

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**

**Facultad de Ingeniería Mecánica y Ciencias de la  
Producción**

“Aprovechamiento de los Excedentes de Banano para la  
Obtención de un Producto Tipo Bombón”

**TESIS DE GRADO**

Previo a la obtención del Título de:

**INGENIERO DE ALIMENTOS**

Presentada por:

Luis Antonio Caicedo Hinojosa

GUAYAQUIL – ECUADOR

Año: 2008

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios por darme la vida y la sabiduría para culminar esta etapa, a mi Directora de Tesis, la Ing. Fabiola Cornejo Z., que con su empeño y dedicación compartió sus conocimientos siendo una formadora en mi vida ; y , por su invaluable ayuda, de igual forma a la Ing Sandra Acosta D., y a la Ing Mirella Bermeo G., a mis familiares y amigos por estar siempre junto a mí.

## **DEDICATORIA**

A mis padres

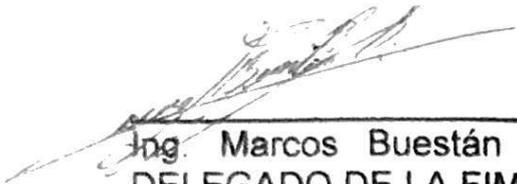
A mi Familia

A mis amigos

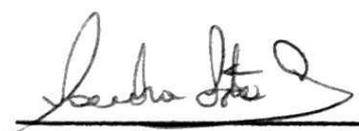


BIBLIOTECA "GONZALO ZEVALLO"  
F. I. M. C. P.

## TRIBUNAL DE GRADUACIÓN

  
Ing. Marcos Buestán B.  
DELEGADO DE LA FIMCP  
PRESIDENTE

  
Ing. Fabiola Cornejo Z.  
DIRECTORA DE TESIS

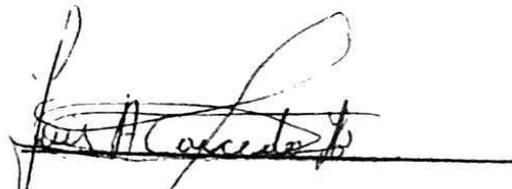
  
Ing. Sandra Acosta D.  
VOCAL

  
Ing Mirella Bermeo G.  
VOCAL

## DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido de ésta Tesis de Grado, me corresponden exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”

(Reglamento de Graduación de la ESPOL )



LUIS ANTONIO CAICEDO H

## RESUMEN

El desperdicio de los bananos de rechazo es uno de los problemas que enfrentan los agricultores, debido a que éste no cumple con los requisitos para la exportación, lo que dificulta la venta de la fruta, es por esa razón que se realizará una nueva opción en la utilización de ésta. Creando un producto a base de banano recubierto con chocolate, para que de esta forma los bananos de rechazo puedan tener una nueva opción de comercialización.

La tesis busca desarrollar un producto en forma de rodajas de banano recubierto con chocolate y obtener los mejores parámetros en la línea de proceso. Para lograr estos objetivos se realiza varias experimentaciones y estudios, como por ejemplo la caracterización del banano, con la finalidad de establecer el grado de maduración más óptimo en el proceso, isoterms de absorción del banano, tanto deshidratado como no deshidratado, de tal manera de comparar la capacidad de absorción de humedad. Además, se efectúa la deshidratación osmótica a diferentes temperaturas y concentraciones con el propósito de definir la mejor combinación de dichos parámetros en la pérdida de agua, para lo cual se emplea un diseño de experimentos de dos factores y dos niveles.

Adicionalmente, se analiza como influye la deshidratación osmótica en el proceso de secado, tanto en el banano sin deshidratar como en el deshidratado. Por otra parte se ejecutan evaluaciones sensoriales, para elegir el mejor proceso en el producto (banano solo deshidratado sin someterlo al secado y el banano deshidratado osmóticamente y secado), y la mejor cobertura de chocolate (semi-amarga y semi-amarga gourmet). Estas pruebas se las realizará solo por medio del sabor (hedónica para el mejor proceso, por pares y triangular para la mejor cobertura).

Por último, se efectúa el diagrama de flujo y equipos, para los parámetros ya establecidos por medio de los estudios antes mencionados, sus puntos de control y puntos críticos.

# ÍNDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN.....	II
ÍNDICE GENERAL.....	III
ABREVIATURAS.....	IV
SIMBOLOGÍA.....	V
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VI
ÍNDICE DE TABLAS.....	VII
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO 1	
1. GENERALIDADES.....	2
1.1 Banano.....	2
1.1.1 Variedades.....	3
1.1.2 Producción en el Ecuador.....	4
1.1.3 Exportaciones y Comercialización.....	5
1.1.4 Composición química.....	5
1.2 Chocolate.....	6
1.2.1 Temperado.....	6
1.3 Deshidratación osmótica en frutas.....	8
1.3.1 Proceso de deshidratación osmótica.....	9
1.3.2 Factores que influyen en la cinética de deshidratación osmótica.....	11
1.4 Secado en frutas.....	13

## CAPÍTULO 2

2. MÉTODOS Y EXPERIMENTACIÓN .....	16
2.1 Caracterización del banano.....	16
2.1.1 Características físicas.....	17
2.1.2 Isotermas de absorción .....	18
2.1.3 Monocapa de Bet .....	20
2.1.4 Característica química.....	22
2.2 Proceso de deshidratación osmótica.....	24
2.2.1 Cálculo de cinética.....	25
2.3 Proceso de secado.....	26
2.3.1 Cálculos de la curva de secado.....	28
2.3.2 Cálculo del tiempo de secado.....	30
2.4 Análisis sensorial.....	31
2.5 Análisis estadístico.....	37
2.5.1 Diseño factorial .....	38
2.5.2 Análisis de la varianza .....	39
2.5.3 Comparación de medias.....	41

## CAPÍTULO 3

3. ANÁLISIS DE RESULTADOS .....	42
3.1 Análisis del proceso de deshidratación osmótica.....	42
3.2 Análisis del proceso de secado.....	51
3.2.1 Curvas de secado comparación.....	51
3.2.2 Tiempo de secado comparación .....	56
3.3 Resultados de pruebas sensoriales.....	56
3.3.1 Análisis sensorial del proceso de deshidratación.....	57
3.3.2 Análisis sensorial del mejor tipo de cobertura de chocolate.....	57

## CAPÍTULO 4

4. PROCESO EN LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE RODAJAS DE BANANO BAÑADAS EN CHOCOLATE.....	59
4.1 Diagrama de proceso .....	69
4.2 Diagrama de equipos.....	75
4.3 Análisis de los puntos críticos de control.....	80

## CAPÍTULO 5

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	85
--	----

## APÉNDICES

## BIBLIOGRAFÍA

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Fig 1.1 Curva del temperado del chocolate.....	8
Fig 1.2 Proceso de deshidratación osmótica en frutas.....	10
Fig 2.1 Estado de Maduración 4.....	18
Fig 2.2 Sistema para la elaboración de la isoterma.....	20
Fig 2.3 Ecuación de absorción de Bet.....	22
Fig 2.4 Equipo de secador utilizado.....	27
Fig 2.5 Esquematización para establecer el tiempo de secado.....	31
Fig 2.6 Test de equal variance.....	39
Fig 2.7 Probability plot .....	40
Fig 3.1 Test de Daniels.....	43
Fig 3.2 Diagrama de Pareto.....	43
Fig 3.3 Pérdida de peso de los experimentos.....	45
Fig 3.4 Pérdida de agua de los experimentos.....	45
Fig 3.5 Ganancia de sólidos de los experimentos.....	46
Fig 3.6 Interacción Plot.....	47
Fig 3.7 Isotermas de absorción de las rodajas de banano sin deshidratar...	49
Fig 3.8 Isotermas de absorción de las rodajas de banano deshidratada osmóticamente.....	50
Fig 3.9 Curva de humedad libre en función del tiempo para las rodajas de banano .....	52
Fig 3.10 Velocidad de secado de rodajas de banano sin deshidratar	53
Fig 3.11 Velocidad de secado de rodajas de banano deshidratada Osmóticamente.....	54
Fig 3.12 Velocidad de secado de rodajas de banano.....	55
Fig 4.1 Diagrama de proceso de las rodajas de banano bañadas en chocolate .....	70
Fig 4.2 Diagrama de punto de control etapa recepción.....	81
Fig 4.3 Diagrama de punto de control etapa corte.....	82
Fig 4.4 Diagrama punto de control etapa deshidratación osmótica..	83
Fig 4.5 Diagrama punto de control etapa chocolateado.....	84

## ÍNDICE DE TABLAS

		Pág.
Tabla 1	Caracterización del banano en 3 estados de maduración..	17
Tabla 2	Actividades de agua de sales saturadas para la realización de la isoterma del banano no deshidratado y deshidratado.....	20
Tabla 3	Especificaciones del secador.....	27
Tabla 4	Tabla estadística T Student.....	36
Tabla 5	Código de las muestras presentadas a los panelistas .....	37
Tabla 6	Matriz de orden estándar.....	39
Tabla 7	Factorial fit.....	42
Tabla 8	Valores de monocapa.....	56
Tabla 9	Población por provincias.....	61
Tabla 10	Población económicamente activa .....	62
Tabla 11	Resultado de la encuesta de preferencia de la presentación.....	64
Tabla 12	Resultado de la encuesta del consumo mensual funda de 6 unidades.....	65
Tabla 13	Resultado de la encuesta del consumo mensual de 12 unidades.....	66
Tabla 14	Demanda del producto bombón de banano.....	67
Tabla 15	Resultado de la encuesta marcas que generalmente consume.....	68
Tabla 16	Costo de fabricación del bombón a base de banano.....	74
Tabla 17	Costo estimado de los equipos necesario para el proceso productivo.....	76

## ABREVIATURAS

A	Área
Atm	Atmósfera
$a_w$	Actividad de Agua
BET	Brunauer – Emmett – Teller
Cc	Centímetros Cúbicos
°C	Grados Centígrados
Fig	Figura
Gr	Gramos
g H <sub>2</sub> O/100 g SS	Gramos de agua por 100 gramos de sólido seco
g/cm <sup>3</sup>	Gramos por centímetros cúbicos
h	Hora
Kg	Kilogramo
Máx	Máximo
Min	Minuto
MCDB	Contenido de humedad en base seca
M	Metros
M <sup>3</sup>	Metros cúbicos
Ref	Referencia
T	Tiempo

## SIMBOLOGÍA

#	Número
%	Porcentaje

## **INTRODUCCIÓN**

Uno de los mayores excedentes de exportación es el banano. La presente tesis busca desarrollar un nuevo producto a base de banano bañado en chocolate.

Con el objetivo de darle un valor agregado a la materia prima y ayudar a desarrollar el sector industrial en el Ecuador, creando nuevas oportunidades de trabajo y poder ser más competitivos a nivel mundial.

Con esta nueva variedad de producto, los consumidores podrán ampliar su gama de posibilidades de elección, y satisfacer sus necesidades .

El producto esta destinado a los consumidores de chocolate y de dulces, especialmente para los niños, de tal forma que lo consuman como golosina o en la escuela al momento del recreo, ya que el banano junto con el chocolate aportan con carbohidratos lo cual lo convierte en un producto energético.

En este estudio de investigación científica se ha realizado pruebas experimentales, para establecer las mejores condiciones en el proceso de elaboración del producto , de esta manera brindarles a las personas un producto de exquisito sabor, óptima calidad, con el fin de ubicarlo como la mejor del opción en el mercado.



# **CAPÍTULO 1**

## **1. GENERALIDADES**

### **1.1 BANANO**

El banano se cultiva en todas las regiones tropicales y tiene una importancia fundamental para la economía de muchos países en desarrollo. En términos de valor bruto de producción, el banano es el cuarto cultivo alimentario más importante del mundo, después del arroz, el trigo y del maíz (17). El banano es un alimento básico y un producto de exportación. Como alimento básico, el banano contribuye para la nutrición básica de millones de personas en gran parte del mundo y, dada su comercialización en mercados locales, proporcionan ingresos y empleos a las poblaciones rurales.

Tres de cada diez bananos consumidos a nivel mundial son producidos en el Ecuador (17). Este país goza de condiciones climáticas excepcionales, las que junto a la riqueza de su suelo, han permitido que la actividad bananera crezca considerablemente en el proceso de producción, comercialización y exportación convirtiéndose en la mayor fuente de empleo. Datos estadísticos indica que el 12% de la población depende directa o indirectamente de la siembra y producción de ésta fruta, con lo cual se ha desarrollado una industria verticalmente integrada (10). Es de destacar que el 10% de la producción de banano se desperdicia , y se observa que por largos tramos de carreteras existe el llamado rechazo , que se lo podría utilizar en la elaboración de otros productos (17).

### **1.1.1 VARIEDADES.**

Las variedades del banano que se siembran en el Ecuador son las siguientes :

#### **Musa Paradisiaca**

Es una de las variedades del banano que produce el 30% del género , proporcionando frutos, que sólo son comestibles si se asan o cuecen, técnicamente son los verdaderos plátanos.

### **Musa Cavendish**

En la producción bananera se da el 70% de éste género, sus frutos, previa maduración natural o inducida la ingieren directamente nuestra población.

En España se producen solamente la Musa Cavendish, que también se la conoce como plátanos.

### **Cavendish Enana**

Existen dos variedades: el pequeño y gran enana. Su origen es chino, color amarillo oro , pulpa blanda y compacta.

### **Gros Michel.**

La característica de este banano es de color verde amarillo por ser, resistente al transporte es uno de los más comercializado a los países europeos.

### **Lacatán (Musa acuminata)**

Similar al Gros Michel es resistente a la plaga (al mal de Panamá), conocido como fusariosis. La característica de este banano es la de ser achatado por sus extremos, que no está unido a la "mano".

## **1.1.2 PRODUCCIÓN EN ECUADOR**

El país tenía hasta los años 1.998 una superficie de 138.190 hectáreas de banano, en la actualidad se estima en 165.000 hectáreas sembradas, de las cuales el 68,30 % están

tecnificadas, el 21,20 % semi tecnificadas y un 10,50 % no tecnificadas.

Estos sembríos se encuentran distribuidos principalmente en la provincia de El Oro con el 33,44 %. Guayas con el 30,20 %. Los Ríos el 28,44 %. Cañar 3,50 % y la provincia de Esmeraldas 2,81 %. Esta producción está repartida en 5.322 haciendas cuyos propietarios son 4.739 productores. El rendimiento promedio es de 35 TM / hectárea. (10).

### **1.1.3 EXPORTACIONES Y COMERCIALIZACIÓN**

Desde 1990, Ecuador es el primer proveedor de banano en la Unión Europea y el segundo mayor proveedor de los Estados Unidos , también exporta productos semielaborados de banano como puré , harina , deshidratados y chifles (17). Así mismo, el Ecuador cuenta con una oferta de banano orgánico certificado, disponible en todo el año.

### **1.1.4. COMPOSICIÓN QUÍMICA**

El banano en su composición y calidad nutritiva cuenta con 16 aminoácidos, de los cuales 9 son esenciales para el ser humano, incluyendo la histidina que es más recomendada para lactantes la que se encuentra en mayor cantidad . Una proteína importante es

el Tryptophan que es asimilable por el cuerpo ayudando a mejorar el estado de ánimo en las personas. El banano fresco contiene 10 minerales, entre ellos oligoelementos como el cobre, zinc, selenio y electrolitos, como el sodio. Un banano cubre aproximadamente el 33% de las necesidades de potasio que un niño en edad escolar necesita diariamente.

## **1.2 CHOCOLATE**

El chocolate es el alimento que se obtiene mezclando azúcar con dos productos derivados de la manipulación de las semillas del cacao, una materia sólida (la pasta de cacao) y la otra que es la materia grasa (la manteca de cacao). A partir de ésta combinación básica se elaboran los distintos tipos de chocolates que dependen de la proporción entre estos elementos y de su mezcla o no con otros productos tales como leche y frutos secos.

### **1.2.1. TEMPERADO**

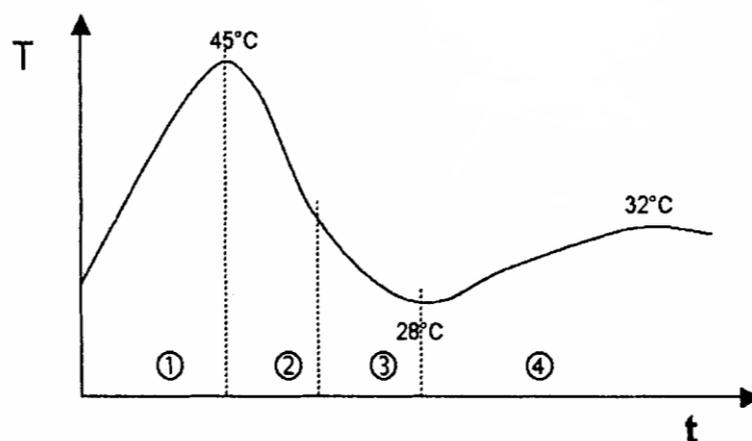
El temperado, es el tratamiento térmico que se le da al chocolate para proporcionar mejor color, características de dureza, manipulación, acabado y conservación, para obtener un buen temperado, se necesita de una excelente manteca de cacao la cual esta formada por triglicéridos con una composición específica; es

decir tiene una estructura de glicerol la que están aplicados ácidos de tres tipos: 1,3 dipalmito 2 oleina, 1 palmito 3 estearo 3 oleina, 1,3 diestearo 2 oleina. Las propiedades físicas de la manteca de cacao dependen exclusivamente de como se ha formado esta estructura, que pueden concretarse en varias formas polimórficas diferentes, que se obtienen al enfriarse los triglicéridos fundidos. Las más importantes son las: Forma (Y), se produce al enfriarse demasiado rápido. Su punto de fusión es 17°C aproximadamente.

