

Área de Conocimiento de Agricultura

“DISEÑO TECNOLÓGICO DE UNA PLANTA PROCESADORA DE PLÁTANO (MUSA PARADISÍACA), UBICADA EN LA CIUDAD DE RIVAS”

Trabajo Monográfico para optar al título de
Ingeniero Químico

Elaborado por:

Br. Dayra Patricia
Jiménez Castro
Carnet: 2014-0139U

Br. Rosemary Robleto
Silva
Carnet: 2015-0944U

Tutor:

MEng. Leonardo Antonio
Chavarría Carrión

30 de septiembre de 2025
Managua Nicaragua

OPINION DEL CATEDRATICO

Nicaragua un país de amplio espectro de producción agrícola, presenta ventajas muy significativas en cuanto a los niveles de producción primaria, esto se debe a la alta productividad que tienen los suelos, las frutas y hortalizas son las que tienen mayor producción, aunque en dependencia del tipo de suelo y la zona que propician otros tipos de cultivos, este es el caso de las musáceas o plátanos.

El departamento de Rivas propicia el cultivo de este tipo de plantas, ya que es el departamento de mayor cultivo de musáceas, es por ello que el objetivo principal propuesto por las Bachilleres **Dayra Patricia Jiménez Castro y Rosemary Robleto Silva** es de Desarrollar el diseño tecnológico de una planta procesadora de plátano en la ciudad de Rivas, con meta propósito de darle valor agregado a este tipo de materias primas.

Las Bres. Jiménez Castro y Robleto Silva proponen 3 líneas de trabajo optimizando la materia prima, así como de los desperdicios y desechos, de manera que integraron elementos sustanciales en las líneas de proceso de forma que se evidenciaran los beneficios que se le pueden generar al ambiente, así como la diversificación de productos que se pueden obtener de estas materias primas. Asu vez por cada línea de trabajo se realizó la debida selección de equipos considerando la existencia en el país y los que se deben de solicitar a los proveedores. Lo anterior fomenta el desarrollo de la agroindustria con valor agregado generando un aumento en el rendimiento, se destaca que se cumple con la proyección de maximizar la producción con diversificación de productos.

Estimados miembros del jurado tienen en sus manos el producto de un excelente esfuerzo realizado para culminar con la mejor calificación y que puedan obtener su título de Ingeniero Químico.

MSc. Ing. Leonardo Chavarría Carrión
Tutor
Profesor titular DACA



Universidad Nacional de Ingeniería
Área de Conocimiento de Agricultura
Formas de Culminación de Estudios

REF.DACA.FCE.258.2025
Managua, 14 de agosto del 2025

Bachilleres

DAYRA PATRICIA JIMÉNEZ CASTRO (2014-0139U)
ROSEMARY ROBLETO SILVA (2015-0944U)

Estimados Bachilleres:

Es de mi agrado informarles que el PROTOCOLO de su Tema **MONOGRÁFICO**, titulado: **"DISEÑO TECNOLÓGICO DE UNA PLANTA PROCESADORA DE PLÁTANO (MUSA PARADISIACA), UBICADA EN LA CIUDAD DE RIVAS"** Ha sido aprobado por el Director de Área de Conocimiento de Agricultura.

Asimismo, les comunico estar totalmente de acuerdo, que el: **MEng. Leonardo Antonio Chavarria Carrión** sea el tutor de su trabajo final.

La fecha límite, para que presenten concluido su documento final, debidamente revisado por el tutor guía será el **14 de febrero del 2026**.

Esperando puntualidad en la entrega de la Tesis, me despido.

Atentamente,

MSc. José Mamerto Méndez Ubeda
Director de Área de Conocimiento de Agricultura
DACA

Tutor: **MEng. Leonardo Antonio Chavarria Carrión**
MSc. Helia Vanessa Taleno Oporta / Secretaria Académica DACA
C/c: Archivo

Índice

Dedicatoria	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento.....	iii
Agradecimiento.....	iv
Resumen	v
I. Introducción.....	1
II. Objetivos	2
2.1. Objetivo General:.....	2
2.2. Objetivos Específicos:	2
III. Marco Teórico.....	3
3.1. Descripción general de la planta Musa x Paradisiaca	3
3.2. Caracterización de materia prima.....	5
3.4. Descripción de producción y comercio de la materia prima.....	10
3.4.1. Volumen de Producción.....	10
3.4.2. Temporada de producción.....	11
3.4.3. Análisis de la comercialización del plátano	12
3.5. Aprovechamiento Del Plátano	12
IV. METODOLOGÍA.....	17
4.1. Localización de estudio.....	17
4.1.1. Macro localización	17
4.1.2. Micro localización de la planta.....	18
4.1.3. Requerimientos para caracterizar la materia prima.....	18
4.1.3.1. Estado de madurez del plátano para determinación de su uso	19
4.1.4. Requerimiento de caudal y energía.....	20
4.1.5. Condiciones Ambientales	20
4.2. Proceso de Producción.....	20
4.2.1. Requerimientos y disponibilidad de materia prima e insumos	20
4.2.2. Descripción del proceso productivo	21

4.2.1. Descripción general de los equipos utilizados en el proceso de producción.	25
4.2.2. Balance de Materia Prima	28
4.2.3. Criterios de Selección de los equipos	32
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	35
5.1. Localización	35
5.1.1. Macro localización	35
5.1.2. Micro localización.....	36
5.1.3. Condiciones ambientales.....	38
5.1.4. Capacidad de producción de la planta	38
5.1.5. Balance de materia prima del proceso	39
5.1.2. Cálculos para la selección de equipos	48
5.1.3. Equipos Seleccionados para el proceso	53
5.1.4. Diagrama de Bloques:	69
5.1.5. Diagrama de Planta de Proceso de Producción	70
VI. CONCLUSIONES	72
VII. RECOMENDACIONES	73
VIII. BIBLIOGRAFIA.....	74
IX. ANEXOS.....	76
9.1. Encuesta realizada a la población.....	76
9.2. Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense (NTON) Requisitos mínimos de calidad e inocuidad para el plátano.	78
9.3. Consumo de agua área de lavado	81
9.4. Preparación de hipoclorito de sodio	81
9.5. Secador de túnel para línea de producción de harina de plátano .	81
9.6. Estado de resultados reales	82

Índice de Figuras

Figura 1 Partes de una planta de plátano	4
Figura 2 Picudo Negro	7
Figura 3 Ácaro rojo	7
Figura 4 Nemátodos	7
Figura 5 Sigatoka negra	8
Figura 6 Punta de cigarro y punta negra	8
Figura 7 Pudrición del pseudotallo	9
Figura 8 Moko	9
Figura 9 Pseudotallo del plátano	14
Figura 10 Sombreros elaborados de fibra de plátano	14
Figura 11 Estado o grado de madurez del plátano	20
Figura 12 Departamento de Rivas	36
Figura 13 Localización del terreno	38
Figura 14 Mesa de recepción de materia prima	53
Figura 15 Tanque de Lavado por inmersión	54
Figura 16 Peladora de plátano verde	54
Figura 17 Banda transportadora	55
Figura 18 Rebanadora de tajadas de plátano	56
Figura 19 Secador tipo túnel	56
Figura 20 Molino de Martillos	57
Figura 21 Zaranda vibratoria	58
Figura 22 Balanza Dosificadora	58
Figura 23 Freidora Industrial de snacks	59
Figura 24 Ecurridor de Aceite	59
Figura 25 Mesa de enfriamiento	60
Figura 26 Maquina de salado	61
Figura 27 Balanza Dosificadora con selladora	61
Figura 28 Molino de pre procesamiento	62
Figura 29 Secador horizontal o deshidratador	62
Figura 30 Molino de martillos	63
Figura 31 Zaranda vibratoria	64

Figura 32 Balanza dosificadora y selladora	64
---	-----------

Índice de Tablas

Tabla 1. Valores nutricionales del plátano por persona	6
Tabla 2 Departamentos con mayor producción de plátano en Nicaragua.....	11
Tabla 3 Método de ponderación por puntos	18
Tabla 4 Materia prima e insumos para las líneas de producción de plátano	21
Tabla 5 Zonas de Producción de Plátano Verde en Nicaragua.....	35
Tabla 6 Método de ponderación de puntos.....	37
Tabla 7 Distribución de producto terminado a partir de 10,000kg ...	47
Tabla 8. Datos para cálculos del secado de plátano	50
Tabla 9 Especificaciones técnicas de mesa de recepción	53
Tabla 10 Especificaciones técnicas del equipo de lavado por inmersión.....	54
Tabla 11 Especificaciones técnicas del equipo de peladora de plátano verde.....	55
Tabla 12 Especificaciones técnicas de la banda transportadora	55
Tabla 13 Especificaciones técnicas de rebanadora de tajadas de plátano verde.....	56
Tabla 14 Especificaciones técnicas de secador de túnel.....	57
Tabla 15 Especificaciones técnicas del equipo de molino de martillos	57
Tabla 16 Especificaciones técnicas de zaranda vibratoria	58
Tabla 17 Especificaciones técnicas de balanza dosificadora.....	58
Tabla 18 Especificaciones técnicas de una freidora industrial de snacks	59
Tabla 19 Especificaciones técnicas del escurridor de aceite	60
Tabla 20 Especificaciones técnicas de la mesa de enfriamiento	60
Tabla 21 Especificaciones técnicas de máquina de salado	61
Tabla 22 Especificaciones técnicas de balanza dosificadora.....	61
Tabla 23 Especificaciones técnicas de molino de pre procesamiento	62

Tabla 24 Especificaciones técnicas de secador horizontal o deshidratador	63
Tabla 25 Especificaciones técnicas de molino de martillos	63
Tabla 26 Especificaciones técnicas de zaranda vibratoria	64
Tabla 27 Especificaciones técnicas de balanza dosificadora y selladora	65
Tabla 28 Estados de cuenta expresados en kilos, unidades, precio y total (C\$)	82

Dedicatoria

Dedico este documento, ante todo, a Dios, por ser mi luz y guía en su realización.

A mis padres, tías y familia por el apoyo recibido. De manera muy especial, quiero reconocer a mi hermana que ha sido un pilar fundamental en mi vida, cuya presencia constante y apoyo firme fueron el sostén que me impulsó a seguir adelante durante toda mi formación.

Este camino ha sido arduo y lleno de desafíos, pero a pesar de no estar exento de dificultades, llevo en mi corazón a dos personas muy amadas que hoy no se encuentran físicamente conmigo, pero que con su amor y constancia influyeron en mi formación personal y permanecen vivas en mi vida: mi mamita Consuelo y a mi papito Fernando. A ellos dedico con todo el amor este logro, esperando que desde donde estén, se sientan orgullosos y felices por la persona en la que me he convertido.

Este logro es tan suyo como mío, pues sin su amor y enseñanzas, no habría podido superar los obstáculos, ni mantener la esperanza cuando más lo necesitaba, gracias a ellos pude alcanzar una de mis metas más importantes: mi realización personal y profesional.

Dayra Patricia Jiménez Castro

Dedicatoria

Dedico este trabajo, primeramente, a Dios, por ser mi guía y darme la fortaleza para alcanzar esta meta. A mi familia, especialmente a mis padres, por su amor incondicional y por apoyarme en cada etapa de mi vida académica.

Finalmente, dedico este logro a todos aquellos que creen en el poder del esfuerzo y la perseverancia. Que este trabajo sea un testimonio de que con dedicación y el apoyo de las personas correctas, todo es posible.

Rosemary Robleto Silva

Agradecimiento

Agradezco primeramente a Dios, por acompañarme en cada paso de este camino, siendo fuente de fortaleza y sabiduría, permitiéndome culminar una etapa tan importante en mi vida y seguir construyendo nuevos cimientos en mi formación profesional. A mis padres y familia, por su amor incondicional, por creer en mí incluso en los momentos en que yo misma dudaba.

En el camino hubo instantes en que la meta parecía distante y el paso se volvía lento, fue entonces, cuando encontré personas que, con sus palabras, gestos y confianza, encendieron en mí la motivación que creía perdida.

Gracias a ello, surgió también una guía constante que, con paciencia y dedicación, supo orientarme en cada duda, corregirme con firmeza y alentarme con sabias palabras, mi más sincero agradecimiento a mi tutor MSc Ing. Leonardo Antonio Chavarría, cuya presencia fue faro en los momentos de incertidumbre y sostén en las etapas más complejas de este trabajo, permitiéndome no solo culminarlo, sino aprender y crecer durante el proceso.

A todos quienes me brindaron su apoyo, amistad y conocimiento a lo largo de mi carrera universitaria, les debo una parte de este logro. Hoy, con profunda gratitud y alegría, presento este documento monográfico para optar al título de Ingeniero Químico en la Universidad Nacional de Ingeniería.

Dayra Patricia Jiménez Castro

Agradecimiento

En primer lugar, quiero expresar mi más sincero agradecimiento a Dios, por darme la fortaleza, paciencia y sabiduría para culminar este trabajo. Sin su guía y bendición, este logro no habría sido posible.

Agradezco profundamente a mi familia, por su apoyo condicional y por mi fuente de motivación en cada paso de este proceso. A los profesores y asesores, por compartir sus conocimientos y brindarnos las herramientas necesarias para desarrollar este proyecto. También, a mis amigos y compañeros, por su compañía y ánimo durante este camino.

Finalmente, quiero reconocer a todas las personas que, de manera directa o indirecta, contribuyeron a la realización de este trabajo. Este logro es también un reflejo de su apoyo y colaboración.

Rosemary Robleto Silva

Resumen

Nicaragua es un país en constante crecimiento, en el primer trimestre de 2025, la actividad económica registra un 3.0% en cuanto al crecimiento interanual, según la estimación preliminar del PIB trimestral emitida por el Banco Central, en donde se refleja un aumento en sectores de comercio, hoteles y restaurantes, agricultura entre otras.

La producción de musáceas es una actividad que se realiza todo el año y la zona del pacífico se caracteriza por ser de los mayores productores de plátano; en donde el departamento de Rivas sobresale con un área de cultivo de 10,186 manzanas cultivadas, equivalente al 40% según el análisis del subsector hortofrutícola del país.

El presente estudio desarrolla el diseño tecnológico de una planta procesadora de plátano (*Musa Paradisiaca*) en la ciudad de Rivas, se describe las generalidades de la planta, así como también su caracterización, la cual es de importancia en el proceso de selección.

La planta procesadora tiene como uno de sus objetivos aprovechar al máximo la materia prima, siendo de uso, las cascavas de plátano como alimento de porcino y equino que equivalen al 35% de la materia prima que entra en el proceso de producción.

En el estudio se determina que diariamente se procesan 10,000kg de plátano para cumplir con la capacidad de producción anual de 2,510 toneladas de plátano, las cuales se procesan mediante las líneas de producción harina, tajadas fritas (snack) y alimento de porcino y equino.

En la metodología, se determina la localización de la planta mediante el uso del método de ponderación por puntos y se describe cada etapa del proceso de producción desde la recepción de materia prima hasta el producto terminado; a través del cual se determina la selección de los equipos requeridos para la producción de cada una de las líneas, considerando también que el 65% de la materia prima, entra a las líneas de tajadas fritas y harina de plátano.

A través de un balance de materia, refleja la cantidad de entrada de materia en cada proceso de producción; siendo su entrada de 9,980kg/d de plátano; ya que en el lavado se pierde el 0.2%. En la línea de producción de tajadas fritas y harina de plátano se procesan 6,487kg/d que constituyen un 65% de la pulpa de la materia prima y en la línea de producción de harina para alimento de porcino y equino se procesan 3,493kg/d equivalente al 35% del peso de la cascava.

El estudio realizado indica que la planta de procesamiento de plátano con tres líneas de producción, representa una alternativa de innovación en el sector agroindustrial, considerando que representa una propuesta que genera un valor agregado en las zonas productoras del departamento de Rivas.

I. Introducción

Nicaragua es un país que se caracteriza por diversas actividades económicas; siendo una de ellas, la agricultura, que representa el 4.9% del PIB anual y en el primer trimestre del 2022 ha presentado un incremento del 1.0% según datos del Banco Central.

El sector agrícola es un pilar importante para el desarrollo; debido a que dio impulso a la economía en el proceso de recuperación (sin crecimiento en 2020) por la pandemia de COVID-19; por tal razón fue favorecido por las condiciones climáticas y mejores precios internacionales el cultivo del café; lo que significó mayores labores de producción en los cultivos de caña de azúcar, tabaco, maní, ajonjolí, banano y café, según el informe anual 2021 emitido por el Banco Central.

El plátano es un producto tropical rentable y con altos índices de aceptación, debido a que se produce en todo el territorio, destacando Rivas como el mayor productor de plátanos con casi 375 millones de unidades con un área de siembra de 6,300 y con un rendimiento promedio de 59,143 unidades por hectárea (Quintero, 2013).

La producción de plátanos mayormente es exportada a Centroamérica como materia prima, siendo usado para subproductos como snack en otros países de la región, cabe destacar que el plátano contiene un alto valor nutricional y es uno de los alimentos que constituyen la dieta diaria del nicaragüense.

Nicaragua en los últimos años ha retomado la importancia de los cultivos del plátano; debido a que constituye un complemento esencial en la alimentación y nutrición diaria de las familias nicaragüenses, así como también en la aportación de la economía; instituciones como Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) y Ministerio de Economía Familiar Comunitaria Cooperativa y Asociativa (MEFCCA) realizaron estrategias para aumentar la producción de los cultivos de plátano y banano, (INTA, 2019).

Cabe destacar que actualmente el país no cuenta con una planta procesadora de plátanos que cuente con tres líneas de producción; es decir; se enfocan en una u dos líneas de producción, siendo su principal línea de producción la encargada de la comercialización del producto como tal; o ya sea la obtención de tajadas fritas; por lo que el diseño tecnológico de la planta procesadora de plátanos representa una oportunidad de innovación, desarrollo y crecimiento en el ámbito industrial y siendo un precedente a futuros proyectos de innovación en el sector agrícola.

La realización de este documento es de carácter descriptivo, en donde se cumple el objetivo de describir el proceso productivo para las líneas de primaria, secundaria y terciaria de los productos y determinar los equipos necesarios en el proceso.

II. Objetivos

2.1. Objetivo General:

- Desarrollar el diseño tecnológico de una planta procesadora de plátano en la ciudad de Rivas.

2.2. Objetivos Específicos:

- Describir generalidades de la planta musa x paradisiaca y caracterizar la materia prima a utilizar.
- Describir el proceso productivo de la planta procesadora con tres líneas de producción (Tajadas Fritas, Alimento para porcino/equino y Harina de Plátano).
- Determinar los requerimientos tecnológicos para el diseño de la planta procesadora de plátanos en la ciudad de Rivas.

III. Marco Teórico

3.1. Descripción general de la planta Musa x Paradisiaca

Musa Paradisiaca es una planta herbácea, perteneciente a la familia de las Musáceas; descrita por primera vez en el año de 1753. Se originó en Asia Meridional y se conoce en el mediterráneo desde el año 650 cuando la especie llegó a las Islas Canarias en el siglo XV; desde que fue llevado a América en el año 1516 (INFOAGRO,2005).

La taxonomía de esta planta es compleja debido a que incluye numerosos híbridos de variada composición genética; cabe destacar que de acuerdo al Código Internacional de Nomenclatura Botánica se usa su forma original como en la modificada Musa x paradisiaca, que indica de manera concisa que se trata de un híbrido.

Además de su valor como alimento, el plátano tiene otros usos, como la producción de fibras textiles y la elaboración de cerveza. Esta planta requiere un clima cálido y húmedo para crecer adecuadamente ya que es una fuente importante de carbohidratos, potasio y vitaminas.

Las musáceas son plantas que poseen pseudotallos aéreos, originándose de cormos o cepas que dan origen al tallo, yemas laterales y raíces adventicias.

La planta está constituida por: Cormos o cepas, raíces, pseudotallo, tallo floral, hojas (conformada por cuatro partes), bellota o cucula, flores y fruto.

Cormo o Cepas: Es un tallo subterráneo que desarrolla hojas en la parte superior y raíces adventicias en la parte inferior. Estructura formada por entrenudos cortos definidos; de los nudos brotan raíces en grupo de una a cuatro; las hojas se originan en la parte apical del cormo formando un cono sólido.

Raíces: Las raíces superiores se extienden en sentido horizontal de 5 a 10m de la planta; si no es obstaculizado su crecimiento; las raíces inferiores pueden penetrar hasta 1.5m de profundidad.

Pseudotallo: Parte aérea de la planta, formada por las vainas envolventes de las hojas; esta ofrece a la planta un mejor apoyo y capacidad de almacenamiento de reservas amiláceas e hídricas; en su etapa adulta puede llegar a medir 5m de altura y 40cm de diámetro según cultivo y ciclo de producción. Consta de una estructura resistente hasta soportar el peso aproximado de 75 kg.

Tallo Floral: Se forma en la parte central superior del cormo, cuando se ha emitido alrededor de 20 hojas; cilíndrico, grueso, de color blanco con nudos, en los que se anidan de 15 a 20 hojas. El escapo floral o raquis, carece de fibras fuertes, por tal motivo cesa de tener el sostén del pseudotallo inclinándose hacia abajo por su peso.

Hojas: Conformado por vaina, pecíolo, lámina y apéndice; su desarrollo varía de acuerdo a la edad, orden y ciclo de vida de la planta

Bellota o cúcula: En el eje de la inflorescencia las hojas están reemplazadas por brácteas. Al extremo de la inflorescencia se forma como una masa compactada llamada “manzana”, “bellota” o “chira”. Esta flor es producida por la planta macho del plátano, en el pseudotallo surge de su parte central una inflorescencia con forma de gota invertida, acabando en una punta afilada.

Flores: Poseen un perianto de dos pétalos, el mayor formado de cinco piezas soldadas alternas, tres grandes y dos pequeñas. Las flores estaminadas tienen de cinco a seis estambres, un estaminodio y un pistilo no funcional.

Frutos: En el desarrollo del fruto es partenocárpico, es decir, sin polinización y se forma por aumento en volumen de las paredes del ovario de las flores pistiladas. La forma, color y posición del fruto varían según el cultivar.

La cascara o pericarpio es dura y brillante; la fruta posee una parte comestible, es una masa de parénquima cargada de azúcar y almidón.

En Nicaragua se encuentran diversas especies y/o clones de la familia de las musáceas, ingredientes autóctonos conocidos comúnmente como Plátanos, Bananos y guineos. En esta definición se ha considerado la forma del fruto, en un plátano, el fruto tiene cuatro aristas bien diferenciadas, por eso se le llama cuadrado. Los plátanos son más largos, tienen tres lados, se usan para freír, ya sea verdes o maduros, los plátanos son angulares cuando son pequeños y gradualmente cilíndricos, se acumula almidón, se comen frescos como una fruta y se exportan.

