



**DESHIDRATACION DE BANANO (Musa cavendish) MANGO
(Manguifera indica) Y PIÑA (Ananás comusus)
PARA EL CONSUMO HUMANO.**

**ALBERTO GARCIA CASTRO
EDUARDO CABRERA DURAN
LIBARDO BANDERAS NARVAEZ**

UNIVERSIDAD DEL MAGDALENA
Postgrado Especialización en Ciencias y Tecnología de Alimentos
Santa Marta
1996

Libro
af. 1

20602

DESHIDRATACION DE BANANO (Musa cavendish) MANGO
(Mangifera indica) Y PIÑA (Ananás comusus)
PARA EL CONSUMO HUMANO.

ALBERTO GARCIA CASTRO
EDUARDO CABRERA DURAN
LIBARDO BANDERAS NARVAEZ

Monografía Presentada para Optar
Al título de Especialización en Ciencias y
Tecnología de Alimentos

Asesor
ARMANDO LACERA RUA. Msc

UNIVERSIDAD DEL MAGDALENA
Postgrado Especialización en Ciencias y Tecnología de Alimentos
Santa Marta
1996

PTA
00005
g.1



"Los jurados examinadores del trabajo de tesis, no serán responsables de los conceptos e ideas emitidas por los aspirantes al título"

NOTA DE ACEPTACION

ARMANDO LACERA RUA Msc
Director

VICTOR BOLAÑOS ESCARRAGA.
Jurado

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan sus agradecimientos a:

UNIVERSIDAD DEL MAGDALENA

FACULTAD INGENIERIA

PROGRAMA INGENIERIA PESQUERA

INSTITUTO DE FORMACION AVANZADA IFA

INDUSTRIAS DE FRUTAS LA SAMARIA

ZULLY DAVID HOYOS. Rectora Universidad Del Magdalena

ARMANDO LACERA . Profesor Universidad del Magdalena

SILVIA TORRES NAVARRO. Directora IFA

LUIS SANCHEZ. Profesor Universidad del Magdalena

PATRICIA HERNANDEZ. Adom, Agropecuaria.

CARLOS ARANGO. Gerente Industrias de Frutas la Samaria.

MANUEL JULIAN DAVILA

A todas aquellas personas que de una u otra forma participaron en la realización de la presente investigación.

DEDICATORIA

A mi esposa Lourdes Zorro Celedón

A mis Hijos Alberto José y Mario Felipe.

ALBERTO GARCIA CASTRO.

DEDICO A:

Mi hija Milena Patricia Cabrera Marquez

Mi esposa Myriam Marquez

Mis Padres Herlinda Duran y José Cabrera (Q E.P.D)

A la gloriosa Universidad del Magdalena.

EDUARDO CABRERA DURAN

DEDICO A:

Mis hijos Juan Stephan, Luis Enrique, a mi señora esposa Estela Ovalle de Banderas, a mis padres Caridad Narvaez de Banderas y Libardo Bandera Ospino, este esfuerzo de trabajo y dedicación que realicé ya que pudieron comprender y saber esperar todos los momentos que pude haber departidos con ellos en familia.

Tambien a mis compañeros de trabajo de grado Eduardo Cabreta y Alberto Garcia al igual que a mí Universidad del Magdalena.

Doy gracias a Dios y solo el sabe realmente mi sacrificio en haber culminado satisfactoriamente mis estudios.

LIBARDO BANDERAS NARVAEZ

CONTENIDO

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
2. OBJETIVOS	4
2.1. OBJETIVO GENERAL	4
2.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS.	4
3. JUSTIFICACION	6
4. DELIMITACION	10
4.1. DELIMITACION POBLACIONAL.	10
5. MARCO TEORICO CONCEPTUAL.	12
5.1. DESHIDRATAACION.	12
5.2. ASPECTOS GENERALES.	14
5.2.1. HUMEDAD.	14
5.2.2, AIRE HÚMEDO	15
5.2.3 HUMEDAD ABSOLUTA	15
5.2.4. HUMEDAD DEL AIRE SATURADO	15
5.2.5. HUMEDAD RELATIVA	15

5.2.6. HUMEDAD DE UN PRODUCTO	15
5.2.7. HUMEDAD DE EQUILIBRIO	16
5.2.8. CONTENIDO DE HUMEDAD LIBRE	16
5.3. PRINCIPIOS EN EL SECADO DE ALIMENTOS.	17
5.3.1. TIEMPO Y VELOCIDAD DE SECADO.	20
5.3.1.1. VELOCIDAD DE SECADO	20
5.3.1.1.1. DESECACIÓN CON AIRE	21
5.3.1.2. TIEMPO DE SECADO	22
5.4. MÉTODO DE DESHIDRATACION O DESECACION.	23
5.4.1. SECADO NATURAL	23
5.4.2. DESHIDRATACIÓN ARTIFICIAL	23
5.4.2.1. DESHIDRATACIÓN CON AIRE CALIENTE	23
5.4.2.2. DESHIDRATACIÓN POR CONTACTO DIRECTO CON LA SUPERFICIE CALIENTE	24
5.4.2.3. DESHIDRATACIÓN AL VACÍO	24
5.4.2.5. DESHIDRATACIÓN POR RAYOS INFRARROJOS	25
5.4.2.6. DESHIDRATACIÓN POR ENERGÍA SOLAR	25
5.5. CARACTERISTICAS DE LAS FRUTAS.	30
5.5.1. A NIVEL MUNDIAL	30

5.5.2. INCIDENCIA DEL COLOR EN LAS FRUTAS	33
5.6. SISTEMA DE ANALISIS DE FACTORES DE RIESGO E IDENTIFICACION DE PUNTOS CRITICOS DE CONTROL.	38
5.6.1. ESTRUCTURA DEL SISTEMA	39
5.6.1.1. IDENTIFICACIÓN, ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE FACTORES DE RIESGO	39
5.6.1.2. DETERMINACIÓN DE PUNTOS CRÍTICOS DE CONTROL	40
5.6.1.3. SELECCIÓN DE CRITERIOS PARA EL CONTROL	41
5.6.1.4. MONITORIZACIÓN	41
5.6.1.6. VERIFICACIÓN	42
6. HIPOTESIS	43
7. VARIABLES.	44
7.1. MATERIA PRIMA	44
7.2. CONDICIONES DE DESHIDRATACION	44
7.3. CONTROL DE CALIDAD	45
8. DISEÑO METODOLOGICO	46
8.1. METODOLOGIA.	46
8.1.1. PROCEDIMIENTO GENERAL.	47
8.1.1.2. PESAJE	49

8.1.1.3. LAVADO	49
8.1.1.4. SELECCIÓN	49
8.1.1.5. MADURACIÓN	50
8.1.1.6. PELADO	50
8.1.1.8. COCCIÓN	51
8.1.1.9. REPOSO	52
8.1.1.10. DESHIDRATACIÓN	52
8.1.1.11. REPOSO..	53
8.1.1.12. EMPAQUE Y EMBALAJE.	53
8.1.1.13. ALMACENAMIENTO	53
8.1.1.14. DISTRIBUCIÓN	53
9. CONTROL DE CALIDAD.	54
10. ANALISIS DE COSTO.	55
10.1. ANALISIS ORGANOLEPTICO.	55
10.2. ANALISIS BROMATOLOGICO.	56
11. RESULTADOS Y DISCUSION	57
11.1. ANALISIS BROMATOLOGICO DE LA MATERIA PRIMA.	57
11.2. ANALISIS ORGANOLEPTICO.	57

11.3 GRADO DE MADUREZ DEL BANANO.	66
11.3.1. CAMBIOS EN EL CONTENIDO DE SÓLIDOS SOLUBLES	67
11.3.2. CAMBIOS DE ACIDEZ.	68
11.3.3. CAMBIO EN LOS TANINOS	69
11.3.4. COLOR.	69
11.3.5. SABOR Y AROMA	71
11.3.6. TEXTURA	72
11.3.7. PORCENTAJE DE HUMEDAD	73
11.3.8. GRADO DE MADUREZ DEL MANGO.	74
11.3.9 CAMBIOS EN LOS SÓLIDOS	74
11.3.10. CAMBIOS EN LA ACIDEZ.	76
11.3.12. AROMA.	82
11.3.13. PORCENTAJE DE HUMEDAD	83
11.4. FACTURAS QUE INFLUYEN EN EL GRADO DE MADUREZ DEL BANANO Y DEL MANGO.	84
11.5. EL PROGRESO DE DESHIDRATACION DEL BANANO.	86
11.6. EL PROCESO DE DESHIDRATACION DEL MANGO	98
11.7. EL PROCESO DE DESHIDRATACION DE LA PIÑA	104
11.8 CALCULOS RELIZADOS	106

11.9 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL PROCESO DE DESHIDRATACION.	107
11.9.1. VENTAJAS.	107
11.9.2. DESVENTAJAS	109
11.10. EFECTOS DE LA DESHIDRATACION SOBRE LOS ALIMENTOS.	110
11.10.1. INFLUENCIA DEL SECADO SOBRE LAS PROTEINAS	111
11.10.2. INFLUENCIA DEL SECADO SOBRE LAS GRASAS	112
11.10.4. INFLUENCIA DEL SECADO SOBRE LOS PIGMENTOS	113
12. ANALISIS DEL COSTO.	116
13 RECOMENDACIONES	119
14. CONCLUSIONES.	121
BIBLIOGRAFIA	123

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la búsqueda de un equilibrio entre la disponibilidad de alimentos y la demanda de la población, ha surgido la necesidad de conservar ciertos productos alimenticios perecederos de gran importancia en la dieta, de los cuales constituyen un renglón importante la piña (Ananás comosus), mango (Manguifera indica) y Banano (Musa cavendish).

Colombia es esencialmente un país agrícola, y teniendo en cuenta que además del pobre desarrollo de la agroindustria hay cuantiosas pérdidas por excedentes durante la cosecha de las frutas mencionadas anteriormente, por ende se deben multiplicar los esfuerzos para asimilar y adaptar la tecnología moderna a nuestras necesidades y condiciones socio-económicas e implantar estrategias de desarrollo tendientes a favorecer la producción nacional y el mercado internacional.

Para dar una idea de lo anterior en la Tabla 1 y 2 se presentan los datos de producción y pérdidas con base en el 40%.

TABLA 1
Producción, Pérdidas y Precio de piña y mango.
(Estimación para 1994)

Fruto	Producción (miles de toneladas)	Precio (\$/Kg)	Pérdidas (millones de \$)
Mango	82	223	8.754
Piña	347	215	32.526

Fuente: Producción URPA - Precios: Corabastos Santa Fé de Bogotá. Pérdidas: Cálculadas por Thomas Landwcher y Francisco Torres Carvajal (según el 40% estimado por ICFES).

TABLA 2
CUADRO ESTADISTICO EXPORTACION DE BANANO AÑO 1995

Santa Marta	Cajas/año	% Sta Mta	% Colombia
UNIBAN	4.066.071	17.30	6.0
CHIQUITA	4.088.767	14.80	6.0
BANACOL	3.721.133	13.80	5.0
PROBAN	1.412.908	5.20	2.0
BANAMAR	3.305.328	12.20	5.0
DOLE	9.803.330	36.40	140.
TOTAL	26.916.00	100.00	38.0

Fuente: Técnicas Baltime de Colombia. Documento de Estadística

Estos datos nos permiten reflexionar sobre un método de conservación de estos alimentos que los transforme en no perecederos sin que pierdan su calidad nutricional, para tal efecto pensamos que la deshidratación es el adecuado.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GENERAL

Establecer las condiciones adecuadas de procesamiento de las frutas de Banano (Musa cavendish), Mango (Manguifera indica) y Piña (Ananás comosus) que permitan obtener productos deshidratados no perecederos y que conserven sus propiedades nutricionales para el consumo humano.

2.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS.

- 2.2.1. Establecer las condiciones adecuadas de selección y clasificación de la materia prima.
- 2.2.2. Determinar los contenidos alimenticios y características físico-químicas de las frutas a procesar.
- 2.2.3. Determinar el grado de madurez de las frutas a procesar.
- 2.2.4. Optimizar el pelado de las frutas Banano, Mango y Piña.
- 2.2.5. Estandarizar el tiempo de escaldado para piña y mango.
- 2.2.6. Estandarizar en la melaza el tiempo de cocción, grado brix y acidez para las frutas Mango y Piña.

- 2.2.7. Establecer el tiempo, temperatura y velocidad del aire de la deshidratación de las frutas a procesar.
- 2.2.8. Determinar el tiempo óptimo de reposo de las frutas deshidratadas.
- 2.2.9. Establecer las condiciones adecuadas de almacenamiento del producto obtenido.
- 2.2.10. Establecer los parámetros de control de calidad de los productos terminados, según la legislación Internacional, las Normas ICONTEC, y del Ministerio de Salud vigente.

3. JUSTIFICACION

El cultivo de banano constituye el segundo renglón de exportación nacional, en lo que ver con la importancia económica. Su cultivo en los últimos años se ha mejorado y expandido con base en el desarrollo de la tecnología agronómica aplicada a esta fruta para su exportación.

No obstante, debido a las altas exigencias de calidad del mercado externo, ha sido inevitable la existencia permanente de un elevado porcentaje de fruta fresca no exportable, denominado "Banano de rechazo", que alcanzó aproximadamente 30 - 55% de la producción total anual (Cámara de Comercio de Santa Marta, 1994). De este rechazo, sólo un 10% es aprovechado para el consumo humano; siendo el resto destinado al consumo animal, o desechado (Cabrera, 1995). Se espera, entonces, que a corto plazo, con un Plan Nacional de Fomento del Cultivo y Exportación de Banano, la cantidad de fruta no exportable aumente de manera considerable.

El cultivo de mango en Colombia ocupa una superficie aproximada de 4460 ha con una producción anual de 35000 toneladas. Aproximadamente 1830 hectárea corresponden a variedades comerciales ordenadas en huertos, la mayoría de las cuales aún no han iniciado la fase productiva. (Tabla 3).

En la última década, la expansión del mercado interno, la perspectiva de exportación y la introducción de variedades mejoradas han estimulado el desarrollo en Colombia de cultivos ordenados de mango, creándose la necesidad de utilizar más tecnología, con el objeto de racionalizar su explotación, optimizar y mejorar en alto grado su rendimiento.

Tabla 3. Distribución del mango en Colombia.

Departamento	ha	Época - Cosecha
Tolima	1930	Abril - Julio y Noviembre - Enero
Cundinamarca	750	Mayo - Junio y Noviembre - Enero
Magdalena	320	Mayo - Junio
Bolívar	300	Mayo - Junio
Santanderes	270	Noviembre - Enero
Antioquía	240	Mayo - Septiembre
Cesar	100	Mayo - Junio
Atlántico	90	Mayo - Junio
Huila	70	Mayo - Junio y Diciembre - Enero
Córdoba	50	Mayo - Junio
Sucre	50	Mayo - Junio
Meta	30	Mayo - Junio
Otros	260	
Total	4460	

En el país 58,96% son variedades no comerciales y prácticamente se pierden por que solo se utilizan en bajo porcentaje para el consumo doméstico.

En la zona de Santa Marta las perdidas son de 37,6%, 7.1% se utiliza para consumo animal (Garcia Henao, Jiminez R. Pedro, 1987)

Ahora, para dar una idea de lo que el país pierde por el mal manejo poscosecha, en lo referente a la piña y mango en la tabla 1 se muestra los datos de producción, con el respectivo valor y las pérdidas en peso con base en 40% para los frutos indicados.

