

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

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

Diseño de una línea de proceso para la producción de almidón nativo de
banano

PROYECTO INTEGRADOR

Previo la obtención del Título de:

Ingeniera en Alimentos

Presentado por:

María Belén Galarza Farro

María Fernanda Macías Chiriguaya

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año: 2018

DEDICATORIA

Este proyecto va dedicado a Dios quien me sostuvo en los momentos más difíciles, a mis padres Benancio Galarza y Juana Farro por su eterno apoyo incondicional, a mis hermanos Iván, Omar y Carlos.

A mi amiga, madre y abuela Esther Fernández.

Y a Frank De la O por hacer de los últimos años en la universidad y de mi vida los más felices.

María Belén Galarza Farro.

DEDICATORIA

Dedicado a mi familia, especialmente a mi padre Wilson Macías quién es mi mayor motivación en la vida, a mi mamá Felícita Chiriguaya mi pilar fundamental.

A mi hermano Oscar Macías por su apoyo incondicional, a mi abuelo Tomás Macías † por su confianza

Y a mi amiga y compañera de tesis María Belén por hacer esto posible.

María Fernanda Macías Chiriguaya.

AGRADECIMIENTOS

Mis eternos agradecimientos a mi compañera de tesis, por su apoyo durante estos últimos 3 años de carrera universitaria.

A mis amigos: Edward, Byron, Eduardo, Evelyn por estar ahí desde el primer año en la universidad.

A mis tíos Jaime Pólit y Lucy Farro por abrirme las puertas de su casa cuando más lo necesitaba, llegándose a convertir casi en mis segundos padres.

María Belén Galarza Farro.

AGRADECIMIENTOS

Mi eterno agradecimiento a Dios por su infinito amor y misericordia.

A María Belén mi amiga y compañera de tesis por motivarme día a día, por estar conmigo en los mejores y peores momentos.

A mis amigos por su apoyo y a todos los que creyeron en mí.

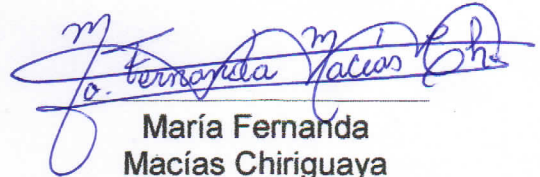
María Fernanda Macías Chiriguaya.

DECLARACIÓN EXPRESA

"Los derechos de titularidad y explotación, nos corresponde conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; *María Belén Galarza Farro* y *María Fernanda Macías Chiriguaya* y damos nuestro consentimiento para que la ESPOL realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual"

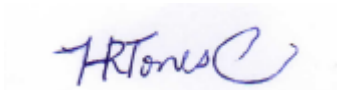


María Belén
Galarza Farro



María Fernanda
Macías Chiriguaya

EVALUADORES



ING. Haydeé Torres C, M.Sc.

PROFESOR DE LA MATERIA



Fabiola M. Cornejo, Ph.D.

PROFESOR TUTOR

RESUMEN

El banano representa una de las principales fuentes de ingresos en la economía del país al ser un producto de exportación. Para exportar banano estos deben cumplir con estrictas especificaciones, generándose un rechazo. El presente proyecto tiene como objetivo valorizar el banano de rechazo, mediante la obtención de almidón nativo. El almidón nativo puede ser utilizado como materia prima en la industria de alimentos. Realizando un diseño experimental con 2 factores y 3 niveles de estudios, cuyos parámetros de proceso fueron la concentración de la solución de hidróxido de sodio y el tiempo de sedimentación. Buscando obtener un mayor rendimiento y una elevada pureza del almidón nativo. Seleccionándose la combinación de 0.3% (p/v) de hidróxido de sodio con 15 minutos de sedimentación como el mejor proceso, en función de la cual se realizó la estimación de costos del proyecto obteniendo un punto de equilibrio de 532 unidades de 25kg por mes, a un precio de venta de \$ 39,40.

Palabras Clave: Almidón nativo, sedimentación, extracción.

ABSTRACT

The banana represents one of the main sources of income in the economy of the country being an export product. Ecuadorian bananas, must meet with strict specifications, generating a rejection. The objective of this project is to add added value to rejected bananas, being the raw material for the obtaining of native starch. Native starch can be used in many applications in the food industry. Performing an experimental design with 2 factors and 3 levels of studies, whose process parameters were the concentration of the sodium hydroxide solution and the sedimentation time. Seeking to obtain a higher yield and a high purity of the native starch. Results shows that the combination of 0.3% (w / v) of sodium hydroxide with 15 minutes of sedimentation was the best process, based on which the estimation of project costs was made obtaining a balance point of 532 units of 25kg per month, at a sale price of \$ 39.40.

Keywords: Native starch, sedimentation, extraction.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	I
ABSTRACT.....	II
ÍNDICE GENERAL.....	III
ABREVIATURAS.....	V
SIMBOLOGÍA.....	VI
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VII
ÍNDICE DE TABLAS.....	VIII
CAPÍTULO 1.....	1
1. Introducción.....	1
1.1 Descripción del problema.....	1
1.2 Justificación del problema.....	1
1.3 Objetivos.....	2
1.3.1 Objetivo general.....	2
1.3.2 Objetivos específicos.....	2
1.4 Marco teórico.....	3
1.4.1 Producción y exportación del banano en el Ecuador.....	5
1.4.2 Almidón.....	6
1.4.3 Métodos de extracción de almidón.....	7
1.4.4 Tecnología en la producción de almidón.....	9
CAPÍTULO 2.....	10
2. Metodología.....	10
2.1 Proceso de obtención de almidón nativo de banano.....	10
2.1.1 Factores y niveles de estudio.....	10
2.1.2 Proceso.....	11
2.1.3 Selección del mejor proceso para la obtención de almidón nativo.....	11
2.1.4 Evaluación de rendimiento y pureza del almidón.....	12
2.1.5 Análisis Ambiental.....	12
2.1.6 Análisis Económico.....	12
2.2 Diseño de planta.....	12
2.2.1 Tamaño de planta.....	12
2.2.2 Localización.....	13
2.2.3 Definición del proceso de obtención de almidón nativo de banano.....	13

2.2.4	Descripción de equipos.....	13
2.2.5	Dotación requerida en planta.....	13
2.2.6	Análisis económico	14
CAPÍTULO 3.....		15
3.	Resultados y análisis	15
3.1	Obtención de almidón nativo de banano	15
3.1.1	Resultados experimentales.....	15
3.1.2	Análisis ambiental	16
3.1.3	Análisis económico	17
3.1.4	Selección del proceso de obtención de almidón nativo	18
3.2	Diseño de planta	19
3.2.1	Tamaño de planta	19
3.2.2	Localización	19
3.2.3	Definición del proceso de obtención de almidón nativo de banano	20
3.2.4	Línea de producción	22
3.2.5	Análisis Económico.....	26
CAPÍTULO 4.....		28
4.	Conclusiones y recomendaciones	28
	Conclusiones.....	28
	Recomendaciones.....	29
BIBLIOGRAFÍA		
APÉNDICES		

ABREVIATURAS

ESPOL Escuela Superior Politécnica del Litoral

TULSMA Texto unificado de legislación secundaria del ministerio del ambiente

TM Toneladas métricas

SIMBOLOGÍA

Na(OH)	Hidróxido de Sodio
Kg	Kilogramo
pH	Potencial de Hidrógeno
m	Metro
cm	Centímetro
°C	Grados Celsius
T	Tonelada
h	Hora
KW	Kilowatts
NMX-F	Norma Mexicana

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1. Estado de maduración del banano.....	4
Figura 1.2. Producción de banano para exportación.....	5
Figura 1.3. Banano cosechado versus banano exportado.....	6
Figura 1.4. Diagrama de flujo del proceso.....	8
Figura 3.1. Diagrama de flujo de la línea de proceso de almidón nativo de banano.....	22
Figura 3.2. Diagrama de ingeniería de proceso.....	23