Figura 1 Partes de una planta de plátano



Fuente: Infoagronomo (2022)

3.2. Caracterización de materia prima

El plátano verde es el fruto de la *Musa x paradisiaca*, debido al estado de maduración tiene mucho más almidón que azúcar, en el caso de encontrarse verde posee más almidón.

Además de ser un fruto rico en fibra, potasio, almidón, vitamina C y beta-caroteno, si como vitaminas y minerales como el hierro, su consumo puede favorecer el control de la glucosa, colesterol y triglicéridos en la sangre.

El valor nutricional del plátano en sus diversas formas de consumo es principalmente un alimento de fácil digestión, debido a la cantidad de la proporción de almidón; contiene bajo contenido de fibra cruda lo que hace de este un fruto ideal para la ingesta humana.

Por otra parte, contiene minerales como fósforo, zinc, calcio y magnesio, es necesario para mantener la salud de diversos sistemas como el óseo y el muscular; además de ser un fruto rico en vitamina B3, ácido fólico y vitamina C.

Al ser una fuente de fibra del tipo soluble, la más presente es la inulina, funciona como alimento para las bacterias benéficas que se encuentran en el intestino favoreciendo la digestión, el sistema inmunológico e incluso un papel protector contra la diabetes y enfermedades cardiovasculares.

Otro aspecto fundamental es la riqueza de vitamina C y antioxidantes naturales lo cual le otorgan al plátano propiedades protectoras frente al daño oxidativo celular, reforzando el sistema inmunológico, apoyan la síntesis de colágeno y participa en procesos metabólicos esenciales, consolidando así la importancia de su consumo.

Las musáceas son importantes por su alto valor energético; su aporte es similar al del maíz (300kcal/100 gr. de producto); esta característica lo convierte en una fuente eficiente de energía rápida y se posiciona como un alimento básico e importante en la dieta diaria.

En síntesis, las musáceas se destacan en su concentración de hidratos de carbono en forma de almidón, contenido de fibra soluble y digerible, concentración de minerales como potasio y alto contenido de diversas vitaminas (Álvarez Córdova, 2018).

Los valores nutricionales del plátano (*musa x paradisiaca*), según el consumo por persona, se encuentra en la siguiente tabla:

Tabla 1. Valores nutricionales del plátano por persona

Valor Nutricional por persona 100g (3.5oz)	
Energía	510kg (120kcal)
Carbohidratos	31.89 g
Azúcar	10 g
Fibra Dietética	2.3 g
Grasa	0.37g
Proteína	1.3 g
Vitaminas	Cantidad
Vitamina A	56 µg
Beta- Carotene	457 µg
Tiamina (B1)	0.052 mg
Riboflamina (B2)	0.054 mg
Niacina (B3)	0.686 mg
Ácido pantoténico (B5)	0.26 mg
Vitamina B6	0.299 mg
Folate (Bg)	22 µg
Vitamina C	18.4 mg
Vitamina E	0.14 mg
Vitamina K	0.7 µg
Minerales	Cantidad
Calcio	3 mg
Hierro	0.6 mg
Magnesio	37 mg
Fosforo	34 mg
Potasio	499 mg
Sodio	4 mg
Zinc	0.14 mg
Otro Constituyente	Cantidad
Agua	65.3 g

Fuente: Vera Álvarez (2017)

3.3. Enfermedades y plagas comunes en cultivos de plátanos

Durante el desarrollo del plátano es común encontrar que en algunas cosechas pueden aparecer plagas o enfermedades, de las cuales se explicará brevemente:

➤ Picudo Negro - Cosmopolitis sordidus

Son causados por las larvas al alimentarse de los tejidos del cormo, causando los siguientes daños.

- La pudrición del cormo, presencia de enfermedades y evita el transporte de los nutrientes, desde las raíces hasta el resto de la planta.
- Pérdida de vigor de las hojas, se tornan de un color amarillo y luego se marchitan.

- Las plantas jóvenes se marchitan mientras que las plantas más viejas detienen su crecimiento.

Figura 2 Picudo Negro



Fuente: Establecimiento y manejo del cultivo del plátano (MEFCCA,2024)

➤ **Ácaro rojo - Tetranychus tumidus, Banks**

Este insecto provoca un bronceado en las hojas adultas, absorbiendo el tejido superficial (epidérmico) de las mismas.

Figura 3 Ácaro rojo



Fuente: Establecimiento y manejo del cultivo del plátano (MEFCCA,2024)

➤ **Nemátodos - Radopholus similis Daños**

Los nemátodos son parásitos microscópicos que atacan las raíces de la planta, reduciendo la capacidad para absorber nutrientes y agua.

- Afectan las raíces provocando que las plantas se caigan.
- Las zonas dañadas pueden ser afectadas por hongos y bacterias.
- Reducción del crecimiento de la planta y por consiguiente la muerte de la planta.
- Mala calidad del racimo.
- Ataca durante todo el ciclo.

Figura 4 Nemátodos



Fuente: Establecimiento y manejo del cultivo del plátano (MEFCCA,2024)

➤ **Sigatoka negra - *Mycosphaerella fijiensis* var. *Difformis***

Síntomas: Inicialmente aparecen puntos cafés rojizos generalmente en la superficie inferior de la hoja, estos puntos se van alargando y forman estrías del mismo color, posteriormente se alargan un poco más y cambian a un color café oscuro, casi negro. Una vez alargadas las estrías comienzan a ensancharse, adquiriendo una forma circular.

Figura 5 Sigatoka negra



Fuente: Establecimiento y manejo del cultivo del plátano (MEFCCA,2024)

➤ **Punta de cigarro y punta negra – *Trachysphaera fructigena*, *Verticillium* spp. *Stachylidium* spp**

Síntomas: Afecta directamente la fruta y la punta queda negra con un micelio blanquecino y el necrosamiento total de los dedos (podredumbre).

Figura 6 Punta de cigarro y punta negra



Fuente: Establecimiento y manejo del cultivo del plátano (MEFCCA,2024)

➤ **Pudrición del pseudotallo - *Erwinia* spp**

Síntomas

La pudrición bacteriana, es agresiva y siempre está presente, especialmente durante la época lluviosa, comienza por lo general con el necrosamiento de la hoja bandera (candela) y la planta comienza a morir de arriba hacia abajo; por lo general no mata a la planta, hasta que ya han pasado varios meses.

Se presenta como una podredumbre en el Pseudotallo y luego por su ineficiente manejo se prolifera, doblando la planta provocando una muerte lenta.

Figura 7 Pudrición del pseudotallo



Fuente: Establecimiento y manejo del cultivo del plátano (MEFCCA,2024)

➤ **Moko - *Ralstonia solanacearum***

Síntomas

- Cormo con punteamiento rojizo de haces vasculares y exudación de consistencia viscosa.
- En el pseudotallo los vasos conductores se tornan rojizos y/o pardos oscuros.
- Amarillamiento prematuro y muerte de las primeras hojas viejas o inferiores, la planta comienza a morir de abajo hacia arriba.
- Hojas viejas presentan un halo amarillo en todo el borde y se extiende hasta provocar un amarillamiento general y semanas después todas las hojas se quiebran entre la base de la lámina foliar y el extremo apical del peciolo.
- Inflorescencia y racimos atrofiados, madurez prematura del racimo en forma irregular.

Figura 8 Moko



Fuente: Establecimiento y manejo del cultivo del plátano (MEFCCA,2024)

Las plagas y enfermedades en los cultivos pueden tratarse mediante prácticas de manejo, en donde se efectúa exhaustivamente medidas para erradicarlas y prevenir plagas a futuro.

El Ministerio de Economía Familiar Comunitaria, Cooperativa y Asociativa (MEFCCA) desarrollo una guía técnica para el correcto establecimiento y manejo de los cultivos de plátano, el documento se encuentra de manera gratuita en la página oficial, así como también, puede ser proporcionado en las instalaciones del MEFCCA de la localidad.

Algunas prácticas de manejo sugeridas por el MEFCCA, van de acuerdo a cada una de las plagas puede presentar el cultivo, algunas de las prácticas de manejo son las siguientes:

- **Picudo Negro- *Cosmopolitis sordidus***
 - Renovar de la plantación después de cada ciclo productivo.
 - Mantener la plantación libre de malezas y vegetación en descomposición.
 - Luego de la labor de saneo y cosecha, el material de biomasa que resulta de la planta se debe de picar muy bien y ubicar rápidamente en el centro de las calles para su rápida degradación.
 - Uso de trampas en forma de disco, gavetas y cuñas. Las larvas forman galerías que facilitan la pudrición del cormo, dejando espacios por donde entran hongos y bacterias.
- **Ácaro rojo *Tetranychus tumidus*, Banks**
 - Renovar la plantación después de cada ciclo.
 - Uso de aceite de neen como repelente.
 - Deshojes sistemáticos.
 - Buenas prácticas culturales.
 - Embolsado para protección del fruto.
 - Uso de Metarrizum y Beauveria.
- Se recomienda un manejo químico como última opción. En casos de extrema necesidad se debe aplicar un producto sintético para la disminución de la población.
- **Nemátodos - *Radopholus similis* Daños**
 - Uso de nemátodos depredadores.
 - Inoculación de micorrizas.
 - Uso de hongos nematófagos.
 - Medidas culturales.
 - Se recomienda un manejo químico como última opción en casos de extrema necesidad, se debe aplicar un producto sintético para la disminución de la población.

Las prácticas de manejo de los cultivos son de vital importancia porque a través de ellos permiten mejorar la productividad y la calidad, además de ser un buen indicador para las condiciones de los suelos, debido a que al realizar la práctica de manera adecuada contribuye a la conservación del mismo y realizar un uso racional de agroquímicos.

3.4. Descripción de producción y comercio de la materia prima

3.4.1. Volumen de Producción

El estudio incluye la información obtenida de las investigaciones sobre el cultivo de la familia Musáceas en Nicaragua en los últimos años, en cuanto a cantidad y calidad, estadísticas y registro de producción de cultivos en particular muy deficientes, denuncias y desabastecimiento.

En Nicaragua la siembra potencial para una manzana de cultivo de plátano tecnificado es de 1750 a 2000 plantas, se estima que la floración final oscila entre el 82% al 95% con pérdida de fruta no cobrada entre 5% al 18%, esto debido a daños mecánicos, fitosanitarios, nutrición, entre otros.

En el año 2017 el sistema de monitoreo del Ministerio Agropecuario (MAG) registró 26,600 manzanas establecidas con plátano, de estas se cosecharon 18,469 manzanas, con una producción de 739 millones de unidades (rendimientos de 40 mil unidades por manzana), 16% superior a la producción de año anterior (636 millones de unidades) y 84% de cumplimiento de la meta 2017.

Tabla 2 Departamentos con mayor producción de plátano en Nicaragua

Nº	Departamento	Porcentaje
1	Rivas	36%
2	Chinandega	16%
3	Masaya	15%
4	León	3%
5	Otros	31%

Fuente: MAG, 2017

Instituciones como el Ministerio Agropecuario (MAG) están desarrollando e impulsando programas y estrategias para aumentar la productividad, agregación de valor y procesamiento de plátano a Nivel Nacional, con el objetivo de promover el desarrollo de los nuevos emprendimientos, dinamizar la economía local, nacional y contribuir a la Seguridad Alimentaria.

En el informe emitido por la Asociación de Plataneros de Rivas, es importante destacar que el departamento de Rivas, posee las mejores condiciones agroclimáticas para la siembra y el establecimiento de explotaciones bajo riego gracias a las características edáficas y la abundancia del recurso agua subterránea. Tiene la mayor cantidad de áreas sembradas de musáceas del país y en la zona, el plátano es un rubro de alta relevancia agrícola, especialmente en la zona de Ometepe, Belén, Potosí, San Jorge, Buenos Aires y Tola, donde existen más de 10,000 manzanas en producción. (APLARI, 2013).

3.4.2. Temporada de producción

Las musáceas se producen en Nicaragua todo el año, entre las que destaca el banano, que se concentran en los departamentos de Chinandega, León, Managua, Rivas, todas ellas en la región del Pacífico.

Existen dos temporadas de producción claramente definidas, debido a que la mayoría de las unidades productivas carecen de agua para riego, que es la temporada alta, octubre-diciembre y la temporada baja abril-septiembre.

En la mayoría de las ciudades, los agricultores utilizan tecnología tradicional con poblaciones de 1200 a 1800 plantas por bloque, produciendo rendimientos de entre 11000 y 18000 unidades por bloque. En la isla de Ometepe, la variedad de plátano gigante se produce sin riego.

3.4.3. Análisis de la comercialización del plátano

Tradicionalmente, la adquisición, producción, comercialización y distribución de bienes y servicios en la cadena logística o de suministro de una organización se da en conjunto con cada uno de los integrantes que la conforman. Por lo tanto, las organizaciones del sector manufacturero tienen sus propios objetivos, que normalmente los establece la dirección central.

Además, es importante considerar aspectos relacionados con los canales de distribución, estrategias de marketing, calidad de los productos, precios, tendencias del consumidor, regulaciones y el impacto socioeconómico. El enfoque completo permite identificar las oportunidades para optimizar la eficiencia y la competitividad en la comercialización.

En la mayoría de las operaciones de fabricación de productos, se encuentran diseñadas para aumentar el rendimiento y reducir los costos, sin considerar el impacto y las repercusiones sobre los niveles de inventario y la capacidad de distribución. La falta de organización e integración generan dificultades de coordinación en las áreas de producción, almacenamiento y logística. Por tanto, la gestión de la cadena de suministro constituye un enfoque estratégico que permite facilitar el flujo eficiente, una operación más optimizada, significando así el éxito de una integración.

3.5. Aprovechamiento Del Plátano

En las plantas procesadoras de plátano, se descarta una proporción significativa de la fruta, dado que no cumple con los requisitos de comercialización, ya sea por encontrarse físicamente dañadas o no cumplen con el tamaño deseado, es decir, muy pequeñas, además de que se encuentra en dependencia del estándar de venta; por lo que son susceptibles a que sean descartadas y se pierdan; quedando sin valor agregado o sin uso comercial.

Los plátanos pueden tener diversidad de usos tanto el fruto como la cepa; se puede producir cartón a partir del pseudotallo, el fruto usarse en la elaboración de harina o tajadas fritas, en el caso de la cascara, usualmente suele desecharse, pero otra parte de la población las utiliza como alimento de equino y porcino.

En el año 2016, se realizó una investigación teniendo como objetivo evaluar la inclusión de harina de plátano y harina de yuca sobre parámetros productivos (consumo voluntario, conversión alimenticia y ganancia de peso) en porcinos en el municipio del Rama, obteniendo como resultado que el consumo de harina de plátano y harina de yuca, no se encontraron diferencias significativas en cuanto al consumo voluntario, a excepción de la conversión alimenticia que

se encontraron diferencias significativas en relación del concentrado comercial. (Silva & Martínez, 2018).

El aprovechamiento del plátano a través de tres líneas de producción: tajadas fritas, harina de plátano y alimento para porcino y equino, constituyen una alternativa para el aprovechamiento de la materia prima, reduciendo los desperdicios y generando un subproducto con valor nutricional.

Por otra parte, promueve la sostenibilidad mediante el uso completo del plátano y sus derivados; por lo que, en cada línea de producción es necesario conocer sus estrategias:

Tajadas de plátanos:

- Producir una variedad de frituras, ya sea como tajadas de plátanos o tostones, con diferentes sabores y textura esto para atraer a diversos segmentos de mercado.
- Experimentar con recubrimiento y sazones para crear productos únicos y diferenciados en el mercado.
- Desarrollar empaques atractivos y prácticos en los puntos de ventas.

Alimento para equino y porcino:

- Es rico en carbohidratos, ya que se convierte en una excelente fuente de energía para el ganado. Esta energía es especialmente importante para el ganado en la lactancia, en el crecimiento o en trabajos pesados.
- Los plátanos contienen una variedad de nutrientes esenciales, incluyendo potasio, fibra, vitaminas B6 y C; estos nutrientes contribuyen al bienestar general y la salud del ganado.
- Esto no solo ayuda a reducir los desperdicios, sino que también ofrece una alternativa nutritiva y económica para alimentar al ganado.

La harina de plátano verde con sus cascara, se puede utilizar en la dieta de porcinos, como reemplazo del maíz, al observar a los animales presentaron un aumento de peso de forma satisfactoria. (Laina Elizalde, 2022)

Harina de plátano:

- Producir harina de plátano como un ingrediente versátil para la industria alimentaria, que pueda utilizarse en fabricación de galletas, pan, pasteles, y así en otros productos.
- Ofrecer harina de plátano como una alternativa sin gluten para personas con intolerancia o alergias alimentarias.
- Transformar los plátanos en harina para agregar valor al convertir un perecedero en uno que pueda almacenarse por más tiempo y utilizarse en una variedad de aplicaciones culinarias.

La harina de plátano puede usarse en la producción de un producto nutricional sometido al horneado, formulado para ser una fuente excelente de fibra, con la ventaja de tener buenas características organolépticas y aceptación y gran

potencial como ingrediente funcional y puede incluirse en recetas nutricionales. (Acosta Coello & Parodi Redhead, 2020).

Al diversificar la producción del plátano en estas tres líneas de producción, se aprovechan al máximo los recursos disponibles, se generan fuentes de ingresos y se contribuye a reducir el desperdicio alimentario.

Los agricultores desconocen otros usos que se pueden realizar de todo el cultivo del plátano, generalmente luego de vender su producto (plátano), los tallos son desechados y olvidados en las plantaciones.

Por lo cual, podría usarse estos desechos para obtener cartón, a través del pseudotallo puede obtenerse celulosa y papel; debido a que es una fibra natural fuerte, porque presenta un buen modelo de elasticidad, resistencia a la tracción y rigidez (Canto & Castillo, 2011).

Para su obtención, se realizan operaciones como desfibrado, triturado y cocción de la fibra hasta que todo el material contenga la consistencia para formar láminas de cartón.

Figura 9 Pseudotallo del plátano



Fuente: Asociación de Mujeres Agro-Artesanas (2022)

La fibra natural obtenida del pseudotallo puede tener usos adicionales al cartón, como lo es la elaboración de productos como sombreros, bolsos, bisuterías, entre otras. En la Provincia de Oro ubicada al sur de Ecuador, una asociación de mujeres llamada AMA (Asociación de Mujeres Agro-Artesanas), realizan estos productos con la finalidad de dejar un legado para futuras generaciones y posicionar sus productos que son amigables al ambiente.

Figura 10 Sombreros elaborados de fibra de plátano



Fuente: Asociación de Mujeres Agro-Artesanas (2022)

Por otra parte, algunos agricultores están implementando el uso del raquis del plátano combinado con abono para mejorar la fertilidad del suelo y dependiendo de lo que necesite, podría considerarse una práctica de manejo sostenible.

En algunos casos el pseudotallo es usado en la jardinería, debido a que en su interior contiene altos niveles de agua, por lo cual ayuda al crecimiento de las plantas y es fuente de hidratación.

3.6. Beneficios del consumo de plátano

El plátano en estado de maduración verde contiene un sin número de beneficios en la salud humana de los cuales se encuentran los siguientes:

- Es una fuente de energía gracias a su alto contenido de hidratos de carbono completo.
- Al poseer alto contenido de potasio y poco sodio ayuda a mantener una presión arterial estable (salud cardiovascular).
- Ayuda en el funcionamiento muscular debido a que es participe en la contracción muscular, síntesis de los músculos y permeabilidad de las membranas.
- Ayuda en la regulación del tracto intestinal por su contenido de almidón e hidratos de carbono (digestión).
- Ayuda en la metabolización de la glucosa para prevenir la anemia y estimulación de producción de glóbulos rojos y blancos (salud inmunitaria).

El plátano en estado de maduración avanzado, aún sigue aportando beneficios en el consumo, de los cuales se encuentran:

- En el sistema cardiovascular el potasio mantiene un buen flujo sanguíneo en las arterias.
- Sintetizar anticuerpos e incrementar los mecanismos defensivos frente a las bacterias.
- Propiedades antidiarreicas.
- Propiedades antioxidantes.

Las propiedades nutricionales de estos, servirían como protección de enfermedades, como lo es el caso de las enfermedades coronarias, cáncer y diabetes. (López & Montaña, 2015).

Beneficios del consumo de harina de plátano:

- Controlar los niveles de colesterol
- Mejora el estado de ánimo
- Combate el cáncer de intestino
- Mejora el estreñimiento
- Apoya la buena función renal y la regulación de la presión arterial
- La harina de plátano se conserva en su empaque original mínimo 16 meses en condiciones normales de humedad y temperatura ambiente.

La harina de plátano es rica en almidón resistente, un tipo de carbohidrato que tiene propiedades que actúan en el cuerpo y que son similares a las fibras; provee muchos beneficios para la salud, regula los niveles de azúcar en la sangre, aumenta la sensación de saciedad, mejora el funcionamiento del intestino. (Hernandez et al., s. f.)

Tajadas de plátano fritas (snack)

- Es recomendable para personas que realizan actividad física.
- Puede ayudar a prevenir úlceras estomacales, infartos, colesterol, estreñimiento y calambres.
- Aporta fibra, potasio, vitamina B6, ácido fólico y hierro

Debe consumirse moderadamente porque al freírse absorbe mucho aceite, lo que lo hace alto en lípidos y calorías.

IV. METODOLOGÍA

La metodología aplicada en el presente trabajo es de carácter descriptivo con enfoque técnico, orientado a un diseño tecnológico de una planta procesadora de plátanos con tres líneas de producción: tajadas fritas, harina y alimento para porcino y equino a partir de las cáscaras.

En su enfoque descriptivo y de corte cualitativo, permite recopilar, analizar y sistematizar la información proveniente de fuentes bibliográficas, normativas nacionales y entrevistas a pobladores y productores locales. La aplicación de encuestas a la población, tiene como finalidad evaluar la aceptación de la propuesta de la localización de la planta, las cuales no fueron sometidas a un análisis estadístico exhaustivo, sino que se utilizaron como un insumo cualitativo para identificar la percepción social respecto a la propuesta.

Del mismo modo, referenciando la base documental y empírica obtenida, se establece una caracterización de la materia prima (musa x paradisiaca), considerando los parámetros de calidad y aspectos nutricionales, debido a que inciden de manera directa en la eficiencia del proceso y obtención de productos con un valor agregado.

Se describe detalladamente la descripción de cada proceso involucrado en las tres líneas de producción, las cuales están fundamentadas en la aplicación de balances de materia, capacidad y selección de equipos, considerando la producción diaria de la planta procesadora de plátanos.

4.1. Localización de estudio

Es el estudio del lugar donde se obtiene mayores beneficios en cuanto a disponibilidad de materiales e insumos; se desarrolla dependiendo del carácter de factibilidad, prefactibilidad o el perfil de estudio; en este aspecto la localización tiene una estrecha relación con factores técnicos, sociales y económicos.