En muchos países tropicales, incluyendo Colombia, las pérdidas poscosecha alcanzan hasta 50%, en contraposición a naciones desarrolladas en las cuales las pérdidas no sobrepasan el 8%.

COURSEY (1983) recuerda que la población mundial se incrementa aceleradamente y que el aumento en la producción de alimentos no es suficiente para satisfacer la demanda. Es necesario, por tal, reducir las altas pérdidas poscosecha o colaborar en otro tipo de procesamiento.

El ICFES indica que en Colombia se pierde no menos del 40% de la cosecha de frutas y hortalizas.

Según lo anterior es necesario corregir las pérdidas por pos-cosecha, sin embargo hay que tener en cuenta que la exigencia del mercado internacional determinan estas altas pérdidas por el control de calidad riguroso, para tal efecto los excedentes no exportables de piña, mango y banano se pueden utilizar en otros procesos, como la deshidratación.

Las formas de consumo más frecuentes para la Piña, Mango y Banano son: fruto fresco, deshidratados, pulpa congelada, jugos naturales, rodajas enlatadas, néctares, mermelada, natillas, dulces, confituras, jarabes, congelados, bebidas, trozos, rodajas en jarabe congelado, jugos clarificados con enzimas, jugos concentrados, encurtidos, jaleas, yogurth y compotas.

Con base en el conocimiento de los altos porcentajes por pérdidas por pos-cosecha, planteamos que la deshidratación del Banano, Piña y Mango se presenta como un importante y muy ventajosa alternativa tecnológica para su aprovechamiento, pues permite obtener, mediante un proceso sencillo, productos estables a temperaturas ambientes y de fácil transporte, con bajos costos en las operaciones de almacenamiento y distribución.

4. DELIMITACION

4.1. DELIMITACION POBLACIONAL.

El Municipio de Ciénaga es considerado como la "Ciudad Bananera" por excelencia; se encuentra ubicada al norte del Departamento del Magdalena. Es la segunda ciudad del Departamento; tiene como medio natural al Mar Caribe, las estribaciones de la Sierra Nevada de Santa Marta, la extensa zona agrícola, que se dilata a lo largo de la línea del Ferrocarril Nacional, división del Magdalena y la Ciénaga Grande de Santa Marta, que por su extensión de siete (7) leguas cuadradas, constituye un extenso espejo de agua, alimentado por el Río Magdalena y varios Ríos que bajan de la Sierra Nevada de Santa Marta y cruzan la Zona Bananera.

En la presente investigación, el objeto de estudio poblacional esta en referencia al rechazo del banano, mango y piña de la Exportación de los cultivos existentes en Colombia y del consumo nacional.

La parte experimental se realizará en la "Industria de Frutas la Samaria"
Ubicada en la ciudad de Santa Marta en el kilometro uno de la Troncal del
Caribe.

5. MARCO TEORICO CONCEPTUAL.

5.1. DESHIDRATACION.

La deshidratación es una operación unitaria de acabado aplicada a los diferentes tipos de alimentos, en especial a frutas y hortalizas, fundamentándose en la remoción y extracción de cantidades apropiadas de humedad y/o agua libre, en forma de vapor, efectuándose si la presión parcial de vapor de agua en el medio que rodea el producto que se desea secar, es inferior a la presión de vapor de agua en la superficie del cuerpo húmedo.

La presión de vapor de agua de la fruta depende de su naturaleza, estructura, contenido de humedad y temperatura utilizando el concepto de actividad de agua (A_w) que tiene la ventaja de ser menos dependiente de la temperatura que la presión.

Existen diversos métodos de deshidratación, cuyas aplicaciones dependen generalmente de la materia prima con que se cuenta y del producto final que se debe obtener. La deshidratación aplicada a un alimento, constituye desde

el punto de vista energético, uno de los métodos de remoción de humedad más eficiente, ya que el agua no experimenta un cambio de fase al ser eliminado. Además, este proceso mejora la calidad sensorial del producto final (Bolin et al 1993).

La deshidratación por si sola resulta insuficiente como método de conservación para alimentos deshidratados; es utilizada como etapa previa al secado con aire, ya que disminuye el tiempo y permite alcanzar valores bajos de actividad de agua (A_w) con porcentaje de humedad mayores que los requeridos para el producto sin pretratar. Se generan así productos de humedad intermedia (P.H.I), cuyo contenido de humedad oscila entre el 20% y el 50%. En frutas, la aplicación de un método combinado de deshidratación osmótica-aire caliente ha probado ser adecuado en la fabricación de productos deshidratados que conservan mejor las características sensoriales propias de las frutas frescas, comparados con los generados mediante el secado tradicional con aire caliente (Bustamente y Sionneau, 1987).

Además de compartir los beneficios que normalmente se asocian a los alimentos deshidratados, los productos de humedad intermedia poseen la ventaja adicional de que su calidad nutricional y sensorial es superior, en muchos casos, a la obtenida por deshidratación convencional, y en algunos casos se puede lograr una economía considerable debido al ahorro energético durante el secado (Ibid).

Puesto que en la actividad se tiende a aumentar el consumo de productos hortifrutícolas y siendo el banano, mango y piña de consumo mundial, existe la posibilidad de exportarlos como productos de humedad intermedia, esperando una buena aceptación. Por otra parte, el desarrollo de pequeñas agroindustrias que utilicen el banano, mango y piña como materia prima, localizadas en el lugar de producción, podría tener un efecto social y económico favorable en las zonas productoras, especialmente si cuentan con cooperativas y centros de acopios organizados.

En la tabla No.4 se muestra la composición del mango, piña y banano.

5.2. ASPECTOS GENERALES.

La capacidad de una corriente de aire para extraer humedad depende de su humedad y de su temperatura. (Earle, 1979). El aire está compuesto por mezcla de Oxígeno, Nitrógeno, Argón y otros gases, además de estos contienen pequeña cantidad de vapor de agua mezclada con los gases; el volumen de vapor de agua varía de acuerdo a los cambios que se presentan. (Wong, 1996).

5.2.1. Humedad. Se define como la cantidad de vapor de agua contenida en el aire húmedo. (Wong, 1996).

5.2.2. Aire Húmedo. Se define como la entremezcla de vapor de agua con el aire (Wong, 1996).

5.2.3 Humedad absoluta. Es la masa de vapor de agua contenido en una masa determinada de aire seco, y sus unidades son: Kg humedad /Kg de aire seco. (Earle, 1979)

5.2.4. Humedad del aire saturado. Se dice que el aire está saturado de vapor de agua a una presión y temperatura dada si su humedad es máxima en estas condiciones. Si se añade más agua al aire saturado tiene que aparecer en forma de agua líquida o de niebla (Earle, 1979).

5.2.5. Humedad Relativa. Se define como la relación entre la humedad de una muestra dada de aire y la humedad del aire saturado en las mismas condiciones de presión y temperatura. Se expresa normalmente en forma de porcentaje y se utiliza corrientemente como una medida de la capacidad del aire para absorber agua durante la deshidratación, ya que el aire sólo puede aceptar aquella cantidad de agua que le falte para saturarse. (Earle, 1979).

5.2.6. Humedad de un producto. El contenido de humedad de un producto puede expresarse sobre la base del peso húmedo (Kg agua/Ka base

húmeda) o sobre la base del peso seco (Kg agua/Kg base seca). (Brennan, 1980).

5.2.7. Humedad de equilibrio. La presión de vapor de equilibrio que existe sobre un producto alimenticio viene determinada no sólo por la temperatura, sino también por el contenido de agua o humedad del producto, por la forma en que el agua está unida al alimento y por la presencia de componentes solubles en el agua. Para cada presión de vapor determinada el producto alimenticio alcanza un contenido de humedad en equilibrio con el entorno que se conoce por Contenido de Humedad de Equilibrio. (Earle. 1979).

5.2.8. Contenido de Humedad Libre. Es la humedad contenida en una muestra por encima del contenido de humedad de equilibrio. Es decir, que el contenido de humedad libre es el resultado de la diferencia del contenido de humedad menos el contenido de humedad en equilibrio, así: $W_1 = W - W_e$ (Kg agua/Kg base seca). (Wong. 1996).

5.3. PRINCIPIOS EN EL SECADO DE ALIMENTOS.

Los factores determinantes que acondicionan el aire que se utiliza para secar el producto cuyo contenido de humedad es uniforme en todas sus partes son: Velocidad, presión, humedad y temperatura. Indicada en la curva típica de secado (Figura.1). Esta puede dividirse en : Un período preliminar de secado indicando por la porción A-A", un período de intensidad de secado constante o período de velocidad de secado constante indicado por la porción A-B, un primer período de intensidad de secado decreciente o período de velocidad de secado decreciente primera fase indicado por la porción B-C y un segundo período de intensidad de secado decreciente o período de velocidad de secado decreciente segunda fase indicado por la porción C-D. (Wong, 1996).

En el período A-A", la condición del aire de secado y superficie húmeda de la muestra se encuentra en equilibrio hasta el límite ascendente. (Wong, 1996).

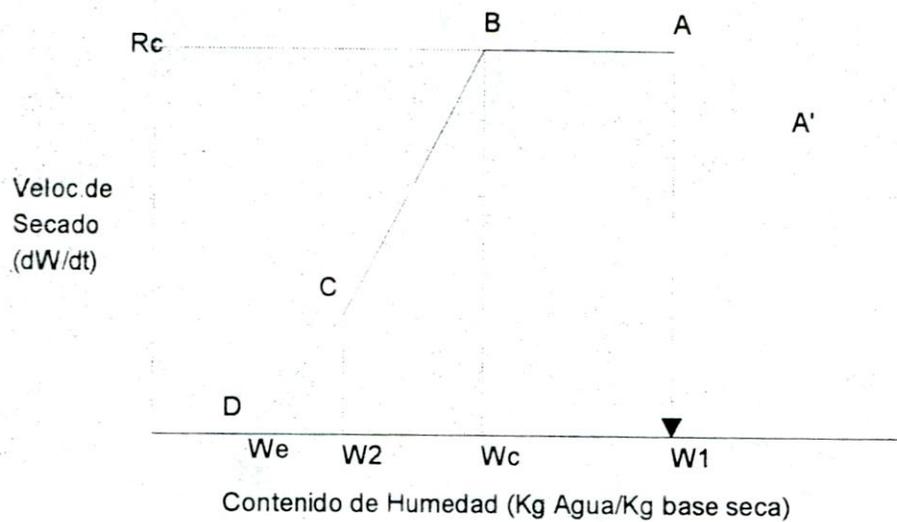


Figura No.1 Curva característica de secado.

En el período A-B, la cantidad de agua que se evapora corresponde a una determinada unidad de tiempo. Además la parte superficial del alimento está completamente húmeda y la evaporación depende solamente del estado del aire que rodea al producto como su velocidad, temperatura y contenido de humedad. (Wong, 1996).

Si las condiciones del aire permanecen constantes la velocidad de secado permanecerá constante. Puede suponerse que el aire forma tres capas separadas: Una capa estacionaria muy fina se halla en contacto con la superficie del alimento y saturada de vapor de agua. Por encima de esta capa se encuentra otra que se mueve lentamente, moviéndose con mayor rapidez en sus zonas más externas con las cuales se une a las corrientes

principales de aire caliente transportando de esta forma el vapor de agua de la capa estacionaria. (Wong, 1996).

El vapor de agua produce un descenso en la temperatura del producto (temperatura estacionaria), fenómeno que se denomina "Enfriamiento Evaporativo". En este momento el calor que se aporta al producto con el aire, compensa totalmente la pérdida de calor por enfriamiento evaporativo. Esta temperatura estacionaria, que es inferior a la temperatura del aire es la misma que indica el termómetro de bulbo húmedo cuando se expone a las mismas condiciones que el producto. (Wong, 1996).

La diferencia entre las temperaturas de los termómetros de bulbo húmedo y bulbo seco colocados en una corriente de aire se denomina Depresión de Bulbo Húmedo (Wong, 1996).

En el primer período B-C, el contenido de humedad libre en el punto B se denomina Contenido de Humedad Crítica (W_c). En este período corresponde a la parte del ciclo de secado en el que la totalidad de la superficie no está ya completamente mojada y va disminuyendo continuamente hasta que al final de este período la superficie está seca, por consiguiente, a medida que la superficie mojada disminuye, la velocidad también disminuye. (Wong, 1996).

El segundo período C-D se presenta cuando la superficie está completamente seca. (Wong, 1996).

El calor necesario para la evaporación se transmite desde el aire a la superficie seca del producto y desde ella a través del sólido hasta la zona de evaporación, luego el agua se evapora en el interior del producto y el vapor se mueve a través del producto hacia el seno de la corriente de aire. (Wong, 1996).

Hasta el punto B, la temperatura del alimento que se está secando corresponde a la de bulbo húmedo del aire circulante, posterior a este período, la temperatura del alimento que se seca es por efecto de la temperatura del aire (temperatura de bulbo seco). (Wong, 1996).

5.3.1. Tiempo y velocidad de secado.

5.3.1.1. Velocidad de secado. La velocidad a la que se seca una sustancia varía con la naturaleza de la sustancia y con el proceso de desecación que se utilice. (Earie, 1979).

Se acepta generalmente, que durante el período de velocidad de secado constante (B-C) la superficie permanece mojada. En el secado, la temperatura de la superficie del alimento, generalmente es constante

(temperatura de bulbo húmedo) en ese período, y la velocidad de secado es casi fija. esta velocidad de secado se representa por R_c , la superficie del alimento por A (m^2), tiempo por dt (horas) y dW la cantidad de agua evaporada. (Wong, 1996).

Luego la ecuación de velocidad de secado por unidad de área de la superficie mojada es: (Wong, 1996).

$$dW/Adt \text{ (Kg/m}^2\text{h) o sólo en función del tiempo } dW/dt \text{ (Kgh).}$$

Luego la temperatura de la capa de agua de la superficie del alimento corresponde a la presión saturada de vapor de agua, P (mmHg) y p (mmHg) corresponde a la presión parcial de vapor de agua en el aire circulante.

Si la evaporación del agua se realiza hasta la condición de saturado, esta se convierte en fuerza impulsadora de secado por diferencia de presión ($P-p$).

$$R_c = -dw / adt = K (P - p) \text{ (kg/ m}^2 \text{ h)}$$

5.3.1.1.1. Desección con aire. La desección con aire la velocidad de extracción de agua depende de las condiciones del aire, las propiedades del alimento y del diseño del secadero. (Earie, 1979).

La humedad puede estar ligada al producto en grados diversos. Los dos extremos son que la humedad simplemente repose sobre la superficie y que la humedad esté combinada químicamente con otros constituyentes. En principio se creyó que el agua contenida en un producto alimenticio era de dos tipos: agua libre y agua asociada. Y desde hace años parece que tal división es una simplificación excesiva y no es realmente útil. (Earie, 1979).

El agua está retenida por fuerzas cuya intensidad varía desde las fuerzas muy débiles que retienen el agua superficial a los enlaces químicos muy fuertes. Es evidente que durante la desecación se separa más fácilmente el agua que está retenida más débilmente. cabe esperar por ello que las velocidades de desecación disminuyan a medida que decrece el contenido en humedad y que el agua que queda esté unida más fuertemente a medida que su cantidad disminuye. (Earie, 1979).

