



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS

CARRERA INGENIERÍA QUÍMICA

**“DISEÑO DE UN PROCESO PARA LA OBTENCIÓN DE TRES
TIPOS DE SNACKS A PARTIR DE PLÁTANO VERDE (musa
paradisiaca) PARA EL GOBIERNO AUTÓNOMO
DESCENTRALIZADO MUNICIPAL INTERCULTURAL Y
PLURINACIONAL DEL CANTÓN ARAJUNO PROVINCIA DE
PASTAZA”**

Trabajo de Titulación

Tipo: Proyecto Técnico

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO QUÍMICO

AUTOR: FRANKLIN ANDRÉS RÍOS LATORRE

DIRECTOR: Ing. CÉSAR ARTURO PUENTE GUIJARRO. PhD.

Riobamba – Ecuador

2021

© 2021, Franklin Andrés Ríos Latorre

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho del Autor.

Yo, Franklin Andrés Ríos Latorre, declaro que el presente trabajo de titulación es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autor asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba 16 de diciembre 2021

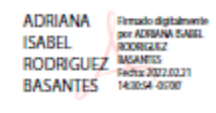
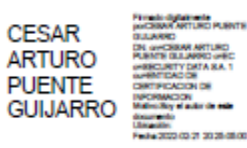



Franklin Andrés Ríos Latorre

C.I: 0604379446

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS
CARRERA INGENIERÍA QUÍMICA

El Tribunal del Trabajo de Titulación certifica que: El Trabajo de Titulación: Tipo: Proyecto Técnico, **“DISEÑO DE UN PROCESO PARA LA OBTENCIÓN DE TRES TIPOS DE SNACKS A PARTIR DE PLÁTANO VERDE (musa paradisiaca) PARA EL GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL INTERCULTURAL Y PLURINACIONAL DEL CANTÓN ARAJUNO PROVINCIA DE PASTAZA”**, realizado por el señor: **FRANKLIN ANDRÉS RÍOS LATORRE**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Titulación, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	FIRMA	FECHA
Mgs. Adriana Isabel Rodríguez Basantes PRESIDENTE DEL TRIBUNAL		2021-12-16
Ing. Cesar Arturo Puentes Guijarro. PhD. DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN		2021-12-16
Ing. Mayra Paola Zambrano Vinueza. Msc. MIEMBRO DEL TRIBUNAL		2021-12-16

DEDICATORIA

Este trabajo quiero dedicar a Dios que, gracias a él, he logrado terminar mi carrera, a mis padres por su apoyo incondicional que por ellos aprendí a desafiar los retos y cumplirlos. A mis hermanas por compartir su tiempo, sus experiencias y conocimientos, por eso y mucho más les dedico este trabajo.

Franklin

AGRADECIMIENTO

Como no agradecer al todopoderoso, por proveer de fuerza, inteligencias y sabiduría, por caminar junto a mí, librándome de los obstáculos que encontraba en el camino y por llevarme por el sendero de la superación.

Quiero Agradecer a mi maestro tutor Ing. Cesar Puente y a la Ing. Mayra Zambrano, por darme las pautas necesarias en la elaboración de mi tesis, a los docentes mi agradecimiento profundo por compartir sus conocimientos a lo largo de la carrera.

Gracias a mis padres Sr. Franklin Ríos y Lic. Carmita Latorre por darme la mejor educación y sembrar en mí muchos valores y a mis hermanas Dra. Lisseth Ríos e Ing. Jessica Ríos.

Franklin

TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS	xi
ÍNDICE DE FIGURAS	xii
ÍNDICE DE GRÁFICOS	xiii
ÍNDICE DE ANEXOS	xiv
RESUMEN	xv
ABSTRACT	xvi
INTRODUCCIÓN.....	1

CAPÍTULO I

1. DIAGNOSTICO E IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA	2
1.1. Identificación del problema	2
1.2. Línea base del proyecto	2
1.2.1. <i>Antecedentes</i>	2
1.2.2. <i>Alcance</i>	3
1.3. Beneficiarios directos e indirectos	4
1.3.1. <i>Beneficiarios directos</i>	4
1.3.2. <i>Beneficiarios indirectos</i>	4
1.4. Localización del proyecto	4
1.5. Objetivos	5
1.5.1. <i>Objetivo general</i>	5
1.5.2. <i>Objetivos específicos</i>	5

CAPÍTULO II

2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS	6
2.1. Plátano	6
2.1.1. <i>Características del plátano</i>	6
2.1.2. <i>Variedades de plátano</i>	7
2.1.3. <i>Industrialización del plátano</i>	7
2.2. Fritura de alimentos	7
2.2.1. <i>El proceso de fritura</i>	7
2.2.2. <i>Transferencia de calor y materia</i>	8
2.2.3. <i>Parámetros que influyen en el proceso de fritura</i>	8

2.2.3.1.	<i>Temperatura</i>	8
2.2.3.2.	<i>Relación producto: aceite</i>	8
2.2.3.3.	<i>Grado de renovación</i>	9
2.2.3.4.	<i>Tiempo y tipo de calentamiento</i>	9
2.2.3.5.	<i>Estado inicial del alimento</i>	9
2.3.	Grasas y Aceites	9
2.3.1.	<i>El aceite de fritura</i>	10
2.3.2.	<i>Química del deterioro de aceites</i>	10
2.3.2.1.	<i>Oxidación</i>	10
2.3.2.2.	<i>Polimerización</i>	10
2.3.2.3.	<i>Hidrólisis</i>	10
2.4.	Bocaditos de productos vegetales	11
2.4.1.	<i>Bocaditos de plátano verde</i>	12
2.4.1.1.	<i>Patacón</i>	12
2.4.2.	<i>Chifle</i>	12

CAPÍTULO III

3.	MARCO METODOLÓGICO	13
3.1.	Ingeniería del proyecto	13
3.1.1.	<i>Tipo de estudio</i>	13
3.1.2.	<i>Métodos y técnicas</i>	13
3.1.2.1.	<i>Métodos</i>	13
3.1.2.2.	<i>Técnicas</i>	14
3.2.	Ensayo a nivel de laboratorio	15
3.2.1.	<i>Equipos, materiales, materia prima e insumos</i>	15
3.2.1.1.	<i>Equipos y materiales empleados en la obtención de snacks a nivel de laboratorio</i>	15
3.2.1.2.	<i>Materia prima e insumos empleados la obtención de snacks a nivel de laboratorio</i> ..	16
3.2.2.	<i>Procedimiento experimental para la obtención de snacks de plátano verde</i>	16
3.2.2.1.	<i>Caracterización de la materia prima</i>	16
3.2.2.2.	<i>Proceso de elaboración de patacones</i>	17
3.2.2.3.	<i>Proceso de elaboración de chifles con sal</i>	18
3.2.2.4.	<i>Proceso de elaboración de chifles dulces</i>	19
3.3.	Balance de masa y energía	20
3.3.1.	<i>Balance de masa y energía en la elaboración de patacón</i>	21
3.3.1.1.	<i>Cálculo de la masa de vapor desprendido en la fritura</i>	21
3.3.1.2.	<i>Cálculo de las corrientes de entrada y salida en la etapa de fritura</i>	21