En la adecuada selección de la localización; está condicionada por ciertos factores a considerar; en este caso se determina a través de la micro y macro localización.

La macro localización es la selección de la región o área donde se ubicará la planta; de acuerdo a condiciones requeridas para la realización de las actividades económicas comerciales; los factores determinantes en este estudio, son la localización del mercado de consumo; es decir, compra y venta de bienes de consumo, las fuentes de materia prima, disponibilidad de mano de obra y vías de comunicación.

La micro localización es el estudio que indica la mejor alternativa de instalación dentro de la región seleccionada. Cuando se hace el estudio a nivel de perfil, basta con identificar la zona para efectos de localización.

4.1.1. Macro localización

En la determinación de la localización a nivel macro, se toma en cuenta las técnicas no cualitativas; la técnica más conveniente de usar es el método de factor preferencial; este método se basa en la selección de preferencia personal.

En los factores a considerar y determinar la localización óptima son los siguientes:

- Transporte de insumos y productos.
- Disponibilidad y costo de mano de obra.
- Disponibilidad y costo de Insumos.
- Limitaciones tecnológicas.
- Consideraciones Ambientales.
- Cercanía de fuentes de abastecimiento.
- Disponibilidad de servicios básicos.
- Topografía de suelos.
- Comunicaciones

4.1.2. Micro localización de la planta

Se utiliza el método cualitativo ponderación por puntos; mediante el cual se asignan factores cualitativos a una serie de factores que se consideran relevantes en la localización (Baca, 2013).

Tabla 3 Método de ponderación por puntos

Ítem	Factor	Investigadores			
		1	2	Total	Peso
A	Materia Prima e insumos				
B	Accesibilidad y Transporte				
C	Servicios Básicos				
D	Cercanía del mercado				
Total					

Fuente: Producto de la investigación

4.1.3. Requerimientos para caracterizar la materia prima

La caracterización del plátano es determinada por su estado de madurez; es decir, en dependencia de ello se procede a seleccionar y clasificar.

El plátano debe estar fresco; su máximo de tiempo debe corresponder a menos de 4 días de su corta; debe presentar un grado de madurez menor a ese plazo de días.

La razón fundamental es que a medida que los días continúan y aparece su estado de madurez, varía los beneficios que aporta al ser ingerido; por otra parte, deben encontrarse sanos, tener buena textura, libres de magulladuras o daños de cualquier tipo.

Los plátanos que se caracterizan pertenecen a la primera y segunda categoría, en donde, debe de poseer un color de hasta un 10%, el largo no debe ser menor a 25.4 cm (10 pulgadas) o ya sea un largo de 17.78cm (7 a 10 pulgadas) y tener defectos de cascara debido a raspaduras, costras, manchas u otros defectos que no superen los 4cm².

4.1.3.1. Estado de madurez del plátano para determinación de su uso

Estado 1: Verde

Color: Verde intenso

Textura: Firme y densa

Composición: Alto contenido de almidón, bajo en azúcares

Propiedades: Rico en fibra y prebióticos, beneficioso para la salud intestinal

Estado 2 a 4: Amarillo con tonos verdes

Color: Amarillo con áreas verdes

Textura: Comienza a ablandarse

Composición: Disminución del almidón, inicio de conversión en azúcares

Estado 5: Amarillo con puntas verdes

Color: Mayormente amarillo con pequeñas áreas verdes

Textura: Suave al tacto

Composición: Mayor contenido de azúcares, sabor más dulce

Estado 6: Amarillo total

Color: Amarillo uniforme

Textura: Muy suave, ligeramente blanda

Composición: Alto contenido de azúcares, bajo en almidón

Estado 7: Amarillo con manchas marrones

Color: Amarillo con manchas marrones

Textura: Muy blanda, casi pastosa

Composición: Predominancia de azúcares, bajo contenido de almidón

Estado 8: Deterioro parcial

Color: Más del 50% de la superficie presenta coloración parda

Textura: Muy blanda, puede presentar áreas descompuestas

Composición: Descomposición avanzada, pérdida de nutrientes

Estado 9: Descomposición avanzada

Color: Más del 50% de la superficie muestra coloración parda o deterioro

Textura: Muy blanda, con áreas descompuestas

Composición: Descomposición total, pérdida significativa de nutrientes

Por tanto, para su máximo aprovechamiento se debe seleccionar la etapa o grado de madurez de 1 a 4.

Figura 11 Estado o grado de madurez del plátano



Fuente: Adel A. Kader. Banana Ripeness chart (University of California)

4.1.4. Requerimiento de caudal y energía

Se necesita tener agua potable para los procesos requeridos, como es el lavado del plátano en las tinas de acero inoxidable recomendadas, en el proceso de lavado, el agua se recupera y se emplea como riego en plantaciones, o bien puede usarse para otros servicios básicos.

Se necesita tener conexiones adecuadas para la energía; ya que, los equipos necesitan de un mayor voltaje, por lo que la instalación debe poseer medidores de 110V, 220V, 380 V.

4.1.5. Condiciones Ambientales

El cultivo del plátano requiere de condiciones ideales como lo es la temperatura, las precipitaciones, la humedad relativa, tipo de suelo y luz solar.

Las condiciones ideales incluyen temperaturas que oscilan entre los 26–30° C, una precipitación anual entre 1800 a 2500mm distribuido de forma regular en todo el año y contar con altos niveles de humedad relativa para favorecer el desarrollo del cultivo.

4.2. Proceso de Producción

4.2.1. Requerimientos y disponibilidad de materia prima e insumos

La materia prima se define como un bien intermedio, debido a que es todo aquel bien que es transformado durante el proceso de producción hasta convertirse en un bien de consumo.

A través del proceso de producción, se describe las etapas que conforman el diseño tecnológico y las cuales están presente en el proceso de transformación de materia prima en producto terminado.

Los requerimientos críticos de la materia prima aplicado a procesos agroindustriales, es el que se cumpla con los estándares mínimos de calidad principalmente en cuanto al tamaño y estado de madurez fisiológico. Si el plátano se procesa después de un lapso de tiempo de cuatro días de haberse cortado, sus características fisicoquímicas comienzan a cambiar; es decir, si excede a ese tiempo, surgen cambios en los niveles de almidón y niveles de azúcares, por lo que, acorde a su estado de maduración, la concentración de almidón se verá reducida y los niveles de azúcares incrementan.

Cabe destacar, que el proceso de selección de materia prima se encuentra regido por la Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense de requisitos mínimos de calidad e inocuidad para el plátano.

Los materiales e insumos requeridos para la planta procesadora de plátano están conformado por los siguientes:

Tabla 4 Materia prima e insumos para las líneas de producción de plátano

Materia Prima	Insumos
Plátano Verde	Fundas (sacos)
Agua	Aceite vegetal
Cascaras de plátano verde	Sal (NaCl)
	Hipoclorito de sodio (NaClO)
	Bolsas de polipropileno

Fuente: Producto de la investigación

4.2.2. Descripción del proceso productivo

El proceso de producción, es el procedimiento técnico que se utiliza en el proyecto para obtener los bienes y servicios a partir de insumos, y se identifica como la transformación de una serie de materias primas para convertirla en artículos mediante una determinada función de manufactura. (Baca Urbina, 2013).

En la descripción se detalla las actividades llevadas a cabo en cada uno de los procesos requeridos para la producción de las que conforman las 3 líneas de productos, los cuales son: tajadas fritas, alimento de porcino/equino y harina de plátano, las cuales se pueden dividir en las siguientes etapas generales:

Recepción y selección de materia prima

El proceso de selección se realiza de manera manual; es decir, los encargados de esta área realizaran inspección visual para determinar si cumplen los requisitos mínimos; para la adecuada selección se requiere la aplicación de la Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense para el plátano que es la NTON 03 074-07, la cual se encuentra basada en la norma "CODEX STAN 205-1997".

La materia prima pasa por los procesos de recepción, inspección y selección mediante el cual, son descartados los plátanos que se encuentran en un estado de madurez mayor a 4 días de su corta; por otra parte, deben encontrarse sanos, poseer buena textura, libres de magulladuras o daños de cualquier tipo.

En la selección de materia prima, se rechaza aquel que tiene mayor a ese número de días, debido a que la etapa o grado de madurez oscila en la etapa 5 con una textura suave al tacto y en cuanto a contenido, posee mayor cantidad de azúcares.

De igual manera aquellos que excedan los 4cm², al poseer defectos de cascara como raspaduras, costras, manchas u otros defectos serán apartados y no entran en el proceso de producción.

Área de Lavado

En esta área, el plátano se procede a lavar en diferentes tinas, siendo la primera tina de dimensiones 1.35 x 2.5 x 1.0 m de acero inoxidable 304, luego de cumplir la función de lavado por inmersión, se realiza el enjuague en un tanque de acero inoxidable 304 con dimensiones de 1.35 x 0.7 x 0.6 m; cabe destacar que en esta área se subdivide en:

- Lavado por Inmersión: Se realiza el lavado del plátano con una solución de 5 ppm de hipoclorito de sodio por un periodo de 10 minutos.
- Lavado de enjuague: Terminado el lavado por inmersión se procede a eliminar la solución de hipoclorito de sodio con agua.

El agua desechada después del proceso, se utiliza para regadío de las plantaciones de plátano, o a su vez enviar por el desagüe; ya que, la cantidad de hipoclorito de sodio es mínima, por lo que no afectaría la corrosión de las tuberías o contaminación.

Área de pelado

Esta etapa se procede a pelar el plátano utilizando una mesa de pelado que posee una capacidad de 500kg/h, con dimensiones 1.8 x 2.18 x 1.8m, un rango estándar de diámetro de plátano entre 25-45mm, puede ser ajustable para 15-50mm; encargada de separar automáticamente la cascara y la pulpa, hecha de piezas de acero inoxidable (SUS 304 o AISI 1030/1040) para cumplimiento sanitario.

Transporte de sólidos

El plátano pelado se coloca en una banda transportadora recta de acero inoxidable (AISI 304 o 316, grado alimentario), que llegara de forma directa al rebanado, la banda transportadora tiene una longitud de 2 a 12 metros.

En esta etapa se divide la materia prima en las 3 líneas de producción mencionadas:

Línea de producción de Harina de plátano

Rebanado

El plátano ingresa al rebanador de acero inoxidable 304 (grado alimentario), para el corte vertical en rodajas con el espesor de 2 mm a 4 mm (Chuquimarca, 2017), el corte vertical se lo realiza debido a que el plátano verde presenta una curvatura y para el proceso se requiere tener las rodajas del plátano de un tamaño pequeño para no obtener pérdidas de producto al llegar al tamizado.

Secado

Las rodajas de plátano se llevan al secador de túnel de acero inoxidable AISI 304 (estructura externa e interna). El secador opera a una temperatura de 50 °C, con la finalidad de eliminar el exceso de humedad del plátano; el tiempo estimado de secado es de 3,93 horas.

Molienda

Al terminar el secado, la siguiente operación es la molienda, donde las rodajas de plátano se reducen a un polvo fino que tiene diferente tamaño de partícula que va entre 150µm a >500 µm. (Pérez, 2010).

En este proceso se utiliza un molino de martillos de acero inoxidable AISI 304, cuenta de 12 a 24 martillos, con una dimensión aproximada de 800 x 500 x 1000mm y una capacidad de producción de 60 a 150 kg/h (depende del producto a obtener, humedad y granulometría).

Tamizado

Después de la obtención del polvo fino se procede a tamizar para tener un tamaño de partícula uniforme de 210 µm que debe pasar por un tamiz N° 70. (INEN- 616, 2006), el producto que no cumpla con estas especificaciones se utilizara como abono para las plantaciones del plátano.

Empacado

El último paso es empacar la harina de plátano en bolsas herméticas de polipropileno de 500 g selladas, que cumplen con la norma (INEN-1334, 2011).

El llenado se realizará mediante una balanza dosificadora, verificando su peso para después sellar por una maquina selladora de fundas.

Línea de Tajadas Fritas

Corte

Con el objetivo de conocer el rendimiento de la materia prima, se pesa la pulpa en una balanza digital electrónica de mesa, posterior pasa por el equipo de rebanado en donde se cortará longitudinalmente, formando tajadas de 1 milímetro de grosor y de 15 a 17 centímetros de largo.

Fritura

Las tajadas que han sido previamente cortadas se sumergen en aceite caliente con el objetivo de cocer su interior. El rango de temperatura es de 155°C a 160°C, de 3 a 4 minutos. El equipo a utilizar es una freidora industrial de acero inoxidable con una capacidad de producción de 800 a 1000kg por jornada, de acuerdo a las necesidades y configuración es de tipo túnel, banda transportadora o de lote.

Las tajadas de plátano se sumergen en el aceite caliente y deben de moverse cada cierto tiempo para lograr una uniformidad en la fritura.

Escurrido

En este proceso se obtienen unas tajadas fritas de plátano libres de aceite, en el cual se utiliza una centrifuga o escurridor de aceite con una capacidad de 1000kg de acero inoxidable 304, 1.2 m × 1.2 m × 1.5 m, luego las tajadas fritas se retiran de la freidora y se trasladan a la mesa de escurrido, en donde se retira el excedente de aceite para posteriormente pasar a la etapa de enfriamiento de las tajadas fritas de plátano.

Salado

Es la aplicación de sal y/o preservante en los alimentos con el objetivo de darles sabor. El porcentaje de sal a agregar a los snacks de plátano es darle un sabor ligero y es del 0.8% de sal sobre el peso del producto.

Posteriormente de que las tajadas son trasladadas a la mesa de escurrido y su debido enfriamiento, se les agrega sal, obteniendo así un producto con un contenido de sal homogéneo.

Empacado

Las tajadas son empacadas en bolsa de propileno, cada bolsa debe de contener un peso de 250 gramos; de una dimensión aproximada de 8 x 12cm.

Posteriormente se sellan, tomando en cuenta que las bolsas vienen etiquetadas.

Línea de alimento para porcino y equino

La harina de cáscara de plátano, es un subproducto valioso que puede utilizarse en la alimentación de bovinos, porcinos, aves y otras especies ganaderas; su elaboración implica varios pasos para garantizar su calidad y digestibilidad.

Transporte de solidos

Las cáscaras de plátanos verdes provenientes del área de pelado se transportan a través de una banda transportadora hacia un molino de pre procesamiento, mientras se trasladan las cascarras se realiza una inspección visual y de encontrarse materia extraña como tierra, piedras u otros residuos que puedan contaminar el producto final, se retiran del proceso.

Picado o Triturado

Se cortan las cáscaras en trozos pequeños (2-5 cm) para facilitar el proceso de secado. En pequeñas producciones el corte de las cascarras se realiza manualmente, pero en mayor volumen se realiza con una cortadora mecánica de acero inoxidable AISI 304 con dimensiones aproximadas de 1000 x 600 x 1200mm con un sistema de corte de rotor con cuchillas móviles contra cuchillas fijas, la capacidad de producción va en dependencia de humedad, tamaño de entrada y granulometría deseada, el tamaño de entrada debe ser ≤ 200 mm (cáscaras enteras o trozos manuales).

Secado o Deshidratación

Se usa hornos industriales o secadores con flujo de aire caliente; la temperatura recomendada es de 60-70°C para evitar la degradación de nutrientes. El secado en horno dura aproximadamente 6 a 12 horas dependiendo de la humedad inicial. El material del equipo es de acero inoxidable AISI 304 con un tipo de secado por convección (aire caliente forzado). El producto final debe contener menos del 12% de humedad para evitar el desarrollo de hongos.

Molienda y Obtención de la Harina

Una vez secas, las cáscaras pasan por molinos de martillos o de discos hasta obtener un polvo fino o granulado. Este equipo es de acero inoxidable con dimensiones de 800 × 500 × 1200 mm y su entrada tiene que ser ≤ 10 mm (producto seco y previamente troceado o deshidratado); luego se tamiza para asegurar un tamaño uniforme de partículas. El tamiz posee un diámetro de 600 mm – 1200 mm (circular), la cantidad de mallas es de 1 – 3 niveles; la harina obtenida debe tener una textura similar a la harina de trigo, sin grumos.

Almacenamiento

Se almacena en sacos de yute o bolsas plásticas selladas para evitar la absorción de humedad. Los sacos de yute tienen una medida estándar de 70 × 110 cm, con una coloración beige y su capacidad de carga de 50kg.

Se recomienda mantenerla en un lugar fresco y seco para prevenir la formación de hongos y evitar la pérdida de calidad; su vida útil puede ser de 3 a 6 meses si se almacena correctamente.

4.2.1. Descripción general de los equipos utilizados en el proceso de producción.

Los equipos que se utilizan en el proceso se detallan y describen de la siguiente manera:

- **Mesa de recepción, clasificación:** El plátano verde se recibe en mesas metálicas de acero inoxidable AISI 304, un material altamente resistente a la corrosión causada por el ambiente, el vapor y el agua. En estas mesas se lleva a cabo su clasificación, eliminando aquellos plátanos que presenten daños, estén partidos o hayan alcanzado la madurez, mediante una inspección visual. Además, se procede al corte de las puntas de los extremos.
- **Tina de lavado por inmersión:** Se emplea un tanque metálico de acero inoxidable AISI 316, debido a su resistencia a la corrosión y su capacidad para soportar diversas soluciones. Para el lavado del plátano, se utiliza una solución de hipoclorito de sodio a 5 ppm durante 10 minutos. Este proceso tiene como objetivo garantizar la inocuidad del producto final, eliminando impurezas y bacterias presentes en la corteza del plátano.
- **Tanque de enjuague:** Se emplea un tanque metálico de acero inoxidable AISI 316 para eliminar los residuos de la solución de hipoclorito de sodio mediante el enjuague del plátano. Posteriormente, el exceso de agua es eliminado utilizando rejillas metálicas de acero galvanizado.
- **Mesa de pelado:** Se usa una mesa metálica de acero inoxidable AISI 304, un material resistente a la corrosión y con propiedades de inocuidad. Esta mesa está destinada exclusivamente al pelado del

plátano y cuenta con una inclinación adecuada para facilitar el drenaje del agua proveniente del enjuague.

- **Banda Transportadora:** El plátano pelado previamente enjuagado y libre de impurezas se coloca en una banda transportadora diseñada para el transporte del plátano para que llegue hasta la rebanadora.

Línea de Harina de Plátano

- **Rebanadora:** La pulpa del plátano pasa a la rebanadora, donde se corta en láminas de 4 mm de espesor, considerado el tamaño óptimo para su secado (Chuquimarca, 2017). Este espesor se elige porque, si es menor, el plátano se deshidrata en exceso y pierde sus propiedades nutricionales, mientras que, si es mayor, el secado no se realiza de manera adecuada.
- **Secador de túnel:** Las rodajas de plátano se llevan al secador; el tiempo de secado es de aproximadamente 3,93 horas según los resultados obtenidos y con una temperatura de 50°C.
- **Molino de martillos:** El plátano seco ingresa a un molino de martillos, mediante impacto, las rodajas de plátano se reducen a polvo fino, en la descarga del molino se colocará una malla N° 70 para la obtención de un tamaño de partícula uniforme.

Línea de Tajadas Fritas:

- **Freidora industrial:** Fabricada en acero inoxidable, fríe las tajadas a una temperatura controlada de 150°C durante 3-4 minutos, asegurando una cocción uniforme y una textura crujiente. Se monitorea la calidad del aceite y se realizan filtraciones diarias para evitar residuos que alteren el sabor y la calidad del producto.
- **Centrífuga o escurridor de aceite:** Reduce el exceso de grasa tras la fritura, mejorando la textura y calidad del producto final. Su tiempo de uso varía entre 30 segundos y 1 minuto por lote. Es importante limpiarla periódicamente para evitar acumulación de residuos de aceite.
- **Túnel o mesa de enfriamiento:** Permite el enfriamiento uniforme de las tajadas fritas durante 5-10 minutos antes del envasado, evitando la acumulación de humedad. Se tiene una ventilación adecuada para agilizar el proceso, sin comprometer la calidad del producto.
- **Máquina de salado o sazonado (opcional):** Aplicación de sal o condimentos de manera uniforme sobre las tajadas antes del envasado. Se controla la cantidad de sazonador para evitar exceso de sodio o sabor desequilibrado; su limpieza se realiza al finalizar cada jornada para evitar acumulación de residuos.
- **Empacadora y selladora:** Envasa el producto en bolsas o recipientes herméticos para garantizar su conservación y prolongar su vida útil.

Puede operar de forma manual o automática, asegurando un sellado adecuado para evitar la entrada de humedad y aire. Se verifica periódicamente la integridad del sellado y limpieza de la máquina para evitar contaminación.

- **Balanza y etiquetadora:** Pesa las porciones de tajadas fritas y coloca etiquetas con la información del producto para su comercialización. La calibración de la balanza se realiza periódicamente y revisar que las etiquetas cumplan con los requisitos de trazabilidad y normativas vigentes.

Línea de Alimento para ganado

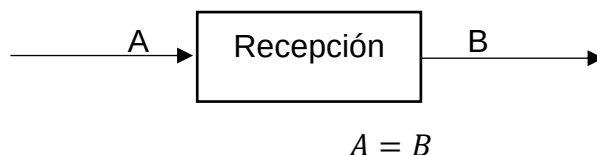
- **Trituradora o molino de preprocesamiento:** Reduce el tamaño de las cáscaras y descartes a fragmentos más manejables antes del secado, mejorando la eficiencia del proceso. Se revisa y limpia periódicamente para evitar obstrucciones.
- **Secador industrial o deshidratador:** Puede ser de tipo bandeja, rotatorio o túnel, y permite reducir la humedad de las cáscaras y descartes a menos del 10% para evitar la proliferación de hongos y bacterias. La temperatura debe mantenerse entre 50-70°C para preservar los nutrientes sin quemar el material.
- **Molino de martillos o de discos:** Tritura el material seco hasta obtener una harina fina de tamaño uniforme. Es fundamental calibrar el equipo para lograr la granulometría adecuada y evitar desperdicios. Su limpieza es esencial para evitar contaminación con residuos de lotes anteriores.
- **Tamiz o zaranda vibratoria:** Separa las partículas gruesas de la harina, asegurando una textura homogénea. Se inspecciona periódicamente la malla para evitar obstrucciones y asegurar un tamizado eficiente.
- **Sistema de almacenamiento y tolvas:** Recoge la harina procesada en condiciones óptimas para evitar la absorción de humedad. Se recomienda almacenar en contenedores herméticos para mantener la calidad del producto.
- **Empacadora y selladora:** Facilita el envasado en sacos o bolsas herméticas para su conservación y distribución. Se asegura que el material de empaque sea resistente a la humedad y al deterioro.
- **Balanza y etiquetadora:** Pesa y etiqueta los envases con información relevante, como fecha de producción, lote y contenido nutricional.