Forma alpha ( $\alpha$ ), su punto de fusión es de 21 a 24°C, cambia fácilmente de la forma Y, a la forma alpha ( $\alpha$ ). Forma beta prima ( $\beta'$ ), punto de fusión 27-29°C, la forma alpha ( $\alpha$ ) cambia a la forma beta prima ( $\beta'$ ) a temperaturas normales. Forma beta ( $\beta$ ), esta forma es estable. Su punto de fusión es 34-35°C (2).

El temperado se realiza en cuatro etapas: En la primera etapa existe eliminación de cristales, esta ocurre cuando el chocolate alcanza la temperatura de 45°C y elimina cualquier tipo de cristal. La segunda etapa tiene como objetivo la remoción del calor sensible, no se forman cristales. La tercera etapa tiene como objetivo el enfriamiento en el cual para que ocurra se disminuye la temperatura lentamente a 28°C, para inducir el crecimiento de cristales beta ( $\beta$ ) y beta prima ( $\beta'$ ). Finalmente la cuarta etapa

ocurre el recalentamiento en esta se aumenta la temperatura gradualmente hasta 32°C para diluir los cristales de la forma beta prima ( $\beta'$ ), dejando solamente los cristales estables beta ( $\beta$ ). Se mantiene la temperatura para promover la maduración cristalina. La agitación ayuda a obtener cristales pequeños para crear una estructura fina y homogénea (7).



**FIGURA 1.1. CURVA DEL TEMPERADO DEL CHOCOLATE**

### 1.3 DESHIDRATACIÓN OSMÓTICA EN FRUTAS.

Este proceso puede reducir hasta en 50% el contenido de humedad del producto, disminuyendo el tiempo de secado y, consecuentemente el consumo de energía .

El proceso de deshidratación osmótica se basa en que se sumerge la fruta en una solución con alto contenido de sólidos solubles. La presión osmótica presente será mayor en la medida que sea mayor

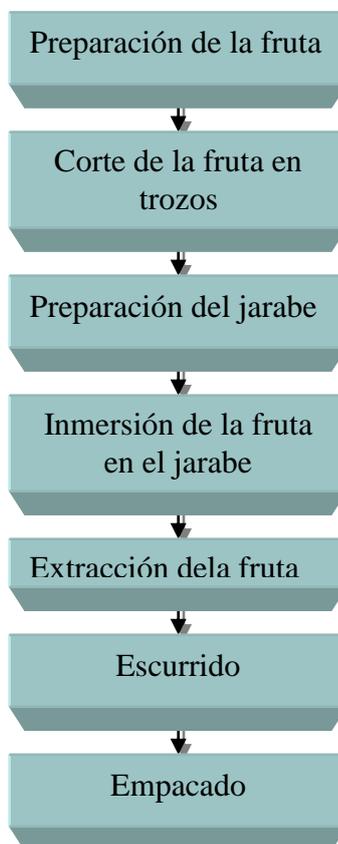
la diferencia de potencial químico ( $a_w$ ) entre el jarabe y el interior de los trozos de la fruta. El efecto de esta diferencia se ve reflejado en la rapidez con que es extraída el agua de la fruta hacia el jarabe.

La posibilidad de que la sacarosa del jarabe entre en la fruta dependerá de la impermeabilidad de las membranas a este soluto.

Por lo general los tejidos de las frutas no permiten el ingreso de sacarosa por el tamaño de esta molécula, aunque si pueden dejar salir de la fruta moléculas más sencillas como ciertos ácidos o aromas.

### **1.3.1. PROCESO DE DESHIDRATACIÓN OSMÓTICA**

Es importante recalcar que para el proceso de deshidratación osmótica, se debe seleccionar una fruta que posea estructura celular rígida o semi – rígida, es decir que se puede cortar en cubos, tiras o rodajas. Además, si la piel es muy gruesa y poco permeable no permite una deshidratación rápida. En este caso se puede retirar la cáscara o aplicarle un tratamiento de permeabilización.



**FIGURA 1.2.PROCESO DE DESHIDRATACIÓN OSMÓTICA**

Por otro lado el agente osmodeshidratante debe ser un compuesto compatible con los alimentos , como el azúcar de mesa, (sacarosa) jarabes concentrados como la miel de abejas o jarabes preparados a partir de azúcares.

### **1.3.2 FACTORES QUE INFLUYEN EN LA CINÉTICA DE DESHIDRATACIÓN OSMÓTICA .**

#### **Tipo de Agente Osmótico y Concentración .**

En cuanto a los factores que influyen en la velocidad de deshidratación de frutas, están las características del jarabe como la composición y la concentración.

Dependiendo de la naturaleza química de los compuestos empleados para preparar el jarabe, es decir su composición estos van a ejercer una diferente presión osmótica. La concentración del jarabe influye directamente sobre la velocidad de deshidratación, porque al mantener una alta diferencia de concentraciones en cada lado de la membrana, se incrementa más la presión osmótica, favoreciendo un rápido flujo de agua a través de la membrana.

#### **Temperatura.-**

El aumento de la temperatura del sistema va a producir cambios en la permeabilidad de la pared celular y en la fluidez del jarabe. El aumento de la permeabilidad produce una mayor velocidad de deshidratación, debido a la pérdida de la selectividad de la

membrana la cual permite un mayor intercambio de agua que sale de la fruta, pero también un mayor ingreso de solutos o componentes del jarabe. Esto reforzado por el contacto más íntimo con el jarabe, ya que por acción del calor se ha hecho menos espeso en las paredes de las células.

### **Tiempo.-**

La agitación periódica al sistema también produce un importante aumento en la velocidad de deshidratación. A medida que avanza el tiempo de contacto de la fruta con el jarabe, esta se va rodeando de su propia agua, la cual se va difundiendo lentamente por el jarabe concentrado. Al estar rodeada de agua la fruta la diferencia de concentraciones entre el jarabe y la pared celular se hace menor, con lo que también se disminuye la velocidad de salida de agua.

Si el sistema es agitado, el agua que ha salido es retirada del contacto y vecindario de la pared, y será reemplazada por jarabe concentrado que permitirá el nuevo establecimiento de una alta diferencia de concentración.

De igual forma se ha detectado un menor ingreso de soluto del jarabe al interior de la fruta si se mantiene la agitación. Esto se podría explicar por la dificultad que produce el flujo de agua que sale de la fruta a las moléculas de soluto que traten de ingresar, es decir el soluto iría en contra de la corriente del agua de la fruta .

#### **1.4 SECADO EN FRUTAS**

##### **Métodos de Secado.-**

Existen diferentes métodos de secado y un mayor número de modificaciones de los mismos. El método escogido depende del tipo de alimento que se va a deshidratar, el nivel de calidad que se puede alcanzar y el costo que se puede justificar.

Existen entre los métodos de secado por convección del aire, secadores de tambor o rodillo y secadores al vacío, etc. Cada uno de estos métodos tiene un número mayor de variantes que se ajustan a las necesidades de volúmenes y características de productos finales. Algunos de estos sirven para alimentos líquidos y otros para sólidos.

**Temperatura.-**

En un secador el aire que es tomado del ambiente es calentado al hacerlo pasar por una resistencia eléctrica, la temperatura se controla por medio de un termostato que regula el flujo de corriente eléctrica a las resistencias. Generalmente en los secadores de alimentos las temperaturas que se manejan son hasta de 80°C, ya que a temperaturas mayores el alimento podría quemarse (carbonizarse) lo que perjudicaría la calidad organoléptica y nutritiva del producto.

Según algunos autores y entendidos en el tema de secado de banano, el rango de operación de un secador en cuanto a temperaturas está entre 50 y 80°C, dependiendo del tiempo de secado (18). El rango de temperatura óptimo para el secado es de 65 a 70°C (1).

**Tiempo.-**

Generalmente un banano que ha sido osmóticamente deshidratado necesita poco tiempo en secado con aire caliente. En la industria se emplean tiempos que van desde los 30 minutos hasta la hora (1). Dependiendo de cuan grande ha sido la remoción de agua en

la predeshidratación se escoge el tiempo adecuado de secado. En la experimentación se empleará hasta que el peso sea constante.

### **Velocidad del Aire Caliente.-**

Los alimentos no pueden ser sometidos a un flujo de aire mayor a 5 m/s, ya que podrían deshidratarse con una rapidez que quemaría su superficie, afectando gravemente la calidad del mismo. Es por ello que en el secado de alimentos se manejan velocidades de hasta 5 m/s (18).

# **CAPÍTULO 2**

## **2. MÉTODOS Y EXPERIMENTACIÓN**

### **2.1 CARACTERIZACIÓN DEL BANANO**

Para la caracterización de la muestra se procedió a tomar varios bananos de la variedad Cavendish, en diferentes estados de maduración: 2, 4 y 6, según la tabla de colores proporcionada por el organismo de certificación acreditado (10). (Ver Apéndice A). Los bananos fueron obtenidos de la hacienda San Vicente ubicada en la provincia del Guayas, cantón Juján, propietario Dr. Arnaldo Gálvez Cortés.

El objetivo de dicha caracterización fue el de especificar las condiciones que debe tener la materia prima, para el proceso de deshidratación osmótica y secado.

**TABLA 1**  
**CARACTERIZACIÓN DE BANANO EN 3 ESTADOS DE MADURACIÓN.**

CARACTERIZACION	ESTADO DE MADURACIÓN		
	Verde (2)	Pintón (4)	Maduro (6)
Longitud (cm.)	14	15	16
Peso fresco (g.)	200	144	180
Corteza (%)	55	45	47
Pulpa (%)	45	55	59
Acidez Total (ác. Maleico) (%)	0,54	0,67	0,62
pH	5,122	4,825	4,78
Humedad (%)	72,32	73,10	73,61
Sólidos solubles(° Brix)	9	14	16
Sabor	Amargo	Semi dulce	Dulce

El grado de maduración más óptimo fue el de grado 4 debido a su sabor, porcentaje de pulpa, pH, humedad y mayor resistencia al proceso debido a que este banano es semi-rígido.

### 2.1.1 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS.

La materia prima seleccionada debe cumplir con las siguientes especificaciones:

- No debe poseer sustancias químicas extrañas (pesticidas).
- No debe poseer picaduras de insectos o enfermedades que puedan afectar las características organolépticas.

- No debe poseer olores extraños.

Se trabajará con un estado de maduración 4, debido a que su textura es la adecuada para el proceso, además su contenido de azúcares y acidez es aceptable.



**FIGURA 2.1. ESTADO DE MADURACIÓN 4.**

### **2.1.2. ISOTERMA DE ABSORCIÓN**

La isoterma de absorción permite establecer la cantidad de agua absorbida en el componente con una actividad de agua conocida cuando está en equilibrio.

Se realizará dos isotermas de absorción. La primera con el banano deshidratado y la segunda con el banano sin deshidratación osmótica con la finalidad de determinar la humedad final y la humedad de equilibrio en el proceso de secado. El programa

mediante el cual fueron obtenidas las isotermas fue el Water Activity Analyser.

Cabe mencionar que la temperatura afecta a la isoterma de absorción debido a que la actividad de agua es directamente proporcional al incremento de temperatura. Es por esta razón que la temperatura se debe mantener constante en cada prueba experimental.

Para el desarrollo de las isotermas se tomó una temperatura constante de 32°C, y el método a seguir es el Isopiéstico.

Este procedimiento consiste en escoger sales saturadas cuyas actividades de agua son conocidas (Ver tabla 2), de tal forma que el producto absorba la humedad del ambiente de prueba hasta que llegue al equilibrio, determinando así la cantidad de humedad absorbida por el producto.



**FIGURA 2.2. SISTEMA PARA LA ELABORACIÓN DE LA ISOTERMA .**

**TABLA 2**

**ACTIVIDADES DE AGUA DE SALES SATURADAS PARA LA REALIZACIÓN DE LA ISOTERMA DEL BANANO NO DESHIDRATADO Y DESHIDRATADO**

<b>Sales</b>	<b>Actividad de agua (<math>A_w</math>) a 32°C</b>
Hidróxido de Sodio	0.0758
Cloruro de Magnesio	0.3244
Carbonato de Potasio	0.4317
Nitrato de Sodio	0.7314
Nitrato de Potasio	0.9231

### **2.1.3. MONOCAPA DE BET**

A niveles muy bajo de contenido de humedad ( $a_w$ : hasta  $\sim 0.2$ ) toda el agua se encuentra ligada a los sitios polares expuestos de los componentes macromoleculares.

Una cantidad definida de agua se requiere para ocupar tales sitios y formar una “monocapa”. Esta se conoce comúnmente como la monocapa de BET, en función de que el cálculo teórico de su valor fue propuesto por primera vez por Brunauer, Emmet y Teller.

Una vez que se completa la monocapa, la actividad del agua aumenta bruscamente frente a un aumento en el contenido de humedad.

Entre sus aplicaciones está en pronosticar el tiempo de vida de los productos, debido a que permite conocer la actividad de agua en el producto para que tenga mayor estabilidad; además, el valor de la monocapa de Bet es el valor de humedad crítica en el producto.

### **Ecuación de Bet**

$$\frac{X_e}{X_m} = \frac{C x A_w}{(1 - A_w)((1 + A_w)(C - 1))} \quad (\text{Ec 2.1})$$

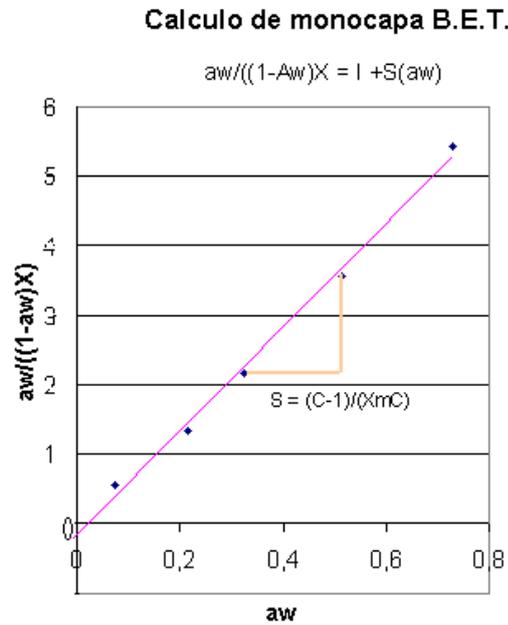
Donde

$X_e$ = Contenido de agua adsorbida

$X_m$ = Valor de la monocapa adsorbida

$A_w$ = Actividad de agua

$C$ = Constante que depende de la temperatura



**FIGURA 2.3. ECUACIÓN DE ADSORCIÓN DE BET (BRUNAUER, EMMETT Y TELLER)**

#### 2.1.4. CARACTERÍSTICA QUÍMICA

##### **Sólidos Solubles.**

Mediante el estudio de los sólidos solubles se analizó el contenido de azúcares de las rodajas de banano durante la experimentación de deshidratación osmótica. La técnica más utilizada en la medición de este parámetro es a través de la refractometría. Los análisis se realizaron según la norma INEN 380.

### **Humedad.**

Se estableció la humedad del banano antes de la deshidratación osmótica durante la primera hora cada 5 min y la posterior hora durante diez minutos, el mismo que se lo realizó por secado en estufa y diferencias de peso de acuerdo al método 934.06 (37.1.10) del AOAC. La temperatura a la que se operó en la estufa fue de 110 °C. Cabe indicar que los análisis fueron realizados por duplicado.

### **pH.**

La determinación del pH para la muestra de banano con el estado de maduración 4, se la realizó con la ayuda de un potenciómetro , el cual mide directamente el valor del pH.

### **Acidez.**

Para obtener la acidez se realizó una titulación con una solución valorada de NaOH 0.1 N frente a fenolftaleína como indicador, hasta la aparición de color rosado, luego se registró el porcentaje de acidez titulable. A continuación se utilizó la siguiente fórmula:

$$\% \text{Acidez Titulable} = \frac{V * N * \text{MeqAc.} * 100}{m} \quad (\text{Ec.2.2})$$

Donde:

$V$  = Consumo en ml de NaOH 0.1 N.

$N$  = Normalidad de NaOH.

**Meq. Ac.** = Mili equivalente del ácido predominante (0.07 del ácido cítrico en frutas) .

$m$  = Peso de la muestra en gramos.

## 2.2 PROCESO DE DESHIDRATACIÓN OSMÓTICA

El proceso de deshidratación osmótica se realiza con el objetivo de reducir la mayor cantidad de agua en el banano, para lo cual se utilizará dos concentraciones de jarabes diferentes (65 y 55 Brix) y dos temperaturas diferentes (50 °C y 70°C.).

Para la realización de la deshidratación osmótica se seleccionó la fruta con grado de maduración 4. Se utilizaron rodajas de  $1 \pm 0.01$  cm de grosor y  $3 \pm 0.02$  cm de diámetro. La relación fruta–jarabe (1:4) . Se registró la pérdida de peso, ganancia de sólidos solubles cada 5 minutos durante la primera hora, luego cada 10 minutos en la posterior hora la temperatura se mantuvo a 50°C para un experimento y 70°C para el otro experimento.

### 2.2.1. CÁLCULO DE LA CINÉTICA

Para la realización de los cálculos de la cinética de deshidratación se utilizó las siguientes fórmulas para los siguientes análisis:

**Pérdida de agua (  $\Delta M_w$  )**

$$\Delta M_w = \frac{M_0 X_{w0} - M_t X_{wt}}{M_0} \quad (\text{Ec. 2.3})$$

**Ganancia de sólidos (  $\Delta M_s$  )**

$$\Delta M_s = \frac{M_t X_{st} - M_0 X_{s0}}{M_0} \quad (\text{Ec 2.4})$$

Donde:

$\Delta M_w$  = Pérdida de agua (g de H<sub>2</sub>O/ g de fruta).