3.3.1.3.	<i>Cálculo del rendimiento del aceite</i>	22
3.3.1.4.	<i>Cálculo del rendimiento total del proceso</i>	22
3.3.1.5.	<i>Balance de masa global del proceso</i>	22
3.3.1.6.	<i>Balance de energía</i>	23
3.3.1.7.	<i>Cálculo del calor ganado por el plátano verde</i>	23
3.3.1.8.	<i>Cálculo del calor ganado por el aceite</i>	23
3.3.1.9.	<i>Cálculo del área de transferencia de calor</i>	23
3.3.1.10.	<i>Cálculo de calor retenido/ganado por las paredes de la freidora</i>	24
3.3.1.11.	<i>Cálculo del calor total suministrado en la fritura</i>	24
3.3.2.	<i>Balance de masa y energía en la elaboración de chifle con sal</i>	24
3.3.2.1.	<i>Cálculo de la masa de vapor desprendido en la fritura</i>	25
3.3.2.2.	<i>Cálculo de las corrientes de entrada y salida en la etapa de fritura</i>	25
3.3.2.3.	<i>Cálculo del rendimiento del aceite</i>	25
3.3.2.4.	<i>Cálculo del rendimiento del proceso</i>	26
3.3.2.5.	<i>Balance de masa global del proceso</i>	26
3.3.2.6.	<i>Balance de energía</i>	26
3.3.2.7.	<i>Cálculo del calor ganado por el plátano verde</i>	26
3.3.2.8.	<i>Cálculo del calor ganado por el aceite</i>	27
3.3.2.9.	<i>Cálculo del área de transferencia de calor</i>	27
3.3.2.10.	<i>Cálculo de calor retenido/ganado por las paredes de la freidora</i>	27
3.3.2.11.	<i>Cálculo del calor total suministrado en la fritura</i>	27
3.3.3.	<i>Balance de masa y energía en la elaboración de chifles dulces</i>	28
3.3.3.1.	<i>Cálculo de la masa de vapor desprendido en la fritura</i>	28
3.3.3.2.	<i>Cálculo de las corrientes de entrada y salida en la etapa de fritura</i>	28
3.3.3.3.	<i>Cálculo del rendimiento del aceite</i>	29
3.3.3.4.	<i>Cálculo del rendimiento del proceso</i>	29
3.3.3.5.	<i>Balance de masa general del proceso</i>	29
3.3.3.6.	<i>Balance de energía</i>	29
3.3.3.7.	<i>Cálculo del calor ganado por el plátano verde</i>	30
3.3.3.8.	<i>Cálculo del calor ganado por el aceite</i>	30
3.3.3.9.	<i>Cálculo del área de transferencia de calor</i>	30
3.3.3.10.	<i>Cálculo de calor retenido/ganado por las paredes de la freidora</i>	31
3.3.3.11.	<i>Cálculo del calor total suministrado en la fritura</i>	31
3.4.	Estudio de mercado	31
3.4.1.	<i>Población</i>	31
3.4.2.	<i>Cálculo del tamaño de la muestra</i>	31
3.4.3.	<i>Determinación de la demanda</i>	32

3.4.3.1.	<i>Cálculo de la demanda</i>	32
3.5.	Diseño del proceso	33
3.5.1.	Capacidad de producción	33
3.5.2.	Diagrama del proceso de obtención de patacón	34
3.5.3.	Descripción del diagrama de proceso de obtención de patacón	35
3.5.3.1.	<i>Recepción de materia prima</i>	35
3.5.3.2.	<i>Lavado</i>	35
3.5.3.3.	<i>Pelado</i>	35
3.5.3.4.	<i>Rebanado</i>	36
3.5.3.5.	<i>Fritura</i>	36
3.5.3.6.	<i>Escurreo</i>	37
3.5.3.7.	<i>Enfriado</i>	37
3.5.3.8.	<i>Prensado</i>	37
3.5.3.9.	<i>Inspección de calidad</i>	37
3.5.3.10.	<i>Empaquetado</i>	37
3.5.4.	Diagrama de flujo del proceso de elaboración de snacks chifles con sal	38
3.5.5.	Descripción del proceso de elaboración de chifles con sal	39
3.5.5.1.	<i>Recepción de materia prima, lavado y pelado</i>	39
3.5.5.2.	<i>Rebanado</i>	39
3.5.5.3.	<i>Fritura</i>	39
3.5.5.4.	<i>Escurreo</i>	39
3.5.5.5.	<i>Enfriado</i>	39
3.5.5.6.	<i>Salado</i>	39
3.5.5.7.	<i>Inspección de calidad</i>	40
3.5.5.8.	<i>Empaquetado</i>	40
3.5.6.	Descripción del proceso de elaboración de chifles dulces	41
3.5.6.1.	<i>Recepción de materia prima</i>	41
3.5.6.2.	<i>Lavado y pelado</i>	41
3.5.6.3.	<i>Rebanado</i>	41
3.5.6.4.	<i>Fritura</i>	42
3.5.6.5.	<i>Escurreo y enfriado</i>	42
3.5.6.6.	<i>Inspección de calidad</i>	42
3.5.6.7.	<i>Empaquetado</i>	42
3.6.	Requerimientos de instrumentos, equipos y maquinarias	42
3.7.	Dimensionamiento de equipos	43
3.7.1.	<i>Material de construcción</i>	43
3.7.2.	<i>Tanque de lavado</i>	43

3.7.3.	<i>Mesa de pelado</i>	46
3.7.4.	<i>Rebanadora</i>	47
3.7.5.	<i>Freidora industrial a vapor</i>	49
3.7.6.	<i>Mesa de enfriamiento</i>	52
3.7.7.	<i>Caldera generadora de vapor</i>	53
3.7.8.	<i>Prensa (Maquina pataconera)</i>	55
3.7.9.	<i>Empaquetadora</i>	57
3.8.	Costo - beneficio del proyecto	58
3.8.1.	<i>Inversión fija</i>	58
3.8.2.	<i>Proyección de gastos de producción</i>	58
3.8.2.1.	<i>Costo de materia prima e insumos</i>	58
3.8.2.2.	<i>Costo de la mano de obra</i>	59
3.8.2.3.	<i>Costo de servicios básicos</i>	59
3.8.2.4.	<i>Costos totales de la puesta en marcha del proyecto (inversión fija y egresos)</i>	59
3.8.3.	<i>Proyección de ingresos</i>	59
3.8.4.	<i>Proyección de ganancias anuales</i>	60
3.8.5.	Valor Actual Neto y Tasa Interna de Retorno	60
3.8.5.1.	<i>Valor Actual Neto</i>	60
3.8.5.2.	<i>Tasa Interna de Retorno</i>	60
3.8.6.	<i>Periodo de recuperación de la inversión</i>	61
3.8.7.	<i>Tiempo de vida útil de la planta</i>	61
3.9.	Cronograma del proyecto	62