4.2.2. Balance de Materia Prima

Para la realización de los cálculos en el balance de materia prima, se debe tener en consideración lo siguiente:

Los cálculos están basados en cumplir con el requerimiento de producción por día de (10,000 kg).

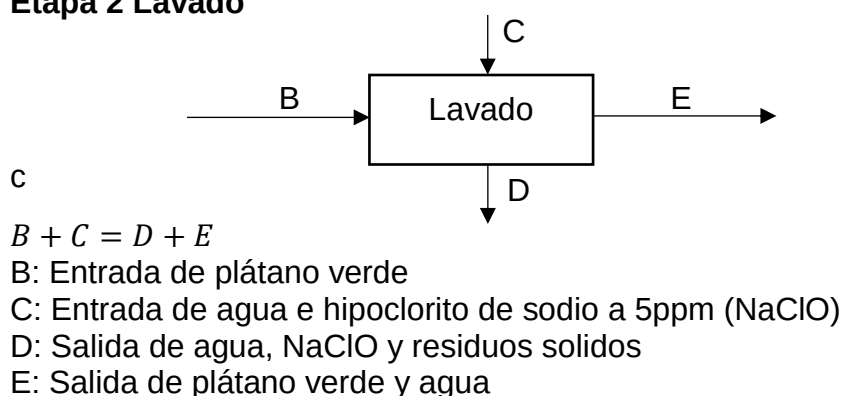
Etapas 1 Recepción de materia prima



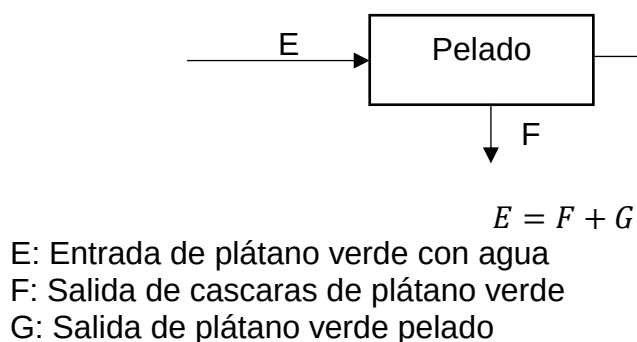
A: Entrada de materia prima (plátano verde)

B: Salida de materia prima (plátano verde)

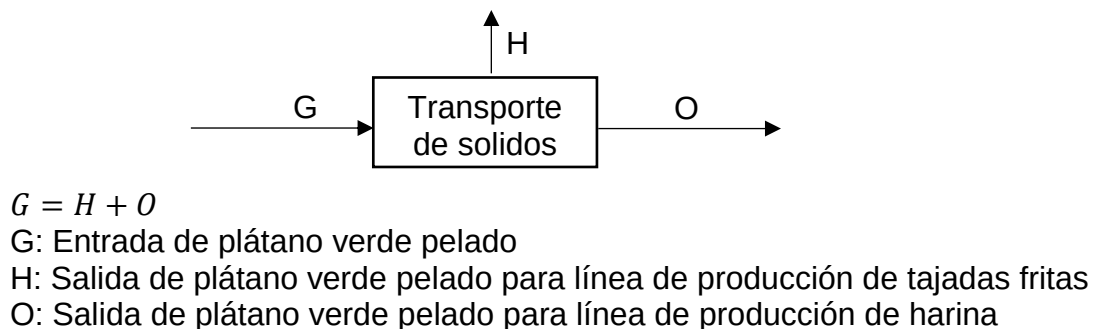
Etapas 2 Lavado



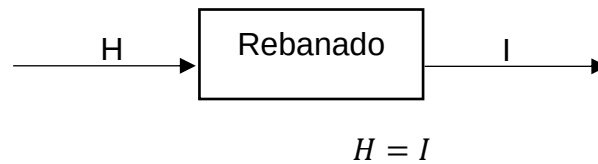
Etapas 3 Pelado



Etapas 4 Transporte de sólidos



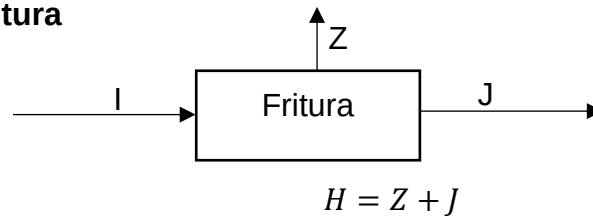
Etapas 5 Rebanado (Línea de producción de tajadas fritas)



H: Entrada de plátano verde pelado

I: Salida de plátano verde rebanado

Etapas 6 Fritura

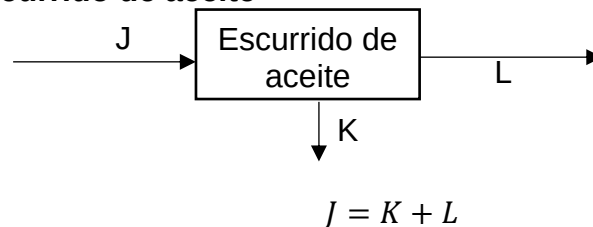


H: Entrada de plátano verde rebanado

Z: Humedad perdida (agua presente en la materia cruda)

J: Salida de tajadas fritas de plátano y aceite

Etapas 7 Escurrido de aceite

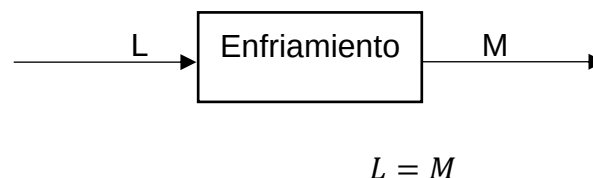


J: Entrada de tajadas fritas con aceite

K: Salida de residuos (aceite)

L: Salida de tajadas fritas de plátano caliente

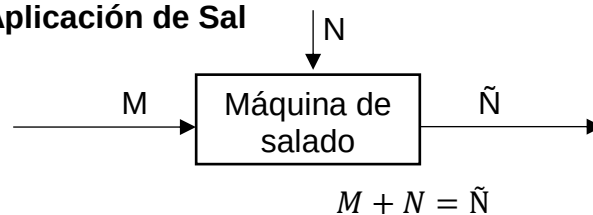
Etapas 8 Enfriamiento



L: Entrada de tajadas fritas de plátano caliente

M: Salida de tajadas fritas de plátano frías

Etapas 9 Aplicación de Sal

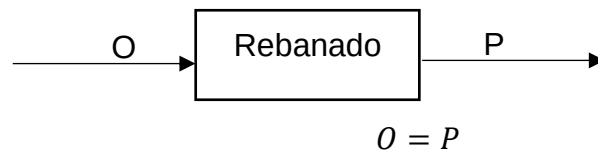


M: Entrada de tajadas fritas de plátano frías

N: Entrada de Cloruro de sodio (sal - NaCl)

Ñ: Salida de tajadas fritas de plátano saladas

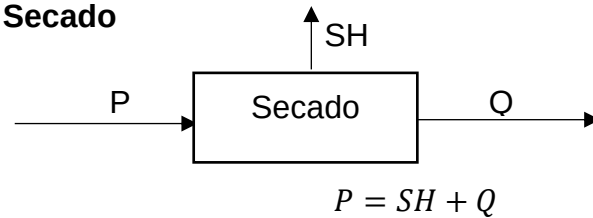
Etapa 10 Rebanado (Línea de producción de harina)



O: Entrada de plátano verde pelado

P: Salida de plátano verde rebanado

Etapa 11 Secado

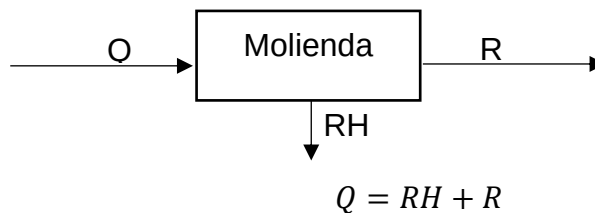


P: Entrada de plátano verde rebanado

SH: Humedad perdida (agua presente en la materia cruda)

Q: Salida de plátano verde seco

Etapa 12 Molienda

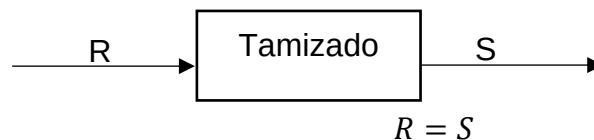


Q: Entrada de plátano verde seco

RH: Salida de residuos

R: Salida de plátano verde molido

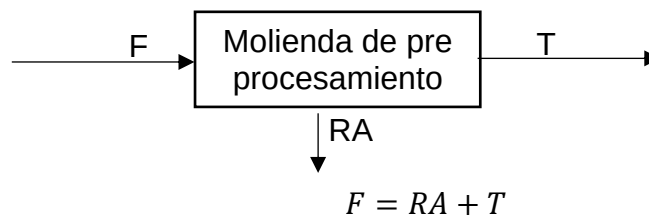
Etapa 13 Tamizado



R: Entrada de plátano verde molido

S: Salida de harina de plátano verde

Etapa 14 Molienda de pre procesamiento (Línea de producción de alimento de porcino y equino)

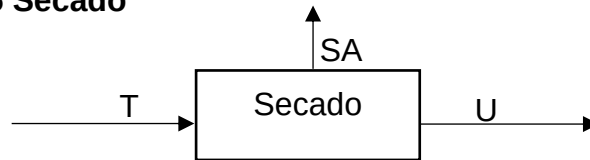


F: Entrada de cascaras de plátano verde

RA: Salida de residuos

T: Salida de plátano verde molido

Etapa 15 Secado



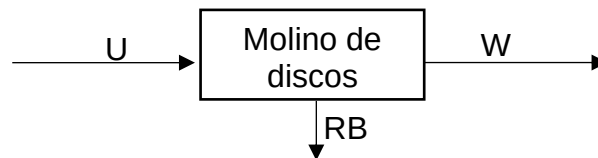
$$T = SA + U$$

T: Entrada de plátano verde molido (húmedo)

SA: Humedad perdida (agua presente en la materia cruda)

U: Salida de plátano verde seco

Etapa 16 Molienda



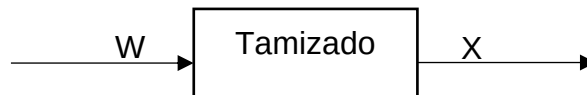
$$U = RB + W$$

U: Entrada de plátano verde seco

RB: Salida de residuos

W: Salida de plátano verde molido

Etapa 17 Tamizado



$$W = X$$

W: Entrada de plátano verde molido

X: Salida de alimento de plátano verde para porcino y equino

4.2.3. Criterios de Selección de los equipos

Criterios para la selección de mesas de recepción, clasificación

La selección de las mesas de recepción y clasificación del plátano verde debe basarse en características que les permitan soportar el peso adecuado, estar hechas de materiales idóneos que prevengan la contaminación y la proliferación de bacterias, ofrecer durabilidad y permitir una limpieza eficiente sin sufrir daños por corrosión.

Existen diferentes materiales utilizados en el diseño de mesas, como madera, plástico, lámina de acero galvanizado y lámina de acero inoxidable. Sin embargo, el material más adecuado que cumple con las características mencionadas y que se ajusta mejor a la producción de harina de plátano verde es la lámina de acero inoxidable AISI 304. Este material es apto para el contacto con alimentos, según lo estipulado por la FDA (Food and Drug Administration).

El espesor recomendado para la fabricación de estas mesas de acero inoxidable AISI 304 es de 1,5 mm (Facholas, 2004), ya que con este grosor la mesa no se deformará bajo el peso del plátano. Además, este material es químicamente inerte, lo que significa que no transmite olores ni sabores al producto, y puede soportar temperaturas de hasta 300°C sin perder sus propiedades.

En cuanto a las dimensiones, se recomienda una altura de 90 cm (ISO-6385, 2004) para evitar que el trabajador realice un esfuerzo excesivo, reduciendo así el riesgo de lesiones. El ancho de la mesa debe ser de entre 0,7 m y 1 m, mientras que el largo debe oscilar entre 1,5 m y 2 m (Facholas, 2004), medidas que permiten que el espesor de 1,5 mm resista adecuadamente el peso del plátano.

Criterios para la selección de tanque de inmersión

La selección del tanque de inmersión debe garantizar un volumen adecuado para el lavado por inmersión de los plátanos, además de ser capaz de soportar una solución de 5 ppm de hipoclorito de sodio.

El material adecuado para el tanque de inmersión es la lámina de acero inoxidable, pero en este caso se debe utilizar acero inoxidable AISI 316, ya que este material es capaz de resistir este tipo de soluciones, lo que garantiza una larga vida útil. El espesor recomendado es de 1,5 mm, según (Facholas, 2004). Además, la tina debe contar con un desagüe de acero inoxidable AISI 316 en la parte inferior para facilitar su limpieza.

Criterios para la selección del tanque de enjuague

La selección del tanque de enjuague debe tener el volumen adecuado para el enjuague de los plátanos. El material tiene que ser un material resistente, que evite la corrosión y que tenga una larga durabilidad. El material seleccionado será acero inoxidable AISI 316 ya que todavía tiene residuos de la solución de hipoclorito de sodio, el espesor será de 1,5mm y también contar con un desagüe en la parte inferior de la tina para su limpieza.

Criterios para la selección de la mesa de pelado

Para la selección de la mesa de pelado, debe tener características de soportar el peso con el que llegará después de pasar por la tina de enjuague, entonces el material adecuado para evitar la contaminación y la proliferación de bacterias debe ser el Acero Inoxidable AISI 304.

La mesa debe tener una inclinación debido a que llega de la anterior operación con agua escurriendo, la mesa estará a 90 cm de altura (ISO-6385, 2004) por facilidad del trabajador el ancho de la mesa debe estar entre 0,7 m a 1 m y el largo entre 1,5 m a 2 m, (Facholas, 2004) estas medidas son recomendadas para que el espesor de 1,5 mm resista el peso del plátano.

Criterios para la selección de la banda transportadora

Para la selección de la banda transportadora se optó por un transportador de banda, debido a que cuenta con las características adecuadas para el transporte del plátano, el material debe ser de aluminio con el marco de acero inoxidable AISI 304.

Para la determinación de los parámetros de selección de la banda transportadora se toma en cuenta lo siguiente:

-Ancho de la Banda: Tiene que cumplir las especificaciones adecuadas para su selección de 0,5 m a 2 m, el ideal para evitar caídas del plátano hacia la siguiente etapa. (Ulrich, 1993).

- Longitud: Para la selección se considerará una longitud apropiada para el transporte del plátano para llegar a la siguiente operación, para este tipo de productos se necesita optar por una longitud desde 2 m hasta 10 m. (Forbo, 2009).

-Velocidad de transporte: La velocidad con la que debe ser transportado el plátano tiene que tener un valor comprendido entre 0,1 - 0,3 m/s según criterios de diseño (Ulrich, 1993).

-Capacidad máxima de transporte: El transporte no debe de exceder la capacidad de la banda hasta 0,06 m³/s para evitar daños del equipo. (Ulrich, 1993).

Criterios para la selección de la rebanadora de plátano

Para la selección de una rebanadora ideal y adecuada debe presentar fiabilidad, seguridad, además el material que está construido tiene que ser de acero inoxidable AISI 304 para cumplir con la normativa de inocuidad para alimentos.

Mediante los siguientes criterios de selección que se presenta a continuación se seleccionará la rebanadora de plátano adecuada:

Sistema de Corte: Debe tener las cuchillas ideales para rebanar el plátano a un tamaño de entre 2 mm a 4 mm debido a que se cumplen los estándares para la siguiente operación. (Chuquimarca, 2017)

Capacidad de equipo: El equipo debe tener una capacidad mínima de operación de 100 kg/h.

Criterios para la selección del secador

El secador de túnel permite procesar grandes cantidades de materia prima de forma continua y a través de este equipo se optimiza el uso de energía térmica mediante circulación forzada de aire caliente en múltiples bandejas. (Sharma,2020). El plátano verde tiene alto contenido de almidón, por lo cual es necesario, su secado se realice de forma eficiente y homogénea, este equipo es ideal para uso industrial y semi industrial por su diseño y capacidad continua.

El material a seleccionar es acero inoxidable AISI 304, ya que cumple con las características de inocuidad que se necesita para el plátano, además de que es resistente a la corrosión.

Para la determinación de los parámetros de selección del secador se toma en cuenta lo siguiente:

Condiciones térmicas: El equipo debe operar por largos periodos de tiempo dependiendo del producto y el tamaño con el que se va a secar, la temperatura que debe trabajar es a 50 °C y no a temperaturas superiores para no afectar las propiedades nutricionales del plátano. (Chuquimarca, 2017).

Criterios para la selección del molino

El molino para la producción de harina de plátano verde, citando a Perry (1998) establece elegir un molino de martillos; debido a que este puede generar un producto de finura media que es el requerimiento para la harina.

Para la determinación de los parámetros de selección del molino se toma en cuenta lo siguiente:

Capacidad del equipo: El equipo debe tener una capacidad mínima de producir 50 Kg/lote de harina de plátano por un periodo de tiempo de 1 hora.

Potencia: La potencia depende de la capacidad del equipo y de la cantidad de producto que se va a obtener.

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. Localización

Para el análisis de la localización se consideró la capacidad de producción de los departamentos de Nicaragua a lo largo del periodo de un año.

La producción de plátano en Nicaragua se concentra en la región del Pacífico, principalmente en los departamentos de Rivas y Chinandega, debido fundamentalmente a la disponibilidad de la infraestructura.

Tabla 5 Zonas de Producción de Plátano Verde en Nicaragua

Departamento	Porcentaje
Rivas	47%
Chinandega	46%
Granada, León, Managua, Masaya y Carazo	7%
Total	100%

Fuente: Ministerio Agropecuario 2023

Considerando los datos presentes en la tabla 5, en el departamento de Rivas se concentra la mayor producción de plátanos en nuestro país, por lo cual se establece que la capacidad de producción de la planta será de 10 toneladas de plátano verde por día, que generalmente es la capacidad de plantas dedicadas a la producción de productos como plátano frito, harina o puré.

5.1.1. Macro localización

Para la macro localización del proyecto se situó en el Departamento de Rivas, ya que se consideraron los siguientes factores:

Materia Prima: Debido a su destacada posición como uno de los principales productores de plátanos, la planta procesadora está ubicada en la ciudad de Rivas, lo cual garantiza un suministro constante y de alta calidad de esta materia prima esencial (plátanos), ya que abastece a tres líneas de producción.

Mano de Obra: La ciudad de Rivas cuenta con una mano de obra altamente disponible y calificada para las necesidades de la planta procesadora de plátanos. La población local ofrece un recurso humano diverso y capacitado, lo que brinda la oportunidad de seleccionar al personal más adecuado para nuestras operaciones. Además, la proximidad de Rivas a centros educativos y de formación personal, permite acceder a un grupo de talento en constante crecimiento. Contribuye al desarrollo económico y social de la comunidad local mediante la creación de empleos y oportunidades de crecimiento profesional en la planta procesadora.

Costos de Insumos: Los costos de insumos en el municipio de Rivas puede variar según el tipo de insumos para la operación de la planta procesadora de plátanos. Sin embargo, es importante tener en cuenta que Rivas se encuentra en una región donde la producción agrícola es significativa, lo que influye positivamente en la disponibilidad y, en algunos casos, en la competitividad de los precios de ciertos insumos agrícolas. Además, la proximidad a las fuentes de materia prima puede tener un impacto en los costos de transporte y logística.

Impacto Ambiental: Para mitigar estos impactos, es fundamental implementar prácticas de producción sostenibles, tecnologías limpias y medidas de control de la contaminación, así como colaborar con las autoridades locales y la comunidad para identificar y abordar adecuadamente los problemas ambientales.

Impacto Socioeconómico: El punto de vista de una planta procesadora de plátanos en la ciudad de Rivas con tres líneas de producción, tiene un impacto positivo y significativo en el sector agroindustrial. Genera empleos al usar mano de obra directa e indirecta, los pobladores tienen una nueva alternativa de comercializar sus productos a mayor escala.

Comunicaciones: El municipio de Rivas cuenta con servicios de comunicaciones ampliamente disponibles, incluyendo telefonía móvil, internet de alta velocidad y telefonía fija. Estos servicios son fundamentales para la coordinación interna, comunicación con proveedores y clientes, y para gestionar eficazmente las operaciones de una planta procesadora de plátanos.

Características de Terreno: El terreno es ideal para una planta procesadora de plátanos para tres líneas de producción en la ciudad de Rivas; ya que es accesible para el transporte de materia prima y productos terminados, contando con una topografía plana o adaptable, al tener acceso a servicios públicos como lo es electricidad y agua, estar zonificado para uso industrial o comercial, minimizar el impacto ambiental y garantizar la seguridad el sitio en términos de riesgos naturales y humanos. Estas consideraciones son fundamentales para asegurar una operación eficiente y sostenible de la planta.

Figura 12 Departamento de Rivas



Fuente: Wikipedia (2025)

5.1.2. Micro localización

La selección de la localización de la planta procesadora de plátanos es un factor estratégico que influye directamente a la sostenibilidad y eficiencia operativa.

Se consideraron tres lugares de ubicación de la planta procesadora en el departamento de Rivas; siendo los siguientes:

Rivas (cabecera departamental), San Jorge y la Isla de Ometepe.

Al realizar el análisis técnico de la planta procesadora, se aplicó la realización de encuestas a la población local, donde los resultados obtenidos, evidenciaron que la ciudad de Rivas se percibe como un lugar estratégico y óptimo para la instalación de la planta procesadora de plátanos, debido a que

consideraron factores cualitativos como la cercanía a las principales zonas productoras de musáceas y las facilidades de acceso a vías de comunicación y transporte.

Por otra parte, se concluye que la mejor opción para establecer la planta procesadora de plátano es en la ciudad de Rivas, debido a que consta con una localización estratégica, dado que atraviesa la carretera Panamericana, lo cual garantiza una conexión directa a centros de distribución y facilita la entrada de materia prima y salida eficiente de producto terminado.

Por lo anteriormente expuesto, los costos de transporte se reducen de manera significativa en contraste con San Jorge y la Isla de Ometepe, siendo San Jorge más accesible, presenta limitaciones de espacio y desarrollo urbano; en el caso de la Isla de Ometepe depende de transporte lacustre, teniendo así, limitaciones logísticas en términos de horario, condiciones climáticas y capacidad.

