



**UNIVERSIDAD LAICA “ELOY ALFARO DE MANABI”  
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS  
INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**

**TESIS DE GRADO  
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO  
AGROINDUSTRIAL**

**TEMA:**

**ESTUDIO DE LA INFLUENCIA DEL TAMAÑO DE TROCEADO Y  
CLORURO DE CALCIO EN LA CONSERVACIÓN DE PAPAYA (*CARICA  
PAPAYA*) MEDIANTE DESHIDRATACIÓN OSMÓTICA**

**AUTOR:**

**STALIN JAVIER DELGADO PALMA**

sta\_jav.2112@hotmail.com

**MANTA – MANABI - ECUADOR**

**2014**

## **DECLARACION DE AUTORIA**

El Sr. **Stalin Javier Delgado Palma**, declara bajo juramento que el trabajo y resultados aquí descritos pertenecen a su autoría; que no ha sido previamente presentado bajo ningún grado o calificación profesional y, que se ha consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondiente a esta investigación a la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, faculta de Ciencias Agropecuaria en su especialización de Ingeniería Agroindustrial.

---

**Stalin Javier Delgado Palma**

## CERTIFICACIÓN

En carácter de directora de tesis, La Ing. **Jeniffer Paulina Espinoza Zambrano**. Certifica haber tutelado la tesis “Estudio de la influencia del tamaño de troceado y cloruro de calcio en la conservación de papaya (*Carica papaya*) mediante deshidratación osmótica”, que ha sido desarrollada por el Sr. **Stalin Javier Delgado Palma**, previo a la obtención del título de Ingeniero Agroindustrial, de acuerdo al Reglamento para la elaboración de tesis del tercer nivel de la ULEAM.

---

**Ing. Jeniffer Paulina Espinoza Zambrano**

## APROBACIÓN

Los suscritos integrantes del tribunal correspondiente, declaran han aprobado la tesis titulada “Estudio de la influencia del tamaño de troceado y cloruro de calcio en la conservación de papaya (*Carica papaya*) mediante deshidratación osmótica”, que ha sido propuesta, desarrollada y sustentada por el Sr. **Stalin Javier Delgado Palma**, previo la obtención del título de Ingeniero Agroindustrial de acuerdo al Reglamento para la elaboración de tesis del tercer nivel de la ULEAM.

---

Ing. M. Isabel Mantuano  
**Miembro del tribunal**

---

Ing. José Luis Coloma Hurel  
**Miembro del tribunal**

---

Ing. Mirabella Lucas Ormaza  
**Presidente del tribunal**

## **AGRADECIMIENTO**

Al cumplir la realización de mi tesis, Mi primer agradecimiento es a Dios por brindarme la fortaleza, para seguir adelante en mis estudios profesionales.

A mis padres, hermanos, abuelos, tíos amigos y todos quienes con sus consejos y enseñanzas me ayudaron a salir adelante en todo momento difícil.

A mis compañeros de clases y amigos Óscar, Cristhian, Nixon, Jaime Y Mafer, por su compañía en momentos inolvidables. Y por la ayuda durante el desarrollo de mi tesis.

A la Ing. Jeniffer Paulina Espinoza Zambrano por su paciencia y tutorías en todo momento que lo necesite.

Al Sr. Decano el Ing. Herbert Vera, por permitir ser parte de la célebre facultad que dirige.

A la Universidad Laica ELOY ALFARO DE MANABI por permitirme constituir como profesional.

A las Ing. Mirabella Lucas, Ing. M. Isabel Mantuano, Ing. Yessenia García, y al Ing. José Luis Coloma por su inapreciable guía y recomendaciones.

Gracias a todas las personas que ayudaron directa e indirectamente a seguir con mis estudios universitarios y en la culminación de mi trabajo de investigación.

*Stalin Delgado Palma*

.

## DEDICATORIA

Al creador de todas las cosas, por el ímpetu brindado día a día.

A mis padres Fausto y Flor por su apoyo en todo momento, por guiar mi camino siempre con sus recordatorios, y por la confianza que apostaron en mí.

A mi gran amigo Carlos Alfredo Bravo que desde el cielo siempre nos cuida y nos guía.

A mi directora de tesis, la Ing. Jennifer Paulina Espinoza Zambrano por su valiosa guía y asesoramiento durante la ejecución de este trabajo.

*Stalin Delgado Palma*

## CONTENIDO GENERAL

DECLARACION DE AUTORIA .....	II
CERTIFICACIÓN.....	III
APROBACIÓN.....	IV
AGRADECIMIENTO .....	III
DEDICATORIA.....	V
CONTENIDO GENERAL .....	VI
CONTENIDO DE FIGURAS .....	XI
CONTENIDO DE TABLAS.....	XII
CONTENIDO DE ANEXOS .....	XIII
RESUMEN.....	XIV
CAPÍTULO I.....	1
ANTECEDENTES.....	1
1.1 INTRODUCCIÓN.....	1
1.2 OBJETIVOS .....	3
General	3
Específicos.....	3
CAPITULO II.....	4
REVISION BIBLIOGRAFICAS .....	4
2.1 LA PAPAYA.....	4
2.1.1 Definición .....	4
2.1.2 Origen de la papaya .....	5
2.1.3 Taxonomía .....	5
2.1.4 Variedades en Ecuador .....	6
• Papaya maradol o nacional .....	6
• Papaya hawaiana .....	6
• Papaya tainung 1 (Formosa) .....	6
2.1.5 Consumo y aplicaciones del fruto.....	7
2.1.6 Composición .....	7

• Composición química .....	7
• Composición nutricional (100g) .....	8
2.2 SACAROSA.....	9
2.2.1 Definición .....	9
2.2.2 Uso en la industria de alimento .....	10
• Edulcorante .....	10
• Conservación .....	10
• Fermentación y producción .....	10
• A granel y volumen.....	11
2.3 TROCEADO .....	11
2.3.1 Definición .....	11
2.3.2 Tipos troceados.....	12
2.4 CLORURO DE CALCIO.....	12
2.4.1 Definición .....	12
2.4.2 Beneficio de su uso en la deshidratación osmótica .....	13
2.5 DESHIDRATACIÓN OSMÓTICA.....	14
2.5.1 Generalidades.....	14
2.5.2 Descripción del proceso .....	14
• Preparación de la fruta .....	14
• Trozado .....	15
• Inmersión en jarabe.....	15
• Extracción y enjuague .....	16
• Secado .....	16
• Control de calidad.....	16
• Empacado .....	17
2.5.3 Factores que afectan el proceso de deshidratación osmótica ..	17
• Tipo de agente osmótico .....	17
• Concentración de la solución osmótica.....	18
• Temperatura de la solución osmótica .....	18
• PH de la solución.....	19
• Propiedades del soluto empleado.....	19
• Agitación de la solución osmótica.....	20

• Geometría y tamaño del producto .....	20
• Relación masa de solución a masa de producto .....	21
• Propiedades físico químicas del alimento .....	21
• Presión de la operación .....	22
2.5.4 Ventajas y desventajas de los procesos de deshidratación osmótica.....	22
2.5.5 Aplicaciones de la deshidratación osmótica en otras frutas .....	23
2.5.6 Usos y ventajas de solutos osmóticos. ....	25
2.6 ANÁLISIS SENSORIAL .....	26
2.6.1 Definición .....	26
2.6.2 Tipos de análisis .....	26
• Pruebas objetivas .....	26
• Pruebas hedónicas.....	28
2.6.3 Atributos a evaluar .....	29
• Apariencia (o aspecto).....	29
• Textura .....	29
• Olor/ Aroma .....	29
• Sabor.....	29
2.7 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS .....	30
2.7.1 Definición .....	30
2.7.2 Microorganismo que se evaluaron durante la investigación.....	30
• Mesofilos aerobios (o cuenta total) .....	30
• Hongos y levaduras .....	31
CAPITULO III.....	32
PARTE EXPERIMENTAL .....	32
3.1 UBICACIÓN DEL EXPERIMENTO .....	32
3.2 CARACTERÍSTICA CLIMATOLÓGICA Y/O LABORATORIO .....	32
3.3 FACTOR EN ESTUDIO .....	32
3.3.1 Factor A: Tamaño de fruta.....	32
3.3.2 Factor B: Cloruro de calcio 10% .....	32
3.4 TRATAMIENTOS.....	33
3.5 DELINEAMIENTO EXPERIMENTAL .....	33

3.5.1	Diseño experimental.....	33
3.5.2	Numero de replicas .....	33
3.5.3	Características de las unidades experimentales.....	33
3.5.4	Análisis estadísticos .....	34
	• Análisis funcional.....	34
	• Esquema del análisis de varianza (ANOVA).....	34
3.6	MATERIALES UTILIZADOS EN EL EXPERIMENTO .....	35
	Equipos	35
	Materiales .....	35
	Insumos .....	35
	Reactivos .....	35
3.7	MANEJO DEL EXPERIMENTO .....	36
3.7.1	Descripción del experimento .....	36
	• Preparación de la solución osmótica .....	36
	• Preparación de la fruta .....	36
	• Pelado .....	36
	• Trozado .....	36
	• Inmersión en el jarabe .....	37
	• Extracción y enjuague .....	37
	• Secado .....	37
	• Empacado .....	37
	• Almacenamiento.....	38
3.8	METODOLOGÍA APLICADA EN EL ESTUDIO DE LOS DIFERENTES ANÁLISIS.....	38
3.8.1	Deshidratación osmótica .....	38
	• Métodos utilizados para la valoración de la cinética de deshidratación osmótica .....	38
3.8.2	Análisis físico-químico.....	40
	• Determinación de PH .....	40
	• Determinación de Acidez titulable.....	41
	• Determinación de Humedad .....	41
	• Determinación de solidos solubles (°Brix).....	42

3.8.3	Análisis microbiológico .....	42
•	Recuento de aerobios .....	43
•	Recuento Mohos y Levaduras .....	43
3.8.4	Análisis sensoriales .....	44
CAPÍTULO IV .....		46
ANÁLISIS DE RESULTADOS .....		46
4.1	ESTUDIOS DE LA CINÉTICA DE LA DESHIDRATACIÓN OSMÓTICA.....	46
4.1.1	Pérdida de peso .....	46
4.1.2	Pérdida de agua.....	48
4.1.3	Sólidos solubles ganados.....	50
4.1.4	Cambios en el contenido de agua y sólidos solubles durante el tratamiento osmótico .....	52
4.2	COEFICIENTE DE TRANSFERENCIA DE AGUA Y SÓLIDOS .....	53
4.3	ESTUDIOS DE LOS ANÁLISIS FÍSICOS QUÍMICOS .....	55
4.3.1	Análisis de PH.....	55
4.3.2	Análisis de acidez.....	56
4.4	EVALUACIÓN SENSORIAL .....	57
4.5	ANÁLISIS DE ESTABILIDAD.....	62
4.5.1	Desarrollo microbiológico .....	62
•	Recuento de aerobios mesófilos .....	62
•	Recuento de Mohos y Levaduras .....	64
4.6	ANÁLISIS ECONÓMICO .....	65
CONCLUSIONES .....		66
RECOMENDACIONES.....		67
BIBLIOGRAFÍA.....		68
ANEXOS .....		72

## CONTENIDO DE FIGURAS

Figura 4.1 Evolución de pérdida de peso .....	46
Figura 4.2 Evolución de pérdida de Agua .....	48
Figura 4.3 Sólidos solubles ganados .....	50
Figura 4.4 Cambios en el contenido de agua y solidos solubles durante el tratamiento osmótico .....	52
Figura 4.5 Variación de pH durante el proceso de deshidratación osmótica	55
Figura 4.6 Variación de acidez durante el proceso de DO .....	56
Figura 4.7 Resultado del análisis sensorial variable COLOR .....	58
Figura 4.8 Resultado del análisis sensorial variable SABOR .....	59
Figura 4.9 Resultado del análisis sensorial variable OLOR.....	60
Figura 4.10 Resultado del análisis sensorial variable TEXTURA .....	61
Figura 4.11 Resultado del crecimiento microbiano durante el almacenamiento recuento de aerobio mesófilos .....	62
Figura 4.12 Resultado del crecimiento microbiano durante el almacenamiento recuento de mohos y levaduras .....	64

## CONTENIDO DE TABLAS

Tabla 2.1 Composición nutricional de la fruta de la papaya (%).....	4
Tabla 2.2 Clasificación Taxonómica de la papaya .....	5
Tabla 2.3 Composición nutricional de la papaya 100 gramos comestibles Peso. ....	8
Tabla 2.4 Uso y ventaja de los solutos.....	25
Tabla 3.1 Tratamiento en estudio .....	33
Tabla 3.2 Análisis de variancia .....	34
Tabla 4.1 Resultado de pérdida de peso .....	47
Tabla 4.2 Resultado de pérdida de agua .....	49
Tabla 4.3 Resultado de ganancia de sólidos solubles.....	51
Tabla 4.4 Coeficiente de difusión de agua y sólidos en los diferentes tratamientos.....	53
Tabla 4.5 Análisis de varianza de PH .....	56
Tabla 4.6 Análisis de varianza de Acidez.....	57
Tabla 4.7 Resultado del recuento de aerobio mesófilos .....	63
Tabla 4.8 Resultado del recuento de mohos y levaduras .....	65
Tabla 4.9 Costo de producción .....	65

## CONTENIDO DE ANEXOS

Anexo 1 Diagrama de flujo deshidratación osmótica.....	72
Anexo 2 Esquema de toma de datos en los procesos osmótico .....	73
Anexo 3 Esquema de evaluación sensorial .....	74
Anexo 4 Control de los °Brix.....	74
Anexo 5 Análisis Sensorial .....	75
Anexo 6 Etapa de almacenamiento fruta deshidratada.....	75
Anexo 7 Etapa de almacenamiento fruta fresca.....	76
Anexo 8 Tamaño de troceado de frutas 2x2x1 cm.....	76
Anexo 9 Etapa de pesado de la fruta.....	77
Anexo 10 Tiempos de inmersión de fruta.....	77
Anexo 11 Análisis De PH.....	78
Anexo 12 Análisis De Acidez .....	78
Anexo 13 Pruebas microbiológicas.....	79
Anexo 14 Etapa de incubación de las placas Petrifilm TM.....	79
Anexo 15 Análisis microbiano "Aerobios mesofilos" Día 0 .....	80
Anexo 16 Análisis microbiano "Aerobios mesofilos" Día 15 .....	80
Anexo 17 Análisis microbiano "Mohos & Levaduras" Día 0.....	81
Anexo 18 Análisis microbiano "Mohos & Levaduras" Día 15.....	81

## RESUMEN

En nuestro país la producción de papaya se ha convertido en una oportunidad para lograr un mayor ingreso en el sector agrícola, pero debido al poco tiempo de vida útil de esta fruta se ha ido investigando diversas técnicas de conservación para alargar de vida útil. Una de las técnicas que está ganando fuerza en el sector agroindustrial es la deshidratación osmótica que es una buena alternativa para la conservación de alimentos frescos.

El objetivo de esta investigación, que fue realizada en los laboratorios de la facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Laica Eloy Alfaro De Manabí. Carrera de Ingeniería Agroindustrial fue conservar papaya mediante deshidratación osmótica, el experimento se lo realizo en un diseño completamente al azar con dos factores en estudio FACTOR A: tamaño de la fruta y FACTOR B: Adición de cloruro de calcio al 5% a la solución osmótica, donde fueron evaluadas las características físicas químicas microbiológicas y sensoriales al mejor tratamiento.

El mejor tratamiento que correspondía a trozo de papaya con tamaño 2 x 2 x 1 cm con adición de cloruro de calcio al 5% y sacarosa, el cual se determinó por cinética de deshidratación osmótica, al mismo que se le realizo pruebas físicas químicas y microbiológicas durante 15 días de almacenamiento.

Las pruebas Físicos-Químicas no demostraron cambios significativos a los valores iniciales, las pruebas microbiológicas presentaron cambios significativos en el crecimiento microbiano cada 5 días tanto en aerobios mesofilos, mohos y levaduras, la pruebas sensoriales demostraron resultados de preferencia hacia la muestra deshidratada versus la muestra fresca.

Así mismo se comprobó que las muestras frescas almacenadas sin ningún tratamiento tuvieron una vida útil en almacenamiento menor a las muestras deshidratadas cumpliendo un tiempo de vida útil de 15 días.

La elaboración de papaya deshidratada osmóticamente no es un producto rentable por los altos costos de los insumos utilizados en esta operación, debido a que el costo de frutas frescas asciende a \$ 1.20 por kg, mientras que las de las frutas

deshidratadas tienen un costo de elaboración de \$ 8.30 por kg, elevando su costo siete veces al inicial. Sin embargo es un producto que posee mayor estabilidad microbiana y sus características físicas químicas presentan mejoras a la del producto inicial.

## **ABSTRACT**

In our country papaya production has become an opportunity for greater income in the agricultural sector, but due to the short shelf life of the fruit has been investigating various preservation techniques to extend shelf life. One technique that is gaining strength in the agribusiness sector is the osmotic dehydration is a good alternative for the storage of fresh food.

The objective of this research, which was conducted in the laboratories of the Faculty of Agricultural Sciences University Eloy Alfaro Lay Of Manabi. Race was Agroindustrial Engineering preserve papaya using osmotic dehydration, the experiment was conducted as a completely randomized design with two factors under study FACTOR A: fruit size and FACTOR B: Addition of calcium chloride to 5% osmotic solution where the physicists were evaluated microbiological and sensory chemical characteristics to the best treatment.

The best treatment was for piece of papaya with size 2 x 2 x 1 cm with addition of calcium chloride and 5% sucrose, which is determined by kinetics of osmotic dehydration, the same that was conducted physical chemical and microbiological tests during 15 days of storage.

The Physical and Chemical tests showed no significant changes from baseline, microbiological tests showed significant changes in microbial growth every 5 days in both mesophilic aerobes, molds and yeasts, the results of sensory tests showed preference for the dehydrated sample versus the sample fresh.

Also it was found that the fresh samples stored without any treatment had a shelf life less than the dehydrated samples fulfilling a storage shelf life of 15 days.

The development of osmotically dehydrated papaya is not a profitable product for the high costs of inputs used in this operation, because the cost of fresh fruit amounted to \$ 1.20 per kg, while the dried fruits have a manufacturing cost of \$ 8.30 per kg, raising her seven times the initial cost. However it is a product that has a higher microbial stability and their physical chemical characteristics you present improvements to the initial product.

# **CAPÍTULO I**

## **ANTECEDENTES**

### **1.1 INTRODUCCIÓN**

(Barrera, 2008). La papaya es una fruta que se considera originaria de Centro América, sin embargo se han observado especies afines como *Carica peltata* y otras formas primitivas de frutos pequeños en poblaciones espontáneas localizadas desde el sur de América Central hasta el Noreste de América del Sur. Actualmente se cultiva en muchos otros países como Hawai, Florida, Australia, África del Sur, Kenia y Tanganika.

(Gómez, 2013). Por ser un fruto susceptible a grandes pérdidas en poscosecha debido a sus características fisiológicas tan particulares, obliga al productor a desarrollar nuevas alternativas para su transformación y conservación. Para tal fin, a nivel industrial se han aplicado diferentes técnicas; tales como la congelación, refrigeración, deshidratación, y actualmente, métodos combinados como la Deshidratación Osmótica (DO), la cual es una tecnología de preservación que reduce las pérdidas poscosecha y proporciona una opción para transformarla, utilizando materiales comerciales y de fácil acceso, para así, disminuir las pérdidas y aumentar los ingresos en la cadena productiva.