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1. Composición de la pulpa de banano en diferente estado de coloración de la cascara, y su temperatura de gelatinización.....	4
Tabla 2.1. Factores y niveles del diseño experimental.....	10
Tabla 3.1. Porcentaje de rendimiento y pureza de almidones de banano.....	15
Tabla 3.2. Soluciones propuestas para la optimización del proceso.....	16
Tabla 3.3. Costo de materia prima para cada concentración propuesta	17
Tabla 3.4. Selección del proceso de obtención de almidón	18
Tabla 3.5. Demanda primer año para la producción de almidón nativo.....	19
Tabla 3.6. Selección de localización de la planta.....	20
Tabla 3.7. Especificaciones técnicas de los diferentes equipos para la línea de producción.....	23
Tabla 3.8. Balance de línea base de operarios por actividad.....	25
Tabla 3.9. Balance de línea óptima de operarios por actividad.....	26

CAPÍTULO 1

1. INTRODUCCIÓN

La producción del banano representa una de las principales fuentes de ingresos en la economía del Ecuador, debido a que es una fruta con alta demanda en los mercados internacionales. Un promedio del 57% de la producción total de banano se considera como rechazo (Corporación Financiera Nacional, 2017), dado que no cumple con los estándares de calidad establecidos para su exportación. El banano posee en su constitución el almidón, este compuesto es muy empleado en diferentes industrias, como la farmacéutica, alimentaria, cartonera y papelera. Actualmente, la producción del almidón en Ecuador es obtenido de la yuca de manera artesanal o semi-industrial, pero la producción alcanzada es insuficiente para satisfacer la demanda del sector industrial. Por lo tanto, este sector se ve obligado a la importación del almidón, lo que se traduce como una salida de divisas hacia el exterior. Con este proyecto, se busca diseñar una línea de proceso de obtención de almidón nativo proveniente del banano de rechazo, con el fin de otorgarle un valor agregado a este producto.

1.1 Descripción del problema

Ecuador es el principal exportador de banano en el mundo (FAO, 2017); sin embargo, no todo el banano producido es exportado, puesto que este debe cumplir con parámetros de calidad generando banano de rechazo. Por lo general, el banano de rechazo es destinado para alimentación animal o simplemente desechado, el cual al descomponerse genera gases causantes del efecto invernadero o lixiviados afectando al suelo y a las fuentes naturales de agua (Afanador, 2005).

1.2 Justificación del problema

La producción del banano a nivel mundial representa un 12% de las frutas cosechadas en todo el mundo. En Ecuador, existe un total de 162.236 hectáreas de superficie cosechada de banano que son destinadas a la exportación (Ministerio de comercio exterior, 2017). Esta producción de banano se encuentra localizada

en la región Costa, cuya provincia con mayor producción en toneladas métricas es Los Ríos, seguida del Guayas y El Oro, representando en total de 6.529.676,00 TM por año. La mayoría de las industrias bananeras cuentan con certificaciones internacionales para la exportación que exigen estrictos parámetros de calidad que generan rechazo. Por lo general, este rechazo se emplea para el consumo local, alimentación de animales o abono. En Ecuador, se estima que al año existe 2.816.902,23 TM de banano rechazado (Corporación Financiera Nacional, 2017).

Por otro lado, así como existen ingresos de divisas por la exportación de banano y otros productos locales, Ecuador presenta también una salida de ellas al importar ingredientes para industrias. Este es el caso del almidón, que no es producido localmente, afectando la economía del país. El presente proyecto busca generar valor agregado al banano de rechazo, mediante la obtención de almidón nativo, el cual podría ser utilizado como materia prima en la industria de alimentos. La implementación de una empresa productora de almidón nativo contribuirá a la disminución de importaciones y al desarrollo de la matriz productiva del Ecuador.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Diseñar el proceso de obtención de almidón nativo para la valorización del banano de rechazo, considerando los criterios económicos y ambientales.

1.3.2 Objetivos Específicos

Establecer el método de obtención de almidón nativo de banano en función del rendimiento, pureza, gasto energético y costos.

Diseñar la línea de producción de almidón nativo de banano, considerando criterios económicos y ambientales.

1.4 Marco teórico

El banano es perteneciente a la familia de las musáceas, una fruta climatérica, de origen asiático y muy cultivada en zonas tropicales, siendo consumida en más de 100 países. Esta fruta proporciona al organismo humano beneficios como: disminución de la presión arterial, regulación de los niveles de glucosa, aumento de la capacidad de la concentración en edad escolar, entre otros beneficios; debido a sus altos contenidos de vitaminas (A, C, B6), minerales (hierro, zinc, potasio), proteínas y fibra dietética (FAO, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2016). Además, es una fruta rica en almidón. En efecto, en estado verde el banano contiene un porcentaje de almidón alrededor del 60 al 70%, el cual va disminuyendo conforme aumenta el tiempo de maduración. En la tabla 1.1 se puede observar la composición del banano de acuerdo con la coloración de la cascara. El incremento del azúcar va del 1% en el banano verde hasta un 34% en banano amarillo (ver figura 1.1), reduciéndose el porcentaje de almidón al 3%. Adicionalmente, conforme aumenta el tiempo de maduración se pueden apreciar cambios en el sabor, textura y color.

Tabla 1.1 Composición de la pulpa de banano en diferente estado de coloración de la cascara, y su temperatura de gelatinización. (Pingyi, Whistler, BeMiller, & Hamaker, 2005)

	Color de la cascara	
	Verde	Amarilla
Azúcares reductores (%)	0,24	33,6
Sacarosa (%)	1,23	53,2
Proteína (%)	5,30	5,52
Grasa (%)	0,78	0,68
Fibra (%)	0,49	0,30
Almidón (%)	62	2,58
Ceniza (%)	3,27	4,09
Temperatura de gelatinización (°C)	74-81	76-83

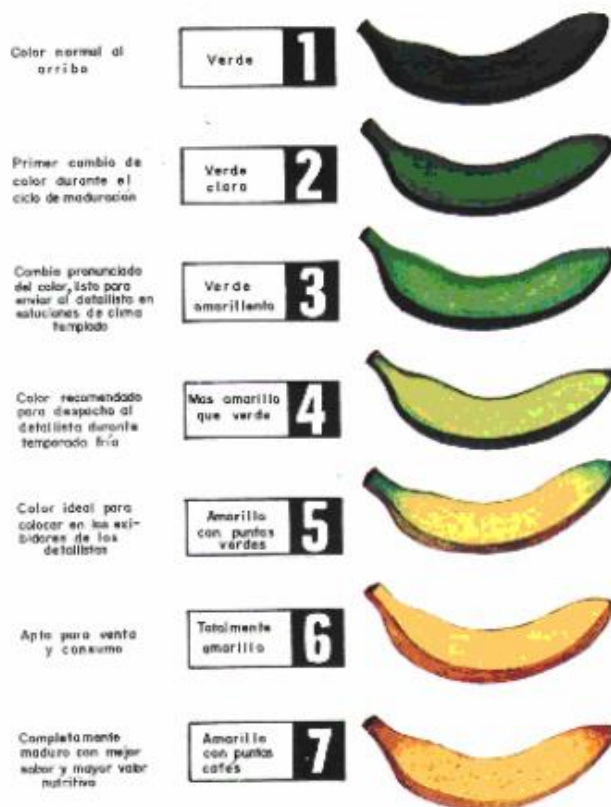


Figura 1.1. Estado de maduración del banano.
(Demerutis, 1996)

1.4.1 Producción y exportación del banano en el Ecuador

Según datos de la FAO STAT (2018) la producción a nivel nacional de banano en el año 2016 fue de 6.529.676,00 TM. En la figura 1.1 se puede observar la distribución de la producción de banano para exportación por provincias, donde Los Ríos tiene la mayor producción (Corporación Financiera Nacional, 2017).

