

**Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua
UNAN-LEON
Facultad de Ciencias Químicas
Escuela de Ingeniería de Alimentos**



**Tema: Elaboración de Mango Deshidratado en Polvo
de la variedad Hilacha o Mechudo (*Mangifera indica* L)**

Presentado por:

- * *Br. Jorge Iván Aguilar Aguirre.*
- * *Br. Jorge Luis Carcache Espinoza.*

Para optar al título de:
Ingeniero en Alimentos

Tutora: Msc. Juana Mercedes Machado

LEON, NOVIEMBRE DEL 2005

Agradecimientos

Le agradecemos primeramente a Dios por habernos guiado en todo el camino para finalizar este trabajo.

Además agradecemos a nuestros profesores de las diferentes materias por brindarnos toda su paciencia y sus conocimientos y por su apoyo cada vez que los necesitamos, de manera especial deseamos agradecerle a la Msc. Ana Valeria Cisne y la Lic. Diega Ligia Moreno Urbina.

Le agradecemos especialmente al Lic. Elmer Zelaya por habernos facilitado los medios necesarios para realizar este estudio a demás a todas las personas de APRODESA que durante estuvimos con ellos en Cinco Pino nos apoyaron y nos facilitaron toda la información y todo lo necesario para el desarrollo de este trabajo, al personal de la laboratorio Mauricio Días Muller que siempre nos apoyaron en todo y al departamento de tecnología de los alimentos de la carrera de Ingeniería de Alimentos de la Facultad de Ciencias Químicas por el apoyo brindado durante el transcurso de este trabajo monográfico.

A nuestra tutora Msc. Juana Mercedes Machado por habernos brindado y dedicado sus tiempos libres con el fin de apoyarnos en todo momento para que nuestro trabajo estuviera en el menor tiempo posible y por su extraordinaria dedicación en nuestro trabajo se lo agradecemos de manera especial.

DEDICATORIA

Dedico esta monografía a Dios que siempre ha estado conmigo guiándome por el camino de la rectitud, sabiduría, verdad. Le dedico esta monografía porque todo lo que soy se lo debo enteramente a él, le doy gracias por haberme dado la bendición de poder alcanzar mis metas y así hacer sentir orgullosos a mis padres.

A mi madre Nubia Argentina Espinoza Mcrea por haberme motivado toda la vida y por enseñarme que todo en la vida es alcanzable si se tiene una meta y un propósito, y que las cosas más maravillosas de la vida son aquellas que nos cuentan un gran sacrificio en la vida.

A mi padre Lic. Carlos Alberto Carcache Enríquez que gracias a sus sacrificios económicos y por el mejor ejemplo a seguir y por haberme inculcado los valores que tengo y por ser mi mejor amigo y estar siempre conmigo cuando lo he necesitado.

A mi familia que me ha apoyado en todo y siempre a procurado acudirme en mis problemas para protegerme y hacerme llevar mi vida por el buen camino.

A la familia Camacho por ser como mi familia e león, por aconsejarme apoyarme y quererme como si fuese un hijo más de su familia.

A la familia Cano Mendoza por su apoyo incondicional y su querer hacia mí que es más allá que una simple amistad.

A mis amigos y a todas las personas que aprecio y quiero mucho pero que no puedo mencionarlos por ser demasiados pero ustedes saben que en mi corazón siempre estarán por ser las increíbles personas que son mis amigos.

Jorge Luis Carcache Espinoza

DEDICATORIA

Dedico esta monografía primeramente a Dios dueño de todo el universo y nuestras vidas por darme sabiduría para resolver los problemas de la mejor manera, por guiarme por el camino para que se cumpla cada una de las metas que me propongo, por darme abundantes bendiciones en toda mi vida.

A mi madre Ivania Aguirre Meza que ha sido padre y madre y con grandes sacrificios supo darme una educación para ser alguien en la vida, por sus consejos que me guían en mi vida para no cometer errores y me motivan para seguir adelante luchando y ser mejor cada día.

A mi familia por darme su ayuda incondicional en los momentos más difíciles que los he necesitado, por sus consejos que me sirven para mejorar y esforzarme en las cosas que deseo.

A mi novia Yuraimi Ponce por su apoyo incondicional que me ha brindado y sus consejos que han sido de gran ayuda durante el transcurso que he estado a su lado.

Jorge Iván Aguilar Aguirre

RESUMEN

El presente estudio tiene como finalidad dar respuesta a la falta de aprovechamiento industrial del mango (*Mangifera indica L*) de la variedad hilacha conocido como mango mechudo en Nicaragua, el que consiste en el diseño de un flujograma de proceso para la obtención de mango deshidratado en polvo, para la que se utilizó materia procedente de la comarca del Espino en municipio de Cinco Pinos, departamento de Chinandega en cuyo lugar existe un interés en su aprovechamiento semi-industrial.

Las diferentes pruebas de caracterización de la materia prima permitieron la definición y optimización de los parámetros de operación en el flujograma implementado en el estudio. Así como la definición de las características organolépticas de producto final.

En la determinación de la calidad del producto final, se realizó caracterización de la humedad del mismo, obteniendo que esta es de 5.9 % con una desviación estándar de 0.38 y se evaluó la aplicabilidad de este producto en la formulación de yogurt y mermelada a través de una prueba de aceptabilidad de las características organolépticas de los mismos, obteniéndose en la mayoría de los encuestados que percibieron olor y sabor a mango.

Así mismo el estudio estimó que el costo de producción de la libra de mango es de C\$ 23.11 (veintitrés córdobas con 11/100 centavos), lo que indica una rentabilidad en el producto, dada que en productos similares sus costos de producción son mucho mayores.

INDICE

Pagina

I.	Introducción.....	1
II.	Objetivos.....	3
III.	Marco teórico.....	4
	Clasificación botánica.....	4
	Características del fruto.....	5
	Importancia económica y distribución geográfica.....	5
	Comercialización del mango en el mundo.....	6
	Valor nutricional.....	8
	Conservación mediante deshidratación.....	9
	Empaques y sus características.....	12
IV.	Material y método.....	14
V.	Resultados Discusión de resultados.....	16
	Descripción del flujograma de proceso.....	17
	Estimación de costos de producción.....	20
VI.	Conclusiones.....	21
VII.	Recomendaciones.....	22
VIII.	Anexos.....	23
IX.	Bibliografía.....	47



INTRODUCCIÓN

El mango (*Mangifera indica L*), es el miembro más importante de los *Anacardiáceas*, es una fruta de clima tropical procedente de la India transportada hasta nuestras costas por las rutas de comercio de la parte asiática del mundo hacia América como las variedades *Tommy Atkins, Haden, Manila, Kent, Keitt, Manzanillo Núñez, Ataúlfo, Irwin* , *Diplomático Tatapouri* y *Alphonso mulgoba*.

En la actualidad en Nicaragua el mango no se ha industrializado y aprovechado como lo hace Asia, México, Estados Unidos y otros países a través de su transformación en diferentes productos que se comercializan a escala internacional, entre las variedades más vendidas en el mercado internacional están las Kent y Tommy Atkins, por ser menos fibrosas, más firmes y presentar un color más atractivo.

Sin embargo existe otra variedad en el país como es el mango de hilacha o mechudo que se produce en abundancia por su fácil manejo agrícola y a causa de su fibrosidad no posee interés industrial, siendo destinado únicamente al consumo interno de la población.

En Cinco Pinos específicamente en la zona agrícola existe extrema pobreza, la población carece de recursos económicos, pero la zona presta las condiciones para el cultivo de frutas y hortalizas y existe una sobre producción de mango mechudo que por no ser utilizada para elaborar jugos y de otros productos se pierde, en ese sentido organismos internacionales apoyaron la creación de una microempresa procesadora de frutas a fin de agregar valor a la producción agrícola existente en la zona y ofertar fuentes de trabajo a los pobladores de dicha comunidad.