5.3.1.2. Tiempo de secado. Para calcular el tiempo de secado representamos a W_1 como contenido de humedad inicial del alimento, W_0 volumen total de secado (Kg) y Q_c tiempo requerido, así: (Wong, 1996).

$$Q_c = [W_0 (W_1 - W_0)] R_c.A.$$

5.4. MÉTODO DE DESHIDRATACION O DESECACION.

Los métodos empleados en la deshidratación de los alimentos pueden clasificarse convenientemente de la siguiente manera:

5.4.1. Secado natural. Este método consiste en secar sometiendo el alimento a condiciones climatológicas del medio ambiente, y la temperatura del aire, el sol, la velocidad del viento y principalmente la humedad relativa del aire. Estas condiciones van a influir decisivamente en la calidad del producto final y en el tiempo total de secado que se tardaría hasta alcanzar la humedad deseada. (Wong, 1996).

5.4.2. Deshidratación artificial. Este método consiste en utilizar equipos de secado en los cuales se puede controlar la temperatura del aire, la velocidad y la humedad relativa del aire; dando como resultado productos finales con una calidad estándar, reduciendo el tiempo de secado, sin embargo, este método demanda mayores gastos en equipamiento de procesamiento. (Wong, 1996).

5.4.2.1. Deshidratación con aire caliente. El alimento se pone en contacto con una corriente de aire caliente. El calor se aporta al producto principalmente por convección, es decir, cuando el calor es transmitido por un fluido en movimiento.

Dicho de otra forma, consiste en calentar aire para bajar la humedad relativa y luego enviarlo mediante un ventilador hacia la cámara de secado; se emplean secadores de bandejas (Fig 2.) (Wong, 1996).

5.4.2.2. Deshidratación por contacto directo con la superficie caliente. El calor se aporta al producto principalmente por conducción, es decir, que la transferencia de calor se lleva a cabo a través de sólidos.

5.4.2.3. Deshidratación al vacío. Es una forma de secado que se efectúa sin la presencia de oxígeno, evitando de esta manera una posible oxidación debido a que la evaporación del agua en el vacío es rápida, el producto se mantiene muy frío haciendo más difícil la alteración bacteriana y enzimática; se emplean secadores de placas cuyo costo es elevado. Si la presión de la cámara de vacío se mantiene muy baja y la evaporación ocurre más rápidamente, el producto llega a congelarse y se mantiene así mientras ocurre el proceso de secado, esto se denomina Liofilización. (Wong, 1996).

5.4.2.4. Deshidratación por aire frío. Este tipo de secado el aire primero es enfriado bruscamente y por esta acción pierde agua, luego es calentado para bajar la humedad relativa. Con este tipo de secado el producto a obtenerse tiene una muy buena calidad; se emplean secadores de bandejas, (Wong, 1996).



Figura 2. Secador de aire caliente de bandejas (Vista Lateral).

5.4.2.5. Deshidratación por rayos infrarrojos. Este método utiliza como fuente de energía los focos de rayos infrarrojos. (Wong, 1996).

5.4.2.6. Deshidratación por energía solar. Este método emplea colectores de energía solar, el cual permite transformar la energía radiante en energía

calórica calentando el aire a niveles de desecado y que luego son impulsados mediante ventilador a la cámara de secado; se emplean secadoras de bandejas. (Wong, 1996).

ALTERNATIVAS DEL HORNO PARA EL PROCESAMIENTO DE FRUTAS DESHIDRATADAS.

VENTAJAS

ESTATIVO

Ahorro de mano de obra

Evita el uso de mano de obra

Nocturna

CONTINUO

Ahorro de mano de obra

Homogeneidad de la fruta
deshidratada.

Disminuye el tiempo de secado
de la fruta.

No se congestiona el pesado y el
empaque.

Permite una mayor organización

Es posible gestionar un avance automático de los carros, y reduzca la mano de obra.

Cada vez que entra un carro, disminuye la temperatura y favorece el producto.

Temperatura esta dentro de 55-65°C y una humedad R. 40%

DESVENTAJAS

ESTATICO

Tiempo de secado muy largo (22-30h).

Por efecto altas temperaturas hay empardeamiento enzimático.

Contaminación por la alta temperatura de los ocho (8) carros.

CONTINUO

Hay que procesar frutas en el mismo estado de maduración

A medida que pasa tiempo baja la temperatura aumenta la del aire y la del producto. (Hay un mal deshidratado).

ESQUEMA INTERNO DEL HORNO.

⇒ Velocidad del aire ⇒

14-20 M/S	10-11 M/S	1011 M/S	8-10 M/S	8-5 M/S	8 M/S	4 M/S	2 M/S	
-----------	--------------	----------	----------	---------	-------	-------	-------	--

No.1 No.2 No.3 No.4 No.5 No.6 No.7 No.8 No.9

Caudal del aire ⇒

0.35 0.54 0.5 0.35 0.45 0.35 0.26

Caudal total $85.000 \text{ M}^3/\text{h} \Rightarrow \frac{\times 1\text{h}}{3600 \text{ Seg}} \Rightarrow 26 \text{ m}^3/\text{s}$

Este caudal es igual para cada ciclo del horno (parte derecha, parte izquierda c/45 minutos).

50.000 m³ /h30.000 m³/h5000 m³ /h

Carro

No. 1 No.2 No.3 No.4 No.5 No.6 No.7 No.8 No.9

13 Personas

26 personas

13 personas

Tabla No.4. CARACTERISTICAS GENERALES DEL HORNO
DESHIDRATADOR MARCA MONTEIRO.

	Temperatura	Velocidad aire m/seg	Capacidad fruta fresca Kg			Rendimiento
			Banano	Mango	Piña	
Banano	55 - 82	20 - 2	7200			18%
Mango	50 - 82	20 - 2	4500			14%
Piña	50 - 82	20 - 2	6200			10%

5.5. CARACTERISTICAS DE LAS FRUTAS.

5.5.1. A nivel Mundial. la actividad bananera se ha mantenido en constante crecimiento. Entre 1979 - 1987, la producción Mundial de Banano aumentó de 35 millones de Tm a 39 millones de Tm, siendo los principales productores India, Brasil, Costa Rica, Ecuador, Colombia y Filipinas (FAO, 1988).

El mercado internacional está constituido básicamente por los Estados Unidos, Europa Occidental y Japón, llamados mercados tradicionales o principales. En 1984, las exportaciones mundiales de banano alcanzaron alrededor de 7 millones de Tm/año y se estima que en el 2000 el volumen sobrepase 15 millones de TM (FAO, 1992).

La actividad bananera se inició en Colombia cerca de 1910, cultivándose la variedad Gross Michell (Banacol, 1994). Esta ha sido sustituida paulatinamente a nivel de exportaciones por las variedades Cavendish.

Desde su inicio la comercialización del Banano ha constituido uno de los pilares de la economía nacional después del Café (productos agrícolas). En la década 1985 - 1995, el banano representó una alta cifra de ingresos por conceptos de exportaciones (Cámara de Comercio Santa Marta, 1995).



Amen de lo anterior, en los aspectos de la maduración de banano, y mango, influyen factores desde el punto de vista metabólico, la fase de tejido, acompañado de la síntesis específica de ciertas enzimas, responsables de los cambios de color, textura y sabor (Cheftel, Cheftel, 1983).

La mayoría de las frutas puede madurar en la planta, como la piña (fruta no climatérica), sin embargo, por motivos tecnológicos y económicos, algunas frutas se cosechan antes de su completa maduración. La maduración se produce, entonces, durante el transporte o el almacenamiento (ibid).

Frutas, como aguacate, banano y mango, presentan un aumento transitorio de la actividad respiratoria, post-cosecha llamado "pico climatérico". Este coincide principalmente con modificaciones en color, textura y sabor característicos de la maduración. Por lo general, estas frutas se cosechan antes de la maduración (ibid). A la fruta verde y dura se le denomina preclimatérica, y a la madura, postclimatérica (Soto, 1985). Otras frutas no presentan pico climatérico (piña y cítricos); su respiración decrece lentamente y se les deja madurar sobre la planta (ibid).

La consideración de la maduración del banano se fundamenta en que de ella depende su dulzura (grado Brix) y utilización para la deshidratación; por tal efecto se recomienda que su maduración se realice artificialmente (carburo de calcio, alcohol etílico, etileno, acetileno, ácido, 2-cloro, etil fosfórico u otros agentes químicos para acelerar el proceso, ya que naturalmente esto

implica de 29 a 30 días, en comparación a 7 días de la maduración artificial (Cabrera,1994).

Según Medina el fruto de mango es una drupa carnosa que varia de tamaño, forma, coloración, aroma, sabor y presencia de fibra. La forma puede ser oblonga, elíptica, ovoide, cordiforme, reniforme, achatada. Generalmente la cara central es cóncava y la dorsal convexa.

La base puede ser deprimida, elevada o intermedia. El fruto consta de pericarpio, que encierra una semilla grande y está compuesto de exocarpo; mesocarpo, carnoso y comestible; endocarpo duro, recubierto de una lámina externa leñosa y una membrana interna papirácea. El exocarpo está provisto de lenticelas que presentan diferentes mezclas de matices de verde, amarillo y rojo a la maduración.

En el trópico el mango ocupa el segundo lugar en términos de uso domestico, solamente superado por el banano (Agricultura Tropical Vol.28 No.3).

El Ananás, Piña americana o piña tropical es un sincarpo que en su madurez alcanza más de 15 cm con pulpa abundante y de gusto agradable, pedúnculo fuerte y por lo general corto.

La calidad de la fruta (Ananás) depende de factores tales como la variedad, el clima, la fertilización y el manejo de cosecha. La variedad determina principalmente el color de la pulpa, la profundidad de los ojos, el contenido de fibra, la coloración externa y la acidez.

El banano es un alimento de origen vegetal ampliamente consumido en la región del Magdalena, En gran parte de Colombia y el exterior. El banano se consume cocido, en biberones, maduro, transformado, freído, asado, en conservas y diferentes formas.

El banano muestra un alto valor alimenticio adecuado para el suplemento nutricional tanto en infantes, niños y adultos.

5.5.2. Incidencia del Color en las Frutas. El color es uno de mayor relevancia en el atractivo de las frutas y vegetales al consumidor. Los muchos pigmentos presentes en los tejidos vegetales se pueden clasificar dentro de tres grupos: Las clorofilas, los carotenoides y los flavonoides.

En los tejidos vegetales, las clorofila constituyen los pigmentos verdes, de gran importancia por el papel que desempeñan en la fotosíntesis y la formación de carbohidratos a partir de gas carbónico y agua.

Los carotenoides es un grupo de pigmentos, que presenta una gama de colores comprendida entre amarillo y el naranja, se encuentra ampliamente distribuidos en los tejidos vegetales: Zanahoria, tomate, banano, mango, pimentón, arracacha, naranja, papaya, etc.

Los flavonoides, compuestos fenólicos derivados de la flavona, se encuentran ampliamente distribuidos en las plantas. Incluyen los taninos y dos grupos de pigmentos: Las antocianinas y las antoxantinas. Las antocianinas, localizadas en la savia celular, presentan colores rojos, azules y morados; se encuentran en una amplia variedad de frutas y vegetales como ciruelas, cerezas, fresas, moras, uvas, repollo rojo, berenjena, remolacha, manzana, etc. El color de éstos pigmentos es muy sensible a los cambios de pH: El medio ácido intensifica el rojo, mientras el alcalino intensifica el azul.

Las antoxantinas son pigmentos de color amarillo pálido a incoloro, distribuidos ampliamente entre los vegetales; se encuentran solos como en el caso de la papa y la cebolla, o acompañando a las antocianinas.

Las antoxantinas al igual que las antocianinas son glicósidos. Son bastantes solubles en agua, por lo cual en los procesos industriales presentan pérdidas de color.

Teniendo en cuenta que la textura es una propiedad bastante compleja se han definido muchos términos para describirla. De éstos términos, los más importantes son: La firmeza, el carácter crocante, la jugosidad, la fibrosidad, la arenosidad y la harinosidad.

La firmeza y el carácter crocante depende básicamente de la turgidez de las células vivas y en caso de la firmeza, además, de la presencia de tejidos de soporte. La turgidez se puede definir como la presión que ejerce dentro de las células, el contenido contra la pared, y que tiende a producir rigidez.

La jugosidad está relacionada con el contenido de agua de los tejidos y con la susceptibilidad de las células a ser desgarradas por los dientes durante la masticación, operación que deja en libertad la savia celular.

La fibrosidad depende del contenido de tejidos de conducción, de soporte y protectores: Los vegetales de tallo como el apio, y los tejidos de cierta edad ya lignificados, presentan altos valores de fibrosidad.

La arenosidad resulta de la presencia de pequeñas partículas de materia extraña, como arena por ejemplo, o de la formación de agregados de células de paredes rígidas y muy gruesas.

La harinosidad depende de la proporción en la cual las células se separan unas de otras al ser masticado el alimento, fenómeno en el que es determinado la composición de la capa intercelular o lamella media.

Son muchas las sustancias que contribuyen a conformar el sabor y aroma en las frutas y vegetales. El sabor como es sabido, resulta de la combinación de las sensaciones de dulce, salado, ácido y amargo. Adicionalmente, está presente la sensación de astringencia, la cual se atribuye a los taninos.

El sabor dulce es aportado por los azúcares, en las frutas y vegetales, el sabor salado es muy poco marcado, en razón a las bajas concentraciones de las sales presentes. Los sabores amargos se presentan en algunos alimentos de éste grupo; en muchos casos desaparecen durante la maduración. Se deben a diversas sustancias como son algunos flavonoides y compuestos a fines como naringina presentes en la toronja y en la naranja agria, las cucurbitacinas presentes en los frutos cucurbitáceos y la oleuropina de la aceituna. La limonina, un triterpenoide, es otra sustancia amarga ampliamente distribuida entre los cítricos, que usualmente desaparece de su pulpa durante la maduración.

El carácter ácido de las frutas y vegetales se debe a los ácidos orgánicos presentes en mayor o menor cantidad. el contenido de ácido sufre permanentes variaciones a través de las fases de maduración y

senescencia, es el caso de las frutas, las cuales durante el curso de la maduración presentan una disminución gradual de la acidez.

El rango de pH en las frutas maduras va desde 2.4, para limones hasta un poco más de 5.0 para banano; para los vegetales, que presentan niveles más altos, el rango está comprendido entre 5.0 y 7.0. Los ácidos más abundantes en los tejidos vegetales son el cítrico y el málico. Otros ácidos que se presentan en buenas cantidades son el oxálico, y el tartárico; y en pequeñas cantidades los ácidos químico shikínico.

El aroma característico de determinada fruta o vegetal está definido por la sensación olfatoria producida por los constituyentes volátiles presentes. Estos se encuentran distribuidos usualmente, en todos los tejidos; sin embargo, en algunas especies se encuentran concentrados en sacos o alvéolos, constituyendo los aceites esenciales, como ocurre en la cáscara de las frutas cítricas.

Los componentes volátiles son ésteres, ácidos, alcoholes, aldehídos y cetonas, muchos de ellos derivados de hidrocarburos terpenoides, de alcoholes y de ácidos olifáticos de bajo peso molecular.

Se define como grado de madurez, la evolución del color de la cáscara por pérdida de la clorofila y asentamiento de la xatofila y los carótenos de color amarillo. El ablandamiento del fruto se debe a la descomposición de

protopectina insoluble en pectina soluble o síntesis de la lignina o hidrólisis de almidón.