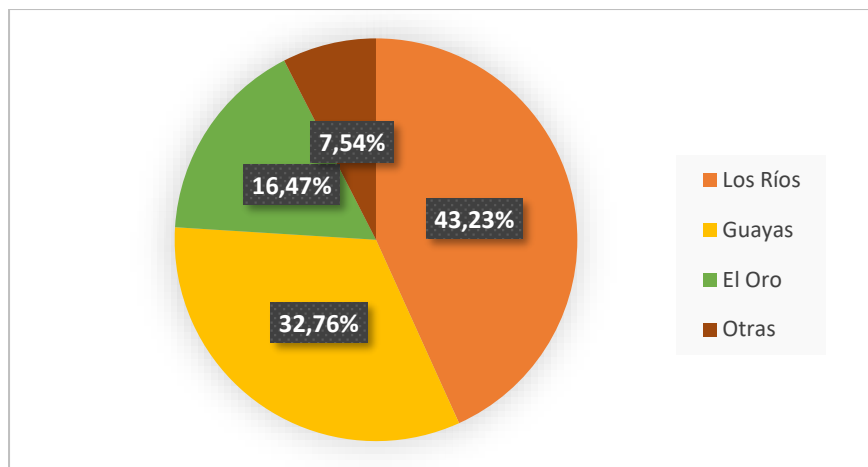


Figura 1.2. Producción de banano para exportación
(Corporación Financiera Nacional, 2017).

Elaborado por: Galarza M, Macías M.

Entre los estándares de calidad exigidos por el mercado internacional que debe cumplir el banano se encuentra: una longitud máxima de 18 cm y calibre 39 – 46 mm, ausencia de manchas o cortes. En la figura 1.2, se puede observar la cantidad de banano cosechado versus la cantidad de banano exportado desde el año 2013 hasta el año 2016. Durante los últimos años la cantidad de banano rechazado se encuentra entre 59% y 55% (Corporación Financiera Nacional, 2017).

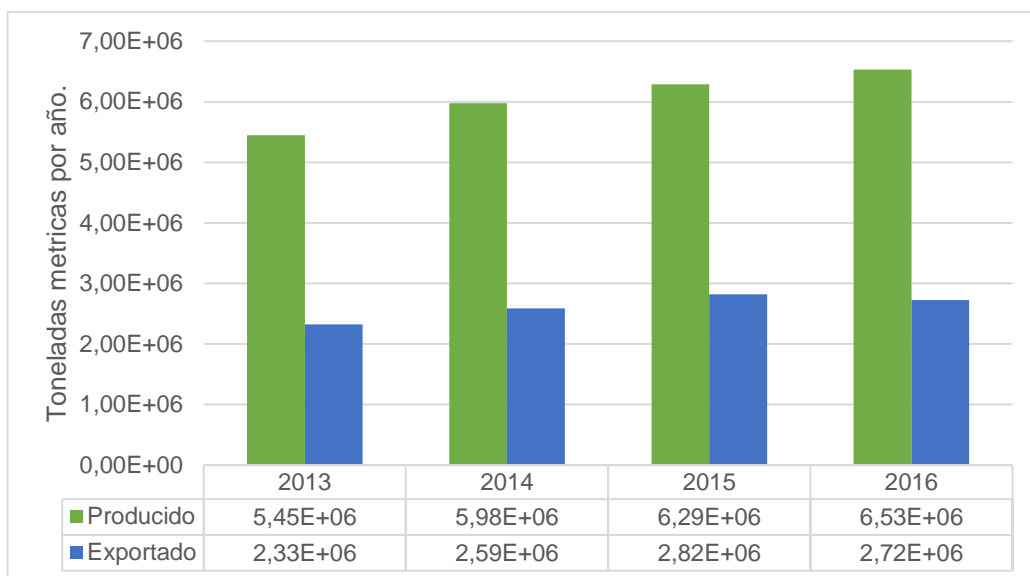


Figura 1.3 Banano cosechado versus banano exportado.

(Corporación Financiera Nacional, 2017)

Elaborado por: Galarza M, Macías M.

1.4.2 Almidón

El almidón está constituido por pequeñas partículas llamadas gránulos, según la fuente de donde provenga el almidón será el tipo de gránulo. Estos gránulos son insolubles, densos y cuando se ponen en contacto con agua a temperatura ambiente pueden hidratarse un poco. La forma del gránulo será dada por la cantidad de amilosa o amilopectina que posea, donde el polisacárido de amilosa tiene forma lineal y polisacárido de amilopectina tiene estructura ramificada (Peñaloza & Perilla, 2008). Los almidones pueden ser de dos tipos; los nativos que no han sido sometidos a ningún proceso de modificación, y los modificados, los cuales han sido transformados química, física o enzimáticamente.

El banano verde posee una alta cantidad de almidón resistente. Este tipo de almidón no puede ser descompuesto por las enzimas digestivas, es decir el organismo no lo digiere de forma completa pasando hasta el intestino grueso. En este lugar, el almidón resistente es fermentado de manera parcial o total sirviendo como alimento para las bacterias que habitan el colon, mejorando la salud intestinal. Este tipo de almidones, al no ser digeridos en el intestino delgado, evitan la liberación de la glucosa, ayudando a prevenir enfermedades como diabetes

mellitus, obesidad y síndrome metabólico (Olvera-Hernández, Ble-Castillo, Muñoz-Cano, & Rodríguez-Blanco, 2012).

Existen varias aplicaciones del almidón este puede ser empleado como un aglutinante, modificador de textura, espesante, estabilizante, repelente de humedad lo que lo convierte en un compuesto multifuncional muy usado en la industria de alimentos, farmacéutica, cartonera, entre otras (Hernández, Torruco, Chel, & Betancur, 2018).

1.4.3 Métodos de extracción de almidón

Entre las formas que se puede realizar extracción del almidón de los diferentes tubérculos o especies vegetales es mediante una forma seca o húmeda. La extracción seca consiste en la obtención de la harina del vegetal o tubérculo para posteriormente separar el almidón. Por otro lado, en la extracción húmeda la pulpa es procesada junto con agua y de la misma se realizan varios lavados y filtrados para la separación del almidón como se presenta en la figura 1.5, siendo este método evaluado en el presente proyecto (Mazzco & Alzate, 2008).

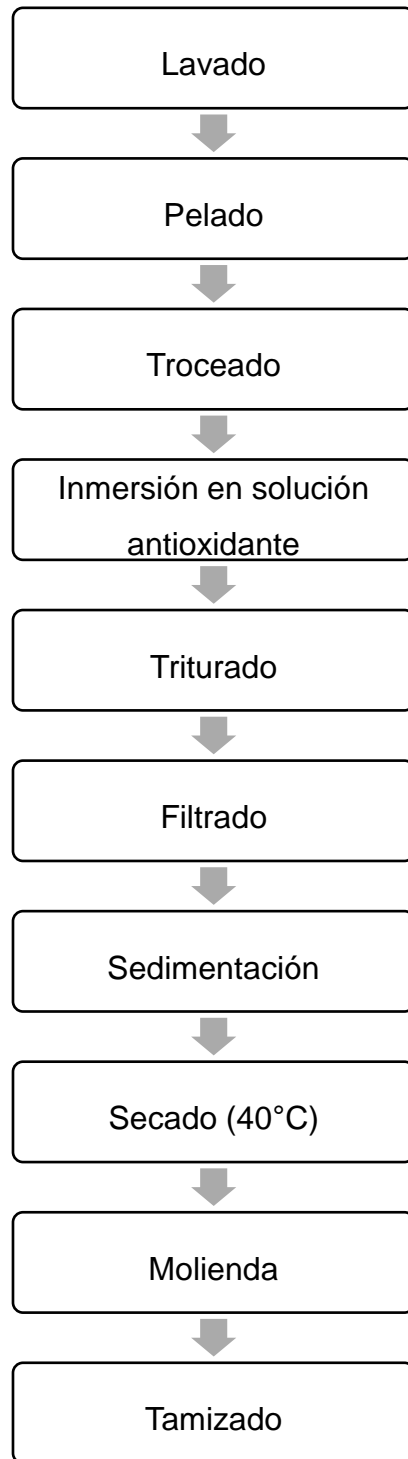


Figura 1.4 Diagrama de Flujo del Proceso de extracción de almidón.

(Mazzco & Alzate, 2008)

Elaborado por: Galarza M, Macías M.

Los bananos verdes son lavados con abundante agua para retirar material como tierra y con ello evitar posibles contaminaciones. Luego, se retira la porción de cáscara presente en la fruta, la cual no es usada en este proceso.