El presente estudio tiene como finalidad; poner a disposición del sector microempresarial de transformación de frutas del país, específicamente a la microempresa de Cinco Pino una técnica sencilla y fácil de aplicar para el aprovechamiento a escala semi industrial del mango de hilacha como una alternativa para paliar la situación anteriormente planteada, disminuyendo de esta manera las pérdidas post-cosechas y apoyando el desarrollo socioeconómico del país a través de facilitar técnicas que aumenten el valor de la producción agrícola.



OBJETIVOS

General:

Desarrollar un flujograma de proceso a escala semi industrial de Elaboración de polvo de mango (*Mangifera indica L*), a partir de la variedad hilacha (mechudo) aplicando deshidratación solar.

Específicos:

- Caracterizar la materia prima a través de la determinación de los grados Brix, % de acidez, índice de madurez y % de Humedad.
- Definir los parámetros de operación de las diferentes etapas del flujograma de proceso para la obtención de mango deshidratado en polvo.
- Evaluar las características organolépticas del mango deshidratado en polvo obtenida a través de una prueba de aceptabilidad de dos productos elaborados a base de la misma.
- Realizar un estimado de costo de producción del mango deshidratado en polvo.



MARCO TEÓRICO

Generalidades

El mango (*Mangifera indica L*) está reconocido en la actualidad como uno de los 3 ó 4 frutos tropicales de mayor importancia. Las Sagradas Escrituras en Sánscrito, las leyendas y el folklore hindú 2.000 años A.C., se refieren a él con gran veneración ya que constituyen un alimento de origen vegetal de calidad nutricional a través de los tiempos.

Esta fruta se encuentra distribuida por todo el sureste de Asia y el archipiélago Malayo desde épocas antiguas. Se le ha descrito en la literatura china del siglo VII como un cultivo frutal bien conocido en su tierra nativa, saliendo a luz por el hecho de que Cavar, el gran Monje de la India del siglo XVI, tenía un huerto conteniendo 100.000 árboles.

Los españoles introdujeron este cultivo a sus colonias del Continente Americano, por medio del tráfico entre las Filipinas y la costa oeste de México por los siglos XV y XVI. Jamaica importó sus primeros mangos de Barbados hacia 1782 y las otras islas de las Indias Occidentales, al principio del siglo XVII. Los mangos fueron llevados de México a Hawai, en 1809, y a California, alrededor de 1880, mientras que la primera plantación permanente en Florida data de 1861. ¹

Clasificación botánica

El Mango, es el miembro más importante de los *Anacardiáceas* o familia del marañón. Tiene algunos parientes bien conocidos, tales como el marañón (*Anacardium occidentale L.*), el pistachero (*Pistacia vera L*), los mombins (*Spondias spp.*) y la familiar hiedra venenosa o roble venenoso de Norteamérica (*Rhus toxicodendron L*, o *R.radicans L.*), entre otros.



La mayoría de todas las especies de la familia se caracterizan por los canales de resina y muchos son famosos por su savia irritante y venenosa, que puede ocasionar dermatitis severa. El género *Mangifera* comprende más o menos 50 especies nativas del sureste de Asia o las islas circundantes, excepto una, *M. africana* que se encuentra en África.

Sólo 3 ó 4 especies del grupo producen frutas comestibles; sin embargo, muchas de las otras especies pueden ser de un valor potencial para fines de mejoramiento genético, puesto que ellas poseen flores con 5 estambres fértiles. ¹

Característica del Fruto.

Se trata de una gran drupa carnosa que puede contener uno o más embriones. Los mangos de tipo indio son monoembriónicos y de ellos derivan la mayoría de los cultivares comerciales. Generalmente los mangos poliembriónicos se utilizan como patrones. Posee un mesocarpio comestible de diferente grosor según los cultivares y las condiciones de cultivo.

Su peso varía desde 150 g hasta 2 Kg. Su forma también es variable, pero generalmente es ovoide-oblonga, notoriamente aplanada, redondeada, u obtusa a ambos extremos, de 4-25 cm. de largo y 1.5-10 cm. de grosor. El color puede estar entre verde, amarillo y diferentes tonalidades de rosa, rojo y violeta.¹

Importancia económica y distribución geográfica

El cultivo se ha extendido en áreas importantes de mango en la India, Indonesia, Florida, Hawai, México, Sudáfrica, Queen Islandia, Egipto, Israel, Brasil, Cuba, Filipinas y otros numerosos países. Probablemente la India tiene más plantaciones comerciales que el total del resto del mundo. Sin embargo, la importancia económica real del mango estriba en el tremendo consumo local que se realiza en cada villa y ciudad de las tierras bajas de los trópicos, ya que se trata de una de las plantas más fructíferas.



En los países tropicales, esta especie se cultiva en toda Latinoamérica, siendo México el principal país exportador del mundo.

En Nicaragua, las exportaciones de mangos generaron el año pasado más de 5 millones de dólares, a pesar que solamente existe una empresa exportadora MANGOSA que inició sus actividades en 1994, luego que autoridades norteamericanas certificaron que la fruta está libre de plagas.⁴

Actualmente la empresa Mangos S.A. (Mangosa), tiene cultivadas en la zona, alrededor de 300 hectáreas de mangos, cuya cosecha exporta a Estados Unidos bajo un tratamiento previo que consiste en someter cada fruta a un baño de agua caliente, por un determinado período en dependencia del tamaño del mango. Sin embargo hay que recalcar que de estos mangos que se exportan, la mayoría son especies extranjeras y no las nacionales como el mango hilacha o mechudo.⁵

Comercialización del Mango en el mundo

Dentro de las cosechas de exportación, la de mango se coloca por debajo en la lista de las frutas, siendo sobrepasada en mucho por los plátanos, cítricos, aguacates, dátiles, higos, piñas y posiblemente otros, pero ocupa el segundo lugar; sólo superándolo los plátanos, en términos de uso doméstico. ¹

La recolección del mango es manual, se debe procurar siempre cortar el fruto con un poco de pedúnculo, ya que haciéndose a ras se derramaría savia, lo que más tarde contribuiría a que la fruta se arrugara y depreciara. ¹



La conservación de la fruta después de la recolecta es aceptable. Si se coge madura mantiene sus buenas condiciones durante cinco días a temperatura ambiente (20 - 25°C); si se almacena 8°C aguanta diez días sin estropearse, pero si se cosecha cuando aún está verde teniendo el tamaño adecuado, con un peso aproximado de 175 a 250 gramos, se mantienen las buenas cualidades de la fruta hasta veintisiete días, si se somete a temperaturas de 8°C.

La conservación se mejora si los frutos son sometidos a un PRE-tratamiento por calor, a 38°C, antes de su almacenamiento a bajas temperaturas (5°C). En caso contrario desarrollan daños por bajas temperaturas mucho más rápidamente.

Las técnicas actuales sobre conservación post cosecha de los frutos de mango tienden al control conjunto de la humedad (>95%), aire caliente (T^a entre 47-49° C) y tratamientos fungicidas en momentos puntuales para minimizar los daños causados por plagas y enfermedades.

Algunos ensayos para controlar los ataques de insectos sobre mangos almacenados indican que la utilización de insecticidas en atmósferas con bajos niveles de oxígeno controlan muy bien sin modificar las características organolépticas de los frutos (Yahia and Hernández, 1993). El *Colletotrichum gloeosporioides* es el patógeno post cosecha más importante en el mango, algunos de los estudios sobre el cultivo del mango se destinan a minimizar los daños post cosecha causados por este hongo. A este respecto cabe señalar la utilización del control biológico del patógeno con otros microorganismos (*Pseudomonas fluorescens*) (Koomen and Jeffries, 1993).¹



Valor nutricional.