CAPÍTULO IV

4.	ANÁLISIS DE RESULTADOS	63
4.1.	Análisis de los resultados de la caracterización del plátano verde y plátano maduro de Arajuno	63
4.2.	Análisis de los resultados del diseño del proceso	64
4.3.	Análisis de los resultados del dimensionamiento de equipos	64
4.4.	Análisis de los resultados del costo-beneficio del proyecto	66
4.5.	Análisis de los resultados de la caracterización de los snacks de plátano verde y maduro de Arajuno	66
	CONCLUSIONES	68
	RECOMENDACIONES	69

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1:	Datos geográficos de la ubicación de la futura planta procesadora.....	5
Tabla 1-2:	Composición del plátano verde crudo.	6
Tabla 2-2:	Variedades de plátano verde en Ecuador.....	7
Tabla 2-3:	Técnicas para el análisis de la composición de bocaditos de origen vegetal.....	15
Tabla 3-3:	Técnicas para análisis de contenido microbiológico en bocaditos origen vegetal..	15
Tabla 4-3:	Requisitos mínimos exigidos por el Codex 205- 1997 para el plátano crudo.	16
Tabla 5-3:	Caracterización inicial del plátano verde de Arajuno.....	17
Tabla 6-3:	Caracterización proximal de la pulpa de plátano verde de Arajuno.	17
Tabla 7-3:	Caracterización proximal de la pulpa de plátano maduro de Arajuno.....	17
Tabla 8-3:	Datos experimentales en la elaboración de patacón a partir de plátano verde de Arajuno.	17
Tabla 10-3:	Datos experimentales en la elaboración de chifles con sal a partir de plátano verde de Arajuno.	18
Tabla 12-3:	Datos experimentales en la elaboración de chifles dulces a partir de plátano verde de Arajuno.	19
Tabla 17-3:	Inclinación población al consumo de snacks plátano verde.	32
Tabla 18-3:	Cantidad de materia prima destinada a cada línea productiva.....	33
Tabla 21-3:	Requerimiento de instrumentos y equipos para medición.....	42
Tabla 22-3:	Requerimiento de equipos y maquinaria para producción.	43
Tabla 28-3:	Costos de materia prima e insumos.	58
Tabla 29-3:	Costos de mano de obra.....	59
Tabla 30-3:	Costos de servicios básicos.	59
Tabla 31-3:	Costos totales.....	59
Tabla 32-3:	Proyección de ingresos.	59
Tabla 33-3:	Proyección de ganancias.....	60
Tabla 34-3:	Cálculo del Valor Actual Neto.	60
Tabla 35-3:	Cálculo de la Tasa Interna de Retorno.....	61
Tabla 36-3:	Periodo de recuperación de la inversión.....	61
Tabla 37-3:	Cronograma del proyecto.	62
Tabla 1-3:	Resultados del diseño del proceso.....	64
Tabla 2-3:	Resultados del dimensionamiento de equipos.	65

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1:	Comercialización tradicional del plátano verde del cantón Arajuno.....	3
Figura 2-1:	Ubicación geográfica de la ciudad de Arajuno.	4
Figura 1-2:	Esquema de transferencia simultanea de masa y calor en la fritura.	8
Figura 2-2:	Esquema de transferencia simultanea de masa y calor en la fritura.	11
Figura 1-3:	Procedimiento experimental para la elaboración de patacones a partir de plátano verde de Arajuno.	18
Figura 2-3:	Procedimiento experimental para la elaboración de chifles de sal a partir de plátano verde de Arajuno.	19
Figura 3-3:	Procedimiento experimental para la elaboración de chifles dulces a partir de plátano maduro de Arajuno.	20
Figura 4-3:	Balance de materia global en la elaboración de patacón a partir de plátano verde de Arajuno.....	21
Figura 5-3:	Balance de materia global en la elaboración de chifles con sal a partir de plátano verde de Arajuno.	24
Figura 6-3:	Balance de materia global en la elaboración de chifles dulces a partir de plátano maduro de Arajuno.....	28
Figura 7-3:	Diagrama de proceso de la obtención de patacón a partir de plátano verde de Arajuno.....	34
Figura 8-3:	Aceite vegetal Chifol 20 de La Fabril.	36
Figura 9-3:	Diagrama de proceso de la obtención de chifles con sal a partir de plátano verde de Arajuno.....	38
Figura 10-3:	Diagrama de flujo del proceso de obtención de patacón a partir de plátano verde de Arajuno.....	40
Figura 11-3:	Distancias óptimas de trabajo estando de pie.....	45
Figura 12-3:	Dimensiones del tanque de lavado.	46
Figura 13-3:	Dimensiones del tanque de lavado.	47
Figura 14-3:	Dimensiones del disco porta cuchillas.	48
Figura 15-3:	Freidora industrial de snacks a vapor.	52
Figura 16-3:	Caldero eléctrico de vapor.....	54
Figura 17-3:	Maquina formadora de patacones.	56
Figura 18-3:	Maquina empaquetadora.	57

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1-5: Resultados de la caracterización de la materia prima.....	63
Gráfico 2-5: Resultados de la caracterización proximal de los snacks.	67

ÍNDICE DE ANEXOS

- ANEXO A:** RESULTADO DEL ANÁLISIS PROXIMAL DEL PLÁTANO VERDE DE ARAJUNO.
- ANEXO B:** RESULTADO DEL ANÁLISIS PROXIMAL DEL PLÁTANO MADURO DE ARAJUNO.
- ANEXO C:** RESULTADO DEL ANÁLISIS DE LABORATORIO DEL PATACÓN.
- ANEXO D:** RESULTADO DEL ANÁLISIS DE LABORATORIO DE LOS CHIFLES CON SAL.
- ANEXO E:** RESULTADO DE ANÁLISIS DE LABORATORIO DE CHIFLES DULCES.
- ANEXO F:** RESULTADOS DEL ANÁLISIS DEL ÍNDICE DE PERÓXIDO DEL ACEITE DE FRITURA.
- ANEXO G:** FICHA TÉCNICA DEL ACEITE DE FRITURA.
- ANEXO H:** DOCUMENTOS DE RESPALDO DEL TRABAJO

