



UNIVERSIDAD DE CARABOBO
AREA DE ESTUDIOS PARA GRADUANDOS
FACULTAD DE INGENIERÍA
MAESTRÍA EN INGENIERÍA DE PROCESOS



Desarrollo de roles de frutas a escala piloto a partir de materia prima nacional

Trabajo de Grado presentado ante la Ilustre Universidad de Carabobo para optar al título de Magister en Ingeniería de Procesos

AUTOR: Ing. Maritza Adriana Soto Arzolay

Valencia, Febrero 2018



UNIVERSIDAD DE CARABOBO
AREA DE ESTUDIOS PARA GRADUANDOS
FACULTAD DE INGENIERÍA
MAESTRÍA EN INGENIERÍA DE PROCESOS



Desarrollo de roles de frutas a escala piloto a partir de materia prima nacional

Trabajo de Grado presentado ante la Ilustre Universidad de Carabobo para optar al título de Magister en Ingeniería de Procesos

Tutor académico:

Prof. Alberto Pitre MSc.

AUTOR: Ing. Maritza Adriana Soto Arzolay

Valencia, Febrero 2018



UNIVERSIDAD DE CARABOBO
AREA DE ESTUDIOS PARA GRADUANDOS
FACULTAD DE INGENIERÍA
MAESTRÍA EN INGENIERÍA DE PROCESOS



Desarrollo de roles de frutas a escala piloto a partir de materia prima nacional

Trabajo de Grado presentado ante la Ilustre Universidad de Carabobo para optar al título de Magister en Ingeniería de Procesos

Autor: Ing. Maritza Adriana Soto Arzolay

Tutor académico: Prof. Alberto Pitre MSc.

Valencia, Febrero 2018



UNIVERSIDAD DE CARABOBO
AREA DE ESTUDIOS PARA GRADUANDOS
FACULTAD DE INGENIERÍA
MAESTRÍA EN INGENIERÍA DE PROCESOS



**DESARROLLO DE ROLES DE FRUTAS A ESCALA PILOTO A PARTIR DE
MATERIA PRIMA NACIONAL**

En mi carácter de Tutor del Trabajo de Grado presentado por la ciudadana, Maritza Adriana Soto Arzolay, cedula de identidad V. 18.164.106, para optar al grado de Magister en Ciencias de Ingeniería de Procesos, considero que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la evaluación por parte del Jurado Examinador.

En la ciudad de Valencia, a los 4 días del mes de diciembre del 2017.

Prof. C. Alberto Mieres Pitre MSc.
Tutor



UNIVERSIDAD DE CARABOBO
AREA DE ESTUDIOS PARA GRADUANDOS
FACULTAD DE INGENIERÍA
MAESTRÍA EN INGENIERÍA DE PROCESOS



Acta de Aprobación del Jurador Evaluador

ACTA DE APROBACIÓN

Nosotros, miembros del Jurado Evaluador designado por la comisión de Estudios de Postgrado de la Dirección de Investigación y postgrado de la Universidad de Carabobo, para examinar el Trabajo de Grado, **“DESARROLLO DE ROLES DE FRUTAS A ESCALA PILOTO A PARTIR DE MATERIA PRIMA NACIONAL”**, presentado por Maritza Adriana Soto Arzolay C.I.18.164.106, para optar del grado académico de Magister en Ciencias de Ingeniería de Procesos. Consideramos que dicho trabajo cumple con los requisitos exigidos para tal efecto y por lo tanto lo declaramos como Aprobado.

Presidente: _____

Miembro: _____

Miembro: _____



UNIVERSIDAD DE CARABOBO
AREA DE ESTUDIOS PARA GRADUANDOS
FACULTAD DE INGENIERÍA
MAESTRÍA EN INGENIERÍA DE PROCESOS



RESUMEN

La presente investigación se basó en Desarrollo de roles de frutas a escala piloto a partir de materia prima nacional, donde partiendo de una revisión bibliográfica se seleccionaron tres frutas fibrosas y una fruta acidificadora para realizar los purés de carga para realizar las láminas de frutas y su posterior deshidratación. La fruta acidificadora se utilizó para ajustar el pH sin aditivos químicos, la cual según la investigación fue la parchita. La caracterización fisicoquímica se le realizó a la pulpa de la fruta y a los purés de carga según la metodología preestablecida en las normas venezolanas.

Según la evaluación y análisis sensorial se obtuvo que la formulación con mayor aceptación por los consumidores, para el rol de mango y parchita fue bajo las condiciones de 60°C , $0,40 \text{ g/cm}^2$ y 8 h de deshidratación; para el rol de guayaba y parchita fueron 60°C , $0,40 \text{ g/cm}^2$ y 10 h; y para el rol de lechosa y parchita 50°C , $0,40 \text{ g/cm}^2$ y 7 h. Luego se propuso un diseño preliminar del proceso de fabricación a escala industrial, el cual se analizó con el margen de contribución arrojando resultados favorecedores.

Palabras clave: rol de frutas, deshidratación, caracterización, puré de carga, materia prima nacional.



UNIVERSIDAD DE CARABOBO
AREA DE ESTUDIOS PARA GRADUANDOS
FACULTAD DE INGENIERÍA
MAESTRÍA EN INGENIERÍA DE PROCESOS



ABSTRACT

This research was based on the development of fruit rolls at a pilot scale from national raw material, where starting from a bibliographic review three fibrous fruits and an acidifying fruit were selected to make the purées of load to make the slices of fruits and their subsequent dehydration. The acidifying fruit was used to adjust the pH without chemical additives, which according to the research was maracuya. The physicochemical characterization was made to the fruit pulp and to the fruit purées according to the methodology established in the Venezuelan standards.

According to the evaluation and sensory analysis it was obtained that the formulation with greater acceptance by consumers, for the role of mango and maracuya was under the conditions of 60°C , $0,40 \text{ g/cm}^2$ y 8 h of dehydration; for the role of guava and maracuya were 60°C , $0,40 \text{ g/cm}^2$ y 10 h; and for the role of papaya and maracuya 50°C , $0,40 \text{ g/cm}^2$ y 7 h. Then a preliminary design of the industrial scale manufacturing process was proposed, which was analyzed with the contribution margin conducted to favorable results.

Keywords: role of fruit, dehydration, characterization, purée of load, national raw material.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	18
CAPITULO I	20
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	20
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	21
1.3 OBJETIVOS	22
1.3.1 OBJETIVO GENERAL	22
1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	22
1.4 JUSTIFICACIÓN	23
1.5 LIMITACIONES	24
1.6 ALCANCE.....	24
CAPITULO II	25
2.1 ANTECEDENTES	25
2.2 BASES TEÓRICAS	27
2.2.1 DESHIDRATADO	27
2.2.2 IMPORTANCIA DE LOS ALIMENTOS DESHIDRATADOS	30
2.2.3. CONTENIDO DE AGUA EN LOS ALIMENTOS	31
2.2.4 LA ACTIVIDAD ACUOSA Y SU RELACIÓN CON LA ESTABILIDAD DE LOS ALIMENTOS	32
2.2.5. EL PROCESO DE SECADO	40
2.2.6. ENVASADO DE ALIMENTOS DESHIDRATADOS	42
CAPITULO III	44
3.1 TIPO DE ESTUDIO Y DE INVESTIGACIÓN	44
3.2. DISEÑO EXPERIMENTAL DE LA INVESTIGACIÓN	44
3.2.1. ESQUEMA GENERAL DE LA INVESTIGACIÓN	45
3.3. DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN	45
3.3.1 SELECCIÓN LA FRUTA MÁS IDÓNEA PARA LA ELABORACIÓN DE ROLES DE FRUTA	45
3.3.2 CARACTERIZACIÓN LA FRUTA SELECCIONADA QUE SIRVIERON COMO BASE AL PRODUCTO DESARROLLADO	46

3.3.3. DESARROLLO LOS ROLES CON LA FRUTA SELECCIONADA	49
3.3.4 CARACTERIZACIÓN LOS ROLES DE FRUTA OBTENIDOS CON LA FRUTA SELECCIONADA	52
3.4.5 PROPUESTA DEL PROCESO DE ESCALA PILOTO A ESCALA INDUSTRIAL PARA LA OBTENCIÓN DE LOS ROLES DE FRUTA	53
3.4.6 CALCULO DE LA RENTABILIDAD DEL PROCESO AL PASAR DE ENSAYO DE LABORATORIO A ESCALA PILOTO	56
CAPITULO IV	59
4.1 SELECCIÓN DE LAS FRUTAS A TRABAJAR	59
4.2. CARACTERIZACIÓN DE LAS FRUTAS SELECCIONADAS QUE SIRVIERON COMO BASE AL PRODUCTO DESARROLLADO.	66
4.3. DESARROLLO DE LOS ROLES CON LA FRUTA SELECCIONADA	71
4.3.1 SELECCIÓN DE LAS FRUTAS	74
4.3.2. LAVADO	75
4.3.3. PELADO	75
4.3.4. PULPEADO (ELABORACIÓN DE LOS PURÉS DE MEZCLA)	75
4.3.5. DESHIDRATACIÓN	77
4.3.6. ENVASADO	95
4.3.7. ETIQUETADO	95
4.3.8. ALMACENADO	95
4.4 CARACTERIZAR LOS ROLES DE FRUTA OBTENIDOS CON LA FRUTA SELECCIONADA	95
4.5 PROPUESTA DEL PROCESO A ESCALA PILOTO PARA LA OBTENCIÓN DE LOS ROLES DE FRUTA.....	99
4.5.1 MERCADO, DEMANDA Y CAPACIDAD INSTALADA	99
4.5.2 PROCESO DE MANUFACTURA Y DIAGRAMA	102
4.5.3 SELECCIÓN DE LA TECNOLOGÍA	104
4.5.4 DIMENSIONAMIENTO DE EQUIPOS	106
4.6 CALCULAR LA RENTABILIDAD DEL PROCESO AL PASAR DE ENSAYO DE LABORATORIO A ESCALA PILOTO.	108
CONCLUSIONES.....	115

RECOMENDACIONES	116
REFERENCIAS.....	117
APÉNDICE A TABLAS ESTADÍSTICAS	124
APÉNDICE B TABLAS DE DATOS EXPERIMENTALES	126
APÉNDICE C CÁLCULOS TÍPICOS.....	138

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla. 3.1 Propiedades y aplicaciones de filmes en alimentos deshidratados (Barbosa y Vega, 2000).....	43
Tabla. 4.1. Matriz de prioridades de MOODY.....	61
Tabla. 4.2. Temporadas de frutas en Venezuela.....	62
Tabla. 4.3. Valores de Superficie, producción, rendimiento de los principales frutales producidos en Venezuela para el 2009	63
Tabla. 4. 4. Volumen de producción de distintas frutas en Venezuela	65
Tabla. 4.5. Rendimiento por rubro de distintas frutas en Venezuela	65
Tabla. 4.6. Asignación de valores para la selección de frutas.....	66
Tabla. 4.7. Matriz de selección de las frutas para los roles de fruta	66
Tabla 4.8 Análisis químico de la pulpa de lechosa.....	67
Tabla 4.9 Análisis químico de la pulpa de mango	67
Tabla 4.10 Análisis químico de la pulpa de guayaba	67
Tabla 4.11 Análisis químico de la pulpa de parchita	67
Tabla 4.12 Análisis químico de puré de carga de lechosa y parchita.....	69
Tabla 4.13 Análisis químico de puré de carga de mango y parchita	69
Tabla 4.14 Análisis químico de puré de carga de guayaba y parchita	69
Tabla 4.15 Resultados del análisis microbiológico	70
Tabla 4.16Parámetros referenciales para distintas deshidrataciones	71
Tabla 4.17Parámetros del diseño factorial utilizados para la deshidratación de mango y parchita	72
Tabla 4.18Parámetros del diseño factorial utilizados para la deshidratación de guayaba y parchita	72
Tabla 4.19Parámetros del diseño factorial utilizados para la deshidratación de lechosa y parchita	72

Tabla 4.20 Codificación de la deshidratación de guayaba con parchita.....	73
Tabla 4.21 Codificación de la deshidratación de lechosa con parchita.	73
Tabla 4.22 Codificación de la deshidratación de mango con parchita.....	73
Tabla 4.23 Porcentajes de adición de parchita.....	76
Tabla 4.24 Porcentajes de deshidratación en muestras de lechosa y parchita	78
Tabla 4.25 Porcentajes de deshidratación en muestras de mango y parchita	78
Tabla 4.26 Porcentajes de deshidratación en muestras de guayaba y parchita.....	79
Tabla 4.27. Resultados de pruebas sensoriales de formulaciones de rol de mango y parchita	85
Tabla 4.28. Prueba de Kruskal-Wallis para Acidez Alta por Tipo de Formulación.....	87
Tabla 4.29 Prueba de Kruskal-Wallis para aspecto intenso por Tipo de Formulación ...	91
Tabla 4.30 Prueba de Kruskal-Wallis para Muy desagradable por Tipo de Formulación	91
Tabla 4.31 Prueba de Kruskal-Wallis para Medianamente desagradable por Tipo de Formulación.....	92
Tabla 4.32 Prueba de Kruskal-Wallis para Desagradable por Tipo de Formulación	92
Tabla 4.33 Prueba de Kruskal-Wallis para Buena por Tipo de Formulación	92
Tabla 4.34 Prueba de Kruskal-Wallis para Muy buena por Tipo de Formulación.....	93
Tabla 4.36 Análisis químico de rol guayaba y parchita	96
Tabla 4.37 Análisis químico de rol mango y parchita	96
Tabla 4.38 Análisis químico de rol lechosa y parchita.....	96
Tabla 4.39 Valores de actividad de agua en roles de guayaba y parchita	97
Tabla 4.40 Valores de actividad de agua en roles de lechosa y parchita	97
Tabla 4.41 Valores de actividad de agua en roles de mango y parchita	98
Tabla 4.42 Valores de actividad de agua para las formulaciones seleccionadas.....	98
Tabla 4.43 Resultados del análisis microbiológico	98

Tabla. 4.44 Demanda del mercado representada por 10% de la población de Carabobo	99
Tabla. 4.45 Rendimiento por rubro de distintas frutas en Venezuela	100
Tabla. 4.46 Kilos de rol de fruta a producir.....	101
Tabla 4.47 Mercado objetivo correspondiente al 0,02% de la demanda estatal.....	101
Tabla 4.48 Matriz de selección de las diferentes tecnologías para el despulpador.....	104
Tabla 4.49 Matriz de selección de las diferentes tecnologías para el despulpador.....	104
Tabla 4.50 Matriz de selección de las diferentes tecnologías para el mezclador	105
Tabla 4.51 Matriz de selección de las diferentes tecnologías para el deshidratador....	105
Tabla 4.52 Equipos empleados en el proceso de elaboración de roles de fruta a escala piloto a partir de materia prima nacional	107
Tabla. 4.53 Valores relevantes en el cálculo del costo asociado a la deshidratación ..	108
Tabla. 4.54 Bandejas requeridas por variedad de rol para deshidratar	109
Tabla. 4.55 Plantilla de personal con sueldos	110
En consiguiente a la información descrita en la figura 4.19, se realizaron los cálculos para determinar los costos de energía eléctrica y agua que genera el proceso productivo en la fabricación de cada rol por separado.	110
Tabla. 4.56 Costos de servicios en la fabricación de roles de fruta.....	110
Tabla. 4.57. Mango y Parchita necesarios para la elaboración del rol	111
Tabla. 4.58. Lechosa y Parchita necesarios para la elaboración del rol.....	111
Tabla. 4.59. Guayaba y Parchita necesarios para la elaboración del rol.....	111
Tabla. 4.60 Costo de materia prima para un paquete de rol de Mango y Parchita.....	111
Tabla. 4.61 Costo de materia prima para un paquete de rol de Lechosa y Parchita	112
Tabla. 4.62 Costo de materia prima para un paquete de rol de Guayaba y Parchita ...	112
Tabla. 4.63 Margen de contribución y proporción del rol de Mango y Parchita	112
Tabla. 4.64 Margen de contribución y proporción del rol de Lechosa y Parchita	113

Tabla. 4.65 Margen de contribución y proporción del rol de Guayaba y Parchita	113
Tabla A.1. Números aleatorios para la identificación de muestras.....	124
Tabla A.2. Tabla de significancia para pruebas pareadas.....	124
Tabla B.1 Progreso de pérdida de agua en la deshidratación del rol de Lechosa y parchita	126
Tabla B.2 Progreso de pérdida de agua en la deshidratación del rol de Lechosa y parchita	126
Tabla B.3 Progreso de pérdida de agua en la deshidratación del rol de Lechosa y parchita	127
Tabla B.4 Progreso de pérdida de agua en la deshidratación del rol de Lechosa y parchita	127
Tabla B.5 Progreso de pérdida de agua en la deshidratación del rol de Lechosa y parchita	128
Tabla B.6 Progreso de pérdida de agua en la deshidratación del rol de Lechosa y parchita	128
Tabla B.7 Progreso de pérdida de agua en la deshidratación del rol de Lechosa y parchita	129
Tabla B.8 Progreso de pérdida de agua en la deshidratación del rol de Lechosa y parchita	129
Tabla B.9 Progreso de pérdida de agua en la deshidratación del rol de Mango y parchita	130
Tabla B.11 Progreso de pérdida de agua en la deshidratación del rol de Mango y parchita	131
Tabla B.12 Progreso de pérdida de agua en la deshidratación del rol de Mango y parchita (muestra 32)	131
Tabla B.13 Progreso de pérdida de agua en la deshidratación del rol de Mango y parchita	132

Tabla B.14 Progreso de pérdida de agua en la deshidratación del rol de Mango y parchita	132
Tabla B.15 Progreso de pérdida de agua en la deshidratación del rol de Mango y parchita	133
Tabla B.16 Progreso de pérdida de agua en la deshidratación del rol de Mango y parchita	133
Tabla B.17 Progreso de pérdida de agua en la deshidratación del rol de Guayaba y parchita	134
Tabla B.18 Progreso de pérdida de agua en la deshidratación del rol de Guayaba y parchita	134
Tabla B.19 Progreso de pérdida de agua en la deshidratación del rol de Guayaba y parchita	135
Tabla B.20 Progreso de pérdida de agua en la deshidratación del rol de Guayaba y parchita	135
Tabla B.21 Progreso de pérdida de agua en la deshidratación del rol de Guayaba y parchita	136
Tabla B.22 Progreso de pérdida de agua en la deshidratación del rol de Guayaba y parchita	136
Tabla B.23 Progreso de pérdida de agua en la deshidratación del rol de Guayaba y parchita	137
Tabla B.24 Progreso de pérdida de agua en la deshidratación del rol de Guayaba y parchita	137

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1. Proceso pardeamiento enzimático	35
Figura 2.2. Reacciones involucradas en el proceso de pardeamiento no enzimático	37
Figura 2.3. Curva típica de oscurecimiento no enzimático versus actividad acuosa	39
Figura 2.4. Mapa de Labuza.....	40
Figura 3.1. Esquema general de la investigación.....	45
Figura 3.2 Hoja de recolección de datos entregada a los panelistas para la evaluación sensorial del rol de fruta de guayaba y parchita.	51
Figura 3.3 Hoja de recolección de datos entregada a los panelistas para la evaluación sensorial del rol de fruta de lechosa y parchita.	52
Figura 4.2 Deshidratación de lechosa y parchita a 60°C.....	81
Figura 4.3 Deshidratación de mango y parchita a 50°C	81
Figura 4.4 Deshidratación de mango y parchita a 60°C	82
Figura 4.5 Deshidratación de guayaba y parchita a 40°C	83
Figura 4.6 Deshidratación de guayaba y parchita a 40°C	84
Figura 4. 7. Medias de Fisher LSD para acidez baja.....	86
Figura 4. 8. Medias de Fisher LSD para acidez media.....	86
Figura 4.9 Medias de Fisher LSD para dulzor bajo	88
Figura 4.10 Medias de Fisher LSD para dulzor medio	88
Figura 4.11 Medias de Fisher LSD para dulzor alto	89
Figura 4.12 Medias de Fisher LSD para claro	89
Figura 4.13 Medias de Fisher LSD para opaco	90
Figura 4.14 Medias de Fisher LSD para brillante	90
Figura 4.15 Puntuación de encuesta de aceptación rol de guayaba y parchita	94
Figura 4.16 Puntuación de encuesta de aceptación rol de lechosa y parchita	94

Figura 4.17 Puntuación de encuesta de aceptación rol de mango y parchita.	95
Figura 4.18 Diagrama de flujo del proceso de elaboración de roles de frutas deshidratadas	103

INTRODUCCIÓN

El agua contenida en las frutas y verduras representa más del 80% de su peso, lo cual es un factor determinante para su pronto descomposición microbiana. Se estima que, en los países en vías de desarrollo, alrededor del 30 a 40% de las frutas y verduras cultivadas, se llega a perder debido a la falta de un adecuado manejo, transporte y almacenamiento, estas pérdidas se traducen en una pérdida física, nutricional y por lo tanto, económica (Ceballos *et al.*, 2012).

El secado es una manera creativa para preservar los alimentos, el proceso consiste en la remoción de parte de su agua libre hasta llegar a un nivel tal que él pueda ser consumido y/o almacenado en un lugar a temperatura ambiente. Son ampliamente conocidas las ventajas de los productos vegetales deshidratados ya que al reducir el contenido de humedad de ellos disminuye notablemente la actividad microbiológica y aumenta la vida útil del producto, además de disminuir los costos de almacenamiento y transporte.

Las láminas de la fruta se hacen mediante el secado de una capa muy delgada de puré de frutas para obtener un producto con una textura masticable similar al cuero suave, de ahí su nombre de cuero de fruta (Andress *et al.*, 1999). Cuando es secado, el producto se extiende sobre una superficie determinada, laminado y se consumen como aperitivo. El control de la temperatura de secado es muy importante, con temperaturas muy altas puede dar un endurecimiento, lo que dificulta el flujo de salida de agua. Además, también es importante controlar la carga de puré de fruta, con una capa muy delgada de puré puede hacer el producto frágil y difícil de manipular. Por el contrario, una capa gruesa de puré conduce a una velocidad de secado muy baja. (Azeredo *et al.*, 2006).

El control de la temperatura de secado es muy importante, ya que de ser muy alta pueden causar endurecimiento de la capa, dificultando el flujo de agua. Además, también es importante controlar la carga de puré de fruta, con una capa demasiado fina de puré puede hacer que el producto sea frágil y difícil de extraer de la superficie. Por el contrario,

una capa de puré grueso da como resultado una tasa de secado muy baja. (Henriette *et al*, 2005).

En cuanto a la comparación de la fruta fresca en contraste con la fruta deshidratada, el contenido de calorías no cambia, pero se concentra en una masa más pequeña como a humedad se elimina. Con respecto a la fibra se no observan cambios; vitamina A bastante bien retenida bajo métodos controlados de calor; vitamina C el pretratamiento con ascórbico, jugos ácidos o de limón aumenta los niveles, aunque la pérdida ocurrirá durante el secado; minerales presentan buena retención. Para una mejor retención de nutrientes en alimentos secos se deben almacenar en un lugares frescos, oscuros y secos y usar dentro de un año.

Se ha proyectado la necesidad de elaborar nuevos productos para aprovecharlos excedentes de frutas que quedan del consumo fresco y de la agroindustria tradicional. Por ello, se busca elaborar roles de fruta de buena calidad, que sean aceptables por los consumidores.

CAPITULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

En este capítulo, se describe de forma detallada el planteamiento del problema, su justificación y los objetivos puntuales que rigen el desarrollo de este trabajo.

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La presente investigación es de carácter independiente, donde parte de la misma fue desarrollada en el Laboratorio de Biotecnología Industrial del Centro de Investigaciones Químicas (C.I.Q) de la Facultad de Ingeniería, Universidad de Carabobo.

La industria alimentaria tiene como objetivo principal alargar la vida útil de los comestibles, un alimento fresco se descompone fácilmente debido a diferentes factores como la acción de mohos, levaduras, bacterias y enzimas. Al exponerse al aire libre y a temperaturas elevadas se acelera su proceso de descomposición cambiando su color, aspecto, olor y sabor; resaltando que cuando un alimento está en descomposición, es perjudicial para la salud (Curvetino, 2004).

Existen varios métodos de conservación como lo son: conservación por frío que engloba la refrigeración, congelación y ultra congelación; conservación por calor que comprende escaldado, pasteurización y esterilización; métodos químicos como la salazón, ahumado, acidificación, escabechado y adición de azúcar; añadido de aditivos alimentarios como lo son colorantes, conservantes, antioxidantes, estabilizantes, y por último métodos que al pasar los años han ganado popularidad como la deshidratación, liofilización, desecación y envasado al vacío (Maskan, 2000).

En la presente investigación se busca elaborar mezclas de frutas que den paso a un rol y el método empleado será la deshidratación, la cual se realiza para aumentar la vida útil de los alimentos, para disminuir los costos de transporte, de empaque y de almacenamiento. El proceso de deshidratación generalmente se realiza por medio de un secado térmico utilizando técnicas como secado con aire, al sol y al vacío, microondas y liofilización, pero con la consecuente modificación de las propiedades sensoriales.

El agua es el principal componente de la mayoría de los alimentos no procesados mientras que en los procesos se reduce para conseguir la conservación de estos. De forma general, se puede afirmar que un alimento cuanto mayor porcentaje de agua tenga en su composición más susceptible es a alterarse. Sin embargo, alimentos con la misma cantidad de agua pueden presentar diferente susceptibilidad al deterioro por lo que entra en juego otro factor que es la actividad de agua de un alimento que hace referencia a la disponibilidad de esa agua en el alimento.

Dicho de forma general, actividades de agua por debajo de 0,8 hacen al alimento muy seguro de un posible problema microbiológico, pero no se inhiben las reacciones químicas y bioquímicas, en tanto que con actividades de agua por debajo de 0,3 los alimentos serán muy seguros en todos los aspectos, salvo a las reacciones de oxidación. (Labuza, 1980).

Generalmente la fruta debe ser preparada para la deshidratación mediante operaciones como lavado, pelado, cortado, sulfitado y/o escaldado. Las operaciones empleadas dependen del tipo de fruta que se va a trabajar. Las frutas por deshidratar deben cumplir ciertas especificaciones comunes como la madurez y la calidad inicial de la fruta (Belseira, 1992)

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Debido a la constante evolución que vive la sociedad, las personas destinan menos tiempo a cuidar su alimentación, llevan rutinas alimenticias ricas en productos procesados altos en azúcar, ya que su practicidad en transporte y vida útil les permite llevarlos consigo sin complicaciones en cuanto a su caducidad. Es por esto, que es necesario desarrollar productos que permitan a los individuos consumir alimentos menos procesados, más saludables, pero sin restar praxis que incomoden a sus rutinas diarias.

Los productos deshidratados ofrecen variadas ventajas sobre los productos frescos, por ejemplo, reducción de masa, volumen y aumento de la vida útil. Al tener una actividad de agua mucho más bajo que el producto fresco, se reduce el desarrollo de microorganismo y la actividad enzimática (González *et al.* 2008).

El sabor, color, textura, aroma y propiedades de rehidratación son los atributos de calidad más importantes en los alimentos deshidratados. La selección de las condiciones de secado apropiadas es necesaria para minimizar el choque térmico, eliminar el resecado y mantener los componentes que determinan la calidad del producto final (Barbosa y Vega, 2000).

A partir de esta problemática se ha propuesto el diseño de un proceso a escala piloto que permita obtener los beneficios de las frutas, aunado a la mezcla de sabores que agraden a los consumidores y permita satisfacer sus necesidades, mediante el estudio de las propiedades de distintas frutas.

En base a ello, se plantea la siguiente interrogante, ¿Se podrá diseñar un proceso a escala piloto para la producción de roles de fruta a partir de materia prima nacional que asegure un producto de calidad a un precio asequible?

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 OBJETIVO GENERAL

Desarrollar roles de frutas a escala piloto a partir de materia prima nacional.

1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

1. Seleccionar la fruta más idónea para la elaboración de roles de fruta.
2. Caracterizar la fruta seleccionada que servirán como base al producto desarrollado.
3. Desarrollar los roles con la fruta seleccionada.
4. Caracterizar los roles de fruta obtenidos con la fruta seleccionada
5. Proponer el proceso a escala piloto para la obtención de los roles de fruta.
6. Calcular la rentabilidad del proceso al pasar de ensayo de laboratorio a escala piloto.

1.4 JUSTIFICACIÓN

El basamento en el cual se justifica la realización de la presente investigación, está fundamentado en el diseño de un proceso de producción de roles de fruta a partir de materia prima nacional, el cual asegure un producto de calidad que cumpla con las normas venezolanas establecidas y sea del agrado del consumidor, ya que la dieta diaria del venezolano no contempla cantidades apropiadas de frutas, debido a la inconveniencia que representa el transporte y mantenimiento de la misma durante el día.

Desde el punto de vista metodológico, un factor importante a considerar en la deshidratación por aire caliente es la apariencia del material que depende de las velocidades del secado. Si el secado es lento, se llevará mucho tiempo el proceso de secado teniendo un gasto energético muy alto. Si el secado es muy rápido, la superficie de la fruta se secará más pronto que el centro provocando quemaduras de esta o una separación indeseable de la membrana exterior del resto de la fruta (Martínez, 2000). El oscurecimiento o daño por calor es considerado como un defecto de calidad y es uno de los factores más importantes para tomar en cuenta y está relacionada con la temperatura de secado. El oscurecimiento es resultado de diferentes reacciones químicas. Dos de los factores que influyen en el oscureciendo es la combinación de temperatura, tiempo y la cantidad de humedad que hay en el producto (Torrealba, 2007).

Es por ello, que es necesario realizar un estudio que permita determinar las condiciones de proceso que den paso a la elaboración de roles de fruta, para los cuales es necesario un mínimo de dos frutas, una que aporte la base fibrosa, y otra que aporte sabor y olor; para que en conjunto creen una experiencia agradable al consumidor.

Por otro lado, es importante destacar que el presente trabajo amplía el campo de investigaciones que se llevan a cabo en el área de postgrado de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Carabobo, ya que desarrolla conocimientos en el área de alimentos; así mismo, el investigador tiene la posibilidad de ampliar sus conocimientos ya que su área de estudio es la ingeniería química.

1.5 LIMITACIONES

Algunas limitaciones que podrían presentarse son:

- Disponibilidad de variedad de frutas debido a que a pesar de que Venezuela es un país tropical, los frutos se dan por estaciones.
- Disponibilidad de un solo deshidratador, por lo tanto, se ve limitado la cantidad de producto que se puede procesar por lote.

