

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ciencias y Humanidades

Departamento de Ingeniería Química

Estudio de factibilidad para una planta de producción de harina
de plátano.

Hugo Vander Cuezzi Barillas

Guatemala

1998

Estudio de factibilidad para una planta de producción de harina
de plátano.

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ciencias y Humanidades

Departamento de Ingeniería Química

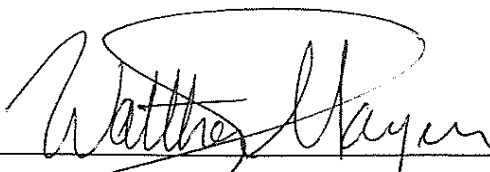
Estudio de factibilidad para una planta de producción de harina
de plátano.

Trabajo de graduación presentado por Hugo Vander Cuezzi
Barillas para optar al grado académico de Licenciado en
Ingeniería Química

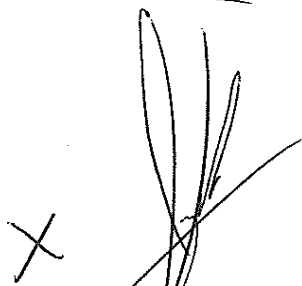
Guatemala

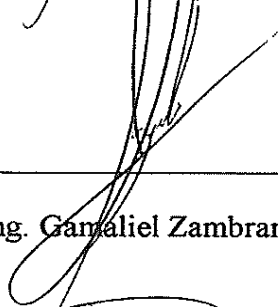
1998

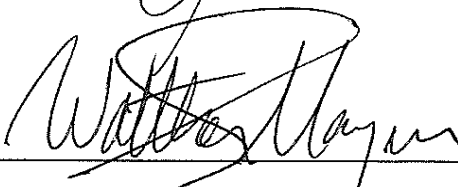
Vo. Bo:

(f) 
Ing. Walter David Mayén Cabrera
Asesor

Tribunal

(f) 
Ing. Jose Eduardo Calderón García
Director Ingeniería Química

(f) 
Ing. Gamaliel Zambrano

(f) 
Ing. Walter David Mayén Cabrera

Fecha de Aprobación: Guatemala, 24 de Agosto 1998

PREFACIO

La elaboración de alimentos dentro del mercado guatemalteco ha jugado un papel importante en la actividad industrial del país. El presente trabajo trata de brindar la factibilidad del diseño de una planta productora de harina de plátano, la cual es una buena oportunidad de negocio considerando que es un país rico en la producción de frutos dada las características de contar con suelos muy fértiles.

Además de obtener un aprovechamiento de la materia prima, que existe en abundancia en el país, nace la inquietud de la producción de harina de plátano por sus beneficios nutricionales y de salud. Con base en varios estudios se ha determinado que la harina de plátano puede ser una saludable opción para la fabricación de pastas, ya que contiene antioxidantes y fibra, brindándole posibilidades nutricionales muy altas en comparación con el resto de las harinas. Además de ser muy rica en fibra, ésta contiene un almidón resistente que puede ayudar a evitar la ganancia de peso y la diabetes tipo “2”, ya que en la actualidad uno de los problemas más graves en el orden nutricional mundial, es el bajo consumo de alimentos ricos en fibra, o sea verduras y frutas, así como granos integrales, lo cual conlleva a desórdenes alimentarios y posteriores enfermedades como la obesidad y el estreñimiento.

Agradezco la colaboración y guía de mi asesor, el ingeniero Walter Mayén que durante la elaboración de este estudio me brindó su apoyo académico y profesional. También agradezco al Ingeniero Gamaliel Zambrano y el Ingeniero José Calderón, de quienes recibí una retroalimentación adecuada para la realización de este proyecto. Dedico el presente trabajo a Dios; a mi papá, quien me brindó la oportunidad obtener una alta calidad de estudios; a mi mamá, porque siempre estuvo pendiente sobre mis avances, logros y retos; a mis hermanos, de quienes también recibía un apoyo en todo momento.

CONTENIDO

| | |
|-------------------------------------|------|
| LISTA DE CUADROS..... | vi |
| LISTA DE GRÁFICOS..... | vii |
| LISTA DE ILUSTRACIONES..... | viii |
| RESUMEN..... | ix |
| Capítulos | |
| I . INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| II . ANTECEDENTES..... | 2 |
| III . JUSTIFICACIÓN..... | 18 |
| IV . OBJETIVOS..... | 19 |
| V . PROBLEMA A RESOLVER..... | 20 |
| VI . METODOLOGÍA..... | 21 |
| VII . RESULTADOS..... | 22 |
| VIII . DISCUSIÓN DE RESULTADOS..... | 46 |
| IX . CONCLUSIONES..... | 51 |
| X . RECOMENDACIONES..... | 52 |
| XI . BIBLIOGRAFÍA..... | 53 |
| XII . APÉNDICES..... | 54 |

LISTA DE CUADROS

| | | |
|--------|---|----|
| Cuadro | | |
| 1 . | Composición química del plátano amarillo (<i>Musa paradisiaca</i>) por 100 g de porción comestible..... | 7 |
| 2 . | Composición química de plátano maduro rojo (<i>Musa paradisiaca</i>) por cada 100 g de porción comestible..... | 7 |
| 3 . | Composición química de plátano maduro amarillo (<i>Musa paradisiaca</i>) por cada 100 g de porción comestible | 8 |
| 4 . | Ponderación para la localización de la planta productora de harina de plátano | 24 |
| 5 . | Requerimiento de equipo y herramienta | 29 |
| 6 . | Personal de producción de planta | 30 |
| 7 . | Costos de instalación de la galera para la planta de harina de plátano.. | 31 |
| 8 . | Propuesta total de la inversión fija | 32 |
| 9 . | Requerimiento de materia prima | 33 |
| 10 . | Requerimiento de mano de obra..... | 34 |
| 11 . | Requerimientos de gastos de fabricación | 36 |
| 12 . | Costo de producción de harina de plátano | 37 |
| 13 . | Ingreso estimado para el primer año de operaciones | 39 |
| 14 . | Utilidad estimada al primer año de operaciones | 39 |
| 15 . | Clasificación de gastos para el cálculo del punto de equilibrio económico | 41 |
| 16 . | Propiedades físico-químicos el plátano verde | 56 |
| 17 . | Costos de producción a cinco años de operación..... | 57 |
| 18 . | Producción proyectada a 5 años | 58 |
| 19 . | Calculo de valores para la TIR (con un precio de venta Q 325.00) | 59 |
| 20 . | Ingresos proyectados a cinco años de operaciones | 60 |
| 21 . | Utilidades proyectadas a cinco años de operaciones..... | 61 |
| 22 . | Datos sobre área, producción, rendimiento, importación y precio medio del plátano..... | 62 |

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico

| | | |
|-----|--|----|
| 1 . | Curva de aprendizaje horas-hombre necesarias para la producción de harina de plátano | 63 |
| 2 . | Balance de masa y energía en el secador | 64 |
| 3 . | Comportamiento de la relación precio de la venta de harina de plátano versus TIR | 69 |

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración

- 1 . Mapa administrativo de Izabal 54

RESUMEN

En el siguiente trabajo se determinó la factibilidad económica de la incorporación de una agroindustria de producción de harina de plátano (Musa paradisíaca).

Se procedió a la determinación de todos los parámetros necesarios para la elección del proceso más adecuado en la puesta en marcha del proyecto de una planta de harina de plátano.

La metodología utilizada, contempla ocho parámetros para la determinación de la factibilidad del proyecto, estos son:

- a. La disponibilidad de materia prima
- b. El mercado al que se dirige,
- c. El tamaño y localización de la planta,
- d. La ingeniería del proyecto,
- e. El plan de inversión inicial,
- f. El análisis de la rentabilidad,
- g. La organización de la empresa y
- h. La evaluación económica del proyecto

El equipo necesario para la producción de harina de plátano son: 10 basculas, una para cada línea de producción, un intercambiador de tubos concéntricos, 50

cuchillos inoxidable; 10 máquinas cortadoras de disco; 10 túneles de secado; 10 molinos de quijada; 10 tamices 40-60 y 10 máquinas llenadoras. Con todo este equipo se tecnifica el proceso de una forma adecuada que reduce tanto el tiempo como cantidad de producción actual artesanal en un alto porcentaje.

El precio por unidad de venta del producto, es de Q325.00 por saco de 1 quintal. El valor obtenido es “competitivo”, con relación al precio de venta de otras harinas (1qq de harinas de trigo 70 dólares) no se trata del mismo producto, pero nos da una idea que tenemos un producto con un precio adecuado para entrar al mercado internacional. Es importante aclarar que el mercado al que se dirige es de exportación, y no de consumo local, por lo que su proyección es netamente a la exportación.

El valor de la Tasa Interna de Retorno es de 31.60% lo que hace al proyecto económicamente factible. Este factor es determinante en el desarrollo del proyecto, pues es el indicador de la factibilidad del estudio realizado.

La recuperación de la inversión, se da en un periodo de 1.2 años, obteniendo una utilidad neta de Q4,651,007.00 durante el primer año de operaciones.

I. INTRODUCCIÓN

La agroindustria, en general, contribuye al desarrollo económico y social del país. Al industrializar un producto agrícola, se logra aumentar la utilidad o valor agregado por hectáreas de terreno cultivado. De esta forma el agricultor cuenta con un mayor capital para optimizar cada vez más la producción agrícola. Además, el desarrollo de la agroindustria contribuye con la mejor calidad de mano de obra y su ingreso, ya que con el desarrollo físico de la región, aumenta la actividad económica del área y su desarrollo social.

La tendencia del mercado para los productos deshidratados es positiva por su buena aceptación, debido a que los mismos prestan las siguientes ventajas:

- Disminuye los costos de transporte, ya que no se transporta el agua que presentaba dicho producto.
- Los compuestos químicos se conservan mejor que en su estado húmedo, por lo que le tiempo de frescura es más prolongado.
- Se puede almacenar por más tiempo y por lo general en un espacio menor.

Ante esta situación, una de las formas más sencillas y económicas de aprovechar el producto es utilizando mejores métodos de conservación, entre las cuales implica recurrir a la técnica del secado.

Actualmente, la técnica agroindustrial, para producir harina de plátano (Musa paradisíaca) resulta ser artesanal. Por lo que es importante recurrir a la evaluación de este proyecto agroindustrial para impulsar el consumo de este y ayudar a la economía del pequeño productor.

Este trabajo establece el respectivo estudio económico y la evaluación de costos para optimizar el proceso y determinar así, la factibilidad de implementar una planta productora de harina de plátano.

II. ANTECEDENTES

A. DESCRIPCIÓN DEL PLÁTANO

El plátano cuya clasificación científica es Musa paradisiaca, es una fruta alargada que tiene una concha regularmente de color verde cuando son cortadas, sus tejidos son internos comestibles tienen un color rosado amarillento, usualmente se tornan negras conforme se van madurando, y nunca a un color amarillo puro (1).

La longitud total de la fruta varía entre 20.5 cm. y 27 cm.; la parte más ancha varía entre 4.3 cm. y 5.5 cm. El peso total aproximado 298 gr. Varía entre 224 - 534 (1).

En Guatemala el plátano verde y el maduro son preparados para la alimentación, el método más usual es prepararlos por cocción. Varios postres son hechos de los plátanos cocidos con azúcar, chocolate, o varias frutas. Los plátanos fritos son probablemente los más sabrosos de todos y mas degustados por los extranjeros (1).

B. ORIGEN DEL PLÁTANO

El plátano es probablemente nativo del Asia tropical, donde fue largamente domesticado. Alejandro el Grande lo encontró ahí en su expedición a la India. Los polineses extendieron el plátano por casi todo el Pacífico, como lo hicieron los comerciantes árabes a través de África. Los colonizadores Portugueses y españoles completaron el establecimiento del plátano por todas las regiones calientes del mundo (1).

El plátano al igual que el banano, es una de las pocas especies en las cuales las variedades cultivadas comercialmente se originaron por evolución natural (1).

C. ASPECTOS AGRONÓMICOS

Estudios de zonificación llevados a cabo en Venezuela, determinaron los rangos extremos de tolerancia para el cultivo del plátano. Dicho rango comprende desde condiciones de Bosques Húmedo Templado Caliente (12-18°C; 1000 – 2000 mm de precipitación), hasta condiciones de Bosque Muy Seco Tropical (más de 24°C; 500 – 1000 mm de precipitación) y del Bosque Muy Húmedo Tropical (más 24°C, 4000 – 8000 mm de precipitación) (1).

Con relación a la temperatura, la amplitud óptima para fotosíntesis está comprendida entre 25 – 30 °C. La temperatura media debe oscilar entre 24 – 27 °C. La mínima no debe ser inferior a los 15.6 – 16°C, ni la máxima superior a 35 °C (1)

El plátano requiere de 2000 – 4000 mm de precipitación, bien distribuidos durante todo el año. Mensualmente no debe ser inferior a 150 – 180 mm, aunque puede tolerar periodos cortos de sequía (1).