RESUMEN

El objetivo de este trabajo de titulación fue diseñar un proceso industrial para la elaboración de tres tipos de snacks (patacón, chifles con sal y chifles dulces) a partir de plátano verde y maduro (*Musa paradisiaca*) proveniente del cantón Arajuno. Para establecer la línea de fabricación se partió de la caracterización proximal de la materia prima en base a los métodos descritos por la AOAC (1997), luego se obtuvo los datos del proceso de manera experimental a escala de laboratorio, incluyendo operaciones como: selección de materia prima, lavado, pelado, rebanado y fritura, se estudió el mercado, empleando una encuesta de preferencias determinando la demanda, lo que indica la cantidad de materia prima a procesar en el día, con este dato se realizaron los cálculos de ingeniería para dimensionar los equipos que intervienen en el proceso, los que permitirán procesar la cantidad calculada para satisfacer al mercado. La validación del proceso se realizó con base en un análisis del porcentaje de grasa, porcentaje de humedad y análisis microbiológico que pide la NTE INEN 2561-2010: Requisitos para bocaditos de productos vegetales, obteniendo valores de porcentaje de grasa menores de 40 tal como exige la norma, ausencia de microorganismo también y un porcentaje de humedad mayor al 5 % que si bien no es aceptable se deduce que es debido a que no se empaquetó el mismo día el producto y al llevarlo al día siguiente a análisis ya absorbió humedad del aire. Se concluye que el proyecto es viable y puede ser implementado en el lugar seleccionado por el GAD de Arajuno. Se recomienda que las pruebas de laboratorio del producto final se lleven a cabo de manera inmediata evitando alteraciones en sus propiedades físicas y cumpliendo con los parámetros estipulados en la norma.

Palabras clave: <INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA QUÍMICA>, <DISEÑO DE PROCESO>, <SNACKS>, <FRITURA>, <PLÁTANO VERDE (*Musa paradisiaca*)>, <PLÁTANO MADURO (*Musa paradisiaca*)>.

LEONARDO
FABIO MEDINA
NUSTE

Firmado digitalmente
por LEONARDO FABIO
MEDINA NUSTE
Fecha: 2021.09.27
12:38:26 -05'00'



1833-DBRA-UTP-2021

ABSTRACT

The objective of this graduation work was to design an industrial process for the elaboration of three types of snacks (patacón, chifles with salt and sweet chifles) from green and ripe plantain (*Musa paradisiaca*) from the Arajuno canton. To establish the manufacturing line, the starting point was the proximal characterization of the raw material based on the methods described by the AOAC (1997), then the process data was obtained experimentally at a laboratory scale, including operations such as: raw material selection, washing, peeling, slicing and frying; the market was studied, using a preference survey to determine the demand, which indicates the amount of raw material to be processed per day; with this data the engineering calculations were made to dimension the equipment involved in the process, which will allow processing the calculated amount to meet the market needs. The process validation was carried out based on an analysis of the fat percentage, moisture percentage and microbiological analysis, which are required by NTE INEN 2561-2010: Requirements for snacks from vegetable products, show values of fat percentage lower than 40 as required by the standard, absence of microorganisms and a percentage of moisture higher than 5%, which although it is not acceptable, it is deduced that it is because the product was not packaged the same day and when it was taken the next day for analysis, it had already absorbed moisture from the air. It is concluded that the project is viable and can be implemented in the place selected by the Arajuno GAD. It is recommended that the laboratory tests of the final product be carried out immediately, avoiding alterations in its physical properties and complying with the parameters stipulated in the standard.

Key words: <CHEMICAL ENGINEERING AND TECHNOLOGY>, <PROCESS DESIGN>, <SNACKS>, <FRIED STUFF>, <GREEN PLANTAIN (*Musa paradisiaca*)>, <RIPE PLANTAIN (*Musa paradisiaca*)>.



INTRODUCCIÓN

El plátano verde y el banano representan el mayor volumen de ventas FOB en Ecuador, siendo el 76,30% del total de productos agrícolas exportados en el 2019 (SENAE, 2020). La producción anual de plátano en Pastaza representa el 0,90 % respecto a la producción nacional de este cultivo, solo en 2018 se cosechó 1.785 toneladas (ESCAP, 2018), de las cuales al menos el 20 % provienen del cantón Arajuno.

La alta cantidad de almidón presente en la composición del plátano verde hace imposible su consumo en crudo, por lo que la finalidad de este proyecto es el diseño de un proceso de obtención de patacón precocido, chifles de sal y de dulce a partir de este vegetal, sometiéndolo para esto a un proceso de fritura que garantice la conservación de sus propiedades y brinde las características de calidad que exige el consumidor.

El diseño de un proceso es la planeación misma de este, antes de su puesta en marcha a nivel industrial, empieza con la caracterización de la materia prima y termina con la puesta en el mercado del producto final. La definición de los procedimientos a seguir en cada etapa del proceso, la selección técnica de equipos, insumos y la correcta distribución de la planta es lo que garantizara su viabilidad una vez inicie su operación.

El GAD Municipal Intercultural y Plurinacional de Arajuno con el objeto de impulsar el desarrollo industrial del sector ha decidido apostar por la puesta en marcha de este proyecto, lo que se prevé genere un impacto inclusivo, beneficiando a los productores que proveen materia prima, creando fuentes de trabajo en la línea de producción y dinamizando la economía en el cantón, lo que se traduce en una mejora en la calidad de vida de todas las familias que participen en el proceso de transformación de este producto de la zona.

CAPÍTULO I

1. DIAGNOSTICO E IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

1.1. Identificación del problema

El cultivo del plátano verde ha tomado fuerza en la provincia de Pastaza. En el Cantón Arajuno esta actividad agrícola comprende una superficie de 38 hectáreas, con un rendimiento de 5,6 toneladas por cada una lo que genera un volumen de producción de 212,8 toneladas anuales de este vegetal (GAD Arajuno, 2014). La producción de plátano verde del cantón en su mayor porcentaje es destinada para consumo local, se comercializa ágilmente por sus características en cuanto a tamaño, sabor y rendimiento ya que esto lo destaca de sus similares provenientes de la región costa. La longitud y diámetro de la pulpa al ser más grande lo vuelve idóneo para ser aprovechado en la obtención de derivados como snacks.

Los problemas socioeconómicos de Arajuno, giran alrededor de los siguientes ejes: la pobreza que compromete alrededor del 93,0 % de la población (Lluggla *et al*, 2019); la movilidad humana, es decir el éxodo de los habitantes a otras ciudades del país o el exterior; los bajos niveles de organización y la limitada proactividad.

Los habitantes del cantón padecen dificultades económicas como el limitado acceso a créditos, lo que incide en la producción (técnicas y tecnologías de cultivo) y comercialización (competitividad, precios, presencia de intermediarios, desconocimiento de canales de comercialización) de los productos agrícolas, principal actividad productiva local.

Un problema adicional, es la ausencia de valor agregado a la producción primaria, por la falta de procesos agroindustriales, carencia de inversión y falta de asesoría técnica.