$\Delta M_s$  = Ganancia de sólidos (g de sólidos/g de fruta).

$M_0$  = Masa inicial de la fruta (g).

$M_t$  = Masa de muestra deshidratada osmóticamente al tiempo  $t$  (g).

$X_{s0}$  = Sólidos solubles iniciales en la fruta (° Brix).

$X_{St}$  = Sólidos solubles en la muestra deshidratada osmóticamente al tiempo  $t$  ( $^{\circ}$  Brix).

$X_{W0}$  = Humedad inicial de la fruta (g de  $H_2O$ / g de muestra húmeda).

$X_{Wt}$  = Humedad de la fruta deshidratada osmóticamente al tiempo  $t$  (g de  $H_2O$ / g de muestra húmeda).

## 2.3 PROCESO DE SECADO

### Mecanismo de Experimentación del Secado

Para realizar este estudio se utilizó dos muestras una de ellas proveniente de la deshidratación osmótica y la otra de un producto fresco con el objetivo de comparar los resultados entre dichos procesos.

Las muestras van a tener las siguientes especificaciones antes del proceso de secado:  $1 \pm 0.01$  cm de grosor y  $3 \pm 0.02$  cm de diámetro.

El equipo utilizado fue el secador experimental de túnel del tal como se muestra en la figura 2.4, y posee 3 velocidades: 4 m/s, 5 m/s y 7m/s, de las cuales las dos primeras son operacionalmente viables.



**FIGURA 2.4. EQUIPO DE SECADOR UTILIZADO**

**TABLA 3**

**ESPECIFICACIONES DEL SECADOR**

<b>SECADOR HORIZONTAL Tipo Cabina</b>	
Modelo N°	Prototipo
hertz	60
voltios	220
watts	5600
amperios	25,5
fase	simple
Velocidades:	R : 7.34 m/s S : 5.24 m/s T : 4.19 m/s

La velocidad del aire del secador es de 4.19 m/s, la temperatura de trabajo es de  $60 \pm 5^{\circ}\text{C}$  , la temperatura del aire  $27,2^{\circ}\text{C}$ .

Se evaluó la humedad relativa del ambiente en los dos casos la cual es 65,8 % y de 67,4 %.

### 2.3.1. CÁLCULOS DE LA CURVA DE SECADO

En la realización de la curva de secado se utilizarán las mismas fórmulas tanto para el banano deshidratado osmóticamente y no deshidratado.

Para crear las condiciones de secado constante es útil transformar los valores obtenidos en los experimentos a datos de humedad en base seca de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$X_t = \frac{W - W_s}{W_s} \quad (\text{Ec 2.5})$$

Donde:

$X_t$  = Humedad en base seca (g H<sub>2</sub>O / g sólido seco).

$W$  = Peso del sólido húmedo en gramos totales de agua más sólido seco.

$W_s$  = Peso del sólido seco en gramos.

A continuación se estableció el valor de la humedad en equilibrio ( $X^*$ ), con la ayuda de la tabla psicrométrica en g H<sub>2</sub>O/ g sólido

seco. Luego se calculó el contenido de humedad libre  $X$  en g de agua libre/ g de sólido seco para cada valor de  $X_t$ , a través de la siguiente expresión:

$$\boxed{X = X_t - X^*} \quad (\text{Ec 2.6})$$

Al remplazar los valores calculados (Ec 2.6), se diseña la gráfica del contenido de humedad libre  $X$  en función del tiempo en horas.

Para el diseño de la curva de secado se utiliza la siguiente fórmula.

$$\boxed{R = -\frac{W_s}{A} \left( \frac{\partial X}{\partial t} \right)} \quad (\text{Ec 2.7})$$

Donde:

$R$  = Velocidad de secado (kg de H<sub>2</sub>O/h m<sup>2</sup>)

$W_s$  = Kilogramos de sólido seco.

$A$  = Área superficial expuesta al secado (m<sup>2</sup>)

La ecuación 2.7 se la utiliza para calcular la velocidad de secado  $R_c$ , para cada punto expresada kg H<sub>2</sub>O/ m<sup>2</sup>h.

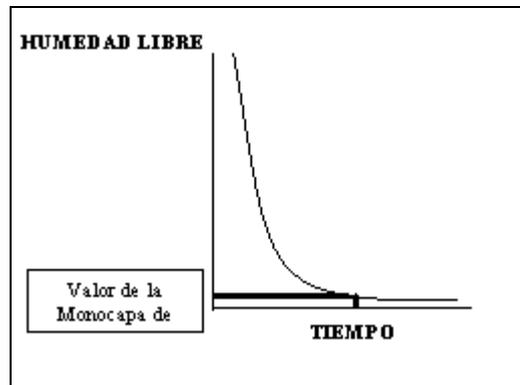
A continuación se conseguirán resultados que serán representados gráficamente como el contenido de humedad libre en función del tiempo en horas y la velocidad de secado versus humedad libre.

### **2.3.2 CÁLCULO DEL TIEMPO DE SECADO.**

El tiempo de secado se lo realizó mediante la experimentación en el proceso de banano deshidratado osmóticamente y no deshidratado, de tal forma de poder comparar cual de los dos procesos es el más adecuado.

Este análisis se lo efectuó mediante la curva de humedad libre versus tiempo, la cual se calcula de acuerdo a la siguiente expresión ( Ec 2.6).

Una vez construida la gráfica se tiene que observar el valor de la monocapa de  $B_{et}$ , para luego utilizar la curva de humedad libre versus tiempo, y el punto donde intercepte la curva se lee en el eje X, y ese es el tiempo de secado experimentalmente, esto se lo realizó para ambos procesos.



**FIGURA 2.5.ESQUEMATIZACIÓN PARA ESTABLECER EL TIEMPO DE SECADO**

## **2.4 ANÁLISIS SENSORIAL.**

### **EVALUACIÓN SENSORIAL PARA EL MEJOR PROCESO**

En la tesis se realizó una escala hedónica de nueve puntos. Esta prueba se la utilizó para evaluar la aceptación o rechazo de los bananos deshidratado - secos y los bananos deshidratados osmóticamente sin ser sometido al proceso de secado. El objetivo es conocer cual de los dos proceso es el idóneo para el consumo en un grupo de la población con respecto a sus características organolépticas.

El propio grupo de individuos es un punto importante, por lo tanto se tiene en cuenta , ya que los consumidores pueden ser elegidos

al azar o bien seleccionados por aspectos concretos: edad, sexo, capacidad económica, hábitos sociales o de consumo en esta prueba se eligió al azar.

Este método permite hallar una diferencia entre las calificaciones expuestas por cada juez para cada proceso independientemente.

Se eligieron al azar 30 jueces no entrenados de edades entre 15 y 35 años (la hora que se realizó la prueba, fue en un horario intermedio de la mañana). Luego se realizó la suma de todas las calificaciones con su debida diferencia y se obtuvo un promedio (Ec 2.8) y se calcula la diferencia sin tomar en cuenta el signo de los mismos. Se determinó la suma de la diferencia al cuadrado y la suma de los cuadrados de la diferencias (Ec 2.9 y Ec 2.10).

Con estos datos se utiliza la fórmula de análisis de varianza (Ec 2.11).

### ECUACIONES

$$d = \frac{m1}{n} - \frac{m2}{n} \quad (\text{Ec 2.8})$$

$$\sum(D^2_i) = (D_1)^2 + (D_2)^2 + (D_3)^2 + \dots + (D_n)^2 \quad (\text{Ec 2.9})$$

$$(\sum D)^2 = 256 \quad (\text{Ec 2.10})$$

$$S = \frac{\sqrt{(\sum D_i^2) - \frac{(\sum D)^2}{n}}}{n-1} \quad (\text{Ec 2.11})$$

$$\frac{d}{\left(\frac{S}{\sqrt{n}}\right)} > T \quad (\text{Ec 2.12})$$

**Donde :**

$\sum (D_i^2)$  = Suma de las diferencias al cuadrado

$(\sum D)^2$  = Suma de los cuadrados de la diferencia

**d**= Diferencia de los promedios de totales

**S**= Análisis de la varianza

**n**= Número de jueces

**T**= Valor T (obtenido de la tabla T test para n-1).

A los panelistas no entrenados se les presentó un cuestionario ver apéndice C .

## **EVALUACIÓN SENSORIAL DE LAS COBERTURA SEMI-AMARGA Y SEMI-AMARGA GOURMET**

Por otro lado para la evaluación de la cobertura se utilizaron las pruebas triangular y por pares. El objetivo de realizar dichas pruebas es para establecer si existe diferencia perceptible en el sabor de la cobertura de chocolate semi-amargo y semi-amargo gourmet.

Por medio de la evaluación sensorial por pares, se presentan tres pares de muestras a cada juez para su respectiva evaluación (Ver apéndice E). Es de mencionar que se eligieron 28 jueces.

El orden de la presentación de la degustación estuvo balanceado, de tal manera que en los pares que tienen muestras diferentes estas aparecen en igual número de veces en la posición izquierda, que en la derecha dentro del par (Color rojo muestra P y color amarillo muestra N). Las muestras del par 2 son iguales y corresponden a P. (Ver apéndice F).

La degustación se realizó en grupo de 5 jueces como se muestra , (Ver apéndice G).

Hay 2 métodos para determinar si existe diferencia significativa en el sabor de chocolate de la cobertura semi-amargo y cobertura semi-amarga gourmet los cuales se presentan a continuación:

**Método 1**

Como en esta prueba la probabilidad de escoger la respuesta correcta solo por casualidad es del 50%, de tal manera que si el valor de respuestas correctas excede del 50%, se puede concluir que las muestras son diferentes entre sí.

Para este análisis se utilizó la siguiente fórmula:

$$\% \text{ de respuestas correctas} = \frac{E}{N} * 100 \quad (\text{Ec 2.13})$$

Donde:

E = Total de respuestas correctas

N = Total de juicios.

**Método 2**

Este método consiste en determinar si existe diferencia significativa utilizando la siguiente tabla de comparación de pares:

**TABLA 4**  
**TABLA ESTADISTICA T-STUDENT**

TABLA F.1. Continuación							
Número de ensayos (n)	Niveles de probabilidad						
	0.05	0.04	0.03	0.02	0.01	0.005	0.001
39	26	26	26	27	28	28	30
40	26	27	27	27	28	29	30
41	27	27	27	28	29	30	31
42	27	28	28	29	29	30	32
43	28	28	29	29	30	31	32
44	28	29	29	30	31	31	33
45	29	29	30	30	31	32	34
46	30	30	30	31	32	33	34
47	30	30	31	31	32	33	35
48	31	31	31	32	33	34	36
49	31	32	32	33	34	34	36
50	32	32	33	33	34	35	37
60	37	38	38	39	40	41	43
70	43	43	44	45	46	47	49
80	48	49	49	50	51	52	55
90	54	54	55	56	57	58	61
100	59	60	60	61	63	64	66

Fuente: E. B. Roessler y cols., *Journal of Food Science*, 1978, 43, 940-947. Copyright © por el Institute of Food Technologists. Reimpresión con autorización del autor y la editorial.

Como no hay datos para un número de muestra de 84 en la tabla 4, se escogió para 90 ensayos con un nivel de significancia del 5%, cabe mencionar para que exista diferencia significativa debe haber 54 juicios como mínimo correctos.

La prueba triangular consiste en establecer el número mínimo de juicios correctos para establecer significancia a varios niveles de probabilidad. A los jueces se les proporcionó dos muestras iguales y una diferente para que detecten la diferente.

Los códigos de las muestras se observan en la tabla 5. El número total de ensayos fueron 26, y por medio de la tabla estadística de la T-Student, la cual nos dará, si existe diferencia significativa en el

tipo de sabor de la cobertura. Como mínimo que 14 jueces acierten para que exista una diferencia significativa (Ver apéndice I).

**TABLA 5**  
**CÓDIGOS DE LAS MUESTRAS PRESENTADAS A LOS**  
**PANELISTAS**

<b>Muestra I</b>	825
<b>Muestra F</b>	342
	651

## **2.5 ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

Para el análisis estadístico se utilizó la herramienta de diseño de experimentos, para crear un modelo factorial de dos factores y dos niveles, por medio del programa estadístico Minitab. Se analizaron los parámetros de concentración y temperatura que influyen en el proceso de deshidratación osmótica en las rodajas de banano, para definir la combinación más óptima y poder desarrollar el producto.

## 2.51 DISEÑO FACTORIAL

El diseño factorial se basó, en 2 factores con 2 niveles. Los factores estudiados fueron la concentración 55 Brix y 65 Brix , la temperatura 50°C y 70°C, la variable respuesta fue la pérdida de agua , ya que la deshidratación osmótica óptima del banano es con una pérdida de agua del 50%. (18), este valor es clave para la determinación o evaluación de la efectividad de los procesos de deshidratación osmótica en soluciones azucaradas concentradas.

Lo que se busca es la eliminación de agua superficial o de la multicapa en la estructura morfológica del banano. Cuando este proceso es efectivo, se logran grandes ahorros de tiempo en el secado posterior.

Con los datos obtenidos en los experimentos aleatorios se hicieron corridas en un arreglo factorial  $2^2$ , utilizando el programa MINITAB. Se realizó el diseño de la matriz de orden estándar para determinar los principales factores e interacciones que influyen significativamente sobre la variable respuesta. Cabe mencionar que se elaboraron dos réplicas por cada tratamiento.

En la realización del diseño se utilizó la codificación de **+1** para los **niveles altos** y **-1** para los **niveles bajos** de cada factor. En la

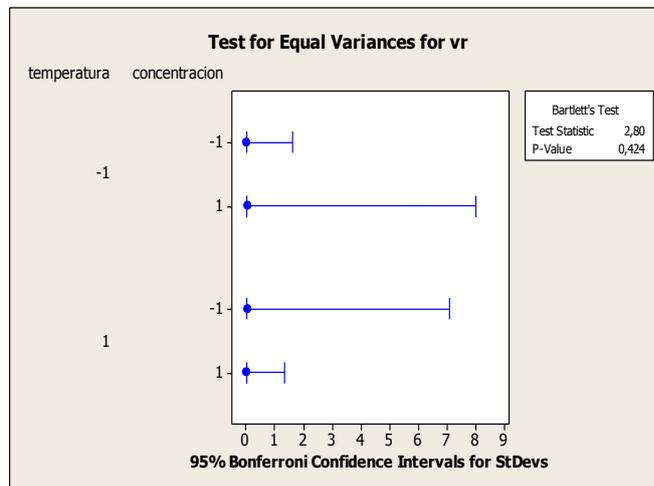
tabla 6 se pueden observar en resumen los factores a estudiarse y sus niveles.

**TABLA 6**  
**MATRIZ DE ORDEN ESTÁNDAR**

StdOrder	RunOrder	CenterPt	Blocks	Temperatura	Concentración	Perdida de agua *
2	1	1	1	1	-1	0,448689
5	2	1	1	-1	-1	0,415824
7	3	1	1	-1	1	0,488300
8	4	1	1	1	1	0,543159
4	5	1	1	1	1	0,528300
3	6	1	1	-1	1	0,399800
1	7	1	1	-1	-1	0,398200
6	8	1	1	1	-1	0,527300

### 2.5.2. ANÁLISIS DE VARIANZA

Para el análisis de varianza se utilizó el test for equal variances



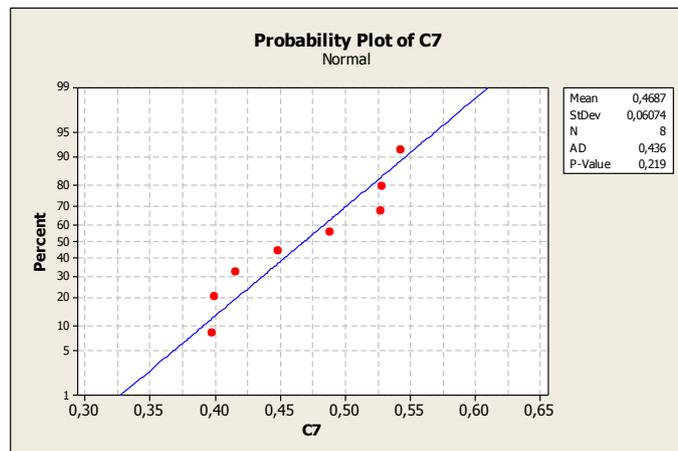
**FIGURA 2.6 TEST EQUAL VARIANCES**

El análisis de igualdad de varianzas se lo realizó con el objetivo de cumplir con los requisitos del diseño de experimentos el cual tiene las siguientes hipótesis:

$H_0$ : El experimento tiene igualdad de varianzas.

$H_1$ : El experimento no tiene igualdad de varianzas.

Si se cumple la siguiente condición que el p-value es menor que alpha entonces se rechaza  $H_0$ . Al observar la figura 2.6 se obtiene un p-value de 0,424 con un alpha de 0,05 como se demuestra que es mayor el p-value, por lo tanto se acepta  $H_0$ , con lo cual se puede inferir que el experimento cumple con el requisito para el diseño de experimento.



**FIGURA 2.7. PROBABILITY PLOT**

Otro requisitos en el diseño de experimento es que cumpla con la normalidad para lo cual se realiza el gráfico de la Probability Plot , y se establecen las siguientes hipótesis :

Ho: El experimento sigue la normalidad

H1: El experimento no sigue la normalidad.

Si se cumple con la siguiente condición que el p-value es menor que el alpha entonces se rechaza Ho, por medio de la figura 2.7 se muestra un p-value de 0,21 con un alpha de 0,05, por lo tanto es mayor el p-value que el alpha y se acepta Ho lo cual me indica que el experimento sigue una distribución normal.