La zonificación del cultivo debe considerar entre otros factores, el suelo. Éste debe ser franco o franco arcilloso y bien drenado. También debe tomar en cuenta que las musáceas son exigentes de Magnesio y Potasio que el plátano particularmente se adapta bien a PH de 6 – 7.5 (1).

D. ZONAS DE PRODUCCIÓN

El plátano crece en la mayoría de los departamentos en Guatemala, pero casi totalmente en las medianas elevaciones, principalmente en la llanura o en las faldas de las montañas. Este es menos resistente al frío que los bananos. Con base a los datos proporcionados por el departamento de Agricultura de Guatemala, se registró producción de plátano en los siguientes departamentos: Santa Rosa, Escuintla, San Marcos, Suchitepéquez, Quetzaltenango, Izabal, Jalapa y Alta Verapaz. Se reconoce

una gran variedad en Guatemala, pero la inexperiencia visual dicta que ellos difieren únicamente por su tamaño (3).

E. FORMAS DE PROPAGACIÓN

1. RIZOMA. Convencionalmente el cultivo de plátano ha utilizado el ¹rizoma como material vegetativo para la siembra. El problema es que generalmente, este material se encuentra contaminando con hongos, bacterias, virus y principalmente nematodos (1). Además, el establecimiento de semilleros implica destinar un área proporcional (10% aproximadamente) al área de cultivo, altos costos de preparación del terreno, obtención de semilla, siembra, aplicación de fungicidas, nematicidas, fertilizantes, control de melazas, etc. (1).

2. PROPAGACIÓN IN VITRU. Esta técnica consiste en el cultivo de tejidos que permite la propagación masiva de plantas mediante la formación de brotes a partir de un solo ²meristemo (1).

El cultivo de tejido ofrece una alternativa para la producción de un gran número de plantas dentro de un periodo relativamente corto (tres a cinco meses), con la característica de producir plantas con alto vigor y potencial productivo, así como las plantas prácticamente libres de plagas y enfermedades (1).

A pesar de ser una alternativa a la propagación convencional, no garantiza la limpieza de virus como CMV (virus del Mosaico del pepito). No hay un método rápido para detectar el virus “Bunchy Top”, lo que resulta peligroso cuando se hacen transferencias de material de una parte del mundo a otra (1).

¹Rizoma: tallo perenne, típicamente subterráneo; a pesar de su parecido con una raíz, se distingue claramente de esta, no sólo por su estructura anatómica, sino también por su aspecto exterior, ya que, como todo tallo, presenta entrenudos. Normalmente, el rizoma esta engrosado por el acumulo de sustancias de reserva.

²Meristemo: tejido vegetal formado por células embrionarias que se localizan en todas las partes del crecimiento de la planta.

3. PROPAGACIÓN RÁPIDA. Este método es una técnica alterna entre el método convencional y el cultivo de tejidos.

Las plántulas son obtenidas mediante la introducción de yemas en rizomas provenientes de la planta próximas a emitir su ³inflorescencia mediante la eliminación de meristemas se logra la producción de un gran número de brotes laterales, los cuales se convierten en plántulas que luego son trasplantados a bolsas y posteriormente al campo cuando han alcanzado la edad adecuada (1).

Cuando se evalúa producción, el método IN VITRU resulta ser más eficaz, seguido por propagación rápida. Además, el período productivo (período comprendido desde la primera cosecha del ciclo hasta la última del tercero) para plantas cultivadas IN VITRU se reduce sustancialmente lo cual significa claramente mayor producción en menor tiempo (1).

F. SISTEMA DE SIEMBRA

1. DENSIDADES DE POBLACIÓN Y DISTANCIAS DE SIEMBRA. Existen diversos sistemas en los que, variando la distribución espacial en el campo, permiten diferir densidades de siembra (1).

En el presente estudio, se hace mención de tres sistemas que, en mayor o menor grado, son los usados en el país y que a continuación se describen:

a. Sistema de siembra en cuadro. Tradicionalmente en Guatemala se ha hecho bajo este sistema, con distancias que normalmente son de tres metros entre plantas, lo cual permite una densidad de siembra de 1.111 plantas por hectárea. Sin embargo, es común encontrar distancias de 4 y 5 metros entre plantas obteniéndose, en estos casos, densidades 400 a 625 plantas por hectárea (1).

³Inflorescencia: conjunto de flores ramificadas que se originan a partir de un mismo eje.

b. Sistema hexagonal (triángulo equilátero). Generalmente la distancia es de 2.6 metros entre plantas para una densidad de 1.720 unidades por hectárea, con un patrón de deshija: madre-hijo-nieto, con la ventaja de que permite mayor cantidad de plantas por hectárea (1).

c. Sistema en doble surco. Consiste en sembrar dos hileras bastante cerca una de la otra, dejando un espacio amplio y luego sembrando otras dos hileras. Este sistema coloca regularmente de 1700 a 1800 unidades por hectárea y utiliza un patrón de deshija: madre-hijo-nieto. El mismo, posee ciertas ventajas como lo son: permitir mecanización, facilidad de combate de Sigatoka y labores de cultivo; sin embargo, dificulta la deshija y el mantenimiento (1).

Este tema de densidades de siembra, es importante ya que al final esto repercutirá en la productividad por unidad de área por ciclo de producción (1).

G. ENFERMEDADES

1. SIGATOKA NEGRA. Sin lugar a dudas, la enfermedad conocida como Sigatoka Negra (*Mycosphaella fijiensis* var. *difformis*) es el principal problema que enfrenta el cultivo. Pero hoy en día por las nuevas técnicas de cultivo y el mejor conocimiento de la enfermedad han permitido bajar el número de ciclos de aplicación de agroquímicos para combatirla (1).

2. VIRUS DEL MOSAICO DEL PEPINO. Este virus se transmite por insectos de la familia Aphididae, los cuales poseen una gran cantidad de hospederos. Otra posible fuente de contaminación, lo es el material de siembra, debido a que la infección viral alcanza todos los órganos de la planta (1).

H. FERTILIZACIÓN

El producto nacional no cuenta con un programa de fertilización que contemple las necesidades reales del cultivo, épocas de aplicación, fuentes óptimas para cada región, métodos más adecuados de aplicación para evitar la lixiviación rápida de los nutrientes, característica de zonas de alta precipitación (1).

Un estudio realizado en Puerto Rico, donde han determinado las cantidades de nutrientes que una plantación de alta producción remueve en kilogramos por hectárea por año, siendo su comportamiento el siguiente: Nitrógeno: 250; Fósforo: 20; Potasio: 585; Calcio: 145; Magnesio: 60. Por lo que se recomienda tomarlo como base para un programa de fertilización hasta tanto no se realicen la investigación de los requerimientos nutricionales del cultivo según el clon utilizado, región, suelos y climatología (1).

Tabla # 1

Composición química del plátano amarillo (*Musa paradisiaca*) por cada 100 g de porción comestible

| Valor energético | Humedad | Proteína | Grasa | Hidratos de carbono | Fibra | Ceniza | Ácido Ascórbico | Ca |
|------------------|---------|----------|-------|---------------------|-------|--------|-----------------|----|
| Cal | % | g | g | g | g | g | mg | mg |
| 122 | 65.6 | 1 | 0.3 | 32.3 | 0.5 | 0.8 | 20 | 8 |

****Fuente: Tabla de composición de alimentos para uso en América Latina.

Tabla # 2

Composición química de plátano maduro rojo (*Musa paradisiaca*) por cada 100 g de porción comestible

| Valor energético | Humedad | Proteína | Grasa | Hidratos de carbono | Fibra | Ceniza | Ácido Ascórbico | Ca |
|------------------|---------|----------|-------|---------------------|-------|--------|-----------------|----|
| Cal | % | g | g | g | g | g | mg | mg |
| 91 | 73.6 | 1.2 | 0.2 | 24.1 | 0.4 | 0.9 | 8 | 10 |

****Fuente: Tabla de composición de alimentos para uso en América Latina.

Tabla # 3

Composición química de plátano maduro amarillo (*Musa paradisiaca*) por cada 100 g de porción comestible

| Valor energético | Humedad | Proteína | Grasa | Hidratos de carbono | Fibra | Ceniza | Ácido Ascórbico | Ca |
|------------------|---------|----------|-------|---------------------|-------|--------|-----------------|----|
| Cal | % | g | g | g | g | g | mg | mg |
| 132 | 62.6 | 1.2 | 0.1 | 35.3 | 0.4 | 0.9 | 28 | 8 |

****Fuente: Tabla de composición de alimentos para uso en América Latina.

I. VALOR NUTRITIVO DEL PLÁTANO

El plátano representa uno de los alimentos de mayor consumo en todas las regiones tropicales, ocupando un lugar preponderante en la dieta cotidiana, por su rendimiento, facilidad de producción y popularidad (1).

La pulpa del plátano contiene una considerable cantidad de carbohidratos, principalmente almidón y azúcares reductores, pero es baja en proteína. La cáscara tiene un contenido de fibra cruda de 2.08% (verde) y 1.93% (maduro) (1).

El plátano, además de sus muchos usos cocidos o frito, es una buena fuente de elaboración de harinas (1).

Por numerosas investigaciones llevadas a cabo es bien conocido que la cocción (en el caso industrial, pre-cocción) de los tejidos vegetales inactiva los fermentos, de tal manera que en el producto seco se elimina completamente la actividad fermentativa, observándose también la reducción de los procesos de auto-oxidación en los tejidos vegetales secos anteriormente pre-cocidos. Este último fenómeno puede ser explicado por las perturbaciones en los elementos celulares que resultan de la influencia térmica (80° - 105°C) de la pre cocción. Los cambios celulares más importantes son los siguientes: transformación parcial de almidón a engrudo,

disgregación y coagulación parcial de las proteínas y disgregación y coagulación parcial de las proteínas y disgregación de la pectina (1).

Posiblemente, algunas de estas sustancias forman en estado seco, nuevas capas que protegen compuestos sensibles al oxígeno y a la luz, tales como los carotenos, sustancias aromáticas, colorantes y grasas (1).

Se ha comprobado que durante la maduración, el plátano sufre cambios físicos y químicos muy similares a los del banano, hecho lógico que son productos de plantas de la misma familia. Las principales variaciones en ese proceso son metabólicas son:

- a. Hidrólisis del almidón: la maduración se inicia y progresa cuando, por actividad enzimática, los almidones se transforman en azúcares.
- b. Aumento en la relación pulpa – cascara: la pulpa aumenta de peso por absorción de agua de la cascara, y probablemente también del vástago.
- c. Humedad de la pulpa: aumenta no solo por el agua proveniente de la cascara sino de la originada en la degradación de los carbohidratos durante el metabolismo.
- e. Pigmentos: la cáscara cambia de color verde a amarillo y luego se oscurece a café; el color verde se pierde por disminución de la clorofila, mientras que la xantofila y los carotenos se mantienen casi constantes.
- f. Sólidos solubles: el contenido de sólidos solubles aumenta y es proporcional a la concentración de azúcares totales.

Puede recordarse una propiedad más, que es típica durante la maduración de los plátanos. En el contenido total de las sustancias solubles en los plátanos verdes no puede determinarse por el refractómetro, por el gran contenido de almidón; en cambio, la pulpa de los plátanos maduros se examina bien por el refractómetro (1).

J. HARINAS PRECOCIDAS DE PLÁTANOS

Las harinas alimenticias son un producto seco, molido y tamizado, que se prepara principalmente de los granos de las plantas de la familia de las gramíneas y también de otros elementos comestibles y feculentos (frutas, raíces, etc.) de otras familias botánicas (5).

Entre las diferentes clases de harinas, las más estudiadas, desde el punto de vista técnico, son la del trigo y la de la papa. En el caso de las harinas, como la preparación de otros productos alimenticios en general, la tecnología está dirigida siempre a un mejoramiento de los productos elaborados. Este mejoramiento pretende, en primer lugar, aumentar el valor dietético de los productos y las características para su conservación por periodos de tiempo más o menos prolongados (5).

Por numerosas investigaciones llevadas a cabo es bien conocido que la cocción (en el caso industrial, pre-cocción) de los tejidos vegetales inactiva los fermentos de tal manera que en el producto seco se elimina completamente la actividad fermentativa, observándose también la reducción de los procesos auto-oxidación en los tejidos vegetales secos anteriormente pre-cocidos. Este último fenómeno puede ser explicado, por las perturbaciones en los elementos celulares que resultan de la influencia térmica (80°-105°C) de la pre-cocción. Los más importantes cambios celulares son los siguientes: transformación parcial del almidón en engrudo, disgregación y coagulación parcial de las proteínas, etc. (5).

Posiblemente, algunas de estas sustancias forman en estado seco nuevas capas que protejan compuestos sensibles al oxígeno y a la luz; tales como carotenos, sustancias aromáticas, colorantes, grasas, etc. (5).

Investigaciones más recientes permiten afirmar que los productos secos pre-cocidos son preferidos por sus propiedades coloidales a los productos desecados de la

misma materia cruda. La pre-cocción, sin duda, aumenta el valor dietético de los productos alimenticios (5).