1.6 ALCANCE

Esta investigación está enfocada fundamentalmente en el desarrollo de roles de fruta partiendo de materia prima de origen nacional, que permitan elaborar un producto de calidad y al mismo tiempo factible económicamente; tomando en cuenta todas las características que debe tener para cumplir con las leyes venezolanas, y asegurando que sea un producto seguro para el consumo humano.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

En este capítulo, se presentan investigaciones realizadas previamente, así como aspectos teóricos que fundamentan la presente investigación.

2.1 ANTECEDENTES

Zuluaga *et al.* (2010) realizaron una evaluación de las características físicas de mango deshidratada aplicando secado por aire caliente y deshidratación osmótica. Utilizaron como fruto mango cv. *Tommy Atkins* teniendo presente que las muestras tenían que presentar similitud en tamaño, color y firmeza conservándolos a $(6,0\pm 1.0)$ °C hasta el momento de su procesamiento, el cual consistió en pelar la fruta hasta exponer completamente la pulpa e inmediatamente enjuagarlas con agua fría para retirar los restos de piel, seguidamente fueron cortados en cubos de $(1,5\pm 0,1)$ cm. La primera experiencia consistió en colocar en un deshidratador una bandeja con muestra previamente pesada, y dejada allí durante 8 horas a 60 y 70 °C, la segunda consistió en preparar una solución al 40% de sacarosa comercial, colocarla en bolsas de polietileno calibre 3 junto a 500 gramos de cubos de fruta, dichas bolsas se agitaron cada hora durante 8 horas, y luego se dejaron en reposo hasta cumplir 24 horas en un ambiente a 20 °C.

El proceso de secado de mango a una temperatura de 70 °C sin pretratamiento presentó el menor tiempo para alcanzar la humedad de equilibrio (330min), la menor actividad de agua (0,362) y el menor contenido de humedad final (10,2%). Las muestras con pretratamiento tuvieron un color más oscuro debido a la caramelización en la superficie del mango del jarabe residual del proceso de osmodeshidratación.

Por otro lado, se encuentra que González *et al.* (2008) obtuvieron un polvo de ají dulce (*Capsicum chinese*) mediante deshidratación por aire forzado, destacando que la variable más importante es la temperatura la cual influye no solo en el tiempo de secado, sino que también en las reacciones de degradación de los componentes del alimento. La metodología implementada partió de deshidratar 2 kg de ajíes frescos cortados entre 5 y

6 cm aproximadamente, cuidando que las muestras no presentaran daños por golpes o insectos, las muestras fueron deshidratadas a 50, 60 y 70 °C durante 16, 13 y 10 horas, tiempo después del cual fueron retiradas y colocadas en un desecador, para consecutivamente ser empacadas en bolsas de polietileno de baja densidad para su almacenamiento y posterior molienda y análisis.

Concluyeron que a una temperatura de 50°C y 16 horas en el deshidratador no se obtendría polvo de ají debido a que las muestras no lograron un secado suficiente, permaneciendo húmedas. Así mismo, los valores más bajos de actividad de agua, porcentaje de humedad y pH los obtuvieron a 70°C en un tiempo de 10 horas, pero contradictoriamente el análisis organoléptico que realizaron detectó variación en el color entre otras características, seleccionando el polvo obtenido a 60°C como el mejor.

Siguiendo este mismo orden de ideas, se encuentra Hincapié *et al.* (2011) quienes realizaron una evaluación del secado por convección de la guayaba (*Psidium guajava L.*) variedad manzana, con el objetivo de determinar la cinética de secado de la guayaba manzana a 40, 50 y 60°C y a una velocidad del aire de 2 m/s y evaluar su incidencia en el contenido de vitamina C, en la capacidad de rehidratación (C.R) y en las propiedades funcionales de la fibra dietaria, como son la capacidad de retención de agua (C.R.A) y la capacidad de adsorción de lípidos (C.A.L). Con lo que pudieron determinar que, a 60°C la pérdida de agua en la guayaba manzana es más rápida que a 40 y 50°C, en la cual el producto llega a una humedad de equilibrio en menor tiempo (0.08 g de agua/g muestra seca). La incidencia de la temperatura en la C.R y en la C.R.A es directamente proporcional, ya que a medida que se aumentó la temperatura, éstas se incrementaron, siendo 60°C la temperatura en la que el producto seco presentó los valores más altos. A mayor temperatura de secado por convección con aire caliente el contenido de vitamina C en la guayaba manzana tiende a degradarse, porque la compactación celular se debilita y se rompen los tejidos.

En un estudio un tanto más profundo de las variables que influyen en la deshidratación encontramos a Harrar y Machado (2012) quienes determinaron las condiciones óptimas de procesamiento para la deshidratación de mango mediante la aplicación del método

denominado proceso analítico jerárquico (*Analytic Hierarchy Process*, AHP). Las alternativas fueron definidas como una combinación de cuatro variables de proceso (espesor de la muestra, velocidad y temperatura del aire, y tiempo de secado), a tres niveles cada una. Para la etapa experimental se seleccionaron nueve tratamientos (alternativas) a partir de un diseño experimental ortogonal 3⁴. Se procesó la fruta en un secador de túnel a estas condiciones, y las muestras fueron evaluadas por un grupo de expertos que incluyó profesionales de la industria de alimentos, nutricionistas, profesores universitarios y médicos. Se procesaron las encuestas utilizando el programa EC 2000. El criterio que obtuvo la máxima ponderación fue el sabor, y las condiciones de procesamiento para la alternativa preferida fueron: temperatura del aire 55 °C, velocidad 1 m/s, tiempo de secado 14 h, y espesor del alimento 6 mm. Se concluyó que este método constituye una herramienta apropiada para la toma de decisiones en los procesos de deshidratación de frutas en la industria alimenticia.

Por otro lado, se encuentra a Ramallo y Mascheroni (2012) quienes evaluaron la calidad de la piña (*Comosus Ananá*) durante el proceso de secado, tomaron rodajas de la misma, las colocaron en un deshidratador a 45, 60 y 75°C, a una la velocidad del aire constante (1,5 m/s). La calidad de la piña deshidratada la analizaron mediante cambios de color y textura, pérdida de ácido L-ascórbico y la capacidad de absorción de agua durante el procedimiento de rehidratación. Las muestras de piña secadas a 45 °C tenían mejor capacidad de rehidratación y más retención de ácido L-ascórbico que los obtenidos bajo las otras condiciones, por lo tanto, esta temperatura de secado fue mejor condición para la preservación de la calidad de la piña.

2.2 BASES TEÓRICAS

2.2.1 Deshidratado

La deshidratación es la forma más antigua y sana de preservación de los alimentos. Consiste en extraer el agua de los alimentos, lo que evita la proliferación de microorganismos y la putrefacción. El secado de alimentos mediante el sol y el viento para evitar su deterioro se ha venido realizando desde tiempos antiguos.

Las bacterias y microorganismos del interior de los alimentos y procedentes del aire necesitan agua para crecer. El deshidratado les priva del medio. También crea una capa exterior dura, ayudando evitar que los microorganismos penetren en los alimentos.

A diferencia de las conservas que calientan mucho el alimento destruyendo sus propiedades, o de la congelación que también somete al alimento a temperaturas extremas y cambia sus propiedades energéticas, el deshidratado es suave y gentil con el alimento. Además, al desaparecer 7/8 partes del agua, el sabor es más concentrado e intenso.

Muchos alimentos se preparan por alguna forma de deshidratación. Algunos ejemplos son carnes como el jamón o la cecina, o la carne de reno seca y salada que es un alimento tradicional nipón. Durante siglos, gran parte de la dieta europea dependió del bacalao seco, conocido como bacalao en salazón. Otro pescado seco común es la mojama de atún.

Sin embargo, lo más habitual es deshidratar la fruta y la verdura. Ésta cambia completamente su carácter cuando se seca, como es el caso de las uvas y las ciruelas pasas; los higos y los dátiles también se transforman, así como bulbos como el ajo y la cebolla. También son frecuentes los pimientos chiles secos. En Italia son típicos los tomates secados al sol, que se suelen consumir como antipasto.

Por otro lado, la disminución de la humedad en los alimentos es uno de los métodos más antiguos utilizados para su conservación. Debido a que los bajos contenidos de humedad, reducen la posibilidad del deterioro biológico y las velocidades de cambios fisicoquímicos indeseables, relacionados con las reacciones de oxidación. Aunque este método de conservación reduce el peso y el volumen del alimento, aumenta la eficacia de los procesos de transporte y almacenaje, dada la estabilidad microbiológica (Honorato *et al.* 2005). Carranza y Sánchez (2002) definen a estos productos, como aquellos de humedad final máxima de 12%, siendo los ejemplos más típicos los orejones de durazno, manzana y mango, que pueden ser consumidos de forma directa como un confite, señalando además que el principal problema técnico en la preparación de frutos secos o de

humedad intermedia, es la prevención del oscurecimiento, el cual puede controlarse por tratamiento de soluciones de ácido cítrico o ácido ascórbico al 1%. Maldonado y Pacheco (2003) consideran que el rendimiento dependerá de los sólidos solubles y del tamaño del corte del fruto.

El secado o deshidratado es una de las tecnologías más frecuentes en la agroindustria y consiste en la eliminación de gran parte del agua del producto procesado, la evaporación del agua se hace a través de una corriente de aire caliente, la cual transmite el calor latente de evaporación al producto. Lo que se busca es disminuir al máximo la actividad bioquímica interna y la acción de microorganismos que permitan mantener por mucho más tiempo el producto en condiciones de almacenaje. La deshidratación o secado se realiza para aumentar la vida útil de los alimentos, para disminuir los costos de transporte, de empaque y de almacenamiento, para suplir las necesidades de materias primas secas como ingredientes para otros productos, así como en el desarrollo de nuevos productos. El proceso de deshidratación generalmente se realiza por medio de un secado térmico utilizando técnicas como secado con aire, al sol y a vacío, microondas y liofilización, pero con el secado es uno de los métodos más antiguos que ha utilizado el hombre para conservar sus alimentos. Actualmente el secado de frutas y hortalizas es un proceso industrial muy importante en la preservación de la calidad de los productos agrícolas.

El secado o deshidratación consiste en la extracción del agua contenida en los alimentos por medios físicos hasta que el nivel de agua sea adecuado para su conservación por largos periodos. El nivel de agua deseado lo determina el tipo de producto final que se busca, por ejemplo, el secado de granos y cereales se realiza hasta obtener alrededor de 12% de agua en el producto que es parecido a la humedad del aire normal, en el caso de las frutas secas, los niveles son más bajos (8 - 10) %, en el caso de nueces y semillas los niveles son de (3 – 5) % (Monsalve y Machado, 2007). El secado por aire calentado orientado a túneles o cabinas en donde se coloca el producto, es el más eficiente y recomendado, ya que los equipos construidos pueden controlar el proceso de secado: temperatura y velocidad del aire, y la disposición del alimento a secar.

2.2.2 Importancia de los alimentos deshidratados

El agua es el principal componente de los alimentos, ayudándoles a mantener su frescura, sabor, textura y color. Además de conocer el contenido de agua o humedad de un alimento, es imprescindible conocer si ésta está disponible para ciertas reacciones bioquímicas, enzimáticas, microbianas, o bien interactuando con otros solutos presentes en el alimento, como son, proteínas, carbohidratos, lípidos y vitaminas (Marín *et al.* 2006).

La deshidratación a través de la historia es una de las técnicas más ampliamente utilizadas para la conservación de los alimentos. Ya en la era paleolítica, hace unos 400.000 años, se secaban al sol alimentos como frutas, granos, vegetales, carnes y pescados, aprendiendo mediante ensayos y errores, para conseguir una posibilidad de subsistencia en épocas de escasez de alimentos, no solo necesarios, sino que también nutritivos. Esta técnica de conservación trata de preservar la calidad de los alimentos bajando la actividad de agua (a_w) mediante la disminución del contenido de humedad, evitando así el deterioro y contaminación microbiológica de los mismos durante el almacenamiento. Para ello se pueden utilizar varios métodos de deshidratación o combinación de los mismos, tales como secado solar, aire caliente, microondas, liofilización, atomización, deshidratación osmótica, entre otros. No obstante, para obtener alimentos deshidratados de buena calidad es imprescindible estudiar en detalle los fenómenos de transferencia de materia y energía involucrados en el proceso, como los cambios producidos a nivel estructural (porosidad, firmeza, encogimiento, densidad) y las reacciones bioquímicas que se llevan a cabo en el momento del proceso (oxidación, enzimáticas, no enzimáticas, desnaturalización).

Desde el punto de vista comercial una importante ventaja de utilizar esta técnica es al convertir un alimento fresco en uno procesado (deshidratado) se añade valor agregado a la materia prima utilizada. Además, se reducen los costos de transporte, distribución y almacenaje debido a la reducción de peso y volumen del producto en fresco.

Hoy en día, muchos alimentos deshidratados sirven de base para el desarrollo y formulación de nuevos productos, ya que estos al ser fuentes de proteínas, vitaminas, minerales, fibra dietética y antioxidantes, por esta razón es que son considerados como componentes o ingredientes de alimentos funcionales, debido a su fácil incorporación en productos lácteos (leches, postres, yogurt, helados), galletas, pasteles, sopas instantáneas y en platos preparados (Marín *et al.* 2006).

2.2.3. Contenido de agua en los alimentos

EL agua libre o no ligada se define como el agua del alimento que se comporta como agua pura. El agua ligada se elimina durante periodo de velocidad constante de secado cuando la naturaleza del alimento no tiene gran efecto en el proceso de secado.

OKos *et al.* (1992) y Leung (1986) definieron el termino agua ligada como el agua que posee una menor presión de vapor, menos movilidad y reduce el punto de congelación de modo más elevado que el agua pura. Las moléculas ligadas de agua tienen propiedades cinéticas y termodinámicas diferentes midiendo el agua que no puede congelar a temperaturas inferiores a las de congelación con resonancia magnética nuclear (RMN) o análisis termino diferencial (ATD). En la literatura también se halla descrito el uso de propiedades dieléctricas para determinar el agua ligada. La relación entre el agua y las especies contenidas en los alimentos, que se reflejan en las propiedades de adsorción de los alimentos, se pueden resumir en términos de los tipos de interacciones entre ellos, del siguiente modo (Van der Berg, 1985):

- Fuerzas de dispersión London-Van der Waals.
- Puentes de hidrogeno
- Fuerzas de Coulomb entre agua, iones y grupos disociados.
- Efectos estéricos-
- Efectos de disolución.
- Cambios de movilidad de los segmentos de polímeros
- Fuerzas de capilaridad.

Y se define las características de ligamento del agua como:

Agua ligada fuertemente	Actividad de agua < 0,3
Agua ligada moderadamente	Actividad de agua 0,3 a 0,7
Agua ligada sin cohesión	Actividad de agua > 0,7
Agua libre	Actividad de agua \approx 1,0

2.2.4 La actividad acuosa y su relación con la estabilidad de los alimentos

El agua contenida por un alimento ejerce una presión de vapor que es inferior a la ejercida por el agua pura a la misma temperatura del alimento. La disminución de esta presión por el alimento se debe a varias causas. Primeramente, la interacción de las moléculas del agua con los grupos polares de los polímeros alimenticios, principalmente proteínas y carbohidratos, en segundo lugar, la disolución de los solutos micromoleculares (sales, azúcares, etc.) en el agua y finalmente la presencia del agua dentro de los poros capilares del alimento. Los dos primeros puntos se explican recordando que la disolución de cualquier sustancia en el agua disminuye su presión de vapor, de acuerdo con las leyes de Raoult y Henry; cabe recordar que la interacción de los grupos polares de los polímeros alimenticios equivale a la disolución de estos grupos en el agua. En referente al último punto se ha establecido que el agua contenida dentro de un poro capilar ejerce, por la curvatura convexa de la superficie, una presión de vapor menor que la del agua en superficie plana, y la disminución de la presión aumenta al disminuir el radio de la curvatura del poro capilar.

La definición de la actividad del agua es la relación entre la presión de vapor del aire alrededor de un alimento y la presión de vapor del agua pura, ambos permaneciendo a una misma temperatura. Normalmente se expresa con las siglas *aw*, Activity Water en inglés.

Una definición más sencilla sería la cantidad de agua libre que hay en un alimento, es decir, la cantidad de agua disponible para reaccionar químicamente con otras sustancias y provocar el crecimiento microbiano.

El resto de agua que permanece en el alimento es el agua ligada, está combinada con otros elementos y no está disponible para los microorganismos, por tanto, no afecta al crecimiento microbiano.

De acuerdo a la anterior, la actividad acuosa de un alimento se define como la razón de la presión parcial del agua ejercida por el alimento, a la presión de vapor de agua pura a la misma temperatura que el alimento. Es decir,

$$a_{H_2O} = a_w \frac{P(\text{alimento}, T)}{P(\text{agua pura}, T)} = \frac{\text{Humedad relativa}}{100} \quad (2.1)$$

Donde $a_{H_2O} = a_w$ actividad acuosa, $P(\text{alimento}, T)$ es la presión parcial del agua ejercida por el alimento a temperatura T , y $P(\text{agua pura}, T)$ es la presión de vapor ejercida por el agua pura a la misma temperatura T . Como lo indica la ecuación, la actividad acuosa es equivalente a la humedad relativa dividida entre 100 (Del Valle, 2002).

La calidad de los alimentos, cuando estos son recibidos por el consumidor, depende no solamente de su composición inicial, sino también de los cambios que acontecen durante el procesamiento, almacenamiento y distribución. Muchos de estos cambios son afectados por el contenido de humedad, así como por el estado en el que se encuentra el agua dentro de los alimentos.

Efectos microbianos

Se han encontrado que los límites máximo y mínimo de la actividad acuosa para el crecimiento microbiano son de 0,99 y 0,62 (Scott, 1957). Con respecto a la actividad acuosa mínima, abajo de la cual ya no puede haber crecimiento microbiano, se ha encontrado experimentalmente que ésta depende del tipo de microorganismo. Específicamente, se sabe que los microbios más resistentes a las bajas actividades acuosas son los hongos, mientras que los menos resistentes son las bacterias. Existe, pues, una gama de actividad acuosa para el crecimiento normal de cada tipo de microorganismo y un valor abajo del cual el organismo ya no crece. Todo crecimiento bacteriano es eliminado para actividades menores de 0.85, todo crecimiento de levaduras para actividades menores de 0.78, y todo crecimiento de hongos para actividades

menores de 0.62. Este último valor (0.62) representa también la actividad acuosa mínima para el crecimiento de todo tipo de microorganismos. Así pues, si se desea conservar un alimento por deshidratación," será necesario eliminar el agua hasta el punto en que su actividad sea menor de 0.62. Ya que en el proceso de deshidratación lo que se controla es el contenido de humedad y no la actividad acuosa, el punto final de secado, en términos del contenido de humedad, debe ser determinado mediante la isoterma de adsorción de humedad del alimento en cuestión. En la deshidratación de los alimentos, debe recordarse que la destrucción térmica de los microbios se hace más difícil al disminuir la actividad acuosa.

2.2.4.1 Alteración de los Alimentos: Pardeamiento

Al observar una manzana recién pelada pasa de su color habitual a otro parduzco en cuestión de minutos, pues está ocurriendo una reacción de alteración muy común en los alimentos el pardeamiento. Este pardeamiento puede ser de dos tipos:

- Enzimático: Cuando es debido a causas enzimáticas.
- No enzimático o químico: Debido a diversas reacciones químicas.

Pardeamiento enzimático:

Es una alteración consistente en la aparición de compuestos pardos como consecuencia de una serie de reacciones enzimáticas en sus primeras etapas y no enzimáticas en fases posteriores. El resultado de las mismas es la conversión de los compuestos fenólicos (compuestos orgánicos que contienen, al menos, un grupo fenol, (un anillo aromático unido a un grupo orgánico) de los alimentos en polímeros coloreados.

El pardeamiento enzimático se observa en vegetales ricos en compuestos fenólicos y no ocurre en los alimentos de origen animal, ya que no contienen compuestos fenólicos. Por el contrario, plantea importantes problemas de coloraciones con algunas frutas y legumbres (peras, manzanas), en particular cuando se alteran los tejidos de estos vegetales o se dañan por golpes durante los procesos: pelado, corte, triturado para la preparación de jugos, congelación, deshidratación. La aparición de este color oscuro no

es siempre un inconveniente, ya que se busca un ligero pardeamiento en la maduración de los dátiles, en la preparación de la sidra, en la fermentación del té, en el secado de los granos fermentados claros de cacao, así como durante el secado de tabaco.

El proceso de pardeamiento enzimático consta de 3 etapas, y son las mostradas en la figura 2.1:

1. Hidroxilación enzimática
2. Oxidación enzimática
3. Polimerización no enzimática

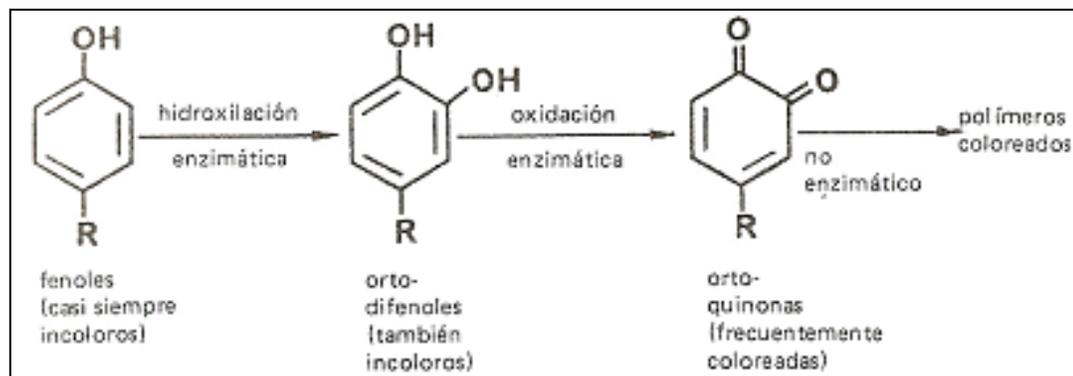


Figura 2.1. Proceso pardeamiento enzimático

Fuente: Cheftel (1998)

Los enzimas responsables de esta alteración son las fenol-oxidasas, que se encuentran de forma natural en el alimento o que han llegado al mismo a través de microorganismos. Este tipo de enzimas tiene poca especificidad de sustrato, por lo que oxidan cualquier sustrato fenólico.

Para prevenir este tipo de pardeamiento se usan varios métodos:

- ✓ Selección de variedades pobres en sustratos fenólicos.
- ✓ Inactivación de las oxidasas mediante tratamientos térmicos como la pasteurización o la esterilización. Estos tratamientos tienen el inconveniente de que alteran las propiedades organolépticas de ciertos alimentos.

-
- ✓ Adición de compuestos reductores, como el ácido ascórbico.
 - ✓ Inmersión en agua de frutas y hortalizas que hayan sido peladas o troceadas. Así evitamos que el oxígeno penetre en los tejidos.
 - ✓ Reducción del pH de los alimentos utilizando, por ejemplo, ácido cítrico.
 - ✓ Eliminación del oxígeno de los alimentos envasando al vacío.
 - ✓ Adición de sulfitos o bisulfitos que actúan eliminando el oxígeno de los alimentos.

Pardeamiento no enzimático

El pardeamiento no enzimático es el resultado de una gran cantidad de reacciones químicas que terminan generando en el alimento polímeros coloreados y productos de escisión volátiles que dan sabor y olor (que pueden ser agradables o no) al alimento. También es conocido como Reacción de Maillard (ya que ha sido este químico francés el descubridor de esta reacción a principios del pasado siglo) o caramelización.

Los sustratos de esta reacción son azúcares reductores (aldosas o fructosas) que se combinan con las aminas de los alimentos (grupos amino libres de aminoácidos y proteínas) para dar lugar a polímeros coloreados (melanoidinas) y productos de escisión volátiles, siguiendo el mecanismo mostrado en la figura

La reacción de Maillard resumida sería tal y como sigue:



En detalle sería:

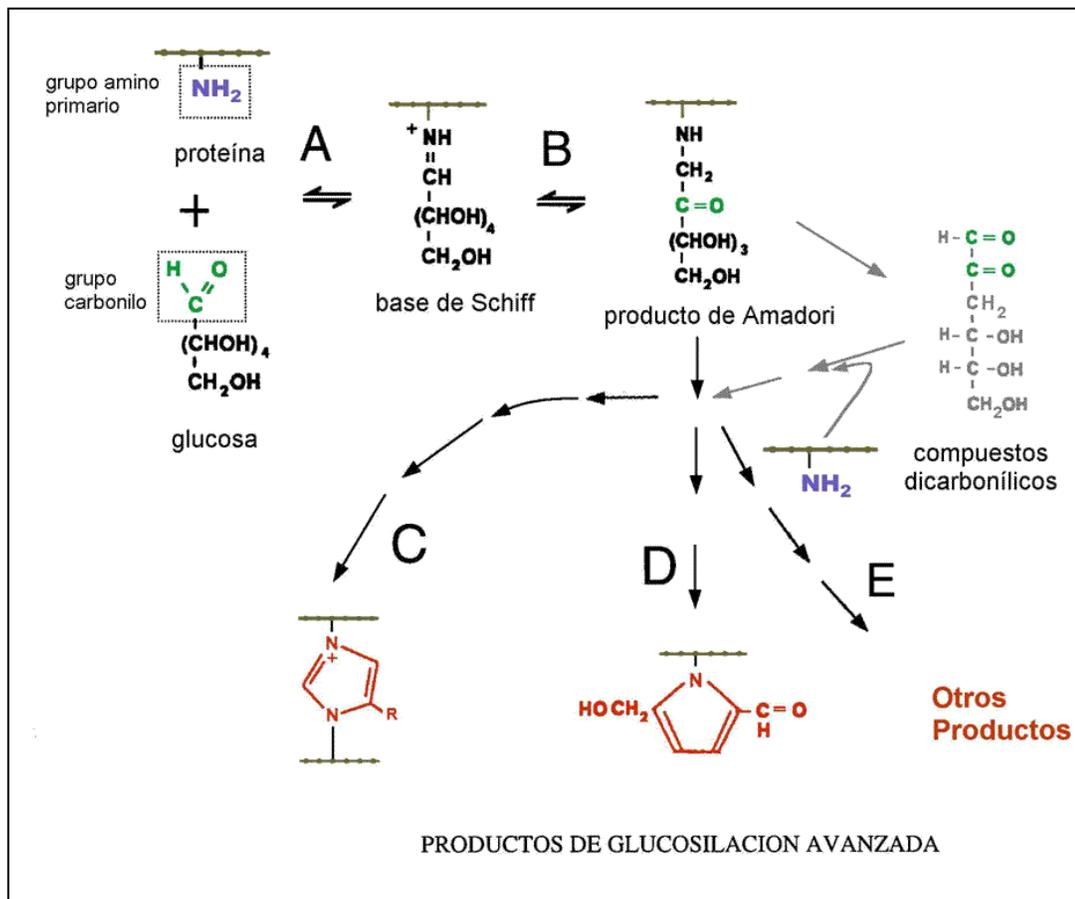


Figura 2.2. Reacciones involucradas en el proceso de pardeamiento no enzimático

Fuente: (Cheftel, 1998)

El pardeamiento químico se da en todo tipo de alimentos como consecuencia del almacenamiento o de tratamientos. Hay que destacar que esta reacción se acelera con las altas temperaturas, con lo que los tratamientos térmicos (pasteurización, esterilización) favorecen la reacción de Maillard.

Puede considerarse o no una alteración, ya que no es deseable cuando los efectos son desfavorables para los alimentos (leche sometida a tratamiento térmico, zumos de frutas). Sin embargo, es un efecto buscado en ciertos casos, como en el tostado del café o en la coloración del pan.

Para prevenir el pardeamiento no enzimático, existen pocos métodos, y son similares a los utilizados en el caso del pardeamiento enzimático:

-
- Eliminación de los sustratos de la reacción
 - Disminución del pH
 - Controlando la temperatura y la humedad
 - Añadiendo sulfitos

Adicionalmente tenemos la curva típica de oscurecimiento versus actividad acuosa (Figura.4) puede ser explicada de la manera siguiente. Para valores bajos de actividad acuosa, el agua, que es el vehículo de transporte, está fuertemente ligada al alimento, lo que impide o retrasa la movilización de un reactante al otro, obteniéndose baja velocidad de reacción. Al aumentar la actividad acuosa, la cantidad de agua libre aumenta y los reactantes pueden difundirse con mayor facilidad.

El punto de oscurecimiento máximo se presenta cuando hay una cantidad suficiente de agua para disolver todos los reactantes y para que éstos se difundan rápidamente. Al seguir aumentando la actividad acuosa, sin embargo, los reactantes se van diluyendo. Ya que, por la ley de la acción de las masas, la velocidad de reacción es proporcional a la concentración, la disminución de la concentración de los reactantes producida por la dilución con el agua hace disminuir la velocidad de reacción.

Por otra parte, ya que el agua es un producto de las reacciones de oscurecimiento no enzimático, la misma ley de acción de las masas indica que la reacción será desplazada hacia la izquierda si la concentración de esta sustancia aumenta.