(Dueñas Molins, 2013). La deshidratación es un sistema de conservación de alimentos que se remonta al Neolítico, época en que el hombre deja la vida nómada. Siendo la agricultura una de sus principales actividades. Todas las civilizaciones han desarrollado en menor o mayor medida formas de conservar los alimentos de acuerdo a sus necesidades. El más utilizado por todas ellas es la deshidratación / secado de los alimentos, siendo el que se adapta mejor a cualquier tipo de producto alimenticio y proporciona una gran estabilidad microbiológica, debido a su reducción de la actividad del agua es la deshidratación además de aportar otras ventajas como la

reducción del peso facilitando a su vez el almacenaje, manipulación y transporte de los productos finales deshidratados.

(Castillo Huamanchumo, 2011). La deshidratación osmótica es hoy una operación rutinaria de mucho uso en la industria de alimentos. Es una técnica antigua que a través de la historia se ha venido conociendo sus principios, los cuales han sido mejorados y adecuados a las necesidades del hombre. Esta técnica ha sido aplicada en diversos productos vegetales como naranjas, piña, pimiento, arándano y otros.

(Castillo Huamanchumo, 2011). Además está ganando considerable atención como método de procesamiento mínimo debido a ventajas tales como el ahorro de energía, uso de bajas temperaturas (20 - 50 ° C), evitar daños a productos termolábiles, como complemento al proceso de deshidratación, para mejor control de las pérdidas de sabor y daños en los tejidos, aunado a una mejor retención del color y de los nutrientes.

(Castillo Huamanchumo, 2011). La operación de deshidratación osmótica es una técnica aplicada a productos hortofrutícolas que permite reducir su contenido de humedad e incrementar su contenido de sólidos solubles. Consiste en la inmersión del alimento en una solución osmótica de actividad de agua ( $A_w$ ) inferior a la suya (hipertónica) lo que establece dos flujos en contra corriente (agua y soluto). Estos flujos se detendrán al alcanzarse el equilibrio en el sistema ( $A_w \text{ alimento} = A_w \text{ solución}$ ) a un tiempo determinado.

## 1.2 OBJETIVOS

### General

- Estudiar la influencia del tamaño de troceado y cloruro de calcio en la conservación de papaya (*Carica papaya*) mediante deshidratación osmótica.

### Específicos

- Determinar la influencia del troceado en la cinética de deshidratación osmótica.
- Evaluar la textura de los trozos de papaya debido a la aplicación de cloruro de calcio mediante análisis sensorial.
- Determinar el mejor tratamiento mediante la cinética de deshidratación.
- Realizar la evaluación sensorial y microbiológica al mejor tratamiento.
- Estimar el costo de los tratamientos de estudio.

## CAPITULO II

### REVISION BIBLIOGRAFICAS

#### 2.1 LA PAPAYA

##### 2.1.1 Definición

(Alfonso García, 2010). El fruto de la papaya es una baya, que puede ser cilíndrico, alargado, en forma de pera o de forma globular oval o redondo. La forma de los frutos depende de la variedad y del tipo de flor del cual se han formado. Según las variedades los frutos pueden alcanzar de 15 a 50 cm de longitud, de 12 a 25 cm de diámetro y un peso de 0.5 a 25 libras o más.

El fruto está formado por tres paredes:

- a-El exocarpio o cáscara.
- b-El mesocarpio o pulpa
- c-El endocarpio que contiene las semillas y mucílago.

La pulpa es rica en agua, azúcares, vitaminas, minerales y sustancias colorante. Su color varía de amarillo pálido a amarillo rojizo.

**Tabla 2.1 Composición nutricional de la fruta de la papaya (%)**

Elemento	Cantidad
Agua	88.1%
Carbohidratos	9.8%
Fibra	0.8%
Proteína	0.6%
Ceniza	0.6%
Grasa	0.1%
Calorías	39 (en 100 gramos)

**Fuente:** Alfonso García, (2010)

## 2.1.2 Origen de la papaya

(Augstburger, y otros, 2000). El papayo (inglés: papaya, pawpaw, francés: papaye) es originario de las regiones tropicales de Centroamérica y Sudamérica. Es una planta con hojas grandes, de crecimiento rápido, mayormente no maderada, herbácea y duradera de muchos años. Botánicamente *Carica papaya* no se puede calificar claramente como árbol, ni planta vivaz ni arbusto. Alcanza una altura de 10 m y una edad de 15 (hasta 30) años. El tamaño de la fruta varía, pues puede pesar entre 100 g y 10 kg. Su forma es redonda-ovalada hasta oblonga, el color de su pulpa es blanco amarillento, amarillo profundo, anaranjado o amarillo rojizo.

## 2.1.3 Taxonomía

**Tabla 2.2 Clasificación Taxonómica de la papaya**

<b>Reino vegetal</b>	<b>Vegetal</b>
<b>Tronco</b>	Cormophyta
<b>División</b>	Antophyta
<b>Subdivisión</b>	Angiosperma
<b>Clase</b>	Dicotiledónea
<b>Subclase</b>	Chrisopétala
<b>Segundo grado evolutivo</b>	Dialipétala
<b>Orden</b>	Parietales
<b>Familia</b>	Caricacea
<b>Género</b>	<i>Carica</i>
<b>Especie</b>	<i>Papaya</i>

**Fuente:** Alfonso García, (2010)

## **2.1.4 Variedades en Ecuador**

(Comercio, 2011). En Ecuador se produce en Guayas, Manabí, Los Ríos, Santo Domingo de los Tsáchilas y Santa Elena. Existen alrededor de 3 000 hectáreas cultivadas. En el país se producen tres tipos de papaya. La tainung 1, la hawaiana y la conocida como maradol o nacional. Todas tienen propiedades diferentes, pero los usos son comunes.

- **Papaya maradol o nacional**

(Comercio, 2011). Esta variedad también se asemeja a la pera, pero es más alargada en relación con la papaya hawaiana. Su peso varía entre 1,5 y 2 kilos. Se desarrolla mejor en clima cálido, se adapta mejor y produce más en regiones a menos de 800 metros de altura. La temperatura adecuada para su cultivo oscila entre los 25 y 38 grados. Se puede sembrar en cualquier época del año.

- **Papaya hawaiana**

(Comercio, 2011). Esta variedad tiene una forma de pera. Su peso puede variar entre 400 y 800 gramos. Es la más dulce de su variedad y por eso se la usa frecuentemente en jugos. En el centro de la fruta se acumulan docenas de semillas redondas negras, de aproximadamente 5 milímetros de largo, cubiertas de un material transparente y gelatinoso.

- **Papaya tainung 1 (Formosa)**

(Comercio, 2011). Esta especie se destaca porque tiene la pulpa de color rojo y un buen aroma fuerte. Su peso promedio es de 1,1 kilos. La madurez se identifica cuando el fruto empieza a tornarse amarillo pintón por lo menos en un 40% de la superficie y se hace suave al tacto. La papaya requiere de seis meses para la floración y otros cinco para la cosecha.

### **2.1.5 Consumo y aplicaciones del fruto**

(Pestano, 2001). El fruto de la papaya, tiene diferentes usos, tanto como fruta fresca, en jugos, en batidos, en helados, como parte de las ensaladas, dulces diversos de elaboración casera o envasados por la industria, tanto semi verdes como maduros. Algunos países de Asia, África y Oceanía los destinan a la obtención de látex. De este líquido lechoso que es abundante en los frutos verdes, se extrae la papaína. La papaína se usa ampliamente como ablandador de carnes y también en la clarificación de cervezas y otras bebidas. Es de gran utilidad para suavizar las lanas, así como en el curtido de las pieles. Tiene gran aplicación en la fabricación de caucho y además en la preparación de productos medicinales y de remedios caseros, etc.

### **2.1.6 Composición**

- **Composición química**

(Arana Guerra, y otros, 2012). Dentro de su composición química debemos destacar su riqueza en vitaminas C y en provitamina A, en forma de carotenos dentro de las cuales tiene principalmente: betacarotenos, gamma carotenos, épsilon carotenos y criptoxantina, un compuesto que además de transformarse en vitamina A en nuestro organismo, presenta propiedad antioxidante, atribuyéndosele acción preventiva frente al cáncer y la enfermedad cardiovascular. También destaca la presencia de vitaminas del grupo B como son vitamina B1, B2 y B3. En cuanto a los minerales, la papaya es rica en potasio y contiene cantidades apreciables de calcio, magnesio, fósforo y hierro.

(Arana Guerra, y otros, 2012). También es una buena fuente de fibra (principalmente insoluble), que mejora el tránsito intestinal, evitando el estreñimiento y protege frente al cáncer de colon y la enfermedad cardiovascular. La papaya contiene una alta proporción de agua, siendo por

el contrario su contenido en nutrientes energéticos (hidratos de carbono, proteínas y grasa) muy bajo.

(Arana Guerra, y otros, 2012). En papayas de pulpa roja, el pigmento o colorante natural más importante es el licopeno. En papayas de pulpa más amarillenta, los pigmentos más abundantes son el grupo de las criptoxantinas. La intensidad del color depende de la concentración del pigmento, la cual variará de una localidad a otra. En las pulpas rojas, los carotenos contienen un 10% de los pigmentos, mientras que en pulpas anaranjadas alcanzan un 30%. La pulpa contiene muy pocos ácidos orgánicos (0.099%) y éstos son una mezcla de 50% de ácido cítrico y 50% de ácido málico.

- **Composición nutricional (100g)**

**Tabla 2.3 Composición nutricional de la papaya 100 gramos comestibles Peso.**

<b>Calorías</b>	<b>26.5</b>
<b>Hidratos de carbono (g)</b>	6.3
<b>Fibra (g)</b>	1.9
<b>Potasio (mg)</b>	211
<b>Magnesio (mg)</b>	8
<b>Provitamina A (mcg)</b>	97.5
<b>Vitamina C (mg)</b>	82
<b>Ácido fólico (mcg)</b>	1

**Fuente:** Escalante Semerena 2012

## 2.2 SACAROSA

### 2.2.1 Definición

(C.P Chen, 2004). La sacarosa es el azúcar de uso doméstico e industrial y es el azúcar más común en el reino vegetal. La sacarosa se encuentra en todas las partes de la planta de caña de azúcar, pero abunda más en el tallo, donde se encuentra en las vacuolas de almacenamiento de la célula (parénquima). La sacarosa es menos abundante en las regiones que se encuentran en crecimiento activo, especialmente las porciones blandas del extremo del tallo y las hojas enrolladas.

(C.P Chen, 2004). Los azúcares monosacáridos, glucosa y fructosa, se condensan para formar sacarosa y agua. Por lo tanto, la sacarosa tiene la fórmula empírica  $C_{12}H_{22}O_{11}$  y un peso molecular de 342.3. Los cristales de sacarosa son primas monoclinicas que tienen una densidad de 1.588; una solución al 26% (p/p) tiene una densidad de 1.18175 a 20°C. La sacarosa es ópticamente activa con la rotación específica  $(\infty)_D^{20} + 66.53$  cuando se utiliza un peso normal. Su punto de fusión es de 188°C (370°F) y se descompone al fundirse. El índice de refracción es de 1.3740 para una solución a 26% (p/p). La sacarosa es soluble tanto en agua como en etanol; las soluciones saturadas a 20°C (68°F) contienen 67.09 y 0.9% por peso, respectivamente. La sacarosa es solo ligeramente soluble en metanol e insoluble en éter o cloroformo.

(C.P Chen, 2004). Cuando se hidroliza, ya sea mediante un ácido o una invertasa, la sacarosa produce cantidades equimolares de glucosa y fructosa, y la mezcla se conoce como invertida. Sin embargo, estos azúcares no se presentan siempre en cantidades iguales en el guarapo crudo. A pesar de que la sacarosa es dextrógira, y esta característica se utiliza para medir la cantidad de sacarosa en solución, la rotación específica de la invertida es

$(\infty)_D^{20} - 39.7$  debido a que la actividad levógira de la fructosa es mayor que la actividad dextrógira de la glucosa.

## **2.2.2 Uso en la industria de alimento**

- **Edulcorante**

(Rocha, 2014). La característica principal de la sacarosa es su dulzura. El azúcar tiene la capacidad de hacer que los alimentos sean más atractivos, los hace menos agrios o amargos. La gente por lo tanto utiliza la sacarosa en la preparación de alimentos y bebidas y especialmente en los postres y pasteles. Aunque existen edulcorantes sintéticos disponibles que pueden sustituir al azúcar, algunos cocineros y amas de casa prefieren utilizar azúcar debido a cómo sus propiedades químicas afectan la textura y la cocción de los alimentos.

- **Conservación**

(Rocha, 2014). Al igual que la sal, el azúcar es un conservante natural, ya que extrae la humedad de las bacterias. Es esta característica la que permite que el azúcar se mantenga en buenas condiciones en la despensa durante meses o incluso años. Por esta razón, la gente utiliza la sacarosa para hacer productos tales como mermeladas y jaleas. Cuando se añade una alta cantidad de azúcar en las mermeladas y jaleas se extiende la vida útil del producto por inhibir o se ralentiza el crecimiento de bacterias y mohos. La sacarosa actúa como espesante en alimentos tales como salsas o adobos.

- **Fermentación y producción**

(Rocha, 2014). El azúcar actúa como una fuente de alimento para los hongos. Los hongos, a su vez, aceleran el proceso de fermentación. La gente por lo tanto añade azúcar a cualquier proceso de fabricación que requiera fermentación. Por ejemplo, el azúcar se usa con levadura, un

hongo, en la fermentación de la cerveza y la sidra. El azúcar también se usa en la fabricación de etanol, glicerol y ácidos.

- **A granel y volumen**

(Rocha, 2014). Además de añadir un sabor dulce a sus recetas, la sacarosa, o azúcar, agrega volumen y peso a sus recetas para hornear. Al sustituir un edulcorante no nutritivo como el azúcar, los pasteles, galletas, panes y otros productos horneados serán más ligeros de peso. Otro uso común de la sacarosa es como fuente de energía para la levadura, de modo que se produce la fermentación y el pan se eleva correctamente.

## **2.3 TROCEADO**

### **2.3.1 Definición**

(Figuerola, y otros, 1993). Una operación usualmente incluida en los diversos procesos de conservación, es el trozado. Esta es una operación que permite alcanzar diversos objetivos, como la uniformidad en la penetración del calor en los procesos térmicos, la uniformidad en el secado y la mejor presentación en el envasado al lograr una mayor uniformidad en formas y pesos por envase. En el caso específico del secado, el trozado favorece la relación superficie/volumen, lo que aumenta la eficacia del proceso.

(Figuerola, y otros, 1993). El trozado debe realizarse con herramientas o equipos trozadores que produzcan cortes limpios y nítidos que no involucren, en lo posible, más que unas pocas capas de células, es decir, que no produzcan un daño masivo en el tejido, para evitar los efectos perjudiciales de un cambio de color y subsecuentemente un cambio en el sabor del producto. Además, el trozado debe ser realizado de tal modo que permita obtener un rendimiento industrial conveniente. Siempre se debe buscar la

forma de obtener un trozado que entregue la mayor cantidad posible de material aprovechable.

### **2.3.2 Tipos troceados**

(Susana, 2011)

- Dados.- corte en forma de cubo.
- Brounoise: en pequeños dados (de 1 a 2 mm de lado) sobre una tabla de cortar. El corte más pequeño.
- Macedonia: dados de 4mm de lado.
- Jardineras: bastones de 4cm de largo y 4mm.
- Bolas: se hace con una cuchara francesa o sacabalas.
- Gajos: en piezas redondas se trocea la pieza en cuartos u octavos.
- Rodajas: corte transversal que da como resultado unos trozos circulares.

## **2.4 CLORURO DE CALCIO**

### **2.4.1 Definición**

(Cocinista.es, 2014). El cloruro de calcio o cloruro cálcico ( $\text{CaCl}_2$ ) es una sal de calcio muy utilizada como aditivo alimentario. En la UE tiene el código E509 y su papel y función depende del tipo de alimento o proceso de transformación al que se aplique.

(Cocinista.es, 2014). En quesería, se utiliza para reforzar el contenido en calcio de una leche que ha sido pasteurizada, proceso que en parte destruye el calcio natural. La falta de calcio impide un cuajado efectivo y con ello la elaboración. Es importante aclarar que el cloruro de calcio tiene una capacidad limitada a la hora de facilitar un cuajado y si se aplica a una leche tratada por el método UHT y de calidad dudosa es más que probable que no seamos capaces de cuajar un queso por mucho cloruro que pongamos. Sin embargo, en leches pasteurizadas frescas (las que se conservan en nevera),

la adición de un cucharita de café por cada 4 litros de leche tiene un efecto inmediato facilitando un cuajado más rápido y consistente.

(Cocinista.es, 2014). Se usa también para bajar el ph de una solución. En la elaboración de cerveza, añadido al agua con la que vamos a hacer el mosto, conseguimos el efecto de bajar el ph a la vez que la endurecemos, mejorando con ello la fermentación y el sabor de la cerveza. Los grandes aficionados a la cerveza saben lo importante que es el agua en el resultado final y por ello se utilizan este tipo de aditivos para recrear un agua ideal.

(Cocinista.es, 2014). En cocina molecular, es una de las posibles parejas del alginato de sodio a la hora de hacer esterificaciones. Este divertido proceso culinario que nos permite crear geles de consistencia firme en cuestión de segundos se consigue gracias a una reacción entre el ya mencionado alginato (que se obtiene de forma natural de unas algas) y una sal de calcio, pudiendo ser el cloruro de calcio una de ellas.

Finalmente, la industria de la alimentación lo usa también como agente reafirmante para verduras y frutas cocinadas dándoles una textura más firme. Se utiliza también para retener la humedad de un alimento y reducir su punto de congelación. El cloruro de calcio puede encontrarse en forma de polvo o en solución líquida.

#### **2.4.2 Beneficio de su uso en la deshidratación osmótica**

(Schawartz, 1999). La adición de sales de calcio a la solución osmótica aumenta ligeramente la pérdida de agua en el alimento y disminuye la ganancia de soluto. Este efecto se atribuye a una asociación de calcio (que penetra en la fruta) con pectinas de las paredes celulares, con lo que se fortalece la textura de la fruta y se crea un enlace tipo "unión cruzada" capaz

de atenuar la difusión de azúcares hacia la fruta debido a un aumento de la tortuosidad y de la viscosidad local

## **2.5 DESHIDRATACIÓN OSMÓTICA**

### **2.5.1 Generalidades**

(Genina Soto, 2002). La Deshidratación Osmótica consiste en sumergir los alimentos en soluciones hipertónicas con el objetivo de producir dos efectos principales: flujo de agua desde el producto hacia la solución hipertónica y flujo de solutos hacia el interior del alimento. En algunos casos se puede presentar la salida de solutos como son los ácidos orgánicos. Este fenómeno, aunque es poco importante por el bajo flujo de sólidos perdidos, puede modificar sustancialmente algunas propiedades del fruto como son las organolépticas.

### **2.5.2 Descripción del proceso**

- **Preparación de la fruta**

(Parzanese , 2014). Para la eficacia de este proceso es necesario optar por frutas que posean estructura celular rígida o semirígida, es decir aquellas que permitan su trozado (en cubos, tiras, rodajas, etc.). Por el contrario las frutas que presenten pulpa líquida no servirán a este proceso. Cuando se desee procesar frutas que presente un recubrimiento ceroso o pruina es recomendable aplicar un tratamiento de permeabilización, previo al trozado.

(Parzanese , 2014). Este tratamiento puede hacerse mediante un baño de solución de hidróxido de sodio hirviendo por un período de tiempo de entre 30 a 45 segundos, con el inmediato lavado de la fruta para quitarle el excedente de solución. Otra opción es el escaldado, someter a la fruta a la acción del calor durante 1 a 3 minutos, lo cual disminuye la selectividad de las paredes de las células y aumenta la permeabilidad de ésta.