La pulpa obtenida se corta en trozos pequeños, para sumergirlos inmediatamente en una solución con ácido cítrico al 0,3%. Posteriormente, se tritura los trozos de pulpa con la finalidad de que los gránulos de almidón se liberen de la matriz en que se encuentran contenidos obteniéndose una lechada (conjunto de fibra, agua y almidón). Esta lechada es filtrada, con el fin de separar la fibra y solo obtener una lechada concentrada (conjunto agua-almidón). Posteriormente, se procede a sedimentar la lechada concentrada obteniendo una pasta húmeda de almidón. Esta pasta húmeda pasa al proceso de secado a 40°C por 16 horas que tiene como objetivo eliminar agua, buscando alcanzar una humedad de 12% a 13% en el almidón. La pasta seca de almidón es molida y posteriormente tamizada, en una malla número 200.

1.4.4 Tecnología en la producción de almidón

1.4.4.1 Extracción alcalina

La extracción alcalina se realiza bajo el proceso de molienda húmeda descrito anteriormente, puesto que presenta un bajo nivel de impurezas. En este proceso la pulpa debe ser triturada con un porcentaje ente 0,1 y 0,5% (p/v) de hidróxido de sodio, con la finalidad de realizar una desintegración de las paredes celulares de la pulpa para que los gránulos del almidón queden libres en la solución. Luego, esta mezcla pasa por un proceso de filtración. Posteriormente, se procede a lavar con agua y secar a 50°C para obtener el almidón, con un porcentaje de pureza mayor al 95%, y un contenido de proteína menor al 1%. (Pingyi, et al., 2005)

CAPÍTULO 2

2. METODOLOGÍA

2.1 Proceso de obtención de almidón nativo de banano

Para la obtención de almidón se usó banano de la especie *Musa Acuminata Cavendish* en estado de madurez 1 (verde). Los bananos fueron adquiridos en una industria bananera, ubicada en la provincia de Los Ríos. Este banano presentó una relación promedio de 1:1 entre pulpa y cascara. Se usó un diseño experimental factorial. Este diseño se realizó por duplicado, donde los factores considerados fueron el uso de hidróxido de sodio y el tiempo de sedimentación, tal como se muestra en la tabla 2.1. Respecto a la concentración de hidróxido se evaluaron tres concentraciones de acuerdo con el estudio de Pingyi, et al., 2005. El hidróxido de sodio libera los gránulos de almidón de la matriz alimentaria, al desintegrar las paredes celulares. El tiempo de sedimentación fue considerado debido a que a nivel industrial lo que se busca es el ahorro de tiempo que se traduce en ahorro de costos.

2.1.1 Factores y niveles de estudio

En la tabla 2.1 se detallan los factores que se consideraron para el análisis experimental junto con sus respectivos niveles.

Tabla 2.1 Factores y niveles del diseño experimental

Factores de estudio	Niveles		
Porcentaje de solución de hidróxido de sodio	0%	0,15%	0,3%
Tiempo de sedimentación	15 minutos	30 minutos	45 minutos

2.1.2 Proceso

La materia prima (banano de rechazo) fue procesada en un plazo máximo de 3 días después de su recolección, para evitar la maduración de esta y obtener la mayor cantidad de almidón. Los bananos fueron lavados con agua, con el fin de eliminar cualquier sustancia extraña que pueda adherirse a la pulpa en la etapa de pelado. Para facilitar el proceso de pelado, los bananos fueron sumergidos en agua caliente (90°C) durante un minuto y posteriormente en agua fría. Luego, con un cuchillo se realizó un corte longitudinal y el posterior retiro de la cascara. La pulpa obtenida se troceó con un cuchillo en tamaños de 2 a 3 centímetros, mismos que se sumergieron inmediatamente en una solución de 0,3% de ácido cítrico, con el fin de evitar la oxidación de la pulpa.

Para el proceso de trituración de la pulpa, se usó una relación de 1:3 pulpa: NaOH, donde el proceso de trituración se lo realizó por un tiempo de 2 minutos. Esta mezcla se pasó por telas de algodón empleadas como filtro, y se enjuagó con agua. Esta agua de filtrado se sometió a el proceso de sedimentación de acuerdo con los tiempos establecidos en la tabla 2.1. Después del tiempo de la sedimentación, se decantó y se puso a secar la pasta de almidón en una estufa a 40°C por 16 horas. La pasta de almidón se molió y se tamizó por una malla de 200 mesh para asegurar uniformidad en la granulometría del producto. Posteriormente, el producto obtenido se pesó y se empacó para realizar análisis posteriores.

2.1.3 Selección del mejor proceso para la obtención de almidón nativo

La decisión del mejor tratamiento o proceso para la obtención de almidón nativo de banano se realizó en función del análisis del rendimiento de los tratamientos y de sus impactos ambientales y económicos. Los valores obtenidos de rendimiento del almidón y pureza de este fueron analizados mediante un análisis de Varianza en el programa estadístico MiniTab17. Como parámetros del almidón se consideró de referencia a la norma NMX-F-382-1986, en la cual se establece que el almidón debe presentar un porcentaje mayor al 95% de pureza y una coloración blanca.

2.1.4 Evaluación de Rendimiento y Pureza del almidón.

La evaluación del rendimiento se realizó en función de la cantidad de almidón obtenido por cada 100 gramos de pulpa fresca empleada en cada tratamiento.

Para la determinación de la pureza del almidón seco, se lo realizó por diferencia de los otros 3 componentes principales que conforman al almidón que son proteína, grasas, y ceniza. Para ello cada tratamiento fue replicado dos veces y los resultados analizados en el programa MiniTab17.

2.1.5 Análisis Ambiental

Para el análisis ambiental se consideró el uso o no del hidróxido de sodio de cada tratamiento, que impactos tendría sobre el medio ambiente, su uso frecuente y su manejo como desecho.

2.1.6 Análisis Económico

Para el análisis económico se consideró la incidencia del uso o no del hidróxido de sodio en el proceso de obtención de almidón nativo de banano, puesto que se volvería un elemento importante para el proceso. También, se realizó un análisis de costo beneficio es decir si usándolo se obtiene mayor rendimiento y si ese rendimiento justifica el incremento de los costos de la compra de este compuesto. Otro factor que se tomó en cuenta es el tiempo de sedimentación que influye en el proceso de obtención del almidón.

2.2 Diseño de planta

Como parte del diseño de la línea de producción, se considera el tamaño de la planta, la localización, definición del proceso, descripción de equipos, dotación requerida y análisis económico.

2.2.1 Tamaño de planta.

El tamaño de la planta se realizó en función de la proyección de producción de 1.440 TM anuales, las cuales representan un 20 % de las importaciones de dextrinas, almidones y féculas modificadas.

2.2.2 Localización

La ubicación de la planta para la obtención de almidón nativo de banano se eligió con la metodología cualitativa de Factores ponderados. Entre los factores que se consideraron está la producción de banano de rechazo, la mano de obra, la cercanía a las bananeras, los servicios básicos y el transporte. A todos estos factores se les asignó un peso relativo, y una calificación del 1 al 10, siendo 10 la calificación más alta. Las provincias que se consideraron para la localización de la planta fueron Los Ríos (A), El Oro (B), y Guayas (C). Estos lugares fueron elegidos debido a que son provincias de mayor producción de banano en el Ecuador.

2.2.3 Definición del proceso de obtención de almidón nativo de banano.

El proceso productivo de la obtención de almidón nativo de banano que se propone se realiza en línea de manera semiautomática conformado por tres etapas:

- Etapa 1: Recepción y pesado del banano de rechazo.
- Etapa 2: Procesamiento y obtención del almidón nativo de banano
- Etapa 3: Almacenamiento del almidón nativo.

2.2.4 Descripción de equipos.

Para la selección de los equipos se realizó un diagrama de ingeniería de proceso de acuerdo con la etapa 1 y 2 del proceso para la obtención del almidón nativo de banano. Además de describir su función parámetros técnicos y medidas respectivas.

2.2.5 Dotación requerida en planta

Se realizó en base al cálculo de balance de líneas el cual considera el tiempo requerido por unidad de producto en cada etapa del proceso, además del número de operadores por operación a realizar. Este método parte desde una iteración base hasta realizar 18 iteraciones más con el fin de encontrar el número óptimo de operarios de acuerdo con cada actividad a realizar, las unidades de producto por hora, las unidades de producto por turno, y unidades de producto por

operarios. Donde se consideró una productividad de la línea al 100% y un turno de 12 horas.