Seguidamente en la Figura 2.5, tenemos el mapa de estabilidad propuesto por Labuza (1971). Este “mapa” incluye los aspectos de crecimiento microbiano, reacciones enzimáticas, oscurecimiento no enzimático y per oxidación de lípidos. Indica lo siguiente: 1) el punto de máxima estabilidad de los alimentos es el de la monocapa, ya que ahí todas las reacciones deteriorativas de la calidad son cero o mínimas; 2) los alimentos frescos son relativamente estables al oscurecimiento no enzimático y la peroxidación de los lípidos, pero son atacados fácilmente por enzimas y microorganismos; 3) los alimentos de humedad “intermedia” (actividad acuosa de 0,7 a 0,8; con adición de fungicidas) , por la manera en que han sido diseñados, son estables al ataque microbiana, pero son

fuertemente afectados por el oscurecimiento no enzimático y también por las reacciones enzimáticas; no son muy atacados por la peroxidación de los lípidos; y

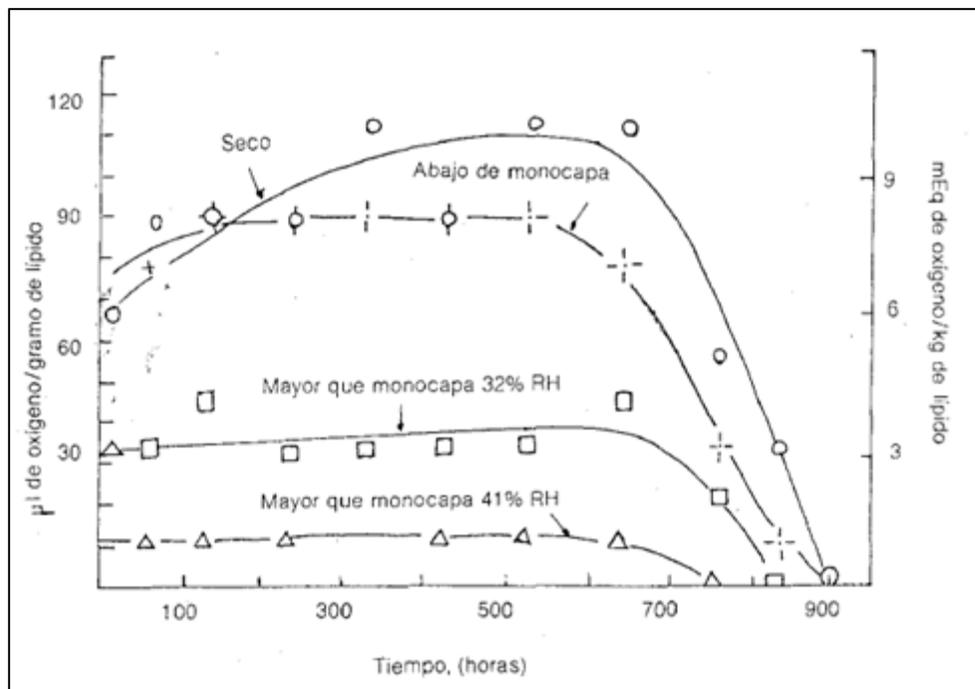


Figura 2.3. Curva típica de oscurecimiento no enzimático versus actividad acuosa

Fuente: Labuza *et al.* (1970)

4) los alimentos deshidratados (actividad acuosa menor que 0.62) son relativamente estables a los cambios deteriorativos, especialmente el oscurecimiento no enzimático, las reacciones enzimáticas y el ataque microbiano; dependiendo de su actividad acuosa, pueden ser atacados por la oxidación de lípidos. Obviamente, la estabilidad de estos alimentos aumenta al aproximarse su actividad acuosa a la de la monocapa, un valor de cero (alimento completamente seco) hasta arriba de la monocapa: la velocidad de reacción disminuye uniformemente. En general se ha establecido que, cuando el contenido de humedad es bajo, y especialmente en el caso de los sustratos porosos, la peroxidación de los lípidos insaturados procede muy rápidamente. La adición de pequeñas cantidades de agua produce un efecto protector, especialmente si el sustrato aún se encuentra libre de productos intermedios y finales de peroxidación. Algunos de los mecanismos que se han sugerido para explicar este efecto protector del agua son los

siguientes (Karel, 1979): 1) formación de enlaces de hidrógeno entre agua e hidroperóxidos, que impiden la descomposición de los hidroperóxidos; 2) disminución de la actividad catalítica de ciertos metales (hierro, cobalto, etc.) por su hidratación; 3) reacción del agua con los mismos metales para producir hidróxidos insolubles, lo que los elimina de la fase de la reacción; y 4) retardo de la producción de radicales libres por la presencia del agua.

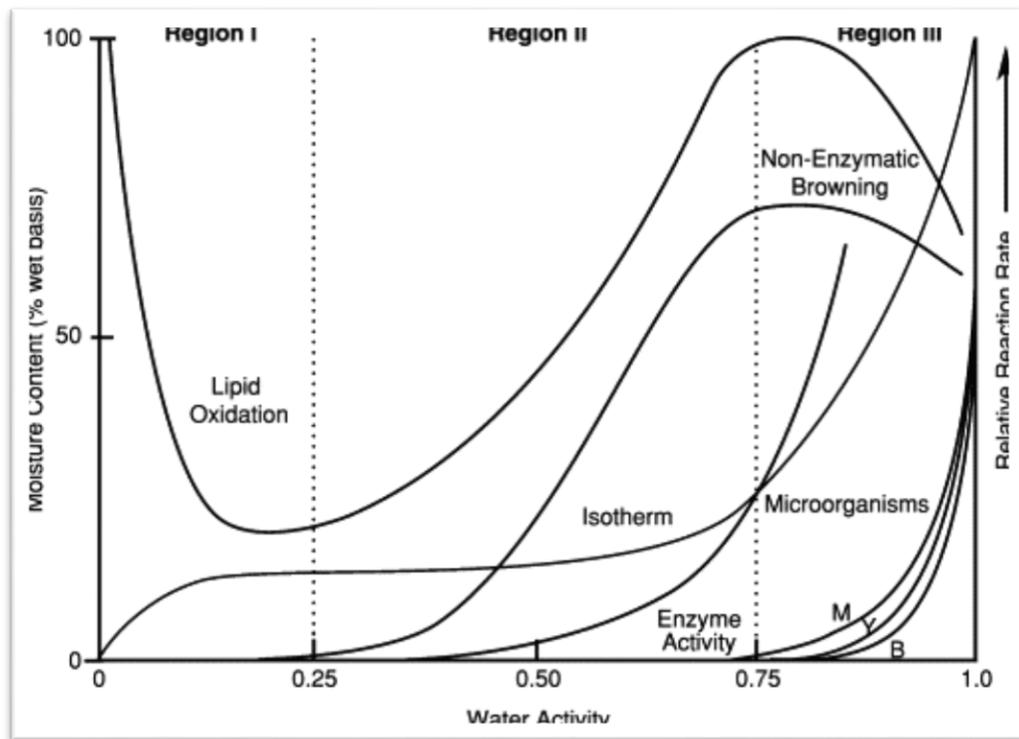


Figura 2.4. Mapa de Labuza.

Fuente: Labuza (1971)

2.2.5. El Proceso de secado

El efecto final del secado de un producto es una baja actividad de agua junto con un bajo contenido de humedad. Las etapas en las que ambas, contenido de humedad y actividad de agua, se reducen se podrían considerar como estados de pseudoequilibrio en los que la cantidad de agua no ligada es una función de la temperatura del producto. Si la cantidad de agua en el producto es constante, un aumento de la temperatura aumenta el valor de la actividad de agua debido a la gran cantidad de energía disponible para la

vaporización, como predice la relación de Clausius-Clapeyron. El proceso de secado, en la mayoría de los casos, no solo consiste en la aplicación de calor al producto, que aumenta la actividad de agua del mismo, sino también elimina agua, que tiene como resultado una reducción del contenido de humedad. Por lo que, considerando una temperatura de secado y una actividad de agua inicial, el valor final de humedad del producto será o contenido de humedad de equilibrio.

2.2.5.1 Láminas de fruta (“fruit leathers”)

Las láminas de fruta, también llamadas pieles o rollos de fruta, comenzaron a ser estudiadas en 1942 como una solución para obtener raciones de combate para las fuerzas armadas, por su alto contenido energético, ya que pueden ser almacenadas entre temperaturas de -18°C hasta 40°C sin sufrir ningún tipo de deterioro. El origen de las láminas de fruta es Norteamérica, pero su consumo se ha extendido a Centro y Sudamérica, África del norte, Europa, países Mediterráneos, Medio Oriente, etc. (Ewaidah y Hasan, 1992).

La elaboración de láminas de fruta es un atractivo método alternativo para extender la vida útil de fruta procesada. Las láminas de fruta son elaboradas por la deshidratación de purés de fruta (Vijayanand, *et al.*, 2000; Cheman y Sin, 1997). Estas pueden ser preparadas de muchos frutos, por ejemplo, manzana, papaya, guayaba, durazno, mango, naranja, plátano, berries, ciruela, uva, fresa, kiwi, y una serie de combinaciones de fruta (Cheman y Taufik, 1995). Cuando la lámina de fruta no es correctamente empacada, ésta pierde color y sabor gradualmente y los estándares de calidad son difíciles de mantener (Woodroof, 1986).

Según Moys (1981), la deshidratación comercial de frutas ha tenido un importante incremento en los últimos años, y una de sus aplicaciones es la producción de láminas de fruta, las que se obtienen mediante la remoción de la humedad de una extensa capa de fruta hasta obtener la estructura de una lámina.

2.2.5.2. Secado de Frutas

Estos productos alimenticios pueden ser secados mediante la aplicación de aire, vapor sobrecalentado, en vacío, con gas inerte o por aplicación directa de calor. Generalmente se utiliza el aire caliente como medio secador, debido a su abundancia, conveniencia y a que puede ser controlado fácilmente mediante equipos adecuados (Torres *et al*, 1988).

Según Amoriggi citado por Stier (1996), el tiempo de deshidratación varía entre 4 y 48 horas. Además, Moyls (1981) señala que se deben considerar factores como temperatura de secado, la cual varía entre 45 y 121°C, sin embargo, las altas temperaturas provocan problemas de caramelización por lo que no son aconsejables a pesar de que reducen fuertemente el tiempo desecado.

2.2.5.3. Secador discontinuo por bandejas

Un secador de bandejas es un equipo totalmente cerrado y aislado en el cual los sólidos están colocados en grupos de bandejas en el caso de sólidos particulados. La transmisión de calor puede ser directa del aire al sólido, utilizando recirculación de volúmenes de aire caliente. En el caso de unidades de calor indirecto, exceptuando los equipos al vacío, casi siempre se necesita la circulación de una pequeña cantidad de aire para eliminar el vapor de humedad del compartimiento y evitar la saturación y condensación del aire.

El funcionamiento satisfactorio depende del mantenimiento de una temperatura constante y una velocidad uniforme sobre todo el material que se esté secando. Conviene tener una circulación de aire con velocidades de 1 a 10 m/s para mejorar el coeficiente de transferencia de calor en la superficie y con el propósito de eliminar bolsas de aire estancado.

2.2.6. Envasado de Alimentos Deshidratados

El envasado de alimentos es una herramienta de manejo del material, además de que ayuda en el procesado, y ser una herramienta de marketing; por eso el envasado debe ser considerado como una parte integral del procesado de alimentos. Los requisitos del envasado para los productos deshidratados deben tener presente las dos causas más

importantes de deterioro: humedad y oxígeno. Los alimentos deshidratados son frágiles, sensibles a la luz y sujetos a contaminaciones molestas y a ataques de insectos.

Tabla. 3.1 Propiedades y aplicaciones de filmes en alimentos deshidratados (Barbosa y Vega, 2000).

Nombre	Permeabilidad				Calor			
	Agua	Gases	Volátiles	Aceite	T alta	T baja	Sello	Encogible
Celulosa regenerada								
Cubierta encerada	P	P	P	P	P	B	+	-
Cubierta copolímero	P	P	P	P	P	B	+	-
Polietileno (PE)								
Baja densidad	P	B	M	M	P	B	+	-
Alta densidad	P	M	M	M	M	B	+	-
Irradiada	M	M	M	M	M	B	+	-
Polipropileno								
Moldeado	P	P	P	P	B	P	+	-
Orientado	P	P	P	P	B	B	+	+/-
Caucho hidrocloruro								
Pliofilm	V	V	B	M	P	V	+	+
Fluoroetileno	P	P	P	P	B	B	+	-

P = pobre; M = moderada; V = variable; B = buena; + = factible; - = no factible.
Fuente: Brennan *et al.* (1990); Paine y Paine (1992).

En la tabla 3.1 se puede observar distintos materiales utilizados, pero los disponibles actualmente en Venezuela son aquellos basados en polietileno, y polipropileno, así como amidas (Barbosa y Vega, 2000).

CAPITULO III

MARCO METODOLÓGICO

El presente capítulo presenta un conjunto de actividades orientadas a darle culminación a los objetivos planteados en el trabajo de investigación, estableciéndose las estrategias metodológicas con las cuales se lleva a cabo la realización de este estudio.

3.1 TIPO DE ESTUDIO Y DE INVESTIGACIÓN

Tomando en cuenta los objetivos planteados, el estudio a realizarse es de laboratorio, ya que se podrá deducir lo que ocurrirá si se produce alguna modificación en la condición actual de un hecho, para lograr esto se aplica el razonamiento hipotético-deductivo, basándose en la observación y experimentación, es decir, que dado el máximo objetivo es el control, se realiza en un ambiente controlado (laboratorio) pues carece de las características propias del ambiente natural, creándose un ambiente óptimo, siendo tipo experimental y emplea metodología cuantitativa. (Zorilla, 1993)

Por otro lado, la investigación se clasifica de tipo proyectiva según la pirámide holística de la investigación, puesto que la misma contempla la descripción detallada del diseño de un proceso de deshidratación con aire caliente de forma convectiva, el cual dé como resultado roles de frutas de calidad partiendo de materia prima nacional y como propuesta para incentivar el desarrollo fructífero de un nuevo producto para el mercado regional. (Sampieri *et al*, 2003).

3.2. DISEÑO EXPERIMENTAL DE LA INVESTIGACIÓN

En el trabajo de investigación, se utilizaron cuatro variedades de frutas, todas procedentes del territorio nacional, las cuales fueran adquiridas en supermercados y/o mercados municipales la ciudad de Valencia, Estado Carabobo. Para la compra de las mismas, se seleccionaron aquellas que presentaron un estado de maduración promedio. En la figura 3.1. se presenta el esquema del proceso de elaboración de los roles de fruta.

Cabe destacar que esta investigación pertenece a la línea de investigación Biotecnológica Industrial del Centro de Investigaciones Químicas (C.I.Q) de la Facultad de Ingeniería, Universidad de Carabobo.

3.2.1. Esquema general de la investigación

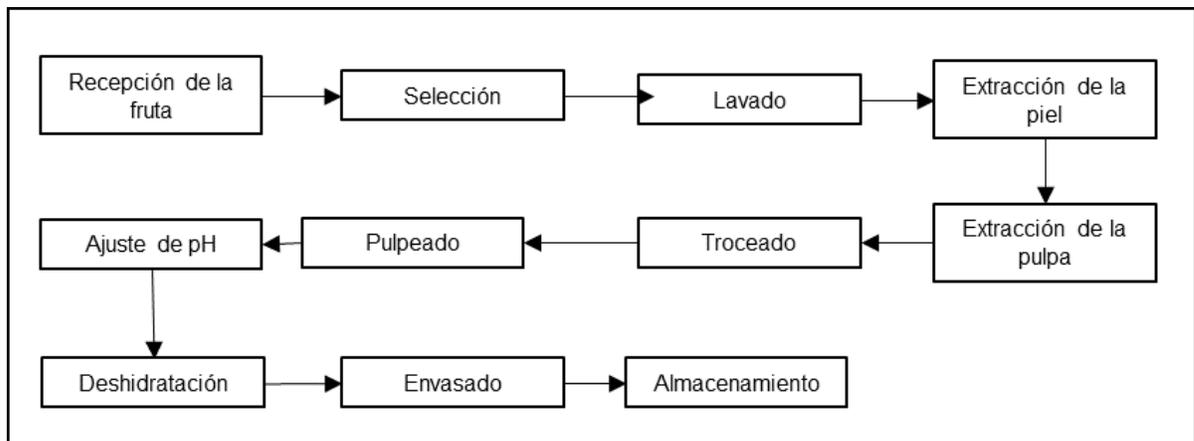


Figura 3.1. Esquema general de la investigación.

3.3. DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

3.3.1 Selección la fruta más idónea para la elaboración de roles de fruta

A través de una revisión bibliográfica, se obtuvo información relevante para la selección del fruto más idóneo para la elaboración de los roles, partiendo de producción de frutas durante las distintas estaciones del año en Venezuela, así como las propiedades de las frutas seleccionadas, disponibilidad y estadísticas de producción anual.

Con esta información se construyeron las tablas comparativas con las cuales se seleccionaron las frutas a trabajar. Seguidamente se realizó una matriz de prioridades de Moody (Tabla 4.1) para determinar el factor o condición de mayor prioridad respecto a las condiciones disponibles. Lo cual condujo a la selección de la materia prima de procedencia nacional.

3.3.2 Caracterización la fruta seleccionada que sirvieron como base al producto desarrollado

Para poder determinar qué características se mantuvieron y cuales cambiaron debido al proceso de deshidratación, fue necesario conocer las propiedades previas de las frutas por lo que, mediante la aplicación de normativa nacionales venezolanas (COVENIN) e internacionales se conoció la composición aproximal de cada una de las frutas en los siguientes factores:

3.3.2.1 Determinación de sólidos solubles. Norma Covenin 924-1983.

El contenido de sólidos solubles es un buen estimador del contenido azúcar en los jugos de frutas, ya que ésta representa más del 90% de la materia soluble en la mayoría de ellos. Se definen como todas aquellas sustancias que normalmente se presentan en estado sólido bajo condiciones ambientales pero que en ciertas circunstancias pasan a formar parte de una solución. A fin de estimar los sólidos solubles presentes en la pulpa de las futas se utilizó la metodología contenida en la norma venezolana COVENIN 924-83y con la utilización del refractómetro, en donde se colocaron dos gotas de cada bebida sobre la superficie del prisma para luego tomar las lecturas correspondientes.

Para conseguir los °Brix de cada una de las formulaciones de la bebida, se utilizaron las tablas contenidas en la norma venezolana COVENIN 924-83, para lo cual se efectuó una interpolación lineal con la finalidad de obtener estos valores para cada índice de refracción, seguidamente se realizó la corrección de los °Brix según la temperatura a la que se llevó a cabo el desarrollo del ensayo empleando una interpolación lineal. Los resultados se expresan como el contenido de sólidos solubles en 100g de muestra, estos se determinaron mediante la ecuación:

$$S_s = \frac{m.S}{15} \quad (3.1)$$

donde:

s_s : contenido de sólidos solubles en la muestra (°Brix)

m: masa de los 100 mL de la muestra preparada (g)

S: contenido de sólidos solubles en la muestra preparada, determinada por medio de la lectura del refractómetro, una vez corregido para temperatura y acidez (°Brix)

3.3.2.2. Determinación del índice de acidez. Norma Covenin 1151-1971

Es el contenido total de ácidos presentes en la muestra y se expresa generalmente en función del ácido predominante en el producto a analizar. Dicho parámetro se calculó mediante la metodología de la norma venezolana COVENIN 1151-71 determinación de la acidez para frutas y productos derivados. Se pesaron aproximadamente 5 g de cada pulpa, así como de los purés de carga, se transfirieron a balones aforados de 250 mL y se diluyeron a un volumen aproximado de 100 mL con agua destilada, luego se filtraron para evitar la presencia de material insoluble en la solución final. Posteriormente, las soluciones se calentaron hasta 70°C aproximadamente y se tituló con hidróxido de sodio 0,1 N, usando como indicador, fenolftaleína. La ecuación que corresponde al cálculo de la acidez titulable:

$$A_c = \frac{20.V_1.m_e.N.100}{3.V} \quad (3.2)$$

donde:

A_c : acidez titulable $\left(\frac{g}{100g}\right)$

V : volumen de alícuota tomada para el análisis (mL)

V_1 : volumen de solución de hidróxido de sodio (mL)

N : normalidad de la solución de hidróxido de sodio $\left(\frac{eq}{L}\right)$

m_e : peso miliequivalente del ácido cítrico $\left(\frac{mg}{eq}\right)$ $\left(0,06404 \frac{mg}{eq}\right)$

3.3.2.3. Determinación del pH. Norma Covenin 1315-1979

El pH de un alimento puede ser medido ya sea mediante el uso de indicadores coloridos o electrométricamente. La medición electrométrica usando medidores de pH es relativamente sencilla y exacta. Los componentes micro electrónicos han hecho posible pequeños instrumentos portátiles de levada calidad en exhibidores digitales. Estos medidores evalúan las diferencias de potencial entre un electrodo de vidrio y un electrodo estándar de calomel, ambos pueden formar las partes de un electrodo de combinación y

se calibran usando soluciones amortiguadoras preparadas o adquiridas comercialmente de pH conocido con exactitud.

Para medir esta propiedad se sumergieron los electrodos del potenciómetro en un vaso de precipitado que contenía agua destilada, se conectó el aparato seguidamente se sumergieron los electrodos en una solución tampón para calibrarlo, luego se lavó con agua destilada, por último, se verificó la temperatura de la pulpa de las frutas y se sumergieron los electrodos en la muestra para leer el valor del pH, tratando de agitar continuamente.

3.3.2.4. Determinación de humedad. Norma Covenin 1156; 1979.

Ya que se procedió a realizar un proceso de deshidratación fue necesario conocer los valores iniciales de humedad de las frutas a trabajar. Todos los alimentos, cualquiera que sea el método de industrialización a que hayan sido sometidos, contienen agua en mayor o menor proporción. Las cifras de contenido en agua varían entre un 60 y 95% en los alimentos naturales; el porcentaje determinado mediante esta prueba de agua, se conoce como agua libre o absorbida, que es la forma predominante, se libera con gran facilidad y es estimada en la mayor parte de los métodos usados para el cálculo del contenido en agua.

Existen muchos métodos para la determinación del contenido de humedad, en este trabajo de investigación en particular se determinó siguiendo la metodología expuesta en la norma venezolana COVENIN 1156-79, el cual contempla el método de ensayo para determinar el contenido de humedad de productos minerales vegetales y animales parcialmente deshidratados utilizados como materia prima para la elaboración de alimentos.

Para la determinación de la humedad en la pulpa de las tres frutas fibrosas seleccionadas, se cortaron en pequeños trozos, las muestras fueron pesada en una balanza analítica, mientras que la evaporación total del agua se llevó a cabo en una estufa.

El contenido de humedad se determinó por medio de la siguiente ecuación:

$$\%H=(H_1-H_2)\cdot\frac{100}{H_1-H_0} \quad (3.4)$$

donde:

%H: Porcentaje de humedad.

H₀: Masa del pesafiltro vacío (g)

H₁: Masa del pesafiltro con la muestra húmeda (g)

H₂ : Masa del pesafiltro con la muestra seca (g)

3.3.3. Desarrollo los roles con la fruta seleccionada

Una vez seleccionadas las frutas se estableció un diseño experimental factorial con los factores: tiempo de deshidratación, temperatura de deshidratación y masa a deshidratar, fue necesario determinar los valores óptimos de las variables del proceso, o mejor conocidos como factores, los cuales son tiempo de deshidratación, temperatura de deshidratación y peso del producto a deshidratar cada uno a dos niveles, planteando un modelo factorial 2³ y realizando un duplicado para cada corrida, arrojando 16 experimentos por fruta, y ya que se decidió trabajar con tres frutas fibrosas dio un total de 48 ensayos.

Para desarrollar la evaluación sensorial de los roles se tomaron en cuenta los dos tipos de pruebas sensoriales según Watts, *et al.* (1992), las orientadas al consumidor basadas en las preferencias de este, conformada de personas representativas de la población de posibles usuarios. Estas pruebas no se aplican a panelistas entrenados ni seleccionados por su agudeza y habilidad en materia sensorial. El otro tipo de prueba va dirigida a pequeños paneles entrenados que actúan como herramientas de medición. Estos paneles se emplean para medir la magnitud de características tales como el sabor (olor y gusto), textura o apariencia. Generalmente, estos paneles constan de 5 a 15 panelistas. Basándose en lo anterior, se trabajó con una población consumidora de 85 personas, de las cuales 80 son panelistas no expertos ni entrenados y 5 panelistas expertos.

Para arrancar el estudio, se procedió a realizar un pre experimento con un panel entrenado para tener referencia de los valores a trabajar. La prueba aplicada fue comparación apareada simple ya que en ella no requiere de muchas instrucciones, y ya que el panel era entrenado las posibilidades de acertar por casualidad fueron menores. Su análisis se hizo basándose en la tabla del apéndice A.2, el cual dependió del número de jueces y la diferencia significativa escogida de antemano.

Luego se realizó el estudio factorial, y se entregó a un total de 80 panelistas no entrenados.

Al realizar el formato de encuesta que se aplicaría a los panelistas se tomaron en cuenta las características necesarias para definir la formulación con mayor preferencia, entre las cuales están color, sabor, textura y aceptación.

La aceptación se evaluará de acuerdo con una ponderación en una escala de 4 puntos definida de la siguiente manera: (1) Me desagrada, (2) No me gusta, (3) No me agrada no me desagrada, (4) Me gusta, (5) Me gusta mucho. Las características organolépticas se evaluarán marcando con una "x" en la opción que el panelista crea correcta. El formato de encuesta empleado se puede observar en la Figura 3.2, 3.3 y 3.4. Luego de realizar las 85 encuestas, los datos obtenidos fueron analizados estadísticamente a través de pruebas de medias y tablas ANOVA con ayuda de la herramienta estadística MINITAB versión 16 para Windows, con la finalidad de determinar cuál formulación fue la preferida por el público consumidor. Las entrevistas anexas tuvieron su homóloga con otra codificación para obtener valores en duplicado y validar estadísticamente.

Desarrollo de roles de frutas a escala piloto a partir de materia prima nacional									
Se le presentan ocho (8) muestras de rol de guayaba y parchita, dos rebanas de pan y un vaso de agua. Antes de probar las muestras evalúe el aspecto de las muestras. Primero limpie su paladar con el pan y agua, y antes y después de probar cada muestra. Evalúe las muestras y marque con una "X" cuando le disguste o guste.									
CARACTERÍSTICAS	ALTERNATIVAS	MUESTRAS							
		14	64	53	45	8	56	84	11
Aspecto (color)	Incoloro								
	Claro								
	Opaco								
	Intenso								
	Brillante								
Sabor	Acidez	Baja							
		Mediana							
		Alta							
	Dulzor	Baja							
		Mediana							
		Alta							
Textura	Muy desagradable								
	Medianamente desagradable								
	Desagradable								
	Buena								
	Muy buena				1		2	1	2

Asigne un valor de puntuación a cada muestra de acuerdo a la escala: (1) Me disgusta, (2) No me gusta, (3) Ni me agrada Ni me disgusta (4) Me gusta, (5) Me gusta mucho

Muestra	Puntuación	Muestra	Puntuación	Muestra	Puntuación	Muestra	Puntuación
14		53		8		84	
64		45		56		11	

Figura 3.2 Hoja de recolección de datos entregada a los panelistas para la evaluación sensorial del rol de fruta de guayaba y parchita.

Desarrollo de roles de frutas a escala piloto a partir de materia prima nacional									
Se le presentan ocho (8) muestras de rol de lechosa y parchita, dos rebanas de pan y un vaso de agua. Antes de probar las muestras evalúe el aspecto de las muestras. Primero limpie su paladar con el pan y agua, y antes y después de probar cada muestra. Evalúe las muestras y marque con una "X" cuando le disguste o guste.									
CARACTERÍSTICAS	ALTERNATIVAS	MUESTRAS							
		37	40	20	84	66	13	77	78
Aspecto (color)	Incoloro								
	Claro								
	Opaco								
	Intenso								
	Brillante								
Sabor	Acidez	Baja							
		Mediana							
		Alta							
	Dulzor	Baja							
		Mediana							
		Alta							
Textura	Muy desagradable								
	Medianamente desagradable								
	Desagradable								
	Buena								
	Muy buena								

Asigne un valor de puntuación a cada muestra de acuerdo a la escala: (1) Me disgusta, (2) No me gusta, (3) Ni me agrada Ni me disgusta (4) Me gusta, (5) Me gusta mucho

Muestra	Puntuación	Muestra	Puntuación	Muestra	Puntuación	Muestra	Puntuación
37		20		66		77	
40		84		13		78	

Nombre _____

Figura 3.3 Hoja de recolección de datos entregada a los panelistas para la evaluación sensorial del rol de fruta de lechosa y parchita.

Desarrollo de roles de frutas a escala piloto a partir de materia prima nacional									
Se le presentan ocho (8) muestras de rol de mango y parchita, dos rebanas de pan y un vaso de agua. Antes de probar las muestras evalúe el aspecto de las muestras. Primero limpie su paladar con el pan y agua, y antes y después de probar cada muestra. Evalúe las muestras y marque con una "X" cuando le disguste o guste.									
CARACTERÍSTICAS	ALTERNATIVAS	MUESTRAS							
		68	76	96	18	5	82	57	73
Aspecto (color)	Incoloro								
	Claro								
	Opaco								
	Intenso								
	Brillante								
Sabor	Acidez	Baja							
		Mediana							
		Alta							
	Dulzor	Baja							
		Mediana							
		Alta							
Textura	Muy desagradable								
	Medianamente desagradable								
	Desagradable								
	Buena								
	Muy buena								

Asigne un valor de puntuación a cada muestra de acuerdo a la escala: (1) Me disgusta, (2) No me gusta, (3) Ni me agrada Ni me disgusta (4) Me gusta, (5) Me gusta mucho									
Muestra	Puntuación	Muestra	Puntuación	Muestra	Puntuación	Muestra	Puntuación		
68		96		5		57			
76		18		82		73			

Figura 3.3 Hoja de recolección de datos entregada a los panelistas para la evaluación sensorial del rol de fruta de mango y parchita.

3.3.4 Caracterización los roles de fruta obtenidos con la fruta seleccionada

En congruencia con el objetivo dos, se estudiaron las características posteriores a la deshidratación de lo que ya se consideraron roles de frutas mediante la aplicación de normas venezolanas COVENIN para conocer la calidad fisicoquímica y microbiológica del producto.

3.3.4.1 Determinación de índice de acidez, pH y de humedad.

Para este ensayo se siguieron las metodologías descritas en los apartados 3.2.2.1, 3.2.2.2 y 3.2.2.4, tomando en consideración que la muestra a analizar fue el rol de cada uno de los tres tipos de frutas.

3.3.4.2. Determinación de aerobios mesófilos, mohos y levaduras. Norma Covenin 1337; 1990. Norma Covenin 902; 1987. Determinación de coliformes totales y fecales. Norma Covenin 1086-1984

La caracterización microbiológica se realizó siguiendo las metodologías descritas para cada uno de los distintos parámetros. Para la toma de la muestra, se esterilizaron distintos envases de vidrio, lo cuales se llenaron con 100 g de los roles de fruta, se colocó la tapa de aluminio con el objeto de evitar el contacto prolongado con el medio ambiente.

Se identificaron las muestras, nombre del producto, fecha y hora de elaboración. Las muestras ya identificadas se entregaron al Laboratorio de Biotecnología, de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Carabobo donde se generó un reporte de resultados de la muestra analizada en dicho laboratorio.

3.3.4.3. Determinación actividad de agua

Actividad de agua (a_w) es uno de los factores más críticos para determinar la calidad y seguridad de los productos que usted consume todos los días. La actividad de agua afecta la vida útil, seguridad, textura, sabor, y olor de las comidas.