K. SECADO

Según estudios realizados por el ICAITI en 1987, la forma tradicional de secado de frutas conocidas como secado directo al sol, secado al aire libre o secado natural, consiste en exponer la fruta a las corrientes naturales de aire y a los rayos solares, colocados directamente sobre el suelo, o bien sobre plásticos, láminas y otros.

El secado al aire libre, posee ciertas desventajas que afectan la calidad de la fruta secada. Éstas son las siguientes:

- Falta de higiene durante el proceso.
- Daño en las propiedades organolépticas, disminuyendo la calidad y la aceptación del producto seco.
- Necesidad de superficies extensas para secado, limitando así la producción.
- La duración del secado varía según las condiciones climáticas. Extrema humedad y escasa insolación, llevan el riesgo de pudrición del fruto.
- Al llover es necesario recoger la fruta, y luego hay que colocarla de nuevo en un lugar de secado (6).

Sin embargo también presentan algunas ventajas, siendo la principal de ellas, que es el único método económicamente viable para los productores de escasos recursos, y por eso, es empleado en la región. El estado actual de la técnica de deshidratación y de secado de frutas en el mundo, puede resumirse de la manera siguiente:

- El secado es un método importante de preservación, pero el conocimiento sobre la técnica es todavía muy limitado.

- Durante el secado ocurren muchos cambios, y no se tienen claras las condiciones del secado y la calidad del producto.
- No hay mucha información acerca de las reacciones químicas del producto, el factor de temperatura y la actividad del agua sobre la rapidez de conversión.
- No se conoce el comportamiento del secado de muchas frutas mediante secadores solares (6).

1. Deshidratación vs. secado: La deshidratación implica el control sobre las condiciones climáticas dentro de una cámara, o el control de un micro medio circundante. El secado solar está a merced de los elementos. Los alimentos secados en una unidad deshidratadora, puede tener mejor calidad que los que se exponen al sol. Se necesita menos terreno para la actividad secadora. El secado solar para fruta, requiere aproximadamente un acre de superficie secadora, por cada 20 acres de tierra sembrada (2).

Las condiciones sanitarias, son controlables dentro de una planta de deshidratación, mientras que a campo abierto la contaminación de polvo, los insectos, los pájaros y los roedores, son problemas importantes. La deshidratación es un proceso más caro que el secado solar. Con todo, los alimentos secados por deshidratación puede, tener mayor valor monetario debido a la mejor calidad. El color de la fruta secada al sol puede ser superior al de la fruta deshidrata bajo condiciones óptimas de operación en ambos métodos. El desarrollo del color, en ciertas frutas no completamente maduras, continua durante el secado solar. Esto ocurre durante la deshidratación (2).

Sobre la base del costo, el secado solar tiene sus ventajas, pero sobre la base de tiempo secado y calidad, la deshidratación tiene sus méritos. Además, el secado solar no puede ser practicado ampliamente debido a condiciones desfavorables del tiempo en muchas areas en que vive el hombre y la agricultura es remunerativa (2).

2. Curvas de secado: Para poder establecer el tamaño adecuado del equipo para secar un material, se necesitan varios datos. Un dato indispensable, es la duración del secado que requiere el material para alcanzar una humedad estipulada. Además, se necesita conocer la influencia que sobre el proceso tengan las distintas variables de operación, temperatura, flujo de aire, humedad ambiental, etc. (6).

3. Secado solar: El secado solar modificado, consiste en aprovechar eficientemente la energía solar y las corrientes naturales del aire, con lo que se logra un proceso parecido al secado natural al aire libre, pero no tiene desventajas.

El colector solar, por lo general es una cámara cerrada que consta de tres elementos principales que son: una cubierta transparente, un absorbedor y una capa termoaislante. La cubierta transparente permite el paso de las radiaciones solares al interior del colector, evitando la salida de las radiaciones, el absorbedor impide que entre aire frío sin control al colector, y que el aire caliente salga de él hacia afuera. El absorbedor es una placa pintada de negro, colocada dentro del colector. Luego de atravesar la cubierta, las radiaciones solares inciden en el absorbedor, calentándolo y, entonces este desprende calor que aumenta la temperatura del aire circundante. Todo este fenómeno se conoce como efecto invernadero. En resumen, el colector atrapa la energía portada por radiación solar y con ella calienta el aire que circula dentro de él (6).

4. La cámara de secado: Consiste en un ambiente cerrado en que se coloca el producto que se desea secar y en el que circula el aire calentado por el colector. En algunos casos, la cámara de secado se aísla térmicamente (6).

5. Tipos de secadores solares: Según sea la forma en que estén relacionados el colector y la cámara de secado, hay dos tipos de secadores solares: directos e indirectos.

Secadores solares directos: se caracterizan porque el mismo colector y la cámara de secado, forman un mismo compartimiento. En este tipo de secadores, los rayos solares inciden directamente sobre el producto. Además el producto recibe la corriente del aire caliente que proviene del colector, lo que contribuye a evaporar el agua que contiene. *Secadores solares indirectos:* el colector solar y la cámara de secado son dos compartimientos separados. En este tipo de secador, el producto no recibe los rayos solares directos. El aire caliente del colector fluye hacia la cámara de secado, donde está colocado el producto. Al haber absorbido la humedad, el aire circular sale de la cámara. Atendiendo la forma en la que el aire circula dentro de los secadores, existen dos tipos: de convección natural, si la circulación del aire dentro del secador ocurre a causa del mecanismo de transferencia de calor llamado convección, que se da si el aire se torna menos denso debido al aumento de la temperatura. Estos tienen elemento mecánico que haga circular el aire. De convección forzada si la circulación del aire dentro del secador es provocada o complementada por un ventilador eléctrico apropiado (6).

L. EL SECADO COMO FACTOR EN EL PROCESAMIENTO DE ALIMENTOS

El secado es uno de los métodos más antiguos usados por el hombre para la conservación y procesamiento de algunos alimentos. Es un proceso copiado de la naturaleza y uno de los más utilizados. Más frutas son preservadas por secado que por otros métodos. El secado natural de los alimentos por el sol, da materiales bastante concentrados de calidad durable, pero no se puede depender de los alimentos climatológicos porque son impredecibles. El secado por el sol permanece aún como la mayor acción en la preservación de los alimentos.

1. Influencia del secado, en el valor nutritivo de los alimentos: En el secado, un alimento pierde su contenido de humedad, lo cual da como resultado un aumento en la concentración de nutrientes en la masa restante. Las proteínas, grasas y carbohidratos están presentes en mayor cantidad por unidad de peso en los alimentos

secados que en los frescos (2). Durante la deshidratación, el producto está a una temperatura ambiente, pero más baja que la temperatura de esterilización. El calor agregado y el tiempo de exposición del producto a elevadas temperaturas, afecta la calidad de los nutrientes de los productos (4).

2. Influencia del secado sobre las vitaminas hidrosolubles: En alimentos secados, hay una pérdida de vitaminas. Puede esperarse que las vitaminas solubles en agua, sean parcialmente oxidadas. Las vitaminas solubles en el agua, son disminuidas durante el blanqueado y la inactivación de las enzimas. El grado de destrucción en las vitaminas, dependerá del cuidado ejercido durante la preparación del producto alimenticio para su deshidratación, del cuidado de su ejecución y de las condiciones de almacenamiento para los alimentos secados. Las frutas pueden secarse al sol, deshidratarse o procesarse por los dos métodos. El secado solar produce grandes pérdidas en el contenido del caroteno, al igual que la vitamina C. La retención de vitaminas en alimentos deshidratados, es superior en todo a los alimentos secados por acción solar (2).

3. Influencia del secado sobre las proteínas: El valor biológico de las proteínas secadas, depende del método del secado. Las exposiciones prolongadas a grandes temperaturas pueden hacer las proteínas menos útiles en la dieta. Los tratamientos de baja temperatura puede aumentar la digestibilidad de las proteínas sobre el material original (2).

4. Influencia del secado sobre las grasas: El principal problema es la rancidez. La oxidación de las grasas, es mayor a altas temperaturas del secado. Se minimiza protegiendo el material con antioxidantes (2).

5. Influencia del secado sobre los carbohidratos: El principal deterioro ocurre con estos. La decoloración puede darse debido al apareamiento enzimático o reacciones de caramelización. En último caso, los ácidos orgánicos y azúcares de en reducción, causan la decoloración notada como el encafecimiento. Puede corregirse

agregando bióxido de azufre. El secado lento al sol permite un gran deterioro, a menos que se protejan con sulfitos u otros agentes. El quemado de azufre es un método económico para obtener la protección antes del secado. La humedad crítica del encafecimiento para estar entre 1 y 30% de la humedad (2).

6. Influencia del secado sobre los microorganismos: Los microorganismos crecen en condiciones adecuadas de húmeda. Por ejemplo, los mohos crecen en los sustratos alimenticios con una humedad tan baja como el de 12% y se conocen algunos que hasta crecen en humedad del 5%. Las bacterias y levaduras requieren de mayor nivel de humedad, alrededor del 30%. La mayoría de las frutas se secan entre un 14 – 15 % de humedad, pudiendo así crearse mohos si las condiciones son adecuadas, pero teniendo la seguridad de que no hay bacterias o levaduras (2).

7. Influencia de secado sobre la actividad enzimática: Las enzimas, por lo general son sensibles a las condiciones de calor húmedo. Cuando son expuestas al calor seco, como el del secado, estas son insensibles al efecto de la energía. Las exposiciones a temperatura de hasta 400 °F tienen poco efecto en las enzimas si el medio de calentamiento y la preparación de la enzima son secos. Las enzimas requieren de humedad para ser activas. Esta se ve reducida si se disminuye la humedad, pero paralelo a ello ocurre una concentración de enzima y sustrato. Las velocidades de reacción enzimática dependen de la concentración de ambos. La actividad enzimática es cero a niveles por debajo del 1% de humedad (2).

8. Influencia del secado sobre los pigmentos alimenticios: La mayoría de los alimentos, en su forma nativa, son brillantes. El secado de alimentos cambia sus propiedades físicas y químicas y puede esperarse que altere las habilidades para reflejar luz, y por tanto, modificar su color. Los carotenoides y antocianinas, se ven afectadas por tratamientos con temperatura mayor y tiempo largo de tratamiento. Además, durante el calentamiento es probable que aparezca caramelización en el sustrato, con altas concentraciones de carbohidratos. La mayoría de pigmentos naturales, de color verde, son una mezcla de clorofila a y b. la retención este color

verde está íntimamente ligado a la retención de magnesio en las moléculas del pigmento. En condiciones húmedas, la clorofila es convertida en feofitina por la pérdida de magnesio, tornándose a un color verde olivo. El uso de un medio alcalino, mejora ligeramente la pérdida de magnesio, pero no funciona del todo en otros alimentos. La interacción de aminoácidos y azúcares ocurre durante la deshidratación convencional de las frutas. Si están sulfuradas, pueden inhibirse el apareamiento y así retardar la reacción de Maillard (2).

III. JUSTIFICACIÓN

La realización de un estudio de factibilidad industrial para implementar una planta productora de harina de plátano (Musa paradisiaca), tiene una visión del comportamiento futuro que puede presentar este producto en el mercado externo y cuya producción va orientada a la exportación y en menor grado al consumo local. Considerando que casi un 10% del plátano cosechado, se rechaza, es decir, se daña o pudre debido a diferentes factores tales como: falta de un medio de transporte adecuado, manejo del producto etc. Y de esta manera se podría aprovechar gran parte de la cosecha de plátano

El plátano se utilizará como materia prima, el cual tiene una muy buena aceptación en el medio.

Ningún grupo del área rural ha desarrollado planes agroindustriales para aprovechar pérdidas producidas por producto rechazado, proporcionando así un “valor agregado” a las exportaciones.

El proceso de producción de harina de plátano está tan poco tecnificado, por lo que es importante desarrollar un estudio que ayude a aprovechar a un máximo alcanzable de los recursos que se cuentan.

IV. OBJETIVOS

Generales

- Evaluar técnica y económicamente la factibilidad del proyecto para la implementación de una planta productora de harina de plátano (Musa paradisiaca), haciendo más durables las frutas de plátano a través de su transformación agroindustrial y comercialización fuera de época.

Específicos

- Realizar el estudio de mercado respectivo
- Escoger el mejor método para la tecnificación del proceso
- Crear condiciones tecnológicas necesarias para incrementar la exportación del plátano de Guatemala
- Determinar el tamaño y localización óptimo de la planta, con base en el estudio de mercado.
- Determinar el capital necesario para la puesta en marcha de la planta procesadora de harina de plátano.
- Realizar el análisis de costos para producción, instalación y venta del producto.
- Realizar una proyección adecuada del proyecto, con base al comportamiento externo del mercado, a corto y largo plazo.

V. PROBLEMA A RESOLVER

Las pérdidas post-cosecha de plátano son relativamente altas, ya que un alto porcentaje no se encuentra conforme las características de calidad que exige tanto el mercado local como el extranjero, debido a diferentes factores como un mal tipo de transporte o manejo de material, etc. Esto afecta en una gran proporción a los pequeños como grandes productores.

