GAMBOA**

**JAÉN – PERÚ, NOVIEMBRE, 2019**



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

Ley de Creación N° 29304

Universidad Licenciada con Resolución del Consejo Directivo N° 002-2018-SUNEDU/CD

## ACTA DE SUSTENTACIÓN

En la ciudad de Jaén, el día 15 de 11 del año 2019, siendo las 10:00 horas, se reunieron los integrantes del Jurado:

Presidente: Mg. Frank Fernández Rosillo

Secretario: Mg. Segundo Alipio Cruz Hoyos

Vocal: Msc. Wagner Colmenares Mayanga, para evaluar la Sustentación de:

- Trabajo de Investigación
- Tesis
- Trabajo de Suficiencia Profesional

Titulado: "Recubrimiento comestible a partir del mucílago del café (Coffea Arabica) para la conservación de manzanas"

presentado por Estudiante /Egresado o Bachiller Kamicee Flores Hirian Edelmira - Troyes Muñoz Neudg. de la Carrera Profesional de Ingeniería de Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional de Jaén.

Después de la sustentación y defensa, el Jurado acuerda:

- Aprobar
- Desaprobar
- Unanimidad
- Mayoría

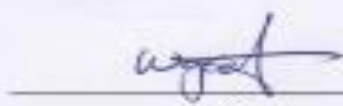
Con la siguiente mención:

a) Excelente	18, 19, 20	( )
b) Muy bueno	16, 17	( <u>16</u> )
c) Bueno	14, 15	( )
d) Regular	13	( )
e) Desaprobado	12 ó menos	( )

Siendo las 11:00 horas del mismo día, el Jurado concluye el acto de sustentación confirmando su participación con la suscripción de la presente.

  
Presidente

  
Secretario

  
Vocal



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

Ley de Creación N° 29304

Universidad Licenciada con Resolución del Consejo Directivo N° 002-2018-SUNEDU/CD

## ACTA DE SUSTENTACIÓN

En la ciudad de Jaén, el día 15 de 11 del año 2019, siendo las 10:00 horas, se reunieron los integrantes del Jurado:

Presidente: Mg. Frank Fernández Rosillo

Secretario: Mg. Segundo Alipio Cruz Hoyos

Vocal: Msc. Wagner Colmenares Mayanga, para evaluar la Sustentación de:

- Trabajo de Investigación
- Tesis
- Trabajo de Suficiencia Profesional

Titulado: "Recubrimiento comestible a partir del mucílago del café (Coffea Arabica) para la conservación de manzanas"

presentado por Estudiante /Egresado o Bachiller Kamicee Flores Hirian Edelmira - Troyes Muñoz Ncudg de la Carrera Profesional de Ingeniería de Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional de Jaén.

Después de la sustentación y defensa, el Jurado acuerda:

- Aprobar
- Desaprobar
- Unanimidad
- Mayoría

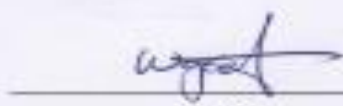
Con la siguiente mención:

a) Excelente	18, 19, 20	( )
b) Muy bueno	16, 17	( <u>16</u> )
c) Bueno	14, 15	( )
d) Regular	13	( )
e) Desaprobado	12 ó menos	( )

Siendo las 11:00 horas del mismo día, el Jurado concluye el acto de sustentación confirmando su participación con la suscripción de la presente.

  
Presidente

  
Secretario

  
Vocal

## ÍNDICE

I.	INTRODUCCIÓN.....	1
II.	OBJETIVOS.....	4
2.1.	Objetivo General .....	4
2.2.	Objetivos Específicos .....	4
III.	MATERIALES Y MÉTODOS .....	5
3.1.	Lugar De Ejecución .....	5
3.2.	Población y Muestra .....	5
3.2.1.	Población .....	5
3.2.2.	Muestra .....	5
3.3.	Materiales .....	5
3.3.1.	Materia prima .....	5
3.3.2.	Materiales .....	5
3.3.3.	Aditivos Alimentarios .....	6
3.3.4.	Equipos de Laboratorio .....	6
3.3.5.	Materiales de Laboratorio .....	6
3.3.6.	Reactivos.....	7
3.4.	Métodos .....	7
3.4.1.	Análisis fisicoquímico del mucilago del café .....	7
3.4.2.	Obtención del recubrimiento comestible .....	8
3.4.3.	Caracterización del Recubrimiento Comestible .....	10
3.4.4.	Análisis fisicoquímicos de manza red deliciosos.....	12
3.4.5.	Análisis sensorial de manzana red delicious .....	13
3.4.6.	Aplicación del recubrimiento comestible .....	13
3.4.7.	Evaluación fisicoquímica durante el periodo de almacenamiento .....	15
3.4.8.	Evaluación microbiológico.....	15
3.4.9.	Análisis sensorial.....	16
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIONES .....	18
4.1.	Elaboración y caracterización del recubrimiento comestible a diferentes formulaciones. ....	18
4.1.1.	Análisis fisicoquímico de mucilago del café.....	18
4.1.2.	Caracterización del Recubrimiento Comestible .....	19
4.2.	Aplicación de las diferentes formulaciones del RC en manza Red Delicious .....	22

4.2.1. Análisis fisicoquímicos de manzana red deliciosa .....	23
4.2.2. Análisis sensorial de manzana red deliciosa .....	23
4.3. Evaluación fisicoquímica, microbiológica y sensorial de manzana red deliciosa con RC durante el tiempo de almacenamiento. ....	24
4.3.1. Evaluación fisicoquímica de manzanas red deliciosa con RC. ....	24
4.3.1.1. Pérdida de peso .....	24
4.3.1.2. Análisis de sólidos solubles .....	27
4.3.1.3. Análisis del PH .....	30
4.3.1.4. Análisis de ácidos titulables.....	32
4.3.1.5. Índice de madurez de la manzana Red Delicious .....	34
4.3.1. Evaluación microbiológica de manzana red deliciosa con RC.....	36
4.3.2. Evaluación sensorial de manzana red deliciosa con RC.....	37
4.3.2.1. Análisis de color .....	38
4.3.2.2. Análisis del olor .....	39
4.3.2.3. Análisis de textura.....	41
4.3.2.4. Análisis de apariencia.....	42
4.3.2.5. Análisis de sabor .....	44
4.3.2.6. Análisis de agrado .....	45
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	47
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	49
AGRADECIMIENTO .....	54
DEDICATORIA .....	55
ANEXOS.....	56

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>TABLA 1.</b> ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DEL MUCILAGO DE CAFÉ _____	7
<b>TABLA 2.</b> ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DE LA MANZANA RED DELICIOUS. _____	12
<b>TABLA 3.</b> ANÁLISIS SENSORIAL DE MANZANA RED DELICIOUS _____	13
<b>TABLA 4.</b> ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DE MUCILAGO DEL CAFÉ _____	18
<b>TABLA 5.</b> ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DEL RECUBRIMIENTO COMESTIBLE EN SUS DIFERENTES FORMULACIONES. ____	19
<b>TABLA 6.</b> ANÁLISIS DE HUMEDAD DEL RECUBRIMIENTO COMESTIBLE EN SUS DIFERENTES FORMULACIONES. ____	19
<b>TABLA 7.</b> GRAMAJE DEL RECUBRIMIENTO COMESTIBLE EN SUS DIFERENTES FORMULACIONES. _____	20
<b>TABLA 8.</b> ESPESOR DEL RECUBRIMIENTO COMESTIBLE EN SUS DIFERENTES FORMULACIONES _____	21
<b>TABLA 9.</b> PESO APARENTE DEL RECUBRIMIENTO COMESTIBLE EN SUS DIFERENTES FORMULACIONES. _____	22
<b>TABLA 10.</b> EVALUACIÓN FÍSICOQUÍMICA DE LA MANZANA RED DELICIOUS. _____	23
<b>TABLA 11.</b> EVALUACIÓN SENSORIAL DE LAS MANZANAS RED DELICIOUS _____	23
<b>TABLA 12.</b> EVALUACIÓN PORCENTUAL DE PÉRDIDA DE PESO EN MANZANAS RED DELICIOUS CON RC EN DIFERENTES FORMULACIONES. _____	25
<b>TABLA 13.</b> ANÁLISIS DE VARIANZA PARA PÉRDIDA DE PESO (%) - SUMA DE CUADRADOS TIPO III. _____	26
<b>TABLA 14.</b> PRUEBAS DE MÚLTIPLES RANGOS PARA PÉRDIDA DE PESO POR TRATAMIENTO. _____	26
<b>TABLA 15.</b> REGISTRO DE °BRIX DE MANZANA RED DELICIOUS CON RC EN DIFERENTES FORMULACIONES _____	27
<b>TABLA 16.</b> ANÁLISIS DE VARIANZA PARA °BRIX - SUMA DE CUADRADOS TIPO III. _____	28
<b>TABLA 17.</b> PRUEBAS DE MÚLTIPLES RANGOS PARA °BRIX POR TRATAMIENTO. _____	29
<b>TABLA 18.</b> REGISTRO DE PH DE MANZANAS RED DELICIOUS CON RC EN DIFERENTES FORMULACIONES. _____	30
<b>TABLA 19.</b> ANÁLISIS DE VARIANZA PARA PH - SUMA DE CUADRADOS TIPO III. _____	31
<b>TABLA 20.</b> PRUEBAS DE MÚLTIPLES RANGOS PARA PH POR TRATAMIENTO. _____	31
<b>TABLA 21.</b> REGISTRO DE ACIDEZ TITULABLE EN MANZANAS RED DELICIOUS CON RC EN DIFERENTES FORMULACIONES. _____	32
<b>TABLA 22.</b> ANÁLISIS DE VARIANZA PARA ACIDEZ TITULABLE (%) - SUMA DE CUADRADOS TIPO III. _____	33
<b>TABLA 23.</b> PRUEBAS DE MÚLTIPLES RANGOS PARA ACIDEZ TITULABLE (%) POR TRATAMIENTO. _____	33
<b>TABLA 24.</b> REGISTRO DE ÍNDICE DE MADUREZ EN MANZANAS RED DELICIOUS CON RC EN DIFERENTES FORMULACIONES. _____	34
<b>TABLA 25.</b> ANÁLISIS DE VARIANZA PARA ÍNDICE DE MADUREZ - SUMA DE CUADRADOS TIPO III. _____	35
<b>TABLA 26.</b> PRUEBAS MÚLTIPLES RANGO PARA ÍNDICE DE MADUREZ POR FORMULACIÓN. _____	35
<b>TABLA 27.</b> CRITERIOS MICROBIOLÓGICOS EN MANZANAS RED DELICIOUS CON RC EN SUS DIFERENTES FORMULACIONES DESPUÉS DE 15 DE ALMACENAMIENTO. _____	37
<b>TABLA 28.</b> TABLA ANOVA PARA EL COLOR _____	38
<b>TABLA 29.</b> PRUEBAS DE MÚLTIPLES RANGOS PARA EL COLOR. _____	38
<b>TABLA 30.</b> TABLA ANOVA PARA EL COLOR. _____	39
<b>TABLA 31.</b> PRUEBAS DE MÚLTIPLES RANGOS PARA EL OLOR. _____	40
<b>TABLA 32.</b> TABLA ANOVA PARA LA TEXTURA _____	41
<b>TABLA 33.</b> PRUEBAS DE MÚLTIPLES RANGOS PARA LA TEXTURA. _____	41
<b>TABLA 34.</b> TABLA ANOVA PARA LA APARIENCIA. _____	42
<b>TABLA 35.</b> PRUEBAS DE MÚLTIPLES RANGOS PARA LA APARIENCIA. _____	43
<b>TABLA 36.</b> TABLA ANOVA PARA EL SABOR. _____	44
<b>TABLA 37.</b> PRUEBAS DE MÚLTIPLES RANGOS PARA EL SABOR. _____	44
<b>TABLA 38.</b> TABLA ANOVA PARA EL AGRADO. _____	45
<b>TABLA 39.</b> PRUEBAS DE MÚLTIPLES RANGOS PARA EL AGRADO. _____	46

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>FIGURA 1.</b> DIAGRAMA DE FLUJO PARA LA OBTENCIÓN DEL RECUBRIMIENTO COMESTIBLE. _____	9
<b>FIGURA 2.</b> DIAGRAMA DE FLUJO PARA EL ACONDICIONAMIENTO Y RECUBRIMIENTO DE MANZANAS RED DELICIOUS. _____	14
<b>FIGURA 3.</b> MÉTODO TUKEY 95.0% - PÉRDIDA DE PESO _____	27
<b>FIGURA 4.</b> MÉTODO TUKEY 95. % - BRIX _____	29
<b>FIGURA 5.</b> MÉTODO DE TUKEY 95.0 % - PH _____	32
<b>FIGURA 6.</b> MÉTODO TUKEY 95.0 % - ACIDEZ TITULABLE. _____	34
<b>FIGURA 7.</b> MÉTODO TUKEY 95.0 % - INDICE DE MADUREZ _____	36
<b>FIGURA 8.</b> MÉTODO TUKEY 95.0 % - COLOR _____	39
<b>FIGURA 9.</b> MÉTODO TUKEY 95.0 % - OLOR _____	40
<b>FIGURA 10.</b> MÉTODO TUKEY 95 % - TEXTURA _____	42
<b>FIGURA 11.</b> MÉTODO TUKEY 95 % - APARIENCIA _____	43
<b>FIGURA 12.</b> MÉTODO TUKEY 95 % - SABOR _____	45
<b>FIGURA 13.</b> MÉTODO TUKEY 95 % - AGRADO. _____	46

## RESUMEN

El objetivo de la investigación fue determinar la formulación de un recubrimiento comestible a partir del aprovechamiento del mucílago del café y su aplicación en la conservación de manzanas Red Delicious. Se realizó formulaciones de mucilago y gelatina en las siguientes proporciones (F1: 94 y 6%; F2: 92 y 8%; F3: 90 y 10%; F4: 88 y 12%). La aplicación se realizó por inmersión de las manzanas en cada una de las formulaciones preparadas durante 1 minuto, se secaron a temperatura ambiente y se almacenaron 15 días en las mismas condiciones. En este periodo se evaluó características fisicoquímicas (Pérdida de peso, °Brix, Ph, acidez titulable, e índice de madurez), además se realizó un análisis microbiológico y sensorial al final del tiempo de almacenamiento. Las características fisicoquímicas y sensoriales se evaluaron mediante un análisis de varianza, usando un ANOVA y la prueba Tukey 95%. Los resultados mostraron que la aplicación del RC en sus diferentes formulaciones ayuda a controlar las características fisicoquímicas y es microbiológicamente seguro su aplicación. Por último, el análisis sensorial mostró que la formulación F1 presenta mejor aceptación, según la Prueba de Tukey a un nivel de confianza del 95%. Esta formulación no altera las características sensoriales, retrasa la maduración y deterioro, preserva sus atributos comerciales y alimenticios.

Palabras Claves: mucílago de café, gelatina, recubrimiento comestible, manzana red Delicious.



## **ABSTRACT**

The objective of the research was to determine the formulation of an edible coating based on the use of the coffee mucilage and its application in the preservation of Red Delicious apples. Formulations of mucilage and gelatin were performed in the following proportions (F1: 94 and 6%; F2: 92 and 8%; F3: 90 and 10%; F4: 88 and 12%). The application was made by dipping the apples in each of the formulations prepared for 1 minute, dried at room temperature and stored 15 days under the same conditions. In this period, physicochemical characteristics (Weight loss, ° Brix, Ph, titratable acidity, and maturity index) were evaluated, and a microbiological and sensory analysis was performed at the end of the storage time. The physicochemical and sensory characteristics were evaluated by means of a variance analysis, using an ANOVA and the Tukey test 95%. The results showed that the application of RC in its different formulations helps to control the physicochemical characteristics and its application is microbiologically safe. Finally, the sensory analysis showed that the F1 formulation, presents better acceptance according to the Tukey Test at a 95% confidence level. This formulation does not alter the sensory characteristics, delays maturation and deterioration, preserves its commercial and nutritional attributes.

Keywords: coffee mucilage, gelatin, edible coating, red Delicious apple.

## I. INTRODUCCIÓN

El café es el principal producto agrícola de exportación en el Perú, a pesar de su importancia reconocida, el impacto ambiental ocasionado por los residuos de la industria cafetalera se ha incrementado drásticamente, debido al rápido desarrollo industrial que ha tenido en los últimos años. De hecho, los desechos del fruto que representan alrededor de 95 % del total del peso del grano, son una fuente importante de contaminación y desde hace algún tiempo estos residuos se han aprovechado como materia prima para la producción de piensos, bebidas, vinagre, biogás, cafeína, pectina, entre otros.

Entre los desechos del café destaca la pulpa, la cual cuenta con mucílago, compuesto heterogéneo con propiedades viscosantes y gelificantes; razón por la cual se ha determinado en diversos estudios su utilización en formulaciones de productos alimenticios. Del mucílago de café, según (Rathinavelu. R y Graziosi G., 2005) puede obtenerse los siguientes productos (pectinas, azúcares naturales, compuestos antioxidantes y flavonoides). El mucílago del café, pero más en especial la pulpa, no es todas pectinas o protopectinas; contiene también una serie de azúcares eslabonados y las sustancias químicas polifenólicas, antocianinas, proantocianinas, y cianuros, bioflavonoides y taninos, además, por supuesto, de cafeína y ácidos clorogénicos. Estas sustancias pueden combinarse de varias maneras para hacer una serie de aditivos de los alimentos que pueden tener interés para la industria del ‘alimento saludable’.

Un alimento saludable, incluyen frutas y vegetales, es una constante en la sociedad actual. Los consumidores demandan alimentos frescos y saludables puesto que les proporcionan nutrientes necesarios para su alimentación. Las frutas y vegetales son una fuente importante de vitaminas, minerales, y otros compuestos bioactivos que presentan propiedades antioxidantes (Corbo et al, 2015).

Para la conservación de frutas y vegetales, se utilizan películas y recubrimientos comestibles como alternativa prometedora para mejorar su calidad durante su procesado y conservación. (Ancos, et al., 2015), “Los recubrimientos y películas comestibles están constituidos por finas películas de polímeros naturales (polisacáridos, proteínas animales y vegetales, lípidos)

biodegradables, por lo que es una tecnología respetuosa con el medio ambiente que responde a la demanda creciente por parte de los consumidores de alimentos naturales, seguros, saludables y obtenidos mediante un procesado mínimo”.