Para la determinación de este parámetro se tomaron muestras de 50g de cada rol, se identificaron las muestras, nombre del producto, fecha y hora de elaboración y se hicieron entrega al personal de la Empresa Protinal Pro Agro, quienes luego generaron un reporte con los valores.

3.4.5 Propuesta del proceso de escala piloto a escala industrial para la obtención de los roles de fruta

Ya conocido los valores de las variables del proceso (masa a deshidratar, temperatura y tiempo de deshidratado) para la elaboración de los roles de frutas, se seleccionó la mejor alternativa de dichas variables y se diseñó un proceso de deshidratación a escala piloto, tomando en cuenta la capacidad productiva del deshidratador y la producción básica que debe realizarse.

Es importante tener en cuenta que en la producción de alimentos de consumo masivo debe existir una reproducibilidad del proceso, lo cual garantice la obtención de las

características aceptadas por el consumidor; se describió a detalle el proceso productivo que permita una estandarización de producción y la reproducción idéntica de cada lote en cuanto a las características físico, químicas, microbiológicas y sensoriales.

Parte resaltante del proceso productivo fue determinar las mermas ocasionadas en el balance de masa total, ya que existirán pérdidas por pelado, desmolido y por deshidratación; lo cual tiene un impacto en el dimensionamiento del proceso y el costo final del producto.

3.4.5.1 Descripción del proceso

- **Especificaciones técnicas del producto**

Una vez definida las características de los roles aceptados por el panel de evaluación sensorial y sus características fisicoquímicas y microbiológicas, se diseñó el diagrama de flujo del proceso, pues en la elaboración del producto se generó información a escala reducida sobre necesidades y cantidades de insumos o ingredientes, temperaturas, tiempos de procesamiento y equipos requeridos.

- **Selección de la tecnología**

Partiendo del diagrama de flujo del proceso se realizó la selección de los equipos principales que son requeridos para realizar el escalamiento industrial, tomando en cuenta los volúmenes de producción a escala piloto. El levantamiento de información se realizó acerca de los equipos, material de construcción requerido, volumen o capacidad, dimensiones, requerimientos eléctricos, costos, entre otros.

La selección de cada equipo fue realizada mediante una matriz de valoración de puntos a la cual se le asignó un valor de 10 para aquella tecnología que cumpla con los requerimientos óptimos del proceso, 5 para la tecnología menos favorecida y aquella que ofrezca los resultados menos satisfactorios en el factor evaluado. Consecuentemente se realizó la comparación de dos alternativas tecnológicas a las cuales se le asignó la valoración antes descrita, seleccionando la de mayor puntuación, siendo esta la que cumple con los criterios de selección de los equipos.

a. Despulpador

Ya que se trabaja con cuatros frutas de características físicas diferentes, fue necesario buscar equipos específicos para cada una de ellas, partiendo de lecturas de manuales de los equipos disponibles en el mercado, con el objetivo de identificar las características de mayor influencia, las cuales fueron:

1. Adaptación del proceso a la fruta seleccionada
2. Garantizar que la pulpa salga sin residuos (semillas, piel)
3. La alimentación del equipo se realice por cargas
4. El equipo construido de acero inoxidable
5. Costo reducido adaptado al proceso.
6. Fácil mantenimiento.

En la Tabla 4.XX se muestra el equipo de despulpado que cumple con los criterios de selección descritos anteriormente.

b. Mezclador

Para la selección del mezclador de igualmente se revisaron manuales de productos y se elaboró una matriz de valoración por puntos para identificar las características más resaltantes en la escogencia del mezclador:

1. La capacidad del equipo acorde a la producción
2. Construido en acero inoxidable
3. Velocidad de mezclado
4. Costo reducido adaptado al proceso
5. Fácil mantenimiento

c. Deshidratador

Revisión de fichas técnicas para la elaboración una matriz de valoración por puntos para identificar las características más resaltantes en la escogencia del deshidratador:

1. La capacidad del equipo acorde a la producción
2. Construido en acero inoxidable

-
3. Velocidad de motor de aire convectivo
 4. Disposición de bandejas
 5. Fácil mantenimiento
 6. Capacidad de modificación de temperatura

3.4.6 Calculo de la rentabilidad del proceso al pasar de ensayo de laboratorio a escala piloto

Parte de la investigación es determinar la rentabilidad del proceso, la rentabilidad hace referencia al beneficio, lucro, utilidad o ganancia que se ha obtenido de un recurso o dinero invertido; la rentabilidad se considera también como la remuneración recibida por el dinero invertido.

Para este caso en particular, se utilizó el margen de distribución como uno de los indicadores de rentabilidad, concepto que se usa a menudo en una rama de la contabilidad administrativa conocida como análisis de costo-volumen-utilidad (CVU).

$$MG = PP - Cv \quad (3.5)$$

(Tsui, 2011)

Donde:

MG: margen de contribución

PP: precio del producto

Cv: Costos variables

Además del costo del producto, la única variable que necesitamos hallar para determinar el margen de contribución es su costo variable total. Los costos variables relacionados con un producto son los que cambian con el número de productos elaborados; ellos incluyen los salarios, materia prima y servicios públicos como la electricidad, agua, etc. Mientras más productos se elaboren, mayores serán los costos (Tsui, 2011).

$$Cv = Cmd + Cmp + Cs \quad (3.6)$$

(Tsui, 2011)

Donde:

Cmd: costo de mano de obra directa

Cmp: costo de materia prima

Cs: costo de servicios asociados a la producción (agua, electricidad)

Luego de utilizar la ecuación 3.6 la respuesta obtenida representa la cantidad de dinero de la venta de un solo producto que la empresa puede usar para pagar los costos fijos y generar utilidades. Dado que los costos fijos no aumentan con la cantidad de producto que se produce, una vez que se pagan, el margen de contribución de los productos restantes que se vendieron se convierte en pura utilidad.

Una vez obtenido el valor del margen de contribución se utilizó de tres maneras. En primer lugar, para hallar la proporción del margen de contribución, un valor relacionado, con tan solo dividir el margen de contribución entre el precio del producto. Esto representa la parte de cada venta que constituye el margen de contribución; en otras palabras, la parte que se utiliza para los costos fijos y utilidades

$$P = \frac{MG}{PP} \quad (3.7)$$

(Tsui, 2011)

Donde:

P: proporción

Segundo lugar para un análisis rápido del punto de equilibrio, si se conoce el margen de contribución del producto de una empresa, así como los costos fijos de la misma, podrás estimar rápidamente si la empresa es rentable o no. Al suponer que la empresa no vende el producto con pérdida, lo único que necesitas para generar utilidades es vender los productos suficientes para pagar los costos fijos porque los productos ya pagaron sus propios costos variables. Si se venden los productos suficientes para cubrir los costos fijos, la empresa comienza a obtener utilidades.

$$Cf = Cmi + Ga \quad (3.8)$$

(Tsui, 2011)

Donde:

Cf: costos fijos

Cmi: costo de mano de obra indirecta

Ga: gastos adicionales

Y, por último, en la toma de decisiones sobre la forma en que debe administrarse el producto, esto se aplica sobre todo si no generan utilidades. Se puede usar el margen de contribución para establecer nuevas metas en ventas o bien encontrar una manera de reducir costos fijos o variables, así como priorizar productos.

Los márgenes de contribución de cada producto pueden ayudar a decidir cuántos de cada uno se tienen que fabricar esto es especialmente importante si los productos utilizan los mismos materiales o procesos para su fabricación. En estas situaciones, es necesario que elijas un producto sobre otro, de manera que escojas el que tenga el mayor margen de contribución posible, lo cual es válido en nuestro estudio ya que estaremos trabajando con tres tipos distintos de roles (Tsui, 2011).

Apoyándose en la elaboración del material de recolección de datos económicos referidos a la evaluación de costos fijos y variables, se obtendrá información económica para la estimación, determinando cada uno de los costos anteriormente descritos.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este capítulo se presentan los resultados experimentales obtenidos, durante la ejecución de cada una de las fases metodológicas de esta investigación, para alcanzar el objetivo general planteado

4.1 Selección de las frutas a trabajar

Venezuela, es un país de situación privilegiada en la zona tropical, con tierras fértiles, abundantes ríos que permite toda clase de cultivos autóctonos y del mundo entero. Posee una distribución geográfica capaz de dar distintos climas dentro de un mismo territorio, y debido a eso varían los cultivos posibles.

Por ejemplo, se tiene la región de los llanos donde se encuentran una variedad de frutas como mango, tamarindo, guanábana, banano, mandarina, papaya, guayaba, parchita. En lo ancho y largo de la región se puede encontrar todas estas frutas ya que son de clima tropical. Las zonas donde existe la fruticultura está en los hatos o haciendas que aprovechan los terrenos para su producción y llevada a la industria.

También se tiene la Cordillera Central, en las zonas altas, como la Colonia Tovar (Aragua) y El Jarillo (Miranda) se puede encontrar variedad de frutas como durazno, manzanas, fresas, moras y hortalizas mayormente. También en los Altos de Bejuma (Carabobo) podemos encontrar zonas fructíferas de banano y las mejores naranjas de Venezuela. En las costas de Aragua y Miranda encontramos el mejor cacao del mundo, la cual lleva el proceso de producción. El coco también es dado en esta zona por ser costera. Esta región aprovecha su situación geográfica y la mayoría de las empresas se encuentran aquí, por lo tanto, es llevada a la industria.

Los Andes, esta región es considerada es la mayor productora de frutas del país, aprovechando la situación geográfica de altura. Se encuentran frutas como manzanas, uvas, durazno, moras, mandarinas. En la región de los andes, la mayoría de los pequeños pueblos se puede encontrar la técnica de fruticultura, como Mucuchies, La Venta,

Chachopo, Santo Domingo (Mérida), La Puerta (Trujillo), La Grita, El Cobre (Táchira) por mencionar algunos. El Estado Lara tiene un sector que se le puede considerar parte de los Andes, alrededor de pueblos como Cubiro y Sanare podemos encontrar frutas como fresas, manzanas, peras, melón. Mayormente las frutas de esta región son llevadas a la industria.

También se cuenta con sistema Coriano, la cual, por ser una zona árida, la producción de frutas es escasa, pero en el sur del Estado Falcón se encuentran pequeños pueblos donde se localiza banano, lechosas, aguacate, chirimoya, patilla, mandarinas, piñas, entre otros, como también en las zonas norte del Estado Lara.

Otras regiones con las que se cuenta son; las cercanías al Lago de Maracaibo, esta región es conocida por ser el mayor productor de plátano de Venezuela con el 70% de abastecimiento, que es llevado a la industria. Se cultivan además mango, guayabas, parchita, lechosas, mamón, limón, piña, entre otros, en lo ancho y largo del territorio. La región sur del Orinoco, donde es escasa la fruticultura, solo se consiguen frutas con poca medida como el mango, limón, aguacate, guanábana. El Sistema Deltaico donde dada la situación geográfica, la fruticultura se da en zonas bajas y se encuentran frutas como el banano, lechosa y mango. Mayormente la misma población genera la producción de frutas en el delta, pero no toda es llevada a la industria por ser una zona aislada a las industrias. Seguidamente esta la Cordillera Oriental, esta región se caracteriza por ser una zona costera y se da la producción de coco. En las zonas cercanas al Pico Turimiquire se puede apreciar producción de banano y mango. Y, por último, la Región Insular, donde existen pequeñas plantas procesadores de coco, a su vez la labor fructífera en esta región es escasa.

Para la elaboración de los roles de fruta, se debió considerar la elección de una fruta que aportara una base fibrosa, y otra de origen ácido la cual aparte de agregar un sabor adicional al producto final ayudara en el proceso de ajuste de acidez, ya que para evitar el ataque bacteriano el pH debe ser menor a 3,5 (Henriette *et al*, 2005).

Para la selección de las frutas, fue necesario determinar por medio de una matriz de priorización o matriz de Moody, cuál sería el factor de mayor importancia en la discriminación para la selección, dando como resultado la tabla 4.1:

Tabla. 4.1. Matriz de prioridades de MOODY

	Producción nacional	Disponibilidad durante todo el año	Relación pulpa/desperdicio	Rendimiento de producción	Total
Producción nacional		0,5	1	1	2,5
Disponibilidad durante todo el año	5		1	1	7
Relación pulpa/desperdicio	1	0,1		1	2,1
Rendimiento de producción	1	0,1	1		2,1

De la tabla anterior podemos concluir que el factor primordial para la selección de las frutas es la disponibilidad de la misma y seguidamente su producción nacional.

Ahora haciendo una revisión bibliográfica se obtuvieron una serie de tablas las cuales aportan datos relevantes para la selección de las frutas.

En la tabla 4.2, se puede observar los meses en los que se hace la cosecha de distintos frutales, pero es importante tener en consideración que el cambur, las fresas (en zonas como Mérida, Táchira y La Colonia Tovar), el limón y el aguacate se consiguen durante todo el año, y a pesar de que los frutos como el mango, el melón, la lechosa y la patilla tienen sus temporadas, también pueden conseguirse todos los meses, pero en cantidades más reducidas.

Teniendo en consideración que el primer factor identificado a través de la matriz de Moody, es la producción nacional; se obtuvo en consideración para la selección: coco, guayaba, lechosa, mango, plátano y piña como aporte de fibra; y limón, parchita, mandarina y naranja como frutas de acidificación.

Tabla. 4.2. Temporadas de frutas en Venezuela

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Guanabana												
Ciruela												
Coco												
Frambuesa												
Fresa												
Higo												
Limon												
Mandarina												
Guayaba												
Mango												
Parchita												
Melocoton												
Melon												
Naranja												
Lechosa												
Piña												
Platano												
Patilla												

Seguidamente en la tabla 4.3 Aular y Cáceres (2011) plantean los valores de superficie, producción, rendimiento y rendimiento de referencia de los principales frutales producidos en Venezuela para el 2009.

Con respecto a los cítricos según FAO (2016), en Venezuela para el año 2009 había aproximadamente 37.339 Ha de cítricos, las cuales producen 511.206 Ton, con respecto al mango para el año 2009, se estimó un área plantada de 5.000 Ha con una producción de 65.000 Ton (FAO, 2016). En la mayor parte de esa área, se presenta la alternancia de una temporada lluviosa con otra seca, al final de la cual ocurre la floración. La producción va dirigida, principalmente, al mercado de fruta fresca y en menor cuantía para el procesamiento (Cañizares *et al.*, 2003). El volumen exportado es pequeño, ya que para el año 2007 sólo se exportaron 1.852 Ton, lo cual representó un 2,4 % del total producido, el cual se destinó principalmente en el mercado europeo y en menor cantidad a los países del Caribe (Fedeagro, 2011).

Algo que vale la pena destacar, se destacan aspectos positivos para la selección del mango son a) alta aceptación del fruto de mango por parte de los consumidores nacionales; b) posibilidad de recuperar y mejorar huertos existentes; c) demanda

creciente de frutos de mango por parte de la industria procesadora; c) excelente ubicación geográfica y tradición para exportación de fruta fresca; y d) excelente calidad y adecuado manejo post, cosecha para el mango de exportación. Siendo, la aceptación por el consumidor el más importante.

Tabla. 4.3. Valores de Superficie, producción, rendimiento de los principales frutales producidos en Venezuela para el 2009. (Aular y Cáceres, 2011)

Rubro	Superficie Ha	Producción TM	Rendimiento TM/Ha/año	Rendimiento referencia TM/Ha/año **	Categoría
Plátano	50.000	480.000	9,6	>25	Primario
Banano	30.000	400.000	13,3	>44	Primario
Naranja	25.000	380.000	15,3	>35	Primario
Mandarina	6.500	70.000	10,7	>35	Secundario
Lima Tahity	5.000	55.000	11,0	-	Secundario
Grapefruit	839	6.206	7,4	-	Terciario
Piña	17.000	360.000	21,2	>50	Primario
Aguacate	7.000	75.000	10,7	>20	Secundario
Mango	5.000	65.000	13,0	>25	Secundario
Papaya	7.000	130.000	18,6	>50	Secundario
Durazno	1.900	38.000	20,0	>25	Terciario
Guayaba*	3.500	55.650	15,9	-	Terciario
Fresa	1.800	15.000	8,3	-	Terciario
Vid	1.000	16.000	16,0	-	Terciario

Fuente FAO (2011); * Estimaciones propias; ** Rendimiento referencia estimado para condiciones venezolanas

Adicionalmente, se obtuvo información de Fedea con respecto a las estadísticas agropecuarias, mostradas en las tablas 4.4 y 4.5.

Por otro lado, Aular y Cáceres (2011) plantean que en Venezuela el manejo post cosecha de las frutas es deficiente y la calidad de la fruta va de media a baja. Las pérdidas pueden ser mayores al 30 %, y los principales problemas que caracterizan el manejo de las frutas en el país son: a) inadecuada aplicación de los indicadores de cosecha, b) realización precaria de la cosecha, c) selección y clasificación inadecuada, d) uso de embalajes y transportes impropios, e) ausencia de tratamientos fitosanitarios, f) carencia y fallas en la cadena de frío, y g) aplicación inadecuada de las prácticas de reducción de pérdidas.

De acuerdo con los resultados obtenidos en la totalización de la matriz de Moody (Tabla 4.1) se obtuvo la jerarquía de los factores de interés siendo el de mayor prioridad la disponibilidad de frutas, seguido de la producción nacional, es decir, que poseen la mayor importancia y por tanto les fue asignado el mayor valor en los parámetros para la asignación de valores (Tabla 4.6), siendo el mayor 5 y el menor 1.

Una vez establecida la prioridad de los factores se construyeron tablas comparativas para la selección del microorganismo partiendo de la información contenida en las tablas 4.2, 4.3, 4.4 y 4.5 y la jerarquía obtenida en la matriz de Moody, la cual, se tomó en cuenta en la asignación del porcentaje de cada factor, como se puede apreciar en la matriz de asignación de valores presentada en la Tabla 4.6.

De la tabla 4.7. se obtuvo para las frutas de acidificación un mismo resultado entre la parchita y el limón, para este caso se escogió la parchita por aporta un sabor más atractivo para el consumidor. En el caso de las frutas de aporte de fibra, se obtuvo la lechosa con el mayor porcentaje, seguida del mango y la guayaba; las tres frutas se escogieron para el desarrollo de los roles, obteniéndose tres variedades de frutas: lechosa con parchita, mango con parchita y guayaba con lechosa.

Tabla. 4. 4. Volumen de producción de distintas frutas en Venezuela

Volumen de Producción
(Varias Unidades^a)

Grupo: Frutales

Rubro	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008*	2009**	2010**	2011**	2012**	2013**	2014**	2015**
Aguacate	38.560	41.661	41.467	52.294	44.465	49.895	46.229	52.428	63.109	58.663	86.687	71.771	68.701	83.043	85.303	106.996	105.398	139.905	152.696
Cambur	1.122.693	812.921	788.332	763.635	735.079	590.847	559.760	463.047	529.714	508.982	551.823	383.836	403.382	412.118	455.213	425.326	451.689	501.760	490.582
Lechosa	87.117	97.455	98.948	114.234	130.204	152.738	148.030	131.753	118.063	151.353	132.159	128.020	126.495	133.329	158.423	181.545	184.259	208.725	203.832
Mango	143.403	136.257	132.460	130.262	74.982	73.558	68.664	68.582	74.941	74.426	76.253	57.238	53.886	52.475	55.052	110.965	48.336	59.966	51.732
Melón	70.230	132.678	125.672	113.011	130.765	181.645	228.516	232.094	293.599	131.573	206.685	188.082	188.047	184.546	193.774	422.459	151.794	221.335	191.906
Naranja	513.709	475.023	462.579	496.768	456.495	341.645	333.272	374.419	374.417	377.881	412.256	382.561	384.445	399.748	437.729	565.518	376.567	504.179	429.296
Otras frutas	91.502	94.320	102.120	385.989	430.882	460.626	360.310	282.633	327.744	298.357	341.761	331.476	369.062	389.049	408.579	371.450	537.022	699.428	710.167
Patilla	236.580	310.862	248.508	149.296	167.921	205.479	183.981	257.931	285.721	150.746	209.149	171.580	189.355	187.884	502.339	321.876	175.539	324.921	256.661
Piña	504.109	251.184	298.766	351.078	300.090	347.297	340.221	322.768	349.182	356.879	369.354	358.796	365.332	380.179	429.431	505.410	462.052	592.468	522.489
Plátano	189.453	615.095	605.225	847.579	766.704	460.880	438.875	426.298	491.983	335.275	306.665	486.478	399.636	316.851	304.971	343.399	530.204	660.666	649.444
Uva	11.034	10.528	11.705	12.960	11.328	12.901	13.636	13.500	14.575	13.137	8.379	17.000	13.319	13.541	18.009	32.765	19.237	21.919	20.608

^a (Ganadería= Cabezas; Leche= Miles de Litros; Aves= Miles de Cabezas; Huevos= Miles de Unidades; Resto= Toneladas)

Fuente: MAT

* 2008 FAO en función de cifras oficiales y Hoja de Balance de Alimentos INN

** 2009-2014 Memoria y Cuenta Ministerio de Agricultura y Tierras 2010-2014

*** En algunos rubros las fuentes no muestran cifras

Tabla. 4.5. Rendimiento por rubro de distintas frutas en Venezuela

Rendimiento por Rubro
(Kilogramo/Hectáreas)

Grupo: Frutales

Rubro	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008*	2009**	2010**	2011**	2012**	2013**	2014**	2015**
Aguacate	9.190	8.707	7.390	7.652	7.565	7.909	7.625	8.118	8.741	7.626	9.508	11.221	6.964	7.804	7.243	12.570	11.369	10.793	11.980
Cambur	21.612	18.018	17.247	17.111	17.886	15.917	16.460	13.838	15.098	14.851	15.723	13.974	10.103	10.103	10.532	10.065	15.665	15.171	15.800
Lechosa	15.685	16.922	17.302	16.774	19.244	17.554	18.686	18.549	17.592	15.751	18.762	17.897	12.011	12.239	11.171	18.336	19.116	19.056	18.191
Mango	15.372	14.932	14.900	15.311	14.723	14.437	14.520	14.533	13.483	12.775	13.340	12.748	8.371	8.086	13.546	12.318	12.663	12.379	12.382
Melón	8.289	15.502	14.574	15.926	17.183	18.545	19.926	20.228	20.609	18.345	21.153	20.490	12.990	11.599	11.805	20.391	22.079	19.838	17.738
Naranja	14.461	16.010	15.762	15.981	13.826	10.978	11.282	12.556	12.231	13.766	13.534	16.500	9.661	16.414	16.571	14.102	14.876	14.849	14.121
Otras frutas	6.492	3.682	4.291	13.461	12.216	12.694	11.748	8.854	10.393	9.926	13.741	12.540	9.076	9.219	13.242	11.963	15.692	15.331	15.492
Patilla	16.750	20.831	18.046	15.966	16.697	16.395	16.949	17.076	18.272	17.371	18.540	19.105	15.244	15.567	18.967	20.240	21.119	19.479	20.419
Piña	50.527	20.505	20.191	20.584	20.459	21.222	21.228	19.860	20.218	19.027	20.123	21.507	14.164	13.637	19.319	21.423	20.317	20.827	25.041
Plátano	3.090	9.445	9.604	13.021	11.422	9.693	9.472	9.311	8.871	7.010	9.084	8.933	6.498	6.373	7.310	9.768	11.059	10.536	11.048
Uva	12.936	12.624	14.504	16.200	16.465	20.413	23.270	23.038	17.027	14.295	14.726	12.230	9.582	10.400	10.440	15.361	16.498	16.117	16.113

Fuente: MAT

* 2008 FAO en función de cifras oficiales y Hoja de Balance de Alimentos INN

** 2009-2014 Memoria y Cuenta Ministerio de Agricultura y Tierras 2010-2014

*** En algunos rubros las fuentes no muestran cifras

Tabla. 4.6. Asignación de valores para la selección de frutas

Parámetros	Jerarquía de parámetros (%)	Frutas								
		Coco	Guayaba	Lechosa	Mango	Piña	Limón	Mandarina	Parchita	Naranja
Producción nacional	40	1	3	4	4	4	4	3	4	5
Disponibilidad durante todo el año	30	5	5	5	4	4	5	4	5	4
Relación pulpa/desperdicio	15	1	4	5	4	2	4	3	4	4
Rendimiento de producción	15	2	4	5	4	4	4	4	4	4
Sumatoria	100									

Tabla. 4.7. Matriz de selección de las frutas para los roles de fruta

Parámetros	Jerarquía de parámetros (%)	Frutas								
		Coco	Guayaba	Lechosa	Mango	Piña	Limón	Mandarina	Parchita	Naranja
Producción nacional	40%	0,4	1,2	1,6	1,6	1,6	1,6	1,2	1,6	2
Disponibilidad durante todo el año	30%	1,5	1,5	1,5	1,2	1,2	1,5	1,2	1,5	1,2
Relación pulpa/desperdicio	15%	0,15	0,6	0,75	0,6	0,3	0,6	0,45	0,6	0,6
Rendimiento de producción	15%	0,3	0,6	0,75	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
Sumatoria	100%	2,35	3,9	4,6	4,00	3,7	4,3	3,45	4,3	4,4

4.2. Caracterización de las frutas seleccionadas que sirvieron como base al producto desarrollado.

En las tablas 4.8, 4.9, 4.10 y 4.11 están representados los resultados obtenidos en el análisis de las pulpas para cada fruta, dichos resultados fueron entregados por el Laboratorio de Biotecnología Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Carabobo.

Tabla 4.8 Análisis químico de la pulpa de lechosa

Análisis	Resultados
Sólidos Solubles (°Brix \pm 0,1)	9,7
Índice de acidez (A \pm 0,002)	0,120
pH (pH \pm 0,01)	5,65
Humedad (%H \pm 0,004) %	89,000

Tabla 4.9 Análisis químico de la pulpa de mango

Análisis	Resultados
Sólidos Solubles (°Brix \pm 0,1)	11,5
Índice de acidez (A \pm 0,002)	0,550
pH (pH \pm 0,01)	4,05
Humedad (%H \pm 0,004) %	88,000

Tabla 4.10 Análisis químico de la pulpa de guayaba

Análisis	Resultados
Sólidos Solubles (°Brix \pm 0,1)	13,9
Índice de acidez (A \pm 0,002)	0,290
pH (pH \pm 0,01)	4,45
Humedad (%H \pm 0,004) %	86,000

Tabla 4.11 Análisis químico de la pulpa de parchita

Análisis	Resultados
Sólidos Solubles (°Brix \pm 0,1)	16,9
Índice de acidez (A \pm 0,002)	0,610
pH (pH \pm 0,01)	3,45
Humedad (%H \pm 0,004) %	89,000

En cuanto a los resultados obtenidos para la guayaba, el contenido de humedad de la pulpa fue de $86 \pm 0,004\%$, Wilson (1980) reporta el rango 74 - 87% y, clasifica a las frutas con un contenido de humedad entre 75 y 90% como jugosas y destaca que este

parámetro y la calidad de la guayaba dependen de factores climáticos. La tabla venezolana de composición de los alimentos señala para la guayaba rosada 89% de humedad. Arenas *et al.*, presentan el rango 81,9 - 91,7%, por lo tanto, el resultado obtenido entra dentro de los parámetros esperados. Con respecto a el porcentaje de sólidos solubles fue de 13, 9° Brix. Laguado *et al* (1995)., presentan el rango de 9,53 - 11, 83° Brix correspondiendo el límite superior del rango a los frutos maduros, considerándose que el fruto estaba en estado avanzado de maduración, lo cual es fue satisfactorio ya que en el rol de fruta no existía adición de azúcar, y era importante para el sabor del producto final. El contenido de acidez es similar a algunas variedades de frutos de guayaba, con valores entre 0.19 y 0.34 g de A. cítrico/100 g de M.S. (Laguado *et al.*, 1995); también presentó valores similares que la acidez de la guayaba manzana con valores de 0.38 g de A. cítrico/100 g de M.S. en el estudio realizado por Narváez, (2009) e inferior a la guayaba roja que tuvo 0.7 g de A. cítrico/100 g de M.S. (Hincapié *et al.*, 2011).El pH fue 4,45; por lo cual la pulpa de guayaba es ligeramente ácida. Este valor se ubica en el intervalo de pH 3,80 - 4,52, y coincide con los valores 4,0; 4,02, 4,18 y 4,7 obtenidos por otros autores. (Medina *et al.*, 1980)

En cuanto a los resultados obtenidos para la lechosa, en el análisis de la acidez titulable arrojó el valor más bajo de las cuatro frutas en estudio, Rodríguez *et al.*, (2014), quienes señalaron que la acidez de la papaya es baja y no repercute en la calidad del fruto. La acidez total de la pulpa de papaya varía de 0,12-0,15%, debido a lo cual es recomendada a personas que sufren de problemas de gastritis y úlceras. En cuanto al pH, reporta el valor más alto, coincidencia con el valor de la acidez titulable. No obstante, los valores mostrados son buenos, ubicados en el rango de 4,5 y 6,0, En evaluaciones a grupo de genotipos de papaya, se obtuvieron valores promedio entre 5,22 y 5,64 (Rodríguez *et al.*, 2014). Con respecto a la humedad el INE reporta un valor de 90,5%, según la tabla 4.8 el valor de la porción evaluado fue de 89% siendo un resultado aceptable.

En cuanto a los resultados obtenidos para el mango, la humedad obtenida fue de 88% donde según el Instituto Nacional de Estadística (INE) el valor reportado es de 84% obteniendo valor dentro de rango, por otro lado, Zuluaga *et al.* (2010) reporta un pH de 3.97, observándose poca variación con lo obtenido, en cuanto a los sólidos solubles

reporta 12,41 °Brix, teniendo una diferencia con el obtenido (11,5 °Brix) por lo que se concluye que aún era necesario esperar la maduración del fruto, la cual corresponde con el valor de pH, según el anterior autor es de 3,97 y el obtenido 4,05, por ende se corrobora que era necesario esperar para la maduración, y por último el índice de acidez titulable el cual se reporta en 0,6 y el obtenido 0,55, resultado congruente con lo anteriormente discutido.

En cuanto a los resultados obtenidos para la parchita, Cruz *et al.*, (2010) reporta valores de °Brix 16.09 ± 2.06 , pH 3.50 ± 0.52 y acidez titulable $0,59 \pm 3.48$ en comparación de la tabla 4.11, se encuentra dentro de parámetros aceptables, y en cuanto a la humedad según el INE debe estar alrededor de 80,1%, observándose una diferencia de 8%.