- **Trozado**

(Parzanese , 2014). Muchas veces cuando se trata de frutas de gran volumen es necesario su trozado para un mejor resultado del proceso. Si se trabaja con frutas pequeñas como arándanos, frutillas u otras frutas finas ésta etapa no es necesaria.

- **Inmersión en jarabe**

(Parzanese , 2014). La solución osmótica o agente deshidratante al cual se van a exponer las frutas debe contener como soluto una sustancia que sea compatible con ella, como el azúcar (sacarosa), miel u otros jarabes preparados a partir de azúcares diferentes (lactosa, fructosa, glucosa). El cloruro de sodio (sal de mesa) puede dar un sabor desagradable, no obstante en algunos casos se agregan cantidades mínimas de este soluto a las soluciones de azúcar con el fin de aumentar la velocidad de deshidratación.

(Parzanese , 2014). Una vez preparado el jarabe debe colocarse en un recipiente adecuado en el cual se sumerge la fruta. Rápidamente debido al proceso de ósmosis el agua contenida en la fruta sale hacia el jarabe a la vez que se impregna de los sólidos contenidos en la solución osmótica, aunque esto último se da a una velocidad menor a la de pérdida de agua por parte del alimento.

(Parzanese , 2014). La pérdida de agua es la etapa fundamental de este proceso y puede dividirse en dos periodos debido a la velocidad con la que se presenta. En un primer periodo que dura aproximadamente dos horas el alimento pierde agua a alta velocidad. Luego la velocidad de pérdida de agua disminuye como consecuencia de una menor diferencia de presión osmótica entre el interior del alimento y el jarabe, a pesar de esto el alimento continúa eliminando agua por un tiempo de dos a seis horas. Si se extiende

el tiempo de inmersión puede observarse que el flujo de agua hacia la solución externa es prácticamente nulo después de diez horas de proceso.

- **Extracción y enjuague**

(Parzanese , 2014). La fruta se extrae del jarabe una vez finalizado el tiempo de inmersión. Al retirarlas estas redujeron su contenido de humedad en un 70% a 80% y aumentaron el contenido de sólidos debido al ingreso de éstos y a la salida de agua. Todo eso otorga mayor estabilidad a las frutas ya que al reducirse la actividad de agua del producto los microorganismos tienen menor posibilidad de crecer y desarrollarse. Luego es necesaria una etapa de enjuague para quitar los restos de jarabe que pueda contener la fruta en la superficie. Esto puede hacerse también mediante un proceso de centrifugado a velocidad lenta para no dañar la fruta.

- **Secado**

(Parzanese , 2014). Debido a que las frutas deshidratadas osmóticamente aún contienen niveles de humedad de un 20% a 30%, se pueden aplicar procesos de secado complementarios que permitan extenderla vida útil del producto por un tiempo mayor. Entre estos procesos se destacan el secado por aire caliente, secado por microondas, secado al vacío y en casos de alimentos con alto valor agregado puede aplicarse el proceso de liofilización.

- **Control de calidad**

(Parzanese , 2014). Al finalizar el procesamiento de las frutas estas deben ser controladas a través de diferentes técnicas dependiendo el tipo de producto final que se obtenga. Esta etapa es fundamental para la comercialización y aceptación del producto por parte de los consumidores.

- **Empacado**

(Parzanese , 2014). Dependiendo de la estabilidad lograda en el producto final se deberá elegir el material de empaque adecuado. Por ejemplo un producto que posee un contenido de humedad inferior al 30% como resultado de la DO y de otro proceso de secado complementario, no requiere de materiales especiales para su envasado, pudiendo conservarse a temperatura ambiente a través de su empackado con películas de polietileno delgado. Cabe aclarar que esto depende del tipo de fruta que se esté procesando y de los requerimientos de empaque que cada una presenten.

### **2.5.3 Factores que afectan el proceso de deshidratación osmótica**

(Della Rocca, 2010). El transporte de masa en la deshidratación osmótica depende de varios factores:

- **Tipo de agente osmótico**

(Della Rocca, 2010). Los más comúnmente usados son la sacarosa para frutas y el cloruro de sodio para vegetales, pescados y carnes; si bien también distintas mezclas de solutos han sido probados (Hawkes y Flink, 1978; Islam y Flink, 1982, Wais y col., 2005). Otros agentes osmóticos pueden ser: glucosa, fructosa, dextrosa, lactosa, maltosa, polisacáridos, maltodextrina, jarabes de almidón de maíz y sus mezclas.

(Della Rocca, 2010). La elección dependerá de varios factores tales como costo del soluto, compatibilidades organolépticas con el producto terminado y preservación adicional otorgada por el soluto al producto final y de la influencia del soluto sobre las características organolépticas del producto tratado (Rahman y Perera, 1996).

- **Concentración de la solución osmótica**

(Della Rocca, 2010). La pérdida de agua y la velocidad de secado aumentan con el incremento de la concentración de la solución osmótica, ya que la actividad de agua de la solución decrece con un aumento en la concentración de solutos (Fakar y Lazar, 1969; Magee y col., 1983; Lenart y Flink, 1984; Lerici y col., 1985; Biswal y Le Maguer, 1989; Marcotte y Le Maguer, 1991; Rahman y Lamb, 1990).

(Della Rocca, 2010). Con el incremento en la concentración de la solución se forma una capa de soluto sobre la superficie del producto que actúa como barrera reduciendo la pérdida de nutrientes y, a muy altas concentraciones, pueden dificultar también la pérdida de agua (Saurel y col., 1994a y 1994b).

(Della Rocca, 2010). Cuando se utilizan mezclas de sacarosa y sal la fuerza impulsora para la transferencia de masa aumenta al bajar la actividad de agua de la solución. Además, como se mencionó anteriormente, se forma una capa de sacarosa sobre la superficie del producto que impide la penetración de sal en el producto y permite mejorar la pérdida de agua sin afectar tanto el sabor (Baroni y Hubinger, 2000).

(Della Rocca, 2010). Guzmán y Segura (1991) han estudiado la potenciación de medios de deshidratación con el agregado de sal a concentraciones inferiores al 10 % m/m para evitar sabores dulces indeseables en el alimento.

- **Temperatura de la solución osmótica**

(Della Rocca, 2010). Este es el parámetro más importante que afecta la cinética de pérdida de agua y la ganancia de solutos. La ganancia de solutos es menos afectada que la pérdida de agua por la temperatura ya que a altas

temperaturas el soluto no puede difundir tan fácilmente como el agua a través de la membrana celular de los tejidos del producto.

(Della Rocca, 2010). La temperatura presenta dos efectos. Uno de ellos es que el aumento de temperatura favorece la agitación molecular y por consiguiente mejora la velocidad de difusión. El otro es la modificación de la permeabilidad de la membrana celular con un incremento de la temperatura. La temperatura crítica a la cual se produce la variación en la permeabilidad de la membrana depende de las distintas especies, pero se estima que para frutihortícolas ronda en el rango de (50°C-55°C), aproximadamente.

- **PH de la solución**

(Della Rocca, 2010). La acidez de la solución aumenta la pérdida de agua debido a que se producen cambios en las propiedades tisulares y consecuentemente Cambios en la textura de las frutas y vegetales que facilitan la eliminación de agua (Moy y col., 1978).

- **Propiedades del soluto empleado**

(Della Rocca, 2010). El proceso osmótico también depende de las propiedades fisicoquímicas de los solutos empleados: pesos moleculares, estado iónico y solubilidad del soluto en el agua. Esta última es muy importante pues define la máxima concentración del soluto que puede emplearse en la solución (Li y Ramaswamy, 2005).

(Della Rocca, 2010). Cuando se utilizan soluciones con solutos de mayor peso molecular, la pérdida de agua se incrementa y la ganancia de solutos resulta despreciable respecto de cuando se usa un soluto de menor peso molecular. Por consiguiente en el proceso osmótico, la pérdida de agua se favorece con el empleo de solutos de peso molecular alto y la impregnación es superior con solutos de bajo peso molecular.

(Della Rocca, 2010). La combinación de dos o más solutos en la solución puede hacer más eficiente la deshidratación al proporcionar cada uno de ellos la ventaja que los caracteriza. (Grabowski et al., 1994). Cuando se usan dos solutos como sacarosa y sal se forma una barrera de sacarosa en la superficie que evita la penetración de la sal, cuya presencia en la solución mantiene una baja actividad de agua y en consecuencia produce una continua pérdida de agua y una ganancia de solutos baja. Esta combinación resulta ser más eficiente que si se usa la sal o la sacarosa solas; de esta manera la deshidratación es mayor y la penetración de solutos es menor (Baroni y Hubinger, 2000).

- **Agitación de la solución osmótica**

(Della Rocca, 2010). La deshidratación osmótica puede mejorarse mediante la agitación. La misma disminuye la resistencia a la transferencia de masa en la superficie del producto, además de uniformizar la temperatura y la concentración de solutos en la solución. Sin embargo existen casos en que puede dañarse el producto y debe evitarse. Es por ello que se prefiere el uso de los agitadores orbitales (que oscilan sobre rule manes) que los agitadores mecánicos de paletas.

- **Geometría y tamaño del producto**

(Della Rocca, 2010). La geometría del producto es muy importante ya que variará la superficie por unidad de volumen expuesta a la difusión. Asimismo, el tamaño influye en la velocidad de deshidratación y en la absorción de solutos puesto que la superficie por unidad de volumen se modifica para los diferentes tamaños.

En el caso de cubos o esferas al aumentar el lado o el radio, respectivamente, la superficie por unidad de volumen disminuye y entonces, la pérdida de agua resulta inferior para tamaños superiores. (Lerici y col,

1985) encontraron que al aumentar la superficie por unidad de volumen, la pérdida de agua aumenta hasta un máximo y luego decrece para los diferentes tamaños mientras que los sólidos ganados aumentan. La disminución en la pérdida de agua se atribuye a la formación de una capa superficial de solutos sobre el producto que impide la difusión de agua hacia la solución, en el caso de soluciones muy concentradas de soluto.

- **Relación masa de solución a masa de producto**

(Della Rocca, 2010). La pérdida de agua y la ganancia de solutos aumentan con un incremento de la relación masa de solución a masa de producto empleada en la experiencia. (Uddin e Islam, 1985) estudiaron el efecto de esta variable en la deshidratación osmótica de rodajas de ananás a 21°C. Observaron que la pérdida de peso aumentaba hasta alcanzar una relación de 4, más allá de este valor no se apreciaba un aumento significativo.

- **Propiedades físico químicas del alimento**

(Della Rocca, 2010). La composición química (proteínas, carbohidratos, grasas, contenido de sal, etc.), la estructura física (porosidad, arreglo de células, orientación de fibras y tipo de piel) y los pretratamientos como congelación y escaldado pueden afectar la cinética de deshidratación osmótica.

(Della Rocca, 2010). Según Islam y Flink (1983), el escaldado con vapor durante 4 min previo a la deshidratación osmótica produjo una menor pérdida de agua y una mayor ganancia de solutos que cuando se realiza la deshidratación osmótica directamente a las rebanadas de papas frescas. La pérdida de integridad de la membrana producida por el calentamiento fue la razón de una pobre deshidratación osmótica.

(Della Rocca, 2010). La variabilidad en los resultados obtenidos en el proceso de deshidratación osmótica entre los diferentes productos depende de la compacidad de los tejidos, contenido inicial de sólidos solubles e insolubles, espacios intercelulares, presencia de gas en el interior de los tejidos, relación entre fracciones de diferentes pectinas (pectinas solubles en agua y protopectinas) y niveles de gelificación de pectinas. Generalmente cuando el producto a deshidratar es muy poroso conviene someterlo a deshidratación osmótica en vacío para facilitar la salida de aire de su interior (Shi y Maupoey, 1993).

- **Presión de la operación**

(Della Rocca, 2010). La transferencia de agua total en la deshidratación osmótica depende como se mencionó precedentemente de una combinación de dos mecanismos: la difusión y el flujo por capilaridad. Los tratamientos al vacío aumentan el flujo capilar, incrementando la transferencia de agua pero no influyen en la ganancia de solutos (Fito, 1994). El flujo capilar de agua depende de la porosidad y de la fracción de espacios huecos del producto (Shi y Maupoey, 1994; Fito y Pastor, 1994; Rahman y Perera, 1996)

#### **2.5.4 Ventajas y desventajas de los procesos de deshidratación osmótica**

- **Ventajas**

(Parzanese , 2014).

- Costos energéticos reducidos debido a la aplicación de temperaturas relativamente bajas.
- No se producen cambios de fase del agua contenida en el alimento durante el proceso.
- El color, aroma, sabor y textura del alimento se modifican mínimamente.
- Permite el procesamiento de pequeños volúmenes de producto.

- En la mayoría de los casos no se requiere de tratamientos químicos previos.
- Aumenta la vida útil del alimento ya que disminuye su actividad de agua, inhibiendo el crecimiento de los microorganismos.
- Al reducir el contenido de agua disminuye el peso del producto, lo cual reduce los costos de empaque y transporte.
- Luego de finalizada la operación, se puede utilizar la solución osmótica como materia prima en la formulación de otros productos.

- **Desventajas**

(Sierra García, 2011).

- No se puede aplicar en todos los alimentos, sólo en aquellos que presentan estructura sólida.
- Cuando el alimento se sumerge en una solución concentrada, puede aparecer un pequeño residuo de la misma solución al finalizar el proceso; esto puede minimizarse si se escurre el alimento.
- Al haber una inmersión del alimento en el jarabe, se ocasiona flotación, pues algunas muestras del alimento serán menos densos. El jarabe no circulará completamente sobre los trozos y superficies y se obtendrá una ósmosis parcial. Puede solucionarse colocando un contra peso de manera que el alimento siempre esté en contacto con la solución concentrada.
- Muchas veces el grado de humedad al final del proceso no es suficientemente bajo y es necesario complementar con otras técnicas como secado o congelamiento.

### **2.5.5 Aplicaciones de la deshidratación osmótica en otras frutas**

(Universidad Nacional De Colombia, 2014). La aplicación del fenómeno de ósmosis en la deshidratación de frutas se puede lograr debido a que un buen

número de frutas, como es el caso de la fresa, papaya, mango o melón entre otras, cuentan con los elementos necesarios para inducir la osmosis.

(Universidad Nacional De Colombia, 2014). Estos elementos corresponden a la pulpa, que en estas frutas consiste en una estructura celular más o menos rígida que actúa como membrana semipermeable. Detrás de estas membranas celulares se encuentran los jugos, que son soluciones diluidas, donde se hallan disueltos sólidos que oscilan entre el 5 a 18% de concentración. Si esta fruta entera o en trozos se sumerge en una solución o jarabe de azúcar de 70%, se tendría un sistema donde se presentaría el fenómeno de ósmosis.

(Universidad Nacional De Colombia, 2014). Los jugos en el interior de las células de la fruta están compuestos por sustancias disueltas en agua, como ácidos, pigmentos, azúcares, minerales, vitaminas, etc. Algunas de estas sustancias o compuestos de pequeño volumen, como el agua o ciertos ácidos, pueden salir con cierta facilidad a través de orificios que presentan la membrana o pared celular, favorecidos por la presión osmótica que ejerce el jarabe de alta concentración donde se ha sumergido la fruta.

(Universidad Nacional De Colombia, 2014). La presión osmótica presente será mayor en la medida que sea mayor la diferencia de concentraciones entre el jarabe y el interior de los trozos de la fruta. El efecto de esta diferencia se ve reflejado en la rapidez con que es extraída el agua de la fruta hacia el jarabe. El valor de esta diferencia en el ejemplo anterior permite que los trozos de fruta se pierdan cerca del 40% del peso durante cerca de 4 horas de inmersión.

(Universidad Nacional De Colombia, 2014). La posibilidad de que la sacarosa del jarabe entre en la fruta dependerá de la impermeabilidad de las membranas a este soluto. Por lo general los tejidos de las frutas no permiten

el ingreso de sacarosa por el tamaño de esta molécula, aunque si pueden dejar salir de la fruta moléculas más sencillas como ciertos ácidos o aromas.

(Universidad Nacional De Colombia, 2014). En circunstancias como el aumento de temperatura por escaldado previo de las frutas, la baja agitación o calentamiento del sistema se puede producir ingreso de sólidos hasta un 6 a 10 %. Como hasta ahora se ha visto, de las características y las condiciones en que se realice el proceso, dependerán los fenómenos que dentro del sistema fruta:jarabe se presenten. Este proceso que es muy sencillo de llevar a cabo, tiene una metodología propia que puede ser aplicada en condiciones nada

### 2.5.6 Usos y ventajas de solutos osmóticos.

**Tabla 2.4 Uso y ventaja de los solutos**

<b>Nombre</b>	<b>Uso</b>	<b>Ventajas</b>
<b>Cloruro Sódico</b>	Carnes y verduras. soluciones superior 10%	Alta capacidad de depresión de aw.
<b>Sacarosa</b>	Frutas	Reduce pardeamiento y aumenta retención de volátiles.
<b>Lactosa</b>	Frutas	Sustitución parcial de sacarosa.
<b>Glicerol</b>	Frutas y Verduras	Mejora la textura.
<b>Combinación</b>	Frutas, Verduras y Carnes	Características sensoriales ajustadas, combina la alta capacidad de depresión de aw de las sales con alta capacidad de eliminación de agua del azúcar.

**Fuente:** Parzanese Magali (2014)

## **2.6 ANÁLISIS SENSORIAL**

### **2.6.1 Definición**

(Hernandez, 2005). El Instituto de Alimentos de EEUU (IFT), define la evaluación sensorial como “la disciplina científica utilizada para evocar, medir analizar e interpretar las reacciones a aquellas características de alimentos y otras sustancias, que son percibidas por los sentidos de la vista, olfato, gusto, tacto y oído”

(Ferreiro Leonarhdt, 2009). En la Evaluación Sensorial el hombre, y no un instrumento, constituye el eje de las evaluaciones y mediciones. Es por esto que los sujetos que participan de un panel deben ser entrenados a fin de disminuir la subjetividad en las respuestas, lo que permitirá estandarizar tanto las condiciones del medio ambiente como de las muestras a evaluar, permitiendo que los datos obtenidos en las diferentes sesiones sean factibles de analizar estadísticamente

### **2.6.2 Tipos de análisis**

(Mondino, y otros, 2006). El análisis sensorial de los alimentos puede realizarse a través de diferentes pruebas, según la finalidad para la que estén diseñados. A grandes rasgos, pueden definirse dos grupos:

- Pruebas objetivas que se subdividen en discriminativas y descriptivas
- Pruebas no objetivas también denominadas hedónicas.

#### **• Pruebas objetivas**

(Mondino, y otros, 2006). Una de las principales metas perseguidas por el análisis sensorial de alimentos es el desarrollo de una metodología, idealmente objetiva, para la determinación de parámetros organolépticos en los alimentos. Hasta la fecha, y pese a numerosos intentos, el hombre no ha

conseguido crear un instrumento que sustituya al análisis sensorial. Dicho instrumento debería englobar todos los métodos analíticos encaminados a evaluar el aspecto exterior, el sabor y el aroma de nuestros alimentos.

(Mondino, y otros, 2006). De entre las metodologías instrumentales consideradas objetivas el color es la única propiedad sensorial que puede ser medida, de forma instrumental, más efectivamente que visual. Otros aparatos como los texturómetros universales y la gran variedad de test encaminados a determinar parámetros reológicos como la dureza, fibrosidad, harinosidad, adhesividad, jugosidad.