Los frutos del mango constituyen un valioso suplemento dietético, pues es muy rico en vitaminas A y C, minerales, fibras y anti-oxidantes; siendo bajos en calorías, grasas y sodio. Su valor calórico es de 62-64 calorías/100 g de pulpa. ¹

Componentes	Valor medio de la materia fresca
Agua (g)	81.8
Carbohidratos (g)	16.4
Fibra (g)	0.70
Vitamina A (U.I.)	1100
Proteínas (g)	0.50
Ácido ascórbico (mg)	80
Fósforo (mg)	14
Calcio (mg)	10
Hierro (mg)	0.4
Grasa (mg)	0.1
Niacina (mg)	0.04
Tiamina (mg)	0.04
Riboflavina (mg)	0.07

Aunque el mango es considerado alimento de grandes propiedades nutricionales por su alto contenido de vitamina A, B y C y fibra, así como de medicinales, pues es expectorante, antioxidante y esencial para minimizar problemas del corazón y depresión, su consumo en fresco en el mundo, es todavía bajo.



Según cifras de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), el consumo per cápita de esta fruta es cercano a 3,42%. Sin embargo, durante los últimos años el consumo de mango presenta una tendencia creciente en los mercados internacionales, especialmente el de los Estados Unidos, lo que representaría una perspectiva favorable tanto por el incremento en la oferta como en el aumento del número de hectáreas cultivadas, pero también en el ofrecimiento de productos novedosos que permitirían el consumo del mango procesado en épocas en que la fruta fresca no se consigue.¹

Conservación mediante la deshidratación.

El secado ha sido, desde tiempos remotos, un medio de conservación de alimentos. El agua puede ser eliminada de los alimentos por las simples condiciones ambientales o por una variedad de procesos controlados, de entre los que podemos mencionar la evaporación, concentración, deshidratación, etc.

La operación de secado fue implementada a través del uso de aire caliente por medio de resistencias eléctricas o bien, utilizando como medio de calefacción al sol. El secado al sol permite retirar agua hasta niveles de un 15%, que es suficiente en algunos casos. Sin embargo esta técnica requiere de espacio bastante grande y los alimentos expuestos al sol son susceptibles a la contaminación y a pérdidas, debido al polvo, insectos, roedores y otros factores.

En la actualidad el secado solar evolucionó a fin de controlar las condiciones del proceso en forma más eficiente. Hoy en día este término se refiere al secado artificial bajo control. Esta eliminación de agua puede ser casi completa y se busca prevenir al máximo los cambios en el alimento.



Así mismo, además de criterios de costos energéticos, la reconstitución del producto obtenido lo más parecidos a los alimentos originarios es otro elemento que las nuevas tendencias de innovación tecnológicas ha considerado en los diseños de equipos de deshidratación solar específicamente de frutas.

Es importante considerar que la deshidratación produce cambios físicos, químicos y sensoriales en los alimentos, entre estos están el encogimiento, endurecimiento y la termoplasticidad. Todos ellos contribuyen a la calidad final, tanto de los productos deshidratados como de sus equivalentes reconstituidos, por lo referente al color, sabor, textura, viscosidad, velocidad de reconstitución, valor nutritivo y estabilidad en el almacenamiento.

Con frecuencia estos cambios ocurren sólo en determinados productos, pero algunos de los principales tienen lugar en casi todos los alimentos sometidos a deshidratación y el grado en que ocurren depende de la composición del alimento y la severidad del método de secado.

Las reacciones de oscurecimiento pueden deberse a oxidaciones enzimáticas, por lo que se recomienda inactivarlas mediante tratamientos de pasterización o escaldado.

El oscurecimiento también puede deberse a reacciones no enzimáticas. Estas se aceleran cuando los alimentos se someten a altas temperaturas y el alimento posee elevada concentración de grupos reactivos y el secado alcanza niveles del 15 a 20%. Cuando se superan los niveles de deshidratación como el 2% los cambios en el color son menos intensos.



Otra consecuencia de la deshidratación de alimentos es la dificultad en la rehidratación. Las causas son de origen físico y químico, teniendo en cuenta por una parte el encogimiento y la distorsión de las células y los capilares y por otra, la desnaturalización de las proteínas ocasionada por el calor y la concentración de sales. En estas condiciones estas proteínas de las paredes celulares no podrán absorber tan fácil de nuevo el agua, perdiendo así la turgencia y alterando la textura que caracteriza a un determinado alimento.

La pérdida parcial de componentes volátiles y de sabor es otro efecto de la deshidratación. Por esto algunos métodos emplean atrapar y condensar los vapores producidos en el secador y devolverlos al producto secado.

El secado solar de los alimentos puede ser llevado a cabo en casi todas las locaciones, pero el tiempo que demanda dependerá de la cantidad de radiación solar y la humedad relativa del lugar. A manera de ejemplo, cuando se desea eliminar del 80 al 90% de la humedad del alimento, el tiempo de secado puede durar entre 1 y 3 días, en dependencias de las condiciones del proceso.

La luz directa del sol no es aconsejable. Temperaturas de secado que oscilan entre los 100 y 160°F (38 a 71°C) aseguran la destrucción de las bacterias y la inacción de las enzimas. Una temperatura de 110°F (43°C) es la que recomiendan los expertos. Demasiado calor, sobre todo al comienzo del proceso, impide un secado completo, las bandejas con el material más seco deben ser colocadas abajo, rotando de nivel periódicamente.

Una lista de materiales adecuados para usarse como bandejas son: el acero inoxidable, las varillas de madera, la estopilla (cheese cloth), el Teflón, la fibra de vidrio con recubrimiento de Teflón, el Nylon, y los plásticos aprobados para uso con comestibles.



Estudios realizados revelaron que la mayor parte de las frutas, como la manzana, el durazno, la banana, la uva (y otras) tienen un excelente sabor después de secados. Sin embargo es recomendable que antes de consumir un vegetal desecado sumergirlo en agua fría hasta que readquiera su tamaño normal. Igualmente productos deshidratados pueden ser usados en formulación de sopas y guisos, o molidos para hacer comidas rápidas o instantáneas o para añadir sabor. ²

Empaque recomendados para producto en polvo de baja humedad.

Polietileno de alta densidad

Este material se caracteriza por su excelente resistencia, por soportar altas temperaturas y el efecto mate en sus colores.

Las bolsas de alta densidad tienen utilización relevante en la industria de alimentos, utilizadas como bolsas de reempaque, los rollos de estas bolsas se elaboran en forma tubular para el desarrollo de bolsas y otros usos, y en lámina refilada utilizadas en equipos de empaque automático.³

Polietileno de baja densidad

Es muy fácil encontrar este material formando parte del producto (envase) o como empaque de producto terminado, poseen transparencia, resistencia, sensibilidad y brillo, cuando son pigmentados.

Las aplicaciones mas frecuentes para las bolsas de baja densidad se encuentran en la industria de los alimentos, la agricultura además de un sin número de aplicaciones que se les puede dar.³



Propileno

El propileno se caracteriza por su gran transparencia, brillo e impermeabilidad, resultando muy atractivas para la presentación de los productos que contienen. Se encuentran de dos clases: *monorientados* y *biorientados*. Las bolsas Monorientadas tienen aplicación en la industria de los alimentos como envases o como bolsas de reempaque, siendo mucho más impermeables que el polietileno.