2.2.6 Análisis económico

Para el análisis económico se consideró una demanda anual del almidón, en base a la cual se estimaron los costos fijos de fabricación y los costos variables; es decir se estableció los valores para los equipos necesarios en la línea de producción, así como los valores de su depreciación; la inversión de equipos de cómputo y oficina. El análisis de los costos de materia prima se realizó en función de las posibles soluciones, es decir se comparó la diferencia de los costos con el uso del compuesto hidróxido de sodio a dos concentraciones. Con estos valores se calculó el costo de producción, con el cuál se proyectó un precio de venta con un margen de ganancia del 30%; así como el punto de equilibrio de la empresa.

CAPÍTULO 3

3. RESULTADOS Y ANÁLISIS

3.1 Obtención de almidón nativo de banano

3.1.1 Resultados experimentales

Al realizar la experimentación respectiva con los niveles de concentración de hidróxido de sodio para la extracción del almidón nativo de banano, se obtuvo que con el nivel bajo propuesto de concentración de hidróxido de sodio (0%) se alcanzaba un rendimiento menor al 5%, por lo cual no fue considerado en los análisis posteriores. Se creó en el programa MiniTab17 un diseño factorial de dos factores (concentración de la solución de hidróxido de sodio y tiempo de sedimentación), donde el factor concentración de la solución presenta dos niveles y el factor tiempo de sedimentación tres. El programa proporcionó 12 posibles combinaciones. Todos los experimentos se realizaron por duplicado. Los valores obtenidos se presentan detallados en la tabla 3.1.

Tabla 3.1 Porcentaje de rendimiento y pureza de almidones de banano

Concentración (%)	Tiempo (minutos)	Rendimiento (%)	Pureza (%)
0.15	15	7.48	98.93910
0.15	30	8.56	99.02270
0.15	45	19.54	99.06301
0.3	15	18.91	98.99301
0.3	30	2.78	99.17622
0.3	45	9.46	99.23453
0.15	15	8.32	98.94440
0.15	30	8.89	99.06800
0.15	45	18.67	99.06911
0.3	15	14.75	99.20153
0.3	30	8.93	99.20452
0.3	45	15.43	99.25153

El análisis de varianza indicó que existe diferencia significativa entre los datos del rendimiento en función del tiempo ($P < 0.05$). La interacción tiempo-concentración también presenta una influencia sobre la variable respuesta rendimiento puesto que presentó un valor p menor al nivel de significancia. En el caso de la pureza el factor influyente fue la concentración ($P < 0.05$).

Posteriormente, se realizó una optimización de proceso mediante el programa MiniTab 17, donde los objetivos fueron obtener el máximo rendimiento y una pureza mayor al 95%. El programa emitió dos posibles resultados de un proceso óptimo para la obtención de almidón nativo de banano los mismos que se encuentran detallados en la tabla 3.2

Tabla 3.2 Soluciones propuestas para la optimización del proceso

Solución	Concentración	Tiempo	Pureza Ajuste	Rendimiento Ajuste	Deseabilidad compuesta
1	0.15	45	99.0661	0.19105	0.206136
2	0.3	15	99.0973	0.16830	0.174404

3.1.2 Análisis ambiental

El análisis ambiental se enfocó en tres factores ambientales (suelo, aire y agua). En el suelo, el hidróxido de sodio no es bio-acumulable, ni se acumula a lo largo de la cadena alimenticia. Este compuesto en contacto con el suelo se descompone en sus iones sodio e hidroxilo. Estos iones al reaccionar con sustancias ácidas presentes en el suelo hacen que el hidróxido de sodio sea neutralizado rápidamente. Por otro lado, las emisiones de hidróxido de sodio en el aire reaccionan con el dióxido de carbono presente en la atmósfera. Por lo tanto, el hidróxido de sodio es neutralizado inmediatamente y cae con la lluvia en forma de sustancia no tóxica (Ercros S.A, 2012).

En el agua, alta concentración de hidróxido de sodio puede ser tóxico para los organismos acuáticos, debido a que se aumenta el pH del agua. Estas afectaciones se dan cuando las industrias no cumplen con las normativas de control medio ambientales, permitiendo así el ingreso del hidróxido de sodio hacia a los ríos o mares a través de sus desagües. Sin embargo, en bajas

concentraciones el hidróxido de sodio es neutralizado por ácidos orgánicos o dióxido de carbono presente en el agua (Ministerio de ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2017).

En Ecuador la ley de gestión ambiental menciona que los procesos productivos deben darse de una manera responsable, es decir que los desechos generados del proceso productivo sean reciclados, reutilizados o que se pueda aplicar de algún tratamiento que garantice que estos desechos causen el menor impacto al medio ambiente (Ministerio del ambiente, 2012). Sin embargo, actualmente, en Ecuador no existen guías para el manejo adecuado que debe darse al hidróxido de sodio considerándolo desecho, como lo hay en otros países; en las cuales se detalla el procedimiento para el tratamiento de aguas residuales con este compuesto. Los procedimientos indican que una vez tratado el residuo debe ser colocado en un relleno sanitario autorizado o se debe realizar un análisis a este residuo tratado para verificar su inocuidad al medio ambiente. Una vez aprobado por las autoridades correspondientes, este desecho neutralizado es desechado por el desagüe, en Ecuador TULSMA es la norma que se utiliza para verificar dicho proceso. Por lo tanto, el empleo del hidróxido de sodio en bajas concentraciones y con un tratamiento adecuado de su desecho no presenta efectos adversos significativos sobre el medio ambiente.

3.1.3 Análisis económico

Para el análisis económico se consideró los dos mejores procesos en base al rendimiento y pureza. En la tabla 3.3 se presentan los costos de materia prima para las dos diferentes concentraciones de las soluciones de hidróxido de sodio.

Tabla 3.3 Costo de materia prima para cada concentración propuesta

COSTO DE MATERIA PRIMA				
Materia Prima	Cantidad (Kg)	Costo por Kilogramo (\$/kg)	Costo total Na (OH) a 0,15%	Costo total Na (OH) a 0,3%
Banano	125	0.075	\$ 9.38	\$ 9.38
Hidróxido de Sodio	0.5625	0.40	\$ 0.23	\$ 0.45
Total	25.00		\$ 9.60	\$ 9.83

Como se puede observar en la tabla 3.3 la diferencia de costos que existe para la obtención de una unidad de 25 Kg de almidón es de \$0,23 centavos de dólar.

3.1.4 Selección del proceso de obtención de almidón nativo

Para la selección del mejor proceso para la obtención de almidón nativo de banano se realizó la metodología cualitativa de factores ponderados. Donde los factores elegidos debido al análisis previo fueron el rendimiento, la pureza, los impactos ambientales, los costos de materia prima y tiempo muerto. A estos factores se les asignó un peso relativo y una calificación del 1 al 10, siendo el valor de 1 la calificación más baja.

Las alternativas de la solución que fueron elegidas anteriormente como posibles soluciones fueron:

A: Extracción con hidróxido de sodio al 0,3%, con un tiempo de sedimentación de 15 minutos.

B: Extracción con hidróxido de sodio al 0,15%, con un tiempo de sedimentación de 45 minutos.

Tabla 3.4 Selección del proceso de obtención de almidón

FACTORES	Peso relativo	A	B	Resultado	
				A	B
Rendimiento	20%	9	10	1,8	2
Pureza	30%	10	10	3	3
Impacto ambiental	20%	7	7	1,4	1,6
Costos	15%	8	9	1,2	1,35
Tiempo	15%	10	5	1,5	0,75
TOTAL	100%			8,9	8,7

En base a lo obtenido en la tabla 3.8, se definió que la mejor combinación para obtener almidón nativo es, usar una solución con una concentración de 0,3% de hidróxido de sodio y un tiempo de sedimentación de 15 minutos.