En la actualidad se produce harina de plátano, pero únicamente para consumo particular, es decir de forma artesanal, por lo que el volumen del mismo no satisface las necesidades que podría requerir el mercado externo.

VI. METODOLOGÍA

La metodología a efectuar es la siguiente:

- a. *Evaluación de disponibilidad interna:* este paso nos ayuda a verificar la disponibilidad de la materia prima en nuestro mercado y el impacto de la misma.
- b. *Investigación del mercado:* este evalúa los posibles caminos para ampliar más el mercado externo en comparación al local.
- c. *Tamaño:* el cual nos servirá de base para determinar la capacidad de operación de la planta a implementar.
- d. *Localización:* evalúa el lugar más adecuado para la producción y la distribución misma del producto terminado, tomando en cuenta sus respectivas prioridades.
- e. *Ingeniería del proyecto:* son todos los cálculos que se van a utilizar de materia prima.
- f. *Plan de inversión:* está determinada cuanto será el costo inicial para poner en marcha la planta.
- g. *Rentabilidad y evaluación económica:* que nos ayudara para conocer los valores reales y comerciales bajo los cuales se manejara la planta.
- h. *Organización de la planta:* para evaluar la razón social y cuál es la más adecuada a seguir

VII. RESULTADOS

A. DISPONIBILIDAD INTERNA

La disponibilidad del producto, que en este caso es la harina de plátano, utiliza la correlación general para determinarla con base a los siguientes factores

$$\mathbf{D = P + M - E \text{ (I)}}$$

Donde D = disponibilidad interna, P = producción nacional, M = importaciones y E = exportaciones.

En base a la Tabla # 22, según estudios realizados por la Gremial de productos no tradicionales y el Banco de Guatemala, tomando como base un promedio de los datos para obtener un valor real, se tiene que para 1998 son:

P = 5,397.88 miles de quintales de plátano

M = 0.05 miles de quintales de plátano

E = 343.8 miles de quintales de plátano

Por lo tanto D = 5,054.13 miles de quintales / año que es la oferta global, obteniéndose pérdidas significativas en los centros de producción.

B. MERCADO

La harina de plátano es un producto no tradicional, además de conocerse poco en el mercado de Guatemala, por lo que las expectativas del proyecto son para su exportación. Países como España, Alemania, Francia, Italia, lo utilizan debido a su aplicación en productos nutricionales de consumo humano así como los costos que pueden ofrecerle según su volumen de exportación, siendo una especie de gran valor

para estos lugares. La aplicación en alimentos nutritivos tiene como fin de servir a base para la preparación de papillas, purés y bebidas.

Debido a que es un producto no tradicional y de nuevo desarrollo no se tienen datos oficiales sobre su demanda externa. Es por ello que los volúmenes que se definirán para su ejecución están basados por la FEPYME (Federación de la pequeña y mediana empresa). El valor obtenido es de 250 miles de quintales de plátano entero verde que significa un 5% de la participación en el mercado; este se producirá durante el periodo post-cosecha.

Es necesario hacer hincapié en que su potencial de comercialización es como la de un producto tradicional, por lo que es un producto eminentemente de exportación para los países de la comunidad europea.

C. TAMAÑO DEL PROYECTO

El producto a elaborar en la planta de producción será harina de plátano. La planta estará diseñada para la producción de 59.5 miles de quintales de harina de plátano, que corresponde al 5% de participación de mercado arriba mencionado. El valor obtenido está basado en la demanda del producto por parte del mercado extranjero. Al inicio, la planta de producción estará en capacidad de trabajar en un 60% de su capacidad total instalada, por lo que al final del primer año de producción se obtendrá un total de 35.7 miles de quintales de harina de plátano. A partir del segundo año, se incrementará en un 10% consecutivo hasta que al llegar al quinto año de producción, la planta opere a una capacidad aproximada del 95%.

D. LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

La planta de producción de harina de plátano estará localizada en el area de Puerto Barrios, departamento de Izabal debido a las condiciones de disponibilidad de materia prima, servicios y mano de obra requerida. Para determinar la localización de la planta se realizó el estudio por puntuación para las diferentes opciones investigadas

Tabla # 4

Ponderación para la localización de la planta

Productora de harina de plátano

| Factores de ponderación | Ponderación ideal | # 1 Izabal | #2 Escuintla | #3 Santa Rosa |
|---------------------------------|-------------------|---------------|-----------------|------------------|
| Factores de producción | | | | |
| Materia prima | 25 | 25 | 23 | 25 |
| Mano de obra | 10 | 9 | 8 | 9 |
| Agua | 4 | 4 | 3 | 3 |
| Fuerza motriz | 3 | 3 | 3 | 3 |
| Combustible | 3 | 3 | 3 | 3 |
| Factores de distribución | | | | |
| Facilidad de Transporte | 15 | 12 | 14 | 10 |
| Mercadeo | 20 | 19 | 15 | 15 |
| Factores mixtos | | | | |
| Car. Zona | 2 | 2 | 1 | 2 |
| Facilidad Urbana | 6 | 5 | 6 | 4 |
| Actitud de Comunidad | 4 | 4 | 3 | 2 |
| Legibilidad y fiscalidad | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Desarrollo regional | 3 | 3 | 3 | 3 |
| Social | 3 | 3 | 2 | 3 |
| | 100 | 94 | 86 | 84 |

De acuerdo a la puntuación obtenida para cada una de las alternativas elegidas, se eligió la número 1, del departamento de Izabal, y específicamente, el área de Puerto Barrios con aproximadamente de 1292 kilómetros cuadrados y a una altura de 0.67 metros sobre el nivel del mar, limita al norte con la bahía de Amatique, conocido también como Santo Tomás de Castilla, Golfo de Honduras, o mar Caribe, al este con el Golfo de Honduras y la República de Honduras; al sur con la República de Honduras y Morales (Izabal); al oeste con Morales, Los Amates y Livingston (Izabal). Cuenta con una ciudad que es la cabecera departamental y municipal, 5 aldeas y 64 caseríos. Entre los barrios de la cabecera están El Bordo, El Estrecho y El Rastro. Las aldeas son: Corozo, El Chinchado, Entre Ríos y Santo Tomás de Castilla.

Por su localización geográfica, Puerto Barrios presenta características especiales que se enumeran a continuación:

Accidentes geográficos: Sierras: de Omoa y del Espíritu Montañas: del Mico y de La Grita. Cerros: del Diablo, Escarpando y San Gil.

Estaciones de ferrocarril: Estaciones de Ferrocarril: Corozo, Entre Ríos, Puerto Barrios.

Accidentes hidrográficos: Mar: Caribe. Golfo: de Honduras. Bahías: de Amatique, Santo Tomás de Castilla, de Omoa y La Graciosa.

El clima del área de Puerto Barrios y Santo Tomás de Castilla puede designarse como tropical, puesto que casi durante todo el año las temperaturas permanecen altas, muy apropiado para la siembra de cultivos tropicales, especialmente el plátano. Los servicios público vitales como el agua potable, estos limitados pues estos se obtienen a ciertas horas del día. La energía eléctrica está totalmente instalada en todo el municipio. En telecomunicaciones, cuenta con oficinas de correos y telégrafos además del servicio telefónico. En cuanto a vías de comunicación, cuenta con el tramo carretero norte CA-9 comunicándolo con la ciudad y el resto del país, además de

contar con calles asfaltadas y pavimentadas así como veredas que lo atraviesan y comunican, existiendo vías férreas, facilitando así la comercialización y transporte de productos.

E. INGENIERÍA DEL PROYECTO

1. Programa de producción: Durante el primero año de operaciones, la planta de producción de harina de plátano, funcionará a un 60% de la capacidad total instalada, de tal forma que el volumen estimado de producción será de 35.7 miles de quintales de harina de plátano. No habrá ninguna temporada específica para su producción, ya que la materia prima (plátano entero maduro) se obtiene durante todos los meses del año. Con este programa de producción, la relación de plátano entero a harina de plátano deshidratado es de 1 quintal de harina de plátano a 4.17 quintales de plátano entero. Se debe tomar en cuenta que el producto como parte inicial del proyecto va a ser obtenido de los diferentes distribuidores, considerando a mediano plazo la obtención de ésta materia prima por medios propios.

El precio de obtención por quintal de plátano entero maduro tiene un costo de Q30.00 Según estos datos se logra obtener el redimiendo necesario para obtener el volumen estimado del producto que es de 59.5 miles de quintales de harina de plátano, es decir, es necesario 250 millones de quintales de plátano verde.

2. Proceso Industrial: La materia prima a utilizar, es plátano en estado de madurez (Musa Paradisiaca) con los parámetros (físicoquímicos) de calidad que se observan en la tabla #16 (anexo 3). Es importante que presente estas características, pues de ellas dependerá la calidad de la harina de plátano.

Descripción del producto: la harina de plátano es un producto seco, de color gris claro casi una tonalidad crema, con una apariencia de polvo muy fino y con un aroma relativamente débil. Se presenta en sacos de un quintal debido a la facilidad de su

empaque y a su compactibilidad dentro del mismo. En caso de que el producto no presente los parámetros necesarios para su aceptación, lo que se hace es venderlo en el mercado local, ya que presentaría un estado de madurez óptimo para su consumo inmediato.

Usos: en nuestro medio es poco conocido, se elabora principalmente para la producción de atol de plátano, consumido frecuentemente cuando se padece de diarrea, ya que con el potasio que contiene el atol, ayuda a que la persona se hidrate con más facilidad. El uso principal de este producto está enfocado en la elaboración de nuevos productos, manteniendo un valor dietético alto de los mismos y que sus características sean las indicadas para su conservación a tiempo más o menos prolongados. Actualmente, en países europeos es utilizado para. La elaboración de bebidas instantáneas de plátano, además como fruta para la elaboración de comportas (comida de bebé), para la producción de papitas fritas de sabor, etc. Además es utilizado en ciertas proporciones para elaborar: pasteles, pan, galleta, que llegan a sustituir en parte a la harina de trigo. También se utiliza para la elaboración de alimentos balanceados como sopas nutritivas, bebidas etc., la cual es combinada con soya, y otras fuentes de proteínas. Lo más importante de todos los productos es la riqueza en proteína que presenta el plátano como materia prima de los mismos, proyectando una demanda considerable en el mercado a largo plazo.

Descripción del proceso de producción: la obtención de harina de plátano para consumo individual, es la realidad artesanal, por lo tanto, se describe a continuación un proceso más tecnificado que acelera el tiempo y aumenta el volumen de harina de plátano que se puede producir a nivel industrial.

a. Autoclavización: Este proceso consiste en un calentamiento de los productos en la autoclave que se verifica comúnmente de 0 a 5 psi depresión (128 ° F) durante 40 a 45 minutos. En este proceso, que puede llamarse pre-cocción, se ablandan los productos. En relación a la pre-cocción de los plátanos hemos de notar que ocurre un cambio químico en el tanino. Se sabe que el tanino está distribuido en

algunos tejidos vegetales. Con un cambio de presión en el autoclave alrededor de 15 psi (212 °F) y aun a 10 paso (180 °F), los tejidos comestibles de los plátanos se colorean casi de completamente castaño, lo cual es indeseable. Por lo tanto, para preparar la harina de plátano conservando su color claro, debe limitarse la temperatura durante la autoclavización.

b. Descascaramiento: Después del proceso de cocción en el autoclave, los plátanos se descascarán, lo cual se hace habitualmente a mano. Un obrero entrenado puede descascarar, con un simple chuchillo de acero inoxidable, descascar hasta 300 plátanos en una hora. Este proceso es más fácil después de la precocción.

c. Corte: Los plátanos descascarados se cortan preferentemente a máquina, para lo cual pueden utilizarse las máquinas de discos para cortar papas. El grosor de los cortes debe ser de 2 a 4 mililitros.

d. Desección: Para la desecación es conveniente el uso de túneles de secado, donde la experiencia ha mostrado que la temperatura óptima de desecación es de 70 a 80 °C. Una temperatura más alta provocaría la aparición de color amarillento debido a la caramelización parcial de los azúcares.

e. Molienda y tamizado: Cuando el producto desecado se pone en equilibrio en la relación a la distribución de humedad, se muele y se tamiza. Se utiliza un tipo de molino mecánico, en particular el de quijadas, en el que los muele lo más cerca posible a fin de reducir la masa a una harina fina.

La tamización se hace con tamices metálicos Nos. 40 ó 60, dependiendo de las aplicaciones que se han de dar a la harina fabricada.

Cuando se usan muelas metálicas es necesario pasar la harina ya preparada por un campo magnético fuerte a fin de eliminar partículas metálicas que las hayan contaminado.

f. Empaque: Se empaca en sacos de polipropileno de 1 quintal para la exportación. Se lleva al almacén a la espera de las entregas necesarias.