Bolsas Biorientadas se emplean frecuentemente en la industria de los alimentos ya que poseen una excelente impermeabilidad, mejor que la monorientado y es de fácil ruptura, se emplea en los empaques de café, harina, galletas, fideos, entre otros³



MATERIAL Y MÉTODO

El presente estudio de carácter experimental a nivel piloto, consistió en la definición de un flujograma de proceso para la obtención de mango deshidratado en polvo a partir del mango mechudo (*Mangifera Indica*) utilizando la técnica de secado solar.

La investigación se realizó en la planta piloto de producción de alimentos Mauricio Díaz Müller, de la Carrera de Ingeniería de Alimentos de la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua (UNAN.-León).

La primera etapa del estudio consistió en la caracterización de la materia prima, evaluando los parámetros como son: el pH, °Brix, Acidez y % de Madurez.

Posteriormente se definió un flujograma de proceso para la obtención del producto deseado, contemplando en éste las operaciones preliminares de acondicionamiento de la materia prima, operaciones de presecado y secado solar, donde se evaluaron los parámetros de tiempo y la temperatura; la operación de molienda, evaluando en ésta el tamaño de la partícula y finalmente las operaciones de acondicionamiento del producto terminado.

Una vez optimizado el proceso de obtención de mango deshidratado en polvo, se caracterizó el producto evaluando el pH, % de acidez, % de humedad, el N° de Mesh y la características organolépticas.

Así mismo, en el presente estudio se contempló la realización de Yogurt y Mermelada para conocer la aplicabilidad del producto obtenido, a los que se les evaluó las características sensoriales a través de pruebas de aceptabilidad.



En tal sentido se diseñó un instrumento de recolección de información, el cual se validó y se aplicó a una muestra de 30 personas escogidas al azar y los datos obtenidos se procesaron y se representaron en diagrama de pastel.

Finalmente se realizó un estimado de los costos de producción del producto obtenido a escala piloto, contemplando criterios como son: materia prima, empaque, mano de obra, servicios (agua ,electricidad, materiales de limpieza e imprevistos).



RESULTADO Y DISCUSION DE RESULTADOS

La definición del flujograma de proceso para la elaboración de mango deshidratado en polvo de la variedad mango mechudo, se inició con la caracterización físico químicas de la materia prima que permitiera seleccionar la más óptima en referencia a las características de color y aroma, propias del fruto fresco que se logaran conservar en el producto final.

En tal sentido se realizaron seis ensayos, ver Anexos No.1, Tabla No.1; en donde observamos que los grados Brix (°Brix) se mantuvieron entre un rango 9 a 11, el pH de 4 a 4.5, el % de acidez de 0.15 a 0.26, el % de madurez de 36 a 61 y la humedad de 81.8% a 82.5 %.

Es importante señalar que durante los ensayos realizados para la obtención del producto se observó que al aumentar en la materia prima el grado de madurez y ser sometida a temperaturas próximas a 55°C durante un largo tiempo, forma una especie de costra que durante la molienda forma una masa adherible que por efecto de las fuerzas de fricción y rozamiento se oscurece, dando una apariencia desagradable. En tal sentido se recomienda que la materia prima tenga de 10 a 11 °Brix, % de acidez 0.16 a 0.18 que conlleva a un índice de madurez de 61 a 62.5 %, esto se puede explicar bajo el criterio de que el contenido de almidones y ácidos es alto, mientras que el de azúcar es bajo, lo que le otorgan características adecuadas al producto.

El flujograma de proceso definido en el presente estudio, ver Anexo No. 2, Gráfico No. 1, consta de las siguientes etapas:



Recepción de Materia Prima: Operación que permite la inspección y verificación de la calidad y pesaje de la materia prima, así como la toma de muestra para la caracterización físico química de la misma.

Lavado y selección: Durante este proceso se selecciona la fruta que cumpla con los requisitos de Brix, % de acidez e índice de madurez, así como la que presente golpes, magulladuras y se higieniza la fruta con una solución Clorada a 50 ppm.

Pelado y cortado: Operaciones que consisten en eliminar cáscara y semilla de la fruta y cortar la parte comestible en rodajas con un grosor de 2 mm. a fin de garantizar un secado uniforme.

Primer Secado: Se realizó en un deshidratador solar de fabricación Austríaca, que consta de bandejas de acero inoxidable y un ventilador que garantizan la recirculación del aire dentro de la cámara, a una temperatura promedio de trabajo de 55°C en día soleado.

En esta operación se realizó un estudio del comportamiento de humedad con respecto al tiempo, ver Anexo No. 2, Gráfico No. 2., en el que se observó que a partir de una humedad inicial de la fruta de 82.5%, a cabo de dos horas se logró una disminución de ésta hasta un 22.1% de humedad, lo que se justifica por el hecho que el agua libre que posee esta fruta es fácil de eliminarse³. Por lo contrario el agua que aún queda en la fruta se encuentra más unida al tejido y por ende su eliminación es mas retardada, reafirmando este hecho en el comportamiento de la curva de secado obtenida en el estudio. Finalmente esta operación se llevó a cabo en un total de cinco horas para obtener una humedad promedio en el producto final de 5.6%.



Molienda: Operación realizada en molinos de disco hasta alcanzar un tamaño de la partícula de 60 mesh.

Secado final: En la búsqueda de estabilizar las características de una humedad homogénea y garantizar la vida útil del producto final, se sometió nuevamente a una operación de secado el polvo de mango por un periodo de treinta minutos, alcanzándose una humedad final de 5.67 %.

Empaque: El producto obtenido deberá enfriarse hasta temperatura ambiente para luego ser empacado en bolsas de polipropileno de un Kg.

Almacenamiento: El producto obtenido podrá ser almacenado a temperatura ambiente y en un lugar seco.

En lo referente a la caracterización del producto final, los resultados se reflejan en Anexo No 1, Tabla No 3, en donde se observan los valores promedios de pH de 4.0 con una desviación estándar (δ) de 0.05, de acidez de 0.7% con δ de 0.08, de humedad de 5.9 % con δ de 0.38 y 60 mesh de granulometría.

En lo referente a las características organolépticas del producto (ver Anexo 1, Tabla 5), como el color; en donde se obtuvo un amarillo tenue y un amarillo canario para los diferentes resultados obtenidos debido al grado de madurez que fue distinto. En cuanto al olor y sabor éste presentó características iguales al fruto fresco.

En cuanto a los rendimientos para la elaboración de mango deshidratado en polvo (ver Anexo 1, Tabla 3), se obtuvo que: el 1.5% es cáscara, el 2.3% es semilla, el 0.2% son pérdidas que se dan en el proceso y 17% es el rendimiento final del producto obtenido.



En la evaluación sensorial realizada a dos productos elaborados con el mango en polvo (yogurt y mermelada) consintió en evaluar características organolépticas como: sabor, olor, color y textura a una muestra de 30 personas seleccionadas al azar, que fueron estudiantes y trabajadores administrativos del Campus-Médico, obteniéndose los siguientes resultados:

Yogurt :

Con respecto al sabor percibido en el producto, un 67% de los encuestados opinó tener el sabor a mango, un 9% sabor a piña, el 9% a melón y el 6% a otro tipo de sabor. Ver Anexo No 2, Gráfico No 5.

En lo referente al color que tiene el producto en estudio, se obtuvo que el 63% de los encuestados percibió el amarillo tenue; mientras que el 37% percibió un color crema. Ver Anexo No. 2, Gráfico No. 6.

En cuanto al olor, el 50% percibió un olor agradable, el 40% característico y el 10% no percibió olor. Ver Anexo No 2, Gráfico No 7.

En cuanto a la textura, un 43% lo percibió normal y un 9% lo percibió arenoso, el 39% lo percibió semi arenoso, debido a las pequeñas fibras insolubles del mango, las que confieren las características del mango mechudo, el 6% lo percibió muy viscoso, mientras que el 3% menciona otra textura. Ver Anexo No. 2, Gráfico No. 8.