En la actualidad los recubrimientos comestibles se obtienen a partir de mucilagos de plantas y vegetales. Los mucílagos son polisacáridos heterogéneos, formados por diferentes azúcares y en general ácidos urónicos. Se caracterizan por formar disoluciones coloidales viscosas: geles en agua.

Allegra et al., 2016. Emplearon el mucílago del nopal (*Opuntia ficus-indica*) para el desarrollo de un RC (Recubrimiento Comestible) aplicado en kiwi de IV gamma almacenado en refrigeración durante 12 días. Al final del análisis, los productos recubiertos presentaron mayor firmeza que los sin recubrir, Además no se reportaron cambios en la aceptación del sabor de la muestra.

En un estudio se combinó gel de Aloe vera, ácido acético y ascórbico en diversas concentraciones y de manera individual como en conjunto para la formulación de los RC. El crecimiento de microorganismos fue reducido y cambios en el sabor y aroma no fueron detectados en los análisis sensoriales. Por otra parte, se observaron retenciones e incrementos de los niveles de antocianinas y fenoles totales en granada de IV recubierta, así como reducciones en la producción de CO<sub>2</sub>, e incrementos en la concentración de O<sub>2</sub>, al ser comparados con muestras control (tratamiento con agua) (Martínez- Romero et al., 2013).

Fai, et al. (2016), reportaron el uso y revalorización de residuos de industrias alimenticias, en la preparación de un RC a partir de harina de residuos de frutas y vegetales previamente tratados, para la aplicación en zanahoria de IV gama rallada (ZR) y cortada (ZC). Se reportaron que las muestras de ZR presentaron mejor coloración característica del producto que las de ZC durante el tiempo de almacenamiento. Además, al comparar las muestras de ZR tratadas y el control, se evidenciaron menores pérdidas de peso en el producto recubierto.

Fonseca, Calderón, & Rivera (2014), en su investigación Capacidad Antioxidante y Contenido de Fenoles Totales en Café y Subproductos del Café Producido y Comercializado en Norte de Santander (Colombia) su objetivo fue evaluar la capacidad antioxidante y determinar el contenido de fenoles totales en el café producido y en sus residuos o subproductos. Concluyo que todas las muestras presentaron capacidad antioxidante y fenoles totales, incluidos los residuos del procesamiento del café tales como el pergamino, la cáscara y la pulpa de la cereza. Por lo tanto, se confirma el potencial de los residuos de café como fuentes naturales de antioxidantes. Esta investigación reporta por primera vez propiedades antioxidantes en el pergamino y en cafés especiales.

En línea con los párrafos anteriores, el presente trabajo de investigación tuvo como finalidad desarrollar un recubrimiento comestible, a partir del mucilago de café y aprovechar sus propiedades antioxidantes para aplicarlo en la conservación de manzanas. Y al mismo tiempo generar material científico con posibles soluciones de manejo de los subproductos de post cosecha del café en la provincia de Jaén, zona con mayor participación de producción de café en el país.

## **II. OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivo General**

Determinar la formulación de un recubrimiento comestible a partir del aprovechamiento del mucílago del café y su aplicación en la conservación de manzanas Red Delicious.

### **2.2. Objetivos Específicos**

- ✓ Elaboración y caracterización del recubrimiento comestible en diferentes formulaciones.
- ✓ Aplicación de las diferentes formulaciones del recubrimiento comestible en manzana Red Delicious
- ✓ Evaluación fisicoquímica, microbiológica y sensorial de manzanas con recubrimiento comestible durante el tiempo de almacenamiento.

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. Lugar De Ejecución**

La presente investigación se realizó en los laboratorios de la Facultad de Ingeniería de Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional de Jaén.

#### **3.2. Población y Muestra**

##### **3.2.1. Población**

###### **- Mucílago de café**

500 litros de mucílago obtenidos del fermentado de granos de café de la Finca Wilder Garcia Bravo a 1780 – 2000 msnm, ubicado en el Centro Poblado el Huaco - Distrito de Huabal - Provincia de Jaén - Departamento de Cajamarca.

##### **3.2.2. Muestra**

###### **- Mucílago de café**

3 litros de mucílago tomado del proceso de fermentado de granos de café de la Finca Wilder Garcia.

#### **3.3. Materiales**

##### **3.3.1. Materia prima**

- ✓ Mucílago del café (*Coffea Arábica*)
- ✓ Manzana Red Delicious

##### **3.3.2. Materiales**

- ✓ 02 Cuchillos
- ✓ Tela Organza
- ✓ 4 botellas de vidrio 1L
- ✓ Guantes quirúrgicos
- ✓ 04 bandejas plásticas medianas.
- ✓ 1 balde de plástico.

### **3.3.3. Aditivos Alimentarios**

- ✓ Gelatina

### **3.3.4. Equipos de Laboratorio**

- ✓ Autoclave.
- ✓ Balaza analítica
- ✓ Balanza gramera
- ✓ Baño Maria.
- ✓ Cocina eléctrica.
- ✓ Centrífuga.
- ✓ Estufa
- ✓ Equipo de titulación.
- ✓ Incubadora.
- ✓ Ph-metro.
- ✓ Refractómetro Mettler.
- ✓ Refrigeradora

### **3.3.5. Materiales de Laboratorio**

- ✓ Bagueta o varilla de agitación.
- ✓ Buretas de 20 y 50 ml, respectivamente.
- ✓ Crisoles.
- ✓ Cronómetro.
- ✓ Cuchillos de acero inoxidable.
- ✓ Espátulas.
- ✓ Embudos de vidrio
- ✓ Fiolas de 50, 100, 250 y 500 ml. respectivamente.
- ✓ Luna de Reloj
- ✓ Matraces Erlenmeyer de 100, 250 y 500 ml. respectivamente.
- ✓ Mortero.
- ✓ Picetas.
- ✓ Pinzas metálicas.

- ✓ Pipetas aforadas de 17,6 ml.
- ✓ Pipetas de 0,5; 2; 5; 10 ml. respectivamente.
- ✓ Placas Petri.
- ✓ Probetas de 10, 50, 100 y 250 ml. respectivamente.
- ✓ Regla graduada.
- ✓ Termómetros de -10°C a 110°C.
- ✓ Tubos de ensayo.
- ✓ Tabla de picar.
- ✓ Vasos de precipitación de 25, 50, 100 y 500 ml. respectivamente.
- ✓ Vernier Digital.

### 3.3.6. Reactivos

- ✓ Agua destilada.
- ✓ Fenolftaleína.
- ✓ Hidróxido de Sodio (NaOH) a 0,1 N.

### 3.4. Métodos

*Para dar respuesta al objetivo específico 1 se realizó lo siguiente:*

#### 3.4.1. Análisis fisicoquímico del mucílago del café

Se realizaron los análisis que se detallan en la tabla: N°:1

**Tabla 1.**

*Análisis fisicoquímico del mucílago de café*

Análisis / Mucilago	Método	Nombre del Método
Análisis de PH	Directo	Ph - metro
Análisis de sólidos solubles	Directo	<sup>a</sup> Bx

*Nota. Elaboración propia (2019)*



### **Determinación del pH:**

- Se introduce el potenciómetro en la muestra a medir.
- Se espera 1 minuto hasta asegurar que la lectura se ha estabilizado
- El valor que marca es la medida.
- Se debe anotar la medida

### **Sólidos solubles o grados °Brix:**

- Se coloca 1-2 gotas del mucilago en el prisma del refractómetro Mettler y cerramos la tapa para que se repartir homogéneamente; sostenga el refractómetro bajo la luz solar y podrá ver la escala a través del ocular. Anotar la medida.

### **3.4.2. Obtención del recubrimiento comestible**

Para la obtención del recubrimiento comestible se siguieron las siguientes operaciones unitarias, respetando los parámetros detallados a continuación (Ver Figura 1).

#### **✓ Recepción y pesado**

Se recepcionó el mucílago, se pesó en una balanza gramera.

#### **✓ Filtrado**

Se realizó el filtrado a través de una tela organza, para la separación de sólidos orgánicos.

#### **✓ Centrifugado.**

Se realizó el centrifugado de 5000 rpm por un tiempo de 5 min.

#### **✓ Refrigeración**

Se conservó en refrigeración a una temperatura de 2 °C para evitar se acidifique el mucilago.

#### **✓ Pasteurización.**

Se realizó una pasteurización a 90°C por 10 min, luego se mantiene a una temperatura de 45°C para realizar las formulaciones con la gelatina.

✓ **Formulaciones**

**F1:** Se utilizó 94% de mucílago de café centrifugado y pasteurizado + 6 % de gelatina.

**F2:** Se utilizó 92% de mucílago de café centrifugado y pasteurizado + 8 % de gelatina.

**F3:** Se utilizó 90% de mucílago de café centrifugado y pasteurizado + 10 % de gelatina.

**F4:** Se utilizó 88 % de mucílago de café centrifugado y pasteurizado + 12 % de gelatina.

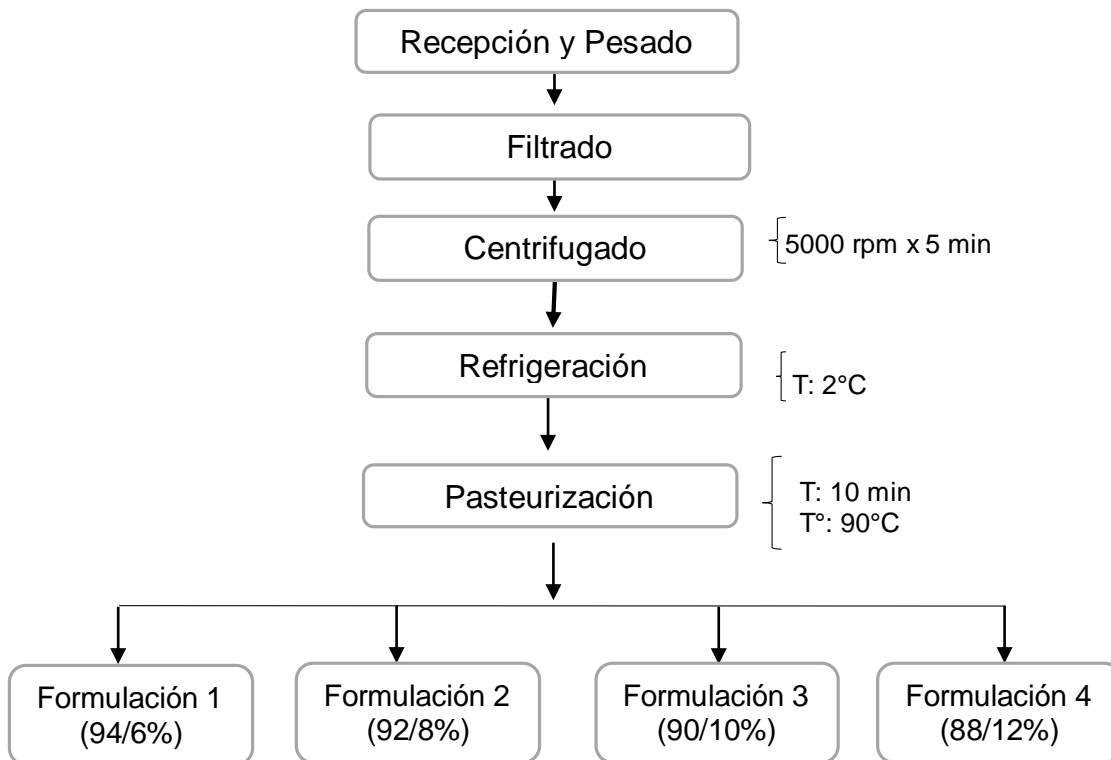
Se agitó cada concentración por 10 minutos hasta lograr un mezcla homogénea.

✓ **Recubrimiento comestible**

Finalmente se obtiene el recubrimiento comestible en estado líquido.

**Figura 1.**

Diagrama de flujo para la obtención del recubrimiento comestible.



*Nota. Elaboración Propia (2019)*

### 3.4.3. Caracterización del Recubrimiento Comestible

#### 3.4.3.1. Análisis fisicoquímico del RC

- **Análisis de Ph**
- **Análisis de solidos solubles**
- **Porcentaje de humedad:**

Se realiza la determinación de la humedad de un alimento por un método gravimétrico.

1. Calentar la estufa x 15 min a 105°C
2. Se pesan 5 gramos de muestra en una capsula y se coloca en el desecador x 10 min (para eliminar humedad que pudo tomar lamuestra del ambiente)
3. Colocar la muestra en la estufa x 2 h a 105°C
4. Sacar la muestra y colocar en el desecador hasta que enfrie
5. Pesar
6. Si hay mucha variacion, colocar x 1h mas en la estufa, hasta q el peso sea constante.

El contenido en agua de la muestra se calcula por diferencia de peso y se expresa en % de humedad (g de H<sub>2</sub>O/100 g de muestra):

$$\% \text{Humedad} = \frac{\text{Peso de agua en la muestra} \times 100}{\text{Peso de la muestra húmeda}}$$

- **Determinación del gramaje**
  - ✓ Cortar tres muestras por formulación, las cuales deben presentar las mismas dimensiones (largo x ancho: 2 cm x 2 cm).
  - ✓ Pesar las fracciones de recubrimiento.
  - ✓ Calcular el valor promedio de las tres muestras y expresar dichos resultados en g/cm<sup>2</sup>.

$$G = \frac{P}{A}$$

Donde:  $G = \text{Gramaje} \left( \frac{g}{\text{cm}^2} \right)$

$P = \text{Peso medio} (g)$

$A = \text{área de la muestra} (\text{cm}^2)$

- **Determinación del espesor**

El espesor del recubrimiento comestible se midió con un vernier o pie de rey (CALIBRADOR Vernier Caliper, Size: 0 – 150 mm/6”, KAMASA PROFESIONAL), haciéndose cuatro medidas de los recubrimientos de acuerdo a su respectiva formulación.

El espesor del recubrimiento se calculó como la media aritmética de las 4 medidas tomadas.

- **Determinación de peso específico aparente**

Esto se calcula a partir del gramaje y espesor, calculados anteriormente. Utilizando la siguiente fórmula.

$$Pe = \frac{G}{E}$$

Donde:  $Pe = \text{Peso específico } (\frac{g}{cm^3})$

$G = \text{Gramaje } (\frac{g}{cm^2})$

$E = \text{Espesor de la muestra (mm)}$

***Para dar respuesta al objetivo específico 2 se realizó lo siguiente:***

Para realizar la evaluación sensorial y fisicoquímica del estado de las manzanas utilizadas en este estudio, se tomo como referencia la ficha técnica utilizada por la OSCE (Organismo Supervisor de las Contrataciones del Estado), ficha se adjunta en anexos.

### 3.4.4. Análisis fisicoquímicos de manza red deliciosos

**Tabla 2.**

*Análisis fisicoquímico de la manzana Red Delicious.*

Análisis/ Manzanas	Método	Nombre del equipo
Análisis de acidez titulable	Método 947.05 A.O.A.C. (2010)	-
Análisis de PH	Directo	Ph-metro
Análisis de solidos solubles	Directo	<sup>a</sup> Bx
Índice de madurez	Directo	-

*Nota. Elaboración propia (2019)*

Para el análisis de Ph y solidos solubles, repetir los pasos a seguir del punto 3.4.1.

- **Determinación de la Acidez:**
- Se pesa 5 gr de muestra y se disuelve con 50 ml de agua destilada en un matraz Erlenmeyer y añadimos 3 gotas de fenolftaleína.
- Se hace una titulación rápida con *NaOH* 0.1N.
- Se determina según la siguiente fórmula el porcentaje de acidez según el volumen gastado.

$$\% \text{ Acidez} = 100 \left( \frac{N \cdot V \cdot peX}{W} \right)$$

*N: normalidad de la solución de NaOH*

*V: ml de NaOH gastados en la titulación*

*peX: peso mili equivalente del ácido organico X*

*W: peso de la muestra con 4 cifras decimales*

- **Índice de madurez:**

El índice de madurez es el indicador químico que con mayor frecuencia se ha utilizado para determinar la madurez mínima exigible para iniciar la recolección de frutos. Se puede calcular a través de:

$$\text{Índice de madurez} = \frac{^{\circ}\text{Brix}}{\text{Acidez}}$$

### 3.4.5. Análisis sensorial de manzana red delicious

**Tabla 3.**

*Análisis sensorial de manzana Red Delicious*

Análisis	Método
Sabor	
Olor	
Color	Análisis sensorial, por investigador.
Textura	
Apariencia	

*Nota. Elaboración propia (2019)*

### 3.4.6. Aplicación del recubrimiento comestible

- **Recepción y pesado de Manzanas**

La materia prima que se utilizó fueron manzanas de la variedad **Red Delicious** adquirida en el mercado mayorista de Jaén.

- **Selección y clasificado**

Las manzanas fueron seleccionadas en base a un color, peso, estado de madurez, tamaño uniforme, ausencia de daños mecánicos.

- **Lavado y desinfección**

Antes de aplicar el RC, las manzanas fueron lavadas y desinfectadas con una disolución de hipoclorito sódico (50 PPM) y secada a temperatura ambiente.

- **Aplicación de película comestible – Inmersión.**

Las manzanas fueron inmersas dentro de cada una de las formulaciones por 1 minutos respectivamente hasta que se formó una capa de recubrimiento por toda la superficie de la manzana.