Se muestra en la sección de anexos el diagrama de flujo del proceso

3. Maquinaria y equipo: Los requerimientos de maquinaria y equipo de la planta de producción de harina y plátano son los siguientes:

Tabla # 5
Requerimiento de equipo y herramienta

| Operación | Maquinaria y equipo | Unidades |
|---------------------|--------------------------------------|----------|
| Autoclaves | Básculas | 10 |
| | Intercambiador de tubos concéntricos | 1 |
| Desacascaramiento | Cuchillos de acero inoxidable | 50 |
| Corte | Máquina cortadora de discos | 10 |
| Desecación | Tuneles de secado | 10 |
| Molienda y tamizado | Molino de quijada | 10 |
| | Tamiz 40 - 60 | |
| Empaque | Máquina llenadora | 10 |

4. Materia prima y materiales: Para llenar el programa de producción, la planta de producción de harina de plátano, demandará en su operación anual las siguientes cantidades de materia prima y materiales:

| | |
|------------------------|--------------------------------|
| a) Plátano entero | 240,000 quintales |
| b) Agua | 18,000 metros cúbicos |
| c) Material de Empaque | 250,000 de sacos de un quintal |

** Los precios se observan en el análisis de rentabilidad.

5. Personal: Durante el tiempo de producción, con una sola jornada de trabajo, la planta de producción de harina de plátano ocupará un total de 120 trabajadores en concepto de mano de obra directo.

A continuación se enumera la cantidad de empleados asignados a cada una de las operaciones de producción:

Tabla # 6
Personal de producción de planta

| Operación | No de Trabajadores |
|---------------------|--------------------|
| TOTAL | 120 |
| Autoclave | 20 |
| Descascaramiento | 40 |
| Corte | 20 |
| Secado | ---- |
| Molienda y tamizado | 10 |
| Empaque | 30 |

Es importante hacer notar que las operaciones son sucesivas, por lo que se asigna números de trabajadores a cada operación, en las cuales a veces se necesitara de todos, de algunos o de los seleccionados previamente para las operaciones de mayor cuidado.

6. Agua: Para el consumo de agua se contará con un pozo propio para el proceso. Se estima un consumo de 1,500 metros cúbicos por mes, lo que implica 75,000 litros al día.

7. Combustible: En el proceso, se utilizará para el intercambiador de tubos concéntricos. Con base a la cantidad de energía que debe liberar el intercambiador, se estima una cantidad de 250 galones de diesel durante el periodo de producción.

8. Energía Eléctrica: La energía a utilizar es para el alumbramiento y equipo variado, que considerando las 10 líneas de producción con que cuenta la planta, se estima un consumo de 1,683,548.00 KWh por año.

9. Diseño de la planta y distribución en el terreno: Las instalaciones de la planta, comprenden una área utilizable de 1000 metros cuadrados, distribuida en 30 metros de ancho por 25 de largo, destinados a la construcción de galera donde estarán las autoclaves, oficinas, bodegas, empaque, desecadoras, cortadora de disco y aéreas de servicio. De esta forma los costos de instalación serán:

Tabla # 7

| Costos de instalación de la galera para la planta de harina de plátano | |
|--|---------------------|
| Terreno de 1000 mt ² | Q 85,000.00 |
| Galera e instalaciones | Q 350,000.00 |
| Instalaciones especiales | Q 25,000.00 |
| TOTAL | Q 460,000.00 |

F. PLAN DE INVERSIÓN

El plan de inversión para la puesta en marcha y operación de la planta productora de harina de plátano es el siguiente:

Tabla # 8
Propuesta total de la inversión fija
(En quetzales)

| Componentes del Poyecto | Costo |
|--------------------------|-----------------------|
| Terreno | Q 85,000.00 |
| Obra Civil | Q 375,000.00 |
| Instalaciones especiales | Q 10,000.00 |
| Maquinaria y equipo | Q 3,500,000.00 |
| Herramienta | Q 10,000.00 |
| Mobiliario y equipo | Q 10,000.00 |
| | Q 3,990,000.00 |
| Gastos de organización | Q 273,700.00 |
| TOTAL | Q 4,263,700.00 |

** Respecto a la inversión general, se incluye los gastos totales por cada rubro específico.

** Los gastos de organización se han estimado y serán amortizados durante la vida útil del proyecto y de conformidad con lo que estipula ley del impuesto sobre la renta, en cinco cuotas anuales, sucesivas e iguales a Q54,740.00. Consecuentemente, al final de la vida del proyecto, este rubro no tendrá saldo.

G. RENTABILIDAD DEL PROYECTO

A continuación se presentan los costos de producción utilizados durante el primer año de operación de la planta productora de harina de plátano, en los cuadros siguientes:

Tabla # 9
Requerimiento de materia prima
(Primer año de operaciones)

| | | <u>Quetzales</u> |
|---|-------|--------------------------------|
| -Plátano maduro entero | | |
| 4.17 qq de plátano entero | ----- | 1 qq de harina de plátano |
| X | ----- | 35,700 qq de harina de plátano |
| <u>X = 150,000 qq de plátano entero</u> | | Q 4,466,070.00 |
| -Agua | | |
| 30 mt ³ | ----- | Q200.00 |
| 18,000 mt ³ | ----- | X |
| <u>X = Q 120,000.00</u> | | Q 120,000.00 |
| TOTAL | | Q 4,568,070.00 |

Tabla # 10
Requerimiento de mano de obra
(Primer año de operaciones)

| <u>Región del gasto</u> | Gastos V = variable <u>F = fijo</u> | Cantidad <u>empleados</u> | <u>Quetzales</u> |
|----------------------------|---|------------------------------|-------------------------------|
| <u>Autoclave</u> | | | |
| Material tarado | V | 10 | Q 36,000.00 |
| Revisores | V | 5 | Q 21,000.00 |
| Prestaciones laborales | V | | <u>Q 23,500.00</u> |
| | | | ^(41.16%) <u>Q 80,500.00</u> |
| <u>Descascaramiento</u> | | | |
| Plátano descascarado | V | 40 | Q 144,000.00 |
| Monitoreo de cond. | V | 2 | Q 22,500.00 |
| Revisores | V | 3 | Q 12,600.00 |
| Prestaciones laborales | V | | <u>Q 73,800.00</u> |
| | | | ^(41.16%) <u>Q 252,900.00</u> |
| <u>Corte</u> | | | |
| Acomodamiento | V | 10 | Q 36,000.00 |
| Inspectores | V | 5 | Q 18,000.00 |
| Prestaciones laborales | V | | <u>Q 22,300.00</u> |
| | | | ^(41.16%) <u>Q 76,300.00</u> |
| <u>Desecado</u> | | | |
| Acomodamiento | V | 10 | Q 36,000.00 |
| Inspectores | V | 5 | Q 18,000.00 |
| Prestaciones laborales | V | | <u>Q 22,300.00</u> |
| | | | ^(41.16%) <u>Q 76,300.00</u> |
| <u>Molienda y tamizado</u> | | | |
| Alimentado a molienda | V | 10 | Q 27,000.00 |
| Descarga a tamiz | V | 10 | Q 27,000.00 |
| Inspectores | V | 10 | Q 36,000.00 |
| Prestaciones laborales | V | | <u>Q 37,050.00</u> |
| | | | ^(41.16%) <u>Q 127,050.00</u> |

Continúa en la siguiente página...

Tabla # 11
Requerimientos de gastos de fabricación
(Primer año de operaciones)

| <u>Región del gasto</u> | Gastos V = variable F = Fijo | <u>Quetzales</u> |
|--|------------------------------------|----------------------|
| <u>Autoclave</u> | | |
| Deprec. báscula 20% | F | Q 98,000.00 |
| Deprec. de caldera (20%) | F | Q 250,000.00 |
| <u>Descascaramiento</u> | | |
| Cuchillo de acero inoxidable | F | Q 3,000.00 |
| <u>Corte</u> | | |
| Deprec. de túneles de secado de disco. 20% | F | Q 30,000.00 |
| <u>Molienda y tamizado</u> | | |
| Deprec. de molino de quijada 20% | F | Q 68,000.00 |
| Tamiz de 60-40 mesh | F | Q 10,000.00 |
| <u>Mano de obra indirecta:</u> | | |
| Bodeguero | F | Q 15,000.00 |
| Mecánico Industrial | F | Q 30,000.00 |
| Mano de obra indirecta prestaciones laborales | F | Q 18,522.00 |
| Material de empaque | V | Q 8,500.00 |
| Deprec. de edificio/instal. | F | Q 8,750.00 |
| Deprec. de maqui./equipo | F | Q 90,000.00 |
| Deprec. de herramienta | F | Q 1,500.00 |
| Reparaciones y mantenimiento | F | Q 1,200.00 |
| Combustible / Lubricante | F | Q 48,000.00 |
| Seguro de maq / equipo 1% | F | Q 2,500.00 |
| Energía eléctrica | F | Q 420,000.00 |
| Gran total | | Q1,152,972.99 |

Tabla # 12
Costo de producción de harina de plátano

| Descripción | Quetzales |
|------------------------------------|----------------------|
| <u>Autoclave</u> | |
| <u>Materia prima</u> | |
| Plátano entero y agua | Q4,586,070.00 |
| <u>Mano de obra</u> | |
| Gastos totales | Q 80,500.00 |
| <u>Gastos de fabricación</u> | |
| Gastos totales | Q 348,000.00 |
| Costos de producción en autoclave | Q5,014,570.00 |
| <u>Descascaramiento</u> | |
| <u>Mano de obra</u> | |
| Gastos totales | Q 252,900.00 |
| <u>Gastos de fabricación</u> | |
| Gastos totales | Q 3,000.00 |
| Costo de producción en Descascarar | Q 255,900.00 |
| <u>Corte</u> | |
| <u>Mano de obra</u> | |
| Gastos totales | Q 76,300.00 |
| <u>Gastos de fabricación</u> | |
| Gastos totales | Q 50,000.00 |
| Costo de producción en Corte | Q 126,300.00 |

Continúa en la siguiente página...

...continuación de tabla #12

Desecado

Mano de obra

Gastos totales Q 76,300.00

Gastos de fabricación

Gastos totales Q 30,000.00

Costo de producción de desecado **Q 106,300.00**

Molienda, tamizado y operaciones finales

Desecado

Mano de obra

Gastos totales Q 360,050.00

Gastos de fabricación

Gastos totales Q 78,000.00

Costo de producción en molienda y tamiz y op. finales **Q 438,050.00**

Gastos de fabricación

Mano de obra indirecta Q 45,000.00

prestaciones laborales Q 18,522.00

Material de empaque Q 8,500.00

Deprec.de edificio/instal. Q 8,750.00

Deprec.de maqui/equipo Q 90,000.00

Deprec.de herramienta Q 1,500.00

Reparación y mantenimiento Q 1,200.00

Combustible / lubricante Q 48,000.00

Seguro de maq / equipo 1% Q 2,500.00

Energía eléctrica Q 420,000.00

Q 643,972.00

Costo total de producción de harina de plátano **Q 6,585,092.00**

Unidades producidas 35,700

Costo de producción de 1 saco de qq **Q 184.66**

1. Ingresos proyectados: Los ingresos que generara la planta de producción de harina plátano, a nivel de un 90% de ventas de la producción total, para un año de operación es:

Tabla # 13

Ingreso estimado para el primer año de operaciones

| Producto | Producción | Unidades Vendidas | Precio de venta | Ingreso |
|-------------------|------------|-------------------|-----------------|----------------|
| Harina de plátano | 35,700 | 32,130 | Q 325.00 | Q10,442,250.00 |

**Nota. La razón de cómo se obtuvo el precio de venta se explica en “Tasa Interna de Retorno” (Página 45)

2. Utilidades proyectadas: En el siguiente cuadro se presenta en forma condensada, la utilidad neta estimada para el primero año de operaciones de planta productora de harina de plátano en base a cálculos realizados:

Tabla # 14

Utilidad estimada al primer año de operaciones

| | |
|----------------------------|----------------------|
| Ventas | Q10,442,250.00 |
| <u>Costo de producción</u> | |
| Materia prima | 4,586.070.00 |
| Mano de obra | Q846,050.00 |
| Gastos de fábrica | <u>Q1,152,972.00</u> |
| Costo de producción | Q6,585,092.00 |
| (-) Inventario final | <u>Q1,160,250.00</u> |
| | Q5,017,408.00 |

Continúa en la siguiente página...

...continuación de tabla #14

| | |
|----------------------------|----------------------|
| <u>Utilidad bruta</u> | Q5,017,408.00 |
| <u>Gastos de operación</u> | |
| Gastos totales | <u>Q366,401.00</u> |
| <u>Utilidad neta</u> | <u>Q4,651,007.00</u> |

3. Curva de aprendizaje: La Gráfica No.1 (apéndice 10), muestra un comportamiento decreciente de las horas-hombres por quintal de harina de plátano vrs quintales de harina de plátano acumulativo. Dicha gráfica indica que conforme más se practique el proceso, se obtendrá más producción en menos tiempo. Por ejemplo: al arrancar una planta podrían existir problemas mecánicos y en el proceso al inicio, y el producto al inicio no servirá hasta llegar a entonar y afinar dicho proceso, este tipo de problemas ya están considerados en la curva de aprendizaje. La curva de aprendizaje tiene un final asintótico, es decir, el aprendizaje disminuye pero nunca cesa.