Por otra parte, se consideró factores de disponibilidad de servicios básicos y técnicos y cercanías del mercado; en donde Rivas posee una mejor infraestructura en términos de servicios de agua potable, energía eléctrica estable, servicios técnicos y personal capacitado. Además de que se encuentra cerca de zonas productoras del cultivo por lo que permite que la materia prima llegue a la planta en un lapso corto de tiempo, debido a que el grado de madurez de la materia prima influye en el proceso de producción y su calidad. Con base a lo anterior, se concluye que la ciudad de Rivas es la mejor opción para la instalación de la planta procesadora de plátanos, en la siguiente tabla de ponderación de puntos se refleja los lugares y factores a considerar.

Factores a evaluar:

- A: Materia Prima e insumos
- B: Accesibilidad y Transporte
- C: Servicios Básicos
- D: Cercanía del mercado

Tabla 6 Método de ponderación de puntos

Ítem	Ponderación (%)	Isla de Ometepe	San Jorge	Rivas
A	50	9	6	8
B	20	5	7	7
C	15	5	7	8
D	15	4	7	6
Total	100	6.85	6.50	7.5

Fuente: Producto de la investigación

Dado a los datos obtenidos en la tabla 6, la micro localización se encuentra en el municipio de Rivas, en el departamento de Rivas precisamente en un lugar llamado “la coyota” a una distancia de 1.94 km del estadio de beisbol Yamil Ríos Ugarte.

El municipio de Rivas se encuentra a 110 kilómetros de la ciudad de Managua, las coordenadas de la localización del terreno son:

Latitud: 11,4264319

Longitud: 85,8121217

Altitud: 53,9009418 metros

Figura 13 Localización del terreno



Fuente: Google Maps (2025)

5.1.3. Condiciones ambientales

La ciudad de Rivas tiene un clima tropical de sabana; es decir, con una estación seca corta de enero a abril y una estación húmeda prolongada de mayo a octubre, las temperaturas se mantienen constantes durante todo el año, siendo la estación seca un poco más fresca y oscilan entre los 25.5 °C en enero y los 27.7 °C en mayo; la precipitación media anual es de 1,345 mm.

Por otra parte, es una zona en donde prevalece el comercio, debido a su posición geográfica tiene muchas ventajas y es que los productos agrícolas producidos pueden ser comercializados a nivel local o son llevados a otros departamentos, es ahí en donde interviene la cadena de suministros y los canales de comercio.

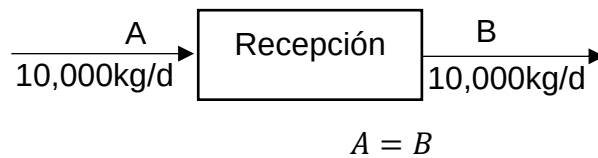
5.1.4. Capacidad de producción de la planta

La capacidad de la planta para el procesamiento de la materia prima es de 2,510 toneladas, considerando que según lo que se estipula en el código del trabajo artículo 68, se goza de 10 días feriados, se estima que es de aproximadamente 251 días laborales.

La planta procesadora de plátanos opera en jornadas de 8 horas de trabajo diarias. La producción diaria debe cumplir la producción anual de 2,510 toneladas, por tanto, se debe producir 1.25 toneladas por hora.

5.1.5. Balance de materia prima del proceso

Etapa 1 Recepción de materia prima



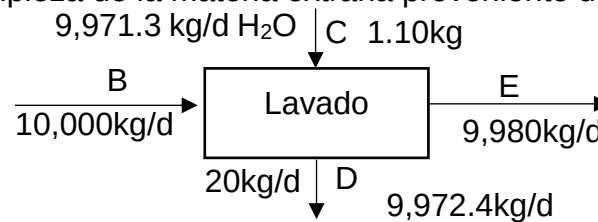
$$10,000\text{kg/d} = 10,000\text{kg/d}$$

A: Entrada de materia prima (plátano verde)

B: Salida de materia prima (plátano verde)

Etapa 2 Lavado

En esta etapa se aplica agua e hipoclorito de sodio a 5ppm (1.10kg) para un lavado y limpieza de la materia extraña proveniente de los plátanos verdes.



E contiene el 98% proveniente de B y D contiene el 0.2% de sólidos o residuos del proceso de lavado.

$$E = B \times 99.8\% = \frac{10,000\text{kg}}{d} \times 99.8\% = 9,980\text{kg/d}$$

En esta etapa se pierde el 0.2% del peso de entrada de materia prima; siendo la encargada de eliminar aquella materia extraña presente y proveniente del plátano verde, para posteriormente pasar a la etapa de pelado.

$$D = B \times 0.2\% = \frac{10,000\text{kg}}{d} \times 0.02\% = 20 \text{ kg}$$

$$B + C = D + E$$

$$10,000\text{kg/d} + 9,972.4 = 9,992.4 + 9,980\text{kg}$$

$$19,972.4\text{kg/d} = 19,972.4\text{kg/d}$$

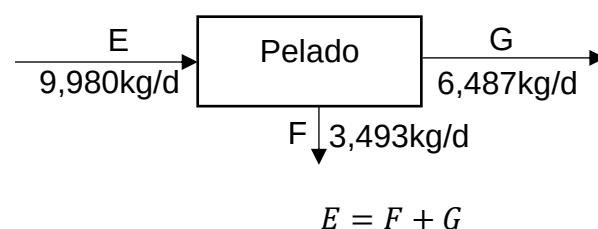
B: Entrada de plátano verde

C: Entrada de agua e hipoclorito de sodio a 5ppm (NaClO)

D: Salida de agua, NaClO y residuos sólidos

E: Salida de plátano verde y agua

Etapa 3 Pelado



Luego de la etapa de lavado es trasladado mediante el uso de carretilla al área de pelado. Se estima que el 35% de su peso fresco constituye la cascara de plátano y el otro 65% constituye la pulpa (Olawuyi, 2023). Las cascarras de plátano que son removidas del pelado, constituyen el valor de F, en donde más adelante se procesan para elaborar alimento de porcino y equino.

F contiene el 35% de cascara proveniente de E

$$F = 0.35E = 0.35 \times 9,980 \text{ kg/d} = 3,493 \text{ kg/d}$$

$$G = 0.65E = 0.65 \times 9,980 \text{ kg/d} = 6,487 \text{ kg/d}$$

Por lo cual, los valores obtenidos, se sustituyen en la ecuación $E = F + G$

$$9,980 \text{ kg/d} = 3,493 \text{ kg/d} + 6,487 \text{ kg/d}$$

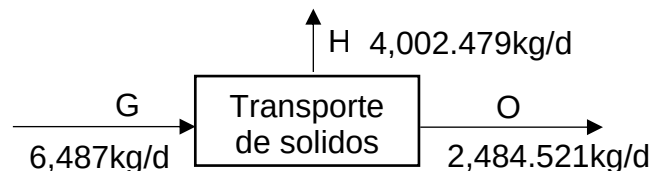
$$9,980 \text{ kg/d} = 9,980 \text{ kg/d}$$

E: Entrada de plátano verde con agua

F: Salida de cascarras de plátano verde

G: Salida de plátano verde pelado

Etapa 4 Transporte de solidos



$$G = H + O$$

En la etapa posterior al pelado se transporta el plátano proveniente de G y se divide en dos partes, las cuales son destinadas a las líneas de producción de tajadas fritas como snack y harina de plátano, donde el 61.7% de la pulpa es para alimentar la línea de producción de tajadas fritas, siendo representada como H y el 38.3% de la pulpa proveniente de G, es la alimentación u entrada de la línea de producción de harina de plátano representada como O.

$$H = 0.617G = 0.617 \times 6,487 \text{ kg/d} = 4,002.479 \text{ kg/d}$$

$$O = 0.383G = 0.383 \times 6,487 \text{ kg/d} = 2,484 \text{ kg/d}$$

Sustituyendo en la ecuación $G = H + O$

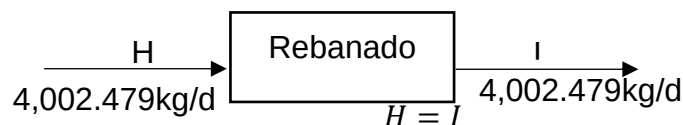
$$6,487 \text{ kg/d} = 4,002.479 \text{ kg/d} + 2,484.521 \text{ kg/d}$$

G: Entrada de plátano verde pelado

H: Salida de plátano verde pelado para línea de producción de tajadas fritas

O: Salida de plátano verde pelado para línea de producción de harina.

Etapa 5 Rebanado (Línea de producción de tajadas fritas)



Se asume no hay perdidas en esta etapa de la línea de producción. El corte a realizar es longitudinal, teniendo como resultado tajadas de grosor de 1mm y 15cm de largo.

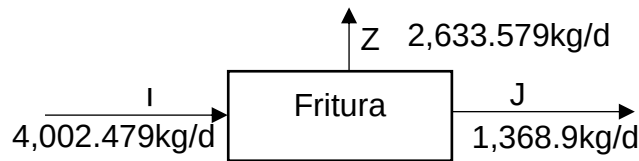
Sustituyendo en la ecuación $H = I$

$$4,002.479kg/d = 4,002.479kg/d$$

H: Entrada de plátano verde pelado

I: Salida de plátano verde rebanado

Etapas 6 Fritura



$$H = Z + J$$

Las tajadas se sumergen en aceite caliente de 3 a 4 minutos en una temperatura de 155°C.

Por lo que es necesario determinar la materia seca y el agua contenido en el plátano crudo, se calcula de la siguiente manera:

$$I_{húmeda} = I \times 0.67 = \frac{4,002.479kg}{d} \times \frac{0.67kg}{d} = 2,681.6609kg/d$$

La masa seca (I_{seca}) contenida en I, se calcula de la siguiente manera:

$$B - I_{húmeda} = 4,002.479kg - 2,681,6609kg = 1,320.818kg$$

Por lo que;

$$J = \frac{I_{húmeda}}{1 - 35\%}$$

$$J = \frac{1,320.818kg}{1 - 0.035} = 1,368.9kg/d$$

$$Z = I_{húmeda} - (J - I_{seca}) = 2,681.6609kg - (1,368.9 - 1,320.818)kg$$

$$= 2,633.579kg$$

H: Entrada de plátano verde rebanado

Z: Humedad perdida (agua presente en la materia cruda)

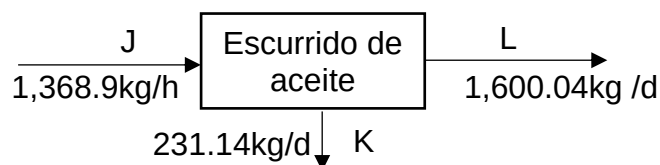
J: Salida de tajadas fritas de plátano y aceite

$$H = Z + J$$

$$4,002.479kg/d = 2,633.579 + 1,368.9kg$$

$$4,002.479kg/d = 4,002.479kg/d$$

Etapas 7 Escurrido de aceite



$$J = K + L$$

Luego de la etapa de fritura, las tajadas de plátano pasan a escurrir el aceite donde se considera que la materia seca (J_{seca}) absorbe el 2.5% de aceite.

$$J_{seca} = I_{húmeda} \times 0.25$$

$$J_{seca} = 1,320.818kg \times 0.25 = 330 kg \text{ de aceite}$$

$$L_1 = J + J_{seca}$$

Donde J_1 es la cantidad estimada de producto (tajadas fritas) y aceite proveniente de la etapa de fritura.

$$J_1 = \frac{1,368.9kg}{d} + \frac{330.205kg}{d} = 1,699.1 \text{ kg de tajadas fritas con aceite}$$

Se considera que, en el escurrido, se elimina el 30% de aceite

$$J_{seca} \times 0.30 = 330kg \times 0.30 = 99.06kg$$

Para K

$$K = J_1 \times J_{seca}$$

$$K = 330.205kg \times 99.06kg = 231.14 \text{ kg (residuos)}$$

Sustituyendo

$$L = J_1 - J_{seca}$$

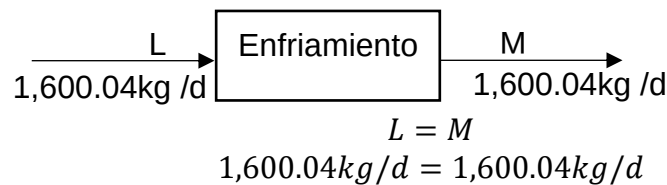
$$L = 1,699.1 \text{ kg} - 99.06kg = 1,600.04 \text{ kg/d}$$

J: Entrada de tajadas fritas con aceite

K: Salida de residuos (aceite)

L: Salida de tajadas fritas de plátano caliente

Etapas 8 Enfriamiento

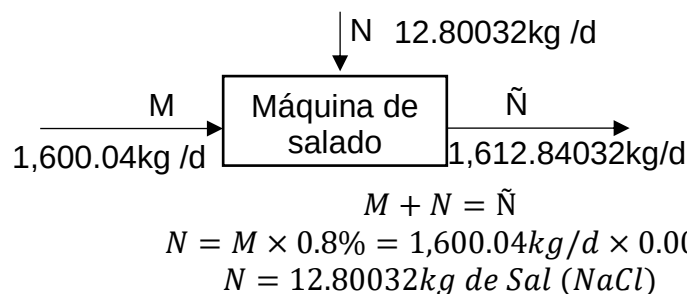


L: Entrada de tajadas fritas de plátano caliente

M: Salida de tajadas fritas de plátano frías

El enfriamiento se realiza en una mesa de acero inoxidable AISI 304, donde se considera que no hay pérdidas en esta etapa.

Etapas 9 Aplicación de Sal



Sustituyendo en ecuación

$$M + N = \tilde{N}$$

$$1,600.04kg/d + 12.80032kg = 1,612.84032kg$$

$$1,612.84032kg/d = 1,612.84032kg/d$$

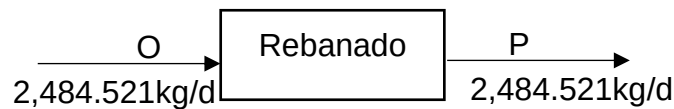
M: Entrada de tajadas fritas de plátano frías

N: Entrada de Cloruro de sodio (sal - NaCl)

Ñ: Salida de tajadas fritas de plátano saladas

La aplicación de sal (NaCl) en las tajadas fritas de plátano son del 0.8% sobre el peso del producto.

Etapa 10 Rebanado (Línea de producción de harina)



$$O = P$$

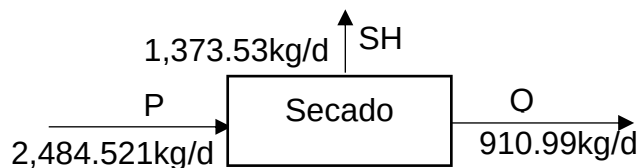
$$2,484.521 = 2,484.521 \text{ kg/d}$$

O: Entrada de plátano verde pelado

P: Salida de plátano verde rebanado

Se asume, no hay pérdidas en esta etapa, por lo que $O = P$; en donde se procede a realizar cortes en forma de láminas de 4mm de espesor, considerando la entrada en la siguiente etapa del proceso.

Etapa 11 Secado



$$P = SH + Q$$

En el secado se considera la cantidad de humedad presente en las tajadas de plátano crudo, que equivalen al 67%; así como también, considerar la humedad objetiva que es el 10% de base.

Agua contenida en el plátano verde rebanado (P_{agua})

$$P_{agua} = P \times 67\% = 2,484.521 \text{ kg} \times 0.67 = 1,664.690 \text{ kg}$$

Masa seca contenida en el plátano verde rebanado (P_{seca})

$$P_{seca} = P - P_{agua} = 2,484.521 \text{ kg} - 1,664.690 \text{ kg} = 819.89 \text{ kg}$$

Se obtiene solo el 10% de humedad final para las rodajas de plátano

$$Q = \frac{P_{seca}}{1 - 10\%}$$
$$Q = \frac{819.89 \text{ kg}}{1 - 0.10} = 910.99 \text{ kg}$$

Para SH

$$SH = P - Q = 2,484.521 \text{ kg} - 910.99 \text{ kg} = 1,573.53 \text{ kg}$$

Sustituyendo $P = SH + Q$

$$2,484.521 \text{ kg} = 1,573.53 \text{ kg} + 910.99 \text{ kg}$$

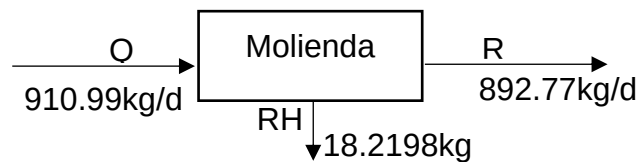
$$2,484.521 \text{ kg} = 2,484.521 \text{ kg}$$

P: Entrada de plátano verde rebanado

SH: Humedad perdida (agua presente en la materia cruda)

Q: Salida de plátano verde seco

Etapla 12 Molienda



$$Q = RH + R$$

Se asume una eficiencia de molienda del 98%

$$R = Q \times 98\%$$

$$R = 910.99kg \times 0.98 = 892.77kg$$

$$RH = Q \times 2\% = 910.99kg \times 0.02 = 18.2198kg$$

Sustituyendo en ecuación $Q = RH + R$

$$910.99kg/d = 18.2198kg + 892.77kg$$

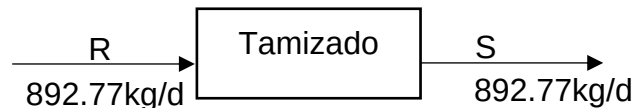
$$910.99kg/d = 910.99kg/d$$

Q: Entrada de plátano verde seco

RH: Salida de residuos

R: Salida de plátano verde molido

Etapla 13 Tamizado



$$R = S$$

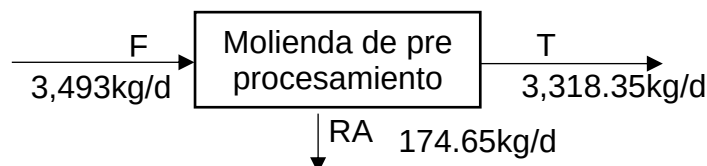
$$892.77kg/d = 892.77kg/d$$

R: Entrada de plátano verde molido

S: Salida de harina de plátano verde

Se verifica el uso de tamizado para lograr el tamaño de partícula deseado, en esta etapa del proceso, se usa una malla numeración 70, todo lo que el proceso de molienda no redujo al tamaño deseado, con esta operación unitaria se separa y se reincorpora en la molienda, por lo que no se consideran pérdidas en esta etapa.

Etapla 14 Molienda de pre procesamiento (Línea de producción de alimento de porcino y equino)



$$F = RA + T$$

Las cascavas de plátano provenientes de F, equivale al 35% de la materia prima que entro al proceso y luego de ello pasa por un molino de pre procesamiento con un rendimiento de 95%.

$$T = F \times 95\% = 3,493kg/d \times 0.95\% = 3,318.35kg/d$$

$$RA = F - T$$

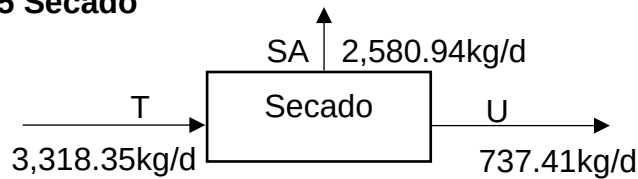
$$RA = 3,493kg/d - 3,318.35kg/d = 174.65kg/d$$

F: Entrada de cascara de plátano verde

RA: Salida de residuos

T: Salida de plátano verde molido

Etapas 15 Secado



$$T = SA + U$$

Según Oliveira, Franca y Rosa (2013), la cascara de plátano contiene una humedad del 80%; lo cual para prolongar su vida útil y facilitar la incorporación en alimentos de porcino y equino, es necesario reducir sus niveles de humedad, inferiores al 15%, generalmente, entre el 10%. La materia seca presente en T, se denomina T_1 , el valor es encontrado usando la ecuación a continuación:

$$T_1 = T \times (1 - 80\%)$$

$$T_1 = 3,318.35kg/d \times (1 - 0.08) = 663.67kg/d$$

La humedad deseada es del 10%, por lo que se procede a calcular el valor de U de la siguiente manera:

$$U = \frac{T_1}{(1 - 10\%)}$$

$$U = \frac{663.67kg/d}{(1 - 0.10\%)} = 737.41kg$$

Para conocer la humedad perdida en el proceso, se calcula SA, realizando una resta de la cantidad que entra en T y la cantidad de salida del plátano verde seco de U

$$SA = T - U$$

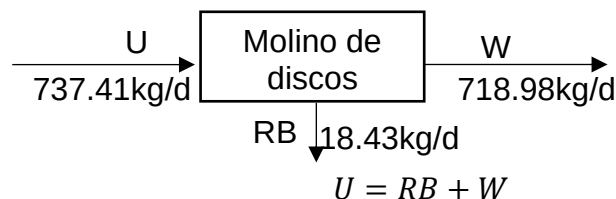
$$SA = 3,318.35kg/d - 737.41kg = 2,580.94kg/d$$

T: Entrada de plátano verde molido (húmedo)

SA: Humedad perdida (agua presente en la materia cruda)

U: Salida de plátano verde seco

Etapas 16 Molienda



$$U = RB + W$$

Para obtener una mayor finura del alimento de porcino y equino se usa un molino de discos o de cuchillas, con el uso de unas cribas de 0.25-2mm y asumimos una pérdida de 2.5%.

$$RB = U \times 2.5\% = 737.41kg/d \times 0.025 = 18.43kg$$

Por lo que W es:

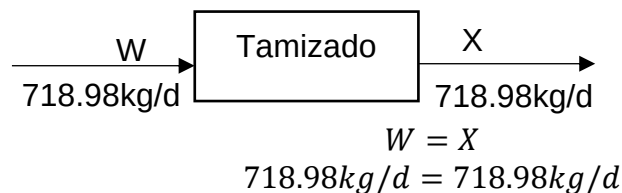
$$W = U - RB$$
$$W = 737.41kg - 18.43kg/d = 718.98kg/d$$

U: Entrada de plátano verde seco

RB: Salida de residuos

W: Salida de plátano verde molido

Etapas 17 Tamizado



Para el tamizado se desea obtener una granulometría adecuada para evitar desperdicios; si el tamaño de partículas molidas es muy grueso, vuelve al proceso de recirculación y no hay desperdicios.

W: Entrada de plátano verde molido

X: Salida de alimento de plátano verde para porcino y equino

Los datos obtenidos a través de este balance de materia, consideraron los siguientes aspectos:

- Reducción de peso por pelado
- Pérdida por evaporación de agua (en fritura y secado)
- Pérdidas mecánicas
- Porcentaje de subproducto aprovechable (cáscaras)

Siendo 9,980 kg la entrada al proceso de producción, en donde luego del proceso de pelado, la pulpa equivale al 65% y las cascaras de plátano equivalen al 35%.

Teniendo en cuenta el valor de entrada al proceso, es necesario detallar, el valor de entrada en kilogramo en cada línea de producción, siendo estas (tajadas fritas, harina y harina de porcino y equino).