La problemática del cantón, sugiere invertir en el desarrollo humano y productivo, enfatizando aquellos productos con una alta potencialidad, entre los que se encuentra el plátano verde.

1.2. Línea base del proyecto

1.2.1. Antecedentes

La agricultura es la actividad más generalizada en la región, la población dedicada al cultivo de plátano verde del Cantón Arajuno ha comercializado por años su producto en crudo sin aportarle ningún beneficio adicional, esto implica que sea vendido a un precio más bajo comparado al que si fuera transformado.

Arajuno no cuenta con plantas industriales para la manufactura de alimentos y debido a que el 63,19% de habitantes del cantón tienen una instrucción de educación primaria (INEC, 2010), solo se mantienen a base del trabajo en el campo y acorde al último censo el 67% de la población se halla en la franja de 1 a 24 años, lo que representa un gran potencial a la hora de proyectar el desarrollo cantonal, por la fuerza laboral que ellos representan.

El actual estilo de vida, con agendas caóticas y menos tiempo para preparar comidas, ha puesto a los snacks en un puesto privilegiado en el mercado. El mercado mundial de snacks está valuado en \$266 mil millones, y se espera que aumente en un promedio de 2.7 % anual hasta 2022, donde su valor se estima en \$290 mil millones (Euromonitor Passport Analysis, 2019).

Según la Asociación de Productores de Plátano y sus Derivados, Manabí produce a diario aproximadamente 20 000 kilos de derivados, lo que la convierte en la provincia que más apuesta por la transformación del plátano verde y la principal competencia en el mercado.



Figura 1-1: Comercialización tradicional del plátano verde del cantón Arajuno.

Fuente: Gestión Social Arajuno, 2020.

1.2.2. Alcance

La implementación de la línea productiva para 3 tipos de snacks de plátano verde en el cantón seguirá el diseño reflejado en este proyecto que tendrá inicio con la revisión bibliográfica, los ensayos a nivel de laboratorio, el estudio de mercado, el diseño del proceso, el dimensionamiento de equipos y el análisis de flujo de caja cuyo valor positivo pronosticará el éxito del plan.

La puesta en marcha de este proyecto se verá reflejado en un impulso económico del sector, se prevé que al menos el 20 % de la población económicamente activa se involucre en él. El proceso de transformación del plátano verde, generará diversos campos de trabajo desde el cultivo, transporte, adecuación de la materia prima, operación de maquinaria de rebanado y aplastado, fritura, envasado y distribución del producto en diferentes mercados del país.

El GAD Municipal de Arajuno ganará protagonismo en la provincia y en el país por impulsar un modelo de economía circular aprovechando al máximo los recursos existentes en el lugar y la mano de obra local.

1.3. Beneficiarios directos e indirectos

1.3.1. Beneficiarios directos

Los principales beneficiarios del proyecto técnico serán los productores de plátano verde de Arajuno y los habitantes empleados en la línea de producción.

1.3.2. Beneficiarios indirectos

El sector encargado del transporte y comercialización tanto de materia prima como de snacks y los consumidores del producto final.

1.4. Localización del proyecto

El Cantón Arajuno cuenta con una superficie de 8 767 km², pertenece a la Provincia de Pastaza; limita al norte con las provincias de Napo y Orellana, al sur con el Cantón Pastaza, al este con Perú y Orellana y al oeste con los Cantones Pastaza y Santa Clara (INEC, 2010).

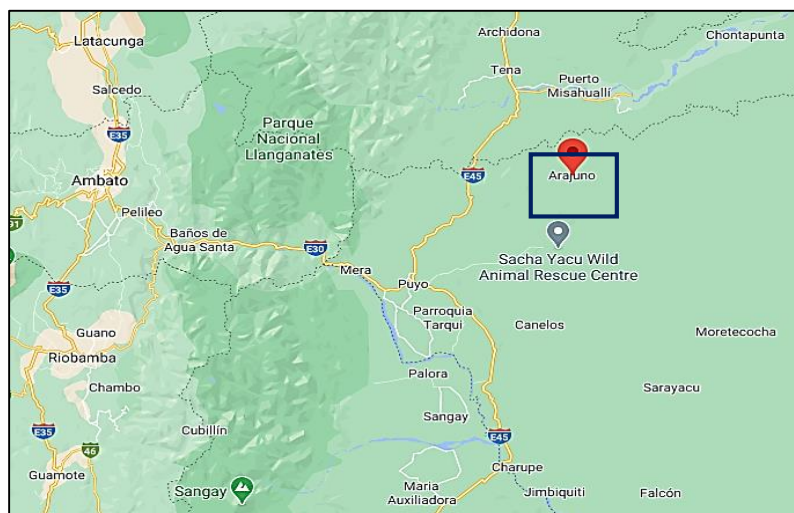


Figura 2-1: Ubicación geográfica de la ciudad de Arajuno.
Fuente: Google Maps, 2021.

El GAD Municipal asignó para la implementación del proyecto un área de terreno plano en la cabecera cantonal.

Tabla 2-1: Datos geográficos de la ubicación de la futura planta procesadora.

UBICACIÓN	Luciano Trinquero y Lorenzo Avilez
COORDENADAS GEOGRÁFICAS	1°29'12.9"S 77°59'57.9"W
TEMPERATURA MEDIA	25 C
RANGO ALTITUDINAL	155 a 1128 msnm
HUMEDAD RELATIVA	90%

Realizado por: Ríos, F. 2021.

1.5. Objetivos

1.5.1. *Objetivo general*

Diseñar un proceso para la obtención de tres tipos de snacks a partir de plátano verde (*Musa paradisiaca*) para el Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal Intercultural y Plurinacional del cantón Arajuno provincia de Pastaza.

1.5.2. *Objetivos específicos*

- Caracterizar el plátano verde (*Musa paradisiaca*) del cantón de Arajuno.
- Establecer las variables del proceso para la obtención de tres tipos de snacks a partir de plátano verde (*Musa paradisiaca*).
- Diseñar el proceso para la fabricación de snacks a partir de plátano verde mediante cálculos de ingeniería.
- Validar el diseño de ingeniería a través de la caracterización físico-química y microbiológica del producto final obtenido según normativa vigente.

CAPÍTULO II

2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

2.1. Plátano

El plátano verde, plátano macho o plátano para cocer al igual que el banano pertenecen a la familia de las musáceas, específicamente conforma la especie *Musa paradisiaca*; se distingue de otras variedades de su misma familia por su tamaño que es más grande y su sabor menos dulce. A pesar de su origen en el Sudoeste Asiático, su cultivo se ha extendido a Centroamérica, Sudamérica, y África Subtropical (Pro Ecuador, 2015, p. 5).

Según datos del Censo Nacional Agropecuario del 2000, en Ecuador existían alrededor de 82 329 predios destinados a la producción de plátano verde, de los cuales el 57% pertenecen a pequeños productores con dimensiones de 1 a 20 hectáreas; el 38% se concentraban en 20 a 100 hectáreas y el 5% en extensiones superiores a las 100 hectáreas.