3.2 Diseño de planta

3.2.1 Tamaño de planta

El tamaño de la planta se consideró una demanda anual de 1440 TM de almidón en el primer año, en función de 252 días laborables al año. En la tabla 3.5 se puede ver que esto representa la fabricación de 57.601 unidades anuales, con un promedio de fabricación 229 unidades/día en presentaciones de 25 Kg la unidad.

Tabla 3.5 Demanda primer año para la producción de almidón nativo

MES	DIAS LABORABLES	DEMANDA DIARIA	DEMANDA MENSUAL	TM
Enero	22	213	4 686	117.15
Febrero	20	210	4 200	105
Marzo	23	237	5 451	136.275
Abril	19	215	4 085	102.125
Mayo	21	225	4 725	118.125
Junio	22	225	4 950	123.75
Julio	20	245	4 900	122.5
Agosto	22	232	5 104	127.6
Septiembre	22	225	4 950	123.75
Octubre	20	225	4 500	112.5
Noviembre	20	240	4 800	120
Diciembre	21	250	5 250	131.25
DEMANDA ANUAL			57 601	1 440

3.2.2 Localización

La ubicación de una empresa de almidón de banano se seleccionó de acuerdo al análisis de ponderación a lo obtenido en la tabla 3,6. La provincia seleccionada fue en la provincia del Guayas, considerando los factores de producción de banano, producción de rechazo, mano de obra, cercanía a otras industrias alimentarias, servicios básicos y transporte.

Tabla 3.6 Selección de localización de la planta

Factores	Peso relativo	(Los Ríos)	(El Oro)	Guayas)	Resultado		
					A	B	C
Producción de bananos	30%	10	6	9	3	1,8	2,7
Producción de rechazo	30%	7	9	6	2,1	2,7	1,8
Mano de obra	10%	8	8	10	0,8	0,8	1
Cercanía además industrias alimentarias	20%	7	7	8	1,4	1,4	1,8
Servicios básicos	5%	8	8	8	0,4	0,4	0,4
Transporte	5%	7	7	9	0,35	0,35	0,45
Total	100%				8,05	7,09	8,15

3.2.3 Definición del proceso de obtención de almidón nativo de banano

3.2.3.1 Etapa 1: Recepción y pesado del banano de rechazo

El banano de rechazo llega a la industria procesadora desde las plantaciones de banano y de las instalaciones de las empresas exportadoras de banano, posteriormente este banano es descargado y pesado en sacos de 50Kg.

3.2.3.2 Etapa 2: Procesamiento y obtención del almidón nativo de banano

Lavado: El banano de rechazo proveniente de la etapa de recepción es llevado al proceso de lavado por medio de gavetas transportadas por un operador, este proceso se efectuará en 2 etapas, la primera etapa se requerirá de una tina de inmersión con agua caliente a 80°C, donde la fruta permanecerá sumergida durante 1 minuto con el fin de satisfacer dos propósitos: remover la suciedad adherida a la cáscara y facilitar el desprendimiento de la cáscara. En la segunda etapa de lavado se sumerge en agua fría para evitar un sobre calentamiento de pulpa.

Pelado, Troceado: Este proceso es de forma manual con un cuchillo, donde se corta la cascara de forma longitudinal y se retira la porción de cáscara presente en la fruta.

Trituración: Con rasping se procede a triturar la pulpa de banano obtenida del proceso anterior mezclándola con la solución de hidróxido de sodio al 0,3%, con el fin de obtener una lechada compuesta por agua-almidón y fibra.

Centrifugación: La lechada obtenida pasa al proceso de centrifugación para separar la fibra del conjunto agua-almidón.

Extracción de sólidos: En dos etapas, en la primera etapa el conjunto de agua-almidón de la fase anterior es concentrado en un hidrociclón, obteniendo un almidón húmedo.

Pre secado: El almidón húmedo pasará a un filtro al vacío con el fin de obtener un almidón con un porcentaje de humedad próximo 40%.

Secado: Se da en un hidro flash el cual consiste en el uso de altas temperaturas por cortos periodos de tiempos, además en su salida constará de un tamiz de 200 mesh con el objetivo de lograr uniformidad en la granulometría del almidón.

3.2.3.3 Etapa 3: Almacenamiento del almidón nativo

Una vez seco y tamizado el almidón este se coloca en sacos de polipropileno con capacidad de 25 Kg, y se almacenaran encima de pallets en un ambiente fresco y seco.

3.2.4 Línea de producción

3.2.4.1 Diagrama de flujo de la línea de proceso de almidón nativo de banano.

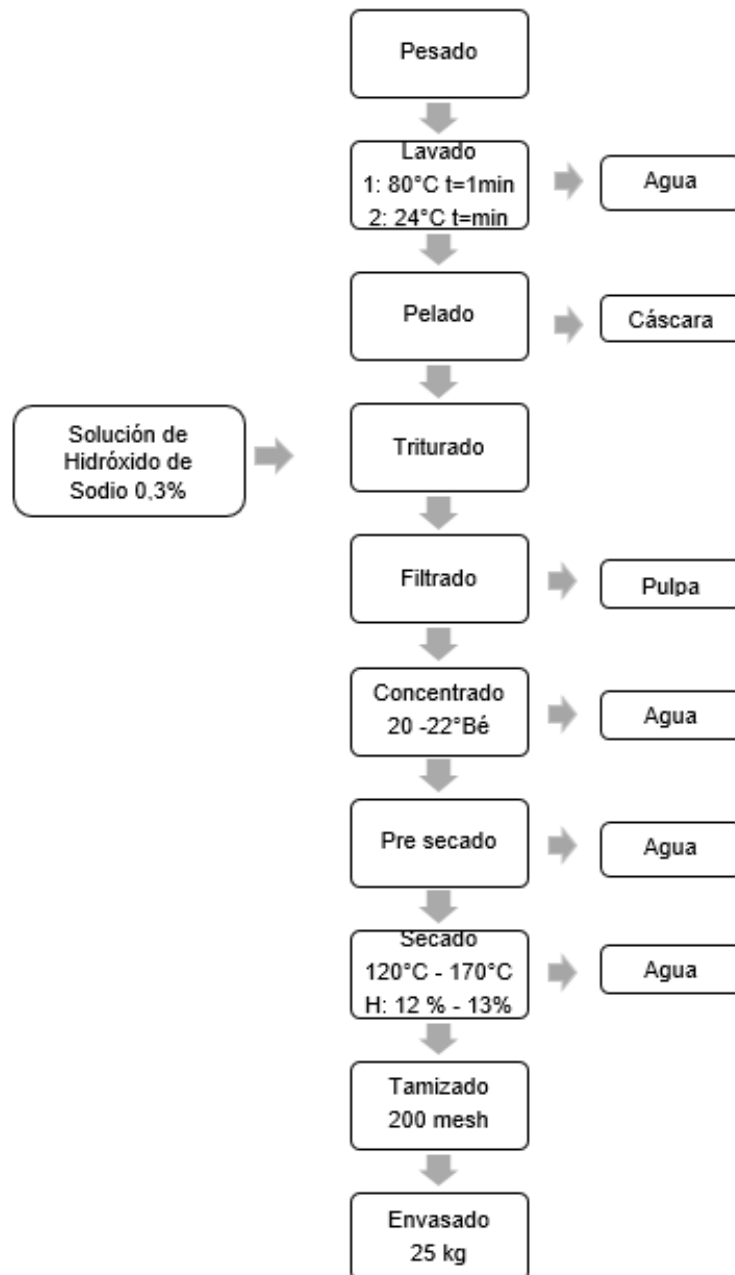


Figura 3.1 Diagrama de flujo de la línea de proceso de almidón nativo de banano

3.2.4.2 Descripción de equipos

En base al diagrama de ingeniería del proceso de obtención de almidón nativo de banano se van a requerir los siguientes equipos que se pueden ver en la figura 3.1 y sus especificaciones técnicas en la tabla 3.7.