4. Punto de equilibrio: El punto de equilibrio, para la planta productora de harina de plátano, se calculara aritméticamente y se determinara en valores. La simbología es la siguiente:

G.F = gastos fijos, G.V = gastos variables, V = ventas, de donde la relación

$GF / (1-GV/V) = PEQ$ es el punto de equilibrio y en unidades $PEU = PEQ/ P.U.V$

Tabla # 15

Clasificación de gastos para el cálculo del punto de equilibrio económico

| Gastos en Quetzales | | | | |
|--|---|--------------|-----------|---------------------|
| <u>Concepto</u> | | <u>Fijos</u> | Variables | Total |
| <u>Gastos de ventas</u> | | | | |
| Sueldos de vendedor | Q | 30,000.00 | | Q 30,000.00 |
| Prestaciones lab. | Q | 4,116.00 | | Q 4,116.00 |
| | | | | Q 34,116.00 |
| <u>Gastos de administración</u> | | | | |
| Sueldos del | | | | |
| Personal admon. | Q | 209,000.00 | | Q 209,000.00 |
| Prestaciones | Q | 86,285.00 | | Q 86,285.00 |
| Papelería/ útiles y Accesorios | Q | 10,500.00 | | Q 10,500.00 |
| Deprec. mobiliario y equipo | Q | 25,000.00 | | Q 25,000.00 |
| Gastos varios (que representa aprox. 5% de la inversión inicial de la planta) | Q | 1,500.00 | | Q 1,500.00 |
| | | | | Q 332,285.00 |
| <u>Resumen</u> | | | | |
| Costo de producción | | | | Q6,585,092.00 |
| Costo de venta | | | | Q5,017,408.00 |
| Gastos de operación | | | | Q366,401.00 |

$$P.E.Q. = 1,144,472.00 / (1 - (854,550.00 / 10,442,250.00)) = 1,246,478.58$$

$$P.E.U = 1,246,478.58 / 325 = 3,835.32$$

Estos cálculos, asumiendo ventas totales sobre el 90% de la producción. Lo anterior muestra los siguientes índices

| | |
|--|-----------------|
| Ventas totales = | Q 10,442,250.00 |
| Gastos variables = | Q 854,550.00 |
| Gastos fijos = | Q 1,144,472.00 |
| Ganancia neta = | Q 4,651,007.00 |
| Punto de equilibrio = | Q 124,678.58 |
| Punto de equilibrio en unidades = | 3,835.32 |
| Recuperación de la inversión inicial = | 1.2 años |

5. Capital de trabajo: El capital de trabajo es el capital necesario para mantener operando la planta son tener ingresos. Al igual que el terreno, el capital de trabajo no se deprecia durante la vida del proyecto, ni se puede deducir de los impuestos como gastos. Puesto que no hay margen de depreciación sobre el capital de trabajo, se tiene que mantener durante toda la vida del proyecto.

Este es el valor se puede calcular de dos maneras:

a.- Como regla gruesa, el capital de trabajo es aproximadamente igual al costo de operaciones de tres meses de planta:

Con base a la Tabla # 12 tenemos que el capital de trabajo es 1,542,573.00 quetzales.

b.- El capital de trabajo es del 25% del costo d la planta:

Entonces, el valor del capital de trabajo es 1,045,925.00 quetzales.

Como se puede observar existe similitud en los valores. Para asegurar la disponibilidad de capital necesario para la puesta en marcha de la planta, se define que el trabajo capital es de.

Q.1,500,000.00

H. ORGANIZACIÓN DE LA PLANTA

La organización que se aplicara en la planta productora de harina de plátano es del tipo funcional, ya que por medio de esta puede obtenerse una mejor coordinación de las diferentes secciones a través de los distintos niveles. Además, con ella se atiende muy bien las funciones financieras, la producción y la comercialización.

Dentro del alcance jurídico que tendrá la planta, se considera factible la sociedad anónima. En este caso la portación individual de cada socio, esta aprobada por las leyes de comercio y código civil para regular su actividad comercializadora. Además favorece este tipo de sociedad, pues permite la ejecución de proyectos de alta inversión económica, no hay limitaciones para el número de socios, facilita la colocación de acciones en los mercados, los socios se ven incentivados por la posibilidad de enajenar sus acciones sin mayor trámite. La responsabilidad de los accionistas se limita al monto de su aporte, permite su explotación comercial y/o industrial regulada por el código de comercio y existen menos riesgos para el inversionista ya que solo responde a terceros por el monto de acciones.

I. EVALUACIÓN ECONÓMICA DEL PROYECTO

Un proyecto puede enfocarse y evaluarse desde tres puntos de vista: el empresario, el de la empresa y el de la economía en su conjunto. Un proyecto resulta atractivo y beneficioso para las tres partes interesadas pues las leyes exigen el beneficio en proporción adecuada. Por lo tanto, se realiza ahora la evaluación como paso final de este estudio y así poder determinar la factibilidad del mismo

1. Tasa de rendimiento del empresario: Relación que existe entre la utilidad neta de operaciones y la inversión total requerida. El valor se obtiene del siguiente coeficiente:

$$\begin{aligned} \text{TREo} &= \text{Utilidad neta} / \text{inversión total} \\ &= 4,651,007.00 / 9,119,621.00 = 0.52 \end{aligned}$$

El valor obtenido es de 52%, lo que nos indica que la inversión se paga aproximadamente en un año y medio.

2. Tasa de rendimiento de la empresa: Se define por la relación:

$$\text{TREa} = (U + D + i + T) / \text{In}$$

Donde U es la utilidad neta, D es la depreciación y amortización, i son los intereses y T los impuestos siendo In la inversión total. Por lo tanto tenemos:

$$\text{TREa} = (4,651,007.00 + 373,950.00 + 1,035,399.20) / 9,119,621.00$$

$$\text{TREa} = 0.66 \approx 0.70$$

Esta es una atractiva, que refleja que desde su primer año de operaciones, estará en capacidad de cubrir sus obligaciones financieras y dará una utilidad compensadora al riesgo de la inversión y para el desarrollo potencial del mercado.

3. Tasa de rendimiento de la empresa: Es la tasa anual de rendimiento del proyecto, en términos de la relación entre el valor agregado y los insumos que requieren la planta. Se define como la relación:

$$\begin{aligned} \text{TREN} &= \text{valor agregado} / \text{insumos} \\ \text{TREN} &= 1,044,225.00 / 4,586,070.00 = 0.23 \end{aligned}$$

Este valor nos indica que tendrá una generación de ingresos del 23% sobre el valor de los insumos requeridos. Por lo tanto, es un proyecto que ofrece generación de ingresos en la economía nacional.

4. Tasa Interna de Retorno: Es la tasa o interés compuesto que se va a obtener con base a la inversión inicial. Esta se cumple si; $I = FC / (1+TIR) + FC / (1+TIR)^2 + \dots + FC / (1+TIR)^N$ donde FC es el flujo de caja, N es el número de años e I la inversión total del proyecto.

Se está comercializando con un producto que no se cuenta con su precio de venta en el mercado, de forma que para obtener el precio venta adecuado, se realizó lo siguiente:

Primero se obtuvo el comportamiento del TIR versus precio de venta sugerido (Gráfica No.2). Luego de observar su comportamiento lineal, fijamos a TIR igual a 30 (el cual es el mínimo para considerar factible el proyecto). Entonces, para dicho TIR le corresponde un precio de venta de Q321.26 por quintal de harina de plátano (según Gráfica No.2), sin embargo para trabajar con números redondos y asegurar una buena factibilidad del proyecto, se asignará un precio de Q325.00 por quintal de harina de plátano.

El valor obtenido de la TIR para el proyecto es de 31.60% el cual es un valor aceptable para el tipo de proyecto que se desarrolla, verificándose los valores en el anexo 6. Se está comercializando un producto que no existe en el mercado, de forma que para obtener el precio de venta se calcula el comportamiento de la TIR a diferentes precios de venta de la harina de plátano.

VIII. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

A. Análisis básico

La harina de plátano se conoce poco en nuestro país, a tal punto que se elabora a un nivel artesanal y consumo local. Actualmente no se cuenta con información de valores de producción, costos y ganancias para realizar una comparación crítica.

Es importante resaltar la influencia que este producto puede provocar en el mercado Europeo, pues al ser este bastante apreciado por ellos, sus expectativas tienden a colocarlo como un producto no tradicional de consumo masivo. A pesar de que el producto pueda obtenerse de regiones mas cercanas, como África o Asia, la aceptación del producto guatemalteco es buena y resulta favorable obtenerlo de Guatemala.

Además debe mencionarse que las condiciones necesarias para obtener un producto de alta calidad lo determinan la calidad de la materia prima, el plátano verde, cuyas condiciones son muy adecuadas en nuestro medio, sobre todo en el Depto. de Izabal, donde se ajusta adecuadamente, obteniéndose resultados óptimos de producción. La tecnología utilizada para proceso no requiere de un entrenamiento superior para la mano de obra general, lo que implica que el proyecto se convierte en una fuente de trabajo a nivel rural muy conveniente, que beneficiaría a las poblaciones aledañas y la propia en si; por lo que la función social del proyecto, también se vuelve ponderante y prevalece sobre otras.

Desde el punto de vista económico y en base a los índices analizados, se percibe como una industria prospera, que genera fuentes de empleo así como ganancias, beneficiando a los trabajadores y patronos. Esto repercute en dar confianza a otros países en comercializar los diferentes productos que aquí se producen. Se hace notar que los parámetros de calidad que cumple la materia prima, hacen que el producto

pueda ser competitivo a nivel exterior, lo que hace que participe dentro e la fase de globalización que afecta a todos los mercados mundiales.

B. Análisis económico

1. Disponibilidad de la materia prima: la disposición de la materia prima necesaria para la realización del proyecto, es uniforme durante los 12 meses del año, debido a que su demanda se mantiene igual a su precio de obtención. Es por ello que la operación de la planta se dará durante todo el año. Esto implica qué pensar de un desabastecimiento de la materia prima, escapa de toda realidad, es decir que la compañía cuenta con la capacidad de obtener por diferentes medios la materia prima. Por tanto no puede considerarse como un factor para el aumento del precio final de venta del producto, la falta de materia prima. Por causa de disponibilidad de materia prima no se vería en problema, pues se contempla cualquier variación en el mercado del plátano.

2. Evaluación del mercado: como se ha indicado anteriormente, datos acerca de la industrialización y exportación de harina de plátano no existe, debido a lo novedoso del proyecto.

La información básica para la determinación del mercado de consumo es restringida, únicamente mediante revistas de "desarrollo de alimentos nutritivos para consumo humano" menciona la intervención del producto para la elaboración de diferentes alimentos ricos en proteínas y bajos en grasas ya que la tendencia del mercado es consumir alimentos con estas características, entonces, se estima un consumo masivo de la harina de plátano por sus inmediatas y futuras aplicaciones.

Por tanto las expectativas del mercado exterior, son bastantes y se necesitan cumplirlas, ofreciendo un producto de calidad a un precio competitivo. Lastimosamente, para desarrollarlo a nivel local, hace falta mucha promoción e información, por lo que el proyecto basa su estudio netamente en el mercado externo.

3. Localización: acerca de la localización, es importante decir que la selección del lugar se hizo en base a parámetros apreciables que han demostrado ser satisfactorios para lograr una ubicación adecuada de la planta. Además, las condiciones necesarias para el desarrollo de esta industria, encuentran su máximo aprovechamiento en el lugar elegido. Es necesario hacer notar que los tres lugares elegidos, cumplen con los requisitos para la aplicación del proyecto, pero por cuestiones netamente económicas, se eligió el lugar donde se situaría la planta.

4. Plan de inversión: la planificación de la inversión inicial a realizar, toma en cuenta las condiciones bajo las cuales va a darse marcha el proyecto. Se requiere conocer las pautas más importantes para el diseño de las instalaciones. En vista de los requerimientos de la planta a montar, se elige la construcción de las instalaciones que serán suficientes para que la planta funcione. Es preciso recordar que la tecnificación del proyecto es regulada, y por ende la cantidad a invertir es una cantidad relativamente fuerte para dar marcha al proyecto.

5. Evaluación económica: en vista de todos los datos necesarios para el cálculo de la rentabilidad y de la evaluación económica del proyecto, se observa que la inversión inicial fija de Q 4,183,700.00 y la inversión de materia prima por Q 4,586,070.00 cubren todo lo necesario para dar inicio a las funciones de la planta. Es importante hacer notar que el precio de la materia prima resulta relativamente bajo ya que la planta se encuentra cerca del lugar de cosecha, es decir el verdadero gasto radica en la siembra del plátano y su recolección, eliminando su costo por transporte, lo que lo hace más económico. En la sección de anexos se muestran los cálculos realizados para que el proyecto sea factible obteniendo la materia prima en base a un precio de Q 30.00 el quintal, con un margen aceptable de ganancia. Esto con el fin de no incidir tanto en precio de venta, como en el margen de ganancia.