Estos mismos ensayos se realizaron a la mezcla de frutas, en otras palabras, a los purés de carga que fueron la base para la elaboración de las láminas a deshidratar obteniendo las siguientes tablas:

Tabla 4.12 Análisis químico de puré de carga de lechosa y parchita

Análisis	Resultados
Sólidos Solubles (°Brix $\pm 0,1$)	11,5
Índice de acidez (A $\pm 0,002$)	0,580
pH (pH $\pm 0,01$)	3,91
Humedad (%H $\pm 0,004$) %	90,000

Tabla 4.13 Análisis químico de puré de carga de mango y parchita

Análisis	Resultados
Sólidos Solubles (°Brix $\pm 0,1$)	13,1
Índice de acidez (A $\pm 0,002$)	0,630
pH (pH $\pm 0,01$)	3,55
Humedad (%H $\pm 0,004$) %	92

Tabla 4.14 Análisis químico de puré de carga de guayaba y parchita

Análisis	Resultados
Sólidos Solubles (°Brix \pm 0,1)	15,4
Índice de acidez (A \pm 0,002)	0,520
pH (pH \pm 0,01)	3,95
Humedad (%H \pm 0,004) %	87,000

En cuanto a los resultados obtenidos, los valores se mantuvieron bajo lo esperado, resaltando que el pH en los tres casos se ajustó a valores menores a 4 con la adición de parchita, con lo que se asegura la protección del ataque de bacterias, mohos y levaduras el producto final, conllevando a un aumento del índice de acidez para todos los ensayos.

Así mismo, dado los resultados entregados por el laboratorio de Biotecnología Industrial, se presentó resultados negativos para la presencia de hongos, mohos y levaduras, así como para coliformes totales y fecales.

Este análisis fue realizado por el Laboratorio de Biotecnología Industrial con la finalidad de conocer la calidad microbiológica de los purés bases para los roles, se realizó el recuento de los principales grupos de microorganismos que pueden contribuir al deterioro de su calidad fisicoquímica y sensorial (Farber, 2003). Los resultados obtenidos se encuentran expresados en la Tabla 4.15.

Tabla 4.15 Resultados del análisis microbiológico

N° de muestra	Aerobios mesófilos (ufc/g)	Mohos (ufc/g)	Levaduras (ufc/g)	Coliformes (ufc/g)	COVENIN
1	<1	<1	<1	<1	10 ² -10 ³
2	<1	<1	<1	<1	10 ² -10 ³
3	<1	<1	<1	<1	10 ² -10 ³

ufc/g: unidades formadoras de colonias

Al observar los valores de los análisis se puede notar que las muestras presentan el mismo resultado para cada uno de ellos (aerobios mesófilos, mohos y levaduras), por lo que se puede decir que todas las muestras fueron elaboradas bajo las mismas condiciones. Además, se verifica que las muestras analizadas cumplen con los requisitos

microbiológicos establecidos en la norma COVENIN 1699-94 y son aptas para el consumo humano.

4.3. Desarrollo de los roles con la fruta seleccionada

En la investigación se trabajó con tres frutas bases fibrosas (guayaba, lechosa y mango) y una que aportara acidez (parchita).

Para obtener las distintas deshidrataciones de las frutas, se empleó un modelo factorial con el estudio simultáneo de tres factores y dos niveles cada uno y con un diseño totalmente al azar, por lo tanto, la cantidad de roles corresponde a ocho combinaciones y al modelo factorial 2^3 . Los parámetros del diseño factorial empleados son reportados en la siguiente tabla 4.16:

Mediante revisiones bibliográficas se obtuvo parámetros referenciales para deshidrataciones, cabe destacar que dichos trabajos se basan en fruta pura en algunos casos pulpa triturada y en otros, piezas cubicas de la pulpa.

Tabla 4.16 Parámetros referenciales para distintas deshidrataciones

Trabajo de investigación	Fruta	Temp. (°C)	Tiempo de residencia (min)	Masa de puré (g/cm ²)
Henriette <i>et al</i>	Mango	60	280	0,5
Henriette <i>et al</i>	Mango	80	120	0,5
Zuluaga <i>et al</i>	Mango	60	360	-
Zuluaga <i>et al</i>	Mango	70	330	-
Anales <i>et al</i>	Mango	55	840	6mm
Anales <i>et al</i>	Mango	55	720	10mm
Anales <i>et al</i>	Mango	55	600	8mm
Fernández <i>et al</i>	Lechosa	60	300	-
Hincapié <i>et al</i>	Guayaba	40	2400	-
Hincapié <i>et al</i>	Guayaba	50	1380	-
Hincapié <i>et al</i>	Guayaba	60	990	-

En la mayoría de los trabajos de investigación, uno de los factores a variar es la velocidad de ventilador que genera la convección forzada dentro del deshidratador, ya que ese

parámetro no se podía variar en el deshidrator disponible, se procedió a variar la masa a deshidratar, con ello el espesor de la lámina para la formación del rol y así se estudió el efecto de la remoción del agua libre y el agua ligada de la fruta.

Tabla 4.17 Parámetros del diseño factorial utilizados para la deshidratación de mango y parchita

Código	Factor	Descripción de Niveles	
		Alto	Bajo
A	Temperatura (°C)	60	50
B	Tiempo (horas)	9	8
C	Masa a deshidratar (g/cm^2)	0,40	0,45

Tabla 4.18 Parámetros del diseño factorial utilizados para la deshidratación de guayaba y parchita

Código	Factor	Descripción de Niveles	
		Alto	Bajo
A	Temperatura (°C)	50	40
B	Tiempo (horas)	10	9
C	Masa a deshidratar (g/cm^2)	0,40	0,45

Tabla 4.19 Parámetros del diseño factorial utilizados para la deshidratación de lechosa y parchita

Código	Factor	Descripción de Niveles	
		Alto	Bajo
A	Temperatura (°C)	60	50
B	Tiempo (horas)	8	7
C	Masa a deshidratar (g/cm^2)	0,40	0,45

Los tres parámetros de estudio impactan en la calidad del rol de fruta, ya que deshidratar más allá de lo necesario conllevaría a una lámina quebradiza la cual no pudiera envolverse además de causar rechazo en el público, así mismo temperaturas muy altas conllevarían a eliminar el agua en la superficie de la lámina creando una piel seca lo cual impide la liberación de la humedad al interior de esta.

El estudio estadístico realizado representa el comportamiento de los tres factores frente a las diferentes combinaciones entre ellas. Por otra parte, hay que mencionar que para el análisis de la capacidad predictiva de dicho modelo matemático se planteó un sistema de hipótesis para el análisis de varianza con una confianza de 0,95, es decir un error de tipo I de 0,05. En los casos donde la hipótesis nula se rechaza significa que hay presencia de parámetros regresionales lineal de un modelo matemático de segundo grado generado por los datos obtenidos, lo que indica que los datos experimentales generados pueden ser adecuados mediante un modelo matemático cuadrático o de segundo orden sin problema alguno (Miller, 2002).

Para poder identificar las distintas muestras se realizaron las siguientes tablas donde se muestran la codificación de cada muestra, basándose en la tabla del apéndice A.1.

Tabla 4.20 Codificación de la deshidratación de guayaba con parchita.

Tiempo 1			Tiempo 2		
	Temperatura T1	Temperatura T2		Temperatura T1	Temperatura T2
Masa 1	14 - 83	53 - 92	Masa 1	8 - 22	84 - 85
Masa 2	64 - 19	45 - 86	Masa 2	56 - 39	11 - 04

Tabla 4.21 Codificación de la deshidratación de lechosa con parchita.

Tiempo 1			Tiempo 2		
	Temperatura T1	Temperatura T2		Temperatura T1	Temperatura T2
Masa 1	37 - 48	20 - 34	Masa 1	66 - 57	77 - 29
Masa 2	40 - 62	91 - 99	Masa 2	13 - 74	78 - 90

Tabla 4.22 Codificación de la deshidratación de mango con parchita.

Tiempo 1			Tiempo 2		
	Temperatura T1	Temperatura T2		Temperatura T1	Temperatura T2
Masa 1	68 - 24	96 - 80	Masa 1	05 - 97	57 - 46
Masa 2	76 - 07	18 - 84	Masa 2	32 - 50	73 - 75

Para llevar a cabo cada deshidratación fue necesario conocer la masa inicial a deshidratar, al tener dos valores de gramos por centímetro cuadrado se delimito un área de 1024 centímetros cuadrados la cual se mantuvo constante durante toda la investigación, por lo que la lámina de fruta deshidratada tuvo dimensiones de 32 centímetros por lado, donde para el valor mínimo de $0,40 \text{ g/cm}^2$ se obtuvo 461 gramos y para el valor máximo de $0,45 \text{ g/cm}^2$ se obtuvo 512 gramos.

Para el desarrollo de los roles de frutas se realizaron purés de mezcla.

1. Mango y parchita
2. Guayaba y parchita
3. Lechosa y parchita

El uso de la parchita fue doble propósito; ya que se deseó elaborar un producto libre de aditivos, preservantes y aditivos, fue necesario acidificar la masa a deshidratar para crear una barrera que impidiera el crecimiento bacteriano, según Henriette *et al* (2014), con un pH de 3,8 el producto es capaz de mantenerse estable por lo menos 6 meses sin adición de químicos, también llamada “vida de anaquel”.

Por otro lado, la parchita da un sabor adicional en el producto final, teniendo en consideración la competencia entre el sabor de las dos frutas, la cual fue evaluado a través de las encuestas de aceptación.

4.3.1 Selección de las frutas

La lechosa, mango, parchita y guayaba fueron adquiridas en los mercados locales, ya que debido a su época de cosecha se encontraban disponibles. Se escogieron aquellas que presentaron mejor apariencia, sin picaduras, manchas ni aberturas, se descartaron aquellas frutas de baja calidad por estar magulladas o deterioradas que puedan transformar el producto final en un material de segunda.

4.3.2. Lavado

Después de seleccionar la fruta, se procedió a lavar la misma con la finalidad de eliminar todo tipo de impurezas, esto con una solución de hipoclorito de sodio al 0,05%; ya que se deseó eliminar contaminación de la pulpa causada por agentes externos que pudiesen encontrarse en la piel de la fruta.

4.3.3. Pelado

Una vez lavada la fruta, se retiró la piel que cubre a la pulpa en el caso de la guayaba, mango y lechosa. En el caso de la parchita, no se retiró la piel, ya que lo que interesaba era el contenido.

4.3.4. Pulpeado (elaboración de los purés de mezcla)

Parchita

La fruta se cortó por la mitad para extraer la pulpa, luego la misma fue colocada en un procesador de alimentos para desprender la pulpa de las semillas, finalmente se pasó a través de un tamiz para remover las semillas.

Para la adición de parchita en las distintas frutas se partió de un 15% en peso de parchita y 85% en peso de pulpa fibrosa, ya que según Grandéz (2008) quien realizó néctares de frutas mezclados, dicho porcentaje obtuvo buena aceptación, aunque dicho valor se aumentó de acuerdo con la acidificación necesaria según el pH de la fruta fibrosa.

Mango

Una vez retirada la piel, se procedió a retirar la pulpa de la semilla, se pesó y se agregó el néctar de la parchita, se trituró en un procesador de alimentos hasta alcanzar una consistencia pastosa. Se agregó tanta parchita como fue necesario hasta alcanzar un pH de alrededor de 3,8.

Lechosa

Luego de retirada la piel, se procedió a retirar las semillas en su interior; su procesamiento y la adición de parchita.

Guayaba

Esta fruta contiene semillas en el centro, y en pro de no desperdiciar pulpa, el procesamiento se realizó incluyendo las mismas, y una vez concluido la adición de la parchita, se pasó a través de un tamiz para retirarlas. Dichas semillas son tan duras que no se destruyen por acción de las cuchillas del procesador de alimentos. Adicionalmente, se agregó un 15% en peso de azúcar ya que, en ensayos previos sin la adición del ella, la lámina de puré a medida que transcurría la deshidratación comenzaba a separarse, y a través de revisión bibliográfica se encontró que el azúcar evita dicha separación.

En la siguiente tabla se muestran los porcentajes final de adición de parchita para cada fruta en específico.

Es importante destacar que el porcentaje de azúcar adicionado en el rol de guayaba es el 15% de la masa total entre la fruta fibrosa y la acida

Tabla 4.23 Porcentajes de adición de parchita

<i>Fruta</i>	Porcentaje (%)
<i>Mango</i>	84
<i>Parchita</i>	16
<i>Lechosa</i>	81
<i>Parchita</i>	19
<i>Guayaba</i>	82
<i>Parchita</i>	18
<i>Azúcar</i>	15

4.3.5. Deshidratación

Las deshidrataciones se hicieron por separado, ya que la cantidad de agua presente en cada una de las frutas fue variable, y en pro de obtener deshidrataciones homogéneas.

Para conocer los puntos de deshidrataciones para cada una, se hizo monitoreo cada hora hasta obtener un peso relativamente constante.

Los dos aspectos importantes de transferencia de masa durante la deshidratación son la transferencia del agua del interior del alimento hasta la superficie de este y la remoción de esta de la superficie al medio ambiente. Una curva de secado relaciona el contenido de humedad del alimento con el tiempo, donde normalmente hay diversas fases: la primera normalmente “periodo de acoplamiento” en donde las condiciones de la superficie del alimento llegan a un equilibrio con el aire caliente; normalmente es un periodo muy corto, aunque a veces poder ser significativo. Posteriormente, se encuentra un periodo de velocidad de deshidratación constante y un periodo de velocidad de deshidratación decreciente.

Cuando el alimento pierde la mayoría del agua de su superficie, el agua restante debe difundirse del interior del alimento a su superficie para poder ser evaporada; esta da lugar al periodo de velocidad de deshidratación decreciente, en el que se dificulta la pérdida de agua; este periodo corresponder a las últimas etapas del proceso. En este periodo, el factor limitante no es el suministro de calor, sino la disponibilidad del agua en la superficie donde se lleva a cabo la evaporación (Ortiz *et al*, 2012).

De acuerdo con las tablas 4.20; 4.21 y 4.22, se realizaron las deshidrataciones en los tiempos estipulados obteniendo lo siguiente:

Para la lechosa con parchita se obtuvo que para las muestras deshidratadas a 50°C (muestras 34, 66, 40 y 13) el porcentaje de agua extraída fue similar a las deshidratadas a 60°C (20, 77, 84 y 78).

Tabla 4.24 Porcentajes de deshidratación en muestras de lechosa y parchita

Muestra	% Masa final obtenida	% de agua extraída
37	11	89
66	10	90
40	12	88
13	12	88
20	12	88
77	12	88
84	11	89
78	12	88

Para el mago con parchita se obtuvo que para las muestras deshidratadas a 50°C (muestras 68, 76, 05 y 32) el porcentaje de agua extraída fue mayor que las deshidratadas a 60°C (96, 57, 18 y 73).

Para tener una apreciación más amplia en cuanto al proceso de deshidratación, se analizarán los gráficos donde se relacionan la masa de producto y el tiempo en que dicho producto se deshidrata.

Este comportamiento también se evidencio en la deshidratación de guayaba y mango, según la siguiente tabla:

Tabla 4.25 Porcentajes de deshidratación en muestras de mango y parchita

Muestra	% Masa final obtenida	% de agua extraída
68	17	83
76	16	84
05	14	86
32	13	87
96	21	79
57	21	79
18	20	80
73	22	78

Tabla 4.26 Porcentajes de deshidratación en muestras de guayaba y parchita

Muestra	% Masa final obtenida	% de agua extraída
14	22	78
64	23	77
8	24	76
56	24	76
53	27	73
45	28	72
84	29	71
11	29	71

Para las láminas de fruta de lechosa y parchita, para ambas temperaturas se observó que el porcentaje de agua liberada fue similar para ambas temperaturas.

En la figura se muestran cuatro muestras que fueron deshidratadas a una misma temperatura, donde la 66 y 13 tienen un punto adicional ya que tuvieron una hora más dentro del deshidratador.

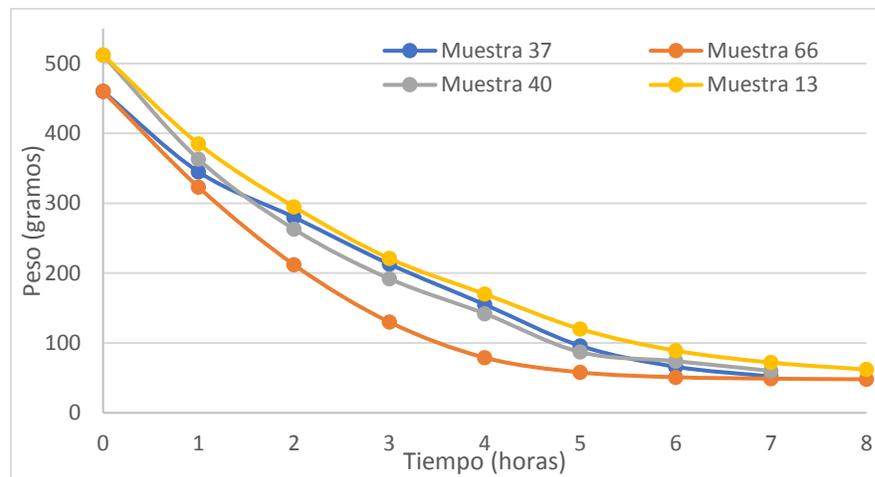


Figura 4.1 Deshidratación de lechosa y parchita a 50°C

Para las muestras 13, 40 y 66; no se observa un periodo de acoplamiento significativo, ya que al inicio en las dos primeras horas no se observan cambios en la curva, caso contrario con la muestra 37 donde se observa que la tendencia de la curva tiende a una pendiente con valor mayor a las otras.

Para las muestras 13 y 66, las cuales tienen punto de partida distintos ya que la 66 corresponde a $0,40 \left(\frac{g}{cm^2} \right)$ y la 13 a $0,45 \left(\frac{g}{cm^2} \right)$, ambas presentan el mismo comportamiento: no denotan periodo de acoplamiento, ni periodo de velocidad de deshidratación constante inicial, pero lo que si demuestran es el periodo de velocidad decreciente.

Los periodos de velocidad de deshidratación constante es donde el agua esta fácilmente disponible en la superficie de los alimentos, y por lo tanto la velocidad es determinada por la temperatura del aire convectivo, velocidad y humedad relativo, es un tiempo muy corto, el cual no se denota en tres de las muestras de la figura 4.1.

Por otra parte el tiempo de deshidratación decreciente es el que predomina, una vez que la lámina de fruta pierde la mayoría del agua en su superficie el resto del agua debe difundirse del interior del alimento a la superficie para luego ser evaporada, y es lo que da paso al decrecimiento de velocidad de retiro de agua, ya que se dificulta el proceso; aquí no depende netamente de la temperatura sino de la disponibilidad de agua en la superficie que es donde se lleva a cabo la evaporación, he aquí donde el concepto de agua ligada y agua libre juegan un papel importante para el análisis.

En el caso de la muestra 37, la deshidratación es más lenta en su parte intermedia, pero alcanzo casi el mismo valor final que las otras. He aquí donde las pruebas de aceptación por panelistas toman importancia ya que dependerá de esos resultados cual condición es la apropiada.

En el caso de las muestras 20, 84, 77 y 78 graficadas en la figura 4.2 presentan etapa de deshidratación a velocidad decreciente, donde a partir de las 6 horas empieza la etapa de deshidratación a velocidad constante final, ya que empiezan a presentar pequeñas variaciones en el peso. Aun cuando la muestra 20 presenta entre el punto dos y cuatro una pendiente mayor, da un salto en el punto cinco para alcanzar en peso de deshidratación a las demás muestras.

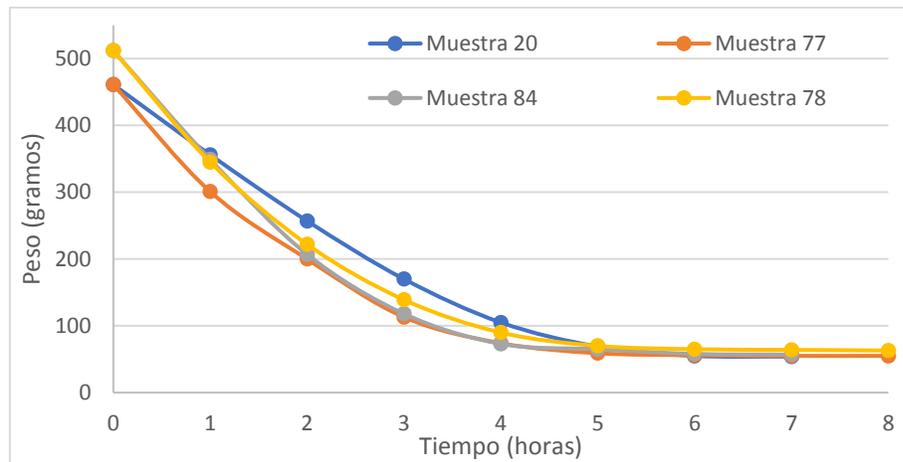


Figura 4.2 Deshidratación de lechosa y parchita a 60°C

Para las láminas de fruta de mango y parchita, deshidratadas a 50°C (figura 4.3), presentan de igualmente velocidad de deshidratación decreciente, donde efectivamente aquella que estuvo más tiempo dentro del equipo, fue la que llegó al mayor porcentaje de deshidratación, esto debido a que al tener más tiempo el agua puede difundirse dentro del producto para llegar a la superficie y evaporarse. Las muestras 68 y 05, aun cuando eran de masas iniciales distintas se comportaron de igual forma y alcanzaron valores finales similares. En el caso de los cuatro muestras la etapa de deshidratación constante comenzó a partir de las 7 horas.

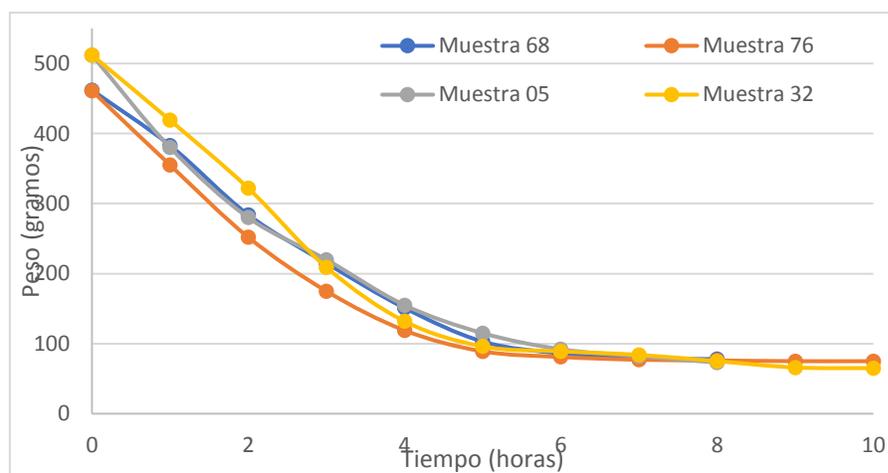


Figura 4.3 Deshidratación de mango y parchita a 50°C

Para el caso de la deshidratación llevada a cabo a 60°C (figura 4.4), la dinámica de la deshidratación cambio de forma clara para todas las muestras, lo cual evidencia una clara incidencia de la temperatura en el proceso. En todas las muestras se presenta una clara etapa de velocidad de deshidratación decreciente inicial, donde las láminas pierden humedad de forma rápida, luego una etapa de deshidratación constante inicial, momento en el cual el agua dentro de la lámina se difunde para llegar a la superficie, y en ese momento por lapso de un hora está en deshidratación constante donde está en equilibrio las condiciones de la superficie del alimento con las condiciones del aire caliente, teóricamente este lapso es corto lo cual concuerda con lo obtenido experimentalmente.

Seguidamente se aprecian periodos de deshidratación decreciente con algunos puntos de velocidad sostenida, donde se presume que el agua al interior del alimento se estaba difundiendo para luego evaporarse, pero la tasa de difusión era menor a la tasa de evaporación razón por la cual se observan escalones.

En este caso, las muestras 57 y 96 las cuales tenían valor de $0,40 \left(\frac{g}{cm^2} \right)$ fueron las que alcanzaron valores mayor valor de deshidratación, lo cual era el resultado esperado ya que tenían la menor cantidad de puré de fruta. Comparando las muestras 57 y 73 las cuales tuvieron más tiempo de deshidratación alcanzaron valores similares, pero no iguales lo cual era de esperar ya que la muestra 57 poseía menos puré que la 73, por ende, la cantidad de fibra por centímetro cuadro es menor.

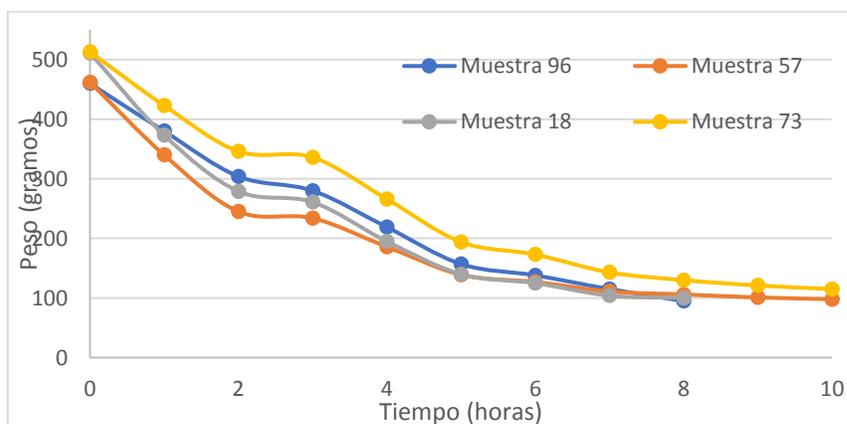


Figura 4.4 Deshidratación de mango y parchita a 60°C

Para las láminas de fruta de guayaba y parchita, deshidratadas a 40°C (figura 4.5), el comportamiento del proceso de deshidratación fue según lo esperado, de velocidad de deshidratación decreciente. En comparación con las otras frutas este proceso tomo un tiempo largo, además de que fue necesario la adición de azúcar para evitar que la lámina se separara y no fuese pareja y homogénea. No se permito una deshidratación más allá de 10 horas, ya que debido a resultados preliminares de continuar la extracción de agua resultaría en una lámina quebradiza incapaz de poder doblar afectando la flexibilidad.

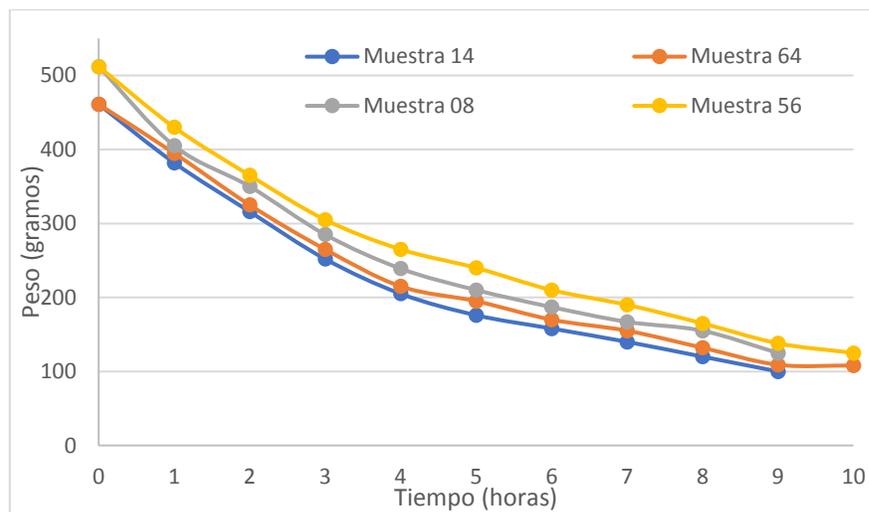


Figura 4.5 Deshidratación de guayaba y parchita a 40°C

Así mismo, para aquellas muestras deshidratadas a 50°C (figura 4.6), se presentó el mismo comportamiento que con 40°C, con la diferencia es que se obtuvo menos porcentaje de deshidratación, la masa final fue mayor, lo cual es congruente con el aspecto obtenido de la lámina, ya que la superficie estaba más dura por lo que dificulto el paso del agua del interior del producto a la superficie para evaporarse.

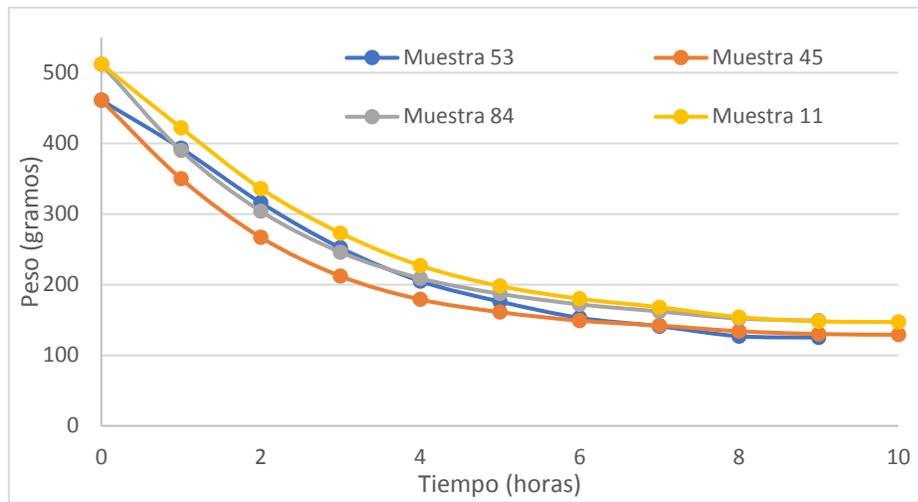


Figura 4.6 Deshidratación de guayaba y parchita a 40°C

En el caso de esta fruta en particular es necesario tomar en cuenta el comportamiento posterior a la deshidratación debido a la presencia de azúcar.

Una vez analizados los parámetros de procesos, se procedió a la aplicación de la encuesta para la determinación de cuál de las 8 formulaciones de cada puré de carga el preferido por el panel.