(Mondino, y otros, 2006). Existen otras evaluaciones instrumentales, también de gran uso en laboratorios alimentarios, denominadas técnicas semi objetivas. Se incluyen dentro de este grupo a las cromatografías y las valoraciones físico-químicas y bioquímicas, indicadoras de la composición cualitativa del producto (sus vitaminas, elementos minerales, proteínas, ácidos y azúcares, colorantes, edulcorantes artificiales) aspecto íntimamente ligado a las propiedades sensoriales y al margen de aceptabilidad del alimento.

(Mondino, y otros, 2006). Todas estas técnicas pueden, en el mejor de los casos, llegar a tener una buena correlación en sus medidas con el juicio sensorial, pero parece muy difícil que puedan sustituir al ser humano. En última instancia son las personas las que deben valorar la calidad de un alimento, expresar la compleja apreciación sensorial y valorar su grado de satisfacción al ser degustado.

(Mondino, y otros, 2006). Se puede decir que hoy en día no existe ninguna técnica capaz de simular las sensaciones que un catador experimenta, por lo que es necesaria una valoración sensorial de los alimentos por un equipo de personas.

(Mondino, y otros, 2006). Los análisis objetivos se dividen en dos grandes grupos: pruebas discriminativas y descriptivas.

- Pruebas discriminativas: tienen como objeto detectar la presencia o ausencia de diferencias de atributos sensoriales entre dos o más productos.
- Pruebas descriptivas: su utilidad es muy diversa, desde la determinación de diferencias sensoriales entre un producto y sus competidores en el mercado, hasta la caracterización de aromas, un tema de gran interés para las empresas de alimentación, dada la disparidad de criterios entre el productor y el cliente con relación a su estabilidad.

- **Pruebas hedónicas**

(Mondino, y otros, 2006). Es aquella en la que el juez catador expresa su reacción subjetiva ante el producto, indicando si le gusta o le disgusta, si lo acepta o lo rechaza, si lo prefiere a otro o no. Son pruebas difíciles de interpretar ya que se trata de apreciaciones completamente personales, con la variabilidad que ello supone.

(Mondino, y otros, 2006). Los estudios de naturaleza hedónica son esenciales para saber en qué medida un producto puede resultar agradable al consumidor. Pueden aplicarse pruebas hedónicas para conocer las primeras impresiones de un alimento nuevo o profundizar más y obtener información sobre su grado de aceptación o en qué momento puede producir sensación de cansancio en el consumidor.

### **2.6.3 Atributos a evaluar**

(Cetera, 2007). Cómo describe en la definición, la evaluación sensorial es posible gracias a nuestros sentidos. Las propiedades que podemos evaluar son:

- **Apariencia (o aspecto)**

(Cetera, 2007). Todas las propiedades visibles de una sustancia u objeto. Uno de los parámetros más importantes a evaluar cuando analizamos apariencia es, sin duda, el color.

- **Textura**

(Cetera, 2007). Conjunto de propiedades mecánicas, geométricas y de superficie de un producto que son percibidas por los receptores mecánicos, táctiles y, cuando corresponda, receptores visuales y auditivos. Las propiedades mecánicas son aquellas relacionadas con la reacción del producto frente al esfuerzo. Las propiedades geométricas son aquellas relacionadas con las medidas, forma y distribución de las partículas en un producto. Las propiedades de superficie son aquellas relacionadas con las sensaciones producidas por la humedad y/o contenido de grasa.

- **Olor/ Aroma**

(Cetera, 2007). Propiedad organoléptica percibida por el órgano olfatorio al interactuar con ciertas sustancias volátiles.

- **Sabor**

(Cetera, 2007). Combinación compleja de sensaciones olfativas, gustativas y trigeminales percibidas durante la degustación. El favor puede estar influenciado por efectos táctiles, térmicos, dolorosos y/o kinestésicos.

## **2.7 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS**

### **2.7.1 Definición**

(Alonso Nore , y otros, 2008). El análisis microbiológico en la industria de alimento se constituye en una herramienta básica para el control de materias primas, procesadas y productos y manipuladores, ya que permite establecer el valor grado de contaminación biológica de estos, por tal razón el control microbiológico es parte fundamental en todo el proceso (Carrascal, et al., 2003).

### **2.7.2 Microorganismo que se evaluaron durante la investigación**

- **Mesofilos aerobios (o cuenta total)**

(Andino Rugama, y otros, 2010). En este grupo se incluyen todas las bacterias, mohos y levaduras capaces de desarrollarse a 30° C, pero pueden hacerlo en rangos bien amplios de temperaturas inferiores y mayores a los 30° C. Todas las bacterias patogénicas de origen alimenticio son mesófilas

(Andino Rugama, y otros, 2010). Esta determinación indica el grado de contaminación de una muestra y las condiciones que han favorecido o reducido la carga microbiana, es decir indica la calidad sanitaria del alimento y se utiliza para monitorear la implementación de Buenas Prácticas de Manufactura. Desde luego, no se aplica a alimentos fermentados, y puede dar escasa información sobre el manejo del alimento cuando éste es poco favorable para el desarrollo microbiano por su pH o aw.

(Andino Rugama, y otros, 2010). Se estima la microflora total sin especificar tipos de microorganismos, reflejando la calidad sanitaria de un alimento, las condiciones de manipulación, las condiciones higiénicas de la materia prima. Hay que tener en cuenta que un recuento bajo de aerobios mesófilos no

implica o no asegura la ausencia de patógenos o sus toxinas, igualmente, si se tiene un recuento elevado no significa presencia de flora patógena, más sin embargo, no son recomendables recuentos elevados, ya que esto podría significar:

- Excesiva contaminación de la materia prima
- Deficiente manipulación durante el proceso de elaboración
- La posibilidad de que existan patógenos, pues estos son mesófilos
- La inmediata alteración del producto

- **Hongos y levaduras**

(Andino Rugama, y otros, 2010). Los hongos tienen potencial para crecer en valores extremos de pH (1-11), mientras que las levaduras lo hacen en pH de 2 a 9. Se caracterizan porque disminuyen la vida útil del producto y se les asocia con materia prima contaminada o ambiente contaminado y su presencia es indicativo de:

- Alimentos de baja acidez y alta actividad de agua ( $a_w$ ), el crecimiento es lento.
- Alimentos ácidos de baja  $a_w$ , el crecimiento de hongos es mayor. Ejemplo: frutas frescas, vegetales, cereales, jugo de frutas, quesos y alimentos congelados.

## **CAPITULO III**

### **PARTE EXPERIMENTAL**

#### **3.1 UBICACIÓN DEL EXPERIMENTO**

El presente trabajo de investigación se lo realizó en el laboratorio de análisis físicos químicos de la carrera de Ingeniería Agroindustrial de la Facultad de Ciencias Agropecuarias en la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, localizada en la ciudadela universitaria del canto manta, con latitud sur  $00^{\circ} 57'00''$  y en la longitud de oeste  $080^{\circ} 43'00''$ .

#### **3.2 CARACTERÍSTICA CLIMATOLÓGICA Y/O LABORATORIO**

- Temperatura:  $27^{\circ}\text{c}$
- Humedad relativa: 50 %
- Luminosidad: 1200 horas/sol

#### **3.3 FACTOR EN ESTUDIO**

Los factores que se utilizaron en el estudio se describen a continuación:

##### **3.3.1 Factor A: Tamaño de fruta**

- A1. Cuadros de  $2 \times 2 \times 1$  cm.
- A2. Cuadros de  $3 \times 3 \times 2$  cm.

##### **3.3.2 Factor B: Cloruro de calcio 10%**

- B1. Solución osmótica con cloruro de calcio al 0.10%
- B2. Solución osmótica sin cloruro de calcio al 0.10%

### 3.4 TRATAMIENTOS

La combinación de los factores en estudio representa los siguientes tratamientos representados en la **Tabla 3.1** Tratamiento en estudio.

**Tabla 3.1 Tratamiento en estudio**

Tratamiento	Simbología	Descripción
<b>T1</b>	A1B1	Cuadros de 2 x 2 x 1 cm con solución osmótica con cloruro de calcio al 0.10%
<b>T2</b>	A1B2	Cuadros de 2 x 2 x 1 cm con solución osmótica sin cloruro de calcio
<b>T3</b>	A2B1	Cuadros de 3 x 3 x 2 cm con solución osmótica con cloruro de calcio al 0.10%
<b>T4</b>	A2B2	Cuadros de 3 x 3 x 2 cm con solución osmótica sin cloruro de calcio

**Fuente:** Delgado S. (2014)

### 3.5 DELINEAMIENTO EXPERIMENTAL

#### 3.5.1 Diseño experimental

El diseño que se aplicó en la investigación fue el diseño completamente al azar (DCA) con arreglo bifactorial A x B.

#### 3.5.2 Numero de replicas

En la presente investigación se utilizaron tres replicas por cada tratamiento.

#### 3.5.3 Características de las unidades experimentales

Para realizar a cabo la investigación de cada unidad experimental, se troceo 50 gramos de papaya cortado en los diferentes tamaños (2x2x1 y 3x3x2) cm, donde se empleó 200 gramos de solución osmótica (sacarosa 50°brix) en combinación con cloruro de calcio de acuerdo a cada tratamiento. El proceso

de deshidratación osmótica se llevó a cabo en vaso de precipitación de 250ml para los trozos de menor tamaño (2x2x1) cm. Y en vaso de 500 ml para los trozos de mayor tamaños (3x3x2) cm, el producto final se almaceno en la cámara de conservación de los laboratorios de procesamiento a una temperatura de 4°C.

### 3.5.4 Análisis estadísticos

- **Análisis funcional**

Las pruebas a las que se sometieron los datos obtenidos durante la ejecución de los tratamientos fueron:

- Análisis de variancia (ANOVA) para establecer las significancia de los tratamientos.
- Coeficiente de variación: (CV) para comprobación de las variables de los tratamientos.
- Prueba de Tukey al 5% de probabilidad de error para caracterización de las diferencia entre los tratamientos en estudio.

- **Esquema del análisis de varianza (ANOVA)**

**Tabla 3.2 Análisis de variancia**

F. de variación		G.L.
Total		11
Tratamientos		3
Repeticiones		2
Factor A	1	
Factor B	1	
Interacción A*B	1	
Error experimental		6

**Fuente:** Delgado S. (2014)

### 3.6 MATERIALES UTILIZADOS EN EL EXPERIMENTO

Los materiales y equipos que se utilizaron durante la investigación son los siguientes:

<b>Equipos</b>	<b>Materiales</b>	<b>Insumos</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Balanza de precisión digital</li><li>• Balanza de precisión digital</li><li>• Cámara de flujo laminar</li><li>• Refractómetro (0 a 32° y 32 a 60 ° brix)</li><li>• Medidor de PH (PH metro)</li><li>• Termómetro</li><li>• Estufa</li><li>• Desecador</li><li>• Cocina eléctrica</li><li>• Autoclave</li><li>• Balanza Gramera</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Equipo de protección personal</li><li>• Gradilla para tubos de ensayo</li><li>• Matraz Erlenmeyer 50 ml</li><li>• Fundas plásticas con cierre hermético</li><li>• Ollas de acero inoxidable</li><li>• Tabla de picar</li><li>• Cuchillo</li><li>• Toalla absorbente</li><li>• Tamiz (cedazo)</li><li>• Cuchara de madera</li><li>• Espátula</li><li>• Pipetas milimétricas de 10 y 1ml</li><li>• Papel filtro 15 x 15cm</li><li>• Patillos de aluminio 92 mm diam.</li><li>• Bureta 25ml</li><li>• Soporte universal</li><li>• Placas Petri film 3M</li><li>• Mechero de gas</li><li>• Tubos de ensayo</li><li>• Mesa de trabajo</li><li>• Vaso de precipitación de 500, 250, 100 y 50ml</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Papaya variedad maradol</li><li>• Sacarosa (azúcar blanco Valdez)</li><li>• Agua purificada (Pure Water)</li><li>• Detergente alcalino (extrán)</li><li>• Agua destilada</li></ul>
		<b>Reactivos</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Alcohol antiséptico</li><li>• Indicador de fenolftaleína 1%</li><li>• Cloruro de Calcio al 10%</li><li>• Hidróxido de sodio 0.1 %</li></ul>

## **3.7 MANEJO DEL EXPERIMENTO**

### **3.7.1 Descripción del experimento**

- **Preparación de la solución osmótica**

Para la preparación de la solución osmótica se utilizó 1000 gr de agua purificada (Pure Water) y 500 gr de sacarosa (azúcar blanco Valdez), mezclando de forma homogénea a una temperatura de 30 a 35 °C, llegando a obtener un aproximado de 1500 gr de solución osmótica al 50° brix, la correspondiente confirmación se lo realizo con un refractómetro manual de escala de 32 a 62 °Brix. Posteriormente se pesó 1400 gr exacto de solución osmótica y se colocó 140 gr de cloruro de calcio al 10% para conseguir la concentración de 0.10%.

- **Preparación de la fruta**

Se eligió frutas con un estado de madures óptimo para el proceso de deshidratación, con un peso promedio de 2.5kg, estas frutas se sometieron a una limpieza con detergente alcalino por un período de tiempo de 60 a 90 segundos, rápidamente se realizó un enjuagué y un secado.

- **Pelado**

Las papayas seleccionadas fueron cortadas a la mitad con la ayuda de cuchillos, para luego eliminar la piel superficial y semillas dejando en óptimas condiciones la parte comestible que se utilizara en el troceado y en el proceso de deshidratación osmótica.

- **Trozado**

Durante esta etapa el procedimiento se lo llevo a cabo con la ayuda de un molde de aluminio inoxidable con dimensiones de (2 x 2 x 1) ±0.5 cm con un

peso aproximado de 5g y (3 x 3 x 2) ±0.5 cm con un peso aproximado de 17g, para cada tratamiento correspondiente.

- **Inmersión en el jarabe**

Cortados los trozos de papaya, se pesaron un aproximado de 50g de muestra de papaya en vasos de precipitación de 250 y 500 ml de acuerdo a cada tratamiento, y se sumergieron en 200g de solución osmótica (sacarosa 50°Brix con y sin cloruro de calcio al 0.10%) en relación jarabe/fruta 4/1 a temperatura ambiente (27°C) por un lapso de 2 horas.

- **Extracción y enjuague**

Transcurrido los tiempos establecidos (15, 30, 45, 60, 80, 100 y 120 minutos), las frutas se extrajeron del jarabe con la ayuda de un tamiz y se lavaron con agua purificada para extraer el exceso jarabe y realizar el secado.

- **Secado**

Se lo realizo con papel absorbente para eliminar el exceso de agua y poder realizar el empaçado.

- **Empacado**

Realizado el secado el producto final fue empaçado en fundad plástica transparente con cierre hermético marca ziploc con dimensiones de 16.5x14 cm.

- **Almacenamiento**

El producto final y la muestras testigo fuero almacenado a una temperatura de  $4\pm 0.5^{\circ}\text{C}$  en la cámara de conservación de los laboratorios de procesamiento.

### **3.8 METODOLOGÍA APLICADA EN EL ESTUDIO DE LOS DIFERENTES ANÁLISIS**

#### **3.8.1 Deshidratación osmótica**

Durante la investigación se registraron datos de pérdida de peso y agua, ganancias de solidos solubles ( $^{\circ}\text{Brix}$ ), PH, acides de los trozo de papaya deshidratada osmóticamente, cada 15 minutos en la primer hora inicial y 20 minutos en la segunda hora.

- **Métodos utilizados para la valoración de la cinética de deshidratación osmótica**

#### **A. Cinética de transferencia de masa**

(Tepper Montti , 1996). La determinación de la pérdida de peso (PP), perdida de agua (PA) y ganancia de sólidos (SG) se efectuó a través de las siguientes formulas.

- Pérdida de peso

$$PP = - \frac{Po - Pt}{Mo}$$

Siendo:

**PP** = Pérdida de peso

**Po** = Masa inicial de la fruta (g)

**PT** = Peso al momento de muestrear (g)

- Pérdida de agua

$$PA = \frac{H \times M - H_1 \times M_1}{M}$$

Siendo:

**PA** = Pérdida de agua (g H<sub>2</sub>O / g fruta)

**M** = Peso inicial de la fruta (g).

**M<sub>1</sub>** = Peso de la fruta, luego de la osmosis (g).

**H** = Humedad inicial de la fruta (%).

**H<sub>1</sub>** = Humedad de la fruta, al muestrear (%).

- Ganancia de solidos

$$SG = \frac{M_1 \times S_1 - M \times S}{M}$$

Siendo:

**SG** = Solidos Solubles Ganados (g sólidos / g fruta)

**M** = Peso inicial de la fruta fresca (g).

**M<sub>1</sub>** = Peso de la fruta, luego de la osmosis (g).

**S** = Sólidos solubles iniciales de la fruta (°Brix).

**S<sub>1</sub>** = Sólidos solubles de la fruta, al muestrear (°Brix).

## B. Coeficiente de difusión de sólido y agua

(Sharma, y otros, 2003). La determinaciones las difusión de sólidos y agua se obtuvieron siguiendo la ley de difusión de Fick en estado no estacionario.

- Coeficiente de difusión de solidos (KS)

$$M = ks \cdot t^{1/2}$$

El contenido normalizado de humedad se puede calcular mediante la siguiente formula:

$$M = \frac{MoXwo - MtXwt}{MoXwo}$$

- Coeficiente de difusión de agua (KW)

$$M = kw \cdot t^{1/2}$$

El contenido normalizado de humedad se puede calcular mediante la siguiente formula:

$$S = \frac{MtXst}{MoXso}$$

### **3.8.2 Análisis físico-químico**

Las pruebas del análisis físico-químico que se emplearon durante la investigación para comprobar el parámetro de calidad adecuado para este producto fueron:

- **Determinación de PH**

La determinación de pH se la realizo según la norma INEN 381 (1986). A través de un potenciómetro. El pH una medida utilizada por la química para evaluar la acidez o alcalinidad.

#### **Procedimiento**

La determinación se realizó por duplicado sobre la misma muestra preparada.

Colocamos el electrodo directo sobre la muestra, hasta que se establezca la lectura.

- **Determinación de Acidez titulable**

La determinación de la acidez titulable se realizó según la norma INEN 381 (1986). La acidez titulable es el contenido de ácido de un producto.

### **Procedimiento**

Se coloca 10 ml de la muestra en un matraz de 50ml, agregamos 4 gotas de indicador de fenolftaleína.

Se añade hidróxido de sodio (0.1N), lentamente registramos el volumen consumido hasta q se observe un cambio de color a rosa purpura.

### **Cálculos**

$$A = \frac{V1N1M}{V2}$$

Siendo:

**A** = g de ácido por 100 g de producto.

**V1** = cm<sup>3</sup> de NaOH usados para la titulación de la alícuota.

**N1** = normalidad de la solución de NaOH.

**M** = peso molecular del ácido considerado como referencia.

**V2** = volumen de la alícuota tomada para el análisis.

- **Determinación de Humedad**

El contenido de humedad corresponde a la cantidad de agua que contienen los alimentos sea fresco o procesado. Se realizó según la Norma INEN 0173 (1975).

### **Procedimiento**

Pesar aproximadamente 5 gramos de muestra y colocar en patillos de aluminio (92 mm de diámetro) previamente pesadas y taradas.

Colocar en una estufa a 105 °C durante 4 horas o hasta llegar a un peso constante.

Enfriar en un desecador y pesar la muestra seca.

### **Cálculos**

$$\text{Humedad \%} = \frac{M_b - M_a}{M} * 100$$

Siendo:

**Ma:** masa del platillo de aluminio vacío en gramos.

**Mb:** masa del platillo de aluminio y la muestra desecada en gramos.

**M:** masa del platillo de aluminio más la muestra antes del secado en gramos.

- **Determinación de sólidos solubles (°Brix)**

El control de los sólidos solubles se lo realizo con la ayuda de un refractómetro manual, según la norma INEN 380 (1986).