2.1.1. Características del plátano

El plátano posee forma alargada, ligeramente curvada, piel gruesa de color verde y pulpa blanca. Su peso aproximado está en el rango de 325-400 gramos. La pulpa tiene una consistencia harinosa y debido a su mínimo contenido de hidratos de carbono sencillos (azúcares) su sabor no es dulce. No es apto su consumo en crudo por su alto contenido de hidratos de carbono complejos (almidón) difíciles de asimilar por el organismo humano. Es rico en minerales, apenas contiene sodio y también aporta cantidades interesantes de vitaminas del grupo B, aunque la mayor parte se pierden durante su cocción (Pro Ecuador, 2015, p. 5).

Tabla 1-2: Composición del plátano verde crudo.

Componentes	Unidades	Valor
Energía	Kcal.	122
Agua	%	65.6
Carbohidratos	%	32.3
Proteínas	%	1
Fibra	%	0.5
Grasa	%	0.3
Cenizas	%	0.8
Calcio	Ppm	310
Fosforo	Ppm	340
Hierro	Ppm	8
Potasio	Ppm	--
B-caroteno (vitamina A)	Ppm	1.75
Tiamina (vitamina B1)	Ppm	0.6
Riboflavina (vitamina B2)	Ppm	0.4

Piridoxina (vitamina B6)	Ppm	--
Niacina	Ppm	6
Ácido ascórbico (vitamina C)	Ppm	200

Fuente: Jorge Araya, (2008).

2.1.2. Variedades de plátano

Ecuador cuenta con algunas variedades importantes de plátano verde, entre las que se destacan el barraganete, maqueño y dominico.

Tabla 2-2: Variedades de plátano verde en Ecuador

Barraganete	Maqueño	Dominico
Largo de la fruta 22 y 30 cm.	Largo de la fruta 20 y 25 cm.	Largo de la fruta 22 a 30 cm.
Ancho de la fruta 2 a 5 cm.	Ancho de la fruta 2 a 4 cm.	Ancho de la fruta 2 a 4 cm.
Mayor producción en época de invierno.	Aspecto regordete, piel rosada, pulpa pegajosa y dulce.	Sabor en crudo muy amargo, requiere cocción para que se torne blando, suave y mantecoso.

Fuente: Paz y Pesantez, 2013.

Realizado por: Ríos, F. 2021.

2.1.3. Industrialización del plátano

El plátano verde es una materia prima versátil que puede ser transformada en varios productos como snacks, harinas, papel entre otros; su manufactura trae consigo varios beneficios como el prolongamiento de su vida útil, la generación de empleo y la apertura de nuevos mercados nacionales e internacionales.

En Ecuador las harinas de plátano y derivados para preparar, así como los snacks fritos son los productos más consumidos (Morales *et al.*, 2015).

2.2. Fritura de alimentos

2.2.1. El proceso de fritura

En esencia, la fritura es la cocción de los alimentos en aceite o grasa caliente a temperaturas elevadas (160-180 C), donde el aceite actúa como transmisor del calor produciendo un calentamiento rápido y uniforme del producto lo que logra la cocción del mismo (Saguy, 2013).

Este proceso forma una “costra” en la superficie del alimento y genera un sabor característico, agradable. Además, un efecto adicional es la conservación del alimento por la destrucción de microorganismos e inactivación de enzimas por efecto del calor.

2.2.2. *Transferencia de calor y materia*

La fritura involucra mecanismos de transferencia de masa y de calor simultáneos (Moreira, 2001). Al introducir el alimento en el aceite caliente da paso a la transmisión de calor por conducción y la convección toma lugar en el interior del alimento por la transferencia de calor de la propia materia portadora del calor, en este caso el aceite.

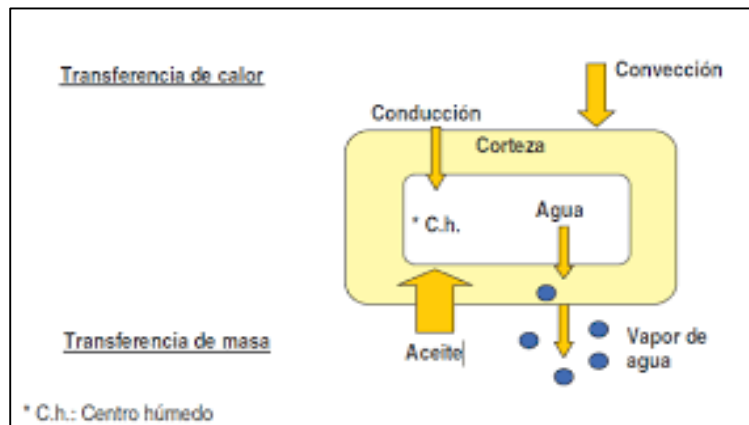


Figura 1-2: Esquema de transferencia simultanea de masa y calor en la fritura.

Fuente: Brennan, 2006.

2.2.3. *Parámetros que influyen en el proceso de fritura*

2.2.3.1. *Temperatura*

Las altas temperaturas aceleran la cocción del alimento, pero también la descomposición del aceite. Las temperaturas bajas influyen en el color del producto frito, logrando que este sea más claro, pero producen una mayor absorción de aceite y ralentiza el proceso (Tirado, Acevedo & Guzmán, 2012). Encontrar la relación óptima entre la temperatura y el tiempo de fritura es una de las claves que asegura una alta calidad en el producto final. Por lo que experimentalmente se establece el tiempo idóneo de fritura según la coloración y el sabor del alimento en cuestión.

2.2.3.2. *Relación producto: aceite*

En la fritura profunda o en abundante grasa se sumerge totalmente el alimento en aceite caliente, en una relación producto: aceite entre 1:6 y 1:10 (Spears, 1985).

2.2.3.3. Grado de renovación

Es la proporción de aceite que se debe reponer por hora para compensar pérdidas por absorción o arrastre de grasa por parte el producto.

2.2.3.4. Tiempo y tipo de calentamiento

El tiempo de calentamiento reduce la estabilidad del aceite y desencadena la producción de compuestos de alteración. El tipo de calentamiento también es determinante, ya que si éste es de tipo discontinuo produce mayor degradación de la grasa que el continuo. En la fritura al realizar repetidos calentamientos y enfriamientos del aceite se favorece a la entrada de aire desde la superficie, lo que provoca formación de hidróxido de peróxidos y radicales libres (Pokorny y Reblova, 1999).

2.2.3.5. Estado inicial del alimento

La preparación del alimento, el tamaño de la pieza y el contenido de agua influyen directamente en el proceso. Si el vegetal previamente a ser frito es empanizado o rebozado en harina condicionará el tiempo de vida útil del aceite, además retardará la penetración de este al interior y proporcionará un incremento considerable en el contenido calórico (Pérez, et al, 1991).