### **2.5.3. COMPARACIÓN DE MEDIAS**

Para la comparación de las medias, se las realizará entre las combinaciones de los factores temperatura y concentración con sus respectivos niveles, para poder establecer la mejor combinación y que logre la mayor pérdida de agua. Cabe mencionar que como patrón base se utilizará la pérdida de agua del 50% (18) debido a que en una deshidratación osmótica por fruta, generalmente existe esa pérdida de agua.

# CAPÍTULO 3

## 3. ANÁLISIS DE RESULTADOS

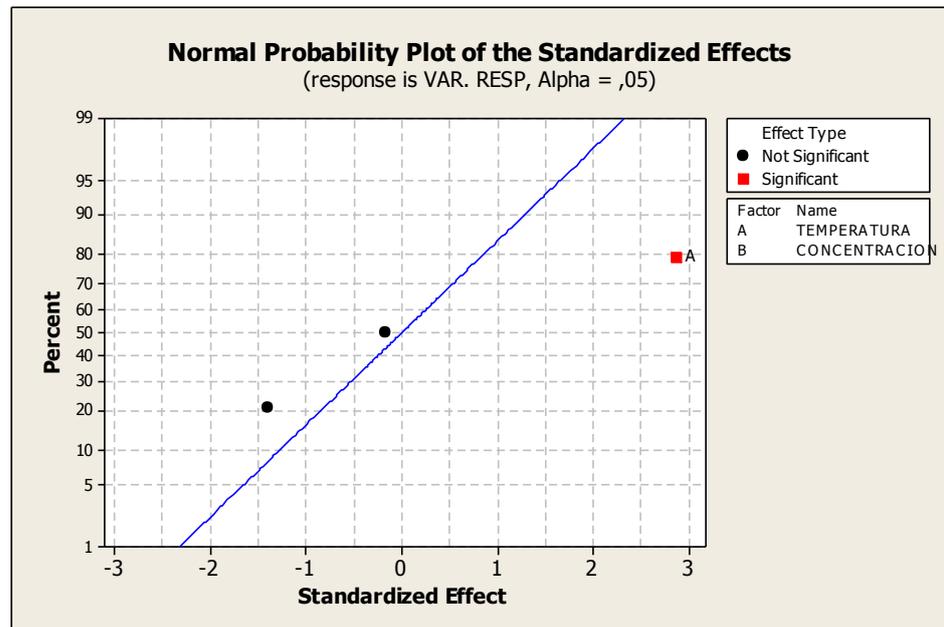
### 3.1 ANÁLISIS DE PROCESO DE DESHIDRATACIÓN

Los resultados del diseño de experimento se muestran a continuación :

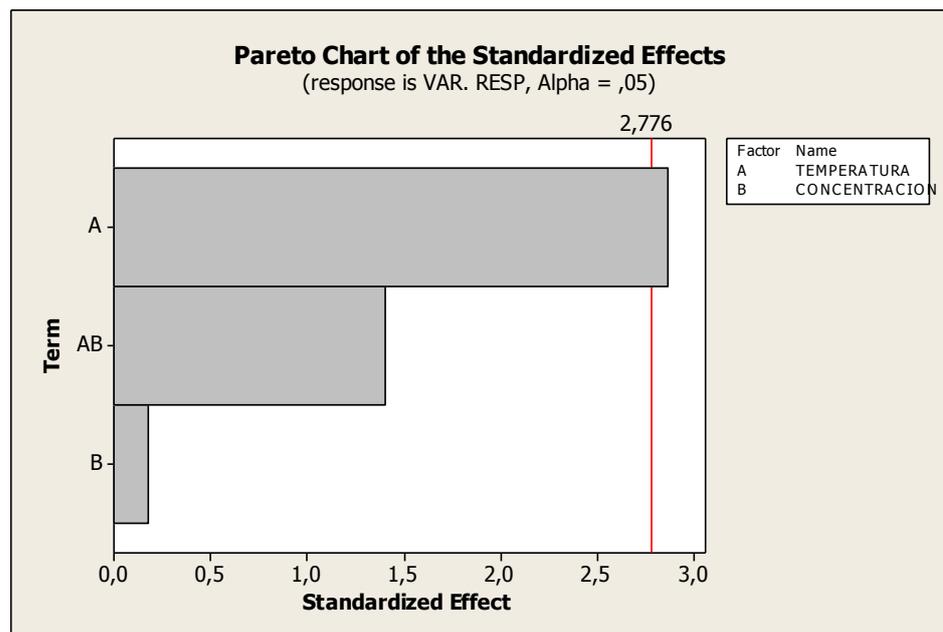
**TABLA 7**

**FACTORIAL FIT: PÈRDIDA DE AGUA VERSUS  
TEMPERATURA; CONCENTRACIÓN**

<b>Term</b>	<b>Effect</b>	<b>Coef</b>	<b>SE Coef</b>	<b>T</b>	<b>P</b>
Constant		0,468697	0,01507	31,09	0,000
Temperatura	0,086331	0,043165	0,01507	2,86	0,046
Concentración	0,042386	0,021193	0,01507	1,41	0,232
Temperatura*Conc entración	0,005348	0,002674	0,01507	0,18	0,868



**FIGURA 3.1.TEST DE DANIELS**



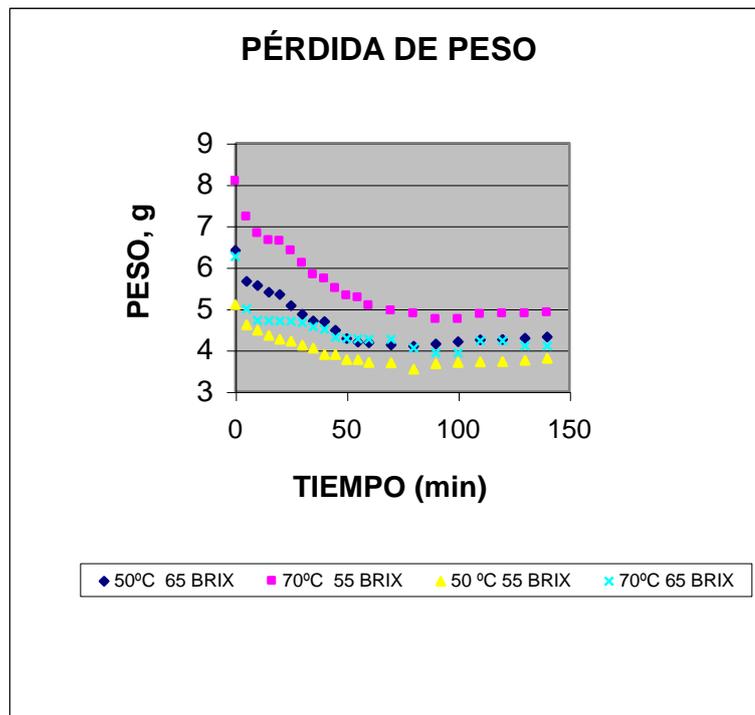
**FIGURA 3.2.DIAGRAMA DE PARETO**

Al observar la tabla 7, se muestra que el p- value para la temperatura es de 0,046, lo cual indica que, es menor que el nivel

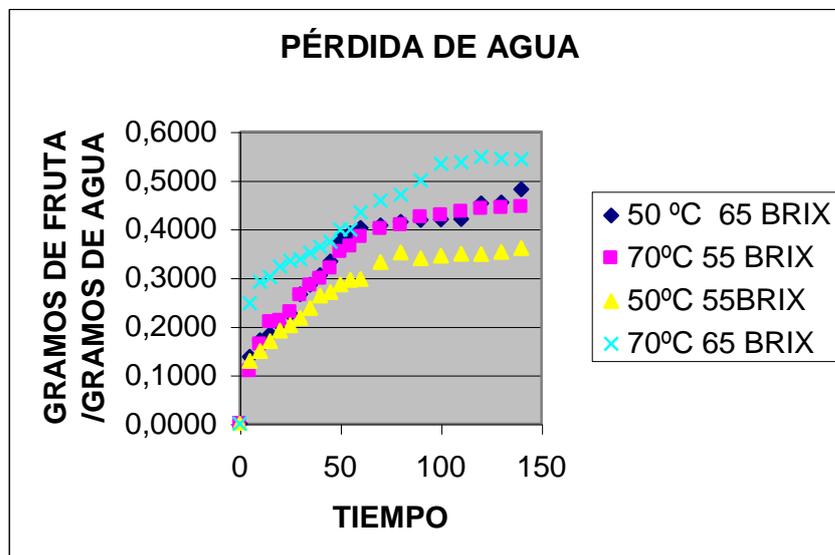
de significancia alpha de 0,05. Por lo tanto, se puede decir que la temperatura es un factor significativo en la pérdida de agua de la fruta. Lo cual no ocurre con la concentración y la interacción de la (temperatura –concentración), porque en la concentración se obtiene un p-value 0,868 y para la interacción un p-value de 0,233.

En el gráfico 3.1 se puede observar que la temperatura es un factor que influye en la variable respuesta que es la pérdida de agua, los datos de los experimentos siguen una distribución normal ya que se acercan a una recta.

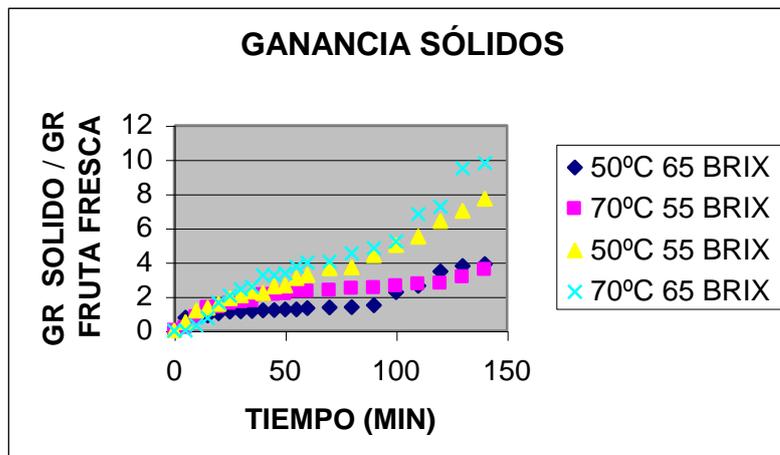
En la figura 3.2, el diagrama de Pareto con un nivel de significancia (alpha = 0,05), se puede observar que el efecto B y la interacción AB no tiene significancia importante, es decir que no influyen sobre la variable respuesta, pero el factor A que es la temperatura sí influye en la variable respuesta .



**FIGURA 3.3. PÉRDIDA DE PESO DE LOS EXPERIMENTOS**



**FIGURA 3.4. PÉRDIDA DE AGUA DE LOS EXPERIMENTOS**

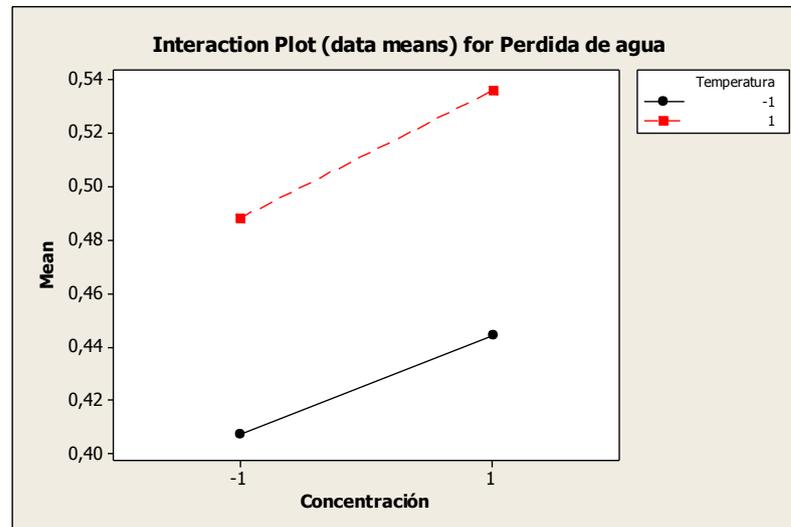


**FIGURA 3.5.GANANCIA SÓLIDOS DE LOS EXPERIMENTOS**

En la figura 3.3, 3.4, 3.5 se observa la reducción de peso , pérdida de agua, ganancia de sólidos, respectivamente .

En la comparación de medias tenemos que la temperatura a 50°C es de 0,4255 y la de 70°C es de 0,5118, estas medias están basadas en la pérdida de agua que experimentó la fruta debido a la variación de la temperatura.

De igual forma las medias de la pérdida de agua de la fruta debido a las diferentes concentraciones para 55 Brix fue de 0,4475 y 65 Brix fue de 0,4899, al observar dichos resultados se realiza el gráfico Interaction figura 3.6, para tener una mejor interpretación de los datos.



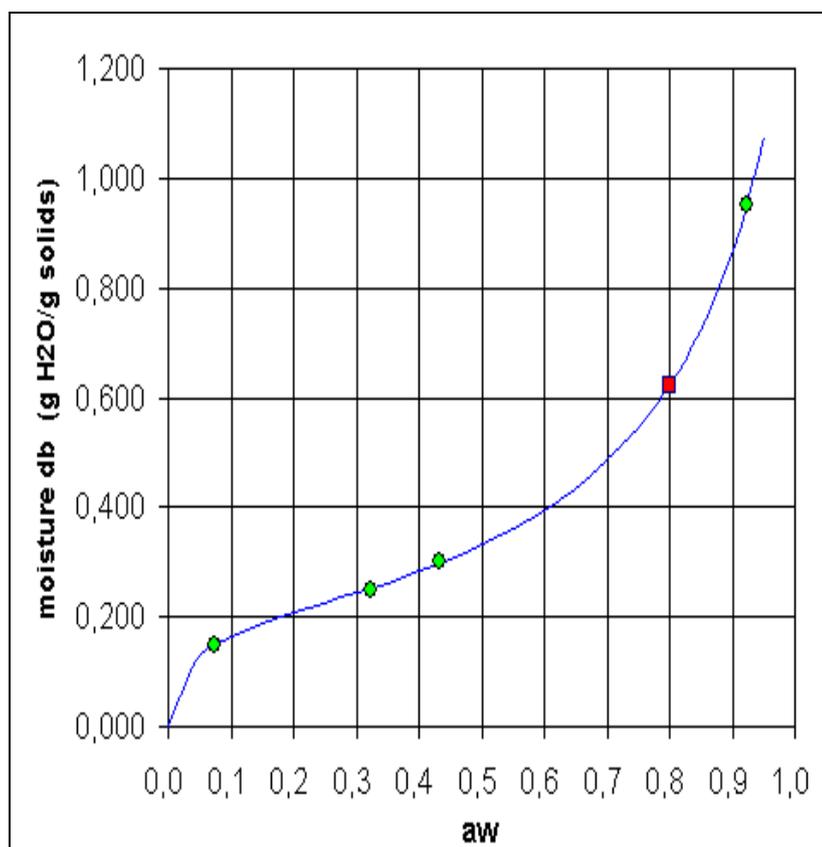
**FIGURA 3.6.INTERACTION PLOT**

En el gráfico se puede observar que los niveles recomendados para una mayor pérdida de agua tomando como referencia que en la deshidratación osmótica se pierde 50% de agua, tenemos que con una temperatura de 70 °C y la concentración de 65 Brix se tiene una pérdida de agua de 53 % la cual sería las condiciones más óptimas para el proceso de deshidratación osmótica.

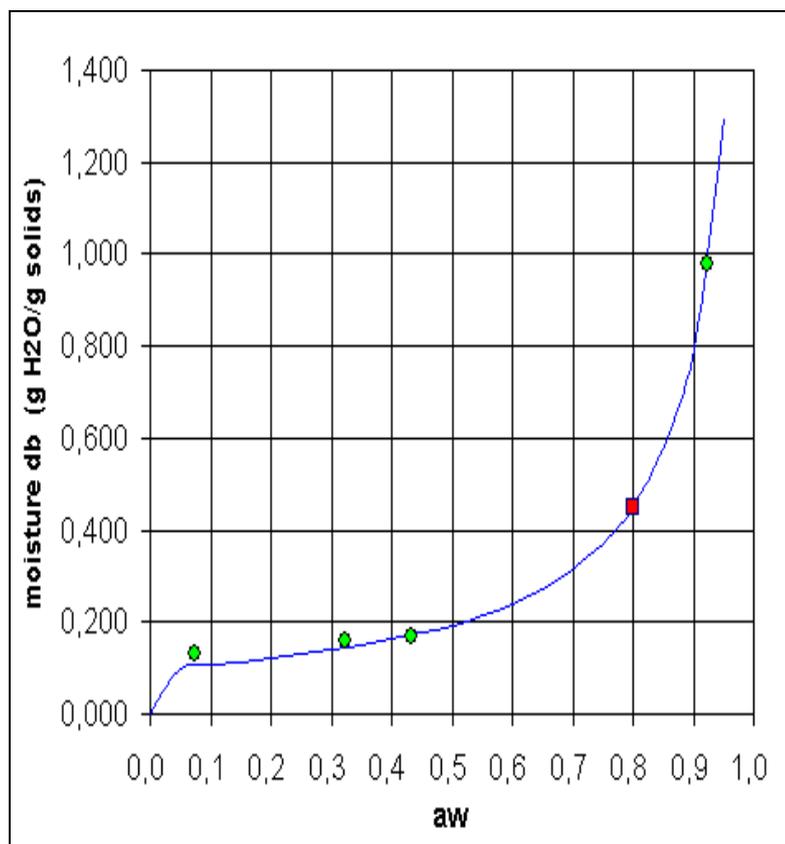
### **Isotermas de Absorción**

Para la elaboración de las isotermas de absorción tanto para las rodajas de banano no deshidratada y deshidratada osmóticamente fueron determinadas a partir de las humedades iniciales de cada proceso, independientemente utilizando el método Isopiéstico descrito en el capítulo 2, con el objetivo de estudiar como las rodajas de banano se comportan frente a las actividades de agua de cada una de las sales y para determinar el valor de la monocapa de Bet .