5.6. SISTEMA DE ANALISIS DE FACTORES DE RIESGO E IDENTIFICACION DE PUNTOS CRITICOS DE CONTROL.

También se conoce bajo la sigla H.A.C.C.P. que se traduce literalmente como "Análisis de peligros potenciales e identificación de puntos críticos de control". Como lo indica el título ésta metodología ó enfoque, mediante el análisis de peligros busca información sobre prácticas efectuadas con el claro propósito de evaluar los riesgos asociados, identificar las operaciones donde un control es esencial a fin de garantizar la inocuidad y la calidad de los alimentos. (Beltrán, 1988).

El método es integral, en el sentido de que es aplicable a todas las faces que cumple el alimento dentro del desarrollo del ciclo producción-consumo. Es decir desde la granja ó finca hasta el servicio de alimentación institucional, masivo ó del hogar. (Beltrán, 1988).

Es preventivo ya que aplica a lo largo del flujo ó línea de proceso del alimento, antes de su distribución. (Beltrán, 1988).

Es sistemático, es razón de aplicarse sobre una línea dinámica, que posee elementos de entrada (Materias primas), elementos de proceso (Técnicos,

manipuladores, instalaciones y equipos) y elementos de salida (Alimento terminado-Residuos líquidos y sólidos). (Beltrán, 1988).

Es continuo y racional, ya que se aplica en un sentido, generalmente lineal y bajo razonamiento lógico. (Beltrán, 1988).

5.6.1. Estructura del Sistema. Está compuesto por cinco elementos estructurales:

5.6.1.1. Identificación, análisis y evaluación de factores de riesgo. Identificar, es evidenciar la presencia de factores de riesgo relacionados con la producción, procesamiento, almacenamiento, distribución y uso del alimento (Beltrán, 1988).

La información epidemiológica de la región productora, es una buena fuente. Analizar, es razonar y reflexionar alrededor de los factores de riesgo identificados. Es discernir sobre todos los procedimientos asociados a la producción, distribución, manejo de materias primas ó alimentos terminados. Mediante el análisis de toda la cadena que cumple el alimento, no solo se efectúa el señalamiento de factores de riesgo, sino que también, se ubican las fuentes potenciales y los momentos específicos de contaminación. Se

determinan las posibilidades de supervivencia y multiplicación de microorganismos. (Beltrán, 1988).

Finalmente se tienen en cuenta los elementos que conducirán a evaluar la magnitud de los factores de riesgos. (Beltrán, 1988).

Evaluar, partiendo de la base de que riesgo es una estimación probabilística, de que materialice un daño. El concepto presta una buena práctica, desde el momento en que intenta cualificar. (Beltrán, 1988).

Por lo tanto, en ese sentido, evaluar es cuantificar la posibilidad de producción de daño y establecer su magnitud ó gravedad. (Beltrán, 1988).

5.6.1.2. Determinación de puntos críticos de control. Es una operación ó una etapa de una operación, durante la cual puede tomarse una medida preventiva o de control que impida o elimine uno ó varios factores de riesgo. El punto crítico de control puede ser una práctica, un procesamiento, un proceso ó un lugar, donde se den factores de riesgo. Constituye un ejemplo de medidas correctivas y/o preventivas la pasteurización de la leche y la irradiación de canales de porcinos en mataderos. Estas son medidas que pueden afectar varios riesgos microbianos y parasitarios. (Beltrán, 1988).

5.6.1.3. Selección de criterios para el control. Los constituyen los límites ó especificaciones ó características de naturaleza física, química ó biológica que requieren cumplirse en el procesamiento de alimentos, a fin de garantizar la inocuidad y calidad de los mismos. (Beltrán, 1988).

Constituyen ejemplos: La relación temperatura - tiempo, pH ó acidez, humedad relativa, actividad acuosa, climatización de salas de proceso y refrigeración. (Beltrán, 1988).

Puede darse la situación de varias opciones ó criterios de control para un solo punto crítico. Igualmente requiere la combinación de opciones para varios puntos críticos. En todos los casos, la elección deberá hacerse con base a análisis de costos versus rendimiento. (Beltrán, 1988).

5.6.1.4. Monitorización. Se define como la comprobación de que un procedimiento en particular, está bajo control. Esto es, que está conforme a los criterios establecidos en cada punto crítico de control. (Beltrán, 1988).

Frecuentemente se utilizan como monitorias las siguientes:

- Observación visual
- Medición de parámetros
- Controles microbiológicos

6. HIPOTESIS

Existe un tratamiento adecuado de deshidratación para las frutas banano (Musa cavendish), mango (Manguifera indica) y piña (Ananás comosus), mediante el cual es posible transformarlas en productos no perecederos, aptos para el consumo humano.

7. VARIABLES.

7.1. MATERIA PRIMA

X_1 = Banano Verde

X_2 = Piña

X_3 = Mango Verde

$Y_1 = f(X_1, X_2, X_3)$

7.2. CONDICIONES DE DESHIDRATACION

X_4 = Tiempo deshidratación

X_5 = Humedad inicial

X_6 = Humedad Final.

$Y_2 = f(Y_1, X_4, X_5, X_6)$.

7.3. CONTROL DE CALIDAD

X₇ = Análisis Bromatológico

X₉ = Análisis Microbiológico

X₉ = Análisis físico y físico-químico.

X₁₀ = Empaque

X₁₁ = Almacenamiento

X₁₂ = Degustación

$Y_3 = f(Y_1, Y_2, X_7, X_8, X_9, X_{10}, X_{11}, X_{12})$.

8. DISEÑO METODOLOGICO

8.1. METODOLOGIA.

En la realización del presente estudio de investigación se llevaron a cabo trabajos de laboratorio. Los trabajos de laboratorio comprendieron la elaboración de deshidratados de Banano (Musa cavendish), Mango (Manguifera indica) y piña (Ananás comsus).

A los deshidratados de banano , mango y piña se les efectuaron análisis organolépticos, microbiológicos y bromatológicos.

En el trabajo de elaboración de los productos deshidratados comprendió la adquisición de materia prima, aditivos y sistemas de adecuación para su proceso, recopilación y análisis de datos.

Durante el procesamiento de los productos deshidratados elaborados se efectuaron las operaciones indicadas en los diagramas de flujo de banano, mango y piña deshidratados y se determinaron los puntos críticos con el fin

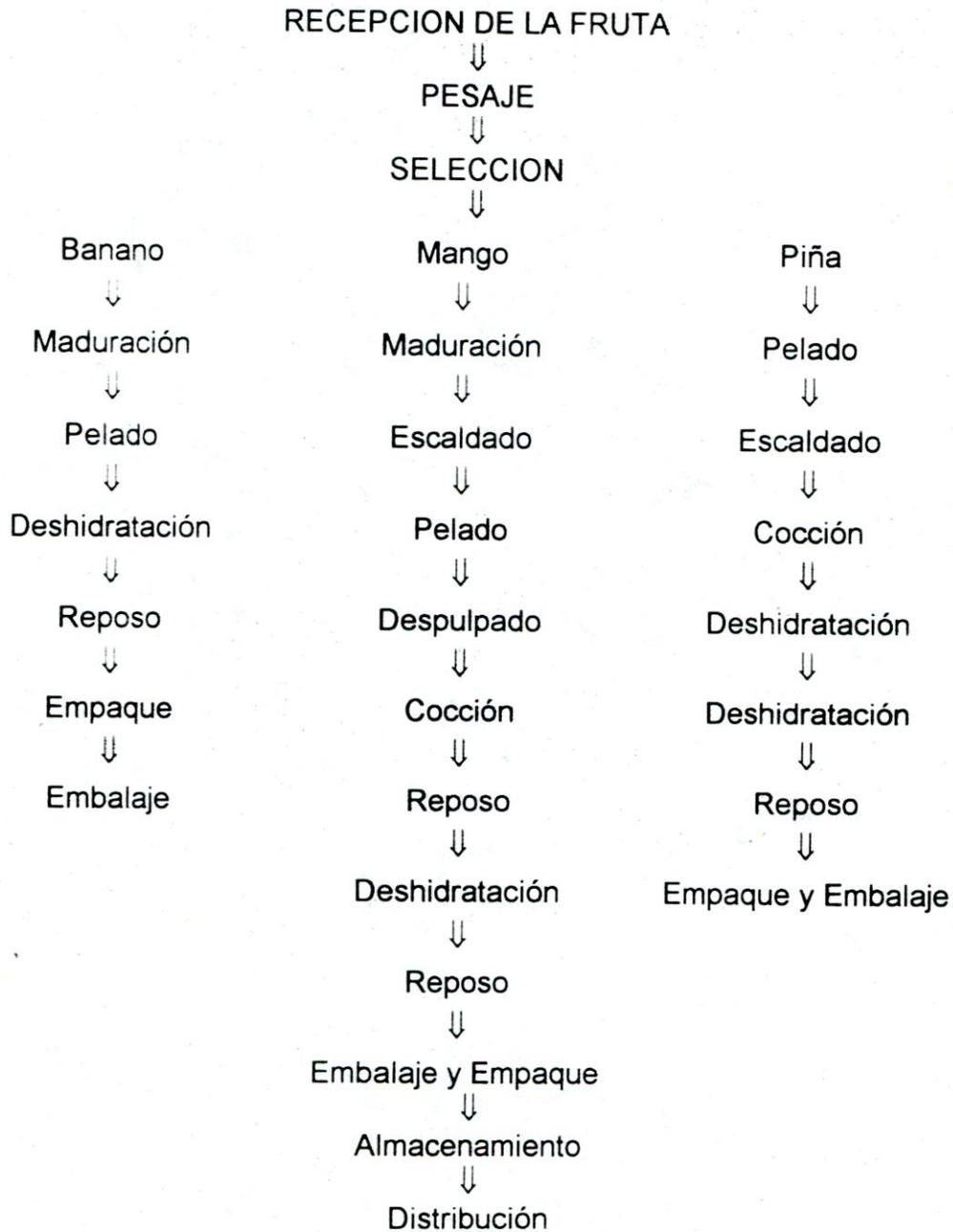
de establecer los procedimientos que nos llevaron a tomar acciones correctivas.

8.1.1. Procedimiento General.

8.1.1.1. Adquisición y recepción de la materia prima. Las frutas Banano (Musa cavendish), Mango (Manguifera indica) y piña (Ananás comusus) se obtuvieron de la zona bananera y los Santanderes respectivamente, cada una de las frutas se sometió a pesaje y lavado para eliminar impurezas y determinar el rendimiento del producto final.

DIAGRAMA DE FLUJO No.1

Deshidratación de banano (Musa cavendish), Mango (Manquifera indica) y piña (Ananás comosus).



8.1.1.2. Pesaje. Las especies vegetales, banano, mango y piña fueron pesados por separado en una balanza de 200Kg de capacidad, con el fin de determinar el rendimiento del producto final elaborado.

8.1.1.3. Lavado. Las frutas se lavaron con agua clorada para eliminar impurezas .

8.1.1.4. Selección. Las frutas banano, mango y piña se seleccionaron teniendo en cuenta su calidad, las frutas partidas, rajadas, golpeadas se eliminaron y las frutas aptas para el procesamiento para obtener el deshidratado según cada una de las especies vegetales se clasificaron con base en los siguientes criterios:

- Banano Tamaño : 7.5 Pulg - 8.5 Pulgadas,
 Color: Verde

- Mango Tamaño: Mediano y Grande
 Color: Verde

- Piña Tamaño: Pequeño, Mediano y Grande
 color Verde.

8.1.1.5. **Maduración.** El banano y el mango presentan un aumento de la actividad respiratoria llamado "Pico climatérico", que en general coincide con las principales modificaciones de color, textura y sabor característico de la maduración.

Para acelerar y regularizar la maduración de estos frutos se utilizó etileno de 50 -150 ppm. El banano y el mango se colocaron en un cuarto especialmente diseñado con una temperatura de 14.5°C, manteniendo una corriente de aire fría a 27°C y 90% de humedad relativa, y 150 ppm de etileno, durante 7 y 5 días para el banano y mango respectivamente.

A diferencia de las anteriores frutas la piña no presenta punto climatérico, su respiración progresa lentamente y, por lo general, se les deja madurar sobre la planta.

8.1.1.6. **Pelado.** El banano una vez obtenido su maduración (grado 7) se sometió a la operación del pelado que consiste en retirar la cáscara en la dirección contraria a la corona del closter, para eliminar cerdas adheridas a la pulpa de la fruta.

El mango para facilitar el pelado se somete a un escaldado durante dos (2) minutos y se procedió al despulpado manualmente utilizando cuchillos de acero inoxidable.

La piña es cortada en rodajas, pelada, separada del corazón y recortada con la ayuda de una máquina enteramente automática.

8.1.1.7. Escaldado. A esta operación someten la piña y el mango, consiste en una breve cocción en agua a temperatura de ebullición durante 10 y 2 minutos respectivamente en una marmita de 50 kg de capacidad. Se realizó con el fin de ablandar tejido, fijar color y volumen, inactivar enzimas, eliminar aire y otros. Pesaje de los espacios intercelulares, disminuir las reacciones de oxidación, aumentar la permeabilidad de las paredes celulares, lo que aumenta la velocidad de deshidratación y facilita la posterior deshidratación, completar el lavado del producto reduciendo la contaminación de naturaleza química, así como la carga microbiológica, destruir las enzimas que pudiesen originar alteraciones, especialmente durante el almacenamiento en estado deshidratado.

8.1.1.8. Cocción. Inicialmente para la cocción se preparo un jarabe en un marmita que contiene un 45% de sólidos solubles, con un porcentaje de 0.096 para la piña y 0.084 para el mango.

Este jarabe se lleva al punto de ebullición y, se adiciona la pulpa de la fruta, durante 60 minutos para la piña y 45 minutos para el mango, el respectivo jarabe lo utilizamos por tres veces (reforzando la concentración del jarabe). Para cada una de las frutas, la finalidad de inmersión en jarabe es para

disminuir la actividad del agua (A_w), carga bacteriana, reforzar sabor y darle una mejor textura.

8.1.1.9. Reposo. El propósito de esta operación es permitir una adecuada manipulación para la siguiente etapa del proceso.

8.1.1.10. Deshidratación. Luego de la fase anterior el producto se extendió en bandejas de red de nylon con marcos de madera, de tal forma que el producto no sobrepase de 1 cm de espesor para el mango y la piña, el banano se coloca la fruta entera una vez pelada.

Las bandejas se colocaron en un armario con rodajas para facilitar el transporte al horno de propiedad de la Industria de Pastas de Frutas la Samaria.

En la operación de deshidratación tuvimos en cuenta los siguientes parámetros:

Velocidad Inicial del aire:		20 mt/seg
Velocidad final del aire:		2 mt/seg
Rango de temperatura:		(55 - 80)°C
Tiempo:	Banano	27 horas
	Piña	8 horas

Mango 7 horas

8.1.1.11. Reposo. Se realizó para estabilizar la temperatura del producto con el entorno.

8.1.1.12. Empaque y embalaje. El empaque lo realizamos en bolsas de polietileno bioorientado y sellado herméticamente en unidades de 250g y se llevo a cabo el embalaje en cajas de cartón corrugado.

8.1.1.13. Almacenamiento. Se mantuvo por 60 días en un cuarto con una temperatura de 18°C y una humedad relativa 70%, al final se realizaron las pruebas organolepticas y microbiologicas.

8.1.1.14. Distribución. El producto debe distribuirse en vehículos con fargon para proteger de factores externos.

9. CONTROL DE CALIDAD.

En los puntos críticos de los diagramas de flujos se realizaron los exámenes microbiológicos, bromatológicos y organolépticos.