En la línea de producción de tajadas fritas entran al proceso 4002.479 kg, teniendo como producto terminado un total de 1,612.84032 kg.

Para la línea de producción de harina entra al proceso 2,484.521 kg, teniendo como producto terminado un total de 892.77 kg.

El valor de entrada obtenido para la línea de producción de harina de porcino y equino es de 3,493 kg siendo como producto final un valor de 718.98 kg.

Por tanto, a través del balance de materia, se concluye su producción obtenida y en la siguiente tabla se refleja, no solo su producción en kilogramos; sino que también su rendimiento.

Tabla 7 Distribución de producto terminado a partir de 10,000kg

Producto Final	Producción obtenida (kg)	Rendimiento (%)
Tajadas fritas de plátano	1,612.84032	16.13%
Harina de plátano	892.77	8.93%
Harina elaborada de las cascaras de plátano para porcino y equino	718.98	7.19%
Total, de producto útil	3,224.59	32.25%

Fuente: Producto de la Investigación

En la tabla 7, se aprecia los valores resultantes de cada una de las líneas de producción, por lo que, al conocerlo, se dimensiona con más precisión las capacidades requeridas en cada uno de los equipos.

Cabe destacar que, el total del producto útil es del 32.25%, este rendimiento es general, es decir, se aplica de forma proporcional tanto por día como por año, debido a que se calcula en base a la materia prima procesada.

En resumen, establece una base sólida para determinar las áreas necesarias de almacenamiento y proceso, debido a que, a través de estos valores, se define el tamaño de las áreas de recepción, almacenamiento de la materia prima, volúmenes de tanques de agua, almacén de producto terminado y los requerimientos de empaques y la selección de los equipos involucrados en el proceso productivo.

La selección adecuada de los equipos garantiza un mejor control del costo de los insumos y el proceso, optimización en cada una de las líneas de producción, el aprovechamiento de los sub productos, además de que, al seleccionar el equipo, se obtiene una mejor eficiencia y así minimizar las mermas en el proceso.

5.1.2. Cálculos para la selección de equipos

Cálculos para la selección de la banda transportadora

Para una selección adecuada de la banda de transporte, se siguió los pasos propuestos por Forbo (2009) para establecer una correcta selección.

Cálculo de la carga transportada por segundo a través de la banda

La planta opera 8 horas diaria, lo que equivale a 28,800 segundos

$$Carga_{segundo} = \frac{10,000kg}{28,800} = 0.347kg/s$$

Asumimos las siguientes condiciones:

La longitud de la banda transportadora es de 12 metros y la velocidad en la que opera es de $0.5m/s$, por tanto, para calcular la carga por metro se utiliza el valor obtenido de la ecuación de carga por segundo.

$$Carga_{metro} = \frac{Carga_{segundo}}{Velocidad\ de\ banda}$$
$$Carga_{metro} = \frac{0.347kg/s}{0.5m/s} = 0.694kg/m$$

Por lo que el valor total de la carga sobre la banda es:

$$Carga\ total\ banda = 0.694 \times 12 = 8.33kg$$

Cálculo de la Fuerza tangencial

Se emplea la siguiente ecuación para el cálculo de la fuerza tangencial según el tipo de banda que se utiliza, en este caso será una banda transportadora horizontal.

$$F_u = \mu_T \times g \times (m_1 + m_2 + m_B)$$

Donde:

F_u : Fuerza tangencial

μ_T : Coeficiente de fricción para marchar sobre mesa

g : gravedad $9.8\ (m/s^2)$

m_1 : masa de transporte superior (kg)

m_2 : masa de transporte inferior (kg)

m_B : masa de la banda (kg)

Conociendo que los valores de las masas son para m_1 de 10,000 kg que es lo que se va a transportar hasta la siguiente etapa, el valor de m_2 es de 200 kg ya que no se transporta nada por abajo y el valor m_B es de 400 kg.

Se asume una masa de retorno de la banda vacía de 200kg, debido al material utilizado en las bandas industriales y un margen adicional por acumulación de residuos o elementos estructurales que aumentan su masa.

La masa del producto m_1 es el peso promedio de lo que hay en la banda, considerando que no son los 10,000kg diarios, sino que circula simultáneamente en la banda durante la operación continua; por tanto, se estima 200kg de banda vacía por el margen adicional, siendo una masa total activa $m_1 + m_2 = 400kg$

El coeficiente de fricción para marchar sobre mesa según Forbo (2009) es de 0,33.

$$F_u = \mu_T \times g \times (m_1 + m_2 + m_B)$$

Sustituyendo:

$$F_u = 0.33 \times 9.81 \times (10,000 + 200 + 400)$$

$$F_u = 34,315.38N$$

Cálculo de la potencia en el tambor del motriz

Forbo (2009) planteo la siguiente ecuación para el cálculo de la Potencia del motor.

$$P_A = \frac{F_u * v}{1000}$$

P_A = Potencia (kW)

F_u = Fuerza tangencial (N)

v = Velocidad de banda

$$P_A = \frac{34,315.38 * 0.5}{1000}$$

$$P_A = 17.157 kW$$

La potencia en el tambor motriz necesaria para operar una banda transportadora horizontal que transporta diariamente 10,000kg, a una velocidad de 0.5m/s, es aproximadamente de 17.56kW.

Considerando un factor de seguridad de (1.25 a 1.5), debido a posibles pérdidas mecánicas, condiciones de trabajo y picos de carga.

Cálculo de la potencia del motor recomendado

$$P_{motor} = P_A \times n$$

$$P_{motor} = 17.157 \times 1.4 = 24kW$$

Para la selección de la banda transportadora, se considera que el motor recomendado para el proceso, debe de contar con una potencia de motor de 24kW.

Los valores obtenidos del cálculo de la carga transportada por segundo, la fuerza tangencial, la potencia del tambor motriz y la potencia recomendada del motor, determina la selección y eficiencia de una banda transportadora,

además de garantizar buen funcionamiento, seguridad, sostenibilidad y eficiencia.

A través del cálculo de fuerza tangencial, se conoce la resistencia que debe vencer el sistema para mover la carga y considerar su dimensionamiento para no ocasionar paradas o consumos energéticos innecesarios.

Por medio del cálculo del motor, se determina la potencia requerida y la energía que utiliza para transportar una cantidad de producto y así cumplir con los criterios de eficiencia industrial.

Los valores obtenidos del cálculo, aseguran una eficiencia energética y operativa en el proceso; en la fuerza tangencial se aplica la fórmula de Forbo (2009), considerando el peso del producto y la banda, se necesita 34,315.38 Newtons; una velocidad de desplazamiento de 0.5m/s y una potencia de tambor motriz de 17.157 kW.

Por otra parte, se considera el factor de seguridad (FS), el cual es un coeficiente que se incorpora para prevenir alguna falla estructural en la banda ante condiciones imprevistas y puedan afectar al funcionamiento; además el factor de seguridad actúa como un margen de protección que respalda la seguridad laboral.

Incorporando el factor de seguridad al proceso, se contempla que no solo es un requerimiento técnico; sino que, es una herramienta esencial a considerar para evitar variaciones en la carga y cumplir con las normativas que respaldan la seguridad laboral, por lo que, al aplicar el factor de seguridad al cálculo de la potencia del motor, es recomendable un motor de al menos de 24 kW.

Cálculos de selección del secador

Para seleccionar un secador, es fundamental contar previamente con datos experimentales del proceso de secado. Esto permite su replicación a gran escala, ya que el diseño se basa en parámetros obtenidos en laboratorio. En el trabajo de titulación de Chuquimarca (2017), se realizaron diversas pruebas de secado de plátano, determinando las condiciones óptimas para la producción de harina de plátano.

Tabla 8. Datos para cálculos del secado de plátano

mss (kg)	0.08878
msh (kg)	0.17678
A (m ²)	0.2025
X _{s1}	0.34
X _{s2}	0.076

Fuente: Chuquimarca (2017)

Con los siguientes datos de la tabla 8, se realiza los cálculos necesarios para la selección del secador.

Humedad en base seca

$$X_{BS} = \frac{msh - mss}{mss}$$

Dónde:

msh: masa del sólido húmedo

mss: masa del sólido seco

$$X_{BS} = \frac{0.17678 - 0.08878}{0.08878}$$

$$X_{BS} = 0.9912 \frac{kg \text{ de agua}}{kg \text{ de sólido seco}}$$

Cálculo de la velocidad del secado

Con los datos obtenidos, se procede a calcular la velocidad del secado del plátano verde mediante la siguiente ecuación (Ocón & Tojo, 1986), para determinar cuánto de humedad ha perdido el sólido en el tiempo utilizado.

$$W = \frac{S}{A} \left(-\frac{\Delta X}{\Delta \theta} \right)$$

Dónde:

W = Velocidad del secado (kg/m²h).

S = Peso del sólido seco (kg).

A = Área de la superficie expuesta al secado (m²)

X = Humedad en base seca (kg agua/kg sólido seco).

θ = Tiempo de secado (h).

$$W = \frac{0.08878}{0.2025} \left(-\frac{0.08}{0.17} \right)$$

$$W = 0.207 \frac{kg}{m^2h}$$

A través del cálculo de los parámetros de humedad en base seca del plátano y la velocidad de secado permite establecer las condiciones óptimas de operación, reducción de pérdidas, control en el proceso para garantizar su calidad y al dimensionar el equipo, se cumple con la capacidad de trabajo diaria que equivale a procesar 10,000 kg de plátano.

La determinación de la humedad en base seca permitió establecer de manera precisa la proporción de agua presente en la materia prima en relación con los sólidos secos.

La humedad inicial del plátano verde crudo equivale al 67%, por lo que se requiere considerar que la humedad objetiva es aproximadamente el 10% en base húmeda.

Cabe destacar que, la velocidad de secado es expresada en kilogramo de agua eliminada por metro cuadrado y por hora, ya que; constituye un parámetro fundamental en el dimensionamiento del área del secador; así como también, establecer los tiempos requeridos para alcanzar el contenido de humedad final.

Considerando los datos obtenidos previamente, se selecciona un secador de tipo túnel, dada su capacidad de manejar volúmenes superiores a una tonelada por día de forma continua y con una distribución uniforme del calor.

Se considero el uso de secadores de bandeja, pero debido a que la capacidad diaria de trabajo en la línea de harina es de 2,484.521 kg y en la línea de alimento de porcino y equino es de 3,318.35 kg, no se asegura uniformidad en el secado.

El proceso de secado se considera una etapa crítica del proceso de producción, por lo que, se requiere una base técnica sólida, el plátano es una materia prima que contiene un 67% de humedad, lo cual lo hace susceptible al deterioro microbiológico, enzimático y físico.

El secado reduce la humedad hasta niveles que inhibe el crecimiento de microorganismos, extendiendo la vida útil del producto; por otra parte, la calidad del secado influye directamente de las etapas previas del proceso como la eficiencia de la molienda y el tamizado posterior.

En el proceso de producción de harina, el perfil sensorial, color, textura y composición nutricional depende de las condiciones del secado. Si el secado no se realiza de manera correcta, puede formarse texturas no deseadas (harinas apelmazadas o quebradizas).

5.1.3. Equipos Seleccionados para el proceso

La selección de los equipos se considera un factor decisivo para determinar la eficiencia operativa, la calidad del producto final; conocer las características técnicas como su capacidad productiva, potencia, tamaño, materiales y sistemas de control permiten dimensionar la planta y garantizar un flujo continuo y homogéneo del proceso, asegura la reducción de tiempos muertos y eficiencia.

Por tanto, se debe de considerar equipos que cumplan con estándares de seguridad y tengan las certificaciones adecuadas de acuerdo al uso en el proceso de producción. Es fundamental minimizar los riesgos operativos y garantizar la inocuidad de los productos, aspectos de suma importancia en la industria alimentaria.

Por lo antes mencionado, considerando los valores obtenidos y los equipos necesarios en el proceso de producción, se realizó un análisis acerca de la disponibilidad local de los equipos para el funcionamiento de las líneas de producción (tajadas fritas, harina y alimento de porcino y equino).

Como resultado, únicamente ciertos equipos pueden adquirirse en el país, por lo que la mayoría deben ser importados desde fabricantes internacionales.

A continuación, se detallan de acuerdo a cada una de las líneas de producción los equipos que se utilizarán para el procesamiento del plátano:

Figura 14 Mesa de recepción de materia prima



Fuente: (Alibaba, 2025)

Tabla 9 Especificaciones técnicas de mesa de recepción

Mesa de Recepción Inicial	
Capacidad	800 kg
Dimensiones	3.0 * 1.2 * 0.9 m
Material	Acero Inoxidable AISI 304
Características	Inclinación Ajustable 5 – 15° Drenaje Integrado

Fuente: (Alibaba, 2025)

Las mesas de recepción de acero inoxidable pueden encontrarse en los mercados locales, la empresa Einoxsa, ubicada en la ciudad de León son especialistas en fabricación de equipos de acero inoxidable e Industrias López

ubicado en la ciudad de Managua, fabrican mesas de trabajo AISI 304 con opciones de una, dos o tres repisas, respaldar sanitario, diseño higiénico y medidas personalizables.

- **Tanque de lavado por inmersión**

Figura 15 Tanque de Lavado por inmersión



Fuente: (Alibaba, 2025)

Tabla 10 Especificaciones técnicas del equipo de lavado por inmersión

Sistema de Lavado Automatizado	
Capacidad	1200 kg/h
Dimensiones	2500 * 1000 * 1300 mm
Presión de Agua	3 bar (Sistema Recirculación)
Consumo	5 m ³ /h

Fuente: (Alibaba, 2025)

En la figura 15 se aprecia un equipo de inmersión, el cual cuenta con un sistema automatizado, el equipo no se encuentra disponible en el país, por lo cual debe ser importado; aunque para este proceso puede usarse dos tinas de acero inoxidable para realizar la inmersión de los plátanos en agua con hipoclorito de sodio a 5 ppm y posteriormente realizarse un enjuague para eliminar residuos presentes de hipoclorito en la materia prima.

Las tinas de acero inoxidable tienen medidas aproximadas de 1.3m x2.5m x1m y 1.35m x0.7m x0.6m respectivamente.

- **Área de pelado**

Figura 16 Peladora de plátano verde



Fuente: (Alibaba, 2025)

Tabla 11 Especificaciones técnicas del equipo de peladora de plátano verde

Descripción	
Precio	5,000.00 USD
Dimensiones	2,18 x 1,8 x 1,8 m
Capacidad (kg/h)	1000-2000 kg/h
Potencia	1,5 KW
Peso	650 kg
Voltaje	380V

Fuente: (Alibaba, 2025)

Se considera que entran al proceso 9,980kg de plátanos al proceso productivo por lo cual, la selección de este equipo es debido a que su capacidad oscila entre los 1000-2000 kg/h lo cual, garantiza una eficiencia optima.

Por otra parte, este equipo no se encuentra disponible y debe ser importado, pero puede sustituirse por mesas de acero inoxidable AISI 304 y realizar un pelado de forma manual, en donde, la pulpa será trasladada a la siguiente etapa del proceso, a su vez como las cascara. Usualmente son consideradas residuos o desechos orgánicos, en este caso formaran parte del proceso productivo de la planta procesadora de plátanos.

- **Banda Transportadora**

Figura 17 Banda transportadora



Fuente: (Alibaba, 2025)

Tabla 12 Especificaciones técnicas de la banda transportadora

Descripción	
Nombre del equipo	Banda transportadora recta tipo inspección o clasificación
Material	Acero inoxidable AISI 304 (grado alimentario)
Capacidad	~100–300 kg según ancho y longitud
Velocidad	Variable, típicamente 10–25 m/min (control por variador VFD)
Tipo de trabajo	Continuo/ intermitente
Ancho útil	500 a 800 mm (personalizable)
Altura regulable	700 a 900 mm desde el suelo (según diseño)

Fuente: (Alibaba, 2025)

Se considera también los equipos de transporte interno y continuo, la empresa Bühler Industrial Nicaragua ofrece soluciones de bandas transportadoras industriales adaptadas al sector agroindustrial

Línea de Harina de Plátano

- Rebanadora

Figura 18 Rebanadora de tajadas de plátano



Fuente: Zhengzhou Shuliy Machinery Co.,Ltd

Tabla 13 Especificaciones técnicas de rebanadora de tajadas de plátano verde

Descripción	
Precio	1,500 USD
Procedencia	China
Capacidad	200-1000 kg/h
Grosor	1 a 35mm (Ajustable)
Dimensión	1300 x 600 x 1050mm
Empresa	Zhengzhou Shuliy Machinery Co.,Ltd

Fuente: Zhengzhou Shuliy Machinery Co.,Ltd

Considerando que, a través de los valores obtenidos a través del balance de materia, conocemos que al proceso entran 2,484.521 kg al día, por lo cual se selecciona esta rebanadora de plátanos industrial y el grosor es ajustable de acuerdo al tamaño se desea. Actualmente este equipo debe ser importado.

- Secador de túnel:

Figura 19 Secador tipo túnel



Fuente: (Made in China, 2025)

Tabla 14 Especificaciones técnicas de secador de túnel

Material estructura	Acero inoxidable (SUS304)
Fuente de calor:	25% electricidad + 75% fuente de aire
Temperatura de trabajo:	10–75 °C ajustable
Dimensiones	2120 x 1360 x 1590 mm
Fuerza	15kW
Secadora	Secadora con bomba de calor + cámara de secado
Capacidad	200 kg/h a 3000 kg/h por lote

Fuente: (Made in China, 2025)

El secador de túnel se selecciona debido a su capacidad para procesar volumen superior a una tonelada por día de forma continua; mientras que al seleccionar un secador de bandejas no se garantiza la uniformidad del secado, por lo que fue descartado al no poseer la suficiente capacidad, además de que el secador de bandejas es más utilizado a escala de laboratorio u volúmenes menores. El equipo debe ser importado debido a que no hay este equipo en el país.

- **Molino de martillos**

Figura 20 Molino de Martillos

Fuente: (Alibaba, 2025)

Tabla 15 Especificaciones técnicas del equipo de molino de martillos

Capacidad	1500 kg/h
Potencia	75kW
N° de Martillos	36 unidades
Velocidad	3600 RPM
Modelo	MM – 400 Industrial
Sistema de Alimentación	Dosificador Vibratorio con Pesaje
Dimensiones	600x 1100x1300

Fuente: (Alibaba, 2025)

Este equipo debe ser importado debido a que no hay disponible en el país, aunque empresas nicaragüenses como INDTEK o Einoxsa podrían fabricar o importar equipos a medida.

- **Zaranda vibratoria:**

Figura 21 Zaranda vibratoria



Fuente: Alibaba (2025)

Tabla 16 Especificaciones técnicas de zaranda vibratoria

Descripción	
Material	Acero inoxidable 304
Modelo	XZS-1200
Capacidad (kg/h)	600-800kg/h
Potencia	1.5kW
Dimensiones	1450x 1200x 750 mm

Fuente: Alibaba (2025)

Empresas como INDTEK o Einoxsa tienen capacidad para fabricar zarandas vibratorias de acero inoxidable AISI 304 para uso alimentario, según las especificaciones técnicas deseadas o bien si se desea puede ser importadas por empresas como MaquiProcesos o importarlas desde China.

- **Balanza dosificadora:**

Figura 22 Balanza Dosificadora



Tabla 17 Especificaciones técnicas de balanza dosificadora

Descripción	
Precio	3,000.00 USD
Material	Acero inoxidable
Voltaje	220V
Capacidad	1000kg
Dimensiones	1200x 800 x 1500 mm

Fuente: (Alibaba, 2025)

En el caso de la balanza dosificadora su función principal es pesar y dispensar de manera precisa la cantidad específica de producto, en este caso el valor establecido para el producto de harina de plátano es de 500 gr.

Línea de tajadas fritas

- **Freidora industrial:**

Figura 23 Freidora Industrial de snacks



Fuente: (Alibaba, 2025)

Tabla 18 Especificaciones técnicas de una freidora industrial de snacks

Descripción	
Material	Acero inoxidable (SUS304)
Tipo de energía	Eléctrica
Modelo	GGZLD6000
Potencia	1.5kW
Dimensiones	3500x1400 x 2000
Capacidad	800kg

Fuente: (Alibaba, 2025)

Se selecciona este equipo debido a su capacidad que es de 800 kg, el cual funcionará de manera óptima en el proceso de producción.

En Nicaragua hay accesibilidad de compra de este equipo, mediante la fabricación bajo pedido a la empresa Industrias López o de no encontrar disponibilidad, la opción más viable es importar.

- **Centrifuga o escurridor de aceite:**

Figura 24 Escurridor de Aceite



Fuente: (Alibaba, 2025)

Tabla 19 Especificaciones técnicas del escurridor de aceite

Descripción	
Capacidad	800 kg/h
Dimensiones	Altura 1200, Ancho 1000 mm Largo 1100
Consumo	18.5 kW
Eficiencia	99.5 %
Tipo	Centrifuga Horizontal Automática

Fuente: (Alibaba, 2025)

Luego del proceso de fritura es fundamental que las tajadas fritas de plátano verde sean escurridas para posteriormente pasen a enfriarse, es fundamental determinar un equipo que cumpla los requisitos de seguridad e higiene.

El escurridor de aceite puede fabricarse a través de la empresa Einoxsa, al tener experiencia en estructuras sanitarias de acero inoxidable y puede producir un escurridor con las medidas requeridas, aunque siempre existe la posibilidad de importar el equipo.

- **Túnel o mesa de enfriamiento:**

Figura 25 Mesa de enfriamiento



Fuente: (Alibaba, 2025)

Tabla 20 Especificaciones técnicas de la mesa de enfriamiento

Descripción	
Precio	3,420,00 USD
Procedencia	China
Capacidad	1000kg
Distribuidor	Alibaba

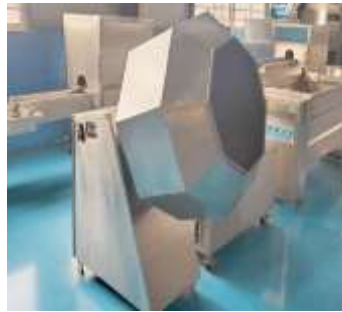
Fuente: (Alibaba, 2025)

Al salir del equipo de centrifuga (escurridor de aceite) las tajadas fritas de plátano se encuentran con una temperatura elevada, por lo cual es necesario pase por un túnel de enfriamiento para posteriormente sean empacadas.

Puede realizarse este proceso de manera natural en mesas abiertas con circulación de aire ambiental, colocando las tajadas en rejillas metálicas y aunque una de sus ventajas es que sean de bajo costo y fácil operación no es la alternativa más viable para su enfriamiento, debido a altos riesgos por contaminación y pérdida de calidad. Por lo cual, es más viable importar el equipo desde otro país y no realizar su enfriamiento de forma natural utilizando la circulación de aire ambiental.