Tabla 4.27. Resultados de pruebas sensoriales de formulaciones de rol de mango y parchita

CARACTERISTICAS	ALTERNATIVAS		MUESTRAS							
			68	76	96	18	5	82	57	73
Aspecto (color)	Incoloro		0	0	0	0	0	5	0	0
	Claro		20	50	10	35	37	5	12	13
	Opaco		35	10	0	5	0	20	30	12
	Intenso		10	10	55	5	30	20	12	12
	Brillante		15	10	15	35	13	20	26	43
Sabor	Acidez	Baja	45	20	15	23	10	37	18	7
		Mediana	35	60	40	14	57	43	62	73
		Alta	0	0	25	43	13	0	0	0
	Dulzor	Baja	65	43	67	75	55	35	15	56
		Mediana	15	37	13	0	15	35	45	16
		Alta	0	0	0	5	10	10	20	8
Textura	Muy desagradable		10	0	0	0	0	0	0	0
	Medianamente desagradable		10	0	0	10	5	5	5	5
	Desagradable		10	15	10	15	10	7	15	10
	Buena		45	65	70	55	65	68	45	46
	Muy buena		5	0	0	0	0	0	5	19

Para esto, se planteó una hipótesis nula la cual menciona si cada uno de los factores no tiene una influencia directa y controlable sobre el proceso, donde la probabilidad de rechazar la hipótesis nula siendo esta verdadera es de 0,05.

Para todas características analizadas se realizaron estudios en cada alternativa. Para los roles de mango con parchita, para la acidez baja y media los supuestos estadísticos demuestran que los datos tienen una tendencia de normalidad, varianza constante y aleatoriedad, por lo que se realizó el análisis de varianza y las pruebas de media, obteniéndose:

Medias y 95,0% de Fisher LSD

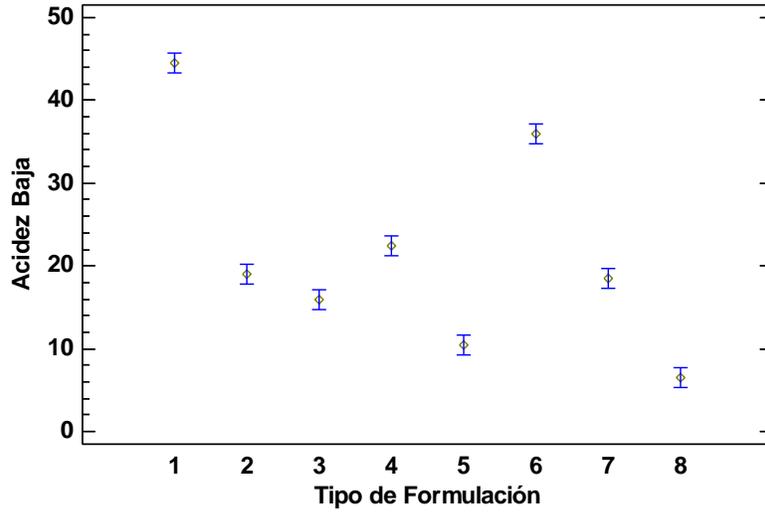


Figura 4. 7. Medias de Fisher LSD para acidez baja

Medias y 95,0% de Fisher LSD

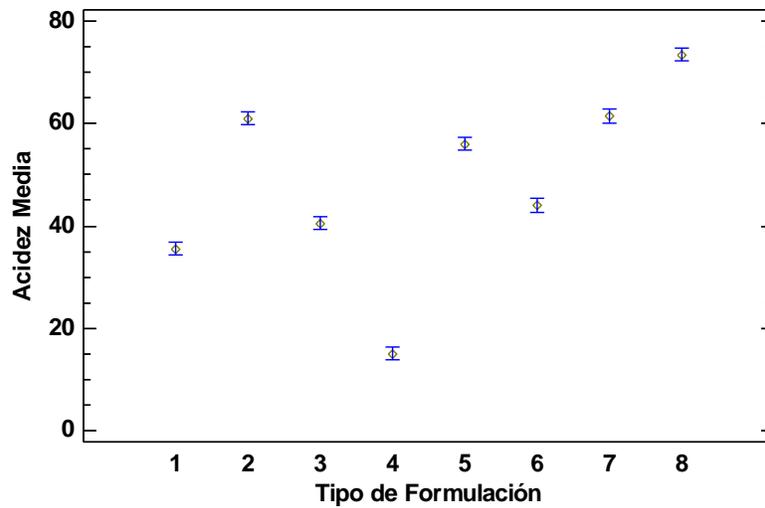


Figura 4. 8. Medias de Fisher LSD para acidez media

En el caso de la acidez alta, los supuestos estadísticos demuestran que los datos no tienen una tendencia de normalidad, por lo que se realizó la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis, la cual evaluó la hipótesis de que las medianas de acidez alta dentro de cada uno de los 8 niveles de Tipo de Formulación son iguales. Primero se combinan los

datos de todos los niveles y se ordenan de menor a mayor. Luego se calcula el rango (rank) promedio para los datos de cada nivel. Puesto que el valor-P es menor que 0,05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medianas con un nivel del 95,0% de confianza.

Tabla 4.28. Prueba de Kruskal-Wallis para Acidez Alta por Tipo de Formulación

Tipo de Formulación	Tamaño Muestra	Rango Promedio
1	2	5,5
2	2	5,5
3	2	13,5
4	2	15,5
5	2	11,5
6	2	5,5
7	2	5,5
8	2	5,5

Estadístico = 14,9126 Valor-P = 0,037136

De la figura 4.7 obtenemos que la muestra con la acidez más baja es la 68-24, de la figura 4.8 obtenemos que es la muestra 73-75.

En el caso del dulzor, los supuestos estadísticos demuestran que los datos tienen una tendencia de normalidad, varianza constante y aleatoriedad, por lo que se realizó el análisis de varianza y las pruebas de media para los cuatro tipos de respuesta: bajo, medio y alto. Las figuras 4.29, 4.30 y 4.31 muestran las diferencias significativas entre ellas.

De dichas gráficas, obtenemos que la muestra 18-84 es la muestra de menor dulzor, la muestra 07-76 es la que predomina en el dulzor intermedio y la muestra 46-57 es la que predomina con mayor dulzor. Al comparar estos tres gráficos, efectivamente se demuestra que la encuesta fue exitosa ya que los resultados son congruentes al no coincidir una misma muestra en dos rangos de clasificación.

Medias y 95,0% de Fisher LSD

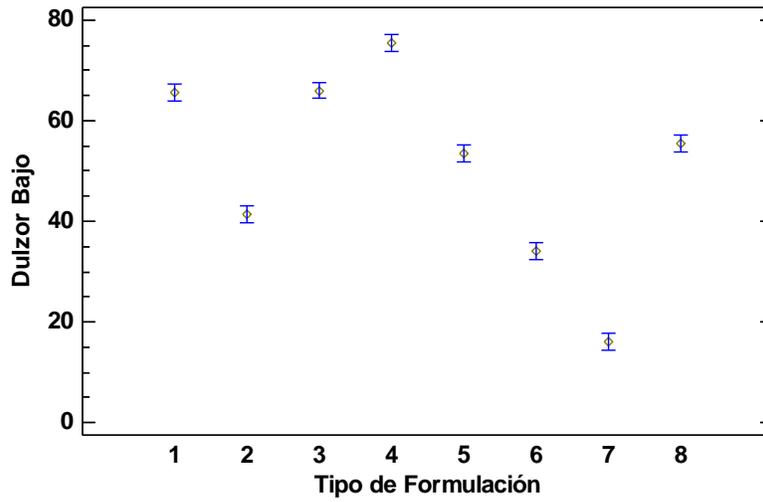


Figura 4.9 Medias de Fisher LSD para dulzor bajo

Medias y 95,0% de Fisher LSD

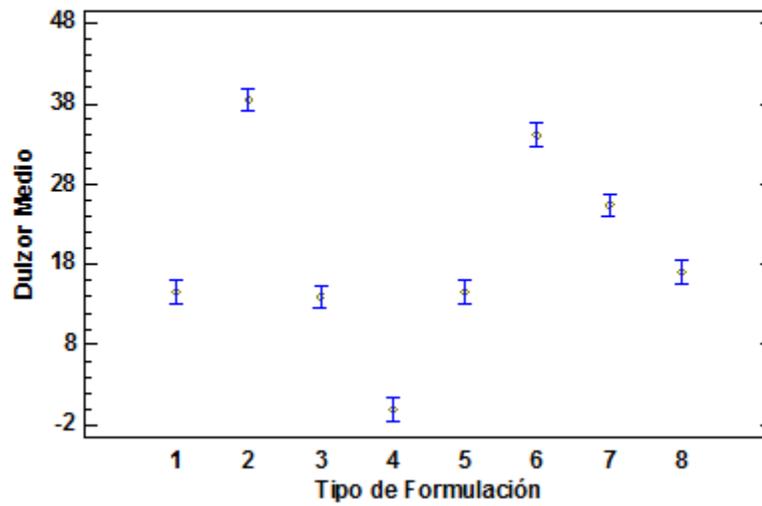


Figura 4.10 Medias de Fisher LSD para dulzor medio

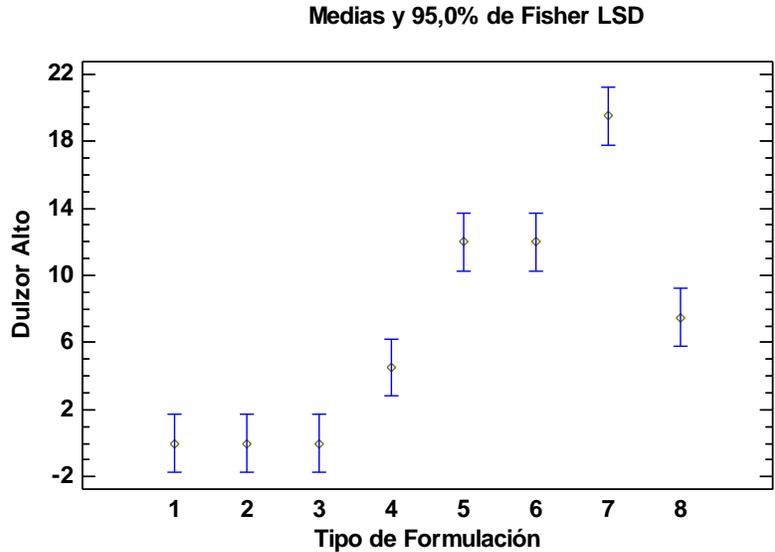


Figura 4.11 Medias de Fisher LSD para dulzor alto

En cuanto al aspecto, los supuestos estadísticos demuestran que los datos tienen una tendencia de normalidad, varianza constante y aleatoriedad, para las características de claro, opaco y brillante, ya que ningún panelista clasifico la muestra como incolora. Se realizó el análisis de varianza y las pruebas de media para los estos tres tipos de repuestas.

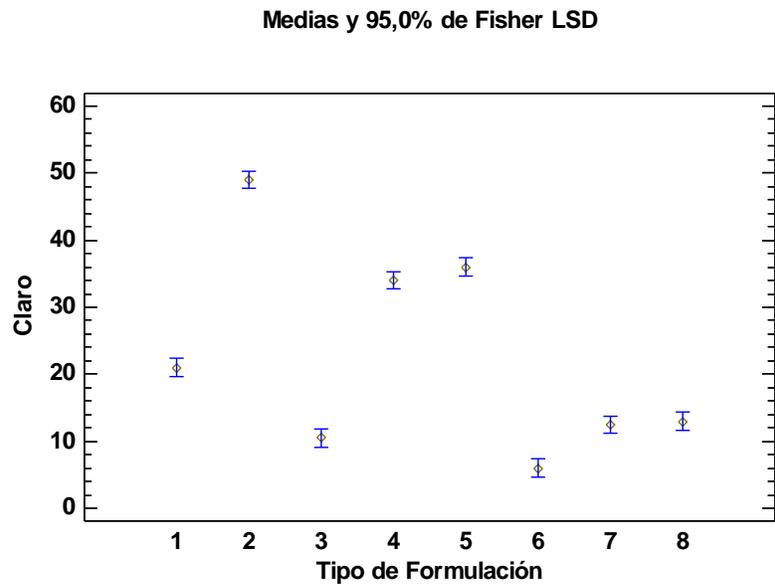


Figura 4.12 Medias de Fisher LSD para claro

Medias y 95,0% de Fisher LSD

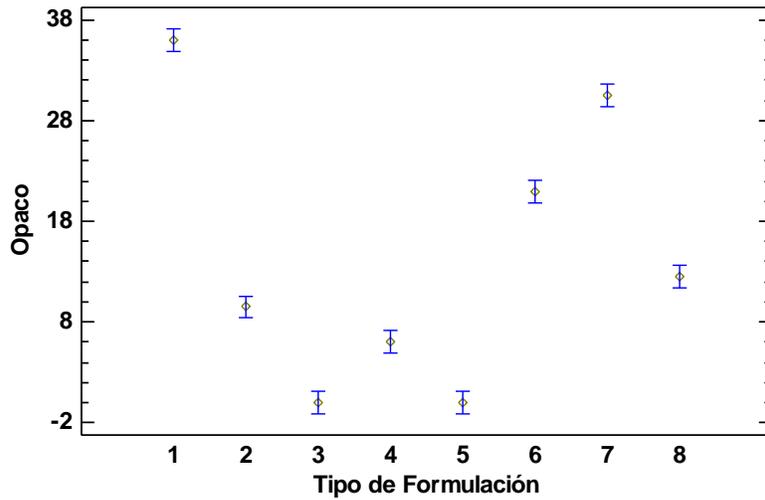


Figura 4.13 Medias de Fisher LSD para opaco

Medias y 95,0% de Fisher LSD

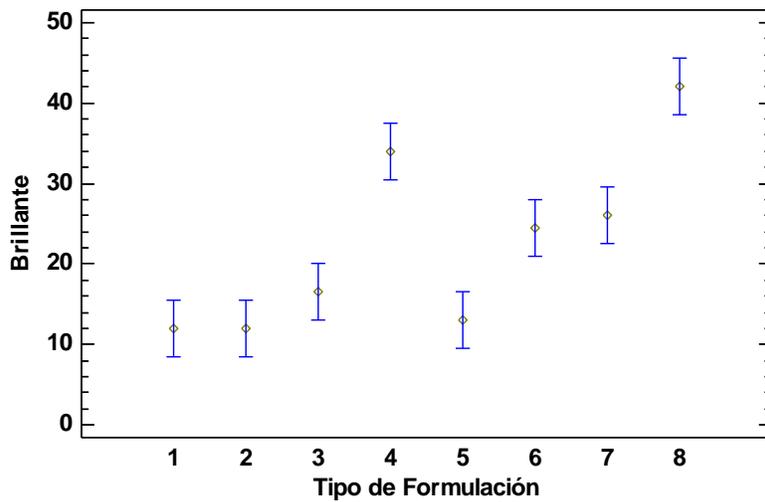


Figura 4.14 Medias de Fisher LSD para brillante

Caso que no ocurrió para la clasificación de aspecto intenso, los supuestos estadísticos demuestran que los datos no tienen una tendencia de normalidad, por lo que se realizó la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis. Puesto que el valor-P es menor que 0,05,

existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medianas con un nivel del 95,0% de confianza

Tabla 4.29 Prueba de Kruskal-Wallis para aspecto intenso por Tipo de Formulación

Tipo de Formulación	Tamaño Muestra	Rango Promedio
1	2	6,5
2	2	4,0
3	2	15,5
4	2	1,5
5	2	13,5
6	2	11,5
7	2	6,5
8	2	9,0

Estadístico = 14,3304 Valor-P = 0,0456082

Para la característica de textura, los supuestos estadísticos demuestran que los datos no tienen una tendencia de normalidad, por lo que se realizó la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis para los cinco tipos de textura: muy desagradable, medianamente desagradable, desagradable, buena y muy buena; demostrando que existen diferencias significativas entre las formulaciones.

Tabla 4.30 Prueba de Kruskal-Wallis para Muy desagradable por Tipo de Formulación

Tipo de Formulación	Tamaño Muestra	Rango Promedio
1	2	15,5
2	2	7,5
3	2	7,5
4	2	7,5
5	2	7,5
6	2	7,5
7	2	7,5
8	2	7,5

Estadístico = 14,9333 Valor-P = 0,0368636

Tabla 4.31 Prueba de Kruskal-Wallis para Medianamente desagradable por Tipo de Formulación

Tipo de Formulación	Tamaño Muestra	Rango Promedio
1	2	14,25
2	2	2,5
3	2	2,5
4	2	14,75
5	2	8,25
6	2	9,25
7	2	8,25
8	2	8,25

Estadístico = 13,271 Valor-P = 0,0657746

Tabla 4.32 Prueba de Kruskal-Wallis para Desagradable por Tipo de Formulación

Tipo de Formulación	Tamaño Muestra	Rango Promedio
1	2	5,0
2	2	12,0
3	2	6,75
4	2	14,5
5	2	6,75
6	2	1,5
7	2	14,0
8	2	7,5

Estadístico = 13,4542 Valor-P = 0,0617854

Tabla 4.33 Prueba de Kruskal-Wallis para Buena por Tipo de Formulación

Tipo de Formulación	Tamaño Muestra	Rango Promedio
1	2	2,25
2	2	12,0
3	2	15,5
4	2	7,25
5	2	10,0
6	2	12,5
7	2	5,0
8	2	3,5

Estadístico = 14,0096 Valor-P = 0,0510101

Tabla 4.34 Prueba de Kruskal-Wallis para Muy buena por Tipo de Formulación

Tipo de Formulación	Tamaño Muestra	Rango Promedio
1	2	12,5
2	2	5,5
3	2	5,5
4	2	5,5
5	2	5,5
6	2	5,5
7	2	12,5
8	2	15,5

Estadístico = 14,7368 Valor-P = 0,0395247

Puesto que el valor-P es menor que 0,05 en todos los casos planteados, existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medianas con un nivel del 95,0% de confianza.

Este análisis se realizó de la misma manera para las encuestas de los dos roles restando, arrojando los mismos resultados de diferencias estadísticamente significativas.

Ya que se demostró que la encuesta realizada cumple con los parámetros estadísticos, se procedió a totalizar la segunda parte de la misma, donde se pidió asignar un valor de puntuación a cada muestra de acuerdo con la escala: (1) Me desagrada, (2) No me gusta, (3) Ni me agrada Ni me desagrada (4) Me gusta, (5) Me gusta mucho, para luego identificar de las ocho muestras (con sus respectivas replicas) era la preferida para cada mezcla.

En la figura 4.15 se observa que la mezcla con mayor aceptación fue la 45 al igual que su réplica, por lo tanto, las características de procesos seleccionadas para los roles de guayaba y parchita son: 60°C, 0,40 g/cm^2 y 10 horas de deshidratación. De la figura 4.16 para los roles de lechosa y parchita la muestra 37 (replica muestra 48) parámetros de 50°C, 0,40 g/cm^2 y 7 hrs; y para el rol de mango y parchita, 60°C, 0,40 g/cm^2 y 8 hrs.

Estos fueron los parámetros tomados para los cálculos del proceso a nivel industrial.

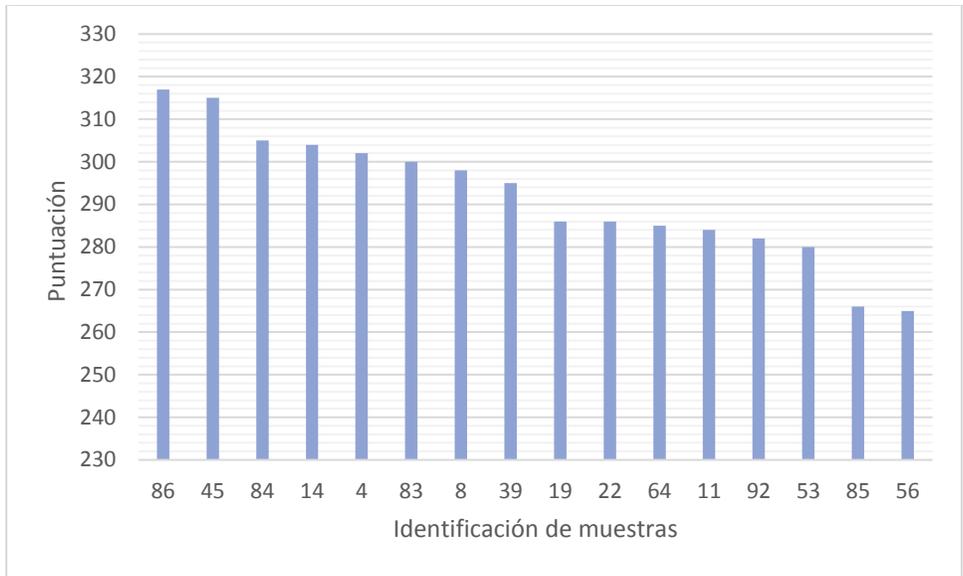


Figura 4.15 Puntuación de encuesta de aceptación rol de guayaba y parchita

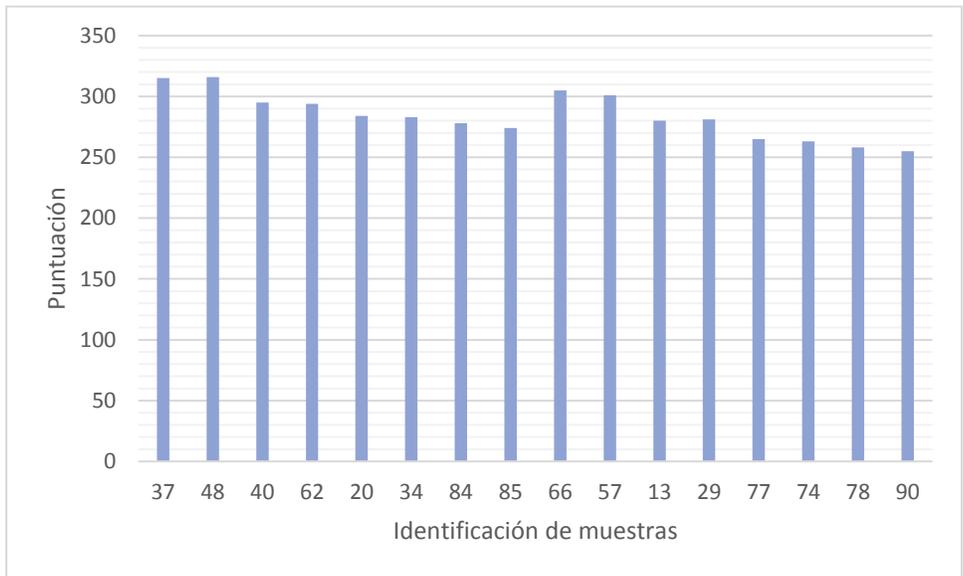


Figura 4.16 Puntuación de encuesta de aceptación rol de lechosa y parchita

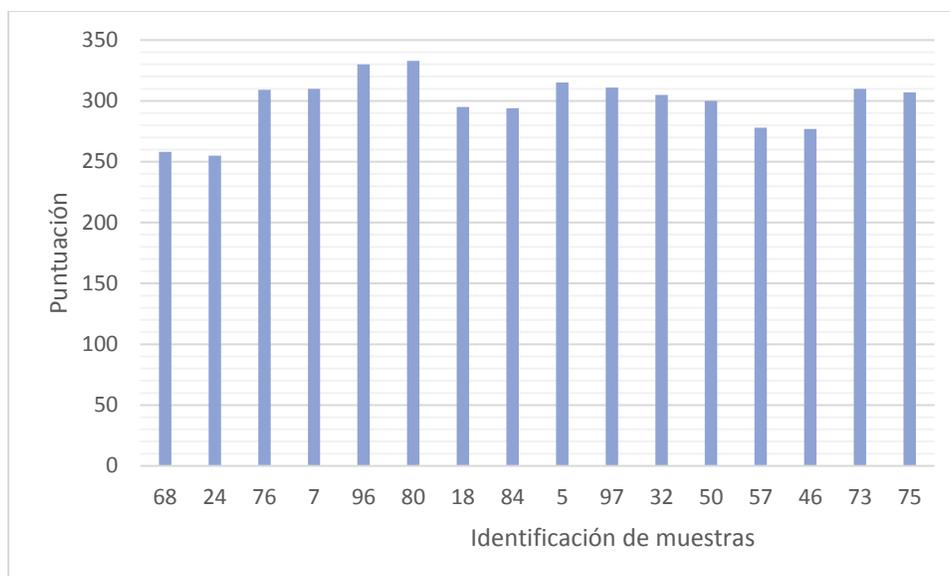


Figura 4.17 Puntuación de encuesta de aceptación rol de mango y parchita.

4.3.6. Envasado

El envasado se realizó en empaques de celulosa, ya que son los que están disponibles en el mercado, además el precio aporta beneficia al estudio, sin embargo, para el diseño del proceso final se recomendara otro tipo de material de empaque.

4.3.7. Etiquetado

Una vez envasados, se identificaron con una etiqueta que señalaba la codificación a cuál pertenecía.

4.3.8. Almacenado

Finalmente, los roles fueron almacenados en un contener hermético fuera de iluminación.

4.4 Caracterizar los roles de fruta obtenidos con la fruta seleccionada

Del objetivo anterior se obtuvo una formula con la mayor aceptación para cada variedad de fruta, la cual fue selecciona como la formulación a seguir. A estas muestras fueron aplicadas los análisis químicos de índice de acidez, pH y humedad, ya que solo fue posible determinar solidos solubles para los purés de frutas, ya que en el producto

terminado las muestras presentaron una estructura de aglomerado seco, dichos resultados fueron provistos por el Laboratorio de Biotecnología Industrial de la facultad de Ingeniería de la Universidad de Carabobo.

Tabla 4.36 Análisis químico de rol guayaba y parchita

Análisis	Resultados
Índice de acidez (A ± 0,002)	0,590
pH (pH ± 0,01)	3,75
Humedad (%H ± 0,004) %	22,000

Al comparar la tabla 4.36 con la tabla 4.14 se observa que el pH disminuyó debido al proceso de deshidratación, lo cual es positivo para la conservación del alimento, adicionalmente la variación en el índice de acidez lo cual está relacionado con la variación de pH; adicionalmente la humedad del rol arrojo valores similares a los obtenidos al finalizar el proceso de deshidratación, por lo que se confirma que el agua disponible en la mono capa estaba limitada al momento de terminar la deshidratación, por la cual los tiempos seleccionados fueron satisfactorios.

Tabla 4.37 Análisis químico de rol mango y parchita

Análisis	Resultados
Índice de acidez (A ± 0,002)	0,650
pH (pH ± 0,01)	3,45
Humedad (%H ± 0,004) %	15,000

Tabla 4.38 Análisis químico de rol lechosa y parchita

Análisis	Resultados
Índice de acidez (A ± 0,002)	0,610
pH (pH ± 0,01)	3,84
Humedad (%H ± 0,004) %	10,000

Dicho comportamiento fue similar en los dos otros ensayos, concluyendo que fue posibilidad la repetibilidad del proceso de deshidratación.

Aunque estos análisis son importantes, el factor de mayor relevancia es la actividad de agua (a_w), ya que los organismos dependen de ella para su crecimiento. El valor de la actividad tiene que ser menor a 0,62; en las siguientes tablas se reportan los valores obtenidos para todas las muestras incluyendo las réplicas realizadas, donde las tres formulaciones seleccionadas cumple con el parámetro.

Tabla 4.39 Valores de actividad de agua en roles de guayaba y parchita

Muestra	Aw	Muestra	Aw
14	0,563	83	0,56
64	0,655	19	0,649
53	0,668	92	0,672
45	0,556	86	0,551
56	0,657	39	0,655
84	0,656	85	0,659
11	0,652	04	0,653
08	0,668	22	0,668

Tabla 4.40 Valores de actividad de agua en roles de lechosa y parchita

Muestra	Aw	Muestra	Aw
37	0,552	48	0,55
40	0,565	62	0,563
20	0,629	34	0,628
91	0,619	99	0,617
66	0,58	57	0,582
13	0,561	74	0,563
77	0,584	29	0,587
78	0,579	90	0,575

Tabla 4.41 Valores de actividad de agua en roles de mango y parchita

Muestra	Aw	Muestra	Aw
68	0,601	24	0,605
76	0,599	07	0,595
96	0,569	80	0,572
18	0,528	84	0,521
5	0,569	32	0,563
32	0,637	50	0,631
57	0,518	46	0,515
73	0,517	75	0,512

Tabla 4.42 Valores de actividad de agua para las formulaciones seleccionadas

Rol	Muestra	Aw	Muestra	Aw
Guayaba y parchita	45	0,556	86	0,551
Lechosa y parchita	37	0,552	48	0,55
Mango y parchita	96	0,569	80	0,572

En las muestras deshidratadas el valor de la actividad acuosa estuvo entre 0,517 y 0,668; rango en el cual el agua se encuentra ligada moderadamente, por lo que difusión hacia la superficie se dificulta, impidiendo su salida por completo del alimento.

Los valores de este estudio se ajustan a lo reportado por Pott *et al.* (2005), quienes en sus experimentos con mangos (*Mangifera indica* L.) reportan valores de Aw entre 0,45 y 0,60 para temperaturas de secado de 60 °C y 80 °C. Azeredo *et al.* (2006) reportaron valores similares de aw (0.62) para capas de mango (cv. *Tommy Atkins*) secadas a 80°C.

Tabla 4.43 Resultados del análisis microbiológico

N° de muestra	Aerobios mesófilos (ufc/g)	Mohos (ufc/g)	Levaduras (ufc/g)	Coliformes (ufc/g)	COVENIN
45	<1	<1	<1	<1	10 ² -10 ³
37	<1	<1	<1	<1	10 ² -10 ³
96	<1	<1	<1	<1	10 ² -10 ³

Al observar los valores de los análisis se puede notar que las muestras presentan el mismo resultado para cada uno de ellos (aerobios mesófilos, mohos y levaduras), por lo que se puede decir que todas las muestras fueron elaboradas bajo las mismas condiciones. Además, se verifica que las muestras analizadas cumplen con los requisitos microbiológicos establecidos en la norma COVENIN 1699-94 y son aptas para el consumo humano.

4.5 Propuesta del proceso a escala piloto para la obtención de los roles de fruta.

4.5.1 Mercado, demanda y capacidad instalada

- **Mercado**

Según la Confederación de Asociaciones de Productores Agropecuarios (Fedeagro) en cuanto a las frutas en cuestión (lechosa, mango y guayaba) solo proyectan información acerca de lechosa y mango indicando que para la primera el consumo en kilogramo per cápita para el año 2013 es de 5,5 y para la segunda es de 3,5, para un total de 164.244 toneladas de lechosa al año y 105.218 toneladas para mango. Estos valores se pueden observar en la tabla 4.44.