FORMATO 1. DESCRIPCION DEL PRODUCTO.

NOMBRE	BANANO DESHIDRATADO
Descripción Física	Pulpa del fruto fresco deshidratado y empacada al vacío
Características Físico-Químicas	PH: 5.18 Humedad: 17.20 Fibra: 2.50
Características Conferidas por el Proceso	Producto alimenticio para el consumo humano, no perecedero, de buen manejo durante las etapas de almacenamiento y comercialización
Forma de consumo y consumidores potenciales	En forma directa en el hogar sólo o acompañado. Rehidratado, En repostería, Por parte del público en general para producción industrial de derivados del banano.
Empaque y presentaciones	Para consumo en el hogar en bolsas plásticas de 200 gr; embaladas en cajas de cartón de 9 kg para la industria en bolsas plásticas de 5 Kg; embaladas en cajas de cartón de 10 kg.
Vida Útil	1 año
Instrucciones en la etiqueta	Mantener refrigerado o en un lugar fresco a temperatura máxima de 18°C
Controles especiales	Monitoreo de la temperatura y humedad durante las etapas de empaque, distribución de las unidades de carga, cajas o estibas.

DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO PRODUCTIVO DEL BANANO

Recepción de la fruta

Selección y Clasificación

Lavado y Desinfección

Maduración

Adecuación

Deshidratación

Reposo

Empaque y sellado

Etiquetado y Embalaje

Almacenamiento y Distribución

FORMATO 2. REPORTE DE ANALISIS DE PELIGROS.

ETAPA	PELIGRO	FACTOR DE RIESGO	MEDIDAS PREVENTIVAS
Transporte al centro de Acopio	Deterioro por daño mecánico o físico	Transporte interno en finca. Descuidad. Medio de transporte inadecuado. Mal manejo de la fruta	No demoran la fruta en la finca. Mejorar la manipulación en la finca. Colocar la fruta bajo cobertizo, evitando exceso de sol. Corte adecuado de los racimos. Cartón de empaque adecuado que amortigüe golpes
Almacenamiento distribución y entrega	Daños físicos o mecánicos	Almacenamiento y transporte inadecuado	Uso del frío durante todas las operaciones de almacenamiento, distribución y entrega.

FORMATO 3. DESCRIPCION DEL PRODUCTO.

NOMBRE	MANGO DESHIDRATADO
Descripción Física	Pulpa del fruto fresco deshidratado empacada al vacío
Características Físico-químicas	pH 5.41 Humedad 17.35% fibra 31.3%
Forma de consumo	En forma directa en el hogar o acompañado. Rehidratado. Para producción industrial semi-industrial de derivados del mango en repostería.
Empaque y presentaciones	Para consumo en el hogar en bolsas plásticas de 200g; embaladas en cajas de cartón de 9 kg para la industria en bolsas plásticas de 5 kg, embaladas en cajas de cartón de 10kg.
Vida útil esperada	12 meses
Instalaciones en la etiqueta	Mantener refrigerado en un lugar fresco a temperatura máxima de 18°C
Controles especiales durante la distribución y comercialización	Monitores de la temperatura y la humedad durante las etapas de distribución y transporte manejo cuidadoso de las unidades de carga, cajas o estibas.

FORMATO 4. REPORTE DE ANALISIS DE PELIGROS

ETAPA	PELIGRO	FACTOR DE RIESGO	MEDIDAS PREVENTIVAS
Deshidratación	Supervivencia de microorganismos	Fallas en el cumplimiento de las condiciones de deshidratación. Pulpa demasiado contaminada antes de empezar el proceso de deshidratación humedad alta en el producto.	Monitores continuos de tiempo y temperaturas de deshidratación. Control de la velocidad del aire a la entrada y salida del horno. Control del programa de aseo y desinfección de la planta y de todas las operaciones previas a la deshidratación
Empacado y Sellado	Recontaminación del producto deshidratado por microorganismos patógenos , hongos y levaduras.	Demora en etapa de reposo. Falta de higiene en los equipos, utensilios, bandejas, el ambiente o el personal de empacado.	Monitorear el tiempo de reposo Programa de limpieza y desinfección de equipos y utensilios. Control de higiene del vestuario y de las manos de las operarias. capacitación en higiene de alimentos.

10. ANALISIS DE COSTO.

Se tuvieron en cuenta el costo individual de cada una de las frutas deshidratadas, para así determinar el valor del costo por kilogramo de deshidratado producido.

10.1. ANALISIS ORGANOLEPTICO.

Se tuvo en cuenta las características físicas primordiales de: Color, olor, sabor y textura.

Durante el almacenamiento de piña, mango y banano el color , sabor, olor y textura la diferencia no fue marcada entre cada una de estas, donde podemos observar que a las temperaturas entre 16 -25°C se observa las mejores condiciones (Table 7 , 8 ,9).

10.2. ANALISIS BROMATOLOGICO.

A cada una de las frutas frescas como deshidratadas se les determinó humedad, en balanza de rayos infrarrojos, durante 7-22 minutos, proteína, por el método Kteldhal; grasa por el método de disolventes orgánicos de Howard, cenizas por calcinación en malla a 550 C durante 4 horas, todos estos análisis según el método oficial de la A.D.H.C.

11. RESULTADOS Y DISCUSION

11.1. ANALISIS BROMATOLOGICO DE LA MATERIA PRIMA.

El estudio de la composición bromatológica de las frutas banano, mango y piña se desarrollo con el objetivo de establecer el nivel alimenticio de las mismas, los análisis se realizaron una vez obtenido su grado de maduración (tabla No.5).

En la composición de las frutas deshidratadas, todos los componentes se incrementan por la pérdida de agua libre. Las proteínas de la piña, mango y banano se incrementaron en un 786%, 454%, y 533% respectivamente, (Tabla No.6)

11.2. ANALISIS ORGANOLEPTICO.

Se tuvieron en cuenta las características físicas primordiales de olor y color presentados en la (tabla 7, 8,9)

tabla 5.

CONTENIDO EN 100 GRAMOS DE PARTE COMESTIBLE

Nombre	Descripción	Parte Comestible	calorias No.	Agua	Proteina	Grasa	Carbohidratos	Fibra	Cenizas	Calcio mg	Fosforo mg	Hierro mg	VIT A UI	Tiamina mg	Riboflamina	Nicotina	Ascorbico mg
Mango	Pulpa sin cascara ni Semilla	60	50	81,8	0,5	0,1	16,4	0,7	0,5	10	14	0,4	1100	0,04	0,07	0,4	80
Piña	Jugo		53	85,9	0,3	0,1	13	0,2	0,5	15	8	0,5	80	0,05	0,02	0,2	9
Banano Comun	Pulpa Madura	70	84	74,6	1,2	0,1	22	1	0,9	6	25	0,5	220	0,04	0,03	0,7	10

I.C.B.F. 5a Edición

MUESTRA

Piña (Ananás Comosus) deshidratada

Mango (Mangifera Indica) deshidratado

Banano o guineo (Musa Cavendish) deshidratado.

Fueron enviadas las muestras envasadas en bolsas de plásticos transparentes.

RESULTADOS.

- Bromatológicos. Se presentan en la tabla 6. Los análisis proximales se realizaron de acuerdo a los métodos estándar de la AOAC(1985), los muestrales se determinaron por espectrofometría de Absorción Atómica.
- Organolépticos. Se utilizó un panel conformado por 15 personas de diversas ocupaciones familiarizadas con el consumo de frutas tropicales. Los sujetos del panel fueron entrenados en lo relacionado con el valor nutricional y las características físicas y organolépticas de las frutas deshidratadas.

Se empleó un escala hedónica para lo cual las 15 personas degustaron las tres frutas deshidratadas en sendos días.

En las tablas 7,8,9 se presentan los resultados obtenidos.

A las características observadas se le asignaron las cualidades siguientes:

1. EXCELENTE

Color	Inalterable
Olor	Inalterable
Sabor	Inalterable
Textura	Inalterable
Contaminación	Inalterable

2. BUENO

Color	Inalterable
Olor	Inalterable
Sabor	Inalterable
Textura	Ligeramente alterado
Contaminación	Inalterable

3. MALO

Color	Alterado
Olor	Alterado
Sabor	Alterado
Textura	Ligeramente alterado.

Hierro (mg/100g)	1.82	6.30	7.20
Potasio (mg/100g)	65.80	25.30	1180.50
Sodio (mg/100g)	38.50	12.50	95.00

Tabla. 7. ANALISIS SENSORIAL EN BANANO DESHIDRATADO.

CARACTERISTICAS ANALIZADAS	EXCELENTE	(%)	BUENO	(%)	MALO	(%)
Color	13	86.67				
Olor	12	80.00	3	20.00		
Sabor	10	66.61	5	33.33		
Textura	11	73.33	4	26.67		
Contaminación						
Inalterable	13	86.67	2	13.33		

Tabla 8. ANALISIS SENSORIAL DE MANGO DESHIDRATADO (15 sujeto)

CARACTERISTICAS ANALIZADAS	EXCELENTE	(%)	BUENO	(%)	MALO	(%)
Color	13	86.67	2	13.33		
Olor	10	66.67	5	33.33		
Sabor	10	66.61	5	33.33		
Textura	9	60.00	6	40.00		
Contaminación						
Inalterable	14	93.33	1	6.67		

Tabla. 9. ANALISIS SENSORIAL EN PIÑA DESHIDRATADO (15 Sujeto)

CARACTERISTICAS ANALIZADAS	EXCELENTE	(%)	BUENO	(%)	MALO	(%)
Color	13	86.67	2	13.33		
Olor	12	80.00	3	20.00		
Sabor	10	66.61	5	33.33		
Textura	9	60.00	6	40.00		
Contaminación						
Inalterable	14	93.33	1	6.67		

INFORME DE ANALISIS MICROBIOLOGICO

MUESTRA FRUTAS DESHIDRATADAS

Fecha: Agosto 29 de 1996

METODOLOGIA

Los análisis microbiológicos solicitados se realizaron según los procedimientos propuestos por la APHA (1980) y no se determinó ningún fisicoquímico.

Las técnicas utilizadas fueron las siguientes:

- Recuento de UFC (Unidades Formadoras de Colonias) de mesoaerobios: Recuento en placa, 48 horas a 37°C.
- Colimetría total y Fecal: Técnicas del Número Más Probable (3 series de tubos por dilución) 24 48 horas a 37°C y 45°C respectivamente. Lectura de la Tabla McGrady.
- Recuento de UFC de *Staphylococcus aureus*. Recuerdo en placa 48 horas a 37°C.
- Recuento de UFC de mohos y levaduras 8 días a 29°C

RESULTADOS

MUESTRA 1 PIÑA DESHIDRATADA.

- Recuento de UFC mesoaerobios: 4.000 UFC/g max
- Número de Mas Probable Coliformes totales/g 9 UFC max
- Número de Mas Probable Coliformes fecales/g Negativo
- Recuento de UFC de mohos y levaduras 8 UFC/g max
- Recuento Staphylococcus aureus/g menos de 8

MUESTRA 2. MANGO DESHIDRATADO

- Recuento de UFC mesoaerobios: 4.500 UFC/g max
- Número de Mas Probable Coliformes totales/g Menos de 10
- Número de Mas Probable Coliformes fecales/g Negativo
- Recuento de UFC de mohos y levaduras Menos de 10 UFC/g
- Recuento Staphylococcus aureus/g Negativo.

MUESTRA 3. BANANO DESHIDRATADO

- Recuento de UFC mesoaerobios: 5.000 UFC/g max
- Número de Mas Probable Coliformes totales/g 10 UFC max
- Número de Mas Probable Coliformes fecales/g Negativo
- Recuento de UFC de mohos y levaduras 4 UFC/g max
- Recuento Staphylococcus aureus/g Negativo.

11.3 GRADO DE MADUREZ DEL BANANO.

Según la escala de Von Loesecke (1950), existen siete grados de color de acuerdo con la evolución de la maduración y las necesidades del mercado y de los consumidores.

Grado 1. Verde. color normal de la fruta fresca

Grado 2. Verde claro. Primer cambio de color durante el ciclo de maduración.

Grado 3. Verde claro con trazas de amarillo claro. pronunciado estado del inicio del ciclo de maduración. Listo para entregar el detallista durante la estación caliente.

Grado 4. Más amarillo que verde. Color recomendado para la distribución al detallista durante la estación fría.

Grado 5. Amarillo con las puntas verdes. Color ideal para la distribución al detallista.

Grado 6. Amarillo total. Color para venta y consumo.

Grado 7. Amarillo con pecas café. Completamente maduro, mejor sabor, alto valor nutritivo.

El grado de madurez involucra aspectos como los cambios en el contenido de sólidos solubles totales (°Brix), el cambio en la acidez y el cambio en los taninos.

11.3.1. Cambios en el contenido de sólidos solubles totales (°brix) en cada uno de los grados de madurez del banano de acuerdo a los trabajos realizados por Von Loesecke (1950), se dedujo que el carbohidrato predominante en el banano verde es el almidón, que en la fruta madura es reemplazado en gran parte por sacarosa, glucosa y fructuosa.

Los azúcares están presentes en la fruta verde sólo en cantidades muy pequeñas, alrededor de 1-2% de la pulpa tierna, aumentando a 15-20% en la

madurez y coincidiendo el inicio de dicho aumento con el período climatérico de la respiración.

De acuerdo a pruebas realizadas por los autores se pudo establecer que el contenido de sólido soluble totales (°Brix) en cada uno de los estados de maduración del banano es el que se muestra en la tabla 10.

El procedimiento utilizado es el descrito en la metodología.

Tabla 10 PROCENTAJE DE SOLIDOS SOLUBLES TOTALES (° BRIX) PRESENTES EN CADA UNO DE LOS GRADOS DE MADUREZ DEL BANANO.

	1	2	3	4	5	6	7
° BRIX	4.6	7.5	12.5	20.0	21.5	22.0	23.5

Grado óptimo de madurez para el proceso de deshidratación.

Fuente. Resultados obtenidos de las pruebas de laboratorio realizadas por los autores. Agosto - septiembre. 1996.

11.3.2. Cambios de acidez. Von Loesecke (1950), encontró que la acidez de la pulpa, expresada en pH o en acidez titulable, alcanza el máximo en el climatérico o poco después, y acuosa luego por lo general un ligero descenso a medida que la maduración progresa. La piel o cáscara de la fruta muestra una tendencia similar, pero ligeramente retardada con respecto

a la de a pulpa, esto muestra que la maduración ocurre de la masa hacia la cáscara.

La acidez titulable es el porcentaje de peso de los ácidos contenidos en el producto. Se determina por medio del análisis conocido como titulación (ver anexo A), que es la neutralización de los iones de hidrógeno del ácido con una solución de hidróxido de sodio de concentración conocida. Este álcali se adiciona con una bureta puesta verticalmente en un soporte universal.

11.3.3. Cambio en los taninos. El sabor del banano verde presenta una astringencia dada por los taninos libres, que se hallan presentes en considerable cantidad en la pulpa. Durante la maduración ese tanino se combina con los azúcares o entra en el metabolismo de la respiración anulándose la astringencia.

11.3.4. Color. El color es un factor importante para valorar la calidad de un alimento. En efecto, frecuentemente está ligado a la maduración, presencia de impurezas, realización apropiada o defectuosa de un tratamiento tecnológico, malas condiciones de almacenamiento, comienzo de una alteración por microorganismos, etc.