### **Procedimiento**

Se coloca una pequeña cantidad de muestra homogenizada en el lente de refractómetro (Prisma), se espera a que el resultado sea visible en el lente enfocable.

### **3.8.3 Análisis microbiológico**

Se realizó una comparación microbiológica entre la muestra testigo versus la muestra deshidratada, a las cuales se le realizaron recuento de aerobios mesofilos, así como de mohos y levaduras. Para los análisis microbiológicos se realizó diluciones de muestras según la norma INEN 1 529-2 (1999).

- **Recuento de aerobios**

Los microorganismos aerobios, ocuparon un rol importante en el desarrollo de esta investigación, de las cuales podemos mencionar.

- El recuento de aerobio determina la vida útil del producto según las normas INEN 1529-5 (2006).
- Garantiza la aceptación del producto.
- Problemas con la salud de los consumidores.
- Problemas de almacenamiento.

Se presenta el crecimiento de microorganismo aerobios expresado en UFC/g (unidades formadoras de colonias / gramo) según los días de almacenamiento obtenido durante día 0, día 5, día 10, y día 15. Se consideró una vida útil aproximada de 15 días en condiciones refrigeradas a 4°C, en las muestras deshidratadas osmóticamente.

- **Recuento Mohos y Levaduras**

El crecimiento tanto de mohos y levaduras, al igual que los microorganismos aerobios mesófilos ocupa una relación importante en la investigación que a continuación se mencionan:

- El recuento de mohos y levaduras determina la vida útil del producto según las normas INEN 1529-10 (1998).
- Son causante directo de un sinnúmero de alergias y enfermedades.
- Provocan grandes pérdidas durante el almacenamiento.

Mohos y levaduras.- durante los días de almacenamiento el crecimiento de este tipo de hongo fue notable aumentaba según pasaban los días se almacenamiento.

Se presenta el crecimiento expresado en UFC/g (unidades formadoras de colonias / gramo) según los días de almacenamiento obtenido durante día 0, día 5, día 10, y día 15. Se consideró una vida útil aproximada de 15 días en condiciones refrigeradas a 4°C, en las muestra deshidratadas osmóticamente.

### **Preparación de la muestra**

Para cada análisis se utilizó 50 gr de muestra almacenada, la cual se homogenizo y se extrajo 1ml para cada replica (3 repeticiones) y se diluyó en 9 ml de agua destilada. Se realiza una homogenización total y se procedió a colocar 1 ml en las placas Petrifilm, tanto de aerobios mesofilos como de moho y levaduras.

Las placas de aerobios mesofilos fueron colocadas en la estufa de precisión a una temperatura de  $32 \pm 0.1$  por un periodo de incubación de 2 días (48 horas).

Las placas de mohos y levaduras fueron colocadas en una cámara a temperatura ambiente (27°C) por un periodo de incubación de 3 a 5 días.

### **Interpretación de resultados**

La interpretación se realizó con la Guía de Interpretación Petrifilm, donde cada tipo de placa Petrifilm poseen características diferentes para la identificación de microorganismo.

#### **3.8.4 Análisis sensoriales**

El análisis sensorial se lo realizo para comprobar la aceptación del producto, con un panel de jueces de 30 miembros conformados por estudiantes de la faculta de Ciencias Agropecuarias, de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de

Manabí. A los cuales se capacito previamente con la casilla de parámetros a evaluar:

- Color
- Sabor
- Olor
- Textura

Se utilizó una tabla de escala hedónica de 7 puntos Esta misma escala se la utilizo para la evaluación de las diferentes características físico química de la papaya.

1. Me gusta mucho
2. Me gusta moderadamente
3. Me gusta poco
4. Me es indiferente
5. Me disgusta poco
6. Me disgusta moderadamente
7. Me disgusta mucho

## CAPÍTULO IV

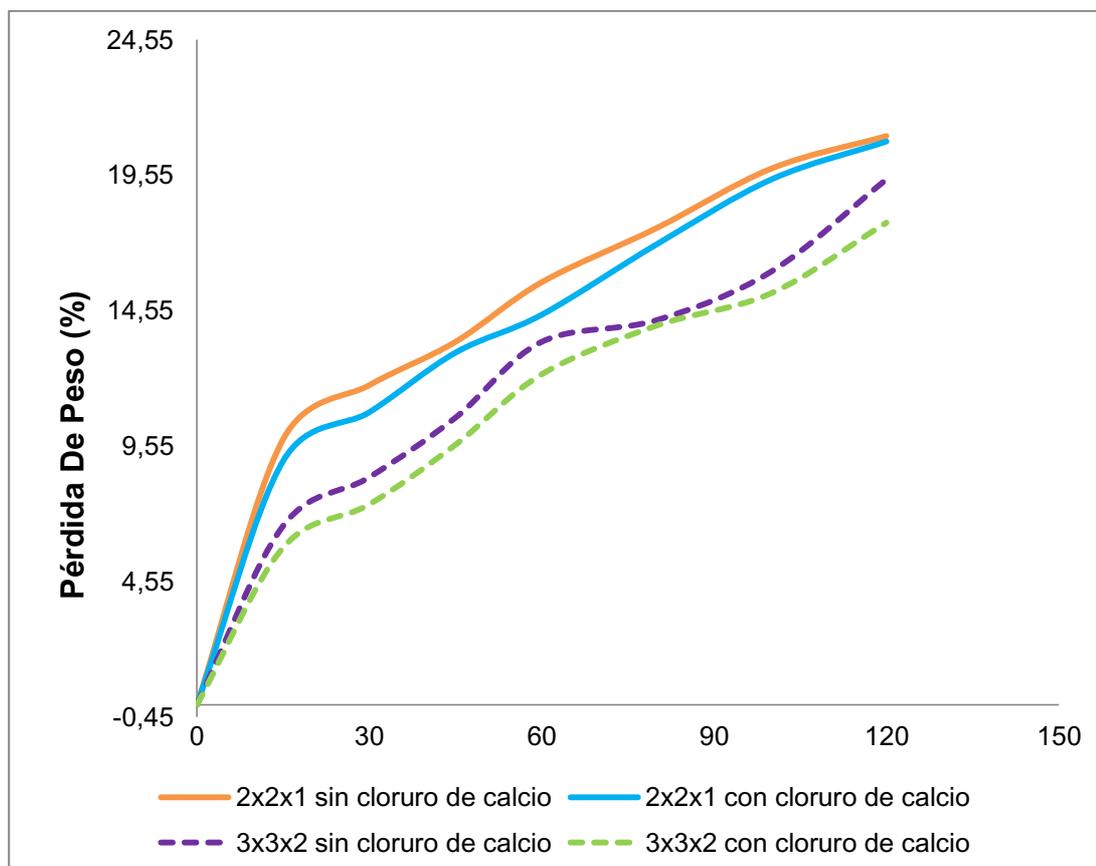
### ANÁLISIS DE RESULTADOS

#### 4.1 ESTUDIOS DE LA CINÉTICA DE LA DESHIDRATACIÓN OSMÓTICA

El análisis de la deshidratación osmótica de los trozo de papaya se realizó a través de la cinética de pérdida de peso, pérdida de agua y ganancia de sólidos solubles. Se evaluaron tamaños de troceado (2x2x1 y 3x3x2) cm y la adición de cloruro de calcio al 0.10% con una concentración constante de sólidos solubles de la solución osmótica a 50°brix.

##### 4.1.1 Pérdida de peso

Figura 4.1 Evolución de pérdida de peso



Fuente: Delgado S. (2014)

La pérdida de peso se ve influenciada por los tamaños del troceado de la fruta donde a menor tamaño la pérdida de peso es mayor, Ver **Figura 4.1**. Se muestra que los tratamientos 1 y 2 correspondientes a trozo de papaya de menor tamaño (2x2x1) cm, presentan una mayor pérdida de peso, mientras que los tratamientos 3 y 4, que corresponden a trozos de papaya de mayor tamaño (3x3x2) cm, la pérdida de peso es menor.

En cuanto a la adición de cloruro de calcio a las soluciones osmóticas y la pérdida de peso en los dos tamaños de troceado se evidencia que la pérdida es mínima en todos los tratamientos. Ver **Figura 4.1** y **Tabla 4.1**.

Según (Bambicha, y otros, 2012), mencionan que la disminución del peso aumenta a medida que se amplía el tiempo de deshidratación osmótica empleado.

En la investigación realizada se evidencia lo dicho por (Bambicha, y otros, 2012), teniendo los siguientes resultados. Ver **Tabla 4.1**, donde se observa que la pérdida de peso aumenta con el tiempo empleado en la deshidratación osmótica.

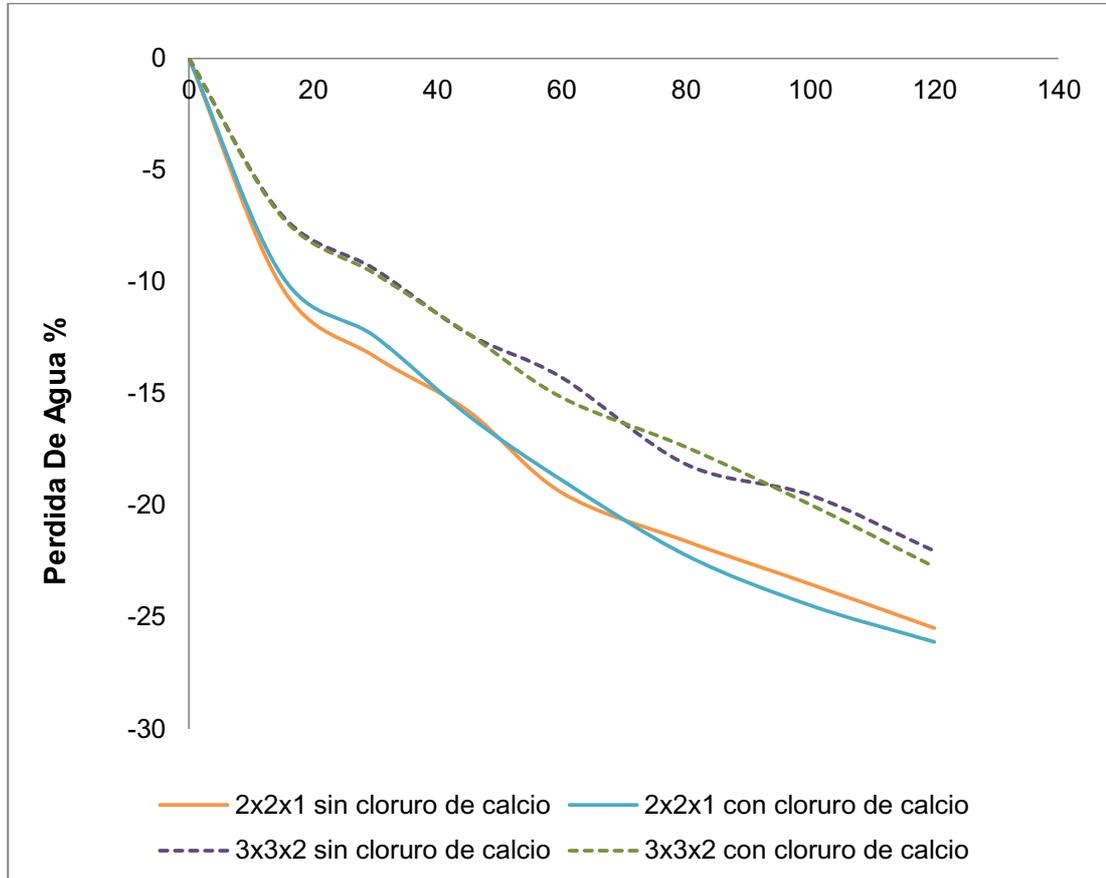
**Tabla 4.1 Resultado de pérdida de peso**

Tratamientos	Tiempo (minutos)				
	15	30	60	100	120
<b>A1B1</b> trozo de papaya de 2x2x1 cm sin adición de cloruro de calcio	9,800	11,800	15,600	19,800	21,000
<b>A1B2</b> trozo de papaya de 2x2x1 cm con adición de cloruro de calcio	9,000	10,800	14,400	19,400	20,800
<b>A2B1</b> trozos de papaya de 3x3x2 cm sin adición de cloruro de calcio	6,600	8,400	13,400	16,000	19,400
<b>A2B2</b> trozos de papaya de 3x3x2 cm con adición de cloruro de calcio	5,800	7,400	12,200	15,2000	17,800

**Fuente:** Delgado S. (2014)

### 4.1.2 Pérdida de agua

Figura 4.2 Evolución de pérdida de Agua



Fuente: Delgado S. (2014)

Durante el proceso de deshidratación osmótica se produjo una diferencia entre los tratamientos 1 y 2 que corresponde a los de menor tamaño (2x2x1) cm y los tratamientos 3 y 4 que corresponde a los de mayor tamaño (3x3x2) cm, la mayor pérdida de agua se dio durante la primera hora en todos los tratamientos.

En la **Figura 4.2** se observa que los tratamientos de tamaño menor de troceado (2x2x1) cm, presentan mayor porcentaje de pérdida de agua obteniendo la mayor pérdida de agua el tratamiento A1B2 con una reducción total de -26,17 %.

Para los tratamientos a los cuales se le añadió cloruro de calcio a la solución osmótica presenta un aumento mínimo en la pérdida de agua a los tratamiento a los cuales no se le añadió cloruro de calcio. Ver **Tabla 4.2**.

Según (Coloma Olmedo, 2008), Indica que la pérdida de agua sucede de forma acelerada durante los primeros minutos, mostrando un progresivo retardo a medida que avanza el tiempo, además concluye que los jarabes de sacarosa producen una mayor pérdida de peso en cortos tiempos.

Según (Tepper Montti, 1996). Menciona de la mayor pérdida de agua en los procesos de deshidratación osmótica se da durante la primer hora, mostrando diferencia significativa a las siguientes horas de deshidratación a la que sometidos los alimentos.

La investigación expone los dicho por (Coloma Olmedo, 2008) y (Tepper Montti , 1996), donde se presenta que los trozos de papaya obtuvieron mayor pérdida de agua durante la primer hora de deshidratación osmótica llegando a tener en los siguientes resultados ver **Tabla 4.2**.

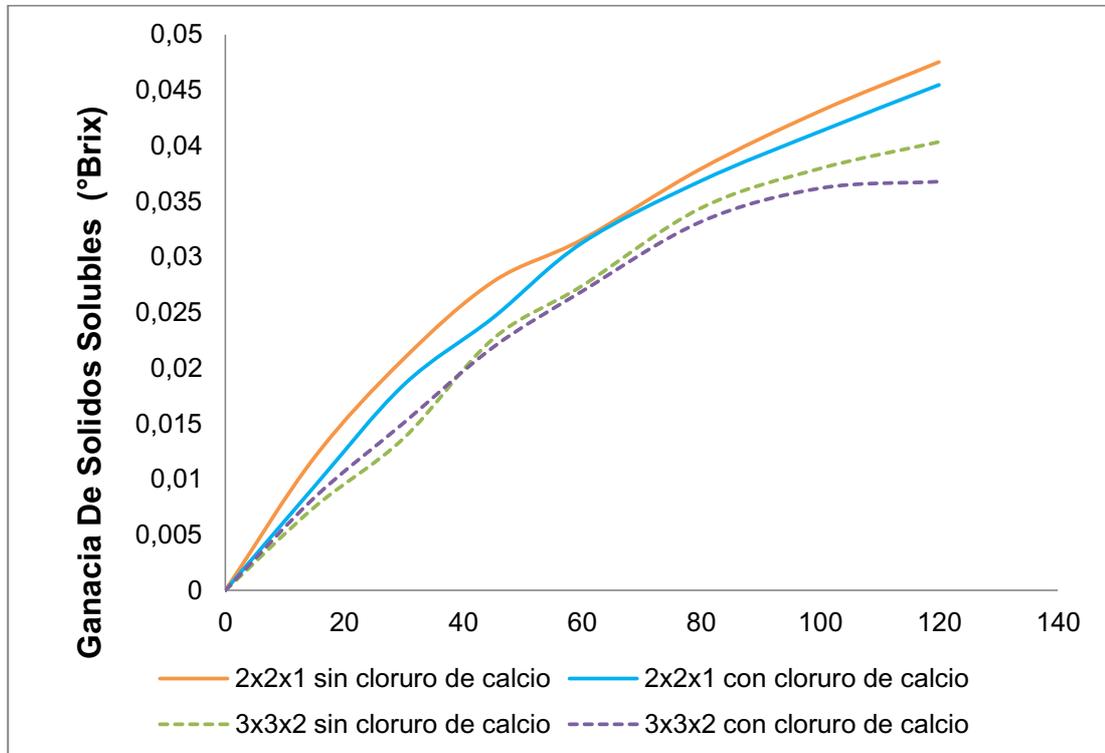
**Tabla 4.2 Resultado de pérdida de agua**

Tratamientos	Tiempo (minutos)				
	15	30	45	60	120
<b>A1B1</b> trozo de papaya de 2x2x1 cm sin adición de cloruro de calcio	-0,1026	-0,1335	-0,1578	-0,1942	-0,2548
<b>A1B2</b> trozo de papaya de 2x2x1 cm con adición de cloruro de calcio	-0,0992	-0,1263	-0,1616	-0,1903	-0,2617
<b>A2B1</b> trozos de papaya de 3x3x2 cm sin adición de cloruro de calcio	-0,0702	-0,0944	-0,1233	-0,1427	-0,2203
<b>A2B2</b> trozos de papaya de 3x3x2 cm con adición de cloruro de calcio	-0,0710	-0,0964	-0,1232	-0,1516	-0,2274

**Fuente:** Delgado S. (2014)

### 4.1.3 Sólidos solubles ganados

Figura 4.3 Sólidos solubles ganados



Fuente: Delgado S. (2014)

Con relación a la ganancia de sólidos solubles durante el proceso de osmodeshidratación fue similar para los tratamientos 1 y 2 (cubos de 2x2x1 cm) y los tratamientos 3 y 4 (cubos 3x3x2 cm) ver **Figura 4.3**. Las muestras de los tratamientos que se le adicionó cloruro de calcio presentaron menor ganancia de sólidos solubles en comparación a las muestras deshidratadas sin cloruro de calcio, además se observó que los tamaños de troceado afecta la ganancia de sólidos solubles ver **Figura 4.3**.

Según (Sanjinez Argandoña, y otros, 2009), la asociación de la deshidratación osmótica con cloruro de calcio reduce el ingreso de la sacarosa en el interior del alimento significativamente, lo cual se corrobora en los resultados de la investigación.

Según (Schawartz, 1999), la adición de sales de calcio disminuye la ganancia de soluto, debido a que el cloruro de calcio penetra a la fruta y aumenta ligeramente la pérdida de peso.

Lo dicho por (Sanjinez Argandoña, y otros, 2009) y (Schawartz, 1999) se manifiesta en la **Tabla 4.3**, en donde los mejores resultados de acuerdo a la ganancia de sólidos solubles se consiguen en los tratamientos a los cuales se le añadió cloruro de calcio.