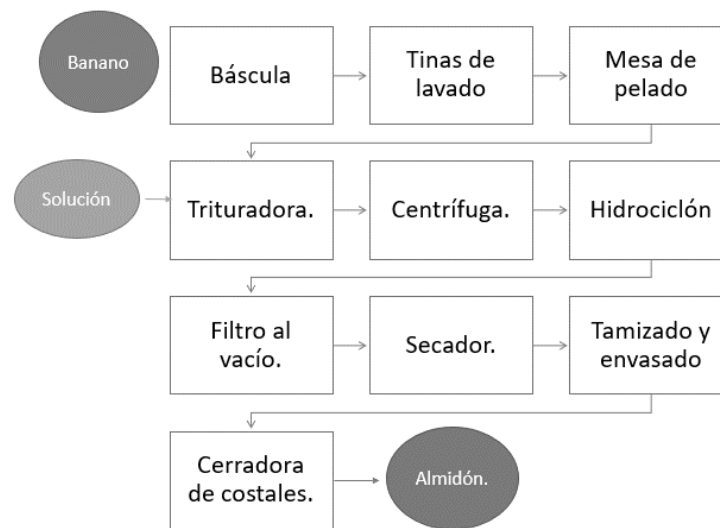


Figura 3.2 Diagrama de ingeniería de proceso

Tabla 3. 7 Especificaciones técnicas de los diferentes equipos para la línea de producción

Equipo	Modelo	Dimensiones	Potencia (KW)	Capacidad (T/h)
Lavadora (2)	----	1m*1,2m*2	----	3
Mesa de pelado	--	10mx0.6mx0.9m	---	----
Trituradora	DQXJ 190×450	5,4m*2,81m*2,81m	18,5	6-8
Centrifuga	DLSW80	1,35m*2,0m*2,2m	7	5
Hidrociclón	DSXT67	1,8m*2,0m*2,2m	15	4
Filtro de vacío	DKLG12	12m ²	3	4
Secador	DG-3.2	16 m ²	97	3,2
Envasadora-	JHTB-25	1m ²	4	4,5 (3 unidades de 25 kg/min)
Panel de control	Jh1	2 m ²	5	-----

3.2.4.3 Dotación requerida en planta

Para el cálculo del balance de líneas, las etapas del proceso filtrado, concentrado, pre-secado, secado, y tamizado se agruparon en una sola actividad

debido a que estas operaciones solo requieren que un operador manipule un panel de control, el tiempo se establecieron en función de la capacidad operativa de los equipos mencionados en la tabla 3,7. La actividad de cerrado de los sacos como el paletizado se consideró que lo realice un mismo operario. En la tabla 3.8 se puede ver la iteración base donde se considera el tiempo que le toma a un operador en cada etapa del proceso en producir una unidad de producto. Y en la tabla 3.9 se puede ver cuál es el número óptimo de operadores con el fin de obtener la mayor productividad de la línea.

Tabla3.8 Balance de línea base de operarios por actividad

N	Descripción de la tarea	Iteración 1 (base)		
		Tiempo para producir una unidad por un trabajador	Nº de trabajadores en la operación	Tasa de producción por unidad
1	Lavado	0:10:00	1	0:10:00
2	Pelado	1:20:00	1	1:20:00
3	Triturado.	0:01:00	1	0:01:00
4	Filtrado, concentrado, pre-secado, secado, tamizado	0:02:02	1	0:02:02
5	Envasado	0:00:20	1	0:00:20
6	Cerrado y paletizado	0:00:20	1	0:00:20
A	Tiempo total por unidad por trabajador	1:33:42		
B	Ciclo de control (ritmo del cuello)	1:20:00		
C	No. De operarios en la línea	6		
D	Tiempo total de la línea	8:00:00		
E	% productividad	19,52%		
F	Ciclo de trabajo ajustado	1:20:00		
G	Unidades / hora	0,75		
H	Unidades / turno	9		
I	Unidades / operarios	1,50		
J	Costo de mano de obra por unidad	13,32		

Donde el balanceo de línea óptimo que se encontró fue la que correspondió a la iteración número 18, en la cual se obtuvo una productividad del 90,10%, un costo de mano de obra por producto de \$2,89 y con una producción de 270 unidades diarias durante un turno de 12 horas. Por lo tanto, el personal requerido en la línea de producción corresponde a 39 operarios. Como se puede ver en la tabla 3.9.

Tabla 3.9 Balance de línea óptima de operarios por actividad

N	Actividad	Tasa de producción por unidad	Nº de trabajadores en la operación
1	Lavado	0:02:30	4
2	Pelado	0:02:40	30
3	Triturado.	0:01:00	1
4	Filtrado, concentrado, pre-secado, secado, tamizado	0:02:02	1
5	Envasado	0:00:20	1
6	Cerrado y paletizado	0:00:10	2
A	Tiempo total por unidad por trabajador	1:33:42	
B	Ciclo de control (ritmo del cuello)	0:02:40	
C	No. De operarios en la línea	39	
D	Tiempo total de la línea	1:44:00	
E	% productividad	90,10%	
F	Ciclo de trabajo ajustado	0:02:40	
G	Unidades / hora	22,50	
H	Unidades / turno	270	
I	Unidades / operarios	6,92	
J	Costo de mano de obra por unidad	\$ 2,89	

3.2.5 Análisis Económico

Para los cálculos se estimó los siguientes parámetros: Demanda del almidón, materia prima, materiales indirectos, inversión de equipo de cómputo y maquinarias, depreciación de los equipos, costo fijo anual, los cuales se encuentran detallados en el Apéndice 1.

Considerando una utilidad del 30%, se obtuvo que el precio de venta sea de \$ 39,40 por 25 Kg. Donde el precio de venta obtenido es competitivo con los precios actuales de venta de almidón los cuales están entre los \$32,20 y \$41,66.

Para el punto de equilibrio mensual se consideró el costo fijo, el costo variable y el precio de venta.

$$\text{Punto de equilibrio} = \frac{7.074,40}{39,40 - 26,10} = 532 \text{ unidades mensuales}$$

CAPÍTULO 4

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- El mejor método para la obtención de almidón nativo de banano fue en el que se empleó hidróxido de sodio, debido a que se obtuvo un mayor rendimiento y pureza. El uso de hidróxido de sodio en procesos industriales no genera efectos adversos significativos al medio ambiente, siempre que se respete las normas y leyes de legislación ambientales establecidas.
- De acuerdo con el análisis de costos, impacto ambiental, pureza y rendimiento en la extracción del almidón nativo, realizado a las dos posibles soluciones de proceso de extracción se obtuvo que no existe mayor diferencia entre la concentración (p/v) del 0,15% y 0,30% de la solución de hidróxido de sodio. Sin embargo, la concentración 0,15% toma más tiempo de sedimentación que la concentración de 0,3%, lo que implicaría un mayor tiempo muerto. Por lo tanto, se seleccionó la concentración de 0,3% con un tiempo de sedimentación de 15 minutos como el mejor método de extracción de almidón nativo de banano. Con esta concentración se obtuvo un porcentaje de pureza del 99,08% y un rendimiento promedio del 16,83%.
- El proceso productivo del almidón de banano se realizará mediante vía húmeda, con una línea de proceso semiautomática en la cual se identificó que la etapa de pelado limita la capacidad de producción.
El costo de la unidad de 25 Kg se encuentra dentro de los precios del mercado de los almidones, lo cual convierte al almidón de banano en un producto competitivo

Recomendaciones

- Se recomienda utilizar bananos con un grado de maduración nivel 1 para el proceso de obtención de almidón, con el fin de obtener un mayor rendimiento en el proceso de extracción.
- Se sugiere realizar un análisis del impacto ambiental que tiene el hidróxido de sodio con su uso frecuente, específicamente sobre el medio acuático que en la mayoría de las veces es donde se desechan los residuos industriales.
- Para estudios posteriores, se recomienda analizar si se puede obtener almidón de banano sin tener que separar la cascara. Debido a que esta cascara también es rica en almidón. Además, la etapa de pelado demanda la mayor cantidad de mano de obra directa.
- Se sugiere realizar una guía de manejo de desechos químicos en el Ecuador, debido a que actualmente las guías de manejo de desechos químicos son muy generales.

BIBLIOGRAFÍA

Afanador, A. (2005, junio). El banano verde de rechazo en la producción de alcohol carburante. *Revista EIA*, 51-68.

Corporación Financiera Nacional. (junio de 2017). *Ficha Sectorial Banano Y plátanos*. Accedido el 20 de octubre, 2018, desde <https://www.cfn.fin.ec/wp-content/uploads/2017/09/Ficha-Sectorial-Banano.pdf>

Demerutis, C. (1996). *Procesos fisiológicos y sistema de postcosecha*. Costa Rica.