El color de la cáscara y la pulpa del banano en cada uno de los grados de madurez es el que se observa en la tabla 11.

Tabla 11 PORCENTAJE DE ACIDEZ PRESENTE EN CADA UNO DE
LOS GRADOS DE MADUREZ DEL BANANO.

	1	2	3	4	5	6	7
Acidez	0.43	0.46	0.50	0.53	0.53	0.51	0.42*
(%)							

* Porcentaje de acidez óptimo para el proceso de deshidratación.

Fuente: Resultados obtenidos de las pruebas de laboratorio realizado por los autores. Agosto - septiembre. 1996.

Tabla 12. COLOR DE LA CASCARA Y LA PULPA DEL BANANO EN CADA UNO DE LOS GRADOS DE MADUREZ.

GRADOS	COLOR	
	CASCARA	PULPA
1	Verde	Blanca
2	Verde con trazas amarillas	Blanca
3	Más verde que amarillo	Blanca
4	Más amarillo que verde	Blanca
5	Amarillo con extremos verdes	Blanca
6	Amarillo	Amarillo*
7	Amarillo con pecas café	Pálido

*Fuente. Escala de Von Loesecke.

11.3.5. Sabor y aroma. Las percepciones gustativas y olfativas son el resultado de proceso psicofisiológico muy complejas que no están, por ahora, completamente explicados. Resultan influenciados por las otras percepciones sensoriales (visión, tacto), por la temperatura, por estímulos químicos no específicos y por diversas motivaciones psicosociológicas responsables, en parte, del carácter agradable o desagradable de las percepciones.

El sabor y el aroma de los frutos dependen de la relación entre el contenido de azúcares y de ácidos, de la riqueza en taninos (causantes de astringencia) y de la presencia de numerosos compuestos volátiles, tales como los ésteres, alcoholes, aldehídos, cetonas, terpenos, etc. (Cheftel, Cheftel y Besancon, 1983).

El componente principal del aroma del banano es el acetato de Amilo o isoamilacetato, un éster presente en la fruta y usado en la elaboración de esencias. Durante la maduración aumentan las emanaciones de sustancias volátiles para dar al fruto su sabor característico. La producción de sustancias volátiles en la fruta está directamente relacionado con la maduración y con factores que sobre ella inciden, como el etileno y la temperatura.

El sabor y el aroma característico en cada uno de los grados de maduración del banano es el que se muestra en la tabla 13.

11.3.6. Textura. Al igual que las otras propiedades organolépticas, la textura de un alimento depende, en parte, del observador; la palabra textura designa en el lenguaje actual de la tecnología de alimentos y de las disciplinas científicas que a ella se dedican, el efecto que percibimos o a veces medimos indirectamente, de los elementos estructurales presentes en los alimentos, cuando lo sometemos a deformaciones mecánicas.

Las sensaciones que se manifiestan durante esta percepción son los del tacto, de la tensión (quinestesia) de la posición (propiocepción). Esta percepción se hace primero por intermedio de la mano, pero prosigue especialmente en la boca.

Tabla. 13. SABOR Y AROMA CARACTERISTICO EN CADA UNO DE LOS GRADOS DE MADUREZ DEL BANANO.

CARACTERISTICAS	1	2	3	4	5	6	7
SABOR	Acido muy astigente	Acido muy astigente	Poco astigente	poco dulce	Dulce	Muy Dulce	Buen Balance Dulce-acido
AROMA (OLOR A BANANO)	Imperceptible	Imperceptible	Imperceptible	Leve	Leve	Fuerte	Muy Fuerte

* Sabor y aroma óptimos para el proceso de deshidratación.

Fuente: Resultado obtenidos de la evolución sensorial hecha por un panel (Catadores- degustadores).1990.

La textura presentada por cada uno de los grados de madurez del banano, se muestra en la tabla 14.

11.3.7. Porcentaje de humedad. para determinar el porcentaje de humedad, el producto se colocó en una balanza para detectar humedad a una temperatura de 130°C., el tiempo de exposición depende de la humedad del

producto. El porcentaje de humedad en contrado en cada uno de los grados de madurez del banano es el que se muestra en la tabla 15..

11.3.8. Grado de Madurez del Mango. De acuerdo a la escala de calificación del color de la epidemidis (cáscara) y del color del mesocarpio (pulpa) de fruto de mango, existen 5 grados básicos como se muestra en la tabla 14.

Como en el banano, el grado de madurez del mango involucra espectro como los cambios en las sólidos solubles totales ($^{\circ}$ Brix) y el cambio en la acidez.

11.3.9 Cambios en los sólidos solubles totales ($^{\circ}$ Brix). Estos indican la cantidad de constituyentes solubles del jugo con relación al peso del mismo, los cuales están formados principalmente por azúcares. Para su determinación se utilizó un refractómetro.

Tabla14. TEXTURA PRESENTADA EN CADA UNO DE LOS GRADOS DE MADUREZ DEL BANANO.

CARACTERISTICAS	1	2	3	4	5	6	7
TEXTURA	Firme y pegajosa	Firme y pegajosa	Firme y pegajosa	poco firmes y menos pegajosa	Blanda	blanda	blanda* Jugosa.

* Textura óptima para el proceso de deshidratación.

Fuente: Resultados obtenidos de la evaluación sensorial hecha por los autores. Agosto - septiembre 1996.

De acuerdo a pruebas realizadas por los autores se pudo establecer que el contenido de sólidos solubles en cada uno de los grados de madurez del mango es el que se muestra en la tabla. 15.

Tabla 15. PORCENTAJE DE HUMEDAD PRESENTE EN CADA UNO DE LOS GRADOS DE MADUREZ DEL BANANO.

GRADOS DE MADUREZ	HUMEDAD (%)
1	72.00
2	72.32
3	72.64
4	72.97
5	73.28
6	73.61
7	73.92*

* Porcentaje de humedad óptimo para el proceso de deshidratación.

Fuente: Chacon, S.I.1984.

11.3.10. Cambios en la acidez. La acidez titulable es el porcentaje de peso de los ácidos contenidos en el producto. Para el caso del fruto de mango ésta se determinó en el mesocarpio y se expresó como porcentaje de ácido málico por ser éste el que contribuye a la acidez.

El cálculo de la acidez titulable en cada uno de los grados de madurez del mango es el siguiente:

Grado 1

A = 3.5 ml

B = 0.1 N

Tabla 16 GRADOS DE MADUREZ DEL MANGO DE ACUERDO AL COLOR DE LA EPIDERMIS Y EL MESOCARPIO.

GRADOS	COLOR	
	EPIDERMIS	MESOCARPIO
1	Verde	Verde
2	Amarillo - verdoso	amarillo - verdoso
3	Amarillo	Amarillo - claro
4	Amarillo - rojizo	Amarillo - rojizo no uniforme
5*	Rojo	Amarillo - rojizo uniforme.

* Grado de madurez óptimo para el proceso de deshidratación

Fuente: ICA CI Caribia, 1991.

Tabla 17. PORCENTAJE DE SOLIDOS SOLUBRES (°BRIX) PRESENTE EN CADA UNO DE LOS GRADOS DE MADUREZ DEL MANGO VARIEDAD CHANCLETA.

	1	2	3	4	5
° BRIX	13.5	16.0	17.0	17.0	22.0

Fuente: Resultados obtenidos de las pruebas de laboratorio realizadas por los autores. Agosto - Septiembre 1996.

Figura. 5

ESCALA CALIFICACION DEL COLOR DE LA EPIDERMIS DEL FRUTO DEL MANGO VARIEDAD AZUCAR EN CARACTERISTICAS ORGANOLEPTICAS. ICA. 6I Caribia 1991.



1. Verde



2. Amarillo verdoso



3. Amarillo



4. Amarillo rojizo



5. Rojo

Figura. 6

**ESCALA CALIFICACION DEL COLOR DEL MESOCARPIO DEL FRUTO
DEL MANGO VARIEDAD AZUCAR EN CARACTERISTICAS
ORGANOLEPTICAS. ICA. 6l Caribia 1991.**

1. Verde

2. Amarillo verdoso

3. Amarillo Claro

4. Amarillo rojizo no uniforme

5. Amarillo Rojizo uniforme

11.3.11. Color, sabor y textura. Por ser éstas características sensoriales, necesitan un tipo de evaluación especial (de sensibilidad), según la metodología proporcionada por Mahecha, G. 1985. De acuerdo con Montenegro, L. (1992) la catación se efectuó para los frutos mantenidos en el laboratorio, cuando se consideraron plenamente maduros para el consumo. Los catadores evaluaron con la ayuda de la escala de calificación para mango, proporcionada por el Manual de Evaluación Sensorial para el Control de Calidad de Alimentos Procesados. Los parámetros evaluados fueron los siguientes: color de la epidermis, color, sabor y textura del mesocarpio. Los resultados de ésta evaluación son los que se muestran en la tabla 19.

Tabla 18 PORCENTAJE DE ACIDEZ PRESENTE EN CADA UNO DE LOS GRADOS DE MADUREZ DEL MANGO.

	1	2	3	4	5
ACIDEZ (%)	0.23	0.19	0.15	0.13	0.13*

* Porcentaje de acidez óptimo para el proceso de deshidratación.

Fuente: Resultados obtenidos de las pruebas de laboratorio realizadas por los autores. Agosto - septiembre 1996.

Tabla. 19. ESCALA DE CALIFICACION DE LOS FACTORES DE CALIDAD DEL MANGO FRESCO EN LA CARACTERIZACION ORGANOLEPTICA.

CALIFICACION	Epidermis	Mesocarpio		
	COLOR	COLOR	SABOR	TEXTURA
1	Verde	Verde	Fermentado	Fibrosa
2	Amarillo	Amarillo	Insípido	Dura
	Verdoso	Verdoso		
3	Amarillo	Amarillo Claro	Acido	Gelatinoso y/o corchosa
4	Amarillo Rojizo	Amarillo rojizo no uniforme	Muy dulce	Muy blanda
5	Rojo*	Amarillo** Rojizo Uniforme	Característico buen balance dulce-acido**	Blanda** Jugosa

*Color óptimo de la epidermis para el proceso de deshidratación

** Color, sabor y textura óptimos del mesocarpio para el proceso de deshidratación.

11.3.12. Aroma. La madurez trae consigo un aumento en los azúcares simples que dan dulzura, disminución en ácidos orgánicos y fenólicos para reducir la astringencia y la acidez y un aumento en las emanaciones de sustancias volátiles, para dar al fruto su sabor característico.

Según análisis hecho por los autores se pudo establecer que el aroma en los tres primeros grados de madurez del mango es poco marcado, aumentando éste en los grados cuatro y cinco, dándole al fruto su aroma característicos (olor a mango).

11.3.13. Porcentaje de humedad. Al igual, que en el banano, el mango se colocó en una balanza detectora de humedad a una temperatura de 130°C. El porcentaje de humedad hallado en cada uno de los grados de madurez del mango es el que se observa en la tabla 20.

Tabla 20. PORCENTAJE DE HUMEDAD DE LOS FRUTOS DE MANGO EN CADA UNO DE SUS GRADOS DE MADUREZ.

GRADO DE MADUREZ	HUMEDAD DEL FRUTO (%)
1	80.55
2	79.73
3	79.66
4	77.72
5	77.63*

* Porcentaje de humedad óptimo para el proceso de deshidratación.

11.4. FACTURAS QUE INFLUYEN EN EL GRADO DE MADUREZ DEL BANANO Y DEL MANGO.

- Estados de los bananos y mangos después de la cosecha. La apreciación del grado de madurez de los bananos y mangos al momento de la cosecha, se basa en la plenitud de un fruto determinado del racimo. Es un criterio dimensional que corresponde al grado de madurez cuando el fruto es normal. Las condiciones ecológicas desfavorable pueden tener como efecto:

Por una parte, predisponer los bananos y mangos a una evolución más rápida de la pulpa, de lo que se espera.

Favorece el desarrollo de infecciones fungosas en la cáscara y especialmente en el pedicelo, pedúnculo y corona.

- Factores a las cuales han sido sometidos los bananos y mangos después de la cosecha hasta su entrada a la cámara de maduración.

Después de la cosecha la evolución de los bananos y mangos está influenciada por ciertos factores externos y fisiológicos.

1. Factor Externo.

- El lapso de tiempo entre la cosecha y el principio del enfriamiento, así como la temperatura en el transcurso de éste período.
- La temperatura del enfriamiento
- La temperatura y la humedad relativa en el transcurso del transporte hasta la entrada a la cámara de maduración
- La manipulación defectuosa y particularmente, aquellas que han dado como resultado el doblado del pedicelo (cuello roto).

2. Factores Fisiológicos.

- La reacción ha cierto tratamiento fungicidas o a heridas.
- La heterogeneidad del grado de evolución de los frutos en una misma caja de embalaje.

11.5. EL PROGRESO DE DESHIDRATACION DEL BANANO.

Este proceso comprende las siguientes fases:

- **RECEPCION DE LA MATERIA PRIMA.** Consiste en recibir los bananos procedentes de las fincas, producto de los excedentes de producción y exportación.
- **SELECCION Y CLASIFICACION.** El banano seleccionado debe ser verde con 36 horas de corte máximo. En cuanto a calidad no debe presentar magulladuras, golpes, rajaduras, hongos, laceraciones, cortes, ni estar negro.

La clasificación se hace por tamaños (grande, pequeño y mediano) y por grados de maduración, para que en el momento del pelado y carga de bandejas haya una mejor organización y distribución.

- **LAVADO.** Se hace mediante una incrementación del producto en una solución de hipoclorito de calcio o sodio, en dosis de 50 ppm.

- **MADURACION.** la maduración de banano conlleva a un precalentamiento preliminar y otro complementario seguido de la maduración propiamente dicha en el curso de la cual se puede distinguir dos fases:

La primera fase se caracteriza principalmente por un importante desprendimiento térmico, sin modificación del color de la cáscara, pero en relación con una intensa actividad fisiológica.

La segunda fase se caracteriza por una disminución del desprendimiento térmico, asociado a una hidrólisis de almidón con formación de azúcares reductores y sacarosa, así como una rápida modificación del color de la cáscara y el desarrollo del aroma.

En el proceso de deshidratación la fase de maduración del banano tiene una duración de siete días. El primer día el banano se somete a una temperatura de 35 a 38°C. Por medio de la activación del alcohol etílico (etanol), produciéndose gas etileno. Del segundo hasta el séptimo día el banano se somete a temperatura de conservación (12 a 18°C), con el fin de lograr la homogeneización del color del banano.

- REPOSO. Consiste en esperar que el producto alcance la temperatura ambiente una vez que haya salido de la cámara de maduración.
- PELADO. Esta operación es manual, el banano se descascara al revés para que las cerditas no se adhieran a la pulpa, ya que al deshidratarse se queman y le dan mala presentación al producto final.

ANALISIS DEL BALANCE DE MATERIA PRIMA EN LA OPERACION DE PELADO. Según Eduardo Cabrera, el siguiente análisis se realiza con el fin de obtener los siguientes resultados:

- Cantidad de cajas de bananos que se gastan para completar un carro.
- Porcentaje de fruta buena y porcentaje de fruta dañada estimada, procedente de la sección de almacenamiento (frío).
- Análisis del tiempo de llenado de un carro de acuerdo al número de operaciones.
- Posibles problemas localizados en ésta operación que pueden incidir en la calidad del producto final.

Cálculos realizados:

Se tomaron muestras de las cajas utilizadas, para hallar valores promedios de pesos correspondiente a la fruta individual y a la fruta por caja.