A continuación se muestran las curvas de las isotermas de absorción tanto para el producto sin deshidratar y deshidratado osmóticamente ( figura 3.7 y 3.8) .



**FIGURA 3.7. ISOTERMA DE ABSORCIÓN DE LAS RODAJAS DE BANANO SIN DESHIDRATAR**



**FIGURA 3.8. ISOTERMA DE ABSORCIÓN DE LAS RODAJAS DE BANANO DESHIDRATADA OSMÓTICAMENTE**

Cabe mencionar que el valor de la monocapa de Bet para las rodajas de banano sin deshidratar fue de 0,1004 g H<sub>2</sub>O / 100 g ss y, el de las rodajas deshidratadas osmóticamente fue de 0,1154 g H<sub>2</sub>O / 100 g ss, por lo que, el valor de la monocapa de Bet de las rodajas deshidratadas osmóticamente es mayor gracias al tratamiento al que fueron sometidas. Lo cual indica que a mayor valor de la monocapa de Bet mayor es la estabilidad del producto.

## **3.2 ANÁLISIS DEL PROCESO DE SECADO**

El proceso de secado se lo realizó tanto para las rodajas sin deshidratar y deshidratada, el objetivo del cual es estudiar el comportamiento de las rodajas y como afecta la velocidad de secado en cada uno de los procesos .

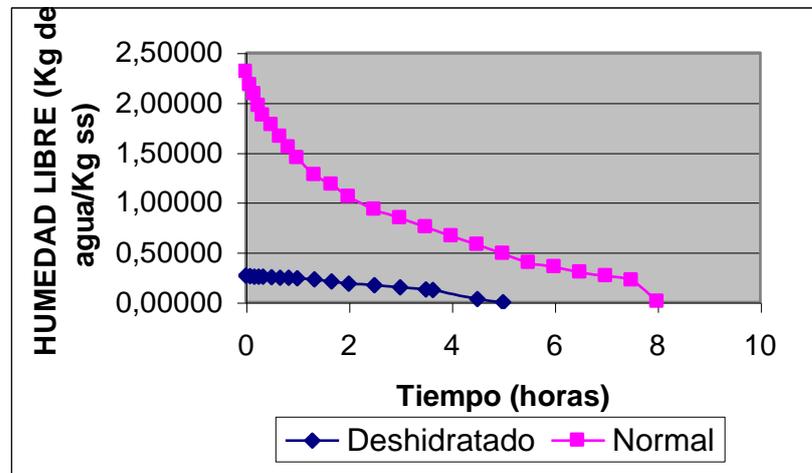
### **3.2.1 CURVAS DE SECADO COMPARACIÓN**

Se realizará una comparación de las curvas de secado las cuales son velocidad de secado versus tiempo, y humedad libre versus tiempo, para las rodajas de banano sin deshidratar y deshidratadas osmóticamente .

#### **Velocidad de Secado**

La velocidad de secado se la utilizó para estudiar el comportamiento de las rodajas de banano sin utilizar un tratamiento previo y utilizando como tratamiento previo la deshidratación osmótica de tal forma poder establecer alguna variación en dichos procesos.

A continuación se observa en la figura 3.9 , las curvas de humedad libre en función del tiempo, tanto para las rodajas secadas experimentalmente con y sin tratamiento osmótico .

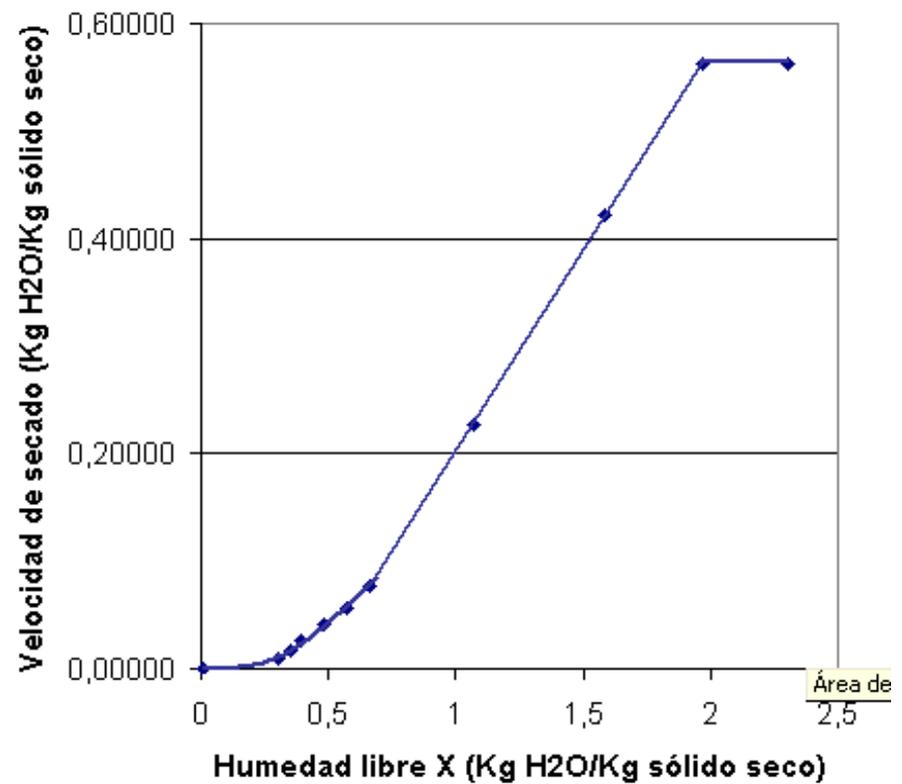


**FIGURA 3.9. CURVA DE HUMEDAD LIBRE EN FUNCIÓN DEL TIEMPO PARA LAS RODAJAS DE BANANO**

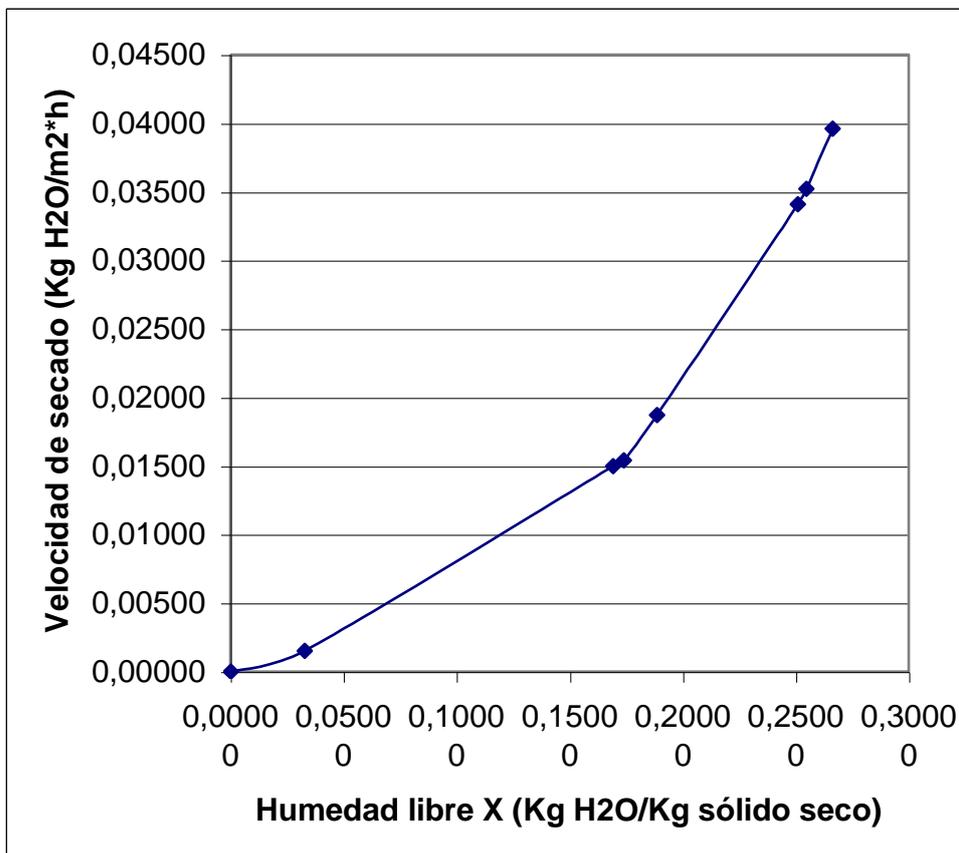
La curva de humedad libre para las rodajas de banano secas , que no recibieron el tratamiento osmótico empieza de una mayor humedad libre, y comienza a descender el contenido de humedad libre como se indica en los puntos, hasta las ocho horas de secado debido a que se ha llegado a eliminar la mayor cantidad de agua libre.

Por otra parte para las rodajas de banano secas que obtuvieron el tratamiento osmótico, su humedad libre al inicio fue mucho menor que las rodajas anteriormente mencionadas, y por lo tanto su tiempo fue de cinco horas.

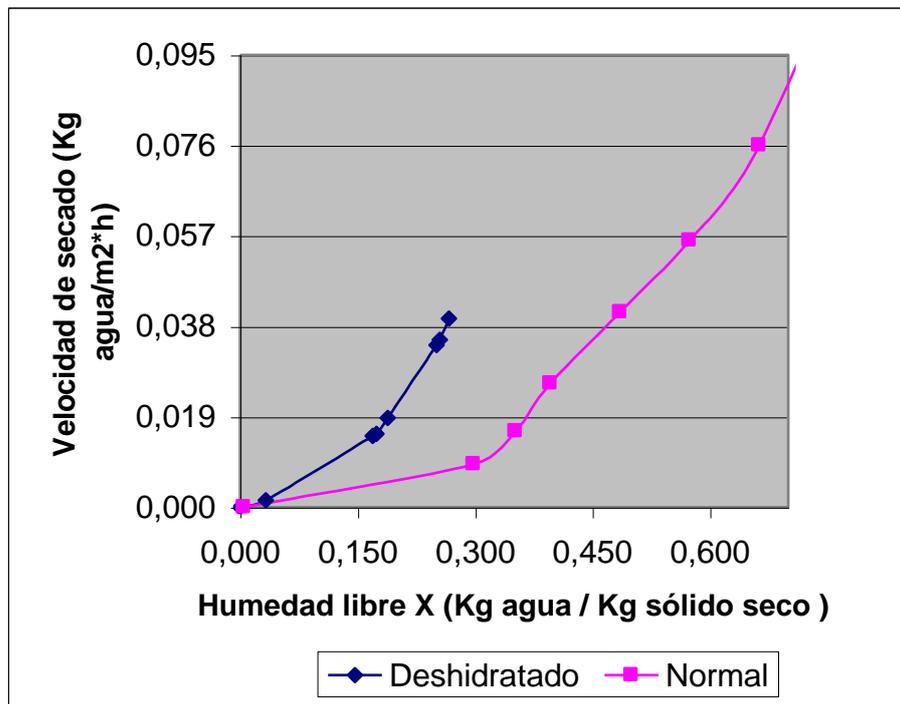
Mediante la ecuación 2.7 se logró construir las gráficas descritas a continuación.



**FIGURA 3.10.VELOCIDAD DE SECADO RODAJAS DE BANANO SIN DESHIDRATAR**



**FIGURA 3.11. VELOCIDAD DE SECADO RODAJAS DE BANANO DESHIDRATADA OSMÓTICAMENTE**



**FIGURA 3.12. VELOCIDAD DE SECADO RODAJAS DE BANANO**

Al observar la figura 3.11 se puede inferir que al someter a un tratamiento osmótico previo al secado, el período de velocidad constante no se observa debido a que se eliminó la mayor cantidad de agua libre.

En la figura 3.12 se observa que a medida que transcurre el tiempo se forma un período decreciente para ambos procesos. El período de las rodajas de banano con tratamiento osmótico, tiene una mayor pendiente que las que no recibieron tratamiento, por lo cual se puede inferir que tendrán una mayor velocidad en este período de la curva.

### 3.2.2 TIEMPO DE SECADO COMPARACIÓN

El tiempo de secado experimental se lo obtuvo de acuerdo al procedimiento descrito en el capítulo 2, al observar la figuras 3.9 y con la ayuda del valor de la monocapa tanto para el proceso de las rodajas de banano no deshidratadas y deshidratadas se obtuvieron los siguientes valores :

**TABLA 8**  
**VALORES DE MONOCAPA**

<b>PRODUCTO</b>	<b>MONOCAPA</b>
Rodajas de banano no deshidratadas	0.1004 gr H <sub>2</sub> O / gr ss
Rodajas de banano deshidratadas	0.1154 gr H <sub>2</sub> O /gr ss

El tiempo de secado experimentalmente que se estableció para las rodajas de banano no deshidratada fue de siete horas con cuarenta y cinco minutos y para las rodajas deshidratadas fue de cuatro horas con treinta minutos. Por lo tanto el tiempo de secado experimentalmente de las rodajas deshidratadas osmóticamente es menor que el de las deshidratadas.

### 3.3 RESULTADO DE PRUEBAS SENSORIALES

### **3.3.1 ANÁLISIS SENSORIAL DEL PROCESO DE DESHIDRATACIÓN**

El proceso con la calificación más alta, es el de las rodajas de banano sometidas a deshidratación osmótica sin pasar al secado.

Además , según los comentarios de los jueces donde se indica que estas muestras estaban más suave, con mayor dulzor y agradable para la boca. Caso contrario fueron los comentarios para la muestra de las rodajas de banano deshidratadas osmóticamente y secadas, en el cual indicaban que el banano estaba un poco más duro y sin mucho dulzor.

Cabe indicar, que el proceso en el cual se somete a las rodajas de banano al secado tiene una etapa más lo cual representa un mayor tiempo de producción y aumento de costo y energía por acondicionamiento del secador.

### **3.3.2 ANÁLISIS SENSORIAL DEL MEJOR TIPO DE COBERTURA DE CHOCOLATE**

El análisis sensorial de la evaluación del sabor en la cobertura de chocolate muestra que el sabor en la cobertura de chocolate semi-

amarga y semi-amarga gourmet son diferentes y pudo ser detectada por los jueces .

En el segundo método consultando, con un nivel de significancia de 0,05, muestra que los jueces no detectaron diferencia significativa, y puede concluirse que la diferencia en el sabor a chocolate no pudo ser detectada.

Por esta razón se procedió a realizar la prueba triangular, para establecer una diferencia significativa en el sabor de las coberturas debido a que el primer método establecía significancia y el segundo no.

De acuerdo a la evaluación sensorial, 24 jueces acertaron con lo cual demuestra que existe diferencia en el sabor de la cobertura , y para el proceso se eligió la cobertura semi-amarga , debido a los comentarios de los jueces que indicaban que les agradaba más el sabor y además la característica en su composición permite mantenerla en mejores condiciones al medio ambiente.

# **CAPÍTULO 4**

## **4. PROCESO EN LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE RODAJAS DE BANANO BAÑADAS EN CHOCOLATE**

### **4.1 DIAGRAMA DE PROCESO**

Para la realización del producto se tomarán los parámetros antes expuestos en los capítulos anteriores. Como por ejemplo las condiciones en que el banano debe llegar al proceso, parámetros de deshidratación osmótica, tipo de cobertura, etc.

La realización de la línea de producción es para una planta artesanal, debido a que es un producto innovador en el mercado y se empezará con un nivel de producción bajo.

### **Estimación del Nivel de Producción**

Para la estimación del nivel de producción se realizó un estudio de mercado para conocer la demanda de las frutas bañadas con chocolate en la provincia de Guayas (especialmente Guayaquil).

El estudio de mercado se basó en información obtenida de instituciones con el fin de estimar la posible demanda del producto.

Adicionalmente, se determinó las necesidades y requerimientos del consumidor.

La información acerca de la población consumidora de frutas bañadas con chocolate se la obtuvo en el INEC (9). Esta permitirá conocer cuáles son nuestros clientes y principales competidores para de esta manera poder establecer la estrategia de negocio, que nos permita competir con ellos. Los resultados de las encuestas se analizaron mediante métodos estadísticos. Así mismo se determinó el tamaño de muestra. Los resultados obtenidos de estos análisis nos permitirán diseñar un producto con características apreciadas por el cliente.

### **INVESTIGACIÓN DEL MERCADO**

#### **Tamaño del Mercado**

Para establecer el tamaño de mercado se analizará la siguiente tabla 9, en la cual se muestra la población de las cuatro posibles zonas que será de mayor preferencia el producto.

**TABLA 9  
POBLACIÓN DE LAS PROVINCIAS**

		DATOS DE LA CAPITAL			
PROVINCIA	CAPITAL	POBLACIÓN TOTAL	PEA	% POBREZA	CLASE MEDIA-ALTA
MANABÍ	PORTOVIEJO	238430	79181	61,8	91081
GUAYAS	GUAYAQUIL	<b>2039789</b>	<b>778940</b>	<b>52,6</b>	<b>966860</b>
LOS RÍOS	BABAHOYO	132824	47141	71,6	37722
EL ORO	MACHALA	217696	82115	49,5	109937

Fuente: SIISE – Sistema Integrado de indicadores Sociales del Ecuador, INEC - Censo-2001

Guayaquil es la ciudad con mayor cantidad de habitantes que estarían en capacidad de consumir el producto, por ello se la ha escogido como mercado objetivo.

El segundo factor que se va a tomar en cuenta para la segmentación del mercado es la ubicación geográfica del mercado dentro de la ciudad como se muestra en la tabla 10.