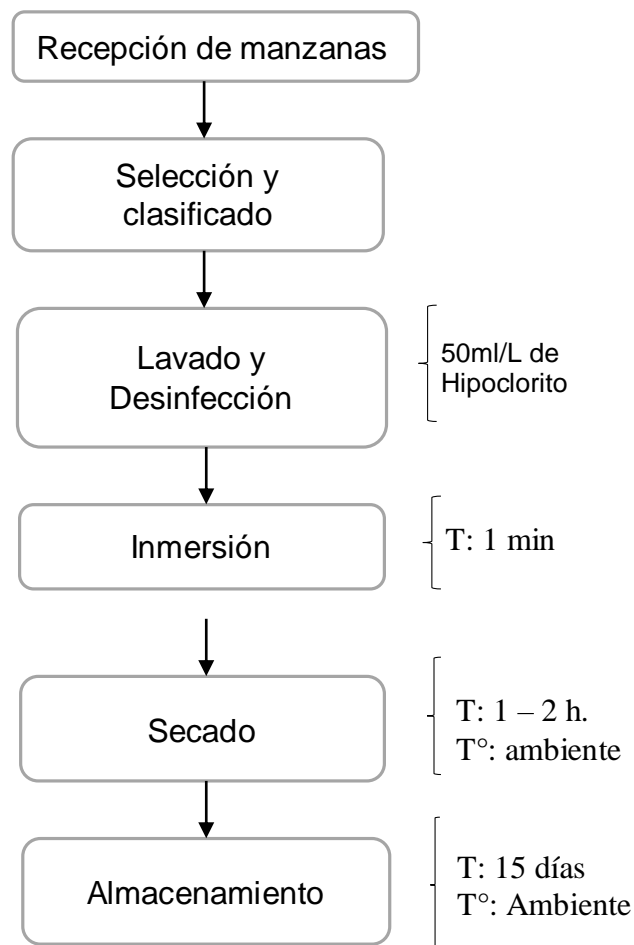
- **Secado.**

Las manzanas con RC fueron secadas a temperatura ambiente por un lapso de 1 – 2 horas.

- **Almacenado.** A temperatura ambiente.

**Figura 2.**

*Diagrama de flujo para el acondicionamiento y recubrimiento de manzanas Red Delicious.*



*Nota. Elaboración propia (2019)*

*Para dar respuesta al objetivo específico 3 se realizó lo siguiente:*

#### **3.4.7. Evaluación fisicoquímica durante el periodo de almacenamiento**

Estas pruebas se realizaron en un periodo de 14 días, cada 2 días respectivamente:

Para el análisis del pH, acidez titulable, °Brix y índice de madurez, repetir métodos del *punto 3.4.1.*

**pérdida de peso:** Se evaluó por el método gravimétrico, utilizando una balanza analítica con una sensibilidad de 0,01 g. Se registraron los pesos iniciales de cada manzana, y la evolución de los mismos en el periodo de tiempo establecido de la investigación.

Además, los resultados encontrados en los días de evaluación se analizaron estadísticamente utilizando el programa **Statgraphics**, se compararon los datos mediante un análisis de varianza, usando un ANOVA Multifactorial, con las siguientes pruebas:

- Las pruebas-F en la tabla ANOVA, permitirán identificar los factores significativos. Para esto se usará el *Método Suma de Cuadrados Tipo III.*
- Las Pruebas de Rangos Múltiples. Indican cuales medias son significativamente diferentes de otras. Para esto se usará el *Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD.*

#### **3.4.8. Evaluación microbiológica.**

Este análisis se realizó en el laboratorio de Microbiología de la Facultad de Tecnología Médica de la Universidad Nacional de Jaén. Se hizo uso del método de ensayo de Petri Film, determinando los tipos de microorganismos (Aeróbios totales, Coliformes Totales, *E. coli*, Mohos y Levaduras). Donde el recuento de Coliformes Totales y *E. coli* está basada en la Técnica PETRIFILM® A.O.A.C Official Method 991.14 o 998.08; el recuento de Aeróbios Mesófilos, basada en la Técnica PETRIFILM® A.O.A.C Official Method 990.12; y finalmente el recuento de Mohos y Levaduras, bajo la Técnica PETRIFILM® A.O.A.C Official Method 997.02.

El método de ensayo de Petri Film, consiste en lo siguiente:



- A. Preparar una dilución de la muestra de 1:10
  - En una botella estéril apropiada, se agrega 90 ml de solución salina 0,9%
  - Luego, incorporar 10 g de las diferentes concentraciones de film en cada frasco conteniendo los 90 ml de solución salina 0,9%.
  - Mezclar y homogenizar la muestra.
- B. De cada muestra de dilución se procede a realizar la siembra en los diferente petrifilm. Inocular 1 ml de la dilución y colocar al centro aproximadamente del film interior.
- C. Soltar el film superior y dejarlo caer.
- D. Luego colocar el aplicador en el film superior bien centrado sobre el inóculo. Aplicar presión de manera suave sobre el aplicador para distribuir el inóculo por toda la zona circular.
- E. Enseguida, levantar el aplicador y esperar 1 minuto para que se solidifique el gel.
- F. Incubar las placas Petrifilm a 35°C +/- 1°C durante 48 +/-2 horas para aeróbios viables y E. coli, para mohos y levaduras incubar a 20°C – 25°C por 3 – 5 días.

#### 3.4.9. Análisis sensorial

Al final del tiempo de almacenamiento se realizó el análisis sensorial, utilizando pruebas afectivas (PRUEBA DE ACEPTACIÓN, 30 panelistas) donde el panelista no entrenado nos expresara su nivel de agrado, aceptación y preferencia del producto. A cada descriptor se le asigna un rango o intervalo numérico, y el panelista debe calificar en este intervalo. La escala puede ser estructurada (con valores intermedios en la escala) o no estructurada (que contiene solo los valores extremos del intervalo).

Para el análisis estadístico de las muestras, se utilizó un ANOVA y las Pruebas de Rangos Múltiples, para indicar cuales medias son significativamente diferentes de otras, se utilizó el **Método: 95.0 % Tukey HSD**.

Según Hernandez (2005) Las pruebas de aceptación se utilizan en los siguientes casos: Desarrollo de nuevos productos; Cambiar tecnología; Mejorar los productos,

Reducir costos, Medir el tiempo de vida útil de los productos y la aceptación. Además, los resultados son analizados estadísticamente mediante el ANOVA.

Tras la comprobación de que existan diferencias significativas entre las muestras, se aplica un método de comparaciones múltiples que se llama Test HSD (honestly significant difference) de Tukey. Dicho Test fue creado por John W. Tukey. El Test de Tukey es un test de comparaciones múltiples, que permite comparar las medias de los  $t$  niveles de un factor después de haber rechazado la hipótesis nula de igualdad de medias mediante la técnica del ANOVA (Marful, 2018, p. 40).

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

Después de aplicada la metodología descrita anteriormente, obtuvimos los siguientes resultados.

### 4.1. Elaboración y caracterización del recubrimiento comestible a diferentes formulaciones.

Este subcapítulo, contiene la primera parte de los resultados del trabajo de investigación y tiene como finalidad abordar y dar cumplimiento al objetivo específico N° 1, a través de analizar las características fisicoquímicas del mucilago de café como materia prima, elaboración y caracterización de los recubrimientos comestibles.

#### 4.1.1. Análisis fisicoquímico de mucílago del café.

**Tabla 4.**

*Análisis fisicoquímico de mucílago del café*

Análisis	Resultado
°Brix	10.5
Ph	3.9

Nota. *Elaboración Propia (2019)*

En la Tabla 4, se muestran los resultados del mucílago de café extraídos después de 42 horas de fermentación.

Los grados °Brix del mucílago de café fresco. Varían según el estado de maduración del café cerezo. En promedio, el mucilago del café pintón contiene 14.1 °Brix, el maduro 17,1 °Brix, y el sobre maduro 20,1°Brix. Los grados °Brix del mucilago de café fresco son un indicador de la madurez del grano despulpado. En la fermentación del café el pH del mucilago disminuye hasta un valor que depende del sistema y de la temperatura de fermentación. Posteriormente, el pH del mucílago de café fermentado aumenta debido a la fermentación del ácido láctico, a la eliminación del dióxido de carbono, a la producción de otros ácidos más débiles, a sales y sustancias básicas que se disuelven y por otras degradaciones. En general, valores de pH del mucilago fermentado entre 3,7 y 4,1 son adecuados y seguros para interrumpir la fermentación y lavar el café (Puerta, 2012).

#### 4.1.2. Caracterización del Recubrimiento Comestible

Los recubrimientos comestibles se elaboraron siguiendo el diagrama de flujo, mostrado en la parte de métodos.

A continuación, se muestran los resultados de la caracterización de los recubrimientos comestibles en sus diferentes formulaciones.

##### o Análisis de Ph y sólidos solubles

**Tabla 5.**

*Análisis fisicoquímico del recubrimiento comestible en sus diferentes formulaciones.*

Análisis	FORMULACIÓN			
	F <sub>1</sub>	F <sub>2</sub>	F <sub>3</sub>	F <sub>4</sub>
pH	4.2	4.3	4.4	4.5
° Brix	14.5	15	17.8	19

*Nota. Elaboración Propia (2019)*

Como se observa, los sólidos solubles (°Brix) del RC, por efecto de los porcentajes de concentraciones de mucilago y gelatina halló un rango de valores entre 14,5 y 19 °Brix. Sin embargo, se advierte un aumento importante en el ° °Brix, de los RC debido al aumento del porcentaje de gelatina en las formulaciones.

##### o Porcentaje de humedad

**Tabla 6.**

*Análisis de humedad del recubrimiento comestible en sus diferentes formulaciones.*

FORMULACIONES	HUMEDAD
F <sub>1</sub>	11.37%
F <sub>2</sub>	10.83%
F <sub>3</sub>	10.26%
F <sub>4</sub>	9.76%

*Nota. Elaboración propia (2019)*

El método más común para determinar el contenido de humedad es analíticamente a través de la pérdida de peso mediante el método de secado en mufla o estufa, donde el contenido de humedad se determina a partir del cambio de peso de la muestra después

de la evaporación del agua absorbida en el horno (Austin et al., 2013).

Teniendo en cuenta que la determinación de humedad por el método de mufla es un método muy extenso ya que en el protocolo existen actividades que pueden afectar dicha determinación como pueden ser la tara de crisoles, la manipulación de la muestra y el medio ambiente, los cuales son factores que influyen directamente en la determinación del porcentaje de humedad ocasionando mediciones del peso incorrectos (Sánchez, 2007).

Los porcentajes de humedad obtenidos del RC van desde (9,7% – 11,3%), mostrando valores más bajos las formulaciones que presentan mayor porcentaje de Gelatina en su formulación (F3 Y F4) debido al incremento de sólidos solubles. Estos valores guardan relación con los encontrados por Moncayo (2013), en sus tesis “Desarrollo de un recubrimiento comestible a partir de un biopolímero para prolongar la vida útil de frutas frescas”, en sus formulaciones utilizadas encontró porcentaje de humedad entre los rangos de (9,4% a 15.4%), las diferencias encontradas en su investigación se debe que existen diferencias significativas en el espesor al usar sorbitol o glicerol y al adicionar pectina, posiblemente por la estructura molecular de cada una, su efecto plastificante y el incremento de sólidos en la formulación.

#### o Determinación de gramaje

**Tabla 7.**

*Gramaje del recubrimiento comestible en sus diferentes formulaciones.*

<b>Formulaciones</b>	<b>Peso Promedio (g)</b>	<b>Area (cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Gramaje (g/cm<sup>2</sup>)</b>
<b>F<sub>1</sub></b>	0.0030 g	4 cm <sup>2</sup>	7.5 g/cm <sup>2</sup>
<b>F<sub>2</sub></b>	0.0041 g	4 cm <sup>2</sup>	10.25 g/cm <sup>2</sup>
<b>F<sub>3</sub></b>	0.0069 g	4 cm <sup>2</sup>	17.25 g/cm <sup>2</sup>
<b>F<sub>4</sub></b>	0.0111 g	4 cm <sup>2</sup>	27.75 g/cm <sup>2</sup>

*Nota. Elaboración Propia (2019)*

Según Robles (s.f.) afirma que el gramaje está directamente relacionado con la resistencia e intensidad de trasmisión de luz de los materiales. Un mejor gramaje ofrece una mejor resistencia mecánica y una mejor barrera a la transmisión de luz.

Teniendo en cuenta estos mecanismos, los films y recubrimientos deben cumplir una serie de requerimientos para poder garantizar su efectividad y funcionalidad. Algunos de estos requerimientos son propiedades adecuadas para actuar como barrera, que mantenga el color y la apariencia del alimento, que garantice una serie de características mecánicas y comportamientos reológicos, y que se trate de compuestos no tóxicos para el ser humano (Dehghani et al., 2017; Ramos et al., 2012).

o **Determinación del espesor**

**Tabla 8.**

*Espesor del recubrimiento comestible en sus diferentes formulaciones*

<b>Formulaciones</b>	<b>Repeticiones (mm)</b>	<b>Promedio (um)</b>
<b>F<sub>1</sub></b>	0.003 mm	2.6 um
	0.0025 mm	
	0.003 mm	
	0.002 mm	
<b>F<sub>2</sub></b>	0.005 mm	5.5 um
	0.004 mm	
	0.005 mm	
	0.004 mm	
<b>F<sub>3</sub></b>	0.011 mm	10.5 um
	0.010 mm	
	0.010 mm	
	0.010 mm	
<b>F<sub>4</sub></b>	0.0125 mm	12.5 um
	0.0125 mm	
	0.0125 mm	
	0.0125 mm	

*Nota. Elaboración Propia (2019)*

La medida del espesor se realizó mediante el empleo de un vernier digital. Se realizaron 4 medidas en diferentes puntos de la película.

En un trabajo de investigación realizado por Zaritzky (s.f.) determino el espesor, para las diversas composiciones de film. Almidón de maíz (63,1 um), almidón de maíz con glicerol (44,4 um), almidón de maíz con quitosano (51,5 um), almidón de maíz con glicerol y quitosano (52,2, um) y quitosano (15,2 um).

El espesor hallado del RC en sus diferentes formulaciones, en el trabajo de investigación guarda relación con los encontrados por Zaritzky (s.f.).

o **Determinación de peso específico aparente**

**Tabla 9.**

*Peso aparente del recubrimiento comestible en sus diferentes formulaciones.*

<b>Formulaciones</b>	<b>Gramaje (g/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Espesor (mm)</b>	<b>Peso específico aparente (g/cm<sup>3</sup>)</b>
<b>F1</b>	<b>7.5 g/cm<sup>2</sup></b>	0.0026 mm	2.88 g/cm <sup>3</sup>
<b>F2</b>	<b>10.25 g/cm<sup>2</sup></b>	0.0055 mm	1.86 g/cm <sup>3</sup>
<b>F3</b>	<b>17.25 g/cm<sup>2</sup></b>	0.0105 mm	1.64g/cm <sup>3</sup>
<b>F4</b>	<b>27.75 g/cm<sup>2</sup></b>	0.0125 mm	2.22 g/cm <sup>3</sup>

*Nota. Elaboración propia (2019)*

**4.2. Aplicación de las diferentes formulaciones del RC en manzana Red Delicious**

Este subcapítulo, contiene la segunda parte de los resultados del trabajo de investigación y tiene como finalidad abordar y dar cumplimiento al objetivo específico N° 2, a través de analizar las características fisicoquímicas y sensoriales de las manzanas red delicious, utilizadas para la aplicación del RC en sus diferentes formulaciones, asimismo, los resultados sirven como punto de inicio para el análisis realizado durante el tiempo de almacenamiento.

#### 4.2.1. Análisis fisicoquímicos de manzana red deliciosos

**Tabla 10.**

*Evaluación fisicoquímica de la manzana Red Delicious.*

Análisis	Resultado
°Brix	11
Ph	4.6
Acidez titulable	0.20%
Índice de madurez	55

*Nota. Elaboración propia (2019)*

Los resultados obtenidos se ajustan a la ficha técnica utilizada por la OSCE, para la comercialización de manzanas red delicious frescas. El grado °Brix, Ph, acidez titulable e índice de madurez están dentro de los rangos establecidos por dicha norma.

Con respecto al valor del PH obtenido y su porcentaje de acidez, son valores que se ajustan a la evaluación sensorial, teniendo en cuenta que esta variedad de manzana presenta un sabor Dulce, con casi nada de ácido y es un alimento que está dentro de la clasificación de los productos poco ácidos.

#### 4.2.2. Análisis sensorial de manzana red deliciosos

**Tabla 11.**

*Evaluación sensorial de las manzanas Red Delicious*

Característica organoléptica	Evaluación
Sabor	Pulpa blanda dulce y aromática
Olor	Característico
Color	Rojo brillante
Textura	Firme

*Nota. Elaboración propia (2019)*



En la Tabla 11, de la evaluación organoléptica se determinó parámetros como el sabor dulce, olor característico, color rojo brillante, apariencia lisa y textura firme, datos importantes para realizar la evaluación de las manzanas con RC, en sus diferentes formulaciones durante el periodo de almacenamiento. Los datos encontrados guardan relación con la ficha técnica de la OSCE, para manzana red Delicious en su estado óptimo de comercialización.

Las manzanas son frutas climatéricas que continúan madurando después de separadas del árbol. Para su almacenamiento a largo plazo es mejor cosechar las manzanas antes del aumento climatérico de las tasas de respiración y producción de etileno. La aplicación de las tecnologías apropiadas para mantener la calidad depende del conocimiento de la estructura del fruto, la fisiología y las transformaciones metabólicas (Pech et al., 2013).

#### **4.3. Evaluación fisicoquímica, microbiológica y sensorial de manzana red delicious con RC durante el tiempo de almacenamiento.**

Este subcapítulo, contiene la tercera parte de los resultados del trabajo de investigación y tiene como finalidad abordar y dar cumplimiento al objetivo específico N° 3, a través de analizar las características fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales de las manzanas red delicious, con aplicación de RC en sus diferentes formulaciones, durante el tiempo de almacenamiento de estudio.

Las pruebas se realizaron en un período de 14 días (teniendo en cuenta el grado de madurez de la manzana).

##### **4.3.1. Evaluación fisicoquímica de manzanas red deliciosos con RC.**

###### **4.3.1.1. Pérdida de peso**

Se evaluó por el método gravimétrico, utilizando una balanza analítica con una sensibilidad de 0,01 g.

Se registraron los pesos iniciales de cada manzana, y la evolución de los mismos en el período de tiempo establecido de la investigación.

**Tabla 12.**

*Evaluación porcentual de pérdida de peso en manzanas Red Delicious con RC en diferentes formulaciones.*

ALMACENAMIENTO (días)	PÉRDIDA DE PESO (%)				
	Patrón (P)	F <sub>1</sub>	F <sub>2</sub>	F <sub>3</sub>	F <sub>4</sub>
0	0%	0%	0%	0.00%	0%
2	0.39%	0.36%	0.35%	0.32%	0.31%
4	0.77%	0.71%	0.68%	0.62%	0.61%
6	1.14%	1.05%	0.97%	0.93%	0.89%
8	1.50%	1.32%	1.23%	1.17%	1.16%
10	1.85%	1.55%	1.47%	1.40%	1.43%
12	2.18%	1.78%	1.71%	1.63%	1.68%
14	2.50%	2.00%	1.95%	1.84%	1.81%

*Nota. Elaboración Propia (2019)*

Las pérdidas de peso (%PP) fueron determinadas por gravimetría, mediante el registro de los pesos de cada manzana con RC en las diferentes concentraciones.