Debido a las limitaciones actuales, tanto sociales como económicas, se plantea hacer un estudio de mercado que solo abarque de la región del Estado Carabobo, ya que el presente estudio se tomara desde el punto de vista de emprendimiento, además se asumió que solo el 10% de la población elige alimentos más saludables

Según el Instituto Nacional de Estadística (INE) se encontraron datos del Censo Nacional de Población y Vivienda 2015, que expresan que la población del estado Carabobo es de 2.497.686 habitantes, por lo que tenemos el siguiente análisis:

Tabla. 4.44 Demanda del mercado representada por 2% de la población de Carabobo

Fruta	Kg/percápita	Total kg/año	kg/día
Lechosa	5,5	274.745	763
Mango	3,5	174.838	486
Guayaba	3,5	174.838	486

Tabla. 4.45 Rendimiento por rubro de distintas frutas en Venezuela

Grupo: Frutas

Rubro	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Disponibilidad Bruta Consumo Humano (toneladas)																						
Cambur	1.004.267	905.882	992.633	754.174	842.671	908.624	753.750	786.642	636.642	612.499	488.683	460.371	438.116	435.757	431.822	437.595	379.143	329.777	348.956	356.585	360.131	389.030
Naranja	278.695	251.307	322.754	385.398	362.352	317.647	227.115	178.536	320.295	277.919	191.711	182.474	214.925	207.837	210.082	214.248	209.351	213.641	226.350	287.237	361.540	446.672
Mango	113.227	102.373	109.919	108.072	109.672	111.568	105.933	104.317	106.300	59.756	59.191	54.272	48.804	59.178	59.394	53.544	45.297	42.225	41.163	72.887	91.287	105.218
Piña	64.234	109.728	129.815	131.769	142.661	154.833	164.093	149.436	293.197	249.349	289.902	284.105	263.867	291.042	297.462	302.411	283.896	304.617	316.998	331.837	423.367	473.120
Patilla	95.153	149.086	186.386	182.212	185.391	184.782	194.354	205.503	117.060	131.618	161.397	145.298	165.774	224.742	119.038	163.177	151.497	151.419	149.515	196.900	256.734	290.869
Aguacate	42.514	42.617	32.477	32.622	28.636	30.225	40.322	36.207	41.847	37.224	41.696	38.511	35.112	52.785	49.467	70.381	59.091	56.300	58.692	91.104	93.336	96.463
Lechosa	22.951	23.050	38.407	55.502	63.088	68.999	69.961	71.413	92.607	105.738	125.215	121.747	127.629	95.641	124.000	107.256	104.492	103.221	108.632	141.352	149.606	164.244
Uva	14.736	13.364	12.447	12.396	12.403	14.707	17.103	16.949	25.854	25.641	15.807	13.401	12.120	15.526	15.892	14.310	19.281	16.468	16.128	28.415	34.269	37.112
Otras frutas frescas	127.521	137.291	190.035	203.300	192.122	150.043	185.454	200.614	465.534	535.702	574.201	504.468	494.398	673.156	642.943	610.386	593.327	504.620	499.435	369.470	355.033	388.310
/ Pulpas y conservas de frutas	73.856	70.649	68.452	67.221	65.322	70.749	76.487	79.830	85.632	112.361	82.268	71.136	81.135	93.063	116.355	120.118	135.961	116.937	113.384	127.447	114.769	119.259
Consumo Percápita (kg/per/año)																						
Cambur	49,1	43,3	46,4	34,5	37,8	39,9	32,4	33,2	26,3	24,9	19,4	17,9	16,8	16,4	16,0	15,9	13,6	11,6	12,1	12,3	12,3	13,1
Naranja	13,6	12	15,1	17,6	16,2	13,9	9,8	7,5	13,3	11,3	7,6	7,1	8,2	7,8	7,8	7,8	7,5	7,5	7,9	9,9	12,3	15,0
Mango	5,5	4,9	5,1	4,9	4,9	4,9	4,6	4,4	4,4	2,4	2,3	2,1	1,9	2,2	2,2	1,9	1,6	1,5	1,4	2,5	3,1	3,5
Piña	3,1	5,2	6,1	6	6,4	6,8	7,1	6,3	12,1	10,1	11,5	11,1	10,1	11,0	11,0	11,0	10,2	10,7	11,0	11,5	14,4	15,9
Patilla	4,7	7,1	8,7	8,3	8,3	8,1	8,4	8,7	4,8	5,3	6,4	5,7	6,3	8,5	4,4	5,9	5,4	5,3	5,2	6,8	8,7	9,8
Aguacate	2,1	2	1,5	1,5	1,3	1,3	1,7	1,5	1,7	1,5	1,7	1,5	1,3	2,0	1,8	2,6	2,1	2,0	2,0	3,1	3,2	3,2
Lechosa	1,1	1,1	1,8	2,5	2,8	3	3	3	3,8	4,3	5,0	4,7	4,9	3,6	4,6	3,9	3,7	3,6	3,8	4,9	5,1	5,5
Uva	0,7	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,7	0,7	1,1	1,0	0,6	0,5	0,5	0,6	0,6	0,5	0,7	0,6	0,6	1,0	1,2	1,2
Otras frutas frescas	6,2	6,6	8,9	9,3	8,6	6,6	8	8,5	19,3	22,9	22,8	19,6	18,9	25,3	20,1	22,2	21,2	17,8	17,3	12,8	12,0	13,0
/ Pulpas y conservas de frutas	3,6	3,4	3,2	3,1	2,9	3,1	3,3	3,4	3,5	4,6	3,3	2,8	3,1	3,5	4,3	4,4	4,9	4,1	3,9	4,4	3,9	4,0
Total	89,9	86,3	97,5	88,5	89,8	88,3	78,9	77,2	90,4	87,2	80,5	73,1	72,0	80,8	72,7	76,2	70,9	64,8	65,2	69,2	76,2	84,3

Fuente: INN - ULA

Nota: El INN retomó las revisiones del 2002. Los años 2011-2013 están sujetos a revisión

Estos valores son de fruta fresca, pero se debe recordar que al deshidratar se pierde peso debido a la migración del agua libre, según los valores reportados en el proceso de deshidratación según la siguiente tabla:

Tabla. 4.46 Kilos de rol de fruta a producir

Fruta	kg/día	% deshidratación	%masa	kg/día a producir
Lechosa	763	89%	11%	86
Mango	486	79%	21%	100
Guayaba	486	72%	28%	136
		Total		322

Se tomó el valor más bajo para la guayaba como una aproximación. Siendo así el mercado objetivo de 1.735 kg de fruta deshidrata por día; tomando en cuenta los porcentajes de pérdidas de agua, concluyéndose una capacidad inicial de producción de 322 kg diarios.

- Capacidad instalada

Ya que el proyecto se plantea como un emprendimiento, con visiones de que más personas se unan a un estilo de vida de consumo de snacks más saludables se plantea una capacidad inicial de producción de 322 kilos, con un incremento anual de 1%, se planteó un análisis para los próximos 10 años lo cual estarían representadas tal como lo describe la tabla 4.47.

Tabla 4.47 Mercado objetivo correspondiente al 2% de la demanda estatal

Años	Demanda (kg)
1	322
2	355
3	390
4	429
5	472
6	519
7	571
8	628
9	691
10	760

Se puede observar que para el año 10 se tendría una producción de 760 kg/día, pero debido a la situación actual del país, se tomara para el dimensionamiento la producción del año 5, siendo esta de 472 kg/día.

4.5.2 Proceso de manufactura y diagrama

El proceso se realizó a escala piloto, con un deshidratador de producción limitada, por lo que a continuación se plantea una producción a una escala de mayor producción.

Se trabajaron con cuatro frutas distintas, para la elaboración de tres tipos de roles y debido a las distintas humedades los tiempos de deshidratación y por ende los de proceso, varían de acuerdo con los resultados obtenidos en el objetivo anterior.

4.5.2.1 Descripción del proceso

La recepción de las frutas del campo a la planta es en sacos de capacidad (30-50) kg cada uno, luego son pesados y posteriormente colocados en una cinta transportadora para su selección, seguidamente se introducen en una cuba con agua clorada que tiene como fin eliminar las impurezas y desinfectar las frutas, dicha cuba cuenta con recirculación de agua y aire, luego el agua de lavado ya cumplido su objetivo es enviada a la red de aguas servidas.

Seguidamente pasan a un despulpador, equipo donde se retira la piel y la semilla del mismo, para luego las frutas fibrosas ingresar a un mezclador donde se añadirá pulpa de parchita, la cantidad inicial a agregar es el 15% de la masa fibrosa y de allí se añadirá la cantidad necesaria hasta ajustar el pH hasta un valor igual o menor a 3,8.

La mayoría de los equipos, tuberías y demás accesorios son en acero inoxidable. Continuando con la línea de producción viene el empaquetado y distribución. Con la información desarrollada se realizó el esquema de flujo de proceso a continuación:

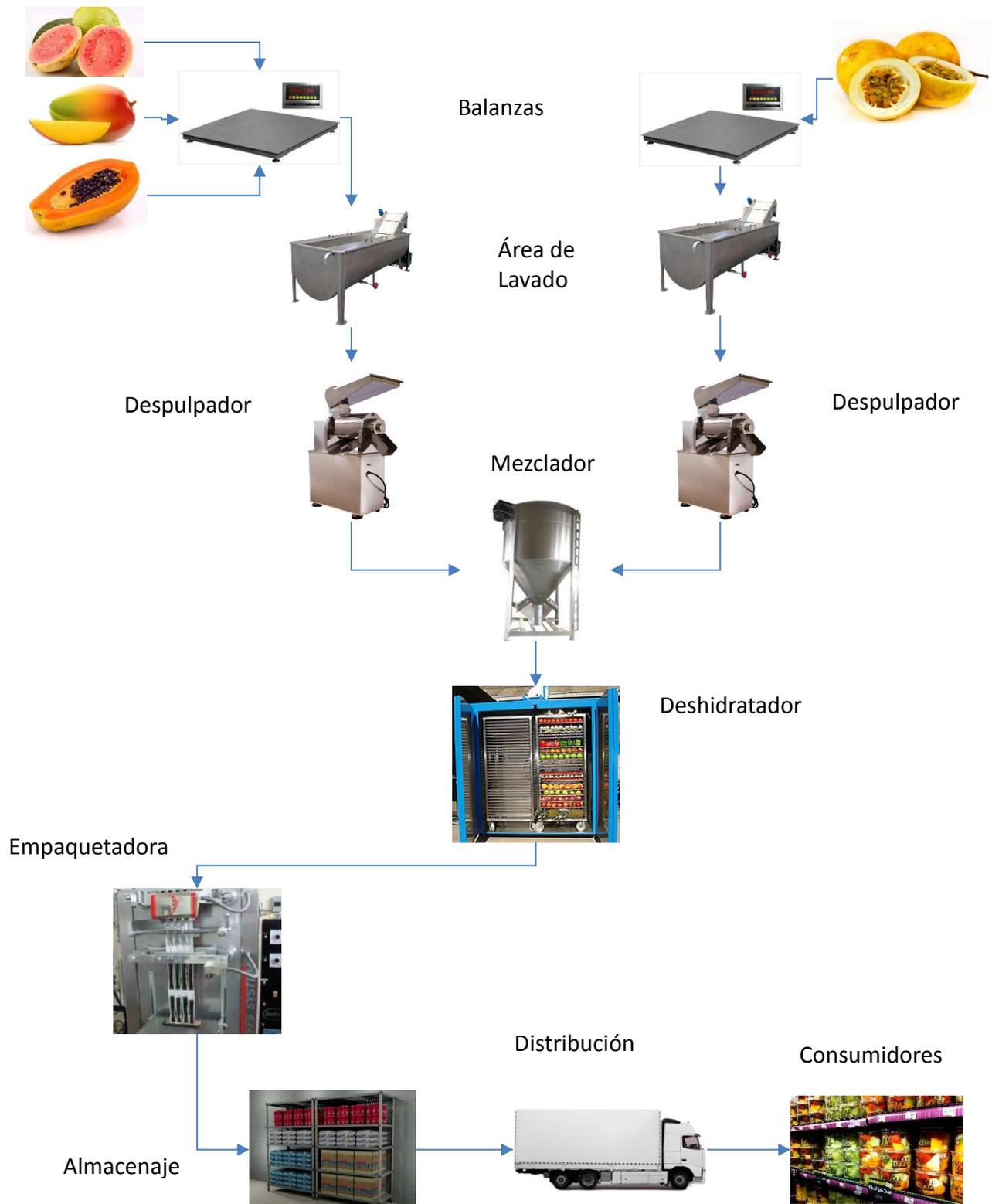


Figura 4.18 Diagrama de flujo del proceso de elaboración de roles de frutas deshidratadas

4.5.3 Selección de la tecnología

a. Lavadora

Para la selección de la lavadora más adecuado para el proceso se consideraron los criterios observados en la Tabla 4.48:

Tabla 4.48 Matriz de selección de las diferentes tecnologías para la lavadora

Factores	Peso (%)	Alternativas tecnológicas			
		Inmersión		Cepillos	
		Escala	Valor	Escala	Valor
Bajo consumo de agua	10	10	100	5	50
Manipulación	10	5	50	5	50
Uniformidad de descarga	10	10	100	10	100
Material	10	10	100	10	100
Bajo Costo	10	10	100	5	50
Menor mantenimiento	5	10	100	5	25
			550		375

La alternativa de selección más conveniente para el proceso de lavado de las frutas fue la lavadora de inmersión con 550 puntos superando la alternativa de lavadora con cepillos la cual obtuvo 375. La lavadora por inmersión se destaca, debido a que genera un menor consumo de agua además que genera menos gastos de mantenimiento ya que a diferencia de su competencia no existen piezas que deban ser cambiados con mayor periodicidad.

b. Despulpador

Para la selección del despulpador más adecuado para el proceso se consideraron los criterios observados en la Tabla 4.49:

Tabla 4.49 Matriz de selección de las diferentes tecnologías para el despulpador

Factores	Peso (%)	Alternativas tecnológicas			
		Horizontal		Vertical	
		Escala	Valor	Escala	Valor
Despulsar, exprimir y extraer	10	10	100	5	50
Manipulación	10	5	50	5	50
Uniformidad de descarga	10	10	100	10	100
Material	10	10	100	10	100
Bajo Costo	10	10	100	5	50
Menor mantenimiento	5	10	50	5	25
			500		375

La alternativa de selección más conveniente para el proceso de elaboración de la pulpa fue la despulpadora horizontal con 500 puntos superando la alternativa de despulpado vertical la cual obtuvo 375. La despulpadora horizontal se destaca, debido a que no deja residuos de semillas como lo hace el despulpador vertical.

c) Mezclador

Para seleccionar el equipo de mezclado más conveniente observamos la Tabla 4.50:

Tabla 4.50 Matriz de selección de las diferentes tecnologías para el mezclador

Factores	Peso (%)	Alternativas tecnológicas			
		Paletas		Aspas	
		Escala	Valor	Escala	Valor
Capacidad	10	10	100	5	50
Material	10	10	100	10	100
Ajuste de velocidad	10	10	100	10	100
Bajo Costo	10	10	100	5	50
Menor mantenimiento	5	10	50	5	25
			450		325

La alternativa de selección más conveniente para el proceso de elaboración del puré de carga es el mezclador de paletas con una puntuación de 450 superando al mezclador de aspas con una puntuación de 325. El mezclador de paletas destaca debido a su capacidad ya que puede procesar mayor volumen de mezcla que el de aspas.

d) Deshidratador

Para seleccionar el equipo de deshidratación más conveniente observamos la Tabla 4.51:

Tabla 4.51 Matriz de selección de las diferentes tecnologías para el deshidratador

Factores	Peso (%)	Alternativas tecnológicas			
		Por carga		Continuo	
		Escala	Valor	Escala	Valor
Capacidad	10	10	100	5	50
Material	10	10	100	10	100
Uniformidad de deshidratación	10	10	100	10	50
Bajo Costo	10	10	100	5	50
Menor mantenimiento	5	10	50	5	25
			450		275

La alternativa de selección más conveniente para el proceso de deshidratación de las láminas de frutas es el deshidratador por carga con una puntuación de 450 superando al deshidratador continuo con una puntuación de 275. El deshidratador por carga destaca debido a su uniformidad de deshidratación, ya que el aire convectivo permite controlar la humedad del interior y así garantizar las condiciones de deshidratación.

4.5.4 Dimensionamiento de equipos

A continuación, se muestra la hoja de especificación de equipos utilizados para la elaboración de roles de fruta deshidratados a partir de 4 frutas de procedencia nacional adaptados a la capacidad de la planta.

Tabla 4.52 Equipos empleados en el proceso de elaboración de roles de fruta a escala piloto a partir de materia prima nacional

Equipo	Especificaciones
<p>Balanza</p> 	<p>Material: acero inoxidable Capacidades: 75kgx10g/150kgx20g/300kgx50g Base: Aluminio reforzado Alimentación: Fte. 220 vca y batería interna recargable</p>
<p>Lavadora de frutas</p> 	<p>Material: acero inoxidable Capacidad. De 300 kg/h de fruta Dispositivo de potencia: bomba centrifuga De 2 hp y moto reductor de 1 hp</p>
<p>Despulpador</p> 	<p>Material: acero inoxidable 304 Capacidad:(250) kg/h Motor: ½ C.V</p>
<p>Mezclador</p> 	<p>Material: acero inoxidable 304 Producción: 250L/h Potencia del agitador: 1 hp Energía Eléctrica: trifásica 220 V</p>
<p>Deshidratador</p> 	<p>Material: acero inoxidable 304 Área de disipación de calor (m2): 200 Potencia de adaptador(kW): 20,2 Energía Eléctrica: trifásica 220 V Peso seco por lote(kg/lote): 1000</p>
<p>Empaquetadora</p> 	<p>Material: acero inoxidable 304 Producción: (12-15) packs/min Potencia: 18 kW Energía: sistema eléctrico</p>

4.6 Calcular la rentabilidad del proceso al pasar de ensayo de laboratorio a escala piloto.

Una vez establecidas las maquinas a nivel industrial, se desarrollaron los cálculos necesarios descritos en el capítulo tres, donde se realizó el análisis de margen de contribución de cada uno de los roles por separado, con esto poder determinar la incidencia de cada uno de ellos en las ganancias.

Una de las características principales que nos aparta el margen de distribución es poder determinar si es necesario dentro de los tres productos ofertados, cuál de ellos aparta más ganancia y por ende cual debe producirse en mayor cantidad para hacer rentable el proceso, por lo que se tomó como punto de partida de cantidad a producir los kilos del análisis de mercado, obteniéndose que para el rol de fruta de mango y parchita deben producirse 6687 unidades, guayaba y parchita 9060 unidad y para lechosa y parchita 5752; donde cada unidad poseerá un promedio de 15 gramos de puré de carga deshidratado.

Tabla. 4.53 Valores relevantes en el cálculo del costo asociado a la deshidratación.

Dimensiones bandeja (ancho - largo) (cm)	65 45
Área por bandeja (cm)	2925
Relación de masa/área (kg/m ²)	4
Área secado por bandeja (m ²)	0,2925
Bandejas por carrito (und)	24
Área de secado por carrito (m ²)	7,02
Cantidad de carritos	12
Área total de deshidratación (m ²)	84
Número de Bandejas disponibles para deshidratación (und)	288

De la tabla 4.53 obtenemos que del deshidratador se tienen disponibles 288 bandejas por carga para deshidratar.

Tabla. 4.54 Bandejas requeridas por variedad de rol para deshidratar

Fruta	kg/día	% deshidratación	%masa	kg/día a producir	Paquetes diarios (und)	Número de bandejas necesarias
Lechosa	763	89%	11%	86	5.752	74
Mango	486	79%	21%	100	6.687	86
Guayaba	486	72%	28%	136	9.060	117
		Total		322		277

Debido a la cantidad de horas en las que se debe llevar a cabo las deshidrataciones, se planteó que la empresa laborara dos turnos, y que las deshidrataciones de mango-parchita y lechosa-parchita se realizaran en simultáneo ya que las temperaturas del proceso son iguales.

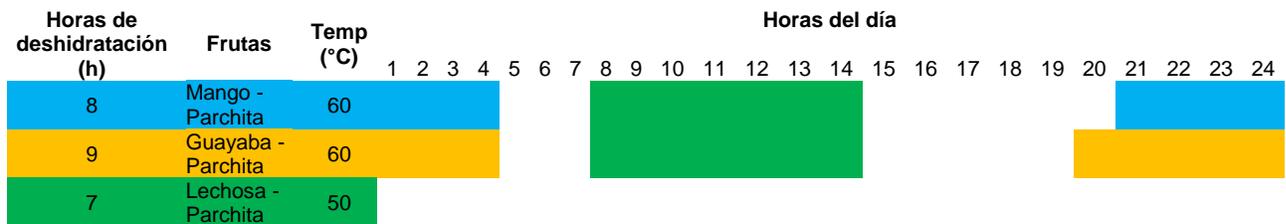


Figura.4.19 Representación de la distribución de horas de deshidratación.

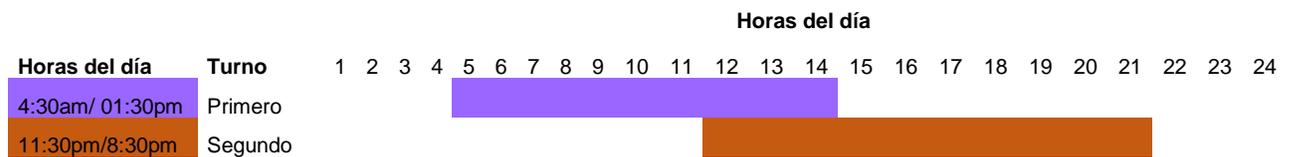


Figura.4.20 Representación de la distribución de horas de trabajo

De la figura 4.20 se agrega que el primer turno tendrá un receso de una hora a las 10:30am y el segundo turno tendrá un receso de una hora a las 4:30pm.

Adicionalmente se proyecta una plantilla de trabajadores de acuerdo con la tabla 4.55.

Tabla. 4.55 Plantilla de personal con sueldos

Ocupación	Cant	Mensual		
		Sueldo Bsf	Cesta Tickets	Total
Obreros	4	Bs. F. 177.507,00	Bs. F. 279.000,00	Bs. F. 1.826.028,00
Supervisor	2	Bs. F. 400.000,00	Bs. F. 279.000,00	Bs. F. 1.358.000,00
Contabilidad	1	Bs. F. 400.000,00	Bs. F. 279.000,00	Bs. F. 679.000,00
Secretaria	1	Bs. F. 300.000,00	Bs. F. 279.000,00	Bs. F. 579.000,00
Personal de limpieza	2	Bs. F. 177.507,00	Bs. F. 279.000,00	Bs. F. 913.014,00
Ventas	2	Bs. F. 450.000,00	Bs. F. 279.000,00	Bs. F. 1.458.000,00
Personal de vigilancia	1	Bs. F. 177.507,00	Bs. F. 279.000,00	Bs. F. 456.507,00
Montacarguista	1	Bs. F. 177.507,00	Bs. F. 279.000,00	Bs. F. 456.507,00
				Bs. F. 7.726.056,00

En consiguiente a la información descrita en la figura 4.19, se realizaron los cálculos para determinar los costos de energía eléctrica y agua que genera el proceso productivo en la fabricación de cada rol por separado.

Tabla. 4.56 Costos de servicios en la fabricación de roles de fruta

Roles producidos en un día (und)	Horas deshidratación (h)	Costo por deshidratación (bsF)	Fruta necesaria (kg)	Costo por lavado (bsF)	Costo consumo de agua (bsF)	Costo por despulpado (bsF)	Costo por mezclado (bsF)	Costo por empacado (bsF)	Costo total energía y agua (bsF)	Costo por empaque (bsF)	
Mango y Parchita	66 87	8	0,723	827,7	0,333	41,9	0,497	0,643	0,6	44,778	0,0067
Guayaba y Parchita	90 60	9	0,813	895,3	0,360	45,4	0,538	0,601	0,6	48,271	0,0053
Lechosa y Parchita	57 52	7	0,632	1348,0	0,542	68,3	0,810	0,901	0,901	72,086	0,0125

Todos los valores antes descritos corresponden a cálculos de costos fijos y variables. Ahora bien, para el cálculo del costo de materia prima se tiene la siguiente información,

Tabla. 4.57. Mango y Parchita necesarios para la elaboración del rol

Meta Puré de carga (kg/día)	486	Relación de frutas	Porcentaje de rendimiento (%)	Fruta entera necesaria (kg)	%Deshidratación	Masa deshidratada (kg)
Mango	408	0,84	79,8	512	21%	102,06
Parchita	78	0,16	24,6	316		
Total				828		

Tabla. 4.58. Lechosa y Parchita necesarios para la elaboración del rol

Meta Puré de carga (kg/día)	763	Relación de frutas	Porcentaje de rendimiento (%)	Fruta entera necesaria (kg)	%Deshidratación	Masa deshidratada (kg)
Lechosa	618	0,81	81,4	759	11%	84
Parchita	145	0,19	24,6	589		
Total				1348		

Tabla. 4.59. Guayaba y Parchita necesarios para la elaboración del rol

Meta Puré de carga (kg/día)	486	Relación de frutas	Porcentaje de rendimiento (%)	Fruta entera necesaria (kg)	%Deshidratación	Masa deshidratada (kg)
Guayaba	399	0,82	0,738	540	28%	136
Parchita	87	0,18	0,246	355		
Azúcar	73					
Total				895		

Tabla. 4.60 Costo de materia prima para un paquete de rol de Mango y Parchita

Fruta necesaria entera (kg/día)	Costo Kilo (bs)	Costo por fruta (bs/kgdía)	Costo MP por empaque (bs)
Mango	512	Bs. F. 7.000	Bs. F. 3.583.082
Parchita	316	Bs. F. 10.000	Bs. F. 3.158.679
Empaques Diarios (und)	6687		Bs. F. 6.741.762

Tabla. 4.61 Costo de materia prima para un paquete de rol de Lechosa y Parchita

Fruta necesaria entera (kg/día)	Costo Kilo (bs)	Costo por fruta (bs/kgdía)	Costo MP por empaque (bs)
Lechosa	759	Bs. F. 10.000	Bs. F. 7.591.592
Parchita	589	Bs. F. 10.000	Bs. F. 5.888.808
Empaques Diarios (und)	5752		Bs. F. 13.480.400

Tabla. 4.62 Costo de materia prima para un paquete de rol de Guayaba y Parchita

Fruta necesaria entera (kg/día)	Costo Kilo (bs)	Costo por fruta (bs/kg día)	Costo MP por empaque (bs)
Guayaba	540	Bs. F. 6.000	Bs. F. 3.239.398
Parchita	355	Bs. F. 10.000	Bs. F. 3.553.514
Azúcar	73	Bs. F. 20.000	Bs. F. 1.458.000
Empaques Diarios (und)	9060		Bs. F. 8.250.912

Una vez determinados los costos fijos y variables, se procedió a determinar el margen de contribución de cada una de las formulaciones.

Tabla. 4.63 Margen de contribución y proporción del rol de Mango y Parchita

Costo de mano de obra directa (bs)	Bs.F 5,64
Costo de materia prima (bs)	Bs.F 2.008,19
Costo de servicios asociados a la producción (bs)	Bs.F 0,01
Costos fijos (bs)	Bs.F 9,50
Costo de mano de obra indirecta (bs)	Bs.F 6,33
Gastos adicionales (bs)	Bs.F 3,17
Precio del producto (bs)	Bs.F 2.880,00
Costos variables (bs)	Bs.F 2.013,84
Margen de contribución	866,2
Proporción	0,3007

Tabla. 4.64 Margen de contribución y proporción del rol de Lechosa y Parchita

Costo de mano de obra directa (bs)	Bs.F 5,64
Costo de materia prima (bs)	Bs.F 3.343,60
Costo de servicios asociados a la producción (bs)	Bs.F 0,01
Costos fijos (bs)	Bs.F 9,50
Costo de mano de obra indirecta (bs)	Bs.F 6,33
Gastos adicionales (bs)	Bs.F 3,17
Precio del producto (bs)	Bs.F 4.785,00
Costos variables (bs)	Bs.F 3.349,26
Margen de contribución	1435,7
Proporción	0,3001

Tabla. 4.65 Margen de contribución y proporción del rol de Guayaba y Parchita

Costo de mano de obra directa (bs)	Bs. F 5,64
Costo de materia prima (bs)	Bs. F 1.910,70
Costo de servicios asociados a la producción (bs)	Bs. F 0,01
Costos fijos (bs)	Bs. F 9,50
Costo de mano de obra indirecta (bs)	Bs. F 6,33
Gastos adicionales (bs)	Bs. F 3,17
Precio del producto (bs)	Bs. F 2.740,00
Costos variables (bs)	Bs. F 1.916,35
Margen de contribución	823,7
Proporción	0,3006

Para el cálculo de la margen de contribución es fundamental fijar el precio de venta al público, según la fórmula 3.1. En las regulaciones venezolanas de atención al consumidor se estipula de Ley de Precios Justos, la cual destaca que el precio de venta al público no puede exceder el 30% de los costos de mano de obra directa y costos de producción.

Al analizar las tablas 4.63, 4.64 y 4.65, se puede observar que el margen de contribución es positivo, por lo cual el precio fijado es suficiente para cubrir los costos de producción directos, y al compararlo con los costos fijos se observa que cada uno por su cuenta puede cubrirlos arrojando que efectivamente existen ganancias, en el proceso productivo.

Adicionalmente se calculó la relación de proporción, la cual destaca la parte que se utiliza para los costos fijos y utilidades, donde en los tres casos estuvo alrededor del 30%, lo cual también indica buenos resultados de rentabilidad.

En el dado caso que el margen de contribución fuese negativo, se podría determinar el punto de equilibrio, lo cual no es el caso en cuestión. Ya que los costos fijos atribuidos a cada empaque son bastante inferiores al monto del margen, por lo tanto, no hay medidas adicionales que tomar (reducción de personal, aumento de unidades de empaque, etc).

Y, por último, el margen de contribución permite ayudar a decidir cuántos de cada uno se tienen que fabricar; esto es especialmente importante si los productos utilizan los mismos materiales o procesos para su fabricación, que en este caso son todos los procesos previos de manipulación y la deshidratación.

A nivel de ingreso de dinero, el rol de lechosa y parchita es quien aporta más fondos seguido del rol de mango y parchita y por último el rol de guayaba y parchita, pero debido a que tanto el rol de mango-parchita y de guayaba-parchita, se deshidratan a la misma temperatura esto permite una optimización del proceso, ya que se puede llevar a cabo en simultaneo la deshidratación, además que la capacidad del deshidratador lo permite.