Peso promedio de un banano con cáscara	157g
Peso promedio de la cáscara de un banano	41g
Peso promedio de un banano sin cáscara	116g

Se trabajó con valores promedios debido a la diversidad de tamaños de la materia prima utilizada. En un carro se colocan en hileras 20 bandejas, para llenarlas los operarios utilizaron en promedio 65 cajas de banano en las cuales existe un porcentaje de fruta deteriorada al cual nos referiremos como el desperdicio.

Peso promedio de la fruta por caja	14Kg
Peso total de la fruta de las 65 cajas	910Kg
peso del desperdicio al final del llenado del carro	9135Kg

Esto quiere decir que de los 910Kg de fruta que entran al proceso de pelado, 91Kg de fruta está deteriorada por maltratado por parte de los operarios que reciben la fruta, o está atacada por hongos, o porque se les pasó el tiempo de maduración.

Expresando éstos datos en porcentajes tenemos que:

% de fruta que se puede procesar	90%
% de fruta maltratado o dañada en almacén	10%

Con éste dato se podría estimar la cantidad semanal de pérdidas durante la maduración y el almacenamiento, así:

Si de las 65 cajas de banano procesadas 6.5 cajas salieron dañadas, quiere decir que si semanalmente llegan a la planta tres mil cajas, 300 de esas cajas van a ser rechazadas, (como valor aproximado) debido a pérdidas en el mal manejo de la fruta que se recibe.

El balance de materia prima en la operación de pelado es el que se ilustra en la figura 8.

Expresando éstos datos en porcentajes tenemos que:

% de fruta que se puede procesar	90%
% de fruta maltratado o dañada en almacén	10%

Con éste dato se podría estimar la cantidad semanal de pérdidas durante la maduración y el almacenamiento, así:

Si de las 65 cajas de banano procesadas 6.5 cajas salieron dañadas, quiere decir que si semanalmente llegan a la planta tres mil cajas, 300 de esas cajas van a ser rechazadas, (como valor aproximado) debido a pérdidas en el mal manejo de la fruta que se recibe.

El balance de materia prima en la operación de pelado es el que se ilustra en la figura 8.

Figura. 8 BALANCE DE LA MATERIA PRIMA EN LA OPERACION DE PELADO.

910 Kg de fruta (Banano)

Selección 91 Kg de fruta Dañada

PELADO

CASCARA

PULPA

TIEMPO DE LLENADO DE UN CARRO.

Se tomaron los tiempos de llenado de un carro utilizando dos operarios y luego cuatro operarios.

Tiempo gastado por 2 operarios	240 min = 4.00 horas
Tiempo gastado por 4 operarios	105 min = 1.75 horas

En éstos tiempos se está incluyendo el llenado de las bandejas y la carga del carro.

Con la operación de pelado debe tenerse mucho cuidado, debido a que es una de las causas aparentes de que un producto terminado, empacado y almacenado presente contaminación por hongos (moho). De ésta forma, los productos provenientes de fincas bananeras que son almacenados (en frío) se deterioran principalmente por la acción de hongos. Luego, el personal de pelado selecciona la fruta que sirve y la separa de la deteriorada por los hongos.

Las esporas de los hongos son muy volátiles y se difunden en las cajas, y por consiguiente también llegan hasta el fruto bueno. debido a la falta de limpieza del material que entra, y a la falta de higiene del personal, las esporas de los hongos llegan hasta el fruto pelado localizado en las bandejas. En éste momento el fruto se contaminó, y gracias a que las esporas resisten altas temperatura, cuando llegan a un ambiente óptimo en las cámaras de almacenamiento del producto terminado, el hongo empieza a germinar y en consecuencia a deteriorar la producción.

La solución a éste problema se reúne en una palabra: Higiene. El material antes de ser pelado debe someterse a un proceso de limpieza, para eliminar posibilidades de contaminación, además la higiene del personal es importante en la obtención de un producto de buena calidad.

- **DESHIDATACION.** Esta operación se realiza en un horno deshidratador durante un periodo de 16 -22 horas, a una temperatura de 55 -82°C., con velocidad del aire de 2m/seg - 20m/seg, obteniendo un producto con una humedad final del 18 -30%.
- **SINERESIS(Reposo).** Una vez terminado la operación de secado (deshidratación), el producto se deja reposar durante 5 horas, y se procede a efectuar una clasificación la cual consiste en sacar aquel producto que está listo para ser empacado y aquel que está crudo (falta de secado), le cual debe ser conducido nuevamente al horno deshidratador.

OPERACION DE CLASIFICACION.

Según un seguimiento realizado por Eduardo Cabrera Durán al mismo carro analizando en el balance de materia prima en la operación de pelado se pudieron establecer datos acerca de:

- Pérdida de peso del banano.
- Porcentaje de fruta que sale seca para empaque y la que tiene que encarrarse porque salió cruda.

Peso del producto seco:

Grande	44g
Pequeño	29g
Mediano	34g
Peso promedio del producto seco	36g
Peso promedio de los bananos "secos" por bandeja	8Kg
Peso ideal de los bananos "seco" de un carro	160 kg
Valor real del producto que secó en 24 horas	50 kg

Idealmente, si todos los bananos salieron secos saldrían 160 Kg listos para ser empacados. Pero realmente solo salieron 50Kg secos, y los otros 110

Kg deben ser encarados (deben volver al secador). Expresando estas cifras como porcentajes, tenemos:

% de producto que se seca	31.25%
% de producto que se encara	68.75%

Estos datos indican que aproximadamente de las 20 bandejas que entran al secador, sólo se están secando seis bandejas, lo cual nos hace pensar que el secado está perdiendo eficiencia.

Los datos anteriores hacen pensar que el principal cuello de botella registrado en el procesamiento del banano deshidratado se presenta en el secador, debido a que es en éste punto en donde ocurre el estancamiento de la producción. El hecho de que casi un 70% de la producción que sale del secador tenga que volver a procesarse es un claro indicio de que la operación de secado tiene fallas en cuanto a su calibración, por lo que me refiero a: Temperatura del aire de secado, control de la humedad relativa que se mantiene dentro del secador con respecto a lo que debe mantenerse, velocidad del aire seco, salida del aire que está saturando y control del tiempo de inversión de ciclos.

Con relación a la pérdida de peso del banano antes del secado se pudo establecer:

Peso promedio del banano antes del secado	116 g
Peso promedio del banano seco	36g
Diferencia en cifras porcentuales	80g

Expresado en cifras porcentuales: Hubo una pérdida de peso del 68.96%

- **EMPAQUE Y EMBALAJE.** La operación de empaque comprende:
 - El despunte del banano
 - Pesaje (Máximo 250g)
 - Acomodamiento en las bandejas (Icopor o cartón)
 - Sellamiento con plástico Vitafil y luego se somete al calor
 - Postura de etiquetas y código de barras
 - Embalaje.

El tipo de empaque depende del comprador, pero generalmente se utilizan bandejas de icopor, bolsas de polietileno, bolsas de polipropileno bioorientado, bandejas de cartón plástico SEE BERGER.

En cuanto al embalaje se utilizan cajas de cartón cuyas dimensiones y capacidades se especifican en la tabla 21.

ALMACENAMIENTO. Una vez embalado el producto, se procede a colocarlo en la cámara de almacenamiento, cuya temperatura depende de la estada del producto allí.

Los rangos de temperatura en relación con el tiempo de almacenamiento deseado son:

30 - 35°C	8 meses
15 - 25°C	3 años
0 - 100°C	5 años

(Al vacío 10 años)

Para mayor entendimiento de las fases del proceso de deshidratación del banano.

Tabla. 21 CARACTERISTICAS DEL EMBALAJE UTILIZADO PARA BANANO DESHIDRATADO.

DIMENSIONES	CAPACIDAD
25.0 cm x 18.5 c x 15 cm	24 unidades de 85g
33.5 cm x 17.6 cm x 15 cm	15 bandejas de 250g
	48 briquetas de 250 g

Fuente: Datos obtenidos de la medición hecha por los autores sep./96

11.6. EL PROCESO DE DESHIDRATACION DEL MANGO (Magífera índiga)

Este proceso comprende las siguientes fases:

- **RECEPCION DE LA MATERIA PRIMA** . Al igual que en el banano ésta operación consiste en recibir la fruta provenientes de las fincas.
- **SELECCION Y CLASIFICACION** . La materia prima debe ser de óptima calidad , deben seleccionarse frutas libres de enfermedades y con un contenido no muy alto de microorganismos , que permitan que en el

proceso de desinfección (lavado) se eliminan . Se debe desechar todo producto dañado , partido o blando.

- **LAVADO** . Esta operación es idéntica a la del banano . Se debe garantizar que la concentración de desinfectante utilizada sea la óptima , al igual que el tiempo de contacto . Esta operación requiere de un lavado posterior para eliminar todos los residuos de desinfectante .
- **ESCALADO** . Consiste en hervir el mango con cáscara durante 2 ó 3 minutos a temperatura de ebullición (100 °C) . La función de ésta operación es inactivar las enzimas pépticas y amiláceas , permitiendo obtener un producto de buena consistencia , color , además de disminuir la carga microbiana . Se debe controlar tiempo y temperatura.
- **PELADO** . Se hace manual y consiste en remover la cáscara del mango.
- **ADECUACION** . El mango es picado en lonjas y luego se extiende en las bandejas procurando que haya una uniformidad en cuanto a tamaño y a espacio .

- **COCCION MELAZA** . Consiste en cocinar en una marmita de acero la pulpa del mango en un almíbar de 55 ° Brix aproximadamente durante 45 minutos . Los ingredientes y proporciones de éste almíbar para 25 kilogramos de pulpa son los siguientes :

Agua	- 12,5 Litros
Azúcar	- 14,0 Kg
Acido cítrico	- 10,5 g
Benzoato de sodio	- 6,0 g
Glucosa de maíz	- 4,0 Kg

Luego de la cocción , la pulpa de mango se deja reposar durante 5 minutos .

- **DESHIDRATACION** . Esta etapa se realiza un ahorro deshidratador , durante un periodo de 5 a 10 horas a una temperatura de 50 a 82 °C.
- **SINERESIS (Reposo)** . Terminada la operación de secado el producto se deja en reposo durante 5 horas , para luego proceder a hacer una clasificación la cual consiste en sacar aquel producto que está listo para

ser empacado y aquel que está crudo (falta de secado), el cual debe ser conducido nuevamente al secador.

- **EMPAQUE Y EMBALAJE** . La operación de empaque del mango deshidratado es idéntica a la del banano deshidratado , ambos utilizan los mismos tipos de empaques y embalajes
- **ALMACENAMIENTO** . Después de empacado y embalado el producto , éste se almacena a temperatura ambiente si se quiere conservar de 8 a 14 meses .

Las fases del proceso de deshidratación del mango se pueden observar en la figura 8 .

CALCULOS REALIZADOS

Las muestras utilizadas , para hallar valores promedios de pesos correspondiente a la fruta individual y a la fruta por caja .

Peso Promedio de un mango.....	450 g
Peso promedio de la cáscara del mango.....	51.87 g
Peso Promedio de semilla del mango	112.4 g
Peso Promedio de la pulpa	285.93 g

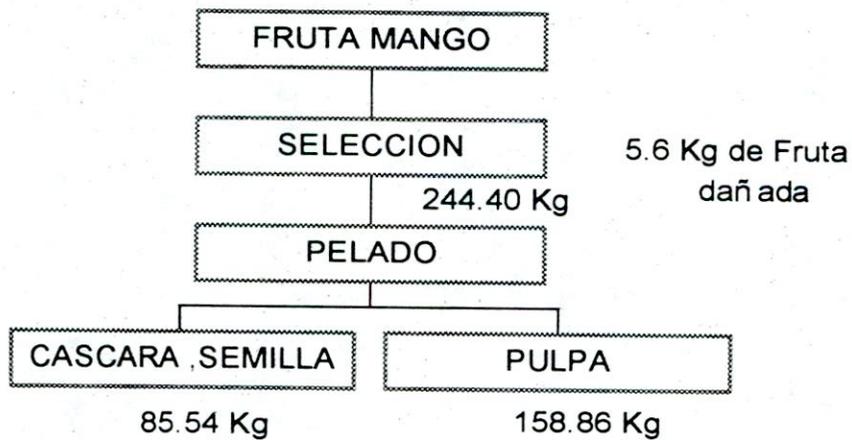
Para el mango se tomaron 25 cajas de cual se le estimó el porcentaje de frutas dañadas

Peso Promedio del mango por caja	10 kg
Peso total de 25 cajas de mango	250 kg
Peso del rechazo	5.6 kg

Esto manifiesta que 250 kg de mango , se procesan 244,4 kg o sea 3.6 kg es fruta de rechazo por maltrato , hongo , rajado golpeado , etc..

BALANCE DE MATERIA PRIMA EN LAS OPERACIONES DE PELADO

250 Kg FRUTA MANGO



En la operación del deshidratado de mango el porcentaje de fruta a producto final es del 14% , incluyendo perdida por deterioro , golpes , mal manejo de los operarios , etc ; significa que de 250 kg de fruta se obtiene 35 kg de mango deshidratado .

11.7. EL PROCESO DE DESHIDRATACION DE LA PIÑA (Anáñas Comorus)

- **RECEPCION DE LA MATERIA PRIMA** . La piña se obtuvo de los departamentos de los santanderes.
- **SELECCION** . Esta se realizó con el propósito de eliminar las frutas golpeadas , rajadas y en general en mal estado .
- **CORTE** . El proceso de corte se hizo en rodajas 1.5 a 2.0 cm de grosor , para facilitar el pelado y eliminar el corazón de la fruta . (fig.).
- **PELADO** . Se efectúa manualmente con cuchillos de acero inoxidable eliminando la cáscara y el corazón de las rodajas.
- **TROCEADO** . Consiste en cortar las rodajas de piña en triángulos de 5 cm x 5 cm x 3 cm para facilitar el procesamiento posterior.
- **ESCALDADO** . Los factores que implica el escaldado es inactivar enzimas , inactivar m.o, fijar color y sabor , este se realizó durante 10 minutos .

- **COCCION** . Unos de los elementos fundamentales para cocción es para darle peso , sabor y consistencia a la fruta , además de inactivar m.o por la baja actividad acuosa . Esta cocción se realizó con base a los siguientes formulación .

25 kg de pulpa piña escaldada

12.5 litros de agua

25 gr de ácido cítrica

12.5 kg de azúcar

4.0 kg de glucosa de maíz

El tiempo de cocción en esta solución melosa fue de 60 minutos.