Los resultados nos muestran que la aplicación de RC nos ayuda a reducir de forma gradual la pérdida de peso. Los recubrimientos reducen la transferencia de vapor de agua (Dhall, 2013), además sellan pequeñas fisuras en el tejido. En comparación con los recubrimientos comestibles simples, los recubrimientos compuestos preservan de mejor manera la turgencia y reducen la pérdida de peso de las frutas (Han, 2014).

Los resultados obtenidos están relacionados con los presentados por del Valle et al., 2005 (14), quienes trabajaron con mucilago de cactus en fresas, así como los de Yaman et al., 2002 (35), quienes trabajaron con un recubrimiento comercial a base de polisacáridos y ácidos grasos en cerezas; obteniendo reducciones significativas en la pérdida de peso.

### **Análisis estadístico de pérdida de pesos**

Los datos de la Tabla 12 fueron sometidos a un análisis estadístico diseño de bloques al Azar con diferentes tratamientos y para compararlos se utilizó un análisis de

varianza, utilizando un ANOVA multifactorial, utilizando Pruebas-F en la tabla ANOVA, y la prueba de múltiples rangos con el método TUKEY con un nivel de confianza de 95 %.

**Tabla 13.**

*Análisis de varianza para pérdida de peso (%) - suma de cuadrados tipo III.*

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A:Trat	0.578011	4	0.144503	17.04	0.0000
B:Bloque	10.9167	6	1.81945	214.53	0.0000
RESIDUOS	0.203549	24	0.00848119		
TOTAL (CORREGIDO)	11.6982	34			

El análisis de varianza nos muestra que al menos en un par de tratamientos hay diferencia significativa a un nivel de significancia del 5% debido a que el valor P es menor a un  $\alpha=0.05$ . Para saber en que par de tratamiento hay diferencia significativa se realiza la prueba de Tukey 95%.

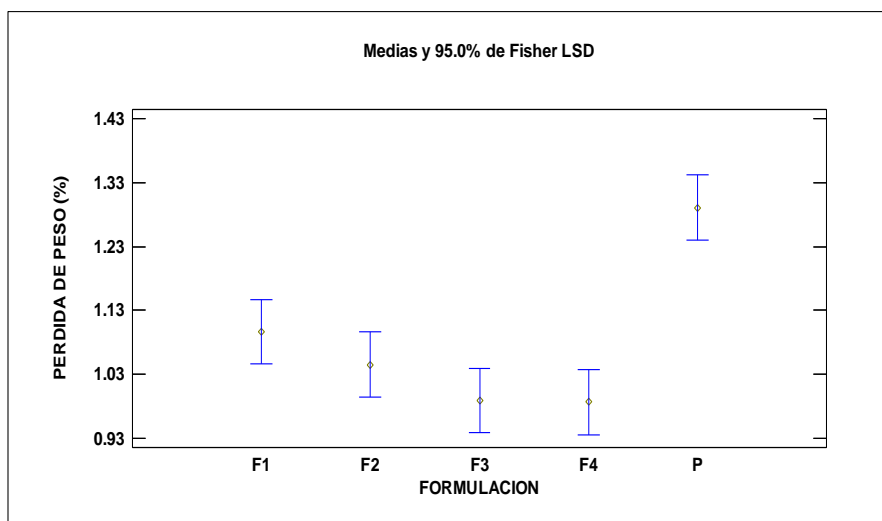
**Tabla 14.**

*Pruebas de múltiples rangos para pérdida de peso por tratamiento.*

Tratamiento	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
F4	7	1.12714	0.034808	X
F3	7	1.13	0.034808	X
F2	7	1.19429	0.034808	X
F1	7	1.25286	0.034808	X
P	7	1.47571	0.034808	X

Mediante el método TUKEY se determinó que los tratamientos F<sub>1</sub>, F<sub>2</sub>, F<sub>3</sub> y F<sub>4</sub> son igual de significativos y son mejores que el tratamiento P, podemos concluir que su aplicación ayuda a reducir la pérdida de peso en la manzana. Si bien cualquiera de estos 4 tratamientos puede ser usado, se debe analizar sus otras características fisicoquímicas y realizar la prueba de aceptabilidad sensorial para elegir el mejor tratamiento.

**Figura 3.**  
*Método TUKEY 95.0% - PÉRDIDA DE PESO*



Según la gráfica N° 1, el tratamiento P, presenta una diferencia significativa con los tratamientos F<sub>1</sub>, F<sub>2</sub>, F<sub>3</sub>, F<sub>4</sub>.

#### 4.3.1.2. Análisis de sólidos solubles

**Tabla 15.**  
*Registro de °Brix de manzana Red Delicious con RC en diferentes formulaciones*

ALMACENAMIENTO (días)	°BRIX				
	Patrón	F1	F2	F3	F4
0	11	11	11	11	11
2	11	11	11	11	11
4	12.2	11	11.5	11.5	11.5
6	12.6	11.5	11.5	11.5	11.5
8	12.6	12	11.8	11.8	12
10	12.8	12.4	12	12	12
12	13	12.4	12.2	12.5	12.3
14	13.5	13	12.5	12.5	12.3

*Nota. Elaboración Propia (2019)*

Durante la maduración de la manzana, el almidón se convierte en azúcares produciendo el aumento del contenido de sólidos solubles. En la tabla N° 15 se muestran los resultados obtenidos, utilizando RC ayuda a reducir la continuidad del proceso de maduración de la manzana, por lo tanto, retrae la producción de sólidos totales, hecho que no ocurre en el tratamiento patrón donde se muestra una

producción mayor de sólidos solubles. Se observa que entre el día 0 y el día 14 hubo un aumento progresivo en los valores de SST en el tratamiento patrón al variar de 11°Brix a 13.5 °Brix. Este aumento es debido a la hidrólisis de almidones propio del proceso de maduración de frutos climatéricos como la manzana.

Los análisis realizados mostraron una reducción significativa para sólidos solubles en las muestras con recubrimiento respecto al testigo. Esta tendencia podría estar relacionada con el retardo del proceso de maduración en las muestras con recubrimiento, debido a su acción protectora, comportamiento observado anteriormente por Castricini (2009).

### **Análisis de varianza del aumento de sólidos solubles**

**Tabla 16.**

*Análisis de varianza para °Brix - Suma de cuadrados tipo III.*

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFECTOS PRINCIPALES					
A:Trat	2.79829	4	0.699571	14.16	0.0000
B:Bloque	10.7514	6	1.7919	36.27	0.0000
RESIDUOS	1.18571	24	0.0494048		
TOTAL (CORREGIDO)	14.7354	34			

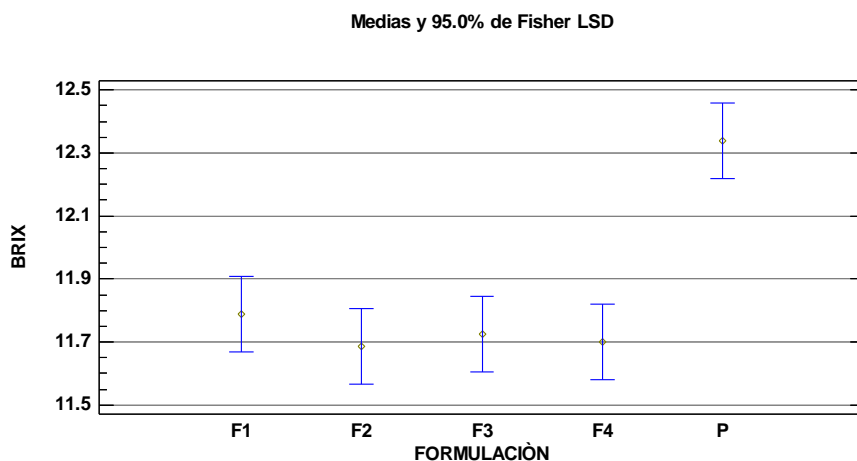
El análisis de varianza nos muestra que al menos en un par de tratamientos existe diferencia significativa a un nivel de significancia del 5%, debido a que el valor P es menor a un  $\alpha=0.05$ . Para saber que tratamientos existe diferencia significativa se realiza la prueba de Tukey 95%.

**Tabla 17.**  
*Pruebas de múltiples rangos para °Brix por tratamiento.*

Trat	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
F2	7	11.7857	0.0840109	X
F4	7	11.8	0.0840109	X
F3	7	11.8286	0.0840109	X
F1	7	11.9	0.0840109	X
P	7	12.5286	0.0840109	X

Mediante el método TUKEY se determinó que los tratamientos F<sub>1</sub>, F<sub>2</sub>, F<sub>3</sub> y F<sub>4</sub> son igual de significativos y son mejores que el tratamiento P, podemos concluir que su aplicación ayuda a retraer la velocidad de producción de sólidos solubles totales en la manzana. Si bien cualquiera de estos 4 tratamientos puede ser usado, se debe analizar otras características fisicoquímicas y realizar la prueba de aceptabilidad sensorial para elegir el mejor tratamiento.

**Figura 4.**  
*Método TUKEY 95. % - BRIX*



Según la gráfica N° 1, el tratamiento P, presenta una diferencia significativa con los tratamientos F<sub>1</sub>, F<sub>2</sub>, F<sub>3</sub>, F<sub>4</sub>.

### 4.3.1.3. Análisis del Ph

**Tabla 18.**

*Registro de Ph de manzanas Red Delicious con RC en diferentes formulaciones.*

ALMACENAMIENTO (días)	PH				
	Patrón	F1	F2	F3	F4
0	4.41	4.41	4.41	4.41	4.41
2	4.42	4.42	4.42	4.42	4.41
4	4.5	4.43	4.44	4.44	4.43
6	4.52	4.46	4.46	4.45	4.43
8	4.56	4.5	4.48	4.48	4.5
10	4.6	4.58	4.55	4.61	4.53
12	4.6	4.61	4.55	4.61	4.55
14	4.65	4.61	4.6	4.62	4.57

*Nota. Elaboración Propia (2019)*

El pH en función del tiempo de almacenamiento presentó aumento significativo en la manzana patrón sin RC.

El pH se vio afectado por el uso de RC en tanto que está relacionado con la disminución de la senescencia del fruto, evitando que durante la maduración de la manzana algunos fragmentos de pectinas se liberen desde la pared celular y se unan a los polifenoles, lo cual incrementa los valores de pH. González, 2010 (38), argumenta que un aumento en los valores de pH durante el almacenamiento demuestra el proceso de senescencia del producto.

En el tratamiento F4 se cree que el proceso respiratorio se desacelera y continua en la etapa de senescencia con menor consumo de azúcares y ácidos orgánicos, donde el pH aumenta pero de manera lenta, durante todo el almacenamiento, el tratamiento que presentó menor valor de pH fue el F4, con un valor de 4,57 en el día 14, dando un aumento de 0,16 respecto al día 0 y el que presentó el mayor valor fue la manzana sin RC, con un valor de 4,65 dando una diferencia de 0.24 respecto al día 0.

## Análisis estadístico del aumento de Ph

**Tabla 19.**

*Análisis de Varianza para Ph - suma de cuadrados tipo III.*

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFECTOS PRINCIPALES					
A:Trat	0.0151257	4	0.00378143	9.96	0.0001
B:Bloque	0.169429	6	0.0282381	74.36	0.0000
RESIDUOS	0.00911429	24	0.000379762		
TOTAL (CORREGIDO)	0.193669	34			

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

El análisis de varianza nos muestra que al menos en un par de tratamientos hay diferencia significativa a un nivel de significancia del 5%, debido a que el valor P es menor a un  $\alpha=0.05$ . Para saber en que par de tratamiento hay diferencia significativa se realiza la prueba de Tukey 95%.

**Tabla 20.**

*Pruebas de múltiples rangos para Ph por tratamiento.*

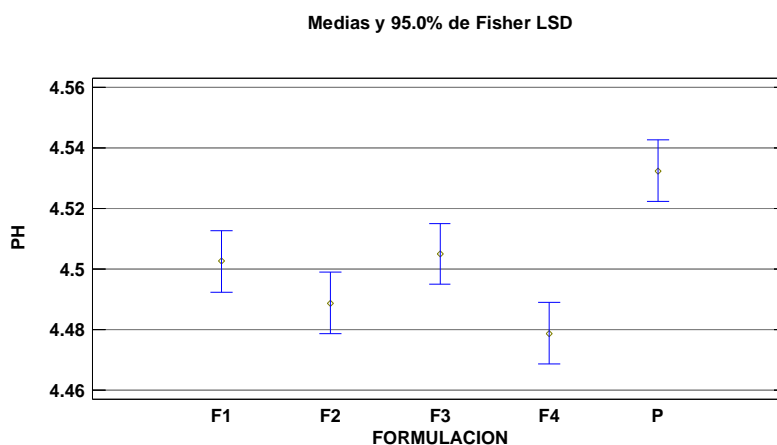
Trat	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
F4	7	4.48857	0.00736558	X
F2	7	4.5	0.00736558	X
F1	7	4.51571	0.00736558	X
F3	7	4.51857	0.00736558	X
P	7	4.55	0.00736558	X

\* indica una diferencia significativa.

Mediante el método TUKEY se determinó que los tratamientos F<sub>1</sub>, F<sub>2</sub>, F<sub>3</sub> y F<sub>4</sub> son igual de significativos y son mejores que el tratamiento P, podemos concluir que su aplicación ayuda a retraer el aumento del valor de PH en la manzana. Si bien cualquiera de estos 4 tratamientos puede ser usado, se debe analizar otras características fisicoquímicas y realizar la prueba de aceptabilidad sensorial para elegir el mejor tratamiento.



**Figura 5.**  
Método de TUKEY 95.0 % - PH



#### 4.3.1.4. Análisis de acidez titulable.

**Tabla 21.**

*Registro de acidez titulable en manzanas Red Delicious con RC en diferentes formulaciones.*

ALMACENAMIENTO (días)	ACIDEZ TITULABLE				
	Patrón	F1	F2	F3	F4
0	0.20%	0.20%	0.20%	0.20%	0.20%
2	0.19%	0.20%	0.20%	0.20%	0.20%
4	0.17%	0.18%	0.18%	0.18%	0.19%
6	0.17%	0.17%	0.18%	0.18%	0.19%
8	0.17%	0.17%	0.17%	0.17%	0.18%
10	0.16%	0.16%	0.15%	0.15%	0.17%
12	0.15%	0.16%	0.15%	0.15%	0.17%
14	0.12%	0.15%	0.15%	0.15%	0.16%

*Nota. Elaboración Propia (2019)*

La acidez disminuye, debido a que la manzana continúa sus actividades bioquímicas y fisiológicas en el cual involucran; el ablandamiento, como cambios en la firmeza y en la velocidad de respiración, entre otros; son irreversibles una vez iniciadas (Omboki et al., 2015). Solo pueden retrasarse o disminuir su velocidad con la aplicación externa de ciertos procedimientos (Omboki et al., 2015). Además, se

observó leve disminución en todos los tratamientos debido a la aplicación del RC de mucilago de café.

**Análisis estadístico de la acidez titulable**

**Tabla 22.**

*Análisis de Varianza para Acidez Titulable (%) - Suma de cuadrados tipo III.*

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A:Trat	0.00125714	4	0.000314286	9.17	0.0001
B:Bloque	0.00952	6	0.00158667	46.28	0.0000
RESIDUOS	0.000822857	24	0.0000342857		
TOTAL (CORREGIDO)	0.0116	34			

El análisis de varianza nos muestra que al menos en un par de tratamientos hay diferencia significativa a un nivel de significancia del 5%, debido a que el valor P es menor a un  $\alpha=0.05$ . Para saber en que par de tratamiento hay diferencia significativa se realiza la prueba de Tukey 95%.

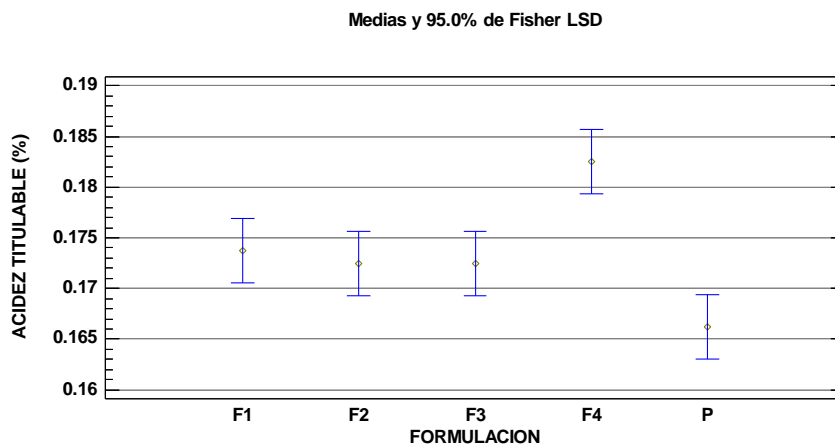
**Tabla 23.**

*Pruebas de múltiples rangos para Acidez titulable (%) por tratamiento.*

Trat	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
P	7	0.161429	0.00221313	X
F3	7	0.168571	0.00221313	XX
F2	7	0.168571	0.00221313	XX
F1	7	0.171429	0.00221313	XX
F4	7	0.18	0.00221313	X

Mediante el método TUKEY se determinó que los tratamientos F<sub>1</sub>, y F<sub>4</sub> son igual de significativos y son mejores que el tratamiento F<sub>2</sub>, F<sub>3</sub> Y P, podemos concluir que su aplicación ayuda a retraer la disminución de la acidez en la manzana. Si bien cualquiera de estos 2 tratamientos puede ser usado, se debe analizar otras características fisicoquímicas y realizar la prueba de aceptabilidad sensorial para elegir el mejor tratamiento.