**TABLA 10**  
**POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA**

POBLACION ECONOMICAMENTE ACTIVA DE GUAYAQUIL		
EDAD	URBANA	RURAL
5-15 años	6 677	18 642
16 en adelante	754 417	532
TOTAL	761 094	19 174

El tercer factor a considerar es la edad, debido a que la población de menores de 15 años no se toma en cuenta, puesto que generalmente no son ellos los que compran el producto sino sus padres.

El cuarto factor que se toma en consideración es el nivel socioeconómico, como se mostraba en la tabla 9, en Guayaquil hay un margen de pobreza del 53% aproximadamente, solo se va a considerar el 35% por seguridad.

Por supuesto, no todas estas personas van a consumir el producto, de hecho en la encuesta realizada, el 70 % de los encuestados respondieron que si consumen bombón por lo tanto nos queda:

$$PO_5 = 0,70 \times 264046 \approx 184832 \text{ hab.}$$

### Tamaño de la Muestra

Para considerar el tamaño de la muestra, se usará la ecuación 4.1.

$$n = \frac{Z^2 \sigma^2}{E^2} \quad (4.1)$$

Donde:

$n$  = Tamaño de la muestra

$Z$  = Nivel de confianza (95%)

$E$  = Margen de error (5%)

$\sigma$  = Desviación estándar

Esta encuesta piloto se realizó efectivamente con la participación de 30 personas que consumen normalmente bombones.

Aplicando la ecuación se obtuvo un tamaño de muestra de **n = 246**. En este estudio debido a factores de tiempo y recursos se tomará un **n = 70**; el cual se considera que es una cantidad apropiada y representativa para los fines que se persiguen.

### CONSUMIDORES

El 70 % de los encuestados consumen bombones, lo que nos da la idea de que si hay mercado para el desarrollo del producto, así mismo se nota mucha diferenciación entre sexo masculino y

femenino. El 79% la población femenina tiene más agrado por los chocolates.

La mayor parte de los encuestados, exactamente el 82 %, tienen familias de entre 4 y 10 integrantes, lo que indica un buen número de posibles consumidores y el 89% se encuentran entre 15 y 35 años de edad.

### **CARACTERÍSTICAS DEL PRODUCTO**

En esta tesis se desea empezar con una presentación de una funda de 6 unidades y una funda de 12 unidades, que son las más comunes en el mercado de este tipo de productos. Se le consultó al encuestado si le agradan estas presentaciones o si le gustase otra.

**TABLA 11**

#### **RESULTADO DE LA ENCUESTA PREFERENCIA DE LA PRESENTACION**

<b>Alternativas</b>	<b>Porcentaje</b>
Una funda 6 unidades	61%
Una funda 12 unidades	37%
otras	2%
<b>Total</b>	100%

La mayoría prefiere la más pequeña (61%), y la funda de 12 unidades un 37%, sólo el 2% de encuestados no estuvieron de acuerdo con estas presentaciones.

Otra de las preguntas fue a cerca del material del envase, se consultó los 3 tipos de envases más usados para bombones. El material preferido por el público son las fundas plásticas con un 37%, por razones de decoración, y estas captan mayor su atención.

Otro aspecto que más valora el consumidor es el sabor, el 45% de los encuestados opinaron de esta manera.

### **DEMANDA**

Ahora se presentan los resultados de las preguntas que nos permitirán establecer o estimar la posible demanda del producto.

Del total de encuestados se observó que el 30% no consumen bombones y que una gran mayoría del 70% si lo hace, este es un buen resultado que indica que el producto tiene buen mercado para ser acogido.

**TABLA 12**

### **RESULTADOS DE LA ENCUESTA DEL CONSUMO MENSUAL FUNDA DE 6 UNIDADES**

<b>Alternativas</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
1 a 3 Fundas	25	52%
3 a 6 Fundas	15	31%
6 a 10 Fundas.	5	11%
10 a 15 Fundas.	3	6%
<b>Total</b>	48	100%

Podemos apreciar que en la presentación de una funda de 6 unidades de bombones existente en el mercado un 83 % de los consumidores compran entre 1 y 6 fundas al mes.

**TABLA 13**  
**RESULTADO DE LA ENCUESTA DE**  
**CONSUMO MENSUAL FUNDA DE 12 UNIDADES**

<b>Alternativas</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
1 a 3 Funda.	9	45%
3 a 6 Funda.	6	30%
6 a 10 Funda.	5	25%
Total	20	100%

En la presentación de una funda de 12 unidades, la gran mayoría de los consumidores el 75% compra entre 1 y 6 funda al mes.

Además se consultó si el encuestado consume bombones, en donde 21 de 70 dijeron que no, por ello, en las preguntas posteriores el número de encuestados se redujo a 50. El consumidor es flexible y brinda la oportunidad a un producto nuevo de ser conocido, de tal manera que el 80% opina que si está dispuesto a probar una nueva marca de bombones.

Para el cálculo de la demanda nos valemos de los datos obtenidos de las encuestas (tabla 11). El 61% de los encuestados dijeron que consumían 1 funda de seis unidades peso 42 g, pero el 52% de ese subtotal (porcentaje relativo de consumo de esa respuesta), contestó que consumía 3 fundas en un mes como lo muestra en la tabla 12, el cálculo sería entonces:

$$182191 \times 0,61 \times 0,00042 \times 0,52 \times 12 = 291,26 \text{ Kg/año}$$

**TABLA 14**

**DEMANDA DEL PRODUCTO BOMBÓN DE BANANO**

<b>Población Consumidora</b>	<b>% De respuesta</b>	<b>Consumo en Kilogramos</b>	<b>Porcentaje Relativo de respuesta</b>	<b>Consumo por año Kilogramos</b>
182191	0,61	0,042	0,52	29126,6565
182191	0,61	0,042	0,31	17363,9683
182191	0,61	0,042	0,11	6161,40811
182191	0,61	0,042	0,06	3360,76806
182191	0,37	0,084	0,45	30577,4799
182191	0,37	0,084	0,3	20384,9866
182191	0,37	0,084	0,25	16987,4888
<b>TOTAL</b>				<b>123962,75</b>

Con los datos anteriores se obtiene un total 123.963 kilogramos anuales de bombones, solo en la ciudad de Guayaquil. Hay que tomar en cuenta que este dato obtenido de una fuente primaria siempre tiene un nivel de confianza y un grado de error. La

microempresa artesanal solo va a captar el 42% de esta demanda.

### **COMPETENCIA**

Ahora se analiza los resultados que nos brindan información la cerca de la competencia directa e indirecta.

Se consulta al consumidor a cerca de las marcas que usualmente compra los resultados fueron los siguientes:

**TABLA 15**  
**RESULTADO DE LA ENCUESTA MARCAS QUE GENERALMENTE CONSUME**

<b>Alternativas</b>	<b>Porcentaje</b>
Rey macadamia pasas	19%
Manicero	17%
Choco pasas	14%
Huevo sabor a banano	12%
Almendras con chocolate	12%
Rey macadamia nuez	11%
Costa nuss	10%
Otras	5%
<b>Total</b>	<b>100%</b>

Se puede observar en la tabla las preferencias de consumidor hacia las marcas, Rey macadamia pasas, Manicero, Choco pasas que son bombones mayormente consumidos, es decir la competencia directa. Cabe mencionar que el 49% de los encuestados aprecia ante todo la calidad en un producto, luego

está la costumbre de consumir un producto en un 22% de los casos y también la presentación del mismo con 12%.

## **COMERCIALIZACIÓN**

### **Canales de Distribución**

Los Supermercados son los sitios donde más acuden los consumidores de chocolates siendo un 48%, siguiendo en importancia los Mini Markets con un 34% y por último tenemos las tiendas con 14%.

La razón por la cual prefería comprar en el establecimiento escogido, fue por la variedad con 42%, comodidad 24%, cercanía 17%, precio 17%.

## **MEDIOS PUBLICITARIOS**

El consumidor se entera de la existencia de un nuevo producto, para de esta manera poder establecer la estrategia publicitaria a seguir. Resulta evidente que el mayor medio publicitario es la televisión con un 60%, luego le sigue la publicidad realizada en supermercados 18%, esta última junto con la propaganda en radio 7% y diarios 15% será la estrategia a seguir para la introducción del producto en el mercado.

## **ELABORACIÓN DEL PRODUCTO DE LAS RODAJAS DE BANANO BAÑADAS EN CHOCOLATE.**

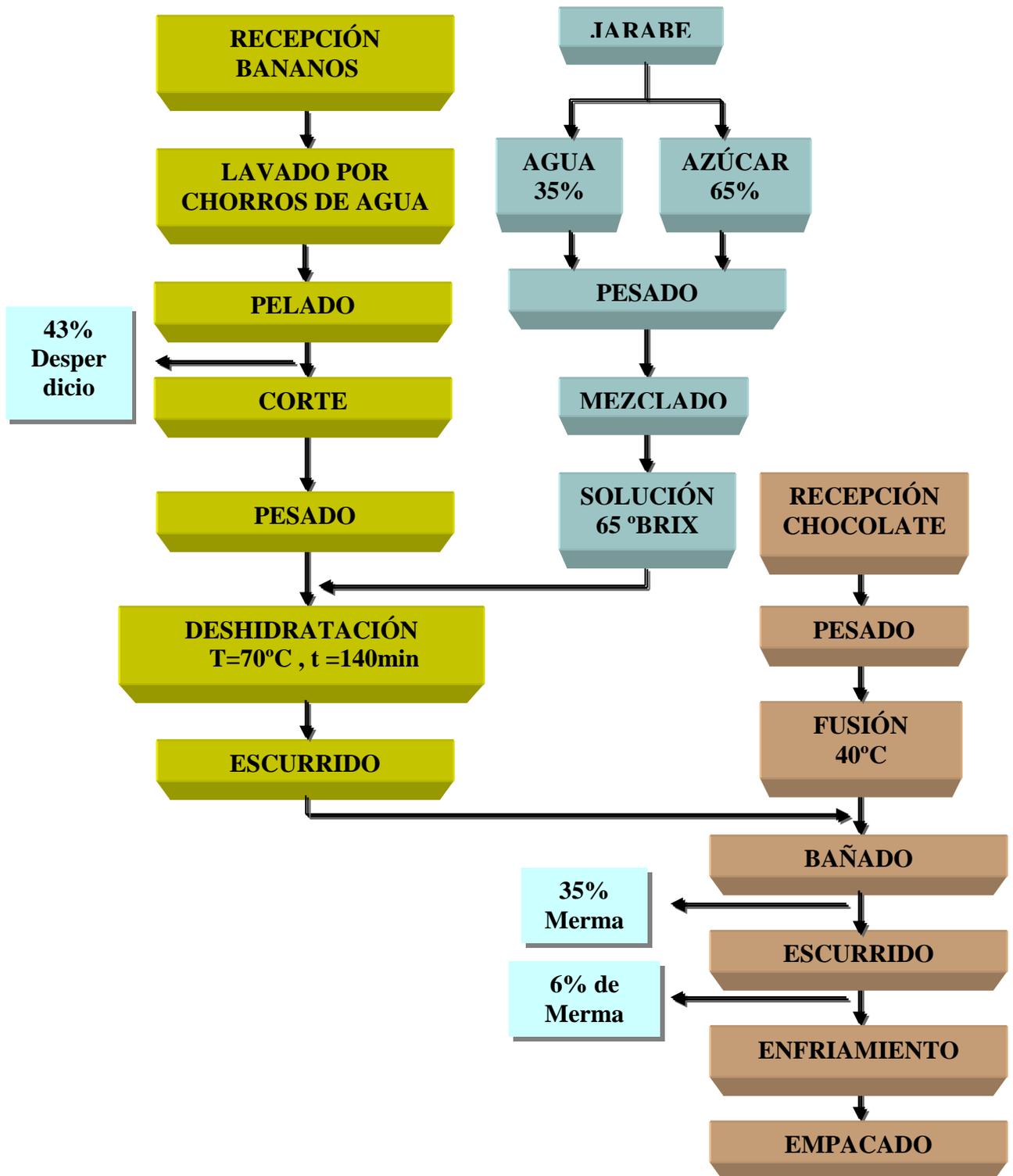


FIGURA 4.1. DIAGRAMA DE PROCESO DE LAS RODAJAS DE BANANO BAÑADAS EN CHOCOLATE

### **Recepción de los Bananos**

El grado de madurez óptimo para el proceso es el grado 4, tal como se lo explicó en el capítulo 2. Es importante tomar en cuenta que el banano no presente señales de maltrato.

### **Lavado**

El lavado se lo realizará en tinajas que contengan agua potable, alimentadas por medio de mangueras. Este proceso se lo realiza con el fin de eliminar materiales extraños, los cuales vienen adheridos al producto después de haber sido cosechados.

### **Pelado**

El pelado se lo va a realizar de forma manual, para lo cual se van a destinar mesas industriales de acero inoxidable. Las personas que realizarán este trabajo deberán usar guantes, mandiles plásticos y gorros.

### **Corte**

El corte se lo realizará por medio de una máquina manual, diseñada de acuerdo a las siguientes dimensiones 0.8 m X 1.5 m y con el espaciado entre cuchillas de 0.01 m. Cabe mencionar que las cuchillas de las máquinas deberán ser de acero inoxidable para evitar contaminación. El objetivo será obtener rodajas de bananos de 0.01\*0.03 m.

Una vez realizado, las rodajas del banano son sometidas a un baño con ácido ascórbico al 0.5 % para evitar la oxidación y luego pesarlas.

### **Deshidratación Osmótica**

Las rodajas de bananos serán sumergidas en una solución azucarada de 65 Brix con una relación fruta jarabe 1:4. La deshidratación osmótica se realizará a una temperatura de 70°C por 140 min.

### **Ecurrido**

En esta etapa las rodajas de banano se las coloca sobre una malla, con el objetivo de que el jarabe se escurra de la superficie.

### **Recepción del chocolate**

El chocolate semi-amargo debe cumplir con las especificaciones detalladas en el apéndice L.

### **Fusión**

La fusión de la cobertura de chocolate se la realiza a 40°C, en fundidor modelo Ágil tipo 200, cabe mencionar que solo se fusiona la cantidad que se va a utilizar en el día de producción.

### **Bañado**

El bañado se lo realiza mediante la máquina (Útil –E tipo 260) en la cual las rodajas de banano se las cubre con chocolate, quedando de esta forma bañadas por la parte superior e inferior.

### **Escurrido y enfriamiento**

Cumplido el proceso antes descrito las rodajas de banano, pasan por una malla que se encuentra a la salida de la bañadora, de tal forma que el chocolate se escurra y no quede goteando en las rodajas; además también ocurre el enfriamiento con el medio ambiente, lo que permite que se solidifique la cobertura de chocolate hasta llegar a la etapa de enfriamiento.

### **Empacado**

Esta es la última etapa del proceso. El peso de las rodajas de banano recubierta de chocolate de las seis unidades destinadas es de 42 g.

A continuación se realizó los cálculos del nivel de producción diario para alcanzar la demanda del 42% del mercado descrito anteriormente. La cantidad diaria a producir las rodajas de bananos es de 144 kilogramos diarios, esto indica que al día van a salir 3428 fundas de 6 unidades de 42 g diarias.

**TABLA 16**  
**COSTO DE FABRICACIÓN DEL BOMBÓN A BASE DE BANANO**

	<b>Cantidad (Kg)</b>	<b>Costo Unitario</b>	<b>Costo total</b>
Banano con cáscara	210	0,1	21,0000
Agua	168	0,001	0,1680
Azúcar	311	0,25	77,7500
Ácido ascórbico	0,005	10	0,0500
Cobertura de Chocolate	119	0,5	59,5000
<b>Total</b>	<b>3429</b>		<b>158,4680</b>

<b>COSTO DEL PRODUCTO POR UNIDAD</b>	<b>\$ 0.04</b>
<b>COSTO INDIRECTO ESTIMADO</b>	<b>\$ 0.25</b>
<b>COSTO TOTALES</b>	<b>\$0.29</b>
<b>UTILIDAD</b>	<b>\$0.27</b>
<b>PRECIO DE VENTA</b>	<b>\$0.56</b>

## 4.2 DIAGRAMA DE EQUIPOS

A continuación se va a establecer la ubicación de los equipos en el interior de la planta artesanal para la elaboración de las rodajas de banano bañadas con chocolate.

### Tabulación del Tamaño de los Equipos.

#### Deshidratación.-

Equipo	Entra	Capacidad Teórica	Tiempo Residual	Altura	Eficiencia	Capacidad Real
Baño de María	450.25 Kg	475 litros	1 hora	1 m	0.95	500 litros

#### Cortadora

Equipo	Entra	Tiempo Residual	Capacidad Teórica	Eficiencia	Capacidad Real
Máquina de Corte	864 Kg/h	0	864 kg /h	0.97	884kg/h

#### Bañadora de Chocolate

Equipo	Entra	Tiempo Residual	Capacidad Teórica	Eficiencia	Capacidad Real
Fundidor	120kg	15 min	200 Kg/h	0.80	250 Kg/h

Equipo	Entra	Tiempo Residual	Capacidad Teórica	Eficiencia	Capacidad Real
Bañadora de Chocolate	119kg	15 min	450Kg/h	0.90	500 Kg/h

A continuación, en la tabla 17 se muestra una aproximación del costo de los equipos básicos que se necesitan para la implementación de la línea de proceso de obtención del bombón a base de banano.