Mermelada:

En lo referente al sabor, el 80% de los encuestados percibió el sabor a mango y el 20% lo percibió de manera distinta al mango. Ver Anexo No. 2, Gráfico No. 9.



En el color, el 67% observó un color amarillo oscuro, mientras que un 33% percibe un color amarillo traslúcido. Ver Anexo No. 2, Gráfico No. 10.

En el olor, los resultados obtenidos reflejan que el 83% percibió el olor característico a mango y el 17% restante percibió otro. Ver Anexo No. 2, Gráfico No. 11.

Los resultados obtenidos de la evaluación de la textura, revelan que el 33% manifestaron haber percibido una textura viscosa, 13% muy viscosa, 13% semi viscosa y el 41% restante la percibieron como característica de las mermeladas. Ver Anexo No. 2, Gráfico No. 12.

Los resultados obtenidos de la evaluación sensorial a los dos productos anteriormente señalados, demuestran que el mango deshidratado en polvo tiene aplicabilidad y es una alternativa de industrialización viable para el aprovechamiento del mango mechudo.

Estimado de costo de producción para 10 lb. de mango deshidratado en polvo

En el presente estudio realizado se estimó el costo de producción para 10 libras de mango en polvo a escala piloto. Ver Anexo No. 1, Tabla No. 9, observándose que para dicha estimación se contempló el costo de la materia prima, empaque, mano de obra y gastos de servicios.

El costo a escala piloto para la elaboración de 10 libras de mango deshidratado en polvo estimado es de C\$ 231.1 (Doscientos veintitrés córdobas con 10/100 centavos), siendo el costo de la libra de C\$ 23.11 (Veintitrés córdobas con 11/100 centavos), lo que indica una rentabilidad en el producto, dado que productos similares sus costos son mucho mayores.



CONCLUSIONES

Con el fin de contribuir al desarrollo de nuestro país y brindar un aporte al aprovechamiento de nuestros recursos naturales, específicamente el mango mechudo (manguijera indica, de la variedad hilacha), en el presente estudio de investigación sobre la base de los resultados obtenidos se concluye que:

La caracterización de la materia prima permitió conocer el comportamiento de las características organolépticas del mango en el proceso aplicado y por ende seleccionar aquella que preste las condiciones que permitan guardar las mismas en el producto final, siendo éstas unos °Brix de 10 a 11, % de acidez 0.16 a 0.18 y un índice de madurez entre 61 a 62.5%.

Así mismo, que es factible tecnológicamente obtener mango deshidratado en polvo a través del secado solar y que el producto final obtenido conserva en gran medida las características organolépticas de sabor, olor y color, similares al del mango fresco.

Los resultados obtenidos en las pruebas de aceptabilidad de los productos elaborados en lo que se utilizó el producto en estudio, demostraron que las características organolépticas presentadas en los mismos son aceptadas por la mayoría de los encuestados y por ende la aplicabilidad y aprovechamiento industrial del mango de hilacha o mechudo es factible.

En lo que se refiere al estimado de costo de producción éste es de C\$ 23.11 (Veintitrés córdobas con 11/100 centavos), lo que indica una rentabilidad en el producto; dado que productos similares sus costos de producción son mucho mayores.



RECOMENDACIONES

Tomando en cuenta todos los aspectos que implican el desarrollo del producto mango deshidratado en polvo, se recomienda:

- ❖ Investigar otras alternativas de utilización de mango en polvo deshidratado en cuanto a la generación de nuevos productos.
- ❖ Elaborar un estudio de factibilidad económico del mango deshidratado en polvo.
- ❖ Fomentar a través de la publicación del presente estudio, el aumento del aprovechamiento del mango mechudo.
- ❖ Realizar estudios que permitan las características de color, en caso de mermelada a partir de mango deshidratado en polvo.
- ❖ Realizar estudios similares que permitan el aprovechamiento de frutas y vegetales que no son, o bien, que no reúnan las características de tributo calidad para ser exportables.



ANEXOS



Anexo 1:
Tablas

**Tabla 1 : Equipos para realizar pruebas fisicoquímicas**

Prueba	Equipo	Reactivo
Acidez	-Pipeta de 10 ml. -Probeta de 50 ml. -Bureta de 50 ml. -Erlenmeyer de 100 ml. -Base con soporte.	-Hidróxido de sodio 0.1N. -Fenolftaleina 1%
Brix	Refractómetro	-----
pH	pH metro	-Solución buffer
% Humedad	Balanzas de humedad	-----



Tabla 2: Características fisicoquímicas de la materia prima

Nº Ensayo	PH	% de acidez	° Brix	% de madurez	% de Humedad.
1	4.25	0.25	9	36	81.80
2	4.50	0.18	11	61	82.50
3	4.25	0.26	9	34.6	81.90
4	4.50	0.16	10	62.5	82.30
5	4.25	0.20	9	45	82.08
6	4.50	0.15	10	66.6	82.40

Tabla 3: Rendimiento del mango

Descripción	Porcentajes(%)
Cáscara	1.5
Semilla	2.3
Perdidas totales	79.2
Mango en polvo	17.0

**Tabla 4: Caracterización de producto final (Mango en polvo)**

Producto final	pH	% acidez	% Humedad	Granulometría (mesh)
Mx1	3.90	0.66	5.89	60
Mx2	4.05	0.78	6.19	60
Mx3	4.00	0.63	5.33	60
Mx4	4.00	0.65	5.57	60
Mx5	4.00	0.79	5.77	60
Mx6	4.00	0.79	6.35	60
Promedio	4.00	0.7	5.9	60
Desv. Estand.(δ)	0.05	0.08	0.38	00

**Tabla 5: Características organolépticas del mango deshidratado en polvo**

N° Ensayo	Color	Olor	Sabor
1	Amarillo tenue	Mango poco pronunciado	Característico a mango
2	Amarillo canario	Característico a mango	Característico a mango
3	Amarillo tenue	Característico a mango	Característico a mango
4	Amarillo canario	Característico a mango	Característico a mango
5	Amarillo tenue	Característico a mango	Característico a mango
6	Amarillo canario	Característico a mango	Característico a mango

**Tabla 6 : Formulación del yogurt con mango deshidratado en polvo**

Ingredientes	Porcentaje
Yogurt natural	77.8
Mango en polvo	4.4
Azúcar (jarabe a 60 Brix)	17.8

Tabla 7: Formulación de la mermelada de mango a partir de mango deshidratado en polvo

Ingredientes	Porcentaje
Mango en polvo	7.81
Ácido ascórbico	0.3
Agua	39
Azúcar (jarabe a 60 Brix)	52.82



Tabla 8 : FICHA TECNICA DEL PRODUCTO

Nombre de la Empresa:	Ficha Técnica del Producto	Control de Calidad	
		Código: 01	Producto terminado: Mango deshidratado en polvo
Nombre:	Mango deshidratado en polvo		
Descripción Física:	Conserva de mango deshidratado en polvo con bajo % de Humedad.		
Ingredientes Principales:	100% Mango		
Características Sensoriales:	Sabor: Ácido dulce característicos al mango Color: Amarillo tenue Textura: Polvorosa Olor: Característico a mango		
Características fisicoquímicas.	PH: 3.90-4.03 Acidez: 0.61-0.70 Granulometría: 60 mesh		
Características microbiológicas:	Ausencia de coliformes totales Ausencia de coliformes fecales		
Forma de consumo y Consumidores potenciales:	Se utiliza para la elaboración de jalea, mermelada, pasta, saborizante en leche saborizada, en yogurt, etc. Consumo para todas las edades en general.		
Empaque y Presentaciones:	Envases: bolsas de Polietileno Laminadas de 1 y ½ lb.		
Vida útil esperada:	15 Meses		
Instrucciones en la etiqueta	Nombre del producto, nombre de la empresa, numero de lote, fecha de elaboración y vencimiento, indicaciones luego de abierto, ingredientes, registro sanitario, tabla nutricional, código de barra.		
Controles especiales durante distribución y Comercialización	Transporte y almacenamiento en temperatura ambiente.		