**Figura 6.**  
Método TUKEY 95.0 %-ACIDEZ TITULABLE.



#### 4.3.1.5. Índice de madurez de la manzana Red Delicious

**Tabla 24.**  
Registro de índice de madurez en manzanas Red Delicious con RC en diferentes formulaciones.

ALMACENAMIENTO (días)	Índice de madurez				
	Patrón	F1	F2	F3	F4
0	55	55	55	55	55
2	58	55	55	55	55
4	72	61	64	64	61
6	74	68	64	64	61
8	74	71	69	69	67
10	80	78	80	80	71
12	87	78	81	83	72
14	113	87	83	83	77

*Nota.* Elaboración Propia (2019)

El comportamiento de esta variable, está relacionada con el aumento del pH y la disminución del porcentaje de acidez, indicó una continuidad en el proceso de maduración (Gallo, 1993).

Berger (2004) señala que el color es un buen índice de madurez en la mayoría de frutas. Existen dos tipos de color: el color de cubrimiento y el color de fondo. El color de fondo (verde, amarillo, naranja) está más bien relacionado con la evolución de la madurez del producto, en cambio el color de cubrimiento (rojo, azul) está más relacionado con la calidad y presentación del producto. En el caso de las manzanas rojas, comienzan a tomar este color durante el desarrollo; pero esto no indica precisamente que haya alcanzado la madurez para su consumo.

### *Análisis estadístico del índice de madurez*

**Tabla 25.**

*Análisis de varianza para Índice de Madurez - Suma de cuadrados tipo III.*

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFECTOS PRINCIPALES					
A:Trat	663.543	4	165.886	7.42	0.0005
B:Bloque	3702.97	6	617.162	27.61	0.0000
RESIDUOS	536.457	24	22.3524		
TOTAL (CORREGIDO)	4902.97	34			

El análisis de varianza nos muestra que al menos en un par de tratamientos hay diferencia significativa a un nivel de significancia del 5%, debido a que el valor P es menor a un  $\alpha=0.05$ . Para saber en que par de tratamiento hay diferencia significativa se realiza la prueba de Tukey 95%.

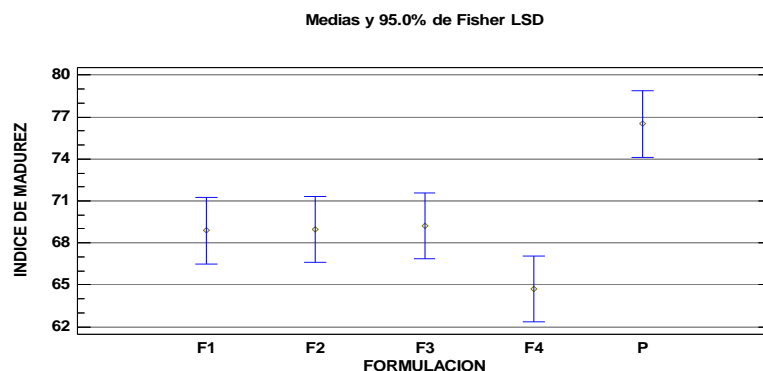
**Tabla 26.**

*Pruebas múltiples rango para índice de madurez por formulación.*

Trat	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
F4	7	66.2857	1.78695	X
F2	7	70.8571	1.78695	X
F3	7	71.1429	1.78695	X
F1	7	71.1429	1.78695	X
P	7	79.7143	1.78695	X

Mediante el método TUKEY se determinó que los tratamientos F<sub>1</sub>, F<sub>2</sub>, F<sub>3</sub> y F<sub>4</sub> son igual de significativos y son mejores que el tratamiento P, podemos concluir que su aplicación ayuda a retrasar el proceso de maduración de la manzana, medido mediante el índice de madurez. Si bien cualquiera de estos 4 tratamientos puede ser usado, se debe realizar la prueba de aceptabilidad sensorial para elegir el mejor tratamiento.

**Figura 7.**  
Método TUKEY 95.0 % - INDICE DE MADUREZ



#### 4.3.1. Evaluación microbiológica de manzana red delicious con RC

Los resultados se contrastaron según la Norma sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano: en este estudio se utilizó los criterios microbiológicos para “*Frutas y hortalizas frescas semiprocessadas (lavadas, desinfectadas, peladas, cortadas y/o precocidas), refrigeradas y/o congeladas. Miel, Jalea Real y similares*”.

Los alimentos y bebidas deben cumplir íntegramente con la totalidad de los criterios microbiológicos correspondientes a su grupo o subgrupo para ser considerados aptos para el consumo humano:

**F<sub>1</sub> (94/6%):** Manzana Red Delicious con recubrimiento

**F<sub>2</sub> (92/8%):** Manzana Red Delicious con recubrimiento

**F<sub>3</sub> (90/10%):** Manzana Red Delicious con recubrimiento

**F<sub>4</sub> (88/12%):** Manzana Red Delicious con recubrimiento

**Tabla 27.**

*Criterios microbiológicos en manzanas Red Delicious con RC en sus diferentes formulaciones después de 15 de almacenamiento.*

Agente microbiano	Categoría	Clase	N	C	Límite por g.		Resultado			
					m	M	T1	T2	T3	T4
Aerobios Mesófilos (30°C)	2	3	5	2	10 <sup>4</sup>	10 <sup>6</sup>	1.7 x10 <sup>1</sup>	1.7 x10 <sup>1</sup>	1.7 x10 <sup>1</sup>	1.7 x10 <sup>1</sup>
<i>Escherichia coli</i>	6	3	5	1	10	10 <sup>2</sup>	< 3	< 3	< 3	< 3
<i>Mohos</i>	8	3	5	1	<10	10	0.4x10 <sup>1</sup>	0.9x10 <sup>1</sup>	0.9x10 <sup>1</sup>	0.9x10 <sup>1</sup>
<i>Levaduras</i>	5	3	5	2	<50	50	Ausencia	0.2x10 <sup>1</sup>	0.2x10 <sup>1</sup>	0.2x10 <sup>1</sup>
<i>Salmonella</i> sp.	10	2	5	0	Aus.25.g	---	0	0	0	0

*Los resultados encontrados en el análisis microbiológico de los diferentes tratamientos, están dentro de lo establecido por la Norma sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano.*

#### **4.3.2. Evaluación sensorial de manzana red delicious con RC**

Al término del periodo de evaluación, se realizó la prueba sensorial de las manzanas con RC en su diferente formulación, siendo:

M1: manzana con aplicación de F1

M2: manzana con aplicación de F2

M3: manzana con aplicación de F3

M4: manzana con aplicación de F4

Con la prueba sensorial se buscó identificar cuál de las 4 muestras presenta la mayor aceptación, por ser la manzana un producto de consumo masivo, se tomó 30 consumidores no entrenados para la degustación, obteniendo los siguientes resultados.

#### 4.3.2.1. Análisis de color

**Tabla 28.**

*Tabla ANOVA para el COLOR*

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre Grupos	110.225	3	36.7417	87.52	0.0000
Intra Grupos	48.7	116	0.419828		
Total (Corr.)	158.925	119			

El ANOVA nos muestra que al menos en un par de muestras hay diferencia significativa a un nivel de significancia del 5%, debido a que el valor P es menor a un  $\alpha=0.05$ . Para saber en que par de tratamiento hay diferencia significativa se realiza la prueba de Tukey 95%.

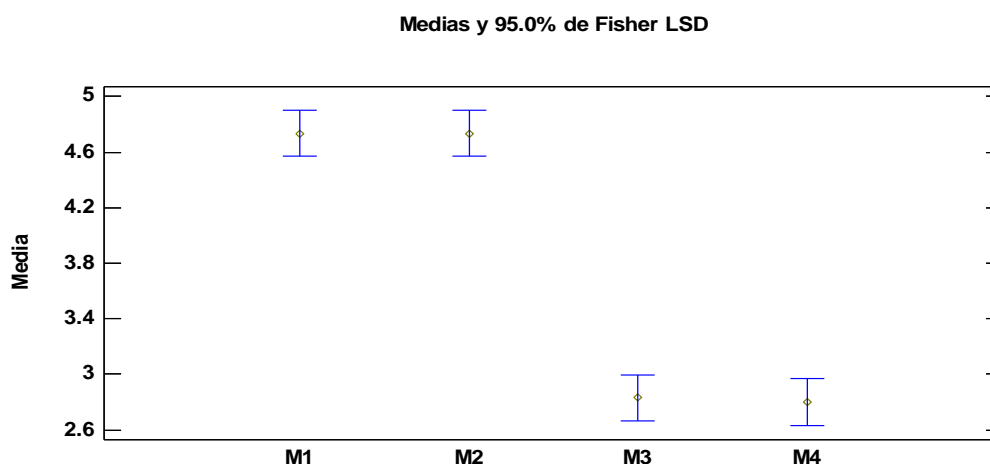
**Tabla 29.**

*Pruebas de múltiples rangos para el COLOR.*

	Casos	Media	Grupos Homogéneos
M4	30	2.8	X
M3	30	2.83333	X
M2	30	4.73333	X
M1	30	4.73333	X

La prueba de Tukey indica que la M1 y M2 son igual de significativas y son mejores que la muestra M3 Y M4, podemos concluir que estas muestras conservaron o presentan el mejor color rojo brillante característico de la manzana red Delicious, después de las 2 semanas de almacenamiento.

**Figura 8.**  
Método TUKEY 95.0 % -COLOR



#### 4.3.2.2. Análisis del olor

**Tabla 30.**  
Tabla ANOVA para el COLOR.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre Grupos	99.425	3	33.1417	80.82	0.0000
Intra Grupos	47.5667	116	0.410057		
Total (Corr.)	146.992	119			

El ANOVA nos muestra que al menos en un par de muestra hay diferencia significativa a un nivel de significancia del 5%, debido a que el valor P es menor a un  $\alpha=0.05$ . Para saber en que par de tratamiento hay diferencia significativa se realiza la prueba de Tukey 95%.

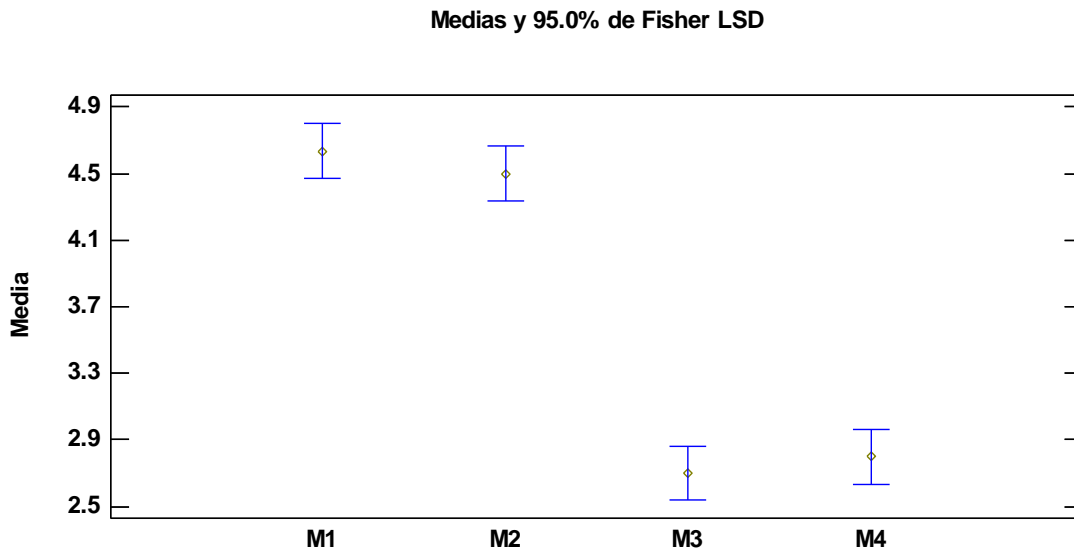


**Tabla 31.**  
*Pruebas de múltiples rangos para el OLOR.*

	Casos	Media	Grupos Homogéneos
M3	30	2.7	X
M4	30	2.8	X
M2	30	4.5	X
M1	30	4.63333	X

La prueba de tukey indica que la M1 y M2 son igual de significativas y son mejores que la muestra M3 Y M4, podemos concluir que estas muestras conservaron o presentaron el mejor olor aromático característico de la manzana red Delicious, después de las 2 semanas de almacenamiento.

**Figura 9.**  
*Método TUKEY 95.0 % - OLOR*



#### 4.3.2.3. Análisis de textura

**Tabla 32.**

*Tabla ANOVA para la TEXTURA*

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre Grupos	37.1583	3	12.3861	37.84	0.0000
Intra Grupos	37.9667	116	0.327299		
Total (Corr.)	75.125	119			

El ANOVA nos muestra que al menos en un par de muestra hay diferencia significativa a un nivel de significancia del 5%, debido a que el valor P es menor a un  $\alpha=0.05$ . Para saber en que par de tratamiento hay diferencia significativa se realiza la prueba de Tukey 95%.

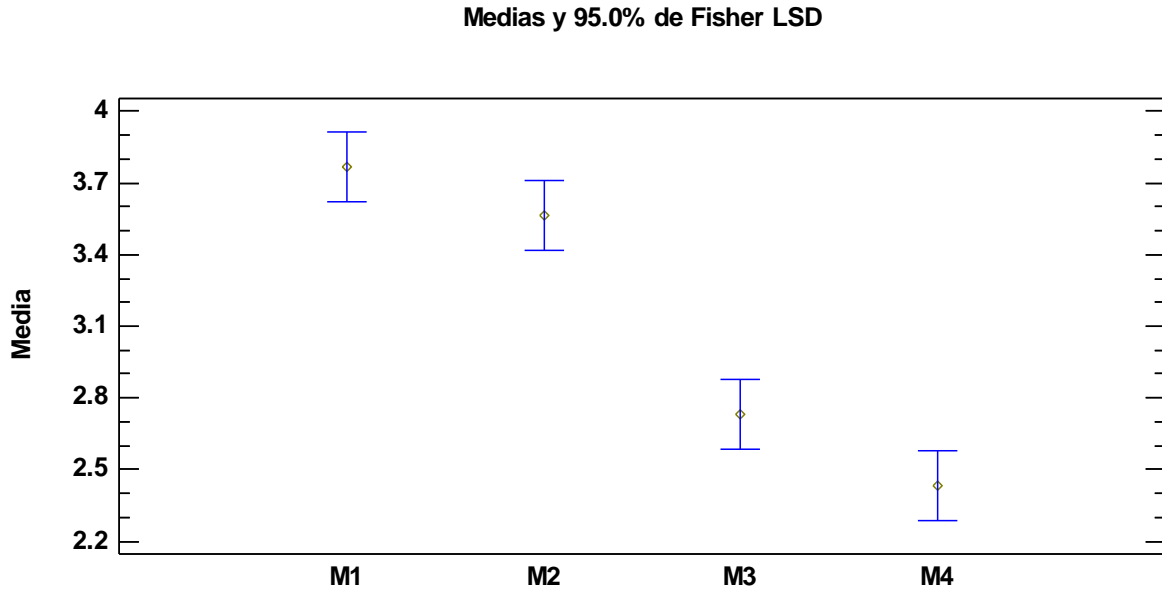
**Tabla 33.**

*Pruebas de múltiples rangos para la TEXTURA.*

MUESTRA	Casos	Media	Grupos Homogéneos
M4	30	2.43333	X
M3	30	2.73333	X
M2	30	3.56667	X
M1	30	3.76667	X

La prueba de Tukey indica que la M1 y M2 son igual de significativas y son mejores que la muestra M3 Y M4, podemos concluir que estas muestras conservaron o presentaron una mejor firmeza en la textura, después de las 2 semanas de almacenamiento.

**Figura 10.**  
*Método TUKEY 95 % - TEXTUTA*



#### 4.3.2.4. Análisis de apariencia

**Tabla 34.**  
*Tabla ANOVA para la APARIENCIA.*

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre Grupos	77.3333	3	25.7778	99.23	0.0000
Intra grupos	30.1333	116	0.25977		
Total (Corr.)	107.467	119			

El ANOVA nos muestra que al menos en un par de muestra hay diferencia significativa a un nivel de significancia del 5%, debido a que el valor P es menor a un  $\alpha=0.05$ . Para saber en que par de tratamiento hay diferencia significativa se realiza la prueba de Tukey 95%.

**Tabla 35.**

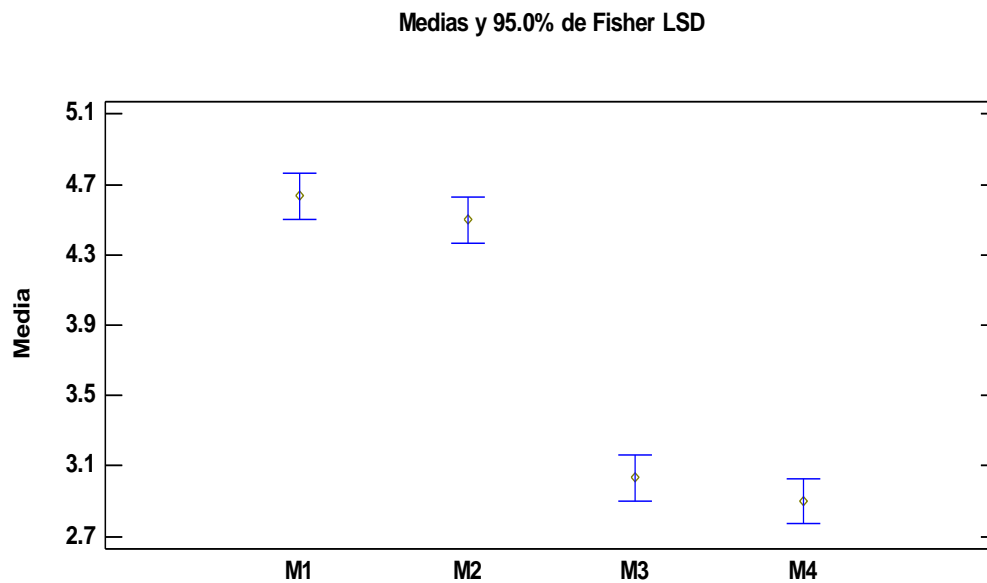
*Pruebas de múltiples rangos para la APARIENCIA.*

MUESTRA	Casos	Media	Grupos Homogéneos
M4	30	2.9	X
M3	30	3.03333	X
M2	30	4.5	X
M1	30	4.63333	X

La prueba de tukey indica que la M1 y M2 son igual de significativas y son mejores que la muestra M3 Y M4, podemos concluir que estas muestras conservaron o presentaron una mejor apariencia lisa, después de las 2 semanas de almacenamiento.