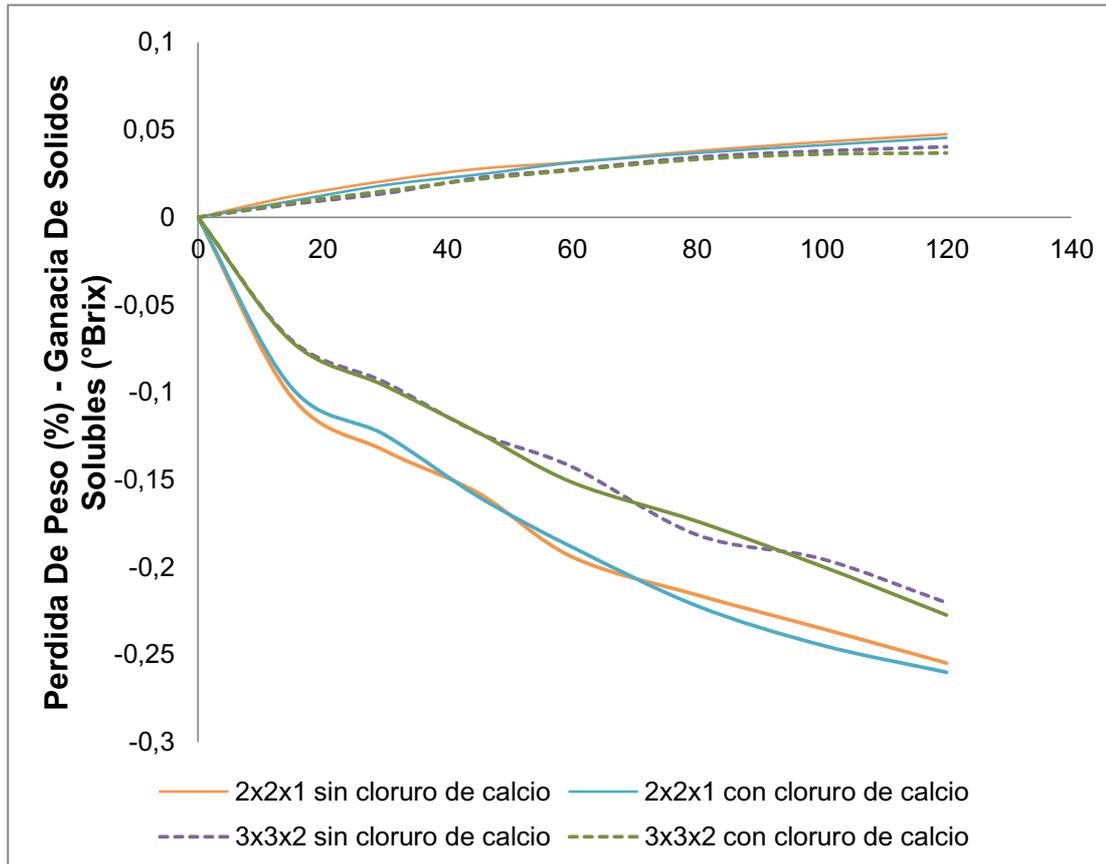
**Tabla 4.3 Resultado de ganancia de sólidos solubles**

Tratamientos	Tiempo (minutos)		
	15	60	120
<b>A1B1</b> trozo de papaya de 2x2x1 cm sin adición de cloruro de calcio	<b>0,0120</b>	<b>0,0316</b>	<b>0,0475</b>
<b>A1B2</b> trozo de papaya de 2x2x1 cm con adición de cloruro de calcio	<b>0,0094</b>	<b>0,0313</b>	<b>0,0455</b>
<b>A2B1</b> trozos de papaya de 3x3x2 cm sin adición de cloruro de calcio	<b>0,0075</b>	<b>0,0274</b>	<b>0,0403</b>
<b>A2B2</b> trozos de papaya de 3x3x2 cm con adición de cloruro de calcio	<b>0,0084</b>	<b>0,0269</b>	<b>0,0368</b>

**Fuente:** Delgado S. (2014)

#### 4.1.4 Cambios en el contenido de agua y sólidos solubles durante el tratamiento osmótico

Figura 4.4 Cambios en el contenido de agua y sólidos solubles durante el tratamiento osmótico



Fuente: Delgado S. (2014)

Se observa un estado de tendencia de pérdida de agua y ganancia de sólidos solubles para los distintos tratamientos haciéndose notorio a los tratamientos de mayor (3x3x2 cm) y menor tamaño (2x2x1 cm) de troceado ver **Figura 4.4**. La pérdida de agua en la fruta sucede inicialmente de manera acelerada con un progresivo retardo según avanza el tiempo en los primeros 60 minutos se da mayor pérdida de agua ver **Figura 4.3**.

La velocidad de ganancia de sólidos es diferente a las pérdida de agua logrando tener mejores resultados durante los primeros minutos ver **Figura 4.4.**

En general todos los tratamientos se ven caracterizados por los tamaños de troceado y la adición de cloruro de calcio que influye en la cinética de la deshidratación osmótica de los trozos de papaya.

## 4.2 COEFICIENTE DE TRANSFERENCIA DE AGUA Y SÓLIDOS

Con la determinación de los coeficientes de transferencia de masa, se escogió el mejor tratamiento que consiste en conseguir una mayor pérdida de agua y la menor ganancia de sólidos, utilizando los coeficientes globales de transferencia de agua ( $K_w$ ), y transferencia de sólidos ( $K_{SG}$ ).

**Tabla 4.4 Coeficiente de difusión de agua y sólidos en los diferentes tratamientos**

Tratamientos	$K_w(\text{gH}_2\text{O/g fruta})$	$R^2$	$K_{SG}(\text{gH}_2\text{O/g fruta})$	$R^2$
A1B1	0,0221	0,9935	0,0050	0,9981
<b>A1B2</b>	<b>0,0243</b>	<b>0,9934</b>	<b>0,0051</b>	<b>0,9962</b>
A2B1	0,0218	0,9914	0,0049	0,9862
A2B2	0,0222	0,9936	0,0043	0,9771

**Fuente: Delgado S. (2014)**

Al comparar los coeficientes de transferencia de agua ( $K_w$ ) de los cuatro tratamientos, los que poseen mayor transferencia de agua corresponde a los tratamientos A1B2, (Cubos de papaya de 2x2x1 con adición de cloruro de calcio al 0.10%) **Tabla 4.4**, en cuanto a el coeficiente de difusión de sólidos ( $K_{SG}$ ), el tratamiento que posee mayor resistencia a la difusión de sólidos es decir el que tiene una menor ganancia correspondiente al tratamiento A2B, ver **tabla 4.4.**

Una vez realizados los diferentes análisis de la cinética de deshidratación osmótica de trozo de papaya, se llegó a seleccionar el tratamiento A1B2 (Cubos de papaya de 2x2x1 con adición de cloruro de calcio al 0.10%) como el tratamiento que se manipulara durante las pruebas de estabilidad debido a que es el tratamiento que posee mayor coeficiente de transferencia de agua ( $K_w$ ), ver **Tabla 4.4**.

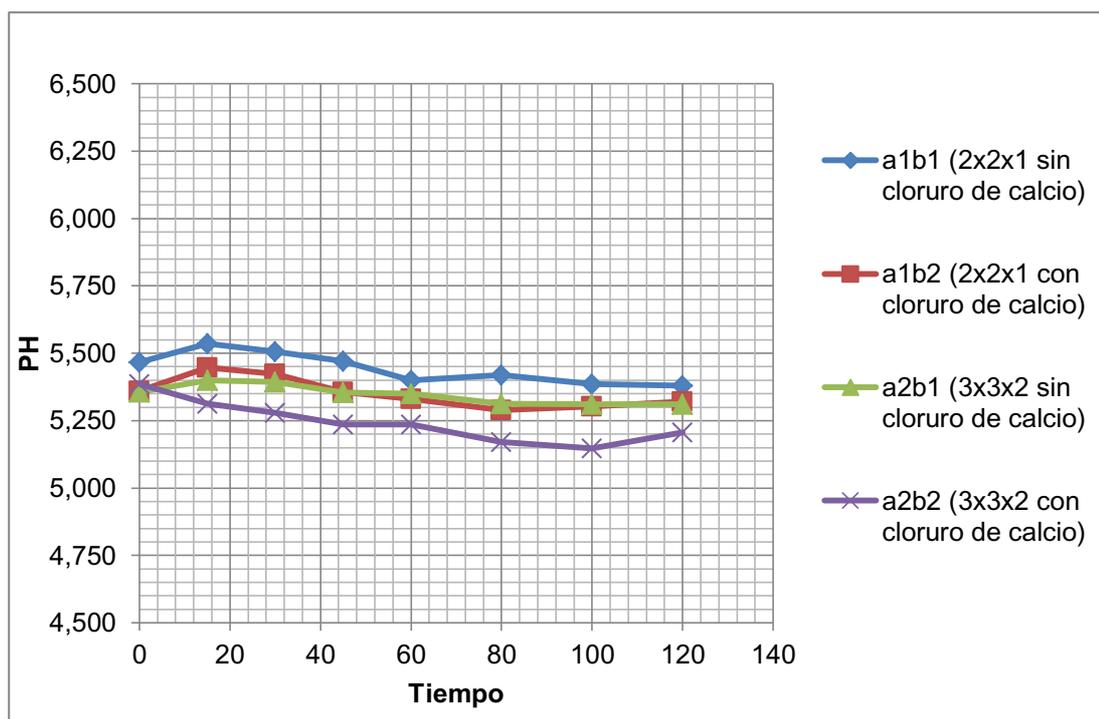
(Coloma Olmedo, 2008). Concluye que en los procesos de deshidratación osmótica los coeficientes de difusión de agua ( $K_w$ ) se busca al que represente menor resistencia a la transferencia de agua, Mientras que en los coeficientes de difusión de sólidos ( $K_{SG}$ ) se busca el que posee mayor resistencia a la difusión de sólidos, es decir se escoge el menor coeficiente.

### 4.3 ESTUDIOS DE LOS ANÁLISIS FÍSICOS QUÍMICOS

Los análisis físicos químicos que se realizaron durante el proceso de deshidratación osmótica para determinar si las características físico químicas presentaban cambios significativos a los iniciales, donde se analizaron acidez y pH en los diferentes tiempo de inmersión que corresponde a 15, 30, 45, 60, 80, 100, 120. Estos análisis se los realizaron por duplicado a cada una de las repeticiones y a los diferentes tratamientos

#### 4.3.1 Análisis de PH

**Figura 4.5 Variación de pH durante el proceso de deshidratación osmótica**



Fuente: Delgado S. (2014)

La **Figura 4.5**, muestras los valores de variación de pH de acuerdo a los análisis a cada uno de los tratamientos, presentando cambios durante el proceso de deshidratación osmótica, mediante el respectivo análisis de

varianza se determinó que no existe diferencia significativa entre los tratamientos ver **Tabla 4.5**.

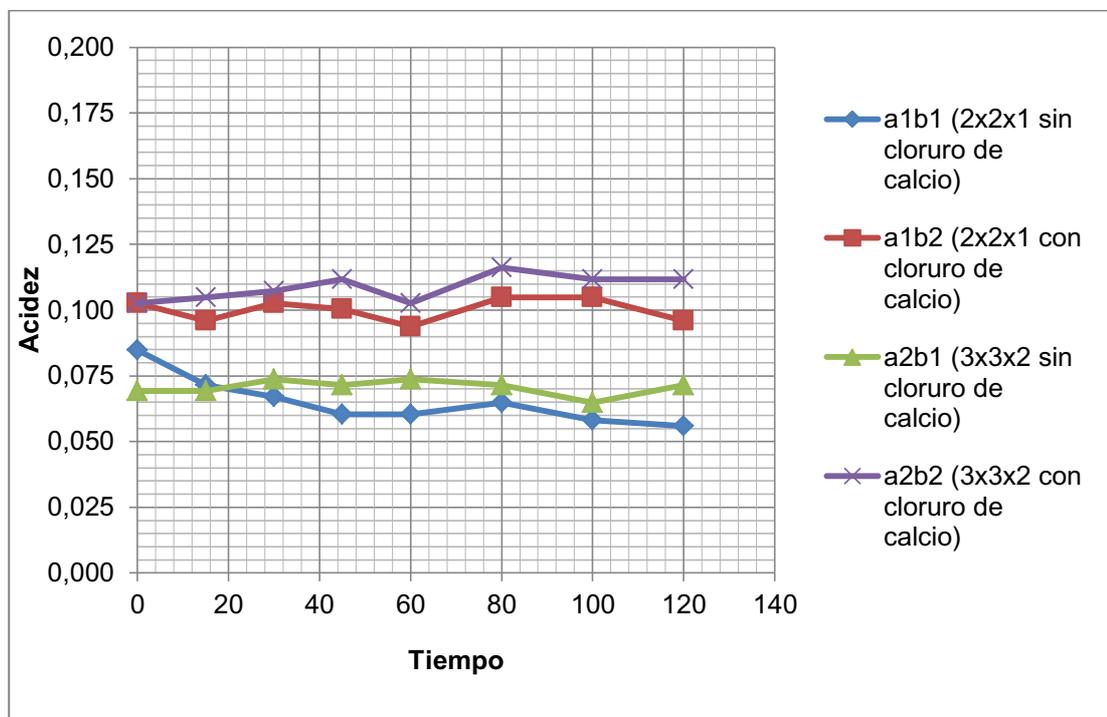
**Tabla 4.5 Análisis de varianza de PH**

F.V	Anova				F tabla	
	GL	SC	CM	FC	0,05	0,01
<b>Total</b>	<b>11</b>	0,391			3,39	4,93
<b>Tratamientos</b>	<b>3</b>	0,027	0,009	0,200	<b>NS</b>	
<b>A</b>	1	0,012	0,012	0,258	<b>NS</b>	
<b>B</b>	1	0,010	0,010	0,215	<b>NS</b>	
<b>A X B</b>	1	0,006	0,006	0,129	<b>NS</b>	
<b>Error</b>	<b>8</b>	0,364	0,045			

Fuente: Delgado S. (2014)

### 4.3.2 Análisis de acidez

**Figura 4.6 Variación de acidez durante el proceso de DO**



Fuente: Delgado S. (2014)

La variación de la acidez se muestra en la **Figura 4.6**, exponiendo cambios durante el proceso de deshidratación osmótica, después de cada tiempo de inmersión. Mediante el respectivo análisis de varianza se determinó que no existe diferencia significativa entre los tratamientos ver **Tabla 4.6**.

**Tabla 4.6 Análisis de varianza de Acidez**

F.V	Anova				F tabla	
	GL	SC	CM	FC	0,05	0,01
<b>Total</b>	11	25,602			3,39	4,93
<b>Tratamientos</b>	3	7,064	2,355	1,016	<b>NS</b>	
<b>A</b>	1	2,340	2,340	1,010	<b>NS</b>	
<b>B</b>	1	2,408	2,408	1,039	<b>NS</b>	
<b>A x B</b>	1	2,316	2,316	1,000	<b>NS</b>	
<b>Error</b>	8	18,538	2,317			

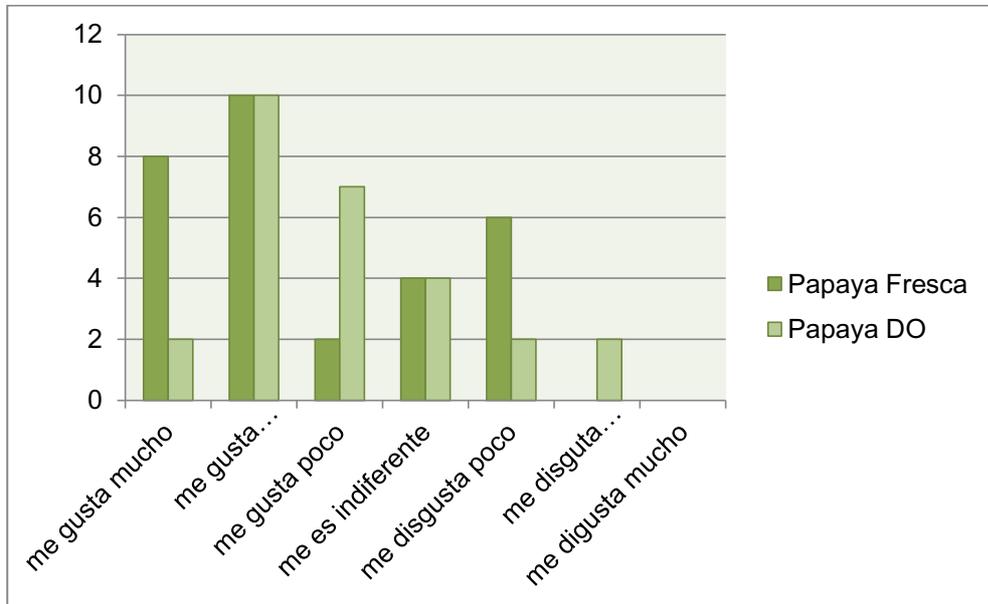
Fuente: Delgado S. (2014)

#### 4.4 EVALUACIÓN SENSORIAL

Los análisis sensoriales se realizaron con un panel de jueces no calificados conformado por 30 miembros para medir el grado de satisfacción del producto. Se utilizó dos códigos diferentes M1 para la muestra fresca y M2 para la muestra deshidratadas, Para logra diferenciar sabores se proporcionaron galletas de sal y agua a cada juez antes de probar cada una de las muestra.

- **Color**

**Figura 4.7 Resultado del análisis sensorial variable COLOR**

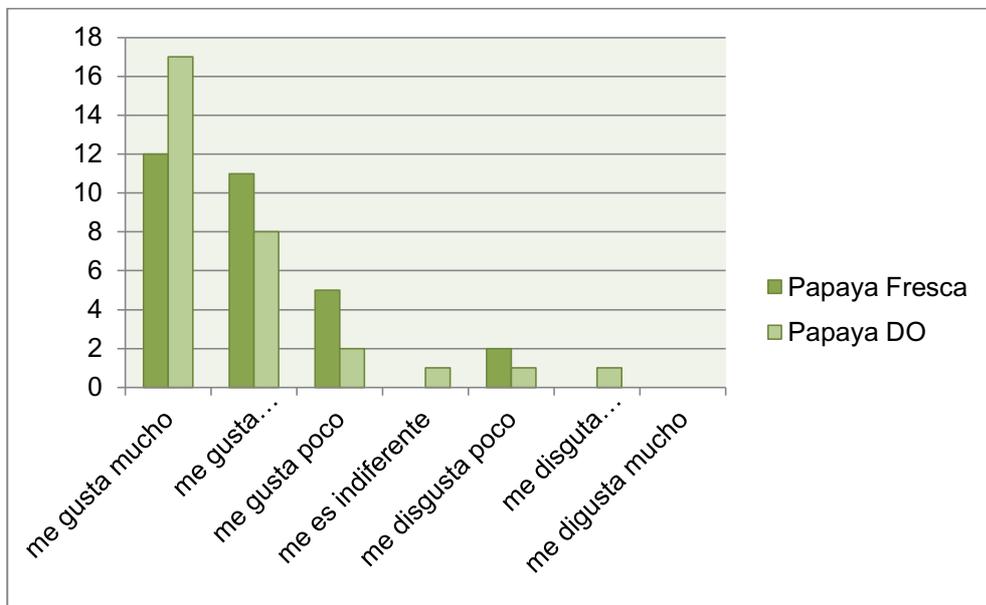


**Fuente:** Delgado S. (2014)

El panel sensorial mostró igual aceptación hacía las dos muestras M1 (fruta fresca) y M2 (Fruta deshidratada) ver **Figura 4.7**, de acuerdo a los resultados de aceptación de color. En los proceso de deshidratación osmótica no afecta esta características en las frutas tratadas

- Sabor

Figura 4.8 Resultado del análisis sensorial variable SABOR

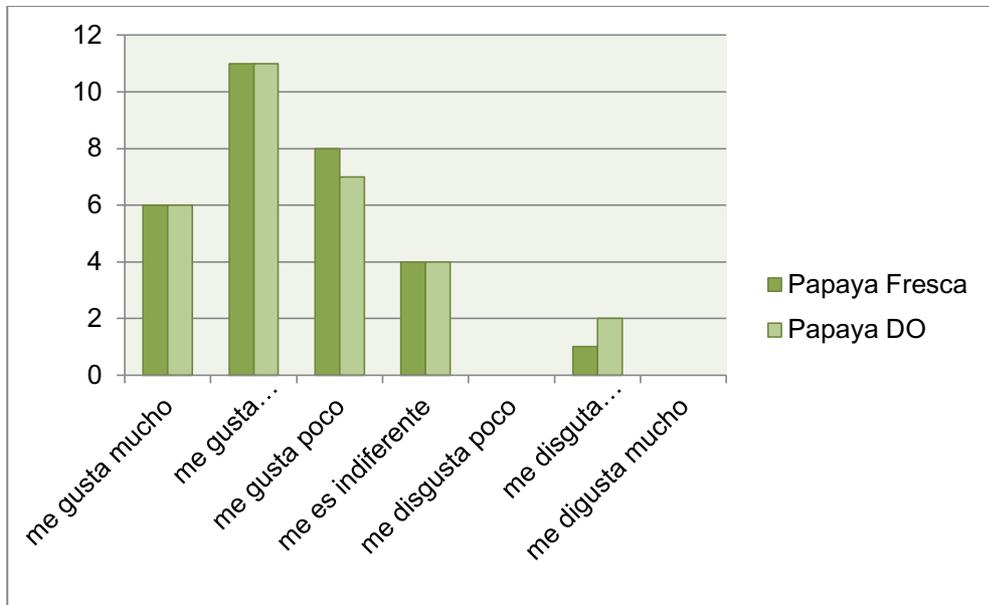


Fuente: Delgado S. (2014)

El panel sensorial mostró una mayor acogida a las muestra M2 (Muestra deshidratada) en cuanto se refiere al parámetro de sabor con un total de 17 voto por parte de los 30 panelistas ver **Figura 4.8**,llegando a tener como conclusión que los procesos de deshidratación osmótica ayudan a mejorar notablemente el sabor de la frutas.