Ercros S.A. (30 de marzo de 2012). *Hidróxido Sódico Resumen de Seguridad GPS*. Accedido el 28 de diciembre, 2018, desde http://www.ercros.es/index.php?option=com_docman&task=cat_view&gid=1&lang=es

FAO. (26 de octubre de 2016). *Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura*. Accedido el 25 de octubre, 2018, desde <http://www.fao.org/zhc/detail-events/es/c/447827/>

FAO. (2017). *Situación del Mercado del Banano*. Accedido el 22 de octubre, 2018, desde, <http://www.fao.org/3/a-i7410s.pdf>

FAO STAT. (2018). *Producción de banano*. Accedido el 14 de octubre, 2018, desde <http://www.fao.org/faostat/es/#country/58>

Hernández, M., Torruco, J., Chel, L., & Betancur, D. (2018). Caracterización fisicoquímica de almidones de tubérculos cultivados en Yucatán, México. *Ciencia e Tecnología de Alimentos*, 718-726.

Mazzco, M., & Alzate, A. (2008, octubre 14). Obtención de Almidón a partir de Residuos poscosecha del plátano Dominico Hartón (Musa AAB Simmonds). *Revista Vector*, 3, . 56-69.

Ministerio del ambiente. (2012). *Calidad Ambiental*. Accedido el 29 de diciembre, 2018, desde <http://www.ambiente.gob.ec/calidad-ambiental/>

Ministerio de ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (24 de Febrero de 2017). Guías para manejo seguro y gestión ambiental de 25 sustancias químicas. *Hidróxido de Sodio*, 255-262. Colombia. Desde Asuntos ambientales, Sectorial y Urbana.:http://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialyUrbana/pdf/sustancias_qu%C3%ADmicas_y_residuos_peligrosos/guia_25_sustancias.pdf

Ministerio de comercio exterior (2017). *Informe Sector Bananero Ecuatoriano*. Accedido el 20 de octubre, 2018, desde <https://www.comercioexterior.gob.ec/wp-content/uploads/2017/12/Informe-sector-bananero-esp%C3%B1ol-04dic17.pdf>

Olvera-Hernández, V. A.-T., Ble-Castillo, J., Muñoz-Cano, J., & Rodríguez-Blanco, L. (2012). Efecto del almidón resistente de banano (*Musa cavendish* AAA) sobre el control metabólico en ratas wistar con dieta alta en sacarosa. *Universidad y ciencia*, 28(1), 51-56. Accedido el 12 de noviembre, 2018, desde http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0186-29792012000100005&lng=es&tlng=es.

Peñaloza, I., & Perilla, E. y. (2008). Revisión de la modificación química del almidón con ácidos orgánicos. *Revista Ingeniería e Investigación*, 47-52.

Pingyi, R., Whistler, J., BeMiller, B., & Hamaker. (2005). Banana starch: production, physicochemical properties and digestibility-a review. *Revista Carbohydrate Polymers*, 59, 441-456.

APÉNDICES

APÉNDICE A

Análisis de la demanda de almidón de banano. correspondiente al 20% de las importaciones de Almidón

MES	DIAS LABORABLES	DEMANDA DIARIA	DEMANDA MENSUAL
Enero	22	213	4 686
Febrero	20	210	4 200
Marzo	23	237	5 451
Abril	19	215	4 085
Mayo	21	225	4 725
Junio	22	225	4 950
Julio	20	245	4 900
Agosto	22	232	5 104
Septiembre	22	225	4 950
Octubre	20	225	4 500
Noviembre	20	240	4 800
Diciembre	21	250	5 250
DEMANDA ANUAL			57 601
Días laborables al año			252
Unidades diarias promedio (de 25Kg)			229
Unidades mensuales promedio			4 800

Materia Prima:

Demanda anual (unidades)	57 601
Demanda anual (Kilogramos)	1 440 025
Cantidad de producto por unidad (gr)	25000

COSTO DE MATERIA PRIMA			
Materia Prima	Cantidad en Kg.	Costo por Kg.	Costo total (unidad)
Banano	125	\$ 0.075	\$ 9.38

Hidróxido de Sodio 0,3%	1.125	\$ 0.40	\$ 0.45
Total	25		\$ 9.83
Costo anual de materia prima		565 929.83	

Materiales Indirectos

Materiales	Cantidad (anual)	Precio (\$)	Total
Mandiles	20	\$ 2.00	\$ 40.00
Mallas	100	\$ 0.10	\$ 10.00
Guantes	50	\$ 0.10	\$ 5.00
Botas	8	\$ 3.20	\$ 25.60
Fundas de Basura	2 000	\$ 0.02	\$ 40.00
Sacos polipropileno	300 000	\$ 0.00	\$ 105.00
Agentes de Limpieza	24	\$ 6.20	\$ 148.80
Total anual			\$ 374.40

Inversión

Equipos de oficina y de computo			
Cantidad	Descripción	Costo	Costo Total
2	Sumadoras	\$ 150,00	\$ 300,00
12	Perchas para almacenamiento	\$ 250,00	\$ 3.000,00
1	Teléfono/Fax	\$ 150,00	\$ 150,00
5	Escritorio con sillas	\$ 150,00	\$ 750,00
1	Aire Acondicionado	\$ 350,00	\$ 350,00
2	Computadoras	\$ 600,00	\$ 1.200,00
1	Impresora Láser	\$ 250,00	\$ 100,00
			\$ 5.850,00
Maquinaria			
Cantidad	Descripción	Costo	Costo Total
1	Triturador	\$ 3.000,00	\$ 3.000,00
1	Balanza	\$ 118,00	\$ 118,00
2	Equipo de lavado	\$ 1.250,00	\$ 2.500,00
1	Centrifugas	\$ 15.000,00	\$ 15.000,00
1	Secador tipo Flash	\$ 20.000,00	\$ 20.000,00

1	Filtro al vacío	\$ 10.000,00	\$ 10.000,00
1	Hidrociclón	\$ 3.200,00	\$ 3.200,00
1	Panel de control	\$ 3.000,00	\$ 3.000,00
1	Equipos varios	\$ 1.500,00	\$ 1.500,00
			\$ 58.318,00
Inversión total		\$64.168,00	
Costo de Mantenimiento Anual		\$16.042,00	

Depreciación

Depreciaciones Anuales	Vida Útil	Total	Depreciación
Maquinarias y equipos auxiliares	10	\$ 58.318,00	\$ 5.831,80
Equipos de oficina	5	\$ 4.550,00	\$ 910,00
Equipo de computo	3	\$ 1.300,00	\$ 433,33
Total		\$ 64.168,00	\$ 7.175,13

Costo fijo anual

Remuneración.

Cargo	Número de trabajadores	Sueldo Mes	Sueldo Anual
Administrador	1	\$1.000,00	\$12.000,00
Jefe de producción	1	\$800,00	\$9.600,00
Contador	1	\$400,00	\$4.800,00
Secretaria	1	\$250,00	\$3.000,00
Bodeguero	1	\$350,00	\$4.200,00
		\$2.800,00	\$33.600,00

Detalle de costos fijos anual	
Gastos de oficina	1.200,00
Propaganda	6.000,00
Costo de transporte	9.600,00
Alquiler	18.000,00
Remuneraciones	33.600,00

Servicios varios	
Agua	1.800,00
Luz	6.000,00
Teléfono	3.600,00
Internet	600,00
Total	\$12.000,00
Costos fijos totales	\$80.400,00

Precio de venta de una unidad de 25 Kg de almidón

Materia prima		9,825000	
Mano de Obra		2,890000	
Indirectos (Mant. de Equipos)		13,368101	
Costo de empaque		0,020000	
Costo total de fabricación (costo variable)			26,103101
Costo Fijo Mensual		6.700,00	
Costos de Materiales Indirectos		374,40	
Unidades mensuales fabricadas		4.800	
Costo Fijo por unidad			1,473808
Costos de producir 1 unidad		27,576909	
Utilidad	30%		
Precio de Venta			39,3955843