**TABLA 17**  
**COSTOS ESTIMADOS DE LOS EQUIPOS BÁSICOS PARA EL PROCESO PRODUCTIVO**

<b>Equipo</b>	<b>Costo (\$)</b>
Tanque de preparación de Baño de María para la deshidratación , acero inoxidable con agitador	8000
Fundidor Modelo ágil tipo 200	7525
Bañadora de chocolate marca Útil –e260	11440
Empacadora Italiana con tecnología Tecnopack	40000
Cortadora para rodajas de Bananos	900
<b>TOTAL</b>	67865

La inversión inicial estimada de los principales equipos para la instalación de la línea de producción, con una capacidad 102857 fundas de 6 unidades de 42 g al mes, es de \$ 67865.

En el Layout de la planta artesanal se destinará un área de 10X25 m, solo para la línea de producción tal como se muestra en el anexo apéndice P

Bodega de Materia Prima y las siguientes áreas: lavado, pelado, corte, deshidratación, chocolateado, empackado y bodega de producto terminado.

Además contará con un laboratorio de calidad, gerencia de planta y gerencia de producción.

### **Bodega de Materia Prima**

Esta área esta destinada a la recepción de la materia prima es decir, aquí llega los bananos provenientes de la hacienda San Vicente, ubicada en la provincia del Guayas, Cantón Juján propietario Dr. Arnaldo Gálvez Cortés.

Para el efecto se utilizan dos personas a cargo de la bodega de materia prima para controlar el ingreso de la fruta, los respectivos análisis y registro de la misma.

### **Área de Lavado**

El banano se colocará sobre transportadores aéreos. Se destinará a una persona será la encargada de lavar los bananos por medio de una manguera.

### **Área de Pelado**

Se utilizarán de 4 mesas de acero inoxidable de dimensiones de 1.80 m X 0.50, con el fin de no causar contaminación a los bananos. Las personas que trabajarán estarán dedicadas a pelar el banano.

Doce personas estarán a cargo, ubicadas tres por cada mesa de trabajo.

### **Área de Corte**

Una persona hará el corte del banano en la máquina. Una vez hechas las rodajas serán bañadas con ácido ascórbico al 0,5 %. Luego estas serán colocadas sobre una banda transportadora donde un supervisor tendrán el control del proceso.

### **Área de Deshidratación**

En esta área las rodajas de banano, van hacer sometidas a una deshidratación tal como se explicó en el capítulo 2.

Aquí se dispondrá de una persona para que coloque las rodajas sobre el equipo de baño de María.

### **Área de Chocolateado**

Las rodajas de banano estarán sometidas a un baño de chocolate por medio de la bañadora Útil –E tipo 260.

La persona encargada del área de deshidratación, también se encargará de esta área.

### **Área de Empacado**

Elaborado el producto este se colocará en fundas de (BOPP) polipropileno transparentes, recubiertas por una lámina (BOPP) polipropileno metalizadas, con la utilización de la tecnología tecnopack para empacarlas.

En cada funda habrá 6 bombones. En este proceso se destinará a tres personas para que realice el empacado.

### **Bodega de Producto Terminado**

En la bodega se colocará el producto terminado para la posterior comercialización del mismo, dos personas estarán a cargo del control de los registro del producto terminado.

**Laboratorio de Calidad**

El laboratorio estará destinado para la realización de los análisis tanto físicos como químicos.

Tres personas harán el control y análisis de los procesos de calidad.

**Gerencia de Planta**

La gerencia de planta estará destinada para la supervisión de todo el proceso llevado a cabo en la línea de producción y en el control de la calidad.

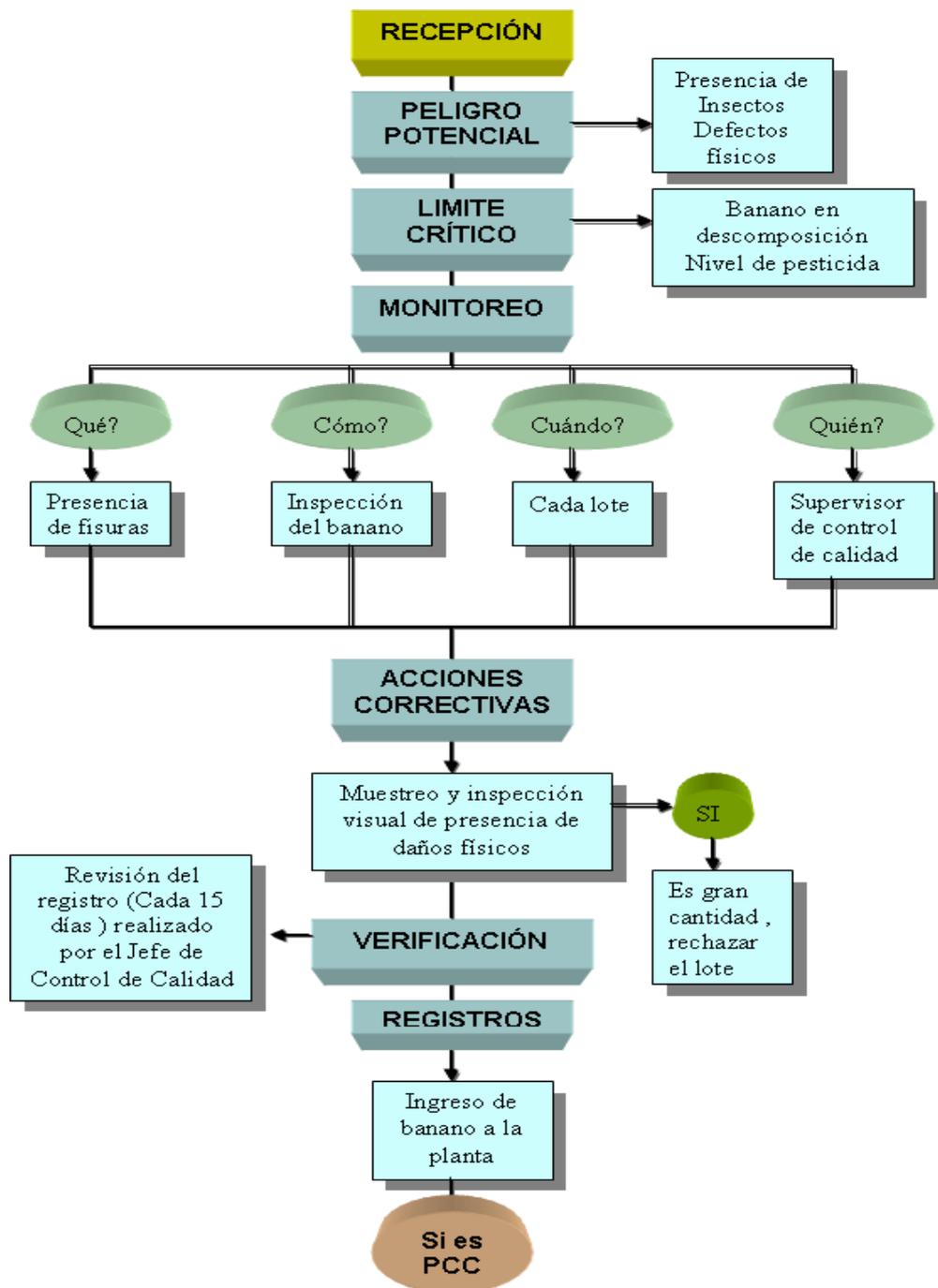
**Gerencia de Producción**

La gerencia de producción estará a cargo de todos los procesos de la línea de producción.

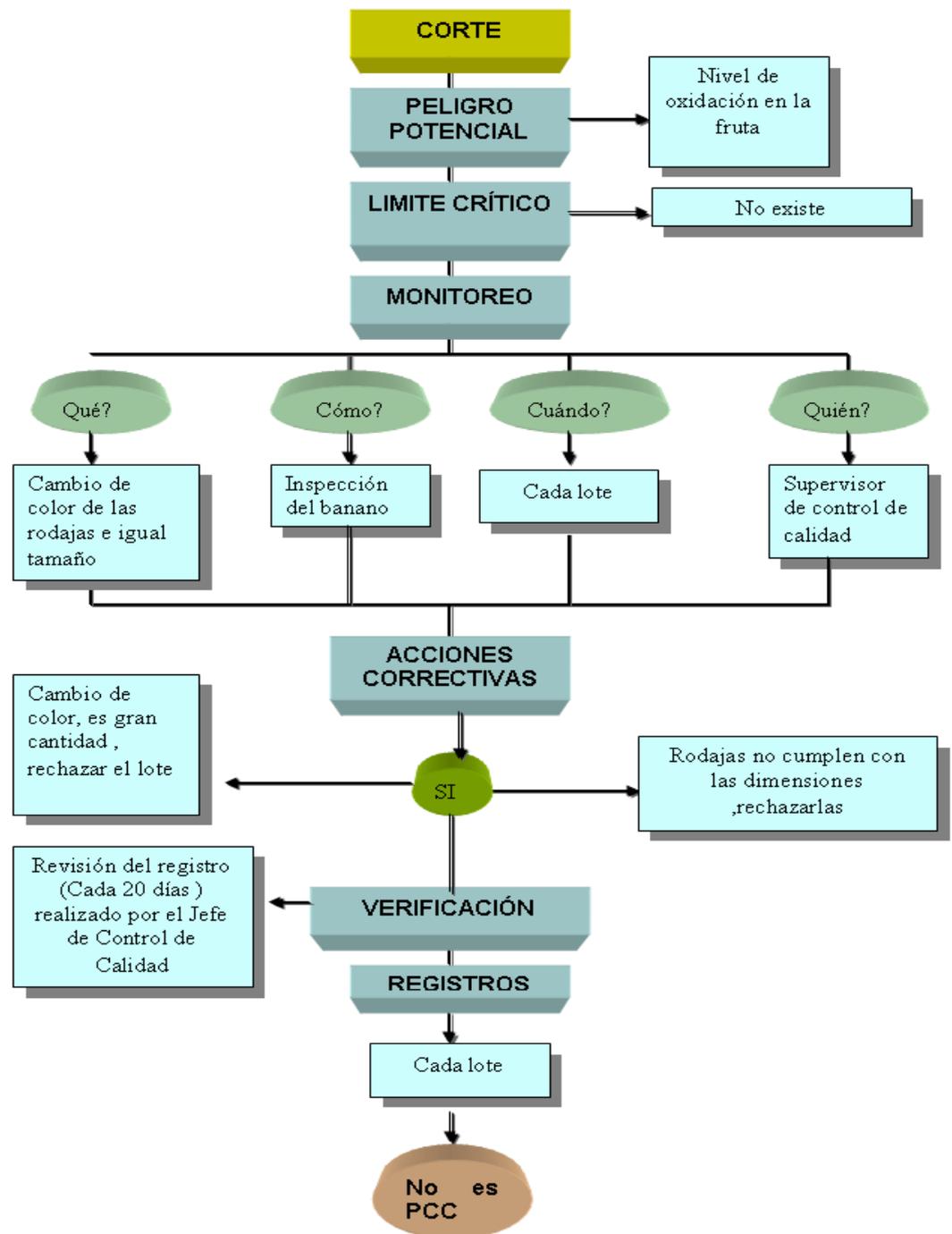
**4.3 ANÁLISIS DE LOS PUNTOS DE CONTROL EN EL PROCESO.**

Los puntos de control fueron determinados de acuerdo a la importancia de las siguientes etapas de la línea de producción.

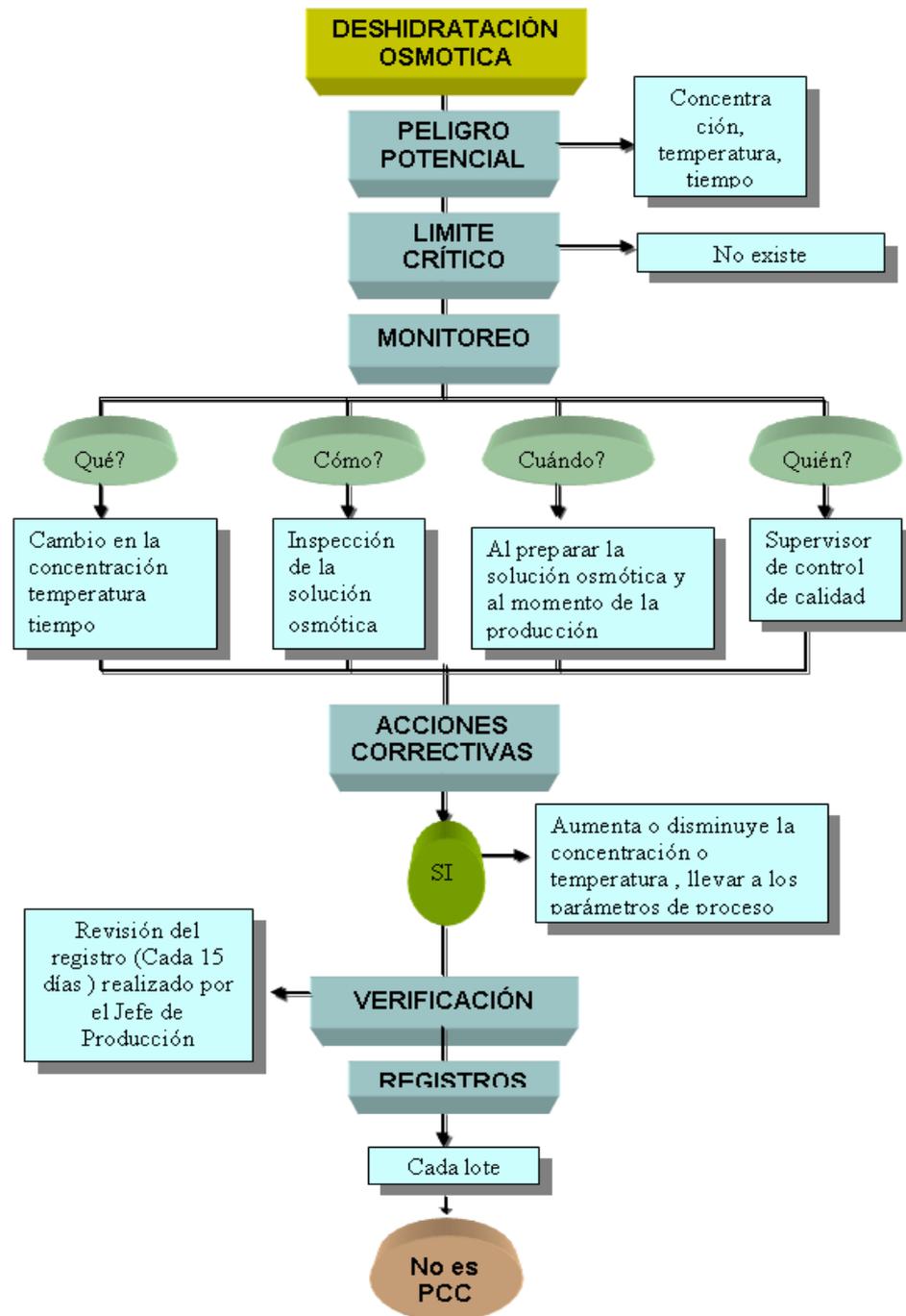
Como se observa a continuación el análisis de los puntos de control en la elaboración del bombón a base de banano.



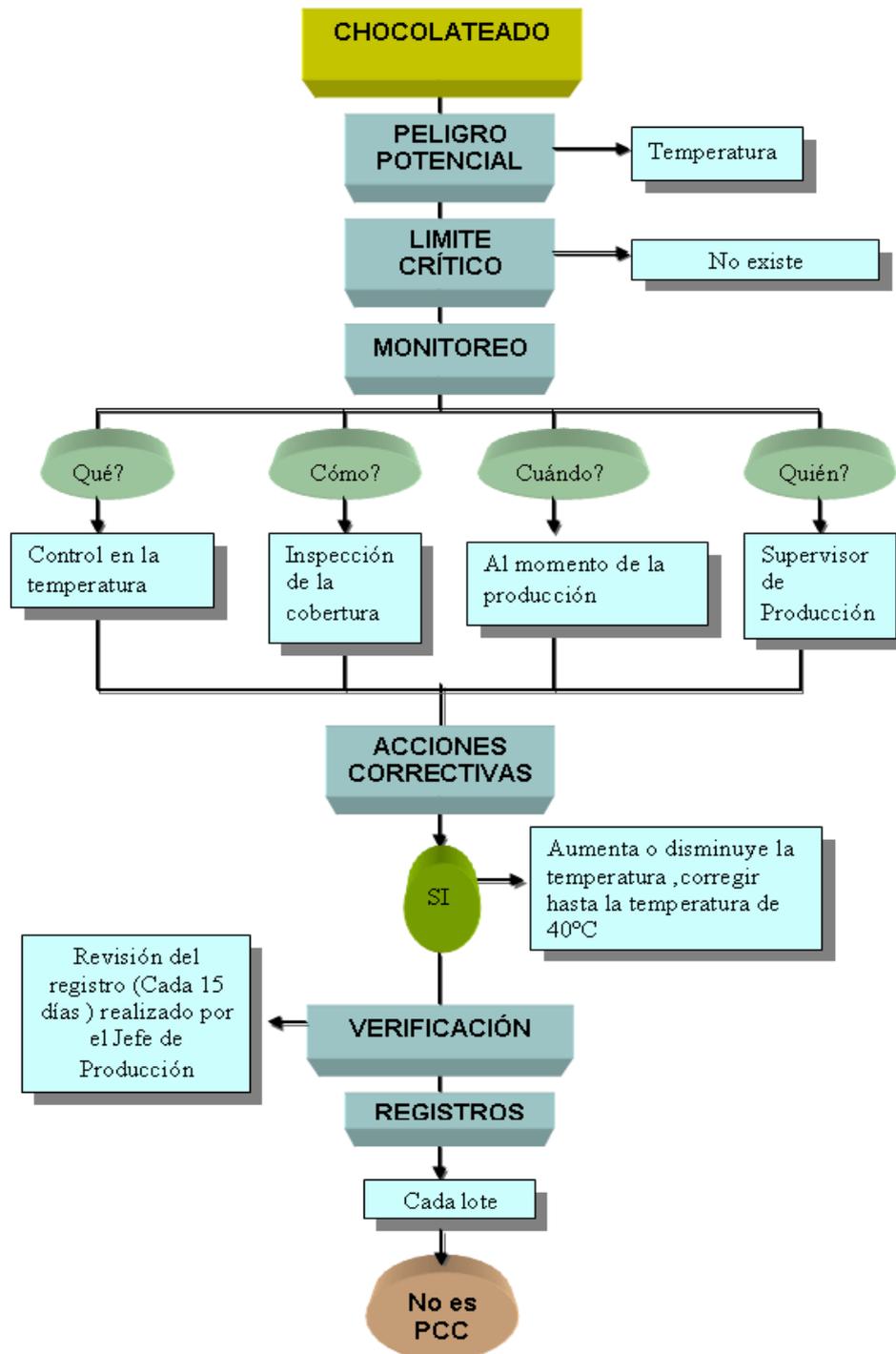
**FIGURA 4.2. DIAGRAMA DE PUNTO DE CONTROL ETAPA: RECEPCIÓN**



**FIGURA 4.3. DIAGRAMA DE PUNTO DE CONTROL  
ETAPA: CORTE**



**FIGURA 4.4. DIAGRAMA DE PUNTO DE CONTROL ETAPA DESHIDRATACIÓN OSMÓTICA**



**FIGURA 4.5. DIAGRAMA DE PUNTO DE CONTROL ETAPA CHOCOLATEADO**



# CAPÍTULO 5

## 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

Al concluir el presente trabajo se obtuvo el desarrollo de un nuevo producto basado en el proceso de deshidratación osmótica, el cual ayudó a acentuar más el sabor agradable en el producto. Además en los estudios realizados en este trabajo se observa que el proceso de deshidratación osmótica es de gran ayuda como pretratamiento para el secado. Debido a que pierde agua en menor tiempo y las características organolépticas no sufren mucho cambios.