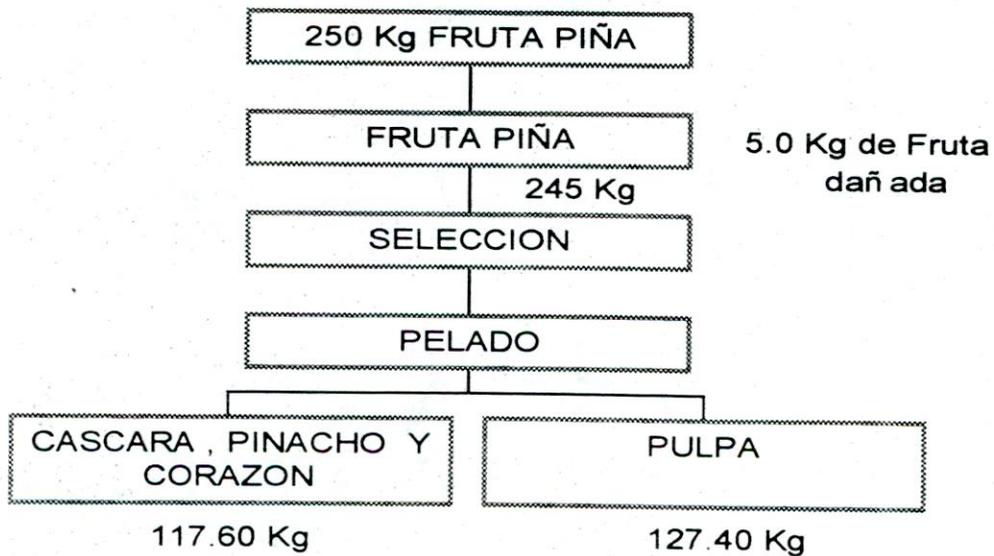
- **DESHIDRATACION** . Se realizó en un horno con una temperatura de 55 - 82 °C , durante 8 horas a exposición , las demás etapas son similares a las frutas banano y mango .

11.8 CALCULOS RELIZADOS .

Los valores presentados a continuación , son los promedios dados las diferencias de pesos y tamaño de la fruta.

Peso Promedio Piña	2400 g
Peso Promedio de cáscara , pinacho y corazón	1152 g
Peso Pulpa	1248 g

Para la presente investigación se tomaron 250 kg de fruta , lo que significa 18 canastillas con un peso promedio de 17.36 kg o sea alrededor de 6 piñas por canastilla .



11.9 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL PROCESO DE DESHIDRATACION.

La deshidratación consiste en remover agua del producto utilizando equipo mecánico y medios artificiales de calentamiento bajo condiciones controladas de humedad, temperatura y flujo de aire.

11.9.1. Ventajas.

- Significativa reducción del peso y volumen del alimento.
- Los alimentos secos y deshidratados son más concentrados que cualquiera otra forma de productos alimenticios preservados. Ellos son menos costosos de producir; el trabajo requerido es mínimo, el equipo de proceso es limitado, los requerimientos de almacenamiento del alimento seco son mínimos y los costos de distribución y/o transporte son reducidos (una carga de carro de alimento seco y comprimido puede ser igual a diez cargas de carro del producto fresco. tabla 22). Además la deshidratación sirve para poner al alcance del consumidor una mayor variedad de alimentos de más cómoda utilización.

- Se obtiene productos estables a temperatura ambiente.
- Su vida media debidamente empacados alcanza un año.

Tabla 22. REQUERIMIENTOS DE ESPACIOS POR TON(BASE FRESCA)
DE ALIMENTO (PIES 3 POR 2000IB)

PRODUCTO	FRESCO	DESHIDRATADO	ENLATADO O CONGELADO
Frutas	50-55	3-7	50-60
Hortalizas	50-85	5-25	50-85
Carnes	50-85	15-20	50-60
Huevos	85-90	10-15	35-40
Pescado	50-75	20-40	30-25

Fuente: Von Loesecke (1955)

11.9.2. Desventajas

- Equipo específico, por lo que puede ser costoso. Es un método que demanda gran consumo de energía y por lo tanto es bastante oneroso.
- Antes de usar los alimentos requieren etapa de rehidratación.

- El contenido nutricional del alimento deshidratado disminuya en comparación con su contrario fresco.
- Altera en cierto grado las características organolépticas de los alimentos.

11.10. EFECTOS DE LA DESHIDRATACION SOBRE LOS ALIMENTOS.

En el secado un alimento pierde su contenido de humedad, lo cual da como resultado un aumento en la concentración de un nutrientes en la masa restante. Las proteínas, grasas y carbohidratos están presente en mayor cantidad por unidad de peso en los alimentos secados que su contrario fresco.

Los alimentos secados producen partidos reconstituidos o rehidratadas comparables con los alimentos frescos. Sin embargo, como con cualquier método de conservación, el alimento conservado no puede ser de la alta calidad del producto alimenticio original. En los alimentos secados hay pérdida de vitaminas. Puede esperarse que las vitaminas solubles en agua sean parcialmente oxidadas. Las vitaminas solubles en agua son disminuidas durante el blanqueador y la incactivación de las enzimas.

El grado de destrucción en las vitaminas dependerán del cuidado ejercido durante la preparación del producto alimenticio para su deshidratación, del proceso de deshidratación seleccionado, del cuidado en su ejecución y de las condiciones de almacenamiento para los alimentos secados.

El ácido ascórbico y el caroteno son dañados por los procesos oxidantes. La riboflavina es ligeramente sensible. La tiamina es sensible al calor y destruida por la sulfuración.

Los tejidos de hortalizas secadas artificialmente o al sol tienden a tener pérdidas en nutrientes en magnitudes del mismo orden que en las frutas. El contenido de caroteno de las hortalizas disminuye hasta un 80% si el procesado es llevado a cabo sin inactivación de enzimas.

11.10.1. Influencia del secado sobre las proteínas. El valor biológico de las proteínas secadas depende del método de secado. Las exposiciones prolongadas a altas temperaturas pueden hacer las proteínas menos útiles en la dieta.

11.10.2. Influencia del secado sobre las grasas. La ranciedad es un importante problema en los alimentos secados. La oxidación de las grasas en los alimentos es mayor a altas que a bajas temperaturas de deshidratación. Un control efectivo es la protección de las grasas con antioxidantes.

11.10.3. influencia del secado sobre los carbohidratos. Las frutas son, generalmente, fuentes ricas de carbohidratos y fuentes pobres de proteínas y grasas. La principal deterioración en las frutas es en los carbohidratos. La decoloración puede ser debida a encafeicimiento enzimático o a reacción de tipo de caramelización. En los últimos casos la reacción de los ácidos orgánicos y los azúcares en reducción causan la decoloración notada como encafeicimiento. La adición de bióxido de azufre a los tejidos es un medio de controlar el encafeicimiento. Sin acción es la de un envecarador de enzimas con poder antioxidante.

El encafeicimiento puede ser retardado drásticamente manteniendo los contenidos de humedad de los productos secados por debajo del 1%, aunque tales niveles de deshidratación pueden dar como resultado un sobrecalentamiento y una deterioración en el producto. El encafeicimiento puede ser retardado almacenando los productos secos a bajas temperaturas.

11.10.4. Influencia del secado sobre los pigmentos en los alimentos. El color de los alimentos depende de las circunstancias bajo las cuales es visto el alimento, y la habilidad de éste para reflejar, dispersar, absorber o transmitir la luz visible.

El secado de los alimentos cambia sus propiedades físicas y químicas y puede esperarse que altere sus habilidades para reflejar, dispersar, absorber y transmitir la luz, y por lo tanto, modificar su color.

Se ha encontrado que los carotenoides son alterados durante el proceso de secado. Mientras mayor sea la temperatura y más largo el tratamiento, serán alterados más pigmentos. Las antocianinas también son dañadas por los tratamientos de secado. Los tratamientos con azufre tienden a blanquear los pigmentos de antocianinas y ejercen, al mismo tiempo, una fuerte acción inhibitoria sobre el encafeicimiento oxidante.

Los pigmentos naturales verdes de todas las plantas superiores son una mezcla de clorofila a. y clorofila b. La retención del color verde de la clorofila está directamente relacionada con la retención de magnesio en las

moléculas del pigmento. En condiciones de color húmedo la clorofila es convertida en feofitina por la pérdida de algo de su magnesio. El color se torna, entonces, verde oliva en vez de zacate.

Además es de anotar que el proceso de secado produce variaciones en las características organolépticas de las frutas como son:

- Tensiones internas provocadas por el contenido interno de agua: roturas y compresiones de las células relativamente rígidas confiriendo al alimento un aspecto arrugado.
- Cambios físicos y químicos en la superficie del alimento que conducen a la formación de una capa en la superficie dura e impenetrable "acortezamiento".
- Alimento seco en la parte externa y húmeda en el interior.
- Cambios en las características de la superficie del alimentos
- Pardeamiento

- Pérdida de volátiles

12. ANALISIS DEL COSTO.

BANANO DESHIDRATADO

COSTO DEL MATERIAL	SEEBERGER
BANANO	203.7
BOLSAS	41.7
BANDEJAS	278.4
TRANSPORTE	105.8
SELLOS	-
CARTON	71.8
SUBTOTAL MATERIAL	\$ 701.4
PCION KG/AÑO	58,500.0
MOD/AÑO	\$ 484.6
ENERGIA/AÑO	\$ 393.7
TOTAL DIRECTOS	\$ 1,579.6
FLETE	199.2
GASTOS DE EXPORTACION	31.44
COMISION (5%)	
TOTAL COSTO CFR	1,810.3
GASTOS FIJOS	
ADMINISTRATIVOS (\$/KG)	299
TOTAL COST (COLS/KG)	2,109.3
USS	2,008.89
PRECIO VENTA CLIENTE	2,528.00
TOTAL COSTO	117.520.2
TOTAL INGRESO	147.888.0
UTILIDAD NETA	30.367.8

MANGO DESHIDRATADO

	MANGO COLS/KG
COSTO DEL MATERIAL	
MANGO	2,343.8
AZUCAR & PRESERVATIVOS	489.4
BOLSAS	390.6
BANDEJAS	83.3
TRANSPORTE	-
SELLOS	-
CARTON	25.3
SUBTOTAL MATERIAL	\$ 3,332.5
COSTO LABOR	
DIRECTA	157.6
INDIRECTA	29.6
SUBTOTAL LABOR	\$ 187.2
OTROS GASTOS	
ENERGIA	96.1
FIJOS	95.0
GASTOS EXPORTACION	175.8
SUBTOTAL GASTOS	\$ 366.8
TOTAL COSTO/KG COLS	3.886.5
TOTAL COSTO US\$/KG	\$ 3.867
TIPO DE CAMBIO	1005

PIÑA DESHIDRATADA

	PIÑA COLS/KG
COSTO DEL MATERIAL	
PIÑA	3,000.0
AZUCAR & PRESERVATIVOS	783.1
BOLSAS	390.6
BANDEJAS	83.3
TRANSPORTE	-
SELLOS	444.4
CARTON	25.3
SUBTOTAL MATERIAL	\$ 4,726.8
COSTO LABOR	
DIRECTA	157.6
INDIRECTA	29.6
SUBTOTAL LABOR	\$ 187.2
OTROS GASTOS	
ENERGIA	96.1
FIJOS	95.0
GASTOS EXPORTACION	175.8
SUBTOTAL GASTOS	\$ 366.8
TOTAL COSTO/KG COLS	5,280.8
TOTAL COSTO US\$/KG	\$ 5.276
TIPO DE CAMBIO	1001

13 RECOMENDACIONES

- Realizar nuevos estudios con diferentes frutas de la región, con el propósito de buscar un paletivo a los campesinos por la alta pérdida de sus cultivos frutales en épocas de cosecha.
- Diseñar y construir hornos deshidratados a nivel solar, para bajar costo de producción con tecnología Colombiana.
- Incentivar el cultivo de piña, en nuestra región con la finalidad de evitar e costo de transporte.
- Capacitar personal en alimentos en el área de la deshidratación de frutas y hortalizas.
- Elaborar harinas a partir de los desechos de las frutas piña, Mango y banano para la preparación de concentrados para consumo animal.

- Preparar en almíbar el corazón de piña para consumo humano

14. CONCLUSIONES.

Una de los objetivos de deshidratar el banano, mango y piña, era la de evitar los grandes espacios y transporte de los mismos en composición con los productos frescos, enlatados o congelados.

Con la finalidad de buscar un mayor tiempo de conservación de estas frutas con solo retirar el agua libre de las mismas y sus cualidades alimenticias no se afectaran para su posterior consumo.

Otras de la condiciones fue tener en cuenta su calidad microbiologica bromatologica y organoleptica del producto, dondole un valor agregado al expender estos tipos de alimentos deshidratados.

A pesar de tener presente la calidad nutricional, el menor espacio para su almacenamiento y fácil transporte, las frutas deshidratadas hoy por hoy tienen una trascendencia a nivel medicinal, para que su consumo esta

recomendado para facilitar la digestión de los alimentos, como portador de fibra.

BIBLIOGRAFIA

1. Asociación Colombiana de Ingenieros Agronomos (ACIA) Agricultura Tropical, volumen 31. No.2, Sept. 1994. Pág.108.
2. BOLN,H.R. et al EFFECT of Osmotic Agents and concentration on Fruit Quality. Journal of Food Science. 1982, 202p.
3. BUSTAMENTE, M y SIONNEAM, M. Proyecto Desarrollo ANI: Elaboración de Productos procesados y semiprocados de humedad intermedia a partir de frutas tropicales, 1987. 44p.
4. CABRERA,E. Montaje de Una Industria para la Deshidratación de Cambur, Mango y Piña en el Caserio de San Buena. Estado Merida-Venezuela. 1993 , pág. 72.
5. FAO. 1988. Producción 1987. Colección FAO, Estadísticas No.82. Roma FAO Vol.41 P.220.
6. SEPARATA Banacol. Producción Bananera Exportable. 1994. Santa Marta. 4 P.
7. CHEFTEL, J.C. CHEFTEL,P. Introducción a la bioquímica y tecnología de los alimentos. Zaragoza Acribia 1983. Vol. I.

8. MONTERO, M.F. Determinación de la actividad de agua y curvas de absorción en alimentos. San José. CITA-UCR. 66p.
9. OCHSE, J.T.M.T. Soule, J y C. Wechlhbure. 1982, Cultivo y mejoramiento de plantas tropicales y subtropicales. Editorial Limusa s.a, México. 594 -610 pp.
10. PALMA, J.K. The Banana. In Hulme, A.c. ed The Biochemistry of Fruits and Their products. London Academic Press. Vol. 2.
11. REGULO C. Jose; VEGA B, Daniel, Fruticultura Colombiana: El mango. Manual de Asistencia Técnica No.43. ICA, 1992.
12. SOTO, M. Bananos: Cultivo y Comercialización. San José LIL 648 p.
13. YOUNG, J.W & J.W. Soulo. 1982. The mango industry in Florida. IFAS, Bulletin 189 University of Florida. USA. 10p.
14. VIQUEZ, F y ARIAS, L.F. Situación de la producción del banano no exportable en Costa Rica (1980 - 1981). Avance No. 4. San José. CITA - UCR. 23 p.
15. Asociación Colombiana de Ingenieros Agronomos, Agricultura Tropical, Volumen 28 No.3 y 1991. 51-78 p.
16. GARCIA, Henao; JIMENEZ R. Pedro; HAYA J. Donaldo. Comercialización del Mango (*Manguifera indica*), en el Municipio de Santa Marta, trabajo de grado Universidad del Magdalena 1987.
17. OEA 1976. Seminario sobre procesamiento de frutas tropicales. Mexico. 179 -223 p.

18. I.C.B.F, Tabla de composición de Alimentos Colombianos, 5ta edición 1995
19. Agricultura Tropical, Vol 31. No. 2. Septiembre 1994. 33p.
20. Cloude Py, Piña Tropical, editorial Blume. Barcelona, 1969.
21. ICA Revista, Vol 7. No. 1. Marzo 1972.

ANEXOS

LISTA DE ANEXOS

FOTO 1. MARMITA

FOTO 2. PICADORA

FOTO 3. PRODUCTOS DESHIDRATADOS

FOTO 1. MARMITA



FOTO 2. PICADORA



FOTO 3. PRODUCTOS DESHIDRATADOS