**Figura 11.**

*Método TUKEY 95 % - APARIENCIA*



#### 4.3.2.5. Análisis de sabor

**Tabla 36.**

*Tabla ANOVA para el SABOR.*

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	93.225	3	31.075	62.04	0.0000
Intra grupos	58.1	116	0.500862		
Total (Corr.)	151.325	119			

El ANOVA nos muestra que al menos en un par de muestra hay diferencia significativa a un nivel de significancia del 5%, debido a que el valor P es menor a un  $\alpha=0.05$ . Para saber en que par de tratamiento hay diferencia significativa se realiza la prueba de Tukey 95%.

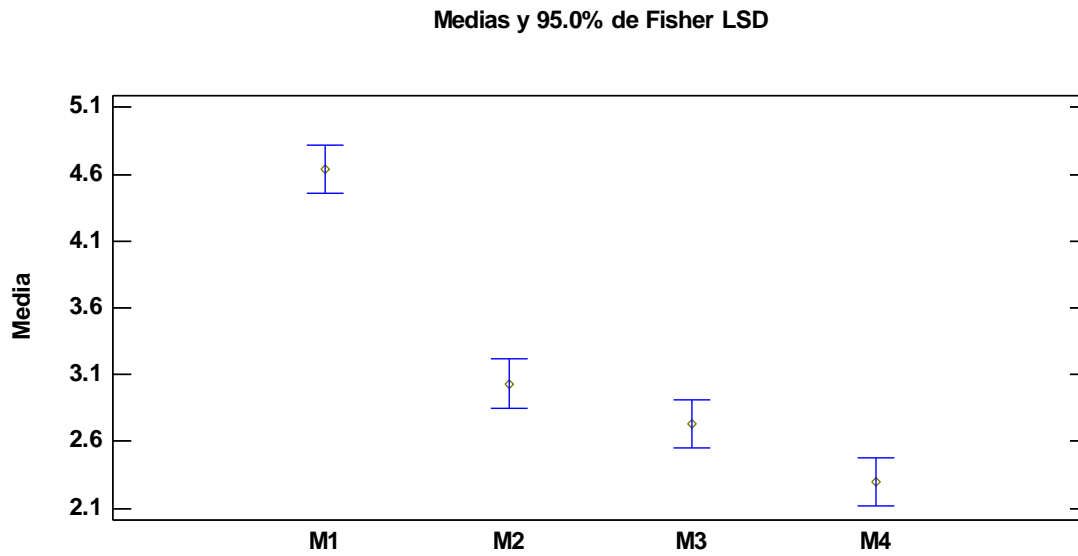
**Tabla 37.**

*Pruebas de múltiples rangos para el SABOR.*

MUESTRA	Casos	Media	Grupos Homogéneos
M4	30	2.3	X
M3	30	2.73333	XX
M2	30	3.03333	X
M1	30	4.63333	X

La prueba de tukey indica que la M1 es mejor que las muestras M2, M3 Y M4, podemos concluir que la muestra M1 presento mejor sabor, después de las 2 semanas de almacenamiento.

**Figura 12.**  
*Método TUKEY 95 % - SABOR*



#### 4.3.2.6. Análisis de agrado

**Tabla 38.**  
*Tabla ANOVA para el AGRADO.*

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	114.267	3	38.0889	112.71	0.0000
Intra grupos	39.2	116	0.337931		
Total (Corr.)	153.467	119			

El ANOVA nos muestra que al menos en un par de muestra hay diferencia significativa a un nivel de significancia del 5%, debido a que el valor P es menor a un  $\alpha=0.05$ . Para saber en que par de tratamiento hay diferencia significativa se realiza la prueba de Tukey 95%.

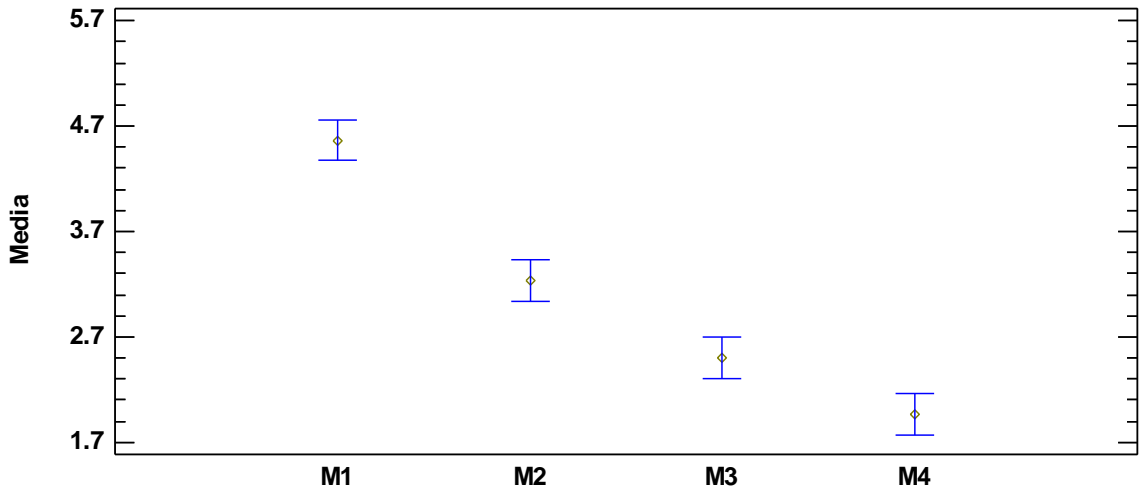
**Tabla 39.**  
*Pruebas de múltiples rangos para el AGRADO.*

Muestra	Casos	Media	Grupos Homogéneos
M4	30	1.96667	X
M3	30	2.5	X
M2	30	3.23333	X
M1	30	4.56667	X

La prueba de tukey indica que la M1 es mejor que las muestras M2, M3 Y M4, podemos concluir que después de dar su respectiva valoración sensorial los consumidores la muestra M1 es la que agrado más, después de las 2 semanas de almacenamiento.

**Figura 13.**  
*Método TUKEY 95 % - AGRADO.*

**Medias y 95.0% de Tukey HSD**



## V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos, se llegaron a las siguientes conclusiones:

- Se logró obtener recubrimientos comestibles en cuatro formulaciones diferentes de mucilago de café y gelatina al (6%, 8%, 10% y 12%) las cuales fueron aplicadas en las manzanas Red Delicious.
- Los recubrimientos comestibles obtenidos presentaron características fisicoquímicas (% de humedad, gramaje, espesor y peso específico) dentro de los rangos establecidos para los recubrimientos comestibles aplicados en la conservación de frutas minimamente procesadas.
- Se caracterizaron manzanas Red Delicious, sensorial y fisicoquímicamente obteniendo resultados comercialmente aceptables, de los cuales se partió para aplicar las diferentes formulaciones del recubrimiento comestible.
- Se realizó la evaluación fisicoquímica, microbiológica y sensorial de manzanas Red Delicious con recubrimiento comestible durante el tiempo de almacenamiento. Los resultados obtenidos indicaron que las aplicaciones del recubrimiento comestible en sus 4 formulaciones permiten reducir la pérdida de peso; controlar el aumento del °Brix, Ph e índice de madurez y ayudan a la disminución de la acidez titulable. Microbiológicamente, las 4 formulaciones presentaron criterios microbiológicos dentro los establecidos por la Norma sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano. Por último, después del análisis sensorial se llegó a la conclusión que la formulación F1, es la que presenta mejor aceptación según la Prueba de Tukey a un nivel de confianza del 95%. Siendo que esta formulación no altera las características sensoriales.
- Queda demostrado que el recubrimiento comestible a partir de mucilago de café mejora la calidad del producto tratado, retrasan la maduración y deterioro de los mismos, preservando de tal forma sus atributos comerciales y alimenticios.
- Se recomienda mayor aprovechamiento del mucílago de café en la aplicación como recubrimiento comestible para conservación de frutas procesadas y sin procesar, debido a su valor nutricional, y las propiedades que este le confiere.



- Además, se recomienda realizar mayor investigaciones sobre recubrimientos comestibles utilizando otros insumos, propios de la zona.

## VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Boesso Oriani, V.; Molina, G.; Chiumarelli, M.; Pastore, G.M.; Dupas Hubinger, M. *Properties of cassava starch-based edible coating containing Essential Oils. J. Food Sci.* 2014, 79, E189–E194. (Google Scholar).
- Castricini, A. 2009. *Aplicação de revestimentos comestíveis para conservação de mamões (Carica papaya L.) 'Golden'*. Tese Doutorado en Fitotecnia. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Departamento de Fitotecnia, Instituto de Agronomia. 110 p.
- Corbo, MR, Campaniello D, Speranza B, Bevilacqua A, and Sinigaglia M. 2015. *Non-Conventional Tools to Preserve and Prolong the Quality of Minimally-Processed Fruits and Vegetables*. (Artículo - Coatings, 5, 931-961; doi: 10.3390/coatings5040931) (Google Academico).
- Chacha, Cristina. 2016. *Utilización de tres tipos de recubrimientos comestibles en la conservación postcosecha de carica papaya l. (papaya)*. (Ecuador). (Google Academico).
- De Ancos, B., Gonzalez-Peña, D., Colina-Coca, C., Sánchez-Moreno, C. 2015. *Uso de Películas/Recubrimientos Comestibles en los Productos de IV y V Gama* Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha, Vol. 16, (1), pp. 8-17.
- Del-Valle V, Hernández-Muñoz P, Guarda A, Galotto MJ (2005) *Development of a cactus-mucilage edible coating (Opuntia ficus indica) and its application to extend strawberry (Fragaria ananassa) shelf-life*. Food Chem. 91: 751-756.
- Eduardo, J. 2016. *Evaluación del gel de sábila (aloe vera) como recubrimiento comestible y su aplicación en la conservación de carambola (averrhoa carambola l.) Entera y mínimamente procesada*. Universidad Nacional del altiplano. Puno. Perú.
- E. Carolina Chaves-Ulate<sup>2</sup>, Patricia Esquivel-Rodríguez (2018). *Ácidos clorogénicos presentes en el café: capacidad antimicrobiana y antioxidante*. Revista Universidad de Costa Rica, Facultad de Microbiología, Laboratorio Microbiología de Alimentos (SciELO).

- Fonseca-García, L., Calderón- Jaimes, L. S., & Rivera, M. E. (2014). *Capacidad antioxidantes y contenido de fenolestotales en café y sus productos del café producido y comercializado en norte de Santander* (Colombia). *Vitae*, 21(3), 228-236.
- Hernandez, E. (2005). *Evaluacion sensorial*.
- Leon, E. 2015. *"Determinación De La Vida Útil De Frutas Inmersas En Dos Tipos De Geles A T0 Ambiente En Periodos Estacionales*. Universidad del Callao.
- Marful, P. (2018). *Aplicación de técnicas estadísticas al análisis sensorial inteligente. Trabajo fin de master para optar el Master en Técnicas Estadísticas*. Universidad de la Coruña. España.
- Rathinavelu. R y Graziosi G., 2005. *Posibles usos alternativos de los residuos y subproductos del café*. En ICS-UNIDO, Science Park, Padriciano, Trieste, Italia; Departamento de Biología de la Universidad de Trieste (Italia).
- Rojas Graü Maria A. *"Recubrimiento y sustancias de origen natural en manzana fresca cortada: Una nueva estrategia de conservación."* Tesis de doctorado. (Google Academico).
- Serrano M, Valverde JM, Guillén F, Castillo S, Martínez-Romero D, Valero D (2016) *Use of aloe vera gel coating preserves the functional properties of table grapes*. *J. Agric. Food Chem.* 54: 3882-3886. (Google Academico).
- M.C. Vazquez-Briones y Guerrero-Beltrán. *Departamento de ingeniería Química. Alimentos y Ambientales*. Universidad de las Americas puebla. Ex hacienda Sta. Catarina Mártir s/n, San Andres, Cholula, puebla.CP. 72810. Mexico.
- Puerta Q., G.I.; Ríos a., s. 2011. *Composición química del mucílago de café, según el tiempo de fermentación y refrigeración*. *Revista de Cenicafé* 62 (2): 23-40. (Google Académico).
- Peñuela M., A.E; Oliveros T., C.E.; Sanz U., J.R. 2010. *Remoción del mucílago de café a través de fermentación natural*. *Cenicafé* 61(2):159-173. (Revista – Google Academico).

- Puerta Q., G.I.; Marín M., J., Osorio B., G.A. 2012. *Microbiología de la fermentación del mucílago de café según su madurez y selección*. *Revista Cenicafé* 63(2): 58-78. (Google Academico).
- Synowiec, A .; Gniewosz, M .; Kraśniewska, K .; Przybył, JL; Bączek, K .; Węglarz, Z. 2014. *Propiedades antimicrobianas y antioxidantes de la película de pullulan que contiene extracto de albahaca dulce y una evaluación de la efectividad del recubrimiento en la prolongación de la vida útil de las manzanas almacenadas en condiciones de refrigeración*. *Posada. Food Sci. Emer. Technol.* , 23 , 171-181. (Google Académico).
- Gutiérrez, V; Vaca, S. 2011. *La Industria de los Alimentos Deshidratados y la Importancia del Control de Procesos*. *Revista Chilena para la Industria de Alimentos*. Indualimentos. (Scielo)
- Tesis Doctoral: *Evaluación Del Uso De Recubrimientos Lipídicos, Poliméricos Y Refrigeración Para Prolongar La Vida Útil Del Yacón (Smallantus Sonchifolius)* Universidad De La Salle. Facultad Ingeniería. Programa De Ingeniería De Alimentos. Bogotá. (Google Academico).
- Pompa, L. 2017. *Efecto de la impregnación al vacío de penca sábila (áloe vera) deshidratado en yacón (smallanthus sonchifolius) y manzana (malus doméstica) en la disminución del pardeamiento enzimático*. Universidad Nacional de Cajamarca – Perú. (Scielo).
- Zapador, M .; Chiralt, A. 2018. *Recubrimientos a base de almidón para la conservación de frutas y verduras*. *Recubrimientos* , 8 , 152. Valencia – España (Google Académico).
- Valdez, A. 2016. *Determinación del uso de mucílago parcialmente hidrolizado extraído de pulpa de café proveniente de granos de Coffea arábica como agente viscosante en la formulación de jarabes*. – Universidad de San Carlos de Guatemala.(Google Académico).
- Daybelis Fernández ValdésI, Dra. Silvia Bautista BañosII, Dayvis Fernández ValdésIII, M.Sc. Arturo Ocampo RamírezIII, Dr.C. Annia García PereiraI, Dr.C. Alejandro Falcón Rodríguez, 2015. *Películas y recubrimientos comestibles: una alternativa favorable en la conservación poscosecha de frutas y hortalizas*. (artículo – Scielo).

- Valencia-Chamorro, Silvia; Torres-Morales, Jenny 2016. *Recubrimientos Comestibles Aplicados En Productos De Iv Y V Gamma*. Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha, vol. 17, núm. 2, , pp. 162-174 Asociación Iberoamericana de Tecnología Postcosecha, S.C. Hermosillo, México.
- Ramírez Q., Jhon D., Aristizábal T., Iván D., Restrepo F., Jorge I., 2013. *Conservación de mora de castilla mediante la aplicación de un recubrimiento comestible de gel de mucílago de penca de sábila*. 20(3), 172-183.
- Dussan-Sarria, Saúl., Torres-León, Cristian., Reyes-Calvache, Pedro Martin., Efecto de l 2014. *Recubrimiento comestible sobre los atributos físico - químicos de mango 'Tommy Atkins' mínimamente procesado y refrigerado*. Acta Agronómica [en línea]., 63(3), 1-18ISSN: 0120-2812.
- Bouzo, Carlos Alberto and Gariglio, Norberto Francisco. 2013. *Validación de índices de cosecha para manzanas de bajos requerimientos de frío*. Agrociencia Uruguay , vol.17, n.1 [cited 2019-10-08], pp.74-80.
- Algecira Enciso, Néstor Ariel; Saavedra Hortua, Nataly. 2010. *Evaluación de películas comestibles de almidón de yuca y proteína aislada de soya en la conservación de fresas*. Nova, [S.l.], v. 8, n. 14, p. 171-182, dec. ISSN 2462-9448.
- Ruiz Medina, Maritza; Ávila, Jenny; Ruales, Jenny 2016. *Diseño de un recubrimiento comestible bioactivo para aplicarlo en la frutilla (Fragaria vesca) COMO PROCESO DE POSTCOSECHA*. Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha, vol. 17, núm. 2, , pp. 276-287 Asociación Iberoamericana de Tecnología Postcosecha, S.C. Hermosillo, México.
- Adel A. Karder. *Tecnología postcosecha de cultivos hortofrutícolas*. Editor UCANR Publications, 2011. ISBN 1601077440, 9781601077448. 2010.

- Rodríguez Rodríguez, Diana Alexandra; Patiño Gutiérrez, María del Pilar; Miranda Lasprilla, Diego; Fischer, Gerhard; Galvis Vanegas, Jesús Antonio. *Efecto De Dos Índices De Madurez Y Dos Temperaturas De Almacenamiento Sobre El Comportamiento En Poscosecha De La Pitahaya Amarilla (Selenicereus megalanthus Haw.)* Revista Facultad Nacional de Agronomía - Medellín, vol. 58, núm. 2, julio-diciembre, 2005, pp. 2837- 2857 Universidad Nacional de Colombia Medellín, Colombia.
- López Enríquez, David Fernando; Cuatin Ruano, Liseth Yurani; Andrade, Johana Carolina; Osorio Mora, Oswaldo *Evaluación de un recubrimiento comestible a base de proteínas de lactosuero y cera de abeja sobre la calidad fisicoquímica de uchuva (Physalis peruviana L.)* Acta Agronómica, vol. 65, núm. 4, 2016, pp. 326-333 Universidad Nacional de Colombia Palmira, Colombia.
- Almeida, A.; Reis, J.D.; Santos, D.; Vieira, T.; Mariana, da C.: "2011. *Estudio de la conservación de la papaya (Carica papaya L.) asociado a la aplicación de películas comestibles*"; *Venezolana de Ciencia y Tecnología de Alimentos.*, ISSN-2218-4384, 2 (1): 12,.
- García, M.; Martino, M. Y Zaritzky, N. (2000a). *Lipid Addition to Improve Barrier Properties of Edible Starch-based Films and Coatings*. *J. Food Sci.* 65(6): 941-947.
- Moncayo, C. (2013). *Desarrollo de un recubrimiento comestible a partir de un biopolímero para prolongar la vida útil de frutas frescas. Tesis para optar el grado de Master en ciencia y tecnología de alimentos*. Universidad nacional de Colombia. Bogotá, Colombia.
- Dhall, R. (2013). *Advances in Edible Coatings for Fresh Fruits and Vegetables: A Review*. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 53(5), 435–450.
- Han, J. (2014). *Edible Films and Coatings*. En J. Han (Ed.), *Innovations in Food Packaging* (Second Edition., pp. 213–255). Plano, TX, Estados Unidos: Elsevier.