Tablas 9 : Carta tecnológica del mango deshidratado en polvo

EVENTO	DESCRIPCIÓN	PARAMETROS DE OPERACIÓN	ESPECIFICACIONES
Recepción de la materia prima.	Inspección de la materia prima (Mango mechudo). Se pesa para llevar control de la materia prima calculando sus pérdidas y rendimientos.	Acidez, °Bx, PH, % Madurez.	AC = 0.16 PH = 4.5-4.6 Bx = 10-11 % madurez = 61-62.5
Lavado y selección	Se realiza para rechazar la materia prima que no cumpla con los requerimientos necesarios.	Características del fruto °Brix % Madurez	0 Daños en el fruto madurez media °Brix de 10
Pelado y cortado	Se pela cuidando de no dañar la corteza del fruto interno. Se cortan trozos de no más de 2mm de grueso. Se pesa para llevar control de la materia prima calculando sus pérdidas y rendimientos.	Grosor de la rodaja.	Rebanador estándar Buena manipulación
Primer Secado	Se colocan las rodajas en el horno solar y se retiran hasta que éstas se encuentran por completo deshidratadas.	Tiempo y Temperatura	Horno Solar Termómetro Reloj Cronométrico
Molienda	Una vez deshidratadas las rodajas, éstas se muelen en gránulos mayores y luego se vuelven a moles hasta obtener un gránulo menor.	Filo de las cuchillas del Molino.	Molinos Buena manipulación
Secado Final	Se procede al segundo secado hasta obtener una humedad de 5%.	Temperatura	Horno solar Buena manipulación
Empacado	Se colocan en bolsas de polipropileno de 500 gramos	Material de la bolsa y cantidad a pesar.	Material Buena manipulación
Almacenado	Se colocan en estantes en donde la humedad del ambiente sea baja.	Humedad del ambiente	Buena manipulación



Tabla 10 : Costos totales de producción para 10 lbs. de mango deshidratado en polvo.

Concepto	Unidad Medida	Cantidad	Costo Unitario C\$	Total C\$
Materia Prima				
Mango mechudo	Lb.	58.23	0.625	36.4
Sub total				36.4
Empaque				
Bolsas plásticas	Lb.	10	0.47	4.7
Sub total				4.7
Mano de obra directa		3	50	150
Sub total				150
Servicio				
Agua				5
Electricidad				20
Material de limpieza				5
Improvistos				10
Sub total				40
Total				231.1
			Precio unidad de 1 Lb.	23.10



ANEXOS 2 :

GRAFICOS



Gráfico 1: Flujograma de Proceso para mango deshidratado en polvo

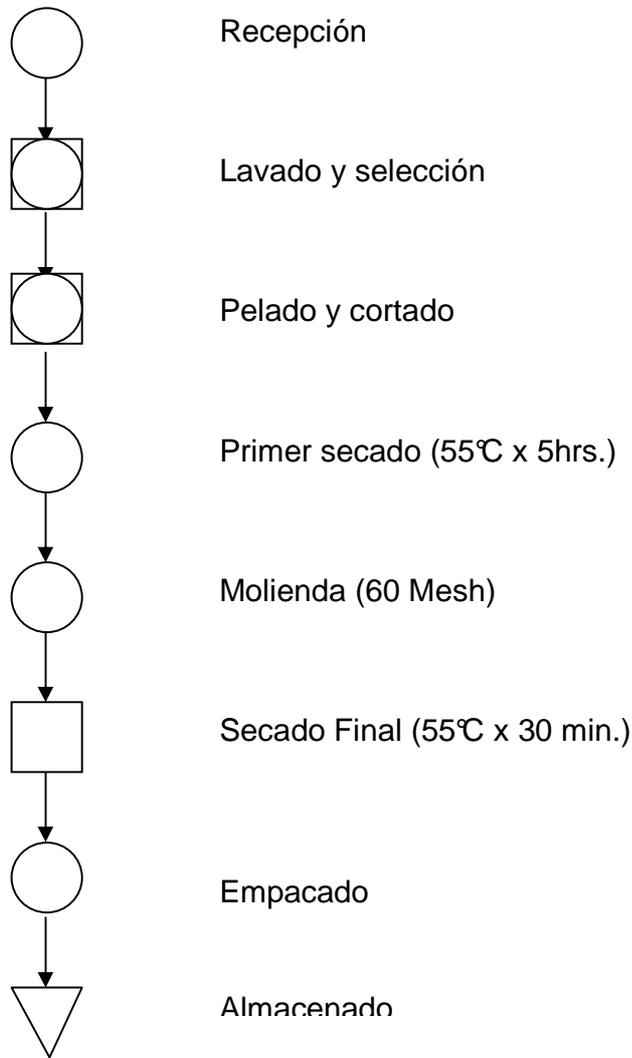


Gráfico 3 : flujograma de proceso de Mermelada a partir de mango deshidratado en polvo