Es importante efectuar procesos con los excedentes de exportación, porque se contribuye a darle valor agregado a la materia prima, y lograr así exportar un producto diferente .

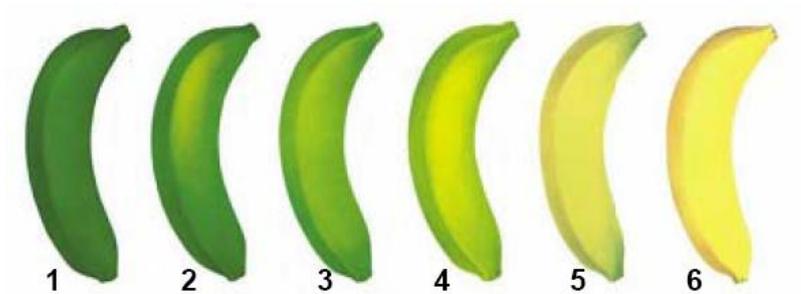
Puede ser una opción de aumentar la vida útil de los productos para que llegue a los países , donde no existen estos alimentos , y de ésta

manera puedan degustar nuestra variedad de productos y ser los pioneros en esos mercados .Lo cual contribuirá al desarrollo industrial del Ecuador.

# APÉNDICE

## APÉNDICE A

### TABLA DE COLORES DE LOS DIFERENTES GRADOS DE MADURACIÓN



**Figura 3** Clasificación del Banano de acuerdo al color externo (grado de madurez)

Nota: La Figura 3 constituye un elemento de referencia del pliego. Las tablas para la evaluación de color serán mantenidas y proporcionadas por el Organismo de Certificación Acreditado.

1.- Verde

2.- Verde Amarillento

3.- Amarillo Verdoso

4.- Amarillo con puntas Verdes

5.- Amarillo

6.- Amarillo con Manchas

## APÉNDICE B

### RODAJAS SECAS DE BANANO



**Sin tratamiento Osmótica**



**Con tratamiento Osmótico**

## APÉNDICE C

### FORMATO PARA EL CUESTIONARIO DE LA PRUEBA HEDÓNICA

Nombre \_\_\_\_\_ Fecha \_\_\_\_\_ Serie \_\_\_\_\_

Instrucciones: Pruebe la muestra e indique con una "X" nivel de agrado, de acuerdo con la escala que se presenta a continuación :

- \_9\_\_ gusta muchísimo
- \_8\_\_ gusta mucho
- \_7\_\_ gusta moderadamente
- \_6\_\_ gusta un poco
- \_5\_\_ me es indiferente
- \_4\_\_ disgusta un poco
- \_3\_\_ disgusta moderadamente
- \_2\_\_ disgusta mucho
- \_1\_\_ disgusta muchísimo

## APÉNDICE D

### CODIFICACIÓN DE LA PRUEBA POR PARES

<b>MUESTRAS</b>	<b>CODIGOS</b>
<b>N</b>	111
	246
<b>P</b>	809
	316
	165
	503

## APÉNDICE E

### MUESTRAS PRESENTADAS A LOS JUECES PARA SU EVALUACIÓN

PAR	MUESTRAS	
1	809	111
2	316	165
3	246	503

## APÉNDICE F

### ORDEN DE PRESENTACIÓN DE LAS MUESTRAS

PAR	MUESTRAS	
1	809	111
2	316	165
3	246	503

## APÉNDICE G

### FORMATO PARA EL CUESTIONARIO DE LA PRUEBA COMPARACIÓN DE PARES

Nombre: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_ Serie: \_\_\_\_\_

**Instrucciones:** Pruebe las muestras de izquierda a derecha y para cada par, indique si son iguales o diferentes. A su lado izquierdo tendrá un vaso con agua para que se enjuague la boca entre cada par.

Par	Muestras	Diferentes	Iguales
1	809	111	_____
2	316	165	_____
3	246	503	_____

## APÉNDICE H

### ORDEN DE SECCIÓN ASIGNADA A CADA JUEZ EN LA PRUEBA POR PARES

GRUPO	JUEZ
A	1
	2
	3
	4
	5
B	6
	7
	8
	9
	10
C	11
	12
	13
	14
	15
D	16
	17
	18
	19
	20
E	21
	22
	23
	24
	25
F	26
	27
	28

## APÉNDICE I

### ESTADÍSTICA PARA PRUEBAS TRIANGULARES TABLA T-STUDENT

Niveles de probabilidad			
Número de ensayos (n)	0.05	0.04	0.03
21	12	12	12
22	12	12	13
23	12	13	13
24	13	13	13
25	13	14	14
<b>26</b>	<b>14</b>	<b>14</b>	<b>14</b>
27	14	14	15
28	15	15	15
29	15	15	16
30	15	16	16

## APÉNDICE J

### ENCUESTA PARA CONOCER LA APERTURA DEL PRODUCTO DENTRO DEL MERCADO

**1. Sexo**

Masculino

Femenino

**2. ¿Cuántos integrantes tiene su familia?**

1 a 3

4 a 6

7 a 10

Más de 10

**3. ¿Entre cuál(es) de los siguientes intervalos se encuentran usted y los integrantes de su familia?**

1 a 7 años

8 a 15

años

16 a 35años

**4. ¿Consume usted bombones?**

Sí

No

Si su respuesta es **SI**, por favor continúe con las siguiente pregunta, caso contrario, gracias por valiosa su colaboración.

**5. ¿Qué marcas generalmente consume? Puede escoger más de una respuesta**

Rey

Macadamia

Manicero

Choco pasas

Huevos sabor a

banano

Almendras

con

chocolate

Cruch

Costa

Nuss

Otras:

\_\_\_\_\_

**6. ¿Cuántos miembros de su familia consumen estos bombones?**

Por favor

coloque un

numero:

\_\_\_\_\_

**7. ¿Por qué prefiere la marca escogida en la pregunta anterior?**

Calidad

Presentación

Precio

Costumbre

Otras: \_\_\_\_\_

**8. ¿Con qué frecuencia consume este producto?**

Coloque un número para indicar cuantas consume a la semana en las presentaciones que escogió en la pregunta anterior

Por semana:

a. \_\_\_\_\_

b. \_\_\_\_\_

c. \_\_\_\_\_

Por mes:

a. \_\_\_\_\_

b. \_\_\_\_\_

c. \_\_\_\_\_

**9 ¿En qué lugares generalmente adquiere este producto?**

Supermercados

Tiendas

Mini Markets

Otros: \_\_\_\_\_

**10. ¿Por qué?**

Cercanía

Comodidad

Variedad

Precios

Otras: \_\_\_\_\_

**11. ¿Estaría dispuesto a consumir bombones de una nueva marca?**

Sí

No

Si su respuesta fue **NO**, conteste la siguiente pregunta, de lo contrario continúe con la pregunta 16.





## APÉNDICE L

### ESPECIFICACIONES PARA LA COBERTURA SEMI-AMARGA

Nombre del Producto	COBERTURA COMPOUND SEMIAMARGA
Clasificación	Producto terminado.
Descripción de producto	Las coberturas Compound están elaboradas con sustituto de manteca de cacao (0% de grasas trans) y su mezcla con los otros ingredientes hacen de esta cobertura con leche un producto con características organolépticas muy parecidas a las coberturas con manteca de cacao.
Presentación/ Formato	Barras 1 kg
Envase Primario	Laminado polipropileno transparente + polipropileno metalizado
Envase secundario	Caja de cartón corrugado
Almacenamiento	Almacenar en un lugar fresco y seco.
Vida útil	12 meses.
Indicaciones	Grado alimenticio.
Ingredientes	Azúcar, grasa laurico, polvo de cacao, vainillina, lecitina, esencias, emulsificantes, PGPR
Norma Ecuatoriana	INEN 621:2000
Norma Exportación	CODEX STAN 87-1981, Rev. 1 - 2003
Uso en la industria	En la industria en general de repostería Gourmet de alta calidad. Recubrimiento y/o relleno en tortas, galletas y muñequitos de dulces Puede ser utilizado como decorador, o también como parte de la formulación de recetas.
Forma de Aplicación	Se funden en baño de maría a 40° C (homogenizando constantemente hasta que se derrita y este suave y fluida) y luego aplicar en el uso que usted desee.

## APÉNDICE M

### ESPECIFICACIONES PARA LA COBERTURA SEMI-AMARGA GOURMET

Nombre del Producto	COBERTURA GOURMET SEMIAMARGA
Clasificación	Producto terminado.
Descripción de producto	Coberturas elaboradas con 100 % manteca de cacao la misma que le da una característica única con atributos organolépticos muy definidos en el paladar, así como también sus otros ingrediente de alta calidad que lo hacen excelente para el área gourmet.
Presentación/ Formato	Barra 1kg, granel x10kg
Envase Primario	Laminado polipropileno transparente + polipropileno metalizado
Envase secundario	Caja de cartón corrugado
Almacenamiento	Almacenar en un lugar fresco y seco.
Vida útil	12 meses.
Indicaciones	Grado alimenticio.
Ingredientes	Azúcar, licor de cacao, polvo de cação; manteca de cacao, lecitina, vainillina, PGPR
Norma Ecuatoriana	INEN 621:2000
Norma Exportación	CODEX STAN 87-1981, Rev. 1 - 2003
Uso en la industria	Pastelería e industria de la galleta; cobertura de helados finos, moldeo de figura de chocolates, bombones finos, etc, así como ingredientes de recetas.

## APÉNDICE N

### PANEL PARA LA EVALUACIÓN SENSORIAL



## APÉNDICE Ñ

### JUECES EN LA EVALUACIÓN SENSORIAL



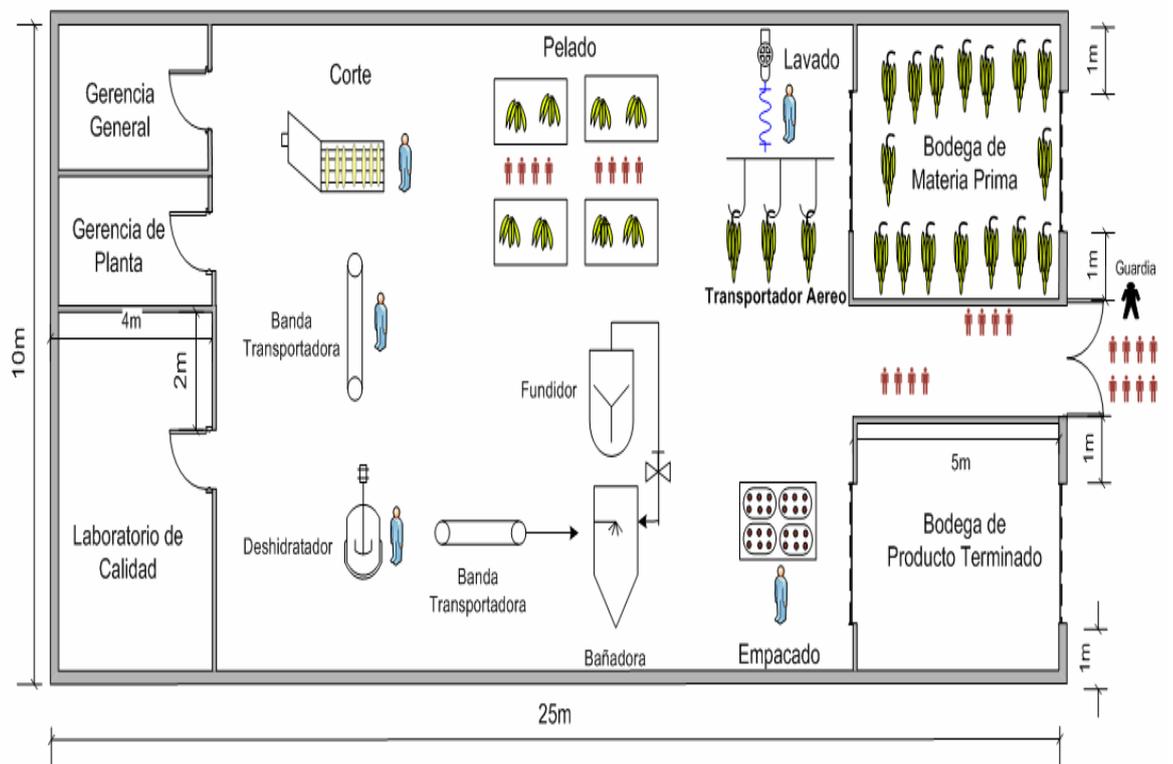


**APÉNDICE O**  
**BOMBÓN DE BANANO**

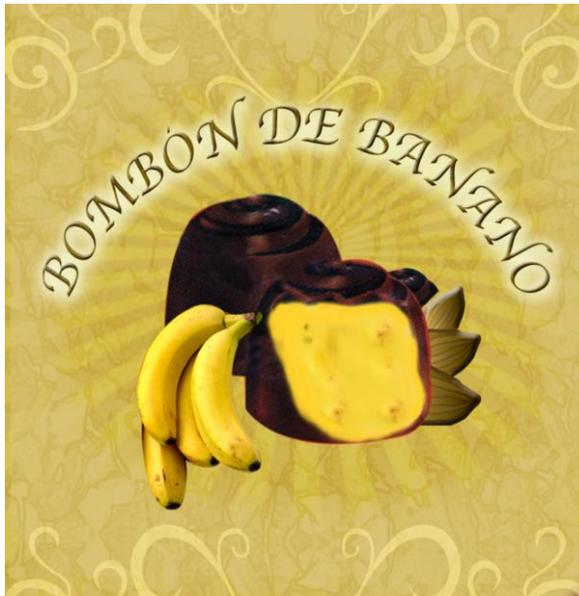


# Apéndice P

## Layout de la Planta Artesanal Procesadora de Bombón de Banano



**APÉNDICE Q**  
**LOGOTIPO DEL BOMBÓN**



## **BIBLIOGRAFÍA**

1. BARBOSA, Deshidratación de alimentos, Primera edición, Editorial Acriba, 1996
2. BECKET S, Fabricación y Utilización Industrial del Chocolate, Primera edición, Editorial Acriba ,1994.
3. BONGIRWAR, SREENIVASAN, Studies on osmotic deshidration of banana, Journal of Food Process Engineering .Volumen 14, 1997
4. CLAUDE, Introducción a la bioquímica y tecnología de los alimentos, Volumen 1, Editorial Acriba.
5. FISHER, Análisis modernos de los alimentos, Segunda edición, Editorial Acriba
6. GEANKOPLIS, Proceso de transporte y operaciones unitarias, Tercera edición , Editorial CECSA.

7. GIANOLA C., La industria del chocolate, bombones, caramelos y confitería, Segunda Edición, Editorial Paraninfo, 1983.
8. HEISS , Principio del envasado de los alimentos, Guía internacional, Primera edición, Editorial Acribia .
9. INEC. Integrado de indicadores sociales, Ecuador Censo 2001
10. Investigadores y Técnico Asociado a la Investigación, Trabajos de investigación , Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias del Ecuador.
11. LABUZA, Moisture sorption: practical aspects of isotherms measurement and use. Published by the association of Cereal Chemists St Paul, Minnesota.
12. PERSON, Técnicas de laboratorio para el análisis de alimentos, Primera edición, Editorial Acribia.
13. SANCHO, Análisis sensorial de los alimentos , Primera edición 2002 , Editorial Alfaomega, 2002.
14. PONTING.J.D, FORREY. R.R, Osmotic deshidratation of fruit, Vol 20, October.1976,USA.
15. [www.corpei.org](http://www.corpei.org)
16. [www.fao.org](http://www.fao.org)
17. [www.sica.gov.ec](http://www.sica.gov.ec)
18. [www.virtual.unal.edu.com](http://www.virtual.unal.edu.com)