## **AGRADECIMIENTO**

Un agradecimiento muy especial a todas las personas que desinteresadamente han contribuido al proceso y conclusión de este trabajo de investigación, empezaremos agradeciendo a nuestro asesor Dr. Oscar Wilfredo Díaz Gamboa, por sus observaciones, recomendaciones, en la realización de la tesis. Del mismo modo agradecer de manera especial al Msc. Marcos Antonio Riojas Sandoval, por brindarnos asesoramiento en la ejecución de tesis. Seguidamente agradecer al Ing. Adán Díaz Ruiz por brindarnos las facilidades y permitir el uso de las instalaciones del laboratorio de Ingeniería de Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional de Jaén, además agradecemos al Blgo. Yuriko responsable del laboratorio de Biología de la Universidad Nacional de Jaén por permitirnos realizar nuestros análisis microbiológicos.

Gracias a la vida por este nuevo triunfo, gracias a todas las personas que nos apoyaron y creyeron en la realización de esta tesis.

## **DEDICATORIA**

La presente tesis la dedico con todo amor y cariño principalmente a mi madre, que ha sido un pilar fundamental en mi formación como ser humano, como profesional, por brindarme confianza, consejos.

A mi amada hija Joselyn que siempre ha sido mi motivación constante, e inspiración para poder superarme cada día más, y así poder luchar para que la vida nos depare un futuro mejor.

A mi amado esposo Alex, gracias por estar siempre en esos momentos difíciles brindándome su amor, paciencia y comprensión, contribuyendo a lograr las metas y objetivos propuestos.

**MIRIAN RAMIREZ**

A, Dios, por acompañarme siempre en cada logro de mi vida.

A mis padres por haberme forjado como la persona que soy en la actualidad, en especial a mi sobrino Liam.

A toda mi familia que es lo mejor y más valioso que dios me ha dado.

**WENDY TROYES**



## ANEXOS

### 1. Recolección del mucilago

Imagen N° 1: despulpado



Imagen N° 2: Fermentación



Imagen N° 3: Mucilago filtrado



## 2. Procedimiento de obtención de recubrimiento comestible

**Imagen N° 4 y 5: Centrifugado del Mucílago**

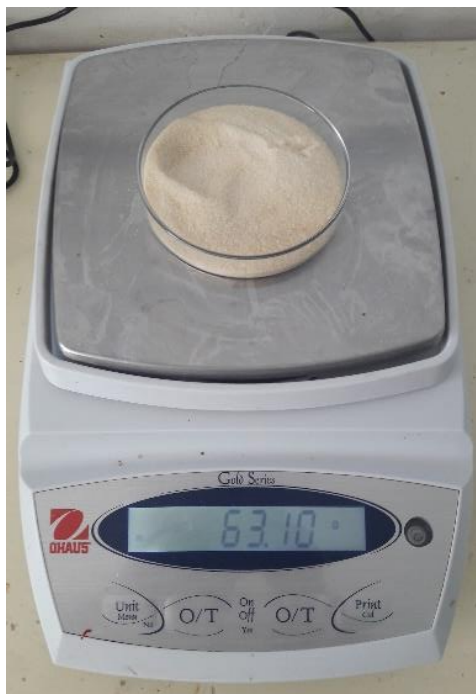


**Imagen N° 6: Pasteurizado**

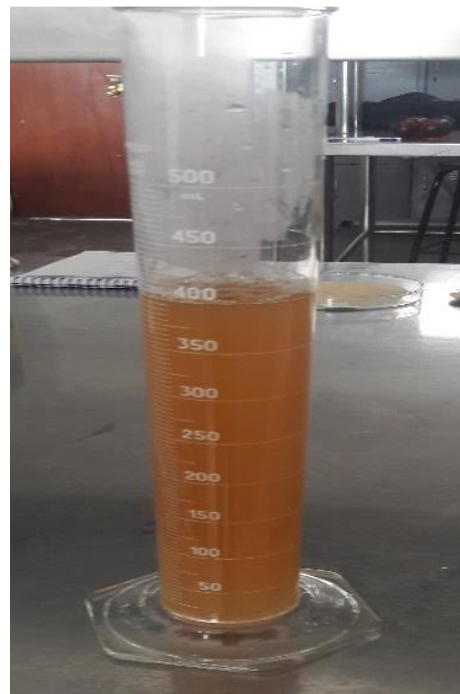


## 3. Formulación

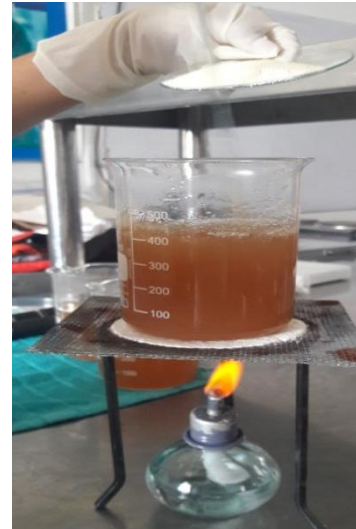
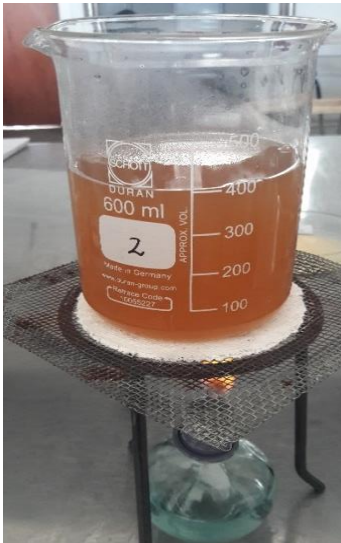
**Imagen N° 7: Pesado de insumos**



**Imagen N° 8: Medición volumétrica de mucílago**



**Imagen N° 9, 10, 11: Formulaciones**



**Imagen N° 12: Almacenamiento de Manzanas Inmersas en las 4 Formulaciones de RC y sin RC**



**Imagen N° 13: RC en el Desecador para Determinar Humedad**



**Imagen N° 14:** Recubrimiento Comestible de Mucilago de café



**Imagen N° 15:** Medición del Espesor del RC



**Imagen N° 16:** producto final del patrón y las 4 formulaciones con

## PRODUCTO FINAL

Patrón

F1

F2

F3

F4



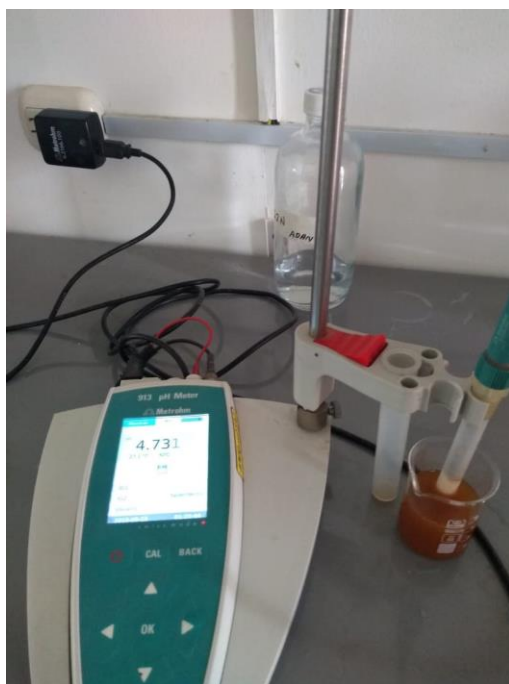
**Imagen N° 17:** Pesado de las manzanas con RC para evaluar %PP.



**Imagen N° 18:** Triturado de las manzanas con diferentes RC para la evaluación de °Brix y pH.



**Imagen N° 19** Medición de pH



**Imagen N° 20** Fenolftaleína, muestra de manzana para la titulación.



**Imagen N° 21:** Titulación para determinar % Acidez



**Imagen N° 22:** Muestra Titulada



**Imagen N° 23:** Muestra Titulada



**Imagen N° 24:** Manzana sin RC



#### 4. Ficha técnica de análisis sensorial.

NOMBRE: \_\_\_\_\_  
 FECHA: \_\_\_\_\_

MUESTRA 1						
INTENSIDAD DE COLOR	0	1	2	3	4	5
OLOR AROMATICO	0	1	2	3	4	5
FIRMEZA DE TEXTURA	0	1	2	3	4	5
APARIENCIA LISA	0	1	2	3	4	5
SABOR DULCE	0	1	2	3	4	5
AGRADO	0	1	2	3	4	5

Examine simultáneamente las muestras y señale sobre la escala la calificación que usted da a cada descriptor, siendo cero (0) la calificación más baja y cinco (5) la más alta

NOMBRE: \_\_\_\_\_  
 FECHA: \_\_\_\_\_

MUESTRA 3						
INTENSIDAD DE COLOR	0	1	2	3	4	5
OLOR AROMATICO	0	1	2	3	4	5
FIRMEZA DE TEXTURA	0	1	2	3	4	5
APARIENCIA LISA	0	1	2	3	4	5
SABOR DULCE	0	1	2	3	4	5
AGRADO	0	1	2	3	4	5

Examine simultáneamente las muestras y señale sobre la escala la calificación que usted da a cada descriptor, siendo cero (0) la calificación más baja y cinco (5) la más alta

ME GUSTA MUCHO	5
ME GUSTA MODERAMENTE	4
ME GUSTA POCO	3
NO ME GUSTA NI ME DISGUSTA	2
ME DISGUSTA POCO	1
ME DISGUSTA MUCHO	0

NOMBRE: \_\_\_\_\_  
 FECHA: \_\_\_\_\_

MUESTRA 2						
INTENSIDAD DE COLOR	0	1	2	3	4	5
OLOR AROMATICO	0	1	2	3	4	5
FIRMEZA DE TEXTURA	0	1	2	3	4	5
APARIENCIA LISA	0	1	2	3	4	5
SABOR DULCE	0	1	2	3	4	5
AGRADO	0	1	2	3	4	5

Examine simultáneamente las muestras y señale sobre la escala la calificación que usted da a cada descriptor, siendo cero (0) la calificación más baja y cinco (5) la más alta

NOMBRE: \_\_\_\_\_  
 FECHA: \_\_\_\_\_

MUESTRA 4						
INTENSIDAD DE COLOR	0	1	2	3	4	5
OLOR AROMATICO	0	1	2	3	4	5
FIRMEZA DE TEXTURA	0	1	2	3	4	5
APARIENCIA LISA	0	1	2	3	4	5
SABOR DULCE	0	1	2	3	4	5
AGRADO	0	1	2	3	4	5

Examine simultáneamente las muestras y señale sobre la escala la calificación que usted da a cada descriptor, siendo cero (0) la calificación más baja y cinco (5) la más alta

## 5. Ficha técnica Manzana red Delicious

### FICHA TÉCNICA APROBADA

#### CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL BIEN

---

Denominación del bien	: MANZANA DELICIA
Denominación técnica	: MANZANA DELICIA / MANZANA RED DELICIOUS
Grupo/familia/clase	: Alimentos, bebidas y productos de tabaco/Frutas frescas/Manzanas/Manzanas delicious
Nombre del Bien en el Catálogo del SEACE	: MANZANA DELICIA
Código	: A5030151800134421
Unidad de medida	: KILOGRAMOS
Descripción General	: La manzana es el fruto del manzano ( <i>Malus domestica</i> ), árbol de la familia de las Rosáceas, tiene piel o cáscara color rojo brillante, pulpa blanquecina, es algo arenosa y con un sabor algo ácido, de esta variedad procede la variedad Royal Red Delicious.

#### CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL BIEN

---

##### Características físico - organolépticas

Forma	: Este fruto tiene forma tronco-cónica, con cinco lóbulos o protuberancias bien marcadas, a veces de forma algo irregular por deficiencias en la polinización. Su piel es casi siempre brillante y lisa.
Color	: Por lo general tiene piel (cáscara) color rojo brillante, y a veces tiene rayas y pulpa blanquecina amarillenta.
Tamaño y peso	: El tamaño medio es de 160 a 240 gramos, 70 a 85 milímetros de calibre.
Sabor	: Dulce, con casi nada de ácido, muy aromático y su pulpa suele ser blanda.
Coloración	: Para todas las categorías, en ausencia de una legislación nacional, los siguientes códigos de color deberán aplicarse según la siguiente tabla:

Código	Porcentaje de Color
A	75% o más
B	50% o más
C	25% o más
D	Menos de 25%

Se acepta máximo el 5% por envase de la manzana con coloración verde que no afecte a más de 1/5 de la superficie del fruto, con excepción de la variedad de cascara verde.



Tamaño : Las manzanas por su tamaño se clasificarán:

Calibre	Diámetro (mm)
A	95 o mayor
B	Entre 80 y 85
C	Entre 65 y 80
D	65 o menor

Índice de Madurez : Esta se determinará por las siguientes características:

- Resistencia de la pulpa, se aceptará un rango de 13 a 18 libras/presión.
- Grado de azúcar (sólidos solubles), se aceptará un rango de 10 a 13%.

### Requisitos mínimos de calidad

La manzana delicia de acuerdo a sus características de sanidad y aspecto se clasificará en las siguientes categorías:

- a) Categoría Primera.
- b) Categoría Segunda.
- c) Categoría tercera

En todas las categorías, a reserva de las disposiciones especiales para cada categoría y las tolerancias permitidas, la manzana delicia deberá:

- Estar sana, y exentas de podredumbre o deterioro que hagan que no sean aptas para el consumo.
- Ser de consistencia firme;
- Estar exentas de cualquier olor y/o sabor extraño;
- Estar limpias, y prácticamente exentas de cualquier materia extraña visible;
- Estar enteras, el pedúnculo podrá estar ausente, siempre y cuando el corte sea limpio y la piel adyacente no esté dañada;
- Estar exentas de humedad externa anormal, salvo la condensación consiguiente a su remoción de una cámara frigorífica;
- ▪ Estar prácticamente exentas de plagas, y daños causados por ellas, que afecten al aspecto general del producto;
- Estar exentas de daños causados por bajas y/o altas temperaturas;
- Estar prácticamente exentas de signos de deshidratación;
- Las manzanas deberán tener el pedúnculo cortado al ras del fruto.

### Grados de calidad

Las clasificaciones de las tres categorías de la manzana delicia se definen de la siguiente manera:

- a) **Categoría Primera:** Las manzanas de esta categoría deberán ser de calidad superior y características de la variedad. La pulpa deberá estar sana. No deberán tener defectos, salvo defectos superficiales muy leves siempre y cuando no afecten al aspecto general del producto, su calidad, estado de conservación y presentación en el envase.

b) **Categoría Segunda:** Las manzanas de esta categoría deberán ser de buena calidad y características de la variedad. La pulpa deberá estar sana. Podrán permitirse, sin embargo, los siguientes defectos leves, siempre y cuando no afecten al aspecto general del producto, su calidad, estado de conservación y presentación en el envase:

- Un ligero defecto de forma, y el desarrollo.
- Un ligero defecto en la coloración.
- Defectos leves en la piel o de otro tipo.

c) **Categoría Tercera:** Esta categoría comprende las manzanas que no pueden clasificarse en las categorías superiores, pero satisfacen los requisitos mínimos especificados en la Sección 2.1. Podrán permitirse, sin embargo, los siguientes defectos, siempre y cuando las manzanas conserven sus características esenciales en lo que respecta a su calidad, estado de conservación y presentación:

- Defectos de forma y desarrollo.
- Defectos de coloración.
- Defectos en la piel o de otro tipo.

#### Requisitos de sanidad, aspectos y tolerancias respectivas para la manzana delicia

Los lotes de manzana delicia deberán cumplir con los requisitos de sanidad y aspecto que se especifican en la siguiente tabla:

Características	Grado de calidad %		
	Primera	Segunda	Tercera
Perforación visible de insectos	0	1	3
Rajaduras y cortes	0	1	3
Magulladuras	1	3	5
Manchas (producidas por insectos o productos químicos)	1	3	5
<b>Total acumulado</b>	<b>2</b>	<b>8</b>	<b>16</b>

En cada presentación se permitirán tolerancias de calidad y calibre para los productos que no satisfagan los requisitos de la categoría indicada.

Categoría	Tolerancia	
	Calidad	Tamaño
<b>Primera</b>	El 5%, en número o en peso, de las manzanas que no satisfagan los requisitos de esta categoría pero satisfagan los de la Categoría Primera o, excepcionalmente, que no superen las tolerancias establecidas para esta última. Dentro de esta tolerancia, no se permitirá más de un 1% de manzanas afectadas por podredumbre o descomposición interna.	Las manzanas presentadas en un mismo envase deberán ser de un mismo diámetro con una diferencia máxima entre el mayor y el menor
<b>Segunda</b>	El 10%, en número o en peso, de las manzanas que no satisfagan los requisitos de esta categoría pero satisfagan los	

	de la Categoría Segunda o, excepcionalmente, que no superen las tolerancias establecidas para esta última. Dentro de esta tolerancia, no se permitirá más de un 1% de las manzanas afectadas por podredumbre o descomposición interna.	diámetro que no exceda de 10 mm.
<b>Tercera</b>	El 10%, en número o en peso, de las manzanas que no satisfagan los requisitos de esta categoría ni los requisitos mínimos, con excepción de los productos afectados por podredumbre o descomposición interna que no deberá ser mayor al 2%. Dentro de la tolerancia del 10%, se permitirá que un máximo del 2%, en número o en peso, de las manzanas que presenten los siguientes defectos: <ul style="list-style-type: none"> <li>• manchas corchosas (manchas amargas).</li> <li>• daños leves o desgarros de la piel no cicatrizados.</li> <li>• presencia de parásitos/plagas vivos dentro del fruto o daños en la pulpa causados por plagas.</li> </ul>	

### Contaminantes

Para las tres categorías de la manzana delicia deberá tener en cuenta lo siguiente:

- a) **Metales Pesados:** La manzana delicia deberá cumplir con los niveles máximos para metales pesados establecidos por la Comisión del Codex Alimentarius.