- Olor

**Figura 4.9 Resultado del análisis sensorial variable OLOR**

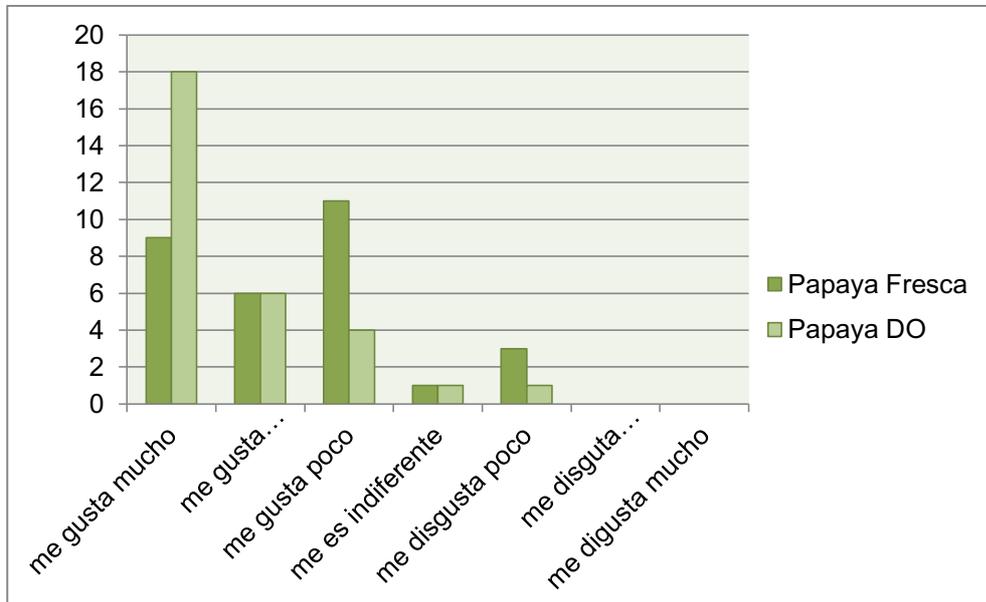


**Fuente:** Delgado S. (2014)

Según los resultados obtenidos del panel sensorial de acuerdo a la variable de olor los cuales se muestran en la **Figura 4.9**, da como resultado una igualdad de preferencia hacía las dos muestras M1 (fruta fresca) y M2 (Fruta deshidratada), por parte de los 30 jueces, teniendo como conclusión que durante el proceso de deshidratación osmótica no existe variación de olor.

- **Textura**

**Figura 4.10** Resultado del análisis sensorial variable TEXTURA



**Fuente:** Delgado S. (2014)

Los resultados obtenidos por parte del panel sensorial en la variable textura indica que la muestra M2 (fruta deshidratada) tiene una mayor acogida ver **Figura 4.10**, la evaluación de este parámetro ayudo a comprobar un objetivo planteado en la investigación, que consistía en la evaluar la textura de los cubos de papaya versus la muestras fresca, debido a la aplicación de cloruro de calcio. Teniendo la conclusión que la textura mejora notablemente debido a la aplicación de cloruro de calcio en la soluciones osmótica.

## 4.5 ANÁLISIS DE ESTABILIDAD

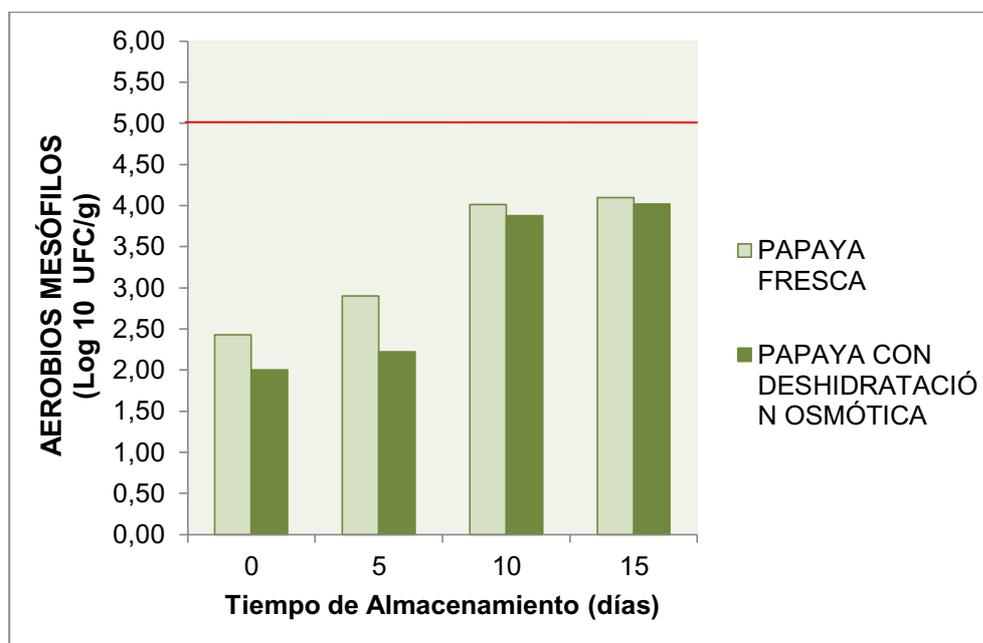
En este trabajo se manejaron factores de conservación con el objeto de aumentar la vida útil de cubos de papaya de 2x2x1 cm deshidratados osmóticamente con adición de cloruro de calcio al 0.10% durante 2 horas de almacenamiento en cámara de conservación a  $4\pm 0.5^{\circ}\text{C}$  ver **Anexo 6 y 7**.

### 4.5.1 Desarrollo microbiológico

Para realizar la comprobación del aumento de la vida útil del producto en cuanto se refiere a carga microbiana se realizaron pruebas de recuento de aerobios mesófilos, mohos y levaduras en placas **Petrifilm™** durante los 0, 5, 10 y 15 días de almacenamiento, comparando los resultados con unas muestras fresca, ambas almacenadas a iguales condiciones (**Anexo 4 y 5**).

- **Recuento de aerobios mesófilos**

**Figura 4.11 Resultado del crecimiento microbiano durante el almacenamiento recuento de aerobio mesófilos**



Fuente: Delgado S. (2014)

Durante el almacenamiento el recuento microbiano de en correspondencia aerobios mesofilos, durante los primeros 5 días de almacenamiento las muestras deshidratadas mantuvieron crecimiento menores en comparación a la muestras fresca, ver **Figura. 4.11**, Transcurrido los días 10 y 15 de almacenamiento tanto las frutas deshidratadas como la fresca alcanzaron crecimientos similares sin embargo las dos muestras no alcanzaron los valores máximos según (Moragas, y otros, 2014), de aerobios mesófilos  $5 \times 10^5$  UFC/ g.

Según (Della Rocca, 2010) los microorganismos aerobios mesofilos son indicadores de la vida útil de los alimentos y debido a la reducción de la actividad de agua el crecimiento es menor en las frutas deshidratadas.

(Andino Rugama, y otros, 2010), relata que para que exista un crecimiento de los microorganismo aerobios mesofilos es favorable una actividad de agua elevada, y que si se tiene un recuento bajo de aerobios no se asegura la ausencia de patógenos.

Los dicho por (Della Rocca, 2010) y (Andino Rugama, y otros, 2010), se comprueba durante las investigación teniendo crecimientos menores en la frutas deshidratadas durante los días de almacenamiento ver **Figura. 4.11 y Tabla 4.7**.

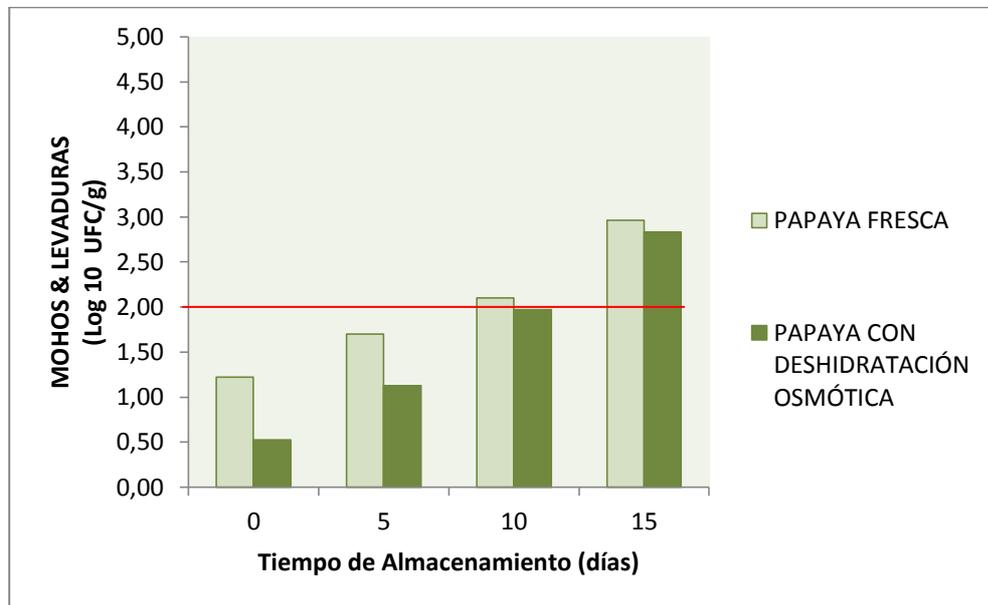
**Tabla 4.7 Resultado del recuento de aerobio mesófilos**

DIAS	AEROBIOS MESÓFILOS	
	F. Fresca (Log 10 UFC/g)	F. Deshidratada (Log 10 UFC/g)
0	2,43	2,00
5	2,90	2,22
10	4,01	3,88
15	4,09	4,02

**Fuente: Delgado S. (2014)**

- **Recuento de Mohos y Levaduras**

**Figura 4.12 Resultado del crecimiento microbiano durante el almacenamiento recuento de mohos y levaduras**



**Fuente: Delgado S. (2014)**

Para el recuento de mohos y levaduras los resultados fueron expresados como logaritmo de unidades formadoras de colonias por gramo de muestra (Log<sub>10</sub> UFC/g). En la **figura 4.12**, se muestra que el crecimiento fue menor en las muestras tratadas versus las muestras frescas, al alcanzar los 10 días de almacenamiento la fruta fresca alcanzó los límites permitidos según (Moragas, y otros, 2014), mohos y levaduras 10<sup>2</sup> UFC./ g.

Según (Andino Rugama, y otros, 2010), el crecimiento de hongo es mayor en frutas frescas, que se ve caracterizado porque disminuye la vida útil del producto y se puede ver asociado a materias primas o ambientes contaminados.

Según (Chan, 2005), el crecimiento de moho y levaduras en frutas deshidratadas presenta un crecimiento menor en comparación a las frutas frescas.

La investigación afirma lo expuesto por (Andino Rugama, y otros, 2010) y (Chan, 2005), teniendo crecimientos menores en la frutas deshidratadas durante los días de almacenamiento, sin embargo se alcanza los límites permitidos en el día 10 ver **Figura. 4.11 y Tabla 4.7.**

**Tabla 4.8 Resultado del recuento de mohos y levaduras**

DIAS	MOHOS & LEVADURAS	
	F. Fresca (Log 10 UFC/g)	F. Deshidratada (Log 10 UFC/g)
0	<b>1,22</b>	<b>0,52</b>
5	<b>1,70</b>	<b>1,12</b>
10	<b>2,10</b>	<b>1,97</b>
15	<b>2,96</b>	<b>2,83</b>

**Fuente: Delgado S. (2014)**

## 4.6 ANÁLISIS ECONÓMICO

Se analizaron los diferentes costos y gastos que intervinieron en el proceso, de deshidratación osmótica de papaya llegando a determinar la estimación económica ver **Tabla 4.7.**

**Tabla 4.9 Costo de producción**

Materias	Total de gramos utilizado	Costo/Kilogramo	Costo Final
Papaya	500	1.20	0,60
Cloruro de calcio	200	12,00	2,40
Agua Purificada	1429	0,33	0,47
Azúcar	715	0,95	0,68
		Total	4,15

**Fuente: Delgado S. (2014)**

## CONCLUSIONES

El análisis realizado en esta tesis logro comprobar que los procesos de deshidratación osmótica se ven influenciado por el tamaño del troceado de la fruta. Logrando obtener una mayor pérdida del contenido de agua en trozos más pequeños.

La adición de cloruro de calcio a la solución osmótica ayudo a determina que mejora la textura de la fruta debido a la existencia de una aceleración en la perdida de agua y la menor ganancia de sólidos solubles por parte de la fruta.

El mejor tratamiento A1B2 que correspondía a cubos de papaya de 2x2x1 con la adición de cloruro de calcio al 5% en la solución osmótica, se lo determino mediante cinética de deshidratación.

Es estudio afirma que los procesos de deshidratación osmótica nos permite obtener producto con una mejor estabilidad microbiológica y físico química, mostrando reencuentro de microorganismo menores a las muestras fresca de igual manera sucede con los parámetros físicos químicos los cuales no muestra cambios a los valores iniciales.

## **RECOMENDACIONES**

Para conseguir una mayor eficiencia en los proceso de deshidratación osmótica es conveniente utilizar frutas es condiciones y textura adecuada para realizar el proceso de troceado.

Es importante considerar la utilización de temperaturas y empaque adecuados durante el almacenamiento del producto para evitar cambios físicos, químicos y microbiológicos.

Realizar un estudio minucioso de las concentraciones de los jarabe utilizados debido a que influyen de igual manera que el troceado de fruta en los proceso de deshidratación osmótica.

Se recomienda realizar análisis bromatológicos de las frutas después de los procesos de deshidratación osmótica, con la finalidad de comprobar si existen cambios nutricionales.

## BIBLIOGRAFÍA

1. **Alfonso García Mario** guía técnica del cultivo de la papaya [sección de libro] // clasificación taxonómica. - el salvador : impresos múltiples, 2010.
2. **Alonso Nore Lina Ximena y Poveda Sanchez Jeimy Alexandra** análisis microbiológico de alimentos [sección de libro] // estudio comparativo en técnicas de recuento rápido en el mercado y placas petrifilm™ 3m™ para el análisis de alimentos. - bogota : pontificia universidad javeriana, 2008.
3. **Andino Rugama Flavia y Castillo Yorling** mesofilos aerobios; hongos y levaduras [sección de libro] // un enfoque practico para la inocuidad alimentaria. - esteli : universidad nacional de ingeniería, 2010. - vol. 1.
4. **Arana Guerra Pamela Alejandra y Quijano Avilés María Fernanda** composición química y valor nutricional // extracción, caracterización y comparación de látex obtenido, en secado por aspersion, de tres variedades de papaya (carica papaya l.). - guayaquil : escuela superior politécnica del litoral, 2012.
5. **Augstburger Franz [y otros]** agricultura orgánica en el trópico y subtrópico [publicación periódica]. - alemania : asociación naturland, 2000. - vol. 1. - págs. 5-6.
6. **Bambicha ruth , Agnelli Miriam y mMscheron rodolfo** optimizacion del proceso de deshidratacion osmotica de calabacita en soluciones ternarias [publicación periódica]. - la plata-argentina : universidad nacional de la plata, 2012. - vol. 1.
7. **Barrera Merlín** ficha de producto de el salvador hacia el mercado de la unión europea [publicación periódica] // papaya (carica papaya l.). - 2008. - vol. 1. - pág. 7.
8. **C.p Chen James** manual de caña de azurca [sección de libro] // sacarosa. - mexico : noriega limusa, 2004.
9. **Castillo Huamanchumo Xtian** scribd [en línea]. - 15 de julio de 2011. - 11 de septiembre de 2013. - <http://es.scribd.com/doc/60060143/deshidratacion-osmotica>.
10. **Cetera Andrea Mariana** alimentacion.org.ar [en línea]. - 2007. - 26 de febrero de 2014. -

[http://www.alimentacion.org.ar/index.php?option=com\\_content&view=article&id=2104:analisis-sensorial-una-herramienta-fundamental&catid=38:publicaciones-especializadas&itemid=56](http://www.alimentacion.org.ar/index.php?option=com_content&view=article&id=2104:analisis-sensorial-una-herramienta-fundamental&catid=38:publicaciones-especializadas&itemid=56).