Con base a la ganancia obtenida luego del primer año de producción, iniciando con el 60% de la capacidad de la planta, resulta que el valor de recuperación de la inversión en las mismas condiciones, es de 1.2 años, lo que económicamente es

factible pues no ha tomado en cuenta la proyección y el aumento paulatino de la capacidad de producción que obviamente generara valores más altos de producción y ventas, lo que se traducirá en un margen de ganancias más amplio.

Respecto a la mano de obra, ya que no se necesita que sea altamente calificada, se obtiene una gran economía, pues no hay necesidad de entrenar exclusivamente al personal, sino más bien, indicarles claramente en lo que consiste el trabajo. Además, se cumple con todas las compensaciones laborales para actuar dentro del margen de la ley.

Para el cálculo unitario del producto, se realizó el análisis de costo de los insumos utilizados y gastos de fabricación y producción, obteniendo un valor de Q 184.4685, siendo este un precio unitario de producción muy “competitivo”, acelerando la inversión de la planta al mercado de exportación.

La utilidad neta proyectada, es de 4,651,007.00 durante el primer año de la producción, viéndose aumentado en un 5% Anualmente a medida que mantengas las condiciones establecidas durante el primer año de producción, lo cual es bastante aceptable y factible para cualquier inversionista que desee aplicar al proyecto.

El punto de equilibrio, indica el valor de ventas mínimas anuales. Para empezar a generar utilidades . en este caso, el valor es de Q 1,246,478.58. si el valor resulta menor, generara perdidas, por lo que es necesario tomarlo en cuenta, pues de el dependerá la factibilidad de la realización del proyecto.

La tasa de rendimiento del empresario. Exhibe un valor de 52% lo que económicamente es factible, pues indica que la inversión del capital, se recuperara rápidamente, a un plazo de año y medio.

La tasa de rendimiento de la empresa, muestra un valor de 70%, el cual es aceptable para la evaluación de la factibilidad económica del proyecto. Este valor

indica que la planta desde s primer año de operaciones, estará en la capacidad de solventar sus obligaciones fiscales y financieras.

La tasa de rendimiento bruto nacional, que para este caso es de 0.22, nos indica un índice aceptable para la participación de la planta en el mercado nacional. Este valor, nos sugiere que la función social del proyecto se ve reflejada en la utilización de la mano de obra. Ello quiere decir que la planta de harina de plátano tendrá una generación de 22% doble el valor de los insumos requeridos, que resulta bastante factible.

El calor de tasa interna de retorno es de 31.60%. El valor es realtivamente alto. A pesar que la inversión inicial es relativamente baja en comparación a las utilidades netas, lo que quiere decir que las tasa de rendimiento del empresario se encuentran adecuada. Además consideremos que hemos fijado un precio de venta por quintal de harina de plátano para obtener un TIR que proyectara factible el proyecto.

IX. CONCLUSIONES

1. La ejecución de este proyecto agroindustrial, proveerá al inversionista como a los trabajadores, una fuente segura de ingresos así como un nivel participativo en los mercados externos.
2. El proyecto de la planta de harina de plátano, es económicamente factible, ya que todos los indicadores necesarios para su evaluación, mostraron ser aceptables, además de ofrecer un precio competitivo de venta en el mercado de Q 325.00
3. La tasa de rendimiento del empresario es del 52%, es decir, que este proyecto pagaría la inversión total en menos de dos años.
4. Desde el punto de vista social, el proyecto resulta ser factible, puesto que la tasa de rendimiento bruto nacional es relativamente grande.
5. La tasa de rendimiento es del 70%, lo que indica que el primer año de operaciones la planta es capaz de solventar todas las obligaciones legales y financieras, así como de desarrollarse potencialmente en el mercado.
6. El valor de la tasa de rendimiento interno, es de 31.60% por lo que el proyecto de la planta de harían de plátano, resulta económicamente factible.

X. RECOMENDACIONES

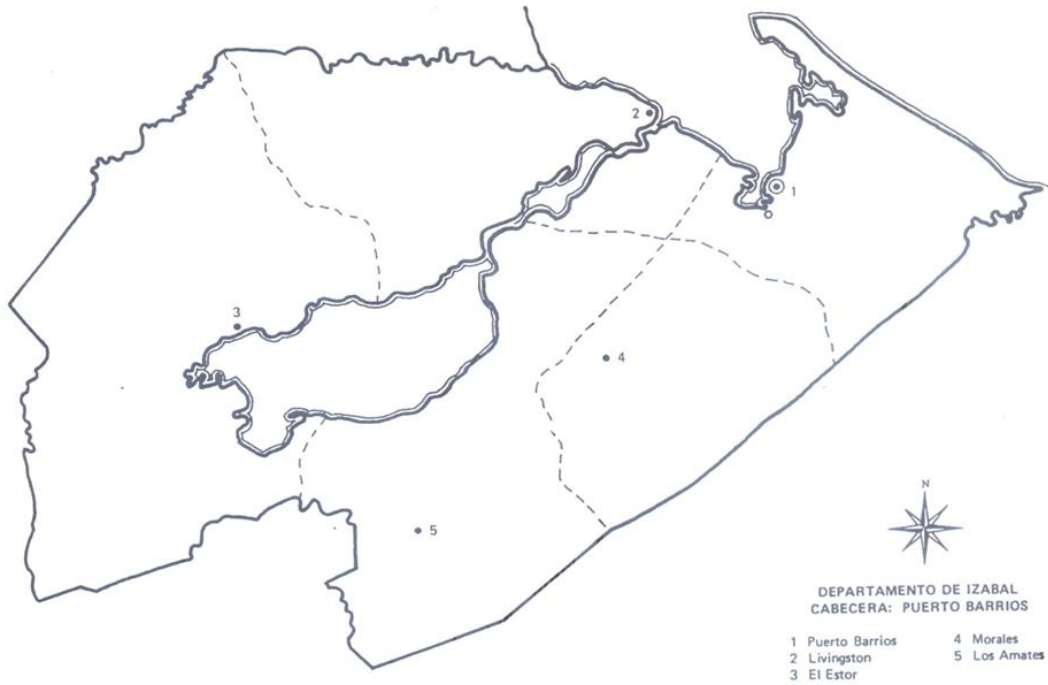
1. Impulsar la harina de plátano a nivel nacional, evaluando estrategias de mercado, para la determinación del potencial de consumo de este en el mercado local.
2. Evaluar las diferentes alternativas de la harina de plátano para la elaboración de nuevos alimentos de consumo humano. Tomando en cuenta que beneficie la pequeña y mediana empresa.
3. Proyectar el estudio a la industria, para que la información de la que se dispone de este producto innovador, esté al alcance de todos y pueda profundizarse en ello.

XI. BIBLIOGRAFÍA

1. Costa Rica. 1988. Sector Público Agrícola. *Consideraciones sobre el cultivo, industrialización y tecnificación del plátano*. Costa Rica. Ministerio de Agricultura. 130 pág.
2. Desrosier, Norman. 1995. *Conservación de los alimentos*. Editorial CECSA, México D.F. 560 pp.
3. *Guía para la exportación de productos agrícolas no tradicionales, plátano*. 1976. Instituto Centroamericano de Tecnología Industrial, ICAITI. Guatemala. 50 pp.
4. Mujumdar, Arun. 1970. *Handbook of Industrial drying*. Mc Gill University Marcel Dekker Inc., USA. 1948 pp.
5. Potter, Norman. 1995. *La ciencia de los alimentos*. 2^{da} ed. Editorial Harla. Mexico D.F. 750 pp
6. *Secadores Solares para fruta*. 1987. Instituto Centroamericano de Tecnología Industrial, ICAITI. Guatemala. 109 pp.
7. *Tablas de Composición de alimentos para uso en América Latina*. 1961. ICNND, Instituto Nacional para Artritis y Enfermedad Metabólicas, Instituto de Nutrición De Centro América y Panamá (INCAP). Guatemala, 122 pp.

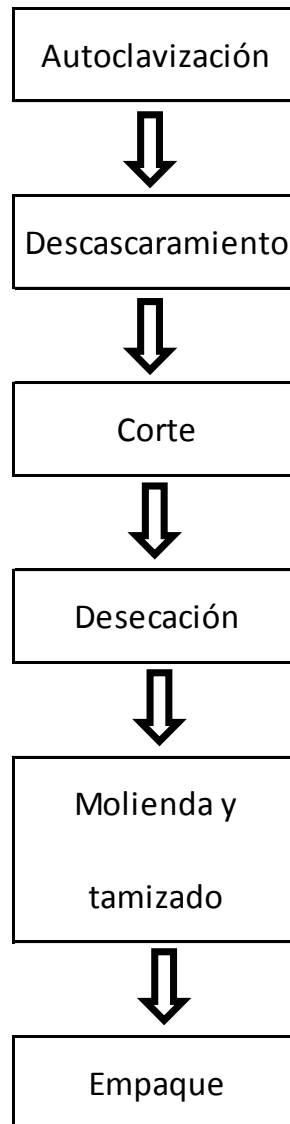
APÉNDICE 1

Mapa administrativo de Izabal



APÉNDICE 2

Diagrama de Flujo del proceso de
Producción de harina de plátano



APÉNDICE 3

Tabla # 16

Propiedades físico-químicas el plátano verde

| | |
|-----------------------------|---------------------------------|
| Peso total aproximado | 298 gr. (varía entre 224 – 534) |
| Peso específico de la fruta | 0.996 |
| Almidón | 23.5% - 30.33% |
| Azúcar total | 0.73% - 1.36% |
| pH (de 10% sol.) | 6.21 |
| Acido tánico | 0.044% |
| Pectina | 0.77% - 1.0% |
| Catalasa | 1.45 – 2.50 |
| Peso seco de la pulpa | 41.81% - 45.4% |

APÉNDICE 4

Tabla # 17
Costos de producción a cinco años de operación
(en quetzales)

| | Año 1 | Año 2 | Año 3 | Año 4 | Año 5 |
|----------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| <u>Materia Prima</u> | | | | | |
| Plátano | | | | | |
| Entero | Q 4,586,070.00 | Q 5,210,415.00 | Q 5,954,760.00 | Q 6,699,105.00 | Q 7,071,277.50 |
| <u>Mano de Obra</u> | | | | | |
| Directa + | | | | | |
| Prestaciones laborales | Q 846,050.00 | Q 888,352.00 | Q 932,770.00 | Q 979,408.00 | Q 1,028,379.00 |
| <u>Gastos de Producción</u> | | | | | |
| Gastos | | | | | |
| Fijos | Q 509,000.00 | Q 509,000.00 | Q 509,000.00 | Q 509,000.00 | Q 509,000.00 |
| Mano / Obra ind. más prest. lab. | Q 63,522.00 | Q 66,698.00 | Q 70,033.00 | Q 73,535.00 | Q 77,211.00 |
| Gastos varios | Q 480,200.00 | Q 504,210.00 | Q 529,420.00 | Q 555,891.00 | Q 583,686.00 |
| Deprec. | Q 100,250.00 | Q 100,250.00 | Q 100,250.00 | Q 100,250.00 | Q 100,250.00 |
| COSTO TOTAL | Q 6,585,092.00 | Q 7,278,925.00 | Q 8,096,233.00 | Q 8,917,189.50 | Q 9,369,803.50 |
| UNIDADES PRODUCIDAS | 35,700.00 | 41,650.00 | 47,600.00 | 53,550.00 | 56,525.00 |
| COSTO UNITARIO POR SACO | Q 184.46 | Q 174.76 | Q 170.09 | Q 166.52 | Q 165.76 |

APÉNDICE 5

Tabla # 18
Producción proyectada a 5 años

| Año | Plátano enteros (quintales) | Bolsas 1 qq harina de plátano | Utilización capacidad instalada |
|------------|--|--|--|
| 1 | 150,000 | 35,700 | 60% |
| 2 | 173,680 | 41,650 | 70% |
| 3 | 198,492 | 47,600 | 80% |
| 4 | 223,300 | 53,550 | 90% |
| 5 | 235,709 | 56,525 | 95% |

APÉNDICE 6

Tabla # 19
Calculo de valores para la TIR (con un precio de venta Q 325.00)

| Año | INGRESOS | EGRESOS | FLUJO DE CAPITAL |
|------------|-----------------|----------------|-------------------------|
| 1 | Q 10,442,250.00 | Q 6,585,092.00 | Q 3,857,158.00 |
| 2 | Q 12,182,625.00 | Q 7,278,925.00 | Q 4,903,700.00 |
| 3 | Q 13,923,000.00 | Q 8,096,233.00 | Q 5,826,767.00 |
| 4 | Q 15,663,375.00 | Q 8,917,190.00 | Q 6,746,185.50 |
| 5 | Q 16,533,400.00 | Q 9,369,804.00 | Q 7,163,596.50 |