Plomo (Pb): Nivel Máximo (NM) 0.1 mg/kg

- b) **Residuos de plaguicidas:** La manzana delicia deberá cumplir con los niveles máximos para residuos de plaguicidas establecidos por la Comisión del Codex Alimentarius.

Abamectin	Límite Máximo de Residuo (LMR) 0.02 mg/kg
Azinfos-metilo	Límite Máximo de Residuo (LMR) 2 mg/kg
Azociclotin	Límite Máximo de Residuo (LMR) 0.2 mg/kg
Boscalid	Límite Máximo de Residuo (LMR) 2 mg/kg
Captan	Límite Máximo de Residuo (LMR) 25 undef
Ciflutrin	Límite Máximo de Residuo (LMR) 0.1 mg/kg
Cihexatin	Límite Máximo de Residuo (LMR) 2 mg/kg
Ciprodinil	Límite Máximo de Residuo (LMR) 0.05 undef
Clorpirifos-metilo	Límite Máximo de Residuo (LMR) 0.5 mg/kg
Deltametrin	Límite Máximo de Residuo (LMR) 0.2 mg/kg
Diclofluanida	Límite Máximo de Residuo (LMR) 5 mg/kg
Difenilamina	Límite Máximo de Residuo (LMR) 10 mg/kg
Diflubenzuron	Límite Máximo de Residuo (LMR) 5 mg/kg
Dinocap	Límite Máximo de Residuo (LMR) 0.2 mg/kg
Ditiocarbamatos	Límite Máximo de Residuo (LMR) 2 undef
Etefon	Límite Máximo de Residuo (LMR) 5 mg/kg

Fenamifos	Límite Máximo de Residuo (LMR) 0.05 mg/kg
Fenitrotion	Límite Máximo de Residuo (LMR) 0.5 undef
Fenpiroximato	Límite Máximo de Residuo (LMR) 0.3 undef
Folpet	Límite Máximo de Residuo (LMR) 10 undef
Fosmet	Límite Máximo de Residuo (LMR) 10 undef
Hexitiazox	Límite Máximo de Residuo (LMR) 0.5 mg/kg
Imidacloprid	Límite Máximo de Residuo (LMR) 0.5 mg/kg
Indoxacarb	Límite Máximo de Residuo (LMR) 0.5 undef
Malation	Límite Máximo de Residuo (LMR) 0.5 undef
Metidation	Límite Máximo de Residuo (LMR) 0.5 mg/kg
Paration-metilo	Límite Máximo de Residuo (LMR) 0.2 mg/kg
Piraclostrobin	Límite Máximo de Residuo (LMR) 0.5 undef
Propargita	Límite Máximo de Residuo (LMR) 3 mg/kg
Spinosad	Límite Máximo de Residuo (LMR) 0.1 undef
Triadimefon	Límite Máximo de Residuo (LMR) 0.3 undef
Triadimenol	Límite Máximo de Residuo (LMR) 0.3 undef
Triforina	Límite Máximo de Residuo (LMR) 2 mg/kg

## CERTIFICACION

---

Opcional

## OTRAS ESPECIFICACIONES

---

### Presentación

Las manzanas delicias deberán ser acondicionadas de tal manera que queden protegidas, ventiladas y bien presentadas. El envase será jabsas o cajas de madera de 15 a 20 Kg.

### Rotulado

Para el etiquetado se permite el uso de materiales, en particular papel o sellos, con indicaciones comerciales, siempre y cuando estén impresos con tinta o pegamento no tóxico. Asimismo, el etiquetado contendrá como mínimo lo siguiente:

- Nombre o marca del producto cuando corresponda.
- Designación del producto según la calidad y tamaño.
- Peso neto en kilogramos.

### Transporte

El medio de transporte empleado no deberá transmitir a la manzana delicia, características indeseables que impidan su consumo.

### Vida útil

Consumo en fresco.

## **6. PROCEDIMIENTO DE ANALISIS MICROBIOLÓGICO.**

### **6.1. RECuento DE AEROBIOS MESOFILOS**

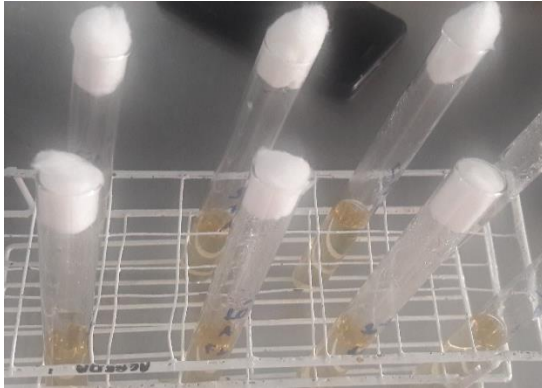
#### **MEDIOS DE CULTIVOS**

- Agar Alkaline Peptone Water
- Agar plate count
- Agua destilada

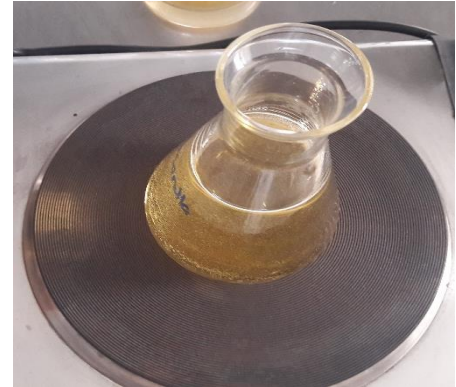
#### **PROCEDIMIENTO**

- ✓ Se pesó 2,2 gramos de agar Alkaline Peptone Water, diluir en 225 ml de agua destilada y se prepararon diluciones de  $10^{-1}$ ,  $10^{-2}$   $10^{-3}$  en tubos de ensayo con 9 ml de agar Alkaline Peptone Water , calentar hasta la disolución.
- ✓ Se pesó 5.64 gramos de agar Plate Count en 250 de agua destilada y se llevó a calentar para disolver
- ✓ Los agares preparados se esterizaron en autoclave a 121 °C durante 15 minutos.
- ✓ Se pesaron 25 gramos de la muestra y se diluyeron en 225 ml de Agar Alkaline Peptone Water y se distribuyó 1 ml de muestra para las diluciones  $10^{-1}$ ,  $10^{-2}$   $10^{-3}$
- ✓ Se transfirió por duplicado 1 ml de las diluciones preparadas en placas de Petri. agregar el agar plate count a temperatura de 44°C-46°C
- ✓ Se homogenizó el agar con el inóculo con movimiento de vaivén
- ✓ Se dejó solidificar de forma invertida las placas para su incubación a temperatura de 35°C-37°C por 24 horas.
- ✓ Se contaron las placas que contuvieron de 30 a 300 colonias.

**Imagen N° 25:** Diluciones de agar alkaline Peptone Water, diluir en 225 ml de agua destilada



**Imagen N° 26:** Dilución de Agar plate Count.



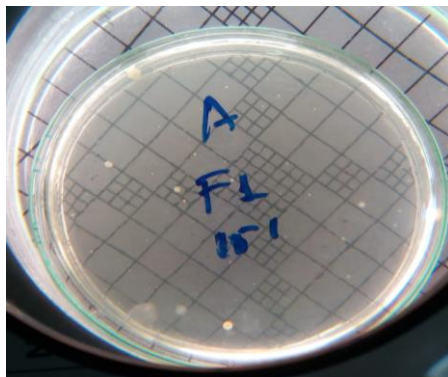
**Imagen N° 27:** Agregado del Agar a las placas y homogenizado



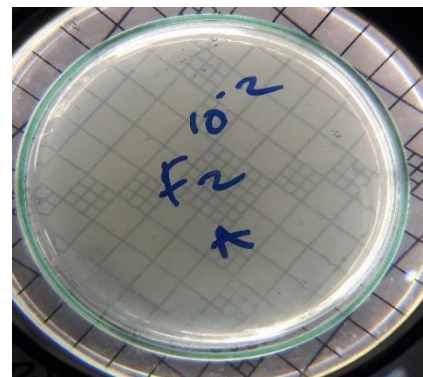
**Imagen N° 28:** se colocaron las placas en incubación.



**Imagen N° 29:** Resultados de aerobios mesófilos de la muestra F1



**Imagen N° 30:** Resultados de aerobios mesófilos de la muestra F1



## 6.2. RECUENTO DE MOHOS Y LEVADURAS

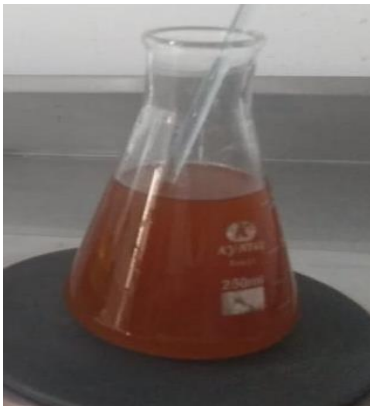
### MEDIOS DE CULTIVOS

- ✓ Agar Alkaline Peptone Water
- ✓ Agar Saboraud
- ✓ Agua destilada

### PROCEDIMIENTO

- ✓ Se pesó 2,2 gramos de Agar alkaline Peptone Water, diluir en 90 ml de agua destilada y Preparar diluciones de  $10^{-1}$ ,  $10^{-2}$   $10^{-3}$  en tubos de ensayo con 9 ml de agar alkaline Peptone Water , calentar hasta la disolución
- ✓ Se pesó 15.60 gramos de agar saboraud en 250 de agua destilada y se llevó a calentar para disolver
- ✓ Los agares preparados se esterilizaron en autoclave a  $121^{\circ}\text{C}$  durante 15 minutos.
- ✓ Se pesó 10 gramos de la muestra y se diluyo en 90 de agar alkaline Peptone Water y se distribuyó 1 ml de muestra para las diluciones  $10^{-1}$ ,  $10^{-2}$   $10^{-3}$
- ✓ Transferir por duplicado 1 ml de las diluciones preparadas en placas de Petri. Agregar el agar saboraud a temperatura de  $44^{\circ}\text{C}$ - $46^{\circ}\text{C}$
- ✓ Homogenizar el agar con el inculo con movimiento de vaivén
- ✓ Dejar solidificar e invertir las placas, dejar a temperatura ambiente en lugar oscuro de 3 a 5 días.
- ✓ Contar las placas que contengan de 30 a 300 colonias.

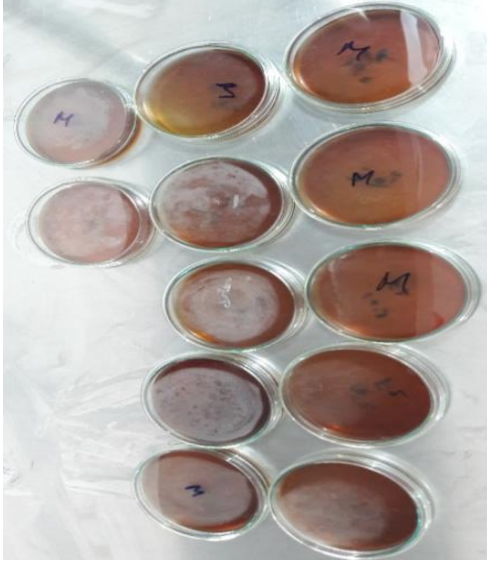
**Imagen N° 31:** Dilución del Agar Saboraud.



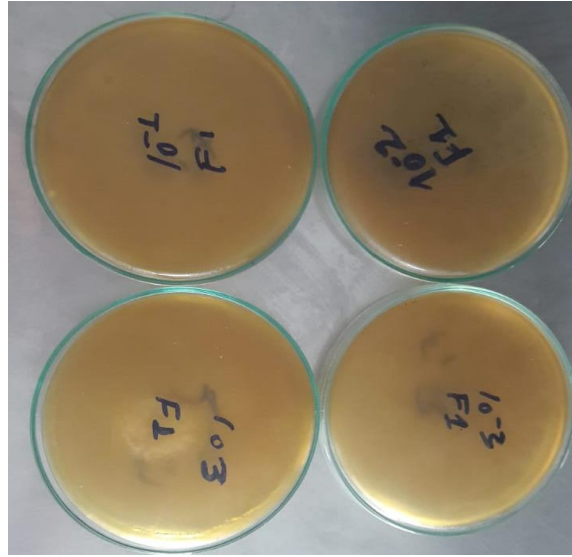
**Imagen N° 32:** Vertido en las placas Petri.



**Imagen N° 33:** Placas con Agar Saboraud.



**Imagen N° 34:** Resultado de Placas con Mohos y Levaduras.



### 6.3. RECUENTO DE ESCHERICHIA COLI

#### MEDIOS DE CULTIVOS

- ✓ Caldo Lactosa verde brillante bilis 2%
- ✓ agar Alkaline Peptone Water
- ✓ agua destilada

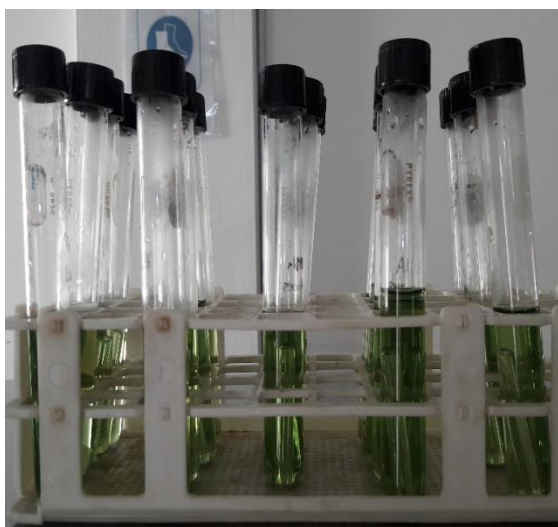
#### PROCEDIMIENTO

- ✓ Se Pesó 10 gramos de muestra y colocar en 225 ml de alkaline Peptone Water se obtuvo la dilución  $10^{-1}$  y se homogenizó por 30 segundos
- ✓ Se prepararon diluciones decimales  $10^{-2}$   $10^{-3}$  con 9 ml de alkaline Peptone Water agregar 1 ml de la dilución anterior
- ✓ Se prepararon 9 tubos con campanas Durham con caldo Lactosa verde brillante bilis 2% y se llevó autoclavar a  $121^{\circ}\text{C}$  por 15 minutos
- ✓ Se procedió a transferir 1ml de inculo a cada tubo con caldo Lactosa verde brillante bilis 2%,
- ✓ Se colocaron a incubar los tubos por 3 horas a temperatura de  $35^{\circ}\text{C}$  después pasar a incubar a  $45^{\circ}\text{C}$  en baño maría por 24 horas

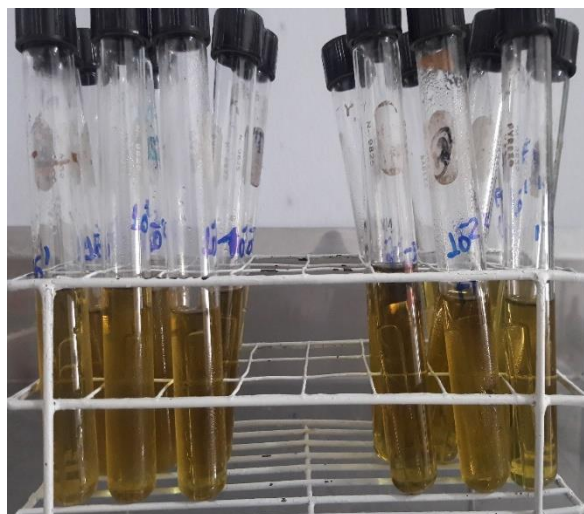


- ✓ Se contaron los tubos positivos que contengan presencia de gas y turbidez el resultado se dará lectura con el cuadro del número más probable (NMP)

**Imagen N° 35:** Diluciones decimales  $10^{-2}$   $10^{-3}$  con 9 ml de alkaline Peptone Water con campanas de Durham., con 10 gr de manzanas.



**Imagen N°:36:** Resultados de E. Coli (sin presencia de gas y turbidez)



#### 6.4. RECUENTO DE SALMONELLA

##### MEDIOS DE CULTIVO

- ✓ Agar salmonella – Shigella
- ✓ Agar Alkaline Peptone Water
- ✓ Agar selenito -cistina

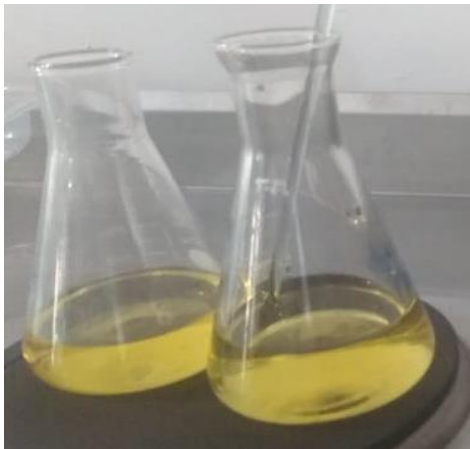
##### PROCEDIMIENTO

- ✓ Se pesó 25 gramos de la muestra, colocar en 225 ml de alkaline Peptone Water agar, y se homogenizó por 30 segundos.
- ✓ Se incubó la muestra por 24 horas a temperatura de 35°C.
- ✓ Se Preparó el caldo de enriquecimiento selenito cistina y transferir 1ml de muestra anterior, se homogenizo, y se dejó en incubación por 24 horas a 35 °C.
- ✓ Se pesó 5.04 gramos de agar salmonella Shigella y se disolvió en 80 de agua

destilada y se llevó a calentamiento hasta disolver

- ✓ Se realizó el vertido del agar en placas y se dejó solidificar, luego con una asa bacteriológica se repico la muestra enriquecida y se sembró por estría.
- ✓ Se dejó incubar a temperatura de 35-37°C por 24 horas
- ✓ Finalmente se contaron las colonias transparentes con centro negro

**Imagen N° 37:** caldo de enriquecimiento selenito cistina



**Imagen N° 38:** Resultado de Salmonella.