- Máquina de salado o sazonado

Figura 26 Maquina de salado



Fuente: Dayang Machinery (2025)

Tabla 21 Especificaciones técnicas de máquina de salado

Descripción	
Dimensiones	1020x 1070x 1430mm
Peso	110kg
Voltaje	380 V
Potencia	1,1kW
Modelo	BL1000P
Empresa	Dayang Machinery

Fuente: Dayang Machinery (2025)

Este equipo actualmente no se encuentra disponible en el país por lo cual debe ser importado. El uso de este equipo puede sustituirse y aplicar el salado a las tajadas fritas de plátano de forma manual, pero si se realiza de esta manera, se encuentra expuesto a contaminación y según las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM), limitan este tipo de manipulación directa.

- Balanza dosificadora:

Figura 27 Balanza Dosificadora con selladora



Fuente: (ASTIMEC S, A., 2025)

Tabla 22 Especificaciones técnicas de balanza dosificadora

Descripción	
Control	Por medio de PLC con pantalla táctil
Material	Acero inoxidable A304
Voltaje	220V
Dimensiones	2440x 869 x 2285 mm

Fuente: (ASTIMEC S, A., 2025)

En el caso de la balanza dosificadora su función principal es pesar y dispensar de manera precisa la cantidad específica de producto, en este caso el valor establecido para el producto de tajadas fritas de plátano es de 250 gr. Por otra parte, el equipo debe ser importado.

Línea para alimento para ganado

- **Trituradora o molino de preprocesamiento:**

Figura 28 Molino de pre procesamiento



Fuente: (Alibaba, 2025)

Tabla 23 Especificaciones técnicas de molino de pre procesamiento

Descripción	
Precio	2,100.00 USD
Voltaje	380V
Capacidad	1000kg
Dimensiones	1 600 × 900 × 2220 mm

Fuente: (Alibaba, 2025)

En esta etapa del proceso las cascaras provenientes del pelado, deben pasar por el molino de pre procesamiento, debido a que, al fragmentar las cascaras en partículas más pequeñas, se obtiene una mejora técnica dado que aumenta la superficie de contacto con el aire caliente durante el secado, lo que garantiza un secado más homogéneo.

- **Secador industrial o deshidratador:**

Figura 29 Secador horizontal o deshidratador



Fuente: Alibaba (2025)

Tabla 24 Especificaciones técnicas de secador horizontal o deshidratador

Descripción	
Material	SUS304
Potencia	3.75 kW
Voltaje	220/380V (personalizable)
Marca	Baixin
Temperatura	30-75°C (ajustable)
Pantalla	Pantalla táctil LCD a color
Dimensiones	3500x 2200x 2200 mm

Fuente: (Alibaba, 2025)

Al reducir la carga de humedad en el secador, se reduce el consumo energético y aumenta la vida útil del secador. Al realizar la combinación de molino de pre procesamiento y secador mejora el rendimiento operativo, permitiendo así, cumplir con el procesamiento diario que equivale a 3,493 kg de cascara de plátano verde. El equipo actualmente no se encuentra disponible en el país y debe ser importado.

- **Molino de martillos o de discos:**

Figura 30 Molino de martillos



Fuente: Made in China (2025)

Tabla 25 Especificaciones técnicas de molino de martillos

Descripción	
Peso	450kg
Modelo	9FQ 500-28
Capacidad (kg/h)	600-800 kg/h
Potencia	11 kW
Dimensiones	1250x 650x 1000 mm

Fuente: (Made in China, 2025)

El molino de martillos es ideal para producir harina a partir de las cascara de plátano secas, debido a su capacidad, tamaño compacto y control de granulometría, el equipo debe ser importado. La capacidad de procesamiento cumple con los requerimientos diarios de producción.

- **Zaranda vibratoria:**

Figura 31 Zaranda vibratoria



Fuente: Alibaba (2025)

Tabla 26 Especificaciones técnicas de zaranda vibratoria

Descripción	
Material	Acero inoxidable 304
Modelo	XZS-1200
Capacidad (kg/h)	600-800kg/h
Potencia	1.5kW
Dimensiones	1450x 1200x 750 mm

Fuente: Alibaba (2025)

La obtención del polvo fino debe constar con un tamaño de partícula uniforme, cumpliendo con los requisitos de la (INEN- 616, 2006), si el tamaño de partículas es muy grueso pasa nuevamente por la etapa de tamizado, hasta obtener el tamaño deseado. En caso de no cumplir con las especificaciones, puede usarse como abono en plantaciones de plátano u otro cultivo.

En la disponibilidad se encuentra que empresas como INDTEK o Einoxsa tienen capacidad para fabricar zarandas vibratorias de acero inoxidable AISI 304 o puede importarse desde otros países el equipo de tamizado.

- **Balanza dosificadora y selladora:**

Figura 32 Balanza dosificadora y selladora



Fuente: Jialong Packing (2025)

Tabla 27 Especificaciones técnicas de balanza dosificadora y selladora

Descripción	
Material	Acero inoxidable 304
Capacidad (Kg/h)	120
Modelo	DCS-50-CS/N6
Peso	20-50kg
Tipo	Automática
Dimensiones	1500×1100×3500 mm
Empresa	Jialong Packing

Fuente: Jialong Packing (2025)

La harina obtenida a partir de las cascavas de plátano posee características físicas similares a productos secos de origen vegetal, con una densidad moderada, este equipo puede trabajar con productos de forma granular o en polvo, además incluye pesa en la cual de manera precisa y confiable asegura la uniformidad en el producto terminado.

Para su empaclado, se utiliza sacos de yute con capacidad de 50 kg, por lo que el equipo consta de un sistema de costura automática que sella cada saco tras su llenado, sin requerir intervención manual constante.

En el equipo puede ser integrado con un control PLC, monitoreando así el proceso en tiempo real.

A continuación, en la sección 5.1.4. se aprecia un diagrama de bloque, en donde se encuentra el proceso productivo de la planta procesadora de plátano desde la recepción de la materia prima, hasta el almacenamiento de los productos terminados.

Al realizar el diagrama de bloque, facilita la comprensión, el análisis y mejora en el proceso, debido a que, se muestra visualmente la secuencia de operaciones de manera clara y precisa.

El diagrama de bloques permite representar de forma visual, simplificada y lógica cada una de las etapas del proceso y facilita lo siguiente:

- La comprensión integral del flujo de operaciones.
- La identificación de entradas, salidas, residuos y productos secundarios.
- La formación del personal técnico y operativo.

Se considera un instrumento estratégico que permite planificar, operar y realizar un proceso de mejora continua, ya que, organiza de manera racional los procesos, aumenta la eficiencia y garantiza la seguridad y el cumplimiento normativo.

De manera detallada representa cada una de las etapas del proceso productivo y dividida de acuerdo a las tres líneas de producción; las cuales son: Tajadas fritas, harina de plátano y alimento de porcino y equino, este último elaborado a partir de los residuos (cascavas).

En el diagrama se refleja cada una de las etapas de acuerdo a las líneas de producción y algunas consideraciones técnicas que son necesarias en el proceso.

Luego de la etapa de pelado, se encuentra la primera bifurcación del proceso, en donde se separa la cascara y la pulpa, luego de ello, se encuentra otra bifurcación que consiste en dividir en dos partes la pulpa proveniente del pelado, por tanto, las etapas posteriores a ello, son las siguientes:

- Rebanado
- Freído industrial (Pérdida de H₂O)
- Ecurrido de aceite
- Enfriamiento
- Salado
- Balanza dosificadora y selladora
- Almacenamiento

En las consideraciones técnicas se encuentra:

- Control en la perdida de aceite luego del freído
- La adherencia de la sal luego del proceso de enfriamiento

En la línea de harina de plátano se encuentra las etapas siguientes:

- Rebanado
- Secado (T=50°C)
- Molienda
- Tamizado (Malla N°70)
- Empacado (500 gr)
- Almacenado

En las consideraciones técnicas se encuentra:

- El secado a T=50°C permite la conservación de las propiedades presentes en el plátano verde.
- El tamaño de partículas, se estandariza mediante el tamizado.

En la línea de alimento de porcino y equino se encuentra las etapas siguientes:

- Recolección de cáscaras tras pelado
- Molino de pre procesamiento
- Secado
- Molienda
- Tamizado
- Empacado
- Almacenado

En las consideraciones técnicas se encuentra:

- El pre procesamiento de las cascara de plátano facilita en el proceso de secado, debido a que garantiza una mayor uniformidad.
- El uso de molino de martillos asegura la obtención adecuada de granulometría.

Por otra parte, en la sección 5.1.5. se aprecia un diagrama de planta del proceso de producción, donde se refleja de forma eficiente el plano (layout), que muestra la ubicación física de cada uno de los equipos presentes en el proceso, el área de trabajo, los pasillos, zonas de almacenamiento, zonas de circulación, servicios auxiliares, áreas verdes y las consideraciones necesarias para ajustar el valor de seguridad entre los equipos y cada una de las líneas de producción.

Cabe destacar, que en la elaboración del plano de la planta (layout), se considera el diagrama de bloque anterior, debido a que toma en consideración el flujo de operaciones de manera integral, por consiguiente, el diseño se realiza de manera eficiente y optimiza el espacio disponible a usar, minimizar los desplazamientos de personal y materia prima innecesarios, prever futuras expansiones sin afectar la operatividad de la planta.

Se describe con detalle en el layout las zonas de producción, los equipos en cada una de las líneas de proceso, áreas de sanitización y servicios, recepción, almacenamiento y el dimensionamiento del área en m² del total de la planta.

Brevemente se detalla sus divisiones y la información que facilita en su realización:

1. Zonas de producción:

Se encuentra dividida en tres líneas.

- Línea de Tajadas fritas
- Línea de Harina
- Línea de alimento de porcino y equino (harina elaborada a partir de las cascarras de plátano)

Facilita lo siguiente:

- Al conocer cada una de las líneas se evita la contaminación cruzada.
- Operar de manera simultánea sin interrupciones
- Mejor control de calidad por línea de producción

2. Identificación de las maquinarias y equipos

Aparece en el costado derecho del layout la simbología de cada uno de los equipos presentes en el proceso de producción.

Lo cual facilita lo siguiente:

- Planificar de manera eficiente el flujo del proceso
- Considerar las conexiones eléctricas y mecánicas

3. Área de Sanitización y servicios

Estos espacios son estrictamente obligatorios de acuerdo a la normativa de Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) y las certificaciones como HACCP.

Se considera los espacios de sanitización, los vestuarios y servicios sanitarios, área de mantenimiento y área administrativa y de vigilancia.

4. Área de recepción y almacenamiento

Se considera las áreas de recepción de materia prima respectivamente con el acceso para camiones; el área de bodega y el área de almacenamiento de producto terminado, también la consideración de un área donde se almacene agua para garantizar un suministro constante.

Lo cual facilita lo siguiente:

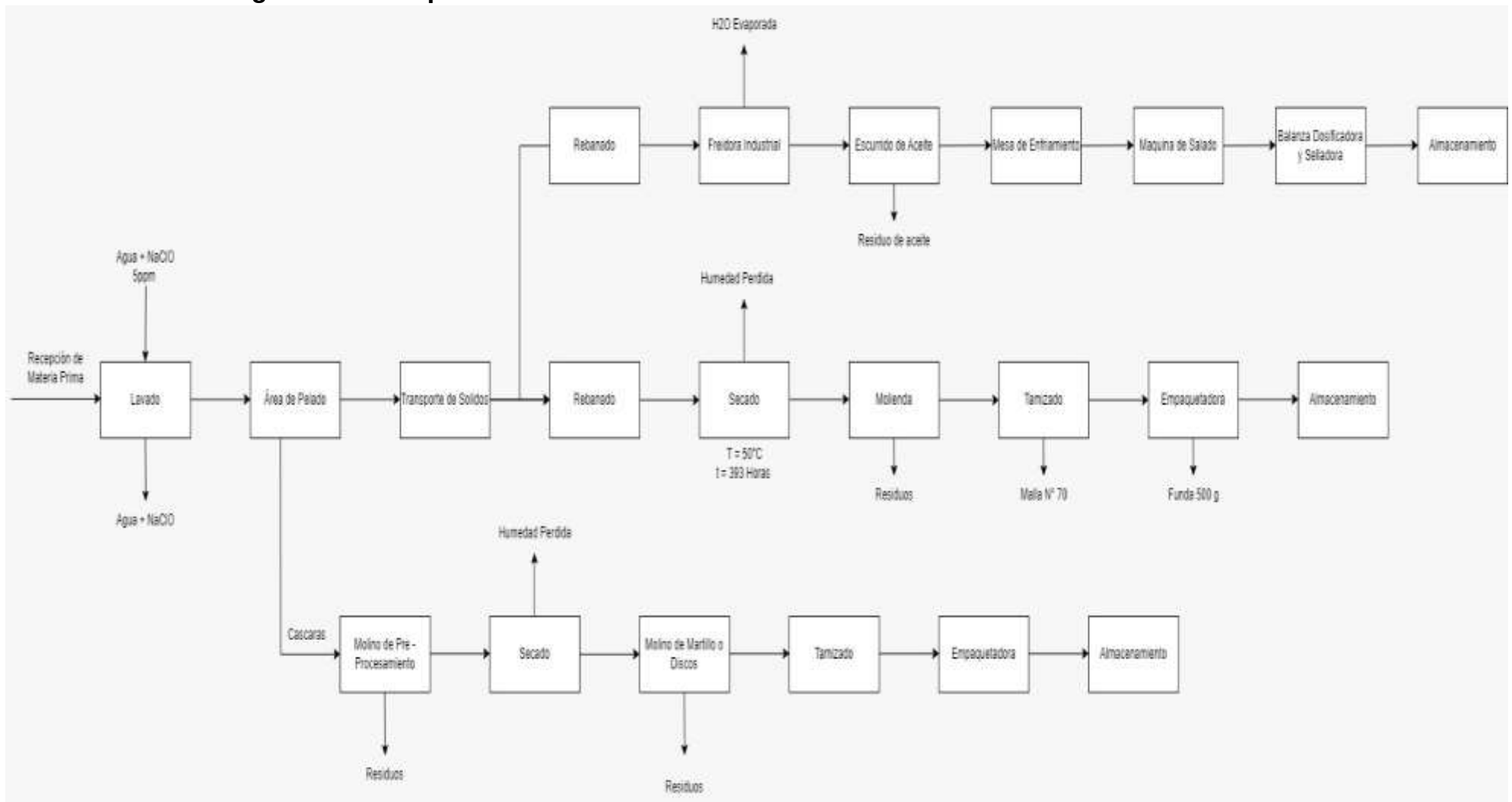
- Al estar bien definidas la entrada y la salida favorece la eficiencia operativa y reducción de riesgos por contaminación.

5. Dimensiones y circulación

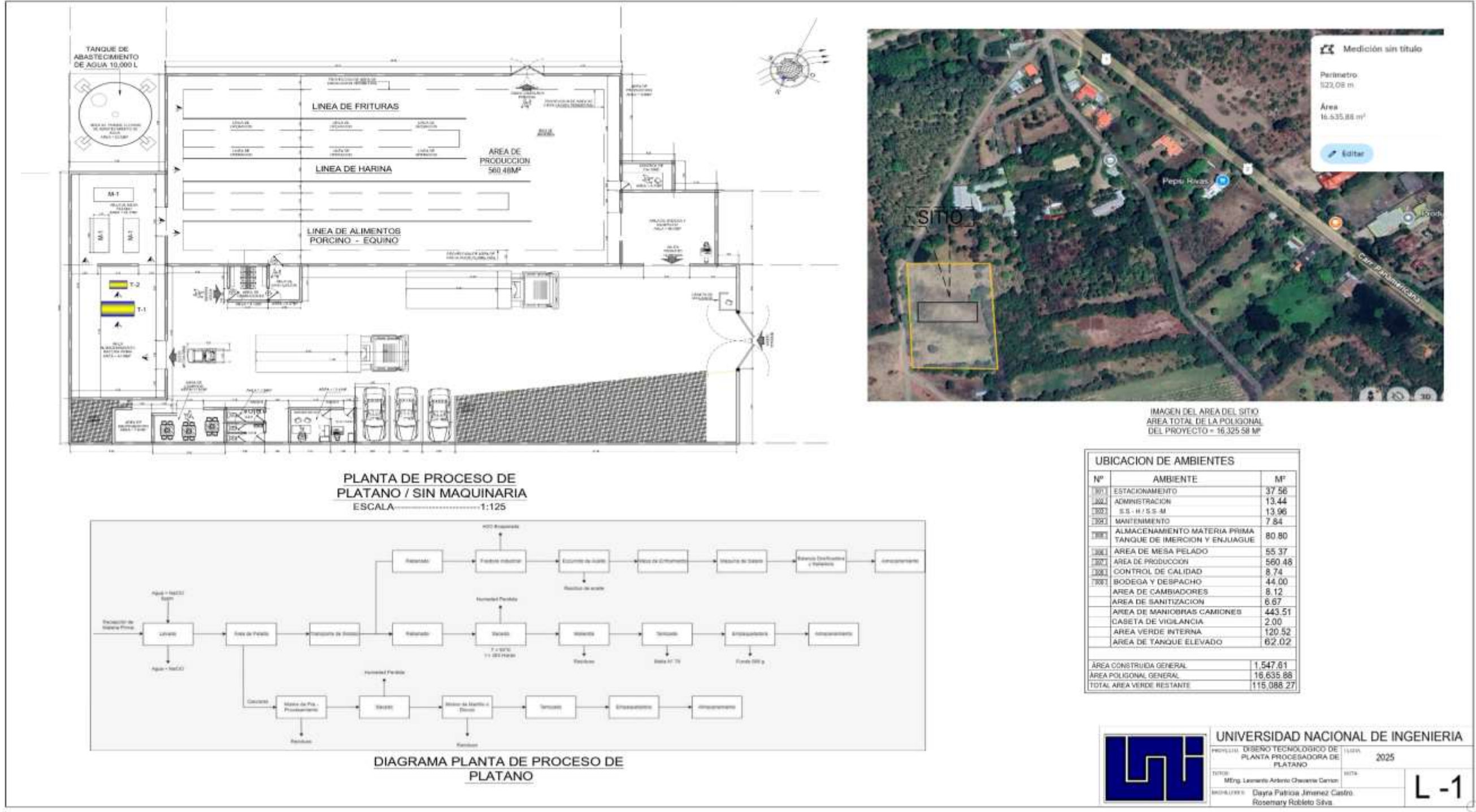
- Al dimensionar los equipos se conoce el área de producción en m², considerando los flujos unidireccionales y su distribución.
- Permite conocer el espacio de circulación del personal
- Conocer el espacio de circulación de los productos y vehículos (montacargas, equipos de transporte interno).
- Señalizaciones de ventilación, camiones, entrada y salida.

Por lo antes mencionado, el diagrama de bloque y el plano de la planta son importantes en la toma de decisiones; ya que se considera herramientas claves que integran todos los elementos técnicos, logísticos y normativos.

5.1.4. Diagrama de Bloques:



5.1.5. Diagrama de Planta de Proceso de Producción



VI. CONCLUSIONES

En el cumplimiento de los objetivos, se describió las generalidades de la Musa x Paradisiaca y se caracterizó la materia prima destinada en el proceso, estableciendo que la calidad depende de su estado, descartando los que presenten daños por plagas, enfermedades o deterioro; asimismo, se toma en cuenta que el plátano debe de cumplir con los requisitos mínimos de limpieza y ausencia de materias extrañas, siguiendo lo estipulado en la normativa nicaragüense NTON 03 074-07, y como el seguimiento de la normativa se relaciona de manera directa en el rendimiento y en la inocuidad del producto terminado.

En el análisis del proceso productivo, se identificaron y describieron las tres líneas de producción de la planta procesadora: tajadas fritas de plátano, harina y alimento de porcino y equino elaborado a partir de las cascavas. En el balance de materia, se cuantificó la producción diaria, evidenciando que a partir de 10 toneladas se obtiene 1,612.840 kg de tajadas fritas, 892.770 kg de harina y 718.98kg de alimento de porcino y equino, con un rendimiento total útil de la planta de 32.25%, mediante el cual demuestra la capacidad de la planta y la transformación de las cascavas en un valor agregado, aprovechando de manera integral el fruto y sus subproductos.

Para concluir, se determinaron los requerimientos tecnológicos necesarios para el diseño tecnológico de la planta procesadora, basados en la capacidad de procesamiento diario y anual, el cual se estima en 2,510 toneladas. Este análisis permitió establecer los equipos necesarios para cada etapa; tal como secadores, molinos, freidores, sistemas de transporte, cuya selección asegura la eficiencia en el proceso y la calidad de los productos elaborados; la determinación de estos requerimientos constituye un elemento clave para garantizar la sostenibilidad del proyecto y consolidar la ciudad de Rivas como una propuesta con alto alcance en el sector agroindustrial.

VII. RECOMENDACIONES

Al considerar aspectos fundamentales de la caracterización de la *musa x paradisiaca*, se propone realizar estudios de prefactibilidad, en donde se refleje y respalde la disponibilidad de la materia prima, factibilidad técnica, económica y ambiental. El análisis del estudio de prefactibilidad permite prever factores como la calidad y capacidad, adicionalmente reforzando la base técnica para abastecimientos seguros y respondan a los requerimientos de las líneas de procesamiento.

Por otra parte, en cuanto al proceso productivo de la planta, la incorporación de planes de negocios y estrategias de comercialización resulta de provecho debido a que se diferencian cada línea en función de su potencial en el mercado: tajadas fritas como producto competitivo en snack, harina de plátano como una alternativa de uso a otros cereales, siendo un producto versátil y el alimento de porcino y equino siendo parte de un modelo de aprovechamiento integral de subproductos; de la misma manera se puede afianzar esta proyección mediante la implementación de pruebas piloto permitiendo obtener valores reales sobre la eficiencia del procesamiento.

Para finalizar, en relación con los requerimientos tecnológicos, se estima conveniente, seleccionar y dar prioridad a equipos con capacidad de adaptación y escalabilidad, de modo que permita que la planta procesadora pueda responder de manera afirmativa los cambios de demanda, sin comprometer su eficiencia y calidad, no obstante, la capacitación continua del personal, fortalece los procesos y se estandariza; por lo que garantiza una operación adecuada y cumplimiento de los estándares de calidad.