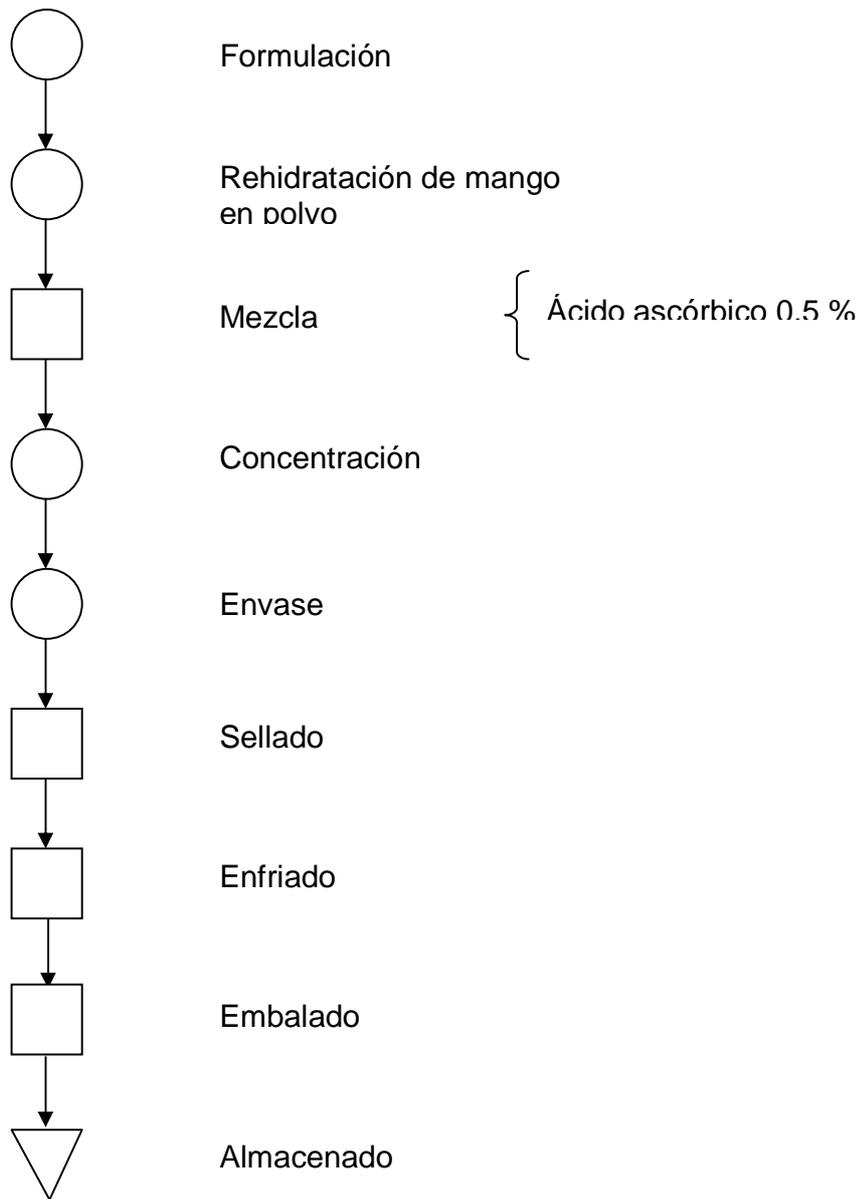
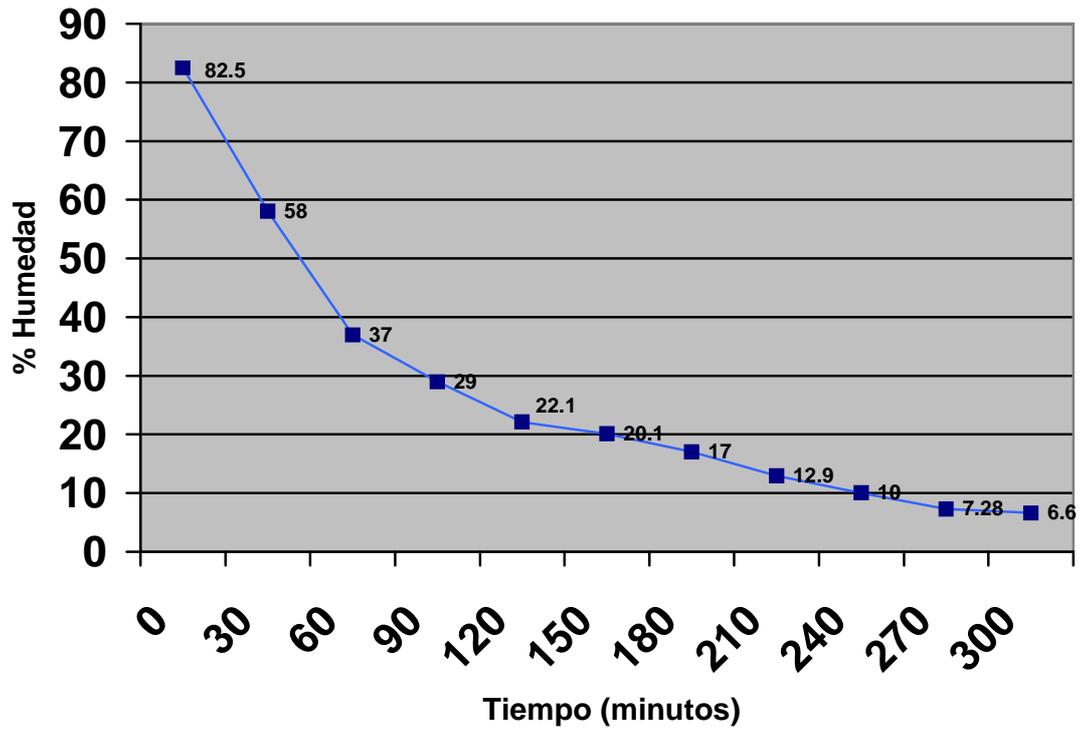