Queda evidenciado que, de cara a la fabricación, el proceso es rentable ya que el producto cubre por si mismos sus costos de producción, costos fijos y variables; dejando margen para la reinversión, o pago de préstamos para la adquisición de máquinas.

CONCLUSIONES

1. El factor principal para la selección de las frutas fue la disponibilidad y seguidamente la producción nacional, seleccionándose para el desarrollo de los roles de frutas fueron, parchita, mango, lechosa y guayaba.
2. Los valores obtenidos experimentalmente de pH, sólidos solubles y acidez titulable para las cuatro frutas en estudio, estuvieron en concordancia con los reportados por la bibliografía, dentro de la normativa Venezolana vigente.
3. Se empleó un modelo factorial con el estudio simultáneo de tres factores y dos niveles cada uno y la cantidad de formulaciones corresponde a ocho según el modelo factorial 2^3
4. Según la evaluación y análisis sensorial se obtuvo que la formulación con mayor aceptación por los consumidores, para el rol de mango y parchita fue bajo las condiciones de 60°C , $0,40 \text{ g/cm}^2$ y 8 hrs de deshidratación; para el rol de guayaba y parchita fueron 60°C , $0,40 \text{ g/cm}^2$ y 10 h; y para el rol de lechosa y parchita 50°C , $0,40 \text{ g/cm}^2$ y 7 hrs.
5. El proceso de deshidratación estuvo bajo los tiempos determinados por las referencias bibliográficas consultadas.
6. De los tres tipos de roles, el rol de guayaba con parchita fue el que estuvo mayor aceptación.
7. El factor predominante en la aceptación de los roles fue el espesor de la película el cual era definido por la cantidad de puré de carga dispuesta a deshidratar.
8. Los análisis estadísticos demostraron la correcta aplicación de la encuesta, ya que los valores obtenidos demostraron la existencia de diferencias significativas entre las formulaciones.
9. Los costos de materia prima se realizaron de acuerdo a la temporada de cosecha en la cual se realizó la investigación.
10. Los márgenes de contribución de cada rol de fruta por separado fueron positivos y con capacidad de cubrir los costos variables, costos fijos y generar utilidades.

RECOMENDACIONES

1. Realizar análisis de calorías para recomendar al cliente una porción específica que cumpla con sus regímenes alimenticios.
2. Estudiar el color de las láminas deshidratadas para determinar el impacto en la aceptación del producto.
3. Efectuar estudios de velocidad de deshidratación rotando las bandejas de lugares.
4. Estudiar otros medios de empaque del material que permita aumentar su vida de anaquel.

REFERENCIAS

Andress, E.; Harrison, J.A. (1999). *So Easy to Preserve*, 4th edition. Athens: University of Georgia Cooperative Extension Service.

Anzaldúa-Morales, A. (1994). *La Evaluación Sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica*. España: Editorial Acribia. ISBN N° 324-17.

Aular, J.; Casares, M. (2011). Consideraciones sobre la producción de frutas en Venezuela. *Rev. Bras. Frutic.*, Jaboticabal - SP, Volume Especial, E. 187-198.

Azeredo, H; Brito E; Moreira, G; Farias, V; Bruno, L. (2006). Effect of drying and storage time on the physico-chemical properties of mango leathers. *International Journal of Food Science and Technology*, 41 (x): 635–638.

Barbosa, G; Vega, H. (2000). *Deshidratación de alimentos*. España: Editorial Acribia. ISBN N° 324-17.

Belseira, A. (1992). *Consideraciones teórico – prácticas en la deshidratación de frutas preconseradas por factores combinados*. Tesis de Licenciatura en Ingeniería en Alimentos. UDLA.

Cheftel, J. (1998). *Introducción a la bioquímica y tecnología de alimentos*. Vol. I. Zaragoza: Acribia.

Carranza, J.; M. Sánchez. (2002). Cinética de secado de Plátano (*Musa paradisiaca L.*) y Yuca (*Manihot esculenta Grantz*). *Revista Amazónica de Investigación Alimentaria de la Facultad de Ingeniería en Industrias Alimentarias (Perú)* 2(1):15-25.

Cañizares, A.; Laverde, D.; Puesme E, R. (2003) Crecimiento y desarrollo del fruto de guayabero (*Psidium guajava L.*) en Santa Bárbara, estado Monagas, Venezuela. *Revista UDO Agrícola*, Maturín, 3 (1): 34-38.

Ceballo, E.; Jiménez, M. (2012). Cambios en las propiedades de frutas y verduras durante la deshidratación con aire caliente y su susceptibilidad al deterioro microbiano. *Temas Selectos de Ingeniería de Alimentos* 6 -1: 98 – 110. Cholula, Puebla, México.

Cheman, Y; Sin, K. 1997. Processing and consumer acceptance of fruit leather from the unfertilised floral parts of Jack fruit. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 75 (1): 102-108

Cheman, Y. y Taufik. 1995. Development and stability of jack fruit leather. *Tropical Science* 35 (3): 245-250

Comisión Venezolana de normas industriales COVENIN 1156 (1979). Determinación de humedad. Ministerios de industrias ligeras y comercio - COVENIN. Venezuela.

Comisión Venezolana de normas industriales COVENIN 924 (1983). Determinación de sólidos solubles. Ministerios de industrias ligeras y comercio - COVENIN. Venezuela.

Comisión Venezolana de normas industriales COVENIN 1315 (1979). Alimentos. Determinación del pH. (Acidez Iónica). Ministerios de industrias ligeras y comercio - COVENIN. Venezuela.

Comisión Venezolana de normas industriales COVENIN 1151 (1977). Determinación de acidez titulable. Ministerios de industrias ligeras y comercio - COVENIN. Venezuela.

Comisión Venezolana de normas industriales COVENIN 1295 (1982). Determinación de Vitamina C. Ministerios de industrias ligeras y comercio - COVENIN. Venezuela.

Comisión Venezolana de normas industriales COVENIN 1337(1990). Método para recuento de mohos y levaduras. Ministerios de industrias ligeras y comercio - COVENIN. Venezuela.

Comisión Venezolana de normas industriales COVENIN 902 (1987). Método para recuento de colonias de bacterias aeróbicas en capsulas de petri. Ministerios de industrias ligeras y comercio - COVENIN. Venezuela.

Comisión Venezolana de normas industriales COVENIN 1086 (1984). Método para recuento de colonias de bacterias coliformes en capsulas de petri. Ministerios de industrias ligeras y comercio - COVENIN. Venezuela.

Curvetino, V. (2004). Comportamiento de Secado de Pulpa de Murta (*Ugni Molinae Turcz*) y estimación del consumo energético en la deshidratación de una lámina de fruta. Escuela de Ingeniería. Universidad Austral de Chile.

Del Valle, F. (2002). La actividad acuosa y su relación con la estabilidad de los Alimentos. Tecnología de Alimentos. (México) Vol. 20. N°.3.

Ewaidah, E.; Hasan, B. 1992. Prickly pear sheets: a new fruit product. International Journal of Food Science and Technology 27 (3): 353-358.

Farber, J.N., Harris, L.J., Parish, M.E., Beuchat, L.R., Suslow, T.V., Gorney, J.R., Garrett, E.H., Busta, F.F. 2003. Microbiological safety of controlled and modified atmosphere packaging of fresh and fresh-cut produce. Vol. 2 (Supplement), Institute of Food Technologists, Chicago, EE.UU, pp. 142-160

FAO (2016). Food and Agriculture Organization of the United Nations. Production. Disponible en: <<http://www.fao.org/faostat/en/#home> >. Acceso en: 27/12/16.

Fedeagro. (2011). Confederación Nacional de Asociaciones de Productores Agropecuarios. Estadísticas Agrícolas. Disponible en: <<http://www.fedeagro.org/produccion/default.asp>>. Acceso en: 27/04/1.

González, A; Espinoza, A; Cañizares, C; Méndez, J. (2008). Obtención de un polvo de ají dulce (*Capsicum chinese*) producido mediante deshidratación por aire forzado. Revista UDO Agrícola. Volumen 8 2008 número 1.

Harrar, A.; Machado, H. (2012) Determinación de las condiciones óptimas de Procesamiento para la deshidratación del mango (*Mangifera Indica L.*): Proceso Analítico Jerárquico (AHP). Revista Anales de la Universidad Metropolitana. Vol. 13, N° 1,: 171-190.

Henriette, M.; Azeredo, E.; Brito, Germano, G.; Moreira, V.; Farias, L. (2005). Effect of drying and storage time on the physico-chemical properties of mango leathers. *International Journal of Food Science and Technology* 2006, 41, 635–638.

Hincapié, G; barajas, J; Arias, Z. (2011). Evaluación del secado por convección de la guayaba (*Psidium guajava* L.) variedad manzana. *Revista Investigaciones Aplicadas*. Vol. 5, No.2 PP.92-103. Medellín - Colombia

Honorato, G.; E. Oliveira; O. Alsina; M. Magalhaes. (2005). Estudio del proceso cinético del secado de cefalotórax de camarón. *Información Tecnológica. Industria Alimentaria (Perú)* 16(4): 3-10

Karel, M. (1979). The significance of moisture to food quality. *Rec. Adv. In Food Sci, and technol.*, p. 382.

Labuza, T.P. (1971). Properties of water and the keeping quality of foods. *Memorias del III Congreso Internacional de Ciencia y Tecnología de Alimentos, Washington, D.C., EUA.*

Labuza, T.P. (1980). Effect of water Activity on reaction kinetics of deterioration. *Food Technol.* 34 (4):36.

Labuza, T.P. Tannenbaum, S.R. Karel, M. (1970). Water content and stability of low moisture and intermediate moisture foods. *Food Technol.* 24:543.

Laguado, N., O. Briceño, R. Rojo, M. Marín, D. Esparza, L. de Moreno, J. Mora, y H. Ferrer (1995). Efecto de la fertilización y del estado de madurez sobre la calidad de frutos de guayaba (*Psidium guajava*. L). *Rev. Fac. Agron. (LUZ)*, 12(4): 437-449.

Leung, H. K. (1987). Influence of water activity on chemical reactivity. En *Water Activity Theory and Applications to Food*, editado por L. B. Rockland y L. R. Beuchat. Marcel Dekker, New York.

Maldonado, R.; E. Pacheco. (2003). Curvas de deshidratación del brócoli (*Brassica oleraceae* L var. *Italica* Plenck) y coliflor (*Brassica oleraceae* L var. *Botrytis* L). *Rev. Fac. Agr. LUZ.* 20: 306-319.

Marín, E; Lemus, R. (2006). La rehidratación de alimentos deshidratados. *Revista Chilena de Nutrición*, 33(3), 527-538. Santiago de Chile.

Martínez, N. (2000). Características y comportamiento durante el secado de durazno sometido a distintos pretratamientos. Tesis de Licenciatura. UDLA.

Maskan, M. (2000). Drying, shrinkage and rehydration characteristics of kiwifruits during hot air and microwave drying. *Journal of Food Engineering* 48. Elsevier.

Medina, M. (1980). Deshidratación Osmótica de lechosa. Determinación de algunos parámetros del proceso y estudio sobre la estabilidad del producto durante el almacenamiento. Trabajo especial de Grado. Universidad Central de Venezuela.

Miller, E., Hall, G., (2002). Distribution of total soluble solids, ascorbic acid. Total acid, and bromelain activity in the fruit of the Natal pineapple (*Ananas Comosus L. MERR.*). *Plant Physiology* 28, 532–534.

Monsalve, J; Machado, M. (2007) Evaluación de dos métodos de deshidratación del tomate *Lycopersicon esculentum mill*) variedad manzano. *Multiciencias*, vol. 7, núm. 3, septiembre-diciembre, 2007, pp. 256-265. Universidad del Zulia. Punto Fijo, Venezuela.

Moyls, A. 1981. Drying of Apple Purees. *Journal of Food Science* 46 (3): 939- 942.

Okos, M; Narsimhan, G.; Singh, R.; Weitnauer, A. (1992) Food dehydration in *Handbook of Food Engineering*, editado por D.R. Heldman y D. B. Lund. Marcel Dekker, New York.

Pott, I.; Neidhart, S.; Muhlbauer, W.; Carle, R. (2005). Quality improvement of non-sulphited mango slices by drying at high temperatures. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*. 6: 412-419.

Ramallo, L; Mascheroni, R. (2012). Quality evaluation of pineapple fruit during drying process. *Food and Bioproducts Processing* 90 275–283.

Rodríguez, J; Díaz, Y; Pérez, A; Cruz, N; Rodríguez, P. (2014). Evaluación de la calidad y el rendimiento en papaya silvestre (*Carica papaya* L.) de Cuba. *Cultivos Tropicales*, 35(3), 36-44. *Cultrop* vol.35 no.3 La Habana. Cuba.

Sampieri, R; Collado, C; Lucio, P. (2003). *Metodología de la investigación*. McGraw Hill. México. pp 117-119.

Sancho, J. Bota, E. De Castro, J. (1999). *Introducción al análisis sensorial de los alimentos*. Edicions de la Universitat de Barcelona. ISBN 84-8338-052-8.

Sierra, R; (1995). *Técnicas de investigación Social Teoría y ejercicios*, Décima edición, Editorial Paraninfo, Madrid.

Scott, W. J. (1957). Water relations of Food spoilage microorganisms. *Adv. Food Res.* 7.84.

Stier, A. 1996. *Elaboración y caracterización de láminas deshidratadas depulpa, de kiwi y manzana*. Tesis Magíster en Ciencias Agropecuarias. Santiago. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. 60 p.

Torrealba, N. (2007). Fibre concentrate from mango fruit: Characterization, associated antioxidant capacity and application as a bakery product ingredient. *Food science and technology*, 40(4): 722-729

Torres, A.; Seguel, I.; Contreras, G. y Castro, M. 1999. Caracterización Físico – Química de frutas de Murta (*Murtilla*) *Ugnimolinae* Turcz. *Agricultura Técnica* 59 (4): 260-270.

Tsui, T. (2011). Interstate Comparison - Use of Contribution Margin in Determination of Price Fixing, *Pace Int'l L. Rev. Online Companion*.

Van der Berg, C.; Bruni, S. (1981). *Water Activity and its estimation in food systems: theoretical aspects*. En *Water Activity: Influences on food quality*, editado por L. B. Rockland y G.F. Steward. Academic Press, New York.

Vijayanand, P.; Yadav, A.; Narasimham, P. 2000. Storage Stability of Guava Fruit Bar Prepared Using a New Process. *Lebensmittel – Wissenschaft und – Technologie* 33 (2): 132-137

Watts B. M, Ylimaki G. L, Jeffery L. E, Elías L. G. (1992). *Métodos Sensoriales Básicos para la Evaluación de Alimentos*. Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo Ottawa Canadá [en línea]. Disponible en: <https://idl-bnc-idrc.ca/dspace/bitstream/10625/12666/1/IDL-12666.pdf>. [Consulta: 22/02/2017]

Wilson, Ch. W. (1980). *Tropical and Subtropical Fruits. Composition, properties and uses*. The AVI Publishing Company. Westport, Connecticut. 279 – 299.

Woodroof, J. 1986. *Commercial fruit processing*. Avi publishing Company, INC. Westport, Connecticut. USA. 678 p.

Zorrilla, A; (1993) “Introducción a la metodología de la investigación”. México, Aguilar León y Cal, Editores, 11ª Edición.

Zuloaga, D; Cortes, M; Rodríguez, E; (2010). Evaluación de las características físicas de mango deshidratado aplicando secado por aire caliente y deshidratación osmótica. *Revista de la Facultad de Ingeniería U.C.V.*, Vol. 25, N° 4, pp. 127–135, 2010.

Apéndice A Tablas estadísticas

Tabla A.1. Números aleatorios para la identificación de muestras

(Guerrero *et al*, 1999).

TABLA DE NÚMEROS ALEATORIOS

79 83 19	24 07 45	38 42 34	74 97 12	45 59 34
62 81 14	14 08 00	07 96 88	25 93 47	68 49 20
32 86 42	56 76 31	13 51 03	16 64 36	15 37 87
66 40 14	51 18 20	26 93 70	52 23 33	08 31 54
90 84 45	46 78 73	97 10 78	04 49 69	72 89 44
11 68 05	90 64 19	71 86 99	31 73 41	48 08 70
96 57 69	48 55 90	96 46 92	59 29 97	86 60 42
77 84 29	66 37 32	10 45 65	55 91 65	35 85 29
53 75 91	68 49 69	34 25 27	37 32 28	54 23 64
34 50 57	43 09 79	18 14 90	71 41 61	49 69 96
74 37 85	13 77 48	96 23 70	23 52 33	31 99 73
22 04 39	88 75 80	22 95 75	12 31 04	94 58 28

Tabla A.2. Tabla de significancia para pruebas pareadas

Número de juicios	Pruebas bilaterales* Nivel de probabilidad			Pruebas unilaterales** Nivel de probabilidad		
	5%	1%	0.1%	5%	1%	0.1%
5	-	-	-	5	-	-
6	-	-	-	6	-	-
7	7	-	-	7	7	-
8	8	8	-	7	8	-
9	8	9	-	8	9	-
10	9	10	-	9	10	10
11	10	11	11	9	10	11
12	10	11	12	10	11	12
13	11	12	13	10	12	13
14	12	13	14	11	12	13
15	12	13	14	12	13	14
16	13	14	15	12	14	15
17	13	15	16	13	14	16
18	14	15	17	13	15	16
19	15	16	17	14	15	17
20	15	17	18	15	16	18
21	16	17	19	15	17	18
22	17	18	19	16	17	19
23	17	19	20	16	18	20
24	18	19	21	17	19	20
25	18	20	21	18	19	21
26	19	20	22	18	20	22
27	20	21	23	19	20	22
28	20	22	23	19	21	23
29	21	22	24	20	22	24
30	21	23	25	20	22	24
31	22	24	25	21	23	25
32	23	24	26	22	24	26
33	23	25	27	22	24	26
34	24	25	27	23	25	27
35	24	26	28	23	25	27
36	25	27	29	24	26	28
37	25	27	29	24	27	29
38	26	28	30	25	27	29
39	27	28	31	26	28	30
40	27	29	31	26	28	31
41	28	30	32	27	29	31
42	28	30	32	27	29	32
43	29	31	33	28	30	32
44	29	31	34	28	31	33
45	30	32	34	29	31	34
46	31	33	35	30	32	34
47	31	33	36	30	32	35
48	32	34	36	31	33	36
49	32	34	37	31	34	36
50	33	35	37	32	34	37
60	39	41	44	37	40	43
70	44	47	50	43	46	49
80	50	52	56	48	51	55

* Número mínimo de juicios coincidentes necesario para establecer diferencia significativa

** Número mínimo de respuestas correctas necesario para establecer diferencia significativa

Fuente: Roessler y col. 1956

Apéndice B Tablas de Datos Experimentales

Tabla B.1 Progreso de pérdida de agua en la deshidratación del rol de Lechosa y parchita (muestra 37)

Horas (h)	Peso(g)
0	460
1	345
2	280
3	213
4	155
5	96
6	66
7	52

Temperatura de deshidratación: 50°C

Espesor de la capa: $0,45 \text{ g/cm}^2$

Tabla B.2 Progreso de pérdida de agua en la deshidratación del rol de Lechosa y parchita (muestra 66)

Horas (h)	Peso (g)
0	460
1	323
2	212
3	130
4	79
5	58
6	51
7	49
8	48

Temperatura de deshidratación: 50°C

Espesor de la capa: $0,45 \text{ g/cm}^2$

Tabla B.3 Progreso de pérdida de agua en la deshidratación del rol de Lechosa y parchita (**muestra 40**)

Horas (h)	Peso (g)
0	512
1	363
2	263
3	192
4	142
5	87
6	74
7	60

Temperatura de deshidratación: 50°C

Espesor de la capa: 0,50 g/cm^2

Tabla B.4 Progreso de pérdida de agua en la deshidratación del rol de Lechosa y parchita (**muestra 40**)

Horas (h)	Peso (g)
0	512
1	385
2	295
3	221
4	170
5	120
6	89
7	72
8	62

Temperatura de deshidratación: 50°C

Espesor de la capa: 0,50 g/cm^2

Tabla B.5 Progreso de pérdida de agua en la deshidratación del rol de Lechosa y parchita (**muestra 20**)

Horas (h)	Peso(g)
0	461
1	356
2	257
3	170
4	105
5	69
6	55
7	54

Temperatura de deshidratación: 60°C

Espesor de la capa: $0,45 \text{ g/cm}^2$

Tabla B.6 Progreso de pérdida de agua en la deshidratación del rol de Lechosa y parchita (**muestra 77**)

Horas (h)	Peso (g)
0	461
1	301
2	200
3	113
4	74
5	59
6	56
7	55
8	55

Temperatura de deshidratación: 60°C

Espesor de la capa: $0,45 \text{ g/cm}^2$

Tabla B.7 Progreso de pérdida de agua en la deshidratación del rol de Lechosa y parchita (**muestra 84**)

Horas (h)	Peso (g)
0	512
1	349
2	207
3	118
4	73
5	65
6	58
7	57

Temperatura de deshidratación: 60°C

Espesor de la capa: $0,50 \text{ g}/\text{cm}^2$

Tabla B.8 Progreso de pérdida de agua en la deshidratación del rol de Lechosa y parchita (**muestra 78**)

Horas (h)	Peso (g)
0	512
1	345
2	222
3	139
4	90
5	70
6	65
7	64
8	63

Temperatura de deshidratación: 60°C

Espesor de la capa: $0,50 \text{ g}/\text{cm}^2$

Tabla B.9 Progreso de pérdida de agua en la deshidratación del rol de Mango y parchita

(muestra 68)

Horas (h)	Peso (g)
0	462
1	383
2	284
3	215
4	151
5	103
6	86
7	79
8	78

Temperatura de deshidratación: 50°C

Espesor de la capa: $0,45 \text{ g/cm}^2$

Tabla B.10 Progreso de pérdida de agua en la deshidratación del rol de Mango y

parchita (muestra 76)

Horas (h)	Peso (g)
0	461
1	355
2	252
3	175
4	119
5	89
6	81
7	77
8	76
9	75
10	75

Temperatura de deshidratación: 50°C

Espesor de la capa: $0,45 \text{ g/cm}^2$

Tabla B.11 Progreso de pérdida de agua en la deshidratación del rol de Mango y parchita (**muestra 05**)

Horas (h)	Peso (g)
0	512
1	380
2	280
3	220
4	155
5	115
6	92
7	82
8	73

Temperatura de deshidratación: 50°C

Espesor de la capa: $0,50 \text{ g/cm}^2$

Tabla B.12 Progreso de pérdida de agua en la deshidratación del rol de Mango y parchita (muestra 32)

Horas (h)	Peso (g)
0	512
1	419
2	322
3	209
4	132
5	96
6	89
7	84
8	75
9	66
10	65

Temperatura de deshidratación: 50°C

Espesor de la capa: $0,50 \text{ g/cm}^2$

Tabla B.13 Progreso de pérdida de agua en la deshidratación del rol de Mango y parchita (**muestra 96**)

Horas (h)	Peso (g)
0	460
1	380
2	304
3	280
4	219
5	157
6	138
7	115
8	95

Temperatura de deshidratación: 60°C

Espesor de la capa: $0,45 \text{ g/cm}^2$

Tabla B.14 Progreso de pérdida de agua en la deshidratación del rol de Mango y parchita (**muestra 57**)

Horas (h)	Peso (g)
0	462
1	340
2	245
3	234
4	186
5	139
6	127
7	111
8	106
9	101
10	98

Temperatura de deshidratación: 60°C

Espesor de la capa: $0,45 \text{ g/cm}^2$

Tabla B.15 Progreso de pérdida de agua en la deshidratación del rol de Mango y parchita (**muestra 18**)

Horas (h)	Peso (g)
0	511
1	373
2	279
3	261
4	195
5	140
6	125
7	104
8	100

Temperatura de deshidratación: 60°C

Espesor de la capa: $0,50 \text{ g/cm}^2$

Tabla B.16 Progreso de pérdida de agua en la deshidratación del rol de Mango y parchita (**muestra 73**)

Horas (h)	Peso (g)
0	513
1	423
2	346
3	336
4	266
5	194
6	173
7	143
8	130
9	121
10	115

Temperatura de deshidratación: 60°C

Espesor de la capa: $0,50 \text{ g/cm}^2$

Tabla B.17 Progreso de pérdida de agua en la deshidratación del rol de Guayaba y parchita (**muestra 14**)

Horas (h)	Peso (g)
0	461
1	382
2	316
3	252
4	205
5	176
6	158
7	140
8	120
9	100

Temperatura de deshidratación: 40°C

Espesor de la capa: 0,45 g/cm^2

Tabla B.18 Progreso de pérdida de agua en la deshidratación del rol de Guayaba y parchita (**muestra 64**)

Horas (h)	Peso (g)
0	461
1	395
2	325
3	265
4	215
5	195
6	170
7	155
8	132
9	109
10	108

Temperatura de deshidratación: 40°C

Espesor de la capa: 0,45 g/cm^2

Tabla B.19 Progreso de pérdida de agua en la deshidratación del rol de Guayaba y parchita (**muestra 08**)

Horas (h)	Peso (g)
0	512
1	405
2	350
3	285
4	239
5	210
6	187
7	167
8	155
9	125

Temperatura de deshidratación: 40°C

Espesor de la capa: $0,50 \text{ g/cm}^2$

Tabla B.20 Progreso de pérdida de agua en la deshidratación del rol de Guayaba y parchita (**muestra 56**)

Horas (h)	Peso (g)
0	512
1	430
2	365
3	305
4	265
5	240
6	210
7	190
8	165
9	138
10	125

Temperatura de deshidratación: 40°C

Espesor de la capa: $0,50 \text{ g/cm}^2$

Tabla B.21 Progreso de pérdida de agua en la deshidratación del rol de Guayaba y parchita (**muestra 53**)

Horas (h)	Peso (g)
0	461
1	393
2	316
3	252
4	205
5	176
6	153
7	141
8	127
9	125

Temperatura de deshidratación: 50°C

Espesor de la capa: $0,45 \text{ g/cm}^2$

Tabla B.22 Progreso de pérdida de agua en la deshidratación del rol de Guayaba y parchita (**muestra 45**)

Horas (h)	Peso (g)
0	461
1	350
2	267
3	212
4	179
5	161
6	149
7	142
8	134
9	130
10	129

Temperatura de deshidratación: 50°C

Espesor de la capa: $0,45 \text{ g/cm}^2$

Tabla B.23 Progreso de pérdida de agua en la deshidratación del rol de Guayaba y parchita (**muestra 84**)

Horas (h)	Peso (g)
0	512
1	390
2	304
3	246
4	209
5	187
6	172
7	162
8	152
9	149

Temperatura de deshidratación: 50°C

Espesor de la capa: $0,50 \text{ g/cm}^2$

Tabla B.24 Progreso de pérdida de agua en la deshidratación del rol de Guayaba y parchita (**muestra 11**)

Horas (h)	Peso (g)
0	512
1	422
2	336
3	273
4	227
5	198
6	180
7	168
8	154
9	148
10	147

Temperatura de deshidratación: 50°C

Espesor de la capa: $0,50 \text{ g/cm}^2$

Apéndice C Cálculos típicos

Mezclador

Para el cálculo del diámetro del tanque se parte de una producción es de 250 kg/h de producto vamos a tomar como volumen del tanque 300 L, como de seguridad y asumiendo $D=L$, sustituyendo los valores correspondientes tenemos:

$$D = \sqrt[3]{\frac{4 \cdot (0,3\text{m}^3)}{\pi}} = \sqrt[3]{0,382 \text{ m}^3} = 0,73 \text{ m} \cong 0,8\text{m}$$

$$L = 1,2 \cdot (0,73 \text{ m}) = 0,88 \text{ m}$$

El diámetro del agitador se calcula mediante la ecuación:

$$D_a = 0,5 \cdot D_t$$

Sustituyendo los valores correspondientes tenemos:

$$D_a = 0,5 \cdot (0,8 \text{ m}) = 0,4 \text{ m}$$

La altura de la base del tanque se calcula mediante la ecuación:

$$C = \frac{1}{3} \cdot D_t$$

Sustituyendo tenemos:

$$C = \frac{0,8 \text{ m}}{3} = 0,26 \text{ m}$$

La altura del agitador se calcula a través de la ecuación:

$$W = \frac{1}{5} D_a$$

Sustituyendo tenemos:

$$W = \frac{1}{5} (0,4 \text{ m}) = 0,08 \text{ m}$$

El cálculo del diámetro del rodete, se obtiene mediante la ecuación:

$$D_d = \frac{2}{3} \cdot D_a$$

Sustituyendo los datos calculados previamente tenemos:

$$D_d = \frac{2}{3} \cdot (0,4 \text{ m}) = 0,26 \text{ m}$$

La longitud del rodete se calcula mediante la ecuación:

$$L = \frac{1}{4} \cdot D_a$$

Sustituyendo tenemos:

$$L = \frac{1}{4} \cdot (0,4 \text{ m}) = 0,1 \text{ m}$$

El ancho del deflector se calcula mediante la ecuación:

$$J = \frac{1}{12} \cdot D_T$$

Sustituyendo tenemos:

$$J = \frac{1}{12} \cdot (0,8 \text{ m}) = 0,066 \text{ m}$$

El cálculo del Reynolds se obtiene mediante la ecuación:

$$Re = \frac{D_a^2 \cdot N \cdot \rho}{\mu}$$

Sustituyendo tenemos:

$$N = \frac{10.000 \cdot (0,05762 \frac{\text{kg}}{\text{m.s}})}{(0,4 \text{ m})^2 \cdot (1.025 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3})} = 3,51 \text{ rps}$$

La potencia se calcula según la ecuación:

$$P = K_T \cdot N^3 \cdot D_a^5 \cdot \rho$$

Es necesario tener el valor de K_T , el mismo depende del tipo de flujo con el que se esté trabajando (KL: laminar; K_T : turbulento) el tipo de agitador empleado y el número de palas.

Trabajando con Paleta plana, dos palas y sustituyendo los valores correspondientes, tenemos:

$$P = (1,70)(3,51 \text{ rps})^3 (0,4 \text{ m})^5 \left(1025 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right) = 771,6033 \text{ W}$$

$$P = 771,6033 \text{ W} \cdot \frac{1 \text{ Hp}}{716 \text{ W}} = 1,07 \text{ Hp} \cong 1 \text{ Hp}$$