VIII. BIBLIOGRAFIA

- Álvarez, C. E. (s.f.). Guía técnica del cultivo del plátano. Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal.
- Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), Ministerio Agropecuario y Forestal (MAGFOR) & Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA). (2004). Cadena agroindustrial del plátano. Managua, Nicaragua.
- Acuña, M., Méndez, E., & Suárez, D. (2016). Estudio de prefactibilidad de la instalación de una planta procesadora y comercializadora de harina a base de plátano ubicada en la ciudad de Rivas en el período del 2016-2020 (Tesis de licenciatura, Universidad Nacional de Ingeniería).
- Urbina, B. G. (2013). Evaluación de proyectos (7.^a ed.). McGraw-Hill Interamericana de España S.L.
- Castro Calvo, L. R., & Carrión Marín, I. A. (2020). Estudio de prefactibilidad para la instalación de una planta procesadora de pseudotallo de plátano para obtener cartón (Tesis de licenciatura, Universidad Nacional de Ingeniería).
- Martínez Oyuela, S. J., & López Cruz, J. E. (2023). Planta procesadora de plátano verde para la comercialización de harina (Proyecto de graduación, Universidad de San Pedro Sula).
- Gómez Orozco, A. K., & Muñoz Solís, C. A. (2012). Estudio de prefactibilidad para la instalación de una planta de snack de plátano, yuca y papa 100% naturales y su comercialización en el municipio de Managua (Tesis de licenciatura, Universidad Nacional de Ingeniería).
- Ruiz Morazán, R. C., Velázquez Palacios, J. N., & Torres Flores, O. Y. (2022). Estudio a nivel de prefactibilidad para la producción de harina a partir del plátano de segunda como opción de alimento saludable para el segmento de mercado del Distrito V de Managua, durante el período comprendido de marzo a noviembre del 2022 (Proyecto de desarrollo, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua).
- Anuario Estadístico (2022). Población total urbana y rural por año calendario según departamento y municipio. Obtenido de www.inide.gob.ni
- FIDEG. (2019). Encuesta de hogares para medir la pobreza en Nicaragua. Managua: Red Panda Lab.
- Requisitos mínimos de calidad e inocuidad para el plátano. Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense. Comisión Nacional de Normalización Técnica y Calidad Ministerio de Fomento, Industria y Comercio.

- Quiceno, M., Giraldo, G., y Villamizar, R. (2014). Caracterización físicoquímica del plátano (*Musa paradisiaca* sp. AAB, Simmonds) para la industrialización. UGCiencia 20. 48-54.
- Silva, D., & Martínez, L. A. (2018). Inclusión de harinas de yuca (*manihot esculenta* crantz) y plátano (*musa x paradisiaca*) en la dieta de cerdos en desarrollo y su efecto en los parámetros productivos en la finca San Francisco, comunidad Las Lapas, municipio de El Rama en el año 2016 (Ingeniero en zootecnia). Bluefields Indian and Caribbean University.
- Laina Elizalde, J. I. (2022). Estudio de la aplicación de harina de banano verde (*Musa x paradisiaca*) con cascara como reemplazo del maíz (*Zea mays*) para cerdos (*sus scrofa domesticus*) durante el periodo de crecimiento y engorde (Médico Veterinario Zootecnista). Universidad Técnica de Babahoyo. Ecuador.
- Acosta Coello, C. S., & Parodi Redhead, A. B. V. (2020). Diseño y validación de receta nutricional de snack elaborado con harina de cáscara de plátano verde (*Musa paradisiaca*) (Licenciado en Nutrición Dietética). Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas.
- Hernandez, A., Hernandez, L. D., & Hernandez, G. (s. f.). Harina de Platano. Universidad Autonoma de Hidalgo.
- López, G. B., & Montaña, F. J. G. (2015). Propiedades funcionales del plátano (*Musa* sp). Revista Médica de la Universidad Veracruzana.
- Olawuyi, O., et al. (2023). Synthesis of biodegradable material from banana peel. Science of the Total Environment.
- Tibe, O. W., Wainaina, J. M., & Macharia, J. L. (2014). Physicochemical and sensory evaluation of some cooking banana (*Musa* spp.) for boiling and frying process. Food and Nutrition Sciences
- Oliveira, L. S., Franca, A. S., & Rosa, L. P. (2013). Banana peel as feedstock for bio-based products: Characterization and processing considerations.
- Müller, J., & Hensel, O. (2015). Postharvest Technology and Processing of Agricultural Products. Springer.
- Rojas, O. J., & Stein, H. H. (2012). Processing and particle size reduction effects on feed digestibility. Animal Feed Science and Technology,

Repositorio Académico

- Guía Técnica N°28 (2da edición). El cultivo del Plátano. Centro para el Desarrollo Agropecuario y Forestal, Inc. (CEDAF).
- Guía Técnica. Establecimiento y manejo del cultivo del plátano. Ministerio de Economía Familiar Comunitaria, Cooperativa y Asociativa. (MEFCCA).

IX. ANEXOS

9.1. Encuesta realizada a la población

En el presente documento, la realización de encuestas fueron una herramienta clave en la recolección de información cualitativa como opiniones, necesidades y percepciones, a través de las cuales forman parte del estudio técnico y funcionan de respaldo en la sección 5.1.2. en la localización óptima de la planta y considerándose así, un soporte técnico que complementa la viabilidad de la planta procesadora de plátanos y su ubicación.

Encuesta

Estimados colaboradores, somos egresadas de la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI), nos encontramos realizando nuestro trabajo de diploma para optar por el título de Ingeniero Químico acerca del diseño tecnológico de una planta procesadora de plátano ubicada en la ciudad de Rivas, municipio de Rivas; el objetivo de esta encuesta es determinar la demanda efectiva de la materia prima y los productos elaborados a base de plátano. Su opinión es valiosa para nuestra investigación, responde con sinceridad y completa todas las preguntas; la información proporcionada será tratada de manera confidencial.

1. **Edad:** Menor de 18 años () 18 - 35 años () 35 - 50 años ()
Mayor de 50 años ()
2. **Sexo:** F () M ()
3. **¿Consume plátanos o productos derivados de este?**
Sí () No ()

En caso de responder que no compra le agradecemos por su tiempo y no tiene que continuar

4. **¿Conoce alguna empresa que ofrezca más de un producto derivado del plátano?**
Sí () No ()
5. **¿Conoce presentaciones de snacks (frituras) elaboradas de plátano?**
Sí () No ()
6. **¿Conoce presentaciones de harina elaboradas de plátano?**
Sí () No ()
7. **¿Conoce presentaciones de alimento para porcino y equino elaboradas a base de plátano?**
Sí () No ()
8. **¿De no conocer productos como harina y alimento de porcino y equino elaboradas a base de plátano, le gustaría comprarlo?**
Sí () No ()
9. **¿Con qué frecuencia consume plátano?**
Diario () Semanal () Quincenal () Mensual ()
10. **¿En qué establecimientos comerciales hace su compra?**

Mercados () Pulperías () Supermercados Pali () Maxi
pali () Supermercados La Colonia ()

11. ¿Compraría harina elaborada a base de plátano?

Sí () No ()

12. ¿Qué tamaño de presentación le gustaría en el mercado para la harina de plátano?

Pequeño 0.50kg () Mediano 1kg () Grande 2.26kg ()

13. ¿Compraría alimento para porcino y equino elaborado a base de plátano?

Sí () No ()

14. ¿Qué tamaño de presentación le gustaría en el mercado para alimento de porcino y equino elaborado a base de plátano?

Pequeño 25kg () Mediano 50kg () Grande 100kg ()

15. ¿Conoce marcas de productos elaborados a base de plátano actualmente o es nuevo para usted?

Sí () No ()

Muchas gracias por su tiempo.

9.2. Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense (NTON) Requisitos mínimos de calidad e inocuidad para el plátano.

La selección de la materia prima debe de cumplir con las normativas establecidas de calidad e inocuidad alimentaria, para las musáceas la normativa que debe cumplir es la NTON 03 074-07 y está basada en la CODEX STAN 205-1997, en ella se detalla explícitamente los parámetros a considerar en su selección.

En la sección 4.2.1 y 4.2.2. se referencia el uso y la importancia de una correcta selección de la materia prima para garantizar la calidad en cada uno de los productos finales a obtener en la planta procesadora de plátanos.

9.2.1. Definiciones

Musáceae: Son plantas (bananos, plátanos) de cormos carnosos en las cuales se desarrollan numerosas yemas laterales o hijos. Las hojas tienen una distribución helicoidal y las bases foliares circundan el tallo o cormos dando origen al pseudotallo. La inflorescencia es terminal y crece a través del centro del pseudotallo hasta alcanzar la superficie. Sus diferencias radican en sus genotipos, fenotipos y usos.

- Plátano: Se refieren a los grupos cultivares designados bajo los genotipos ABB y AAAB
- Dedo: Fruto individual
- Manos: Conjunto de frutos unidos por un mismo pedúnculo.
- Racimos (Cabeza): Todo el conjunto de manos unidos a un tallo central.

9.2.2. Disposiciones relativas a la calidad

9.2.2.1. Requisitos mínimos:

En todas las categorías, de conformidad con las disposiciones especiales para cada categoría y las tolerancias permitidas, los plátanos deberán estar o ser dependiendo de la edad:

- Enteros (tomando el dedo o fruto individual como referencia).
- De consistencia firme.
- Sanos, deberán excluirse los productos afectados por podredumbre o deterioro que no sean aptos para el consumo humano
- Limpios y exentos de cualquier materia extraña visible.
- Con un porcentaje de magulladuras de acuerdo a categorías especificadas en la presente norma.
- Con un porcentaje de daños causados por plagas de acuerdo a categorías especificadas en la presente norma.
- Con el pedúnculo intacto, sin estar doblados ni dañados por hongos o desecados.
- Exentos de malformaciones o curvaturas anormales de los dedos; - exentos de daños causados por temperaturas.

- Exentas de humedad externa anormal, salvo la condensación consiguiente a su remoción de una cámara frigorífica y plátanos envasados en atmósfera modificada.
- Exentos de cualquier olor y/o sabores extraños; además, los racimos deberán incluir lo siguiente
- Una porción suficiente de cuello de color normal, sano y exento de contaminación por hongos.
- Un cuello de corte limpio, no achaflanado o rasgado, y sin fragmentos de pedúnculo.

9.2.3. Clasificación

Los plátanos se clasifican en las categorías siguientes:

9.2.3.1. Categoría “Premium”

Los plátanos de esta categoría deberán ser de calidad superior y característica de la variedad y/o tipo comercial; los dedos de los plátanos no deberán tener defectos, salvo defectos superficiales muy leves de hasta un 5 %, siempre y cuando no afecten al aspecto general del producto, su calidad, estado de conservación y presentación en el envase. El largo no debe ser menor a 25,4 cm (10 pulgadas); se tolerará hasta un 5 % en número de plátanos que no satisfagan los requisitos de esta categoría.

9.2.3.2. Categoría “Primera”

Los plátanos de esta categoría deberán ser de buena calidad y característicos de la variedad. Podrán permitirse, sin embargo, los siguientes defectos leves siempre y cuando no afecten al aspecto general del producto, su calidad, estado de conservación y presentación en el empaque:

- Defectos leves de forma y color de hasta un 10 %
- Defectos leves de la cáscara debidos a rozaduras y otros defectos superficiales que no superen 2 cm² de la superficie total. En ningún caso los defectos deberán afectar a la pulpa del fruto. El largo no debe ser menor a 25,4 cm (10 pulgadas)

Se tolerará hasta un 10 % en número de plátanos que no satisfagan los requisitos de esta categoría se clasificarán en la categoría segunda.

9.2.3.3. Categoría “Segunda”

Esta categoría comprende los plátanos que no pueden clasificarse en las categorías superiores, pero satisfacen los requisitos mínimos especificados; podrán permitirse los siguientes defectos, siempre y cuando los plátanos conserven sus características esenciales en lo que respecta a su calidad, estado de conservación y presentación:

- Defectos de forma y color de hasta un 19 %, siempre y cuando el producto mantenga las características normales de los plátanos.
- Defectos de la cáscara debidos a raspaduras, costras, rozaduras, manchas u otros defectos superficiales que no superen 4 cm² de la superficie total.

En ningún caso los defectos deberán afectar a la pulpa del fruto. Los plátanos de esta categoría deben cumplir con un largo entre 17,78 a 25,4 cm (7 a 10 pulgadas).

Se tolerará hasta un 12 % en número de plátanos que no satisfagan los requisitos de esta categoría se clasificarán en la categoría Tercera.

9.2.3.4. Categoría “Tercera”

Esta categoría comprende los plátanos que no pueden clasificarse en las categorías superiores, pero satisfacen los requisitos mínimos especificados; podrán permitirse los siguientes defectos, siempre y cuando los plátanos conserven sus características esenciales en lo que respecta a su calidad, estado de conservación y presentación:

- Defectos de forma y color podrán ser mayor a un 19 %, siempre y cuando el producto mantenga las características normales de los plátanos.
- Defectos de la cáscara debidos a raspaduras, costras, rozaduras, manchas u otros defectos superficiales que superen 4 cm² de la superficie total. En ningún caso los defectos deberán afectar a la pulpa del fruto. Los plátanos de esta categoría incluyen todos los plátanos con un largo menor a 17,78 cm (7 pulgadas).

Se tolerará hasta un 12 % en número de plátanos que no satisfagan los requisitos de esta categoría se clasificarán en la categoría Tercera.

9.2.3.5. Categoría “Cuarta” (cola o pirracha)

Esta categoría incluye todos los plátanos que no clasifican en ninguna de las categorías anteriores siempre y cuando cumplan con los requisitos mínimos establecidos.

9.2.4. Disposiciones sobre la clasificación por calibres

Para calibrar los plátanos, se determina la longitud de los dedos por la curvatura exterior desde el extremo de la flor hasta la base del pedicelo donde la pulpa comestible termina y se define el diámetro como el grosor de la sección transversal entre las caras laterales:

El fruto de referencia para la medición de la longitud y el grosor es el dedo de la segunda mano basal.

9.2.4.1. Tolerancia de calibre

Para todas las categorías, 2% en número o en peso de los plátanos que no satisfagan los requisitos relativos al calibre, pero que entren en la categoría inmediatamente superior y/o inferior a las indicadas anteriormente.

9.3. Consumo de agua área de lavado

El consumo de agua por inmersión en el lavado del plátano verde es de 1 litro por kilogramo de musácea; considerando lo anterior:

$$10,000kg \text{ de plátano} \times 1.0L/kg = 10,000L \text{ de agua}$$

Para convertir a kilogramo

$$10,000L \times 0.99713kg/L = 9,971.3kg$$

El valor obtenido anteriormente corresponde al consumo diario se utiliza en la planta procesadora de plátano.

9.4. Preparación de hipoclorito de sodio

Para la desinfección se determina que se usa hipoclorito de sodio a 5ppm, por lo que en miligramos de cloro activo se necesita:

$$5 \text{ mg/L} \times 10,000L = 50,000mg = 50g \text{ de cloro activo}$$

El hipoclorito comercial tiene 5%, por lo que se encuentra contenido 50,000mg/L de cloro activo.

$$\frac{50,000mg \text{ requeridos}}{50,000mg/L} = 1 \text{ Litro de solución}$$

Se requiere 1 L de hipoclorito de sodio al 5% para la desinfección en el área de lavado en donde se usa para lavar 10,000kg de plátano al día.

Por tanto, si desea usar hipoclorito de sodio y obtener una cantidad determinada en litros y una determinada cantidad de ppm, la ecuación a utilizar es la siguiente:

$$\text{Volumen de NaClO (mL)} = \frac{\text{ppm deseado} \times \text{Volumen total (mL)}}{\text{ppm de NaClO comercial}}$$

9.5. Secador de túnel para línea de producción de harina de plátano

Asumiendo que el promedio de evaporación total del túnel es de 400kg/h y se desea conocer el tiempo estimado del secado de P , consideramos que SH :

$$T = \frac{SH}{400kg/h} = \frac{1,573.53kg}{400 kg/h} = 3.93 \text{ horas}$$

El área del túnel de secado

$$\text{Área útil} = \frac{400kg/h}{\frac{20kg}{h}/m^2} = 20m^2$$

9.6. Estado de resultados reales

Tabla 28 Estados de cuenta expresados en kilos, unidades, precio y total (C\$)

Estado de cuenta Finca Managuita 2025	Día	Kilos	Tamaño	Unidades	Precio	Total (C\$)
Mes						
Marzo	26	295			12	3,540.0
Abril	9	307.8			12	3,693.6
			Grande	2820	4.2	11,844.0
			Cola	600	2	1,200.0
			Grande	600	4.5	2,700.0
			Cola	400	1.5	600.0
Abril	13		Grande	3950	4.2	16,590.0
			Mediano	1250	3	3,750.0
			Cola	1940	2.2	4,268.0
			Pirracha			640.0
Abril	23	501			11	5,511.0
Abril	26		Grande	5866	4.5	26,397.0
			Mediano	240	2.4	576.0
			Cola	1300	1.6	2,080.0
			Pirracha			100.0
Abril	28	344.7			12	4,136.4
Mayo	1	448.3			11	4,931.3
Mayo	3		Grande	8616	4.5	38,772.0

			Mediano	650	2.4	1,560.0
			Cola	2250	1.6	3,600.0
			Pirracha			150.0
Mayo	10		Grande	7975	4.5	35,887.5
			Mediano	550	2.4	1,320.0
			Cola	1900	1.6	3,040.0
			Pirracha			200.0
Mayo	15	666.5			10	6,665.0
Mayo	20		Grande	7750	4.5	34,875.0
			Mediano	1400	2.4	3,360.0
			Cola	3400	1.6	5,440.0
			Pirracha			300.0
			Grande	5700	4.8	27,360.0
			Mediano	550	2.4	1,320.0
			Cola	2440	1.8	4,392.0
			Pirracha			200.0
Mayo	26	1088				11,968.0
					Total:	272,966.8

Fuente: Producto de la investigación

En la tabla 28, se refleja los precios del plátano por unidad y por kilogramo, en donde el precio de unidad varía de acuerdo al tamaño; los valores obtenidos de la tabla equivalen a la producción real de abril y mayo de 2025 de un pequeño productor de plátanos en la ciudad de Rivas. Se observa una variación de los precios de acuerdo a la línea de comercialización del producto, en donde el productor tiene que decidir a quién ofrecerle su producto, si lo vende a los mercados locales o peladoras.

En base a la información obtenida, se infiere que los productores enfrentan con limitaciones significativas en la comercialización de plátanos, en muchos casos las ventas la realizan a precios bajos, en donde la ganancia final para el productor es mínima, debido a la falta de valor agregado y el control del mercado a través de intermediarios.

Por lo antes expresado, la planta procesadora de plátanos ubicada en Rivas representa una alternativa de integración productiva, en la que los productores participan como proveedores directos de materia prima, accediendo a precios más estables y competitivos; eliminando así la cadena de comercialización por medio de intermediarios.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE REGISTRO ACADÉMICO

HOJA DE MATRICULA
AÑO ACADÉMICO 2025

No. Recibo

No. inscripción **3521**

NOMBRES Y APELLIDOS: Dayra Patricia Jimenez Castro

CARRERA: INGENIERÍA QUÍMICA

CARNET: 2014-0139U

TURNO: Diurno

PLAN DE ESTUDIO: 2015

SEMESTRE: SEGUNDO SEMESTRE
2025

FECHA: 23/07/2025

No.	ASIGNATURA	GRUPO	AULA	CRED.	F	R
1	ULTIMA LINEA					

F. Frecuencia de inscripciones de Asignatura R. Récibo de Asignatura

USER ONLINE

GRABADOR

FIRMA Y SELLO DEL
FUNCIONARIO

FIRMA DEL
ESTUDIANTE

SO. ORIGINAL-ESTUDIANTE - COPIA EXPEDIENTE.

IMPRESO POR SISTEMA DE REGISTRO ACADÉMICO EL 11-ago.-2025



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE REGISTRO ACADÉMICO

HOJA DE MATRICULA
AÑO ACADÉMICO 2025

No. Recibo

No. Inscripción **9501**

NOMBRES Y APELLIDOS: Rosemary Robledo Silva

CARRERA: INGENIERÍA QUÍMICA

CARNET: 2015-0544UJ

TURNO: Diurno

PLAN DE ESTUDIO: 2015

SEMESTRE: SEGUNDO SEMESTRE
2025

FECHA: 28/07/2025

No.	ASIGNATURA	GRUPO	AULA	CRED.	F	R
1	ULTIMA LINEA					

F. Frecuencia de Inscripciones de Asignatura R. Matric. de Asignatura

USER ONLINE

GRABADOR

FIRMA Y SELLO DEL
FUNCIONARIO

FIRMA DEL
ESTUDIANTE

cc ORIGINAL ESTUDIANTE - COPIA EXPEDIENTE

IMPRESO POR SISTEMA DE REGISTRO ACADÉMICO EL 11-ago.-2025



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
AREA DE CONOCIMIENTO DE AGRICULTURA

SECRETARIA DE AREA ACADÉMICA

F-8: CARTA DE FINALIZADO PLAN DE ASIGNATURA

El Suscrito Secretario del ÁREA DE CONOCIMIENTO DE AGRICULTURA hace constar que:

JIMENEZ CASTRO DAYRA PATRICIA

Carné: 2014-01390 Turno: Diurno Plan de Asignatura: 2015 de conformidad con el Reglamento Académico vigente en la Universidad, ha aprobado todas las asignaturas correspondientes a la carrera de INGENIERÍA QUÍMICA, en el año 2022 y solo tiene pendiente la realización de una de las formas de culminación de estudio.

Se extiende la presente CARTA DE FINALIZADO PLAN DE ASIGNATURA, a solicitud del interesado en la ciudad de Managua, a los once días del mes de agosto del año dos mil veinte y cinco.

Atentamente,



MSc. Helia Vanessa Paleno Oporta
SECRETARIO DE AREA ACADÉMICA

IMPRESO POR SISTEMA DE REGISTRO ACADÉMICO EL 13-ago.-2022



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
AREA DE CONOCIMIENTO DE AGRICULTURA

SECRETARIA DE AREA ACADÉMICA

F-8: CARTA DE FINALIZADO PLAN DE ASIGNATURA

El suscrito Secretario del AREA DE CONOCIMIENTO DE AGRICULTURA hace constar que:

ROBLETO SILVA ROSEMARY

Carné: 2015-09440 Turno: Diurno Plan de Asignatura: 2015 de conformidad con el Reglamento Académico vigente en la Universidad, ha aprobado todas las asignaturas correspondientes a la carrera de INGENIERÍA QUÍMICA, en el año 2022 y solo tiene pendiente la realización de una de las formas de culminación de estudio.

Se extiende la presente CARTA DE FINALIZADO PLAN DE ASIGNATURA, a solicitud del interesado en la ciudad de Managua, a los once días del mes de agosto del año dos mil veinte y cinco.

Atentamente,



MSc. Helia Vanessa Taleno Oporta
SECRETARIO DE AREA ACADÉMICA

INFORME POR SISTEMA DE REGISTRO ACADÉMICO EL 11-ago-2023