Las piezas de mayor espesor requieren de una temperatura más baja de fritura para que el calor puede llegar al interior sin dañar la superficie del alimento.

El contenido de agua está directamente relacionado con la absorción del aceite, a mayor contenido mayor a absorción

2.3. Grasas y Aceites

Los aceites están constituidos en su gran mayoría por mezclas de triglicéridos (95%), ácidos grasos libres, de esteroides, ceras y otros componentes minoritarios. Los triglicéridos son triésteres formados por la reacción de ácidos grasos sobre las tres funciones como alcohol del glicerol (Viera, 2005).

2.3.1. El aceite de fritura

El aceite de fritura cumple dos funciones, por un lado, actúa como medio transmisor del calor: proporcionando energía en forma de calor dentro del alimento y evaporando parte del agua de éste, favoreciendo de ese modo una deshidratación del alimento, por otro lado, el aceite llega a ser un ingrediente del producto frito al ser absorbido por el mismo alimento. Esto es lo que le da al aceite un interés especial ya que la estabilidad del aceite y su grado de alteración influirán directamente en la duración del producto frito (Calderón, 2019, p. 67).

2.3.2. Química del deterioro de aceites

Durante el proceso de fritura, las materias grasas sufren una serie compleja de reacciones entre las que destacan la oxidación, polimerización e hidrólisis.

2.3.2.1. Oxidación

Las reacciones de oxidación de los aceites se producen fundamentalmente en los ácidos grasos insaturados de los triglicéridos. El oxígeno atmosférico reacciona con el aceite en la superficie de contacto y ataca a los dobles enlaces y como consecuencia se pueden producir olores desagradables en los aceites. Es la única reacción química de deterioro que normalmente se desarrolla durante el período de almacenamiento (Juárez & Sammán, 2007, p. 34).

2.3.2.2. Polimerización

La formación de polímeros durante la fritura está asociada con el proceso de autooxidación que se produce vía radicales libres. Los hidroperóxidos formados se descomponen rápidamente formando compuestos de bajo peso molecular, favoreciéndose la formación de los compuestos diméricos; a partir de ellos se generan oligómeros de mayor peso molecular. Entre los compuestos que pueden formarse están: triglicéridos cíclicos monoméricos, dímeros y polímeros de triglicéridos (Dobarganes, Márquez, 1996). El espesamiento de los aceites y la formación de un residuo marrón similar a una resina en la superficie de la freidora y en otras superficies expuestas al aceite caliente es otro efecto de la polimerización.

2.3.2.3. Hidrólisis

El vapor de agua proveniente de la fritura de un alimento reacciona con los triglicéridos produciendo su hidrólisis, liberando ácidos grasos libres, monoglicéridos, diglicéridos y glicerol.

La hidrólisis se ve acelerada por triglicéridos que poseen ácidos grasos de cadena corta y por el agua presente en el alimento (Moreira, Castell & Barrufet, 1999, p. 14).

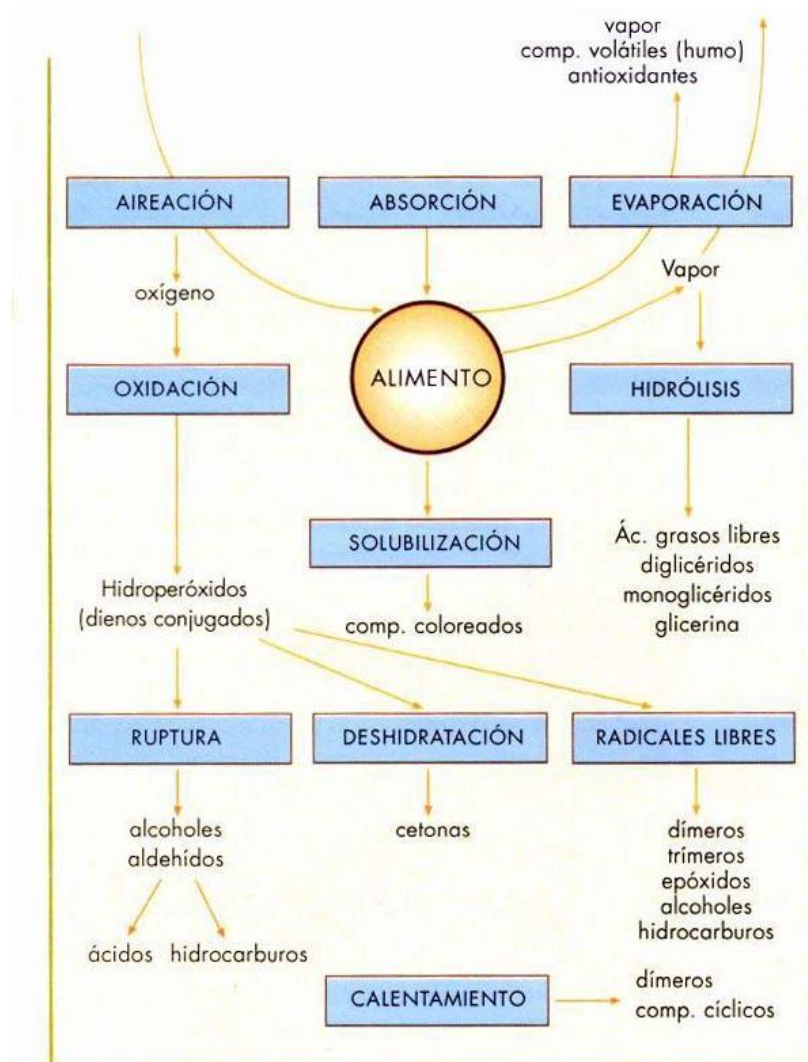


Figura 2-2: Esquema de transferencia simultánea de masa y calor en la fritura.

Fuente: Fritsch, 1981.

2.4. Bocado de productos vegetales

La NTE INEN 2 651:2010 define a los bocaditos (pasabocas, snacks, botanas) como un producto que permite mitigar el hambre sin llegar a ser una comida completa.

Los snacks ecuatorianos son elaborados con insumos de gran variedad entre ellos plátano, papas andinas, yucas, camote, malanga hasta mezclas de varias hortalizas (zanahoria, remolacha) que cada vez van ganando mayor reconocimiento y posicionamiento a nivel internacional. La materia prima utilizada en esta industria son productos de alta calidad debido a la ubicación estratégica y condiciones climatológicas del país.

2.4.1. Bocaditos de plátano verde

2.4.1.1. Patacón

El patacón o también llamado ‘tostón’ resulta de un proceso donde después de pelar el plátano verde se lo rebana en gruesas rodajas que se colocan en aceite hirviendo, sin llegar a que éstas se cocinen totalmente, para posterior retirarlas, aplastarlas y devolverlas al aceite para que se terminen de cocer hasta alcanzar una textura crujiente.