APÉNDICE 7

Tabla # 20
Ingresos proyectados a cinco años de operaciones

| Producto | Unidades producidas | Unidades vendidas | Precio | Ingresos |
|-------------------|--------------------------------|------------------------------|---------------|-----------------|
| Harina de plátano | 35,700 | 32,130 | Q 325.00 | Q 10,442,250.00 |
| Harina de plátano | 41,650 | 37,485 | Q 325.00 | Q 12,182,625.00 |
| Harina de plátano | 47,600 | 42,840 | Q 325.00 | Q 13,923,000.00 |
| Harina de plátano | 53,550 | 48,195 | Q 330.00 | Q 15,904,350.00 |
| Harina de plátano | 56,525 | 50,872 | Q 340.00 | Q 17,296,480.00 |

APÉNDICE 8

Tabla # 21
Utilidades proyectadas a cinco años de operaciones
(En quetzales)

| Año | Ventas | Costo de producción | Inventario | Costo de operación | Utilidad Neta |
|-----|-----------------|---------------------|----------------|--------------------|----------------|
| 1 | Q 10,442,250.00 | Q 6,585,092.00 | Q 1,160,250.00 | Q 366,401.00 | Q 4,651,007.00 |
| 2 | Q 12,182,625.00 | Q 7,278,925.00 | Q 1,353,625.00 | Q 388,385.10 | Q 5,868,940.00 |
| 3 | Q 13,923,000.00 | Q 8,096,233.00 | Q 1,547,000.00 | Q 411,688.20 | Q 6,962,079.00 |
| 4 | Q 15,904,350.00 | Q 8,917,189.50 | Q 1,767,150.00 | Q 436,389.50 | Q 8,317,921.00 |
| 5 | Q 17,296,480.00 | Q 9,369,803.50 | Q 1,922,020.00 | Q 462,572.80 | Q 9,386,124.00 |

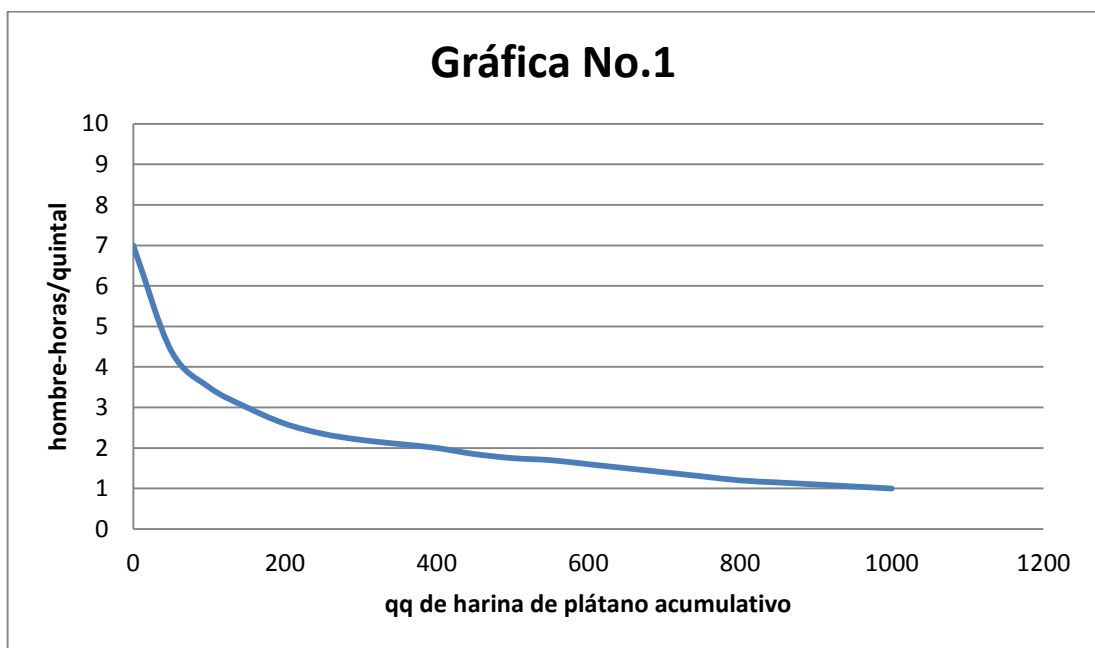
APÉNDICE 9

Tabla # 22
 Datos sobre área, producción, rendimiento, importación y precio medio del
 Plátano.
 Años 1987 – 1997

| Año | Area cosechada (miles mz.) | Producción (miles de qq) | Rendimiento (qq/mz.) | Importación | | Exportación | |
|------|----------------------------|--------------------------|----------------------|-------------|------------|-------------|------------|
| | | | | Miles qq | Miles U.S. | Miles qq | Miles U.S. |
| 1987 | 8.60 | 5,019.30 | 583.60 | - | - | 537.60 | 4,109.60 |
| 1988 | 8.60 | 5,148.00 | 598.60 | - | - | 118.50 | 485.90 |
| 1989 | 8.60 | 5,160.00 | 600.00 | - | - | 157.40 | 660.90 |
| 1990 | 8.60 | 5,160.00 | 600.00 | - | - | 144.60 | 447.20 |
| 1991 | 8.60 | 5,390.60 | 626.80 | - | - | 1,017.90 | 8,787.00 |
| 1992 | 8.60 | 5,476.90 | 636.80 | - | - | 448.40 | 1,769.90 |
| 1993 | 8.60 | 5,476.90 | 636.80 | - | - | 226.20 | 219.90 |
| 1994 | 8.60 | 5,476.90 | 636.80 | - | - | 211.30 | 388.50 |
| 1995 | 9.00 | 5,671.00 | 630.10 | 0.50 | 0.40 | 362.10 | 430.00 |
| 1996 | 9.20 | 5,520.00 | 600.00 | - | 0.10 | 360.20 | 549.70 |
| 1997 | 9.40 | 5,550.00 | 590.40 | 0.10 | 0.50 | 197.30 | 886.30 |

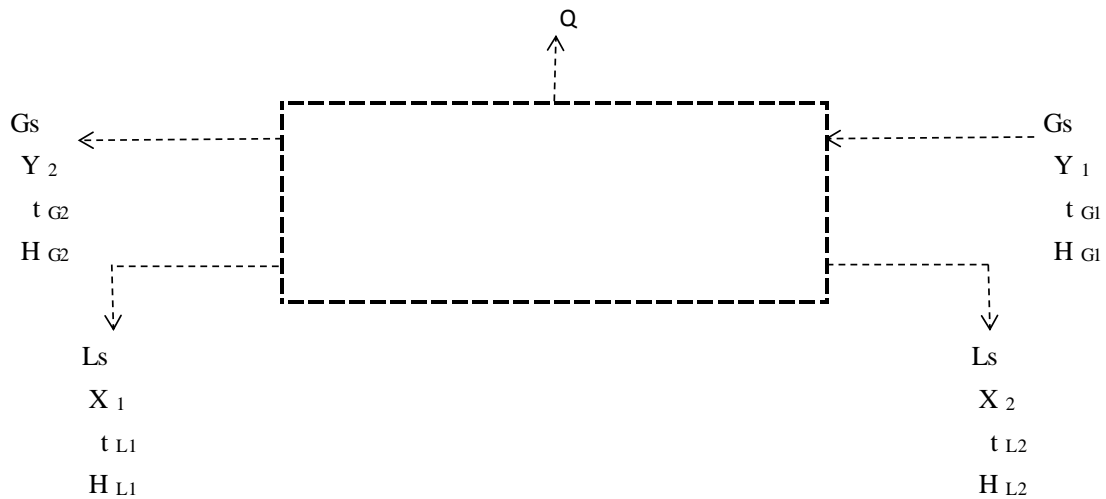
APÉNDICE 10

Curva de aprendizaje horas-hombre necesarias para producción de harina de plátano



APÉNDICE 11

Balance de masa y energía en el secador GRÁFICO No2



Plátano verde.

Con base a la Tabla No.1 se asume que el plátano entra al secador con aproximadamente el 67.8% de humedad.

$$\sigma = KL/DS$$

$$L = 4M., D = 1m., S = 1/10 \text{ pulg. / pie.},$$

=16 min
(contracorriente)

$$n = 7 \text{ r.p.m.} \cdot K = 3 \text{ (para altos flujos a}$$

$$C = (\pi \times D / 4) (L) (0.15) / \sigma$$

$$= 550 \text{ Kg/ hr}$$

$$d = 300 \text{ kg/m}$$

Balance de masa:

$$L_S X_1 + G_S Y_1 = L_S X_2 + G_S Y_2$$

Balance de masa y energía:

$$L_S H_{L1} + G_S H_{G1} = L_S H_{L2} + G_S H_{G2} + Q$$

$$L_S = C \times (1 - 0.678) = 177.1 \text{ Kg / hr}$$

$$X_1 = 67.8 / (100-67.8) = 2.106 \text{ Kg de agua/ Kg de plátano seco}$$

$$X_2 = 14 / (100-14) = 0.1628 \text{ Kg de agua / kg de plátano seco (objetivo trazado)}$$

$$t_{L1} = 25^\circ\text{C}, t_{L2} = 75^\circ\text{C}$$

$$Y_1 = 0.025 \text{ Kg agua / kg de aire seco (aire a 80\% de humedad relativa a } 25^\circ\text{C)}$$

$$t_{G1} = 80^\circ\text{C}, t_{G2} = 38^\circ\text{C (de carta psicométrica)}$$

$$H_L = (C_L) (t_L) + (X) C_A (t_L)$$

$$HG = (1.00 + 1.88 Y_L)(t_G) + 2,501.6 x Y$$

$$C_L = 1.40 \text{ kJ / Kg.K (Polley S.L., 1980)}$$

$$C_A = 1.88 \text{ Kj / Kg. K}$$

$$H_{L1} = 196.20 \text{ kJ/ kg}$$

$$H_{L2} = 128.60 \text{ kJ/ kg}$$

$$H_{G1} = 146.30 \text{ kJ/ Kg}$$

$$H_{G2} = 38.0 + 2,573 x Y_2 \text{ kJ / Kg.}$$

Resolviendo las dos ecuaciones con dos incógnitas,

$$G_S = 18,368 \text{ Kg / hr}$$

$$Y_2 = 0.0418 \text{ Kg de agua / Kg de aire seco}$$

Consideremos al calentador de aire

Condiciones: Vapor a 4.8 bares (70 psig), temperatura ambiente a 25°C, temperatura del aire caliente de 80°C

$$T_{1\text{vapor}} = 150^{\circ}\text{C} \quad t_1 = 25^{\circ}\text{C}$$

$$T_{2\text{vapor}} = 150^{\circ}\text{C} \quad t_2 = 80^{\circ}\text{C}$$

Entonces

$$\Delta T_{1m} = ((T_{2\text{vapor}} - t_1) - (T_{1\text{vapor}} - t_2)) / \ln ((T_{2\text{vapor}} - t_1) / (T_{1\text{vapor}} - t_2))$$

$$\Delta T_{1m} = 94.86^{\circ}\text{C}$$

$$Q = (G_s) (C_A) (T_{1m}) = 3,275,690.00 \text{ kJ / hr}$$

Motor para el secador:

De Walas 1990

$$P = 0.45 \times W_t \times V_r + 0.12 (B)(D)(N)(f), W$$

$$W_t = 10,000 \text{ Kg}$$

$$N = 7 \text{ rpm}$$

$$D = 1 \text{ m}$$

$$f = 8$$

$$B = C \times \sigma / 60 = 530 \times 16 / 60 = 141 \text{ Kg}$$

$$P = 4,937 \text{ J/s} = 17,773.20 \text{ kJ/ hr}$$

Tomando de base una hora tenemos:

$$3,275,690.00 \text{ kJ} + 17,773.20 \text{ kJ} = 3,293,463.20 \text{ kJ}$$

Considerando 10 secadores:

$$32,2934,632.00 \text{ kJ} \times 1000\text{J}/1 \text{ kJ} \times (1\text{KWh} / 3.60 \times 10^6) \times 225 = 1,683,548.00 \text{ Kwh}$$

lo que implica un gasto anual de 420,000.00 quetzales

Q = Calor cedido al ambiente, kJ /hr

G_S = Flujo másico de aire seco, Kg/hr

Y = Humedad absoluta del aire, Kg agua / Kg de aire seco

t_G = Temperatura del aire

H_G = Entalpía del aire húmedo, kJ / Kg aire seco

L_S = Flujo del sólido seco, Kg/hr

X = Humedad absoluta del sólido, Kg agua, Kg aire seco

t_L = Temperatura del sólido

H_L = Entalpía del sólido húmedo, kJ / Kg aire seco

C = Capacidad de secado

σ = Tiempo de resistencia en el secador rotatorio, min

K = contante que varía entre 3 y 7 para secadores a contracorriente

L = Largo del secador rotatorio, metros

D = Diámetro del secador rotatorio, metros

n = Velocidad de rotación, r.p.m.

C_A = Capacidad calorífica del agua, kJ / KgK

C_L = Capacidad calorífica del sólido, kJ / KgK

W_t = peso de las partes rotatorias

V_r = Velocidad periférica, m/s

B = Cantidad de sólidos dentro del secador, Kg

f = Número de vuelos en toda la periferia

APÉNDICE 12

Comportamiento de la relación

Precio de la venta de harina de plátano vrs TIR