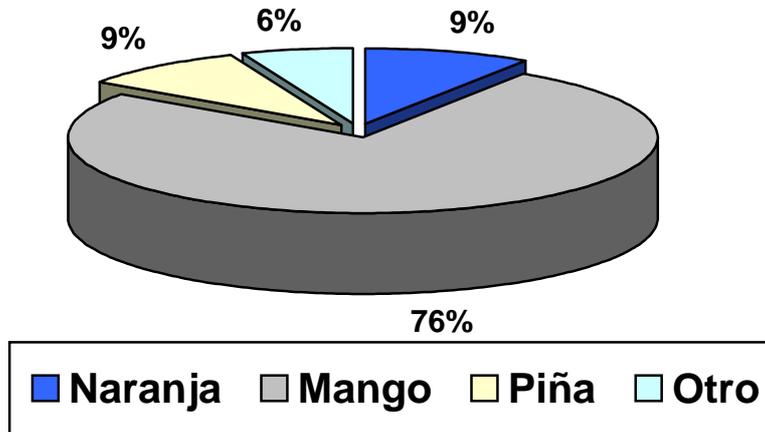


Gráfico 4 : Curva de Humedad respecto al tiempo

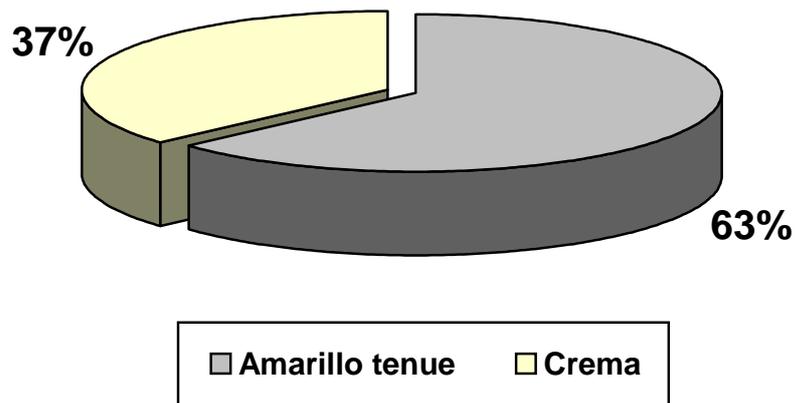




**Gráfico 5 : Opinión del sabor en el producto
(Yogurt sabor a mango)**

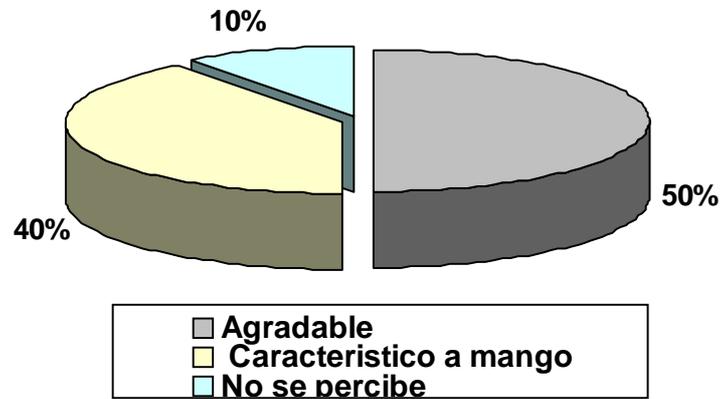


**Gráfico 6 : Opinión sobre el color del producto
(Yogurt Saborizado)**

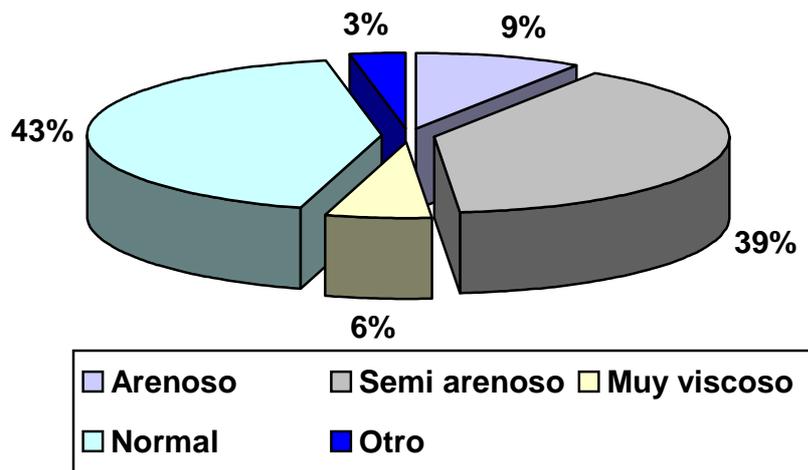




**Gráfico 7 : Opinión de olor en producto Yogurt
(Sabor a mango)**

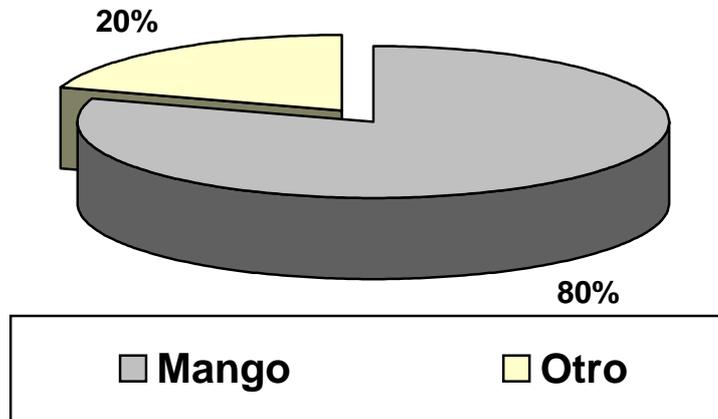


**Gráfico 8 : Opinión de la textura del producto Yogurt
(Sabor a Mango)**

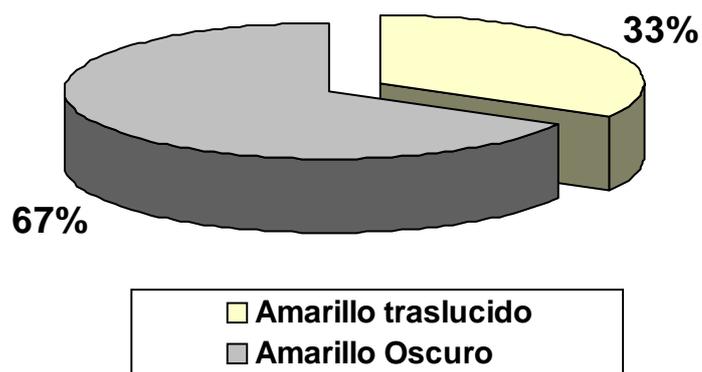




**Gráfico 9 : Opinión del sabor en el producto
(Mermelada de mango)**

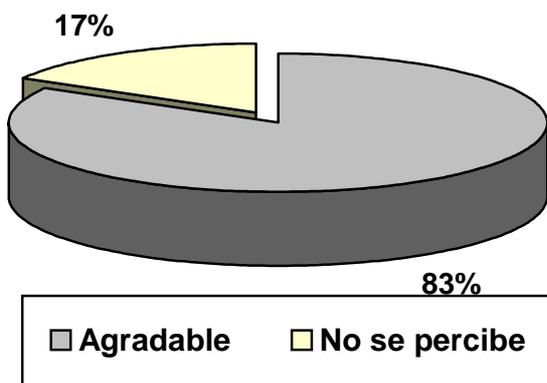


**Gráfico 10 : Opinión sobre el color del producto
(Mermelada de mango)**

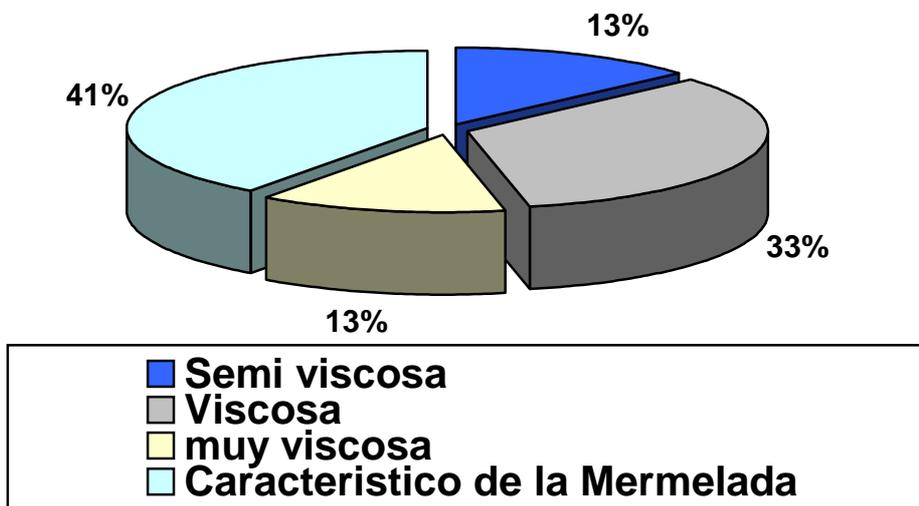




**Gráfico 11: Opinión de olor en producto
(Mermelada de mango)**



**Gráfico 12: Opinión de la textura del producto
(Mermelada de Mango)**





Anexo 3

Documento



Documento 1 : Prueba de percepción sensorial

Instrucciones: Evalúe los siguientes alimentos que se le presentan y marque con una “X” el número que exprese mejor cuanto le agrada o le desagrada.

Yogurt:

Que sabor tiene este producto?

- A Naranja _____
- A Mango _____
- A Melón _____
- A Piña _____
- Otros _____

2. Que Color tiene este Producto?

- Amarillo _____
- Amarillo tenue _____
- Crema _____
- Blanco _____
- Otros _____

3. Que Olor tiene este Producto?

- Agradable _____
- Desagradable _____
- No se percibe _____
- Característico _____
- Otros** _____

4. Que textura percibe en este producto?

- Arenosa _____
- Semi arenoso _____
- Muy Viscoso _____
- Normal _____
- Otra _____



Comentarios sobre los productos

En el siguiente espacio escriba los comentarios sobre mejoras u observaciones acerca del producto que fue objeto de evaluación.



Documento 2 : Prueba de percepción sensorial

Instrucciones: Evalúe los siguientes alimentos que se le presentan y marque con una “X” el número que exprese mejor cuanto le agrada o le desagrada.

Mermelada:

Que sabor tiene ese producto?

- A Naranja _____
- A Mango _____
- A Melón _____
- A Piña _____
- Otros _____

2. Que Color tiene este Producto?

- Amarillo _____
- Amarillo brillante _____
- Translucido _____
- Amarillo Oscuro _____
- Otros _____

3. Que Olor tiene esta Producto?

- Agradable _____
- Desagradable _____
- No se percibe _____
- Característico _____
- Otros** _____

4. Que textura percibe en este producto?

- Semi viscosa _____
- Viscosa _____
- Muy Viscoso _____
- Fluido _____
- Característico de mermelada _____
- Otra _____



Comentarios sobre los productos

En el siguiente espacio escriba los comentarios sobre mejoras u observaciones acerca del producto que fue objeto de evaluación.



REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Jean Claud Cheftel. **Introducción a la Bioquímica de los Alimentos**. Vol. 1 y 2. Editorial Acribia.1983.
- Fundación Hondureña de Investigación Agrícola. **Manejo Poscosecha de Fruta y Vegetales**.
- Ralph S. Polimeni. **Contabilidad de Costos**. 3ª Edición. Editorial Mc. Graw Hill. 1999.

1. www.monografias.com/trabajo14/mango/mango.html.

2. www.txseq.org/epsia/alimentoshtm

3. www.ventasfernandezcera.com

4. www.simas.org.ni/noticia_php

5. www.grupoese.com.ni/2001