2.4.2. Chifle

Los chifles son hojuelas de plátano verde fritas en aceite, es el producto deshidratado por fritura en aceite vegetal que previamente ha sido seleccionado, lavado, pelado y cortado en rodajas.

Los chifles de dulce son el resultado de freír el plátano cuando éste haya alcanzado su estado de maduración óptima.

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Ingeniería del proyecto

3.1.1. Tipo de estudio

La realización de este proyecto comprende un estudio de tipo técnico. Se busca establecer los requerimientos de materia prima, equipos y maquinarias, así como instalaciones, costos de inversión y operación para la producción de tres snacks derivados del plátano verde; con este estudio se asegura la viabilidad del funcionamiento de la planta procesadora que será puesta en marcha.

3.1.2. Métodos y técnicas

3.1.2.1. Métodos

Método inductivo

El método inductivo opera realizando generalizaciones amplias basándose en observaciones específicas, el método inductivo toma como verdaderos los antecedentes proporcionados por otras investigaciones. Para este proyecto fue necesario la recopilación de información acertada sobre el proceso de desarrollo, materia prima y variables de proceso ya verificadas en otro estudio; los datos recopilados fueron debidamente extraídos de fuentes bibliográficas debidamente citadas.

Método deductivo

Se emplea razonamiento estratégico para la toma de decisiones lógicas en el diseño del proceso de obtención de snacks de plátano verde, a partir de una serie de premisas o principios recolectados bibliográficamente de investigaciones exitosas en la misma área.

Método experimental

A nivel de laboratorio con la realización de ensayos se busca caracterizar la materia prima y definir las variables y/o parámetros a controlar en el diseño del proceso. Partiendo de un análisis del plátano verde se prevé que el producto final cumpla con los requerimientos para ser puesto al mercado.

3.1.2.2. Técnicas

Las técnicas son procedimientos utilizados con el fin de obtener un resultado específico. La caracterización del plátano verde comprende un conjunto de procedimientos resumidos en la Tabla 4-3.

Tabla 1-3: Sustentos para la determinación del análisis proximal de la pulpa de plátano verde.

Parámetro	Fundamento	Cálculos
Humedad	El procedimiento se basa en el secado de una muestra en un horno a 105 C por aproximadamente 12 horas y la determinación de humedad por diferencia de peso entre el material seco y húmedo.	$\text{Humedad (\%)} = \frac{(B-A)-(C-A)}{(B-A)} \times 100$ A: Peso de la bandeja seca (g). B: Peso de la bandeja + muestra húmeda (g). C: Peso de la bandeja + muestra seca (g).
Proteína cruda por Digestión de Kjeldahl	El contenido total de nitrógeno se consigue determinar después de que la muestra es digerida con ácido sulfúrico en caliente en presencia de un catalizador de mercurio.	$\text{Nitrógeno (\%)} = \frac{A \times B \times 0,014}{C} \times 100$ A: HCl usado en la titulación (ml). B: Normalidad del ácido estándar. C: Peso de la muestra (g). Proteína cruda (%) = Nitrógeno en la muestra * 6.25
Cenizas	La ceniza se determina mediante la calcinación de la muestra. El resultado refleja la cantidad de minerales o material inorgánico presente en el alimento.	$\text{Ceniza (\%)} = \frac{A - B}{C} \times 100$ A: Peso del crisol con muestra (g). B: Peso del crisol con ceniza (g). C: Peso de la muestra (g).
Grasa cruda	Las grasas de la muestra son extraídas con éter y evaluadas como porcentaje del peso después de evaporar el solvente. La muestra desengrasada sirve para la determinación de fibra cruda .	$\text{Lípidos crudos (\%)} = \frac{B - A}{C} \times 100$ A: Peso del matraz seco (g). B: Peso del matraz con grasa (g). C: Peso de la muestra (g).
Fibra cruda	El contenido de fibra cruda se consigue después de digerir a la muestra con soluciones de ácido sulfúrico e hidróxido de sodio para posteriormente calcinarla y pesar el sobrante. La diferencia de pesos después de la calcinación nos indica la cantidad de fibra.	$\text{Fibra cruda (\%)} = \frac{A - B}{C} \times 100$ A: Peso del crisol con el residuo seco (g). B: Peso del crisol con la ceniza (g). C: Peso de la muestra (g).

Fuente: AOAC, 1997.

Realizado por: Ríos, F. 2021.

La NTE INEN 2561:2010 establece los requisitos para bocaditos de productos vegetales. Para verificar si los snacks cumplen con los estándares de dicha norma se realizan los ensayos exigidos por la misma.

Tabla 2-3: Técnicas para el análisis de la composición de bocaditos de origen vegetal.

Requisito	Técnica	Fundamento
Humedad, %	NTE INEN 518:1980	Determinación del contenido de humedad por pérdida de masa debido a calentamientos sucesivos de la muestra a 130 ± 3 C.
Grasa, %	NTE INEN 523:1980	Determinación de grasa en bocaditos de origen vegetal. El contenido de grasa es extraído de la muestra mediante un solvente orgánico.
Índice de peróxidos meq O_2/kg (en la grasa extraída)	NTE INEN 277:1978	El índice de peróxido mide el estado de oxidación de un aceite, es decir su deterioro. La técnica consiste en valorar con solución de tiosulfato de sodio el yodo liberado por una cantidad determinada de muestra.

Fuente: Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2010.

Realizado por: Ríos, F. 2021.

Tabla 3-3: Técnicas para análisis de contenido microbiológico en bocaditos de origen vegetal.

Requisito	Técnica	Fundamento
Recuento estándar en placa, ufc/g	NTE INEN 1529-5:2006	Determinación de la cantidad de microorganismos aerobios mesófilos. Se realizan diluciones decimales de la suspensión inicial de la muestra y se inocula el medio nutritivo de cultivo. Se incuba a 30 C por 72 horas y luego se cuenta el número de colonias formadas.
Mohos, ufc/g	NTE INEN 1529-10:2013	La cuantificación de unidades propagadoras de mohos y levaduras, se basa en el cultivo de estas entre 22 C y 25 C, utilizando la técnica de recuento en placa por siembra en profundidad y un medio con extracto de levadura, glucosa y sales minerales.
Ecoli, ufc/g	NTE INEN 1529-7:2013	Determinación de microorganismos coliformes por la técnica de recuento de colonias en placa por siembra en profundidad en agar cristal violeta-rojo neutro bilis (VRB) o similar a una temperatura de incubación de 30 ± 1 C.

Fuente: Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2010.

Realizado por: Ríos, F. 2021.

3.2. Ensayo a nivel de laboratorio

3.2.1. Equipos, materiales, materia prima e insumos

3.2.1.1. Equipos y materiales empleados en la obtención de snacks a nivel de laboratorio

- ✓ Cocina de una hornilla
- ✓