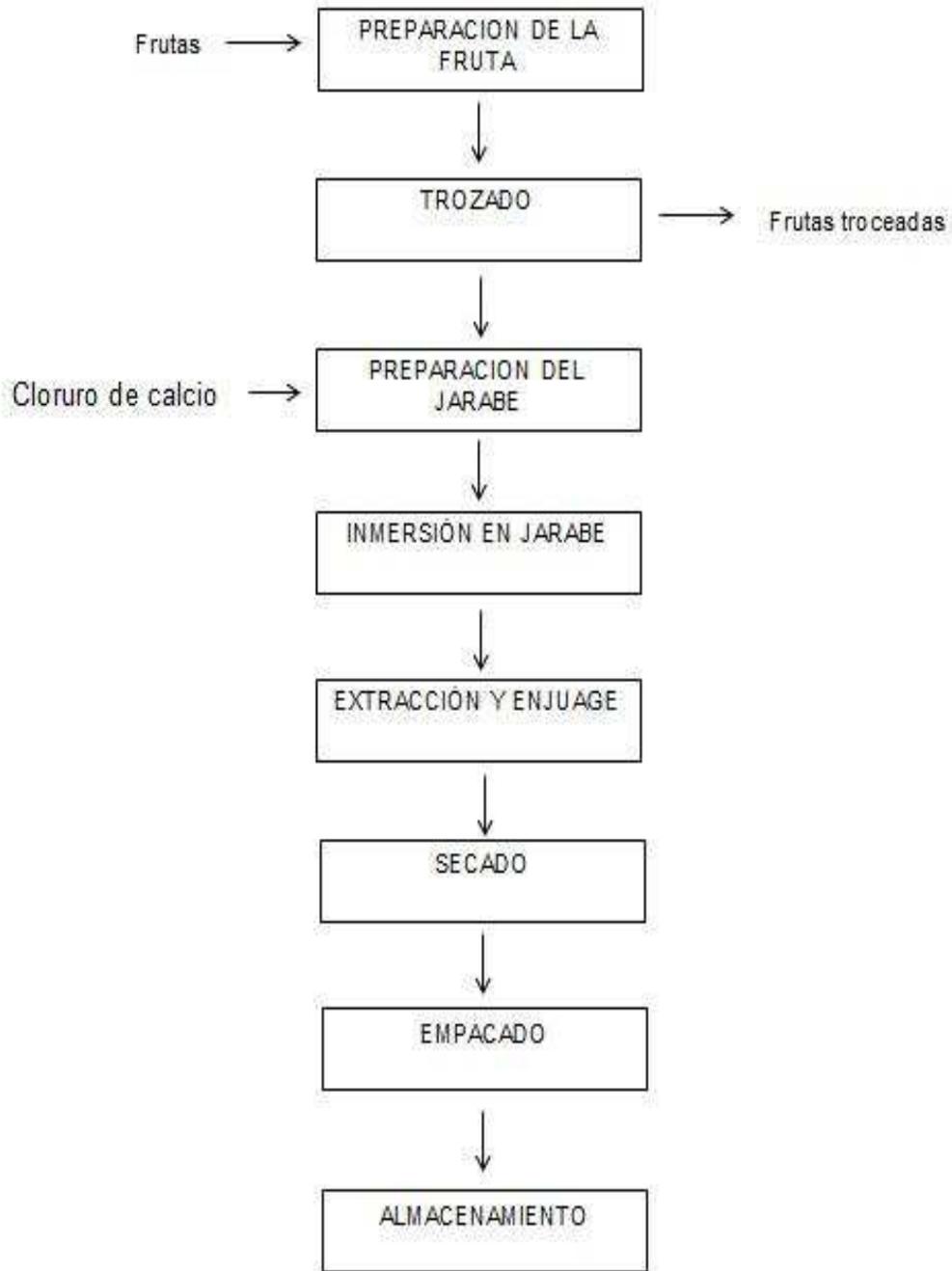
11. **Chan Germán Cevallos** estudios en papaya minimamente procesada por deshidratación osmótica. [libro]. - valencia : universidad politécnica de valencia, 2005. - vol. 1.
12. **Cocinista.es** enciclopedia cocinista / ingredientes modernos / cloruro de calcio [en línea]. - 2014. - 09 de septiembre de 2013. - <http://www.cocinista.es/web/es/enciclopedia-cocinista/ingredientes-modernos/cloruro-de-calcio.html>.
13. **Coloma Olmedo Emma Isabel** estudio del efecto de la deshidratación osmótica en la vida útil de los productos secos [libro]. - guayaquil : escuela superior politécnica del litoral, 2008. - vol. 1.
14. **Comercio Grupo El** agromar [en línea] // agromar. - 22 de enero de 2011. - 20 de septiembre de 2013. - [http://www.elcomercio.com.ec/agromar/variedades-papaya-consumen\\_0\\_413358692.html](http://www.elcomercio.com.ec/agromar/variedades-papaya-consumen_0_413358692.html).
15. **Della Rocca Patricia** Secado de alimentos por métodos combinados Deshidratación osmótica y secado por microondas y aire caliente [Sección de libro]. - Buenos Aires : Universidad Tecnológica Nacional, 2010. - Vol. 1.
16. **Dueñas Molins Joana** infoalimentacion [en línea]. - 2013. - 11 de septiembre de 2013. - [http://www.infoalimentacion.com/documentos/deshidratacioin\\_la\\_forma\\_mas\\_antigua\\_sana\\_de\\_conservar\\_alimentos.htm](http://www.infoalimentacion.com/documentos/deshidratacioin_la_forma_mas_antigua_sana_de_conservar_alimentos.htm).
17. **Ferreiro Leonarhdt Elena** énfasis alimentación [en línea]. - 16 de octubre de 2009. - 30 de octubre de 2013. - <http://www.alimentacion.enfasis.com/notas/14641-evaluacion-sensorial-bebidas>.
18. **Figuerola Fernando y Rojas Loreto** procesamiento de frutas y hortalizas mediante métodos artesanales y de pequeña escala [libro]. - santiago, chile : [s.n.], 1993.
19. **Genina Soto Próspero** deshidratación osmótica: alternativa para conservación de frutas tropicales [publicación periódica] // avance y perspectiva vol. 21 . - 2002. - págs. 321-324.

20. **Gómez Richard Alejandro** evaluación sensorial de láminas de mango (manguifera indica l. Cv. Keitt) fortificadas con cloruro de calcio mediante deshidratación osmótica con pulsos de vacío [publicación periódica] // scientific electronic library online. - venezuela : universidad de oriente, 2013. - vol. 4. - págs. 1-2.
21. **Hernandez Elizabeth** evaluacion sensorial definicion [sección de libro] // evaluacion sensorial. - bogota : universidad nacional abierta y a distancia , 2005.
22. **Mondino Maria Cristina y Ferratto Jorge** revista agromensajes de la facultad [en línea]. - 18 de abril de 2006. - 26 de febrero de 2014. - <http://www.fcagr.unr.edu.ar/extension/agromensajes/18/7am18.htm>.
23. **Moragas Manuel y Busto De Pablo** normas microbiológicas de los alimentos [sección de libro]. - bilbao : departamento de sanidad gobierno de vasco, 2014. - vol. li.
24. **Parzanese Magali** deshidratación osmotica [publicación periódica] // tecnologías para la industria alimentaria. - argentina : alimentos argentinos, 2014. - vol. 1. - págs. 5-6.
25. **Pestano Bernardo** gacicuba [en línea] // gacicuba. - agosto de 2001. - 23 de febrero de 2014. - <http://www.proyectorural.org/pestano6.htm>.
26. **Rocha Frank** uso de la azucar [informe]. - ibarra : universidad tecnica del norte, 2014.
27. **Sanjinez Argandoña Eliana Janet [y otros]** influencia de la deshidratación osmótica y de la adición de cloruro de calcio en la conservación de kivis minimamente procesados [publicación periódica]. - brazil : food science and technology, 2009. - vol. 30.
28. **Schawartz Marcos** principios y aplicaciones de métodos de factores combinados en la transformacion de frutas [libro]. - caracas : universidad central de venezuela, 1999. - pág. 120.
29. **Sharma S, Mulvaney S y Rizvi S** coeficiente de difusión de sólido y agua [sección de libro] // operaciones unitarias y prácticas de laboratorio.. - mexico : limusa, 2003.
30. **Sierra García Rubén Adolfo** estudio de la deshidratación osmótica de la arveja china (pisum sativum l.) Mediante dos metodologías, directa e indirecta, como alternativa tecnológica al

sector hortofrutícola del país [publicación periódica]. - guatemala : universidad de san carlos de guatemala, 2011. - 19-20 : vol. I.

31. **Susana** apoyo domiciliario atención a personas en situación de dependencia [en línea]. - 04 de mayo de 2011. - 26 de noviembre de 2013. - <http://apoyodomiciliario.blogspot.com/2011/05/corte-y-troceado-de-frutas-y-verduras.html>.
32. **Tepper Montti Paola Andrea** analisis realizados [sección de libro] // transferencia de masa durante la deshidratacion osmotica de palta cv fuerte. - santiago-chile : universidad de chile, 1996.
33. **Universidad Nacional De Colombia** deshidratacion osmotica [publicación periódica] // procesamiento y conservación de frutas. - bogota : universidad nacional de colombia, 2014. - 1 : vol. 1. - págs. 3-4.

## ANEXOS



Anexo 1 Diagrama de flujo deshidratación osmótica

Fecha		Tratamiento			
			repeticion 1	repeticion 2	Repeticion 3
Deshidratacion Osmotica	Inicial	ph			
		acides			
		º brix fruta			
		peso			
	15 Min.	ph			
		acides			
		º brix fruta			
		peso			
	30 Min.	ph			
		acides			
		º brix fruta			
		peso			
	45Min	ph			
		acides			
		º brix fruta			
		peso			
	60 Min	ph			
		acides			
		º brix fruta			
		peso			
80 Min.	ph				
	acides				
	º brix fruta				
	peso				
100 Min.	ph				
	acides				
	º brix fruta				
	peso				
120 Min	ph				
	acides				
	º brix fruta				
	peso				
		Humedad			

**Anexo 2 Esquema de toma de datos en los procesos osmótico**

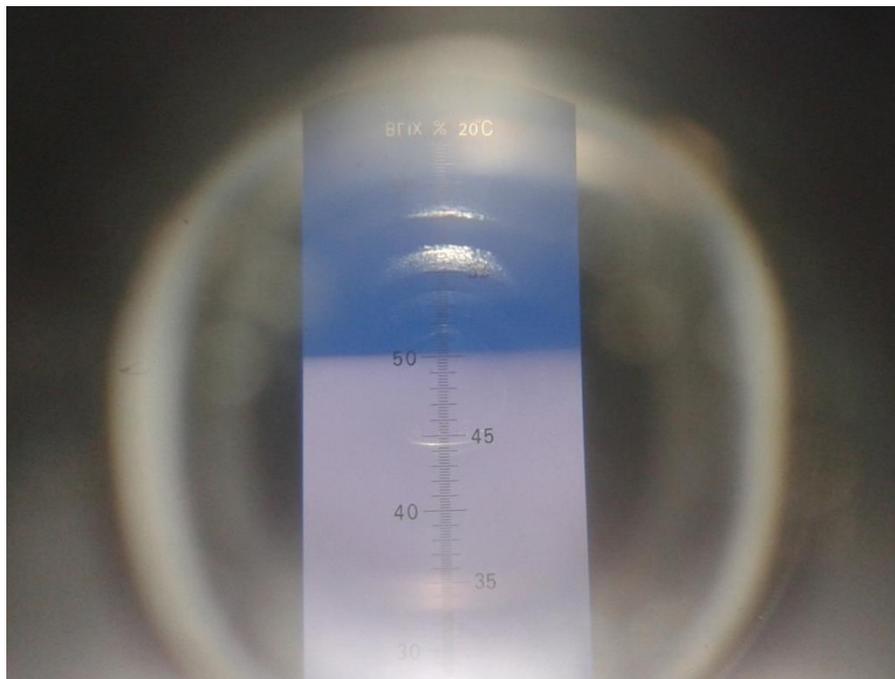
## EVALUACIÓN SENSORIAL

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

Frente a usted hay dos muestras codificadas de trozos de papaya, las cuales debe probar una a la vez;  
Marque con una **X** su juicio sobre cada muestra.

COLOR	MUESTRAS	
	M1	M2
Me gusta mucho		
Me gusta moderadamente		
Me gusta poco		
Me es indiferente		
Me disgusta poco		
Me disgusta moderadamente		
Me disgusta mucho		

### Anexo 3 Esquema de evaluación sensorial



### Anexo 4 Control de los °Brix



**Anexo 5 Análisis Sensorial**



**Anexo 6 Etapa de almacenamiento fruta deshidratada**



**Anexo 7 Etapa de almacenamiento fruta fresca**



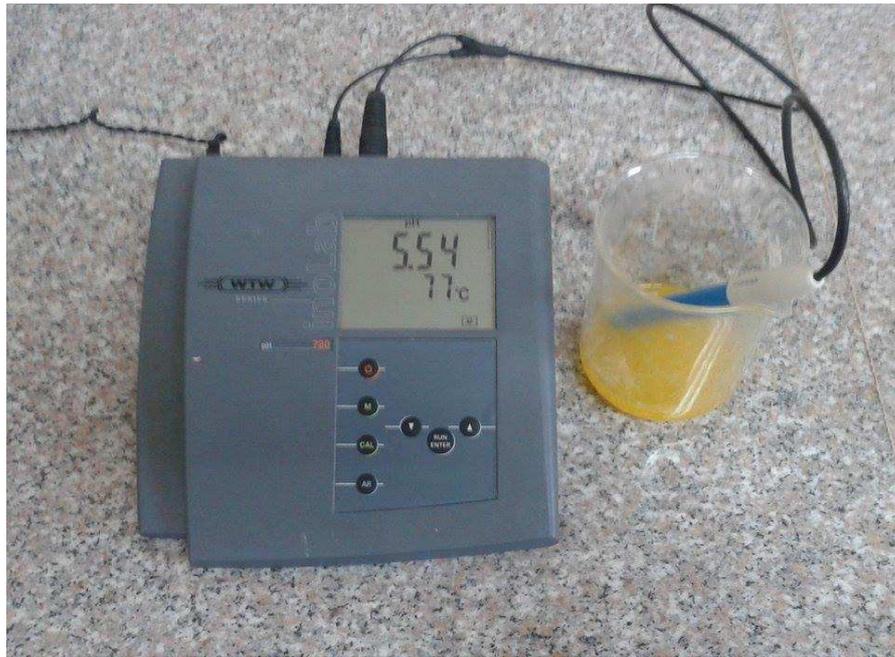
**Anexo 8 Tamaño de troceado de frutas 2x2x1 cm**



**Anexo 9 Etapa de pesado de la fruta**



**Anexo 10 Tiempos de inmersión de fruta**



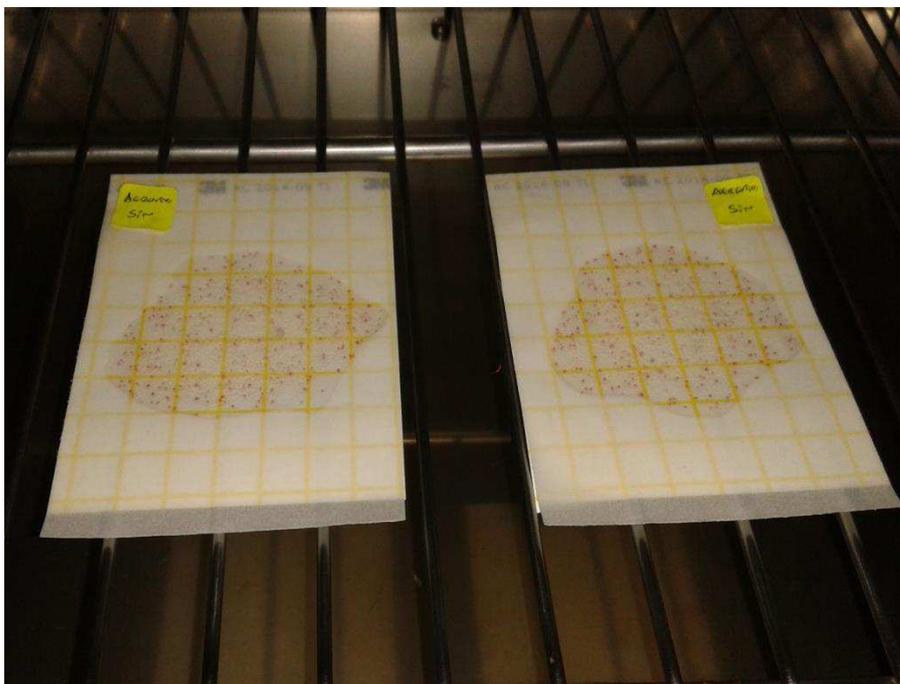
**Anexo 11 Análisis De PH**



**Anexo 12 Análisis De Acidez**



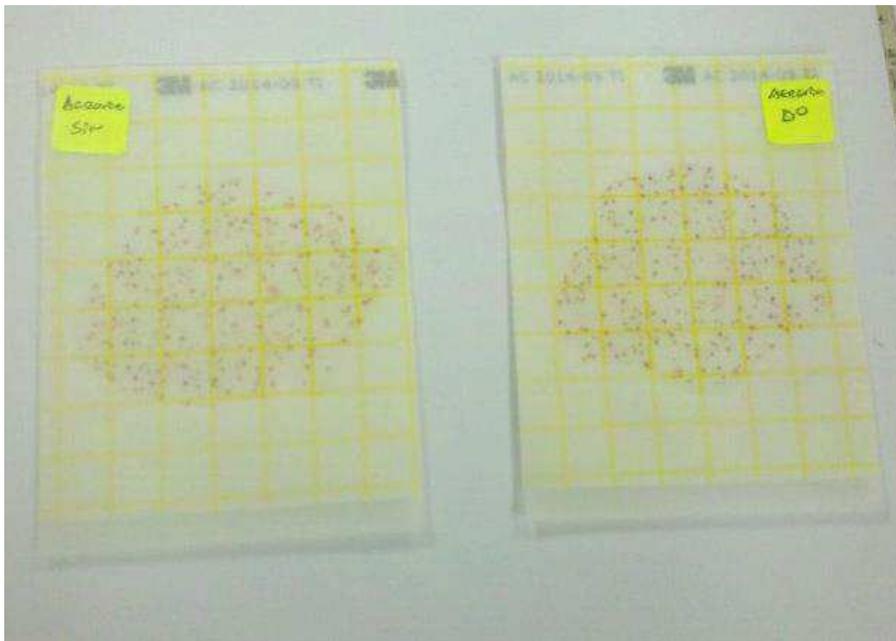
**Anexo 13 Pruebas microbiológicas**



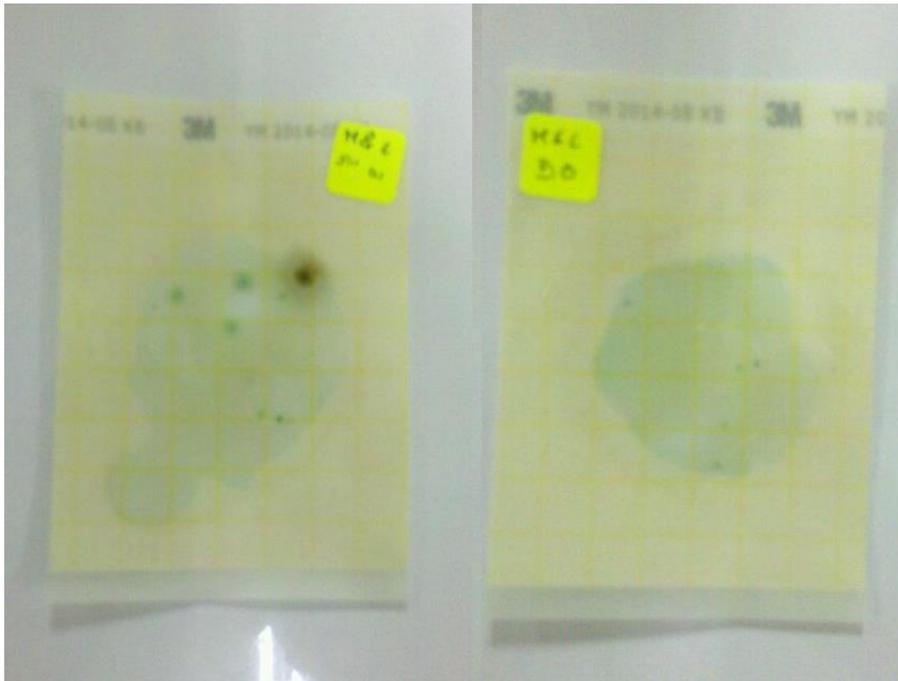
**Anexo 14 Etapa de incubación de las placas Petrifilm TM**



**Anexo 15 Análisis microbiano "Aerobios mesofilos" Día 0**



**Anexo 16 Análisis microbiano "Aerobios mesofilos" Día 15**



**Anexo 17 Análisis microbiano "Mohos & Levaduras" Día 0**



**Anexo 18 Análisis microbiano "Mohos & Levaduras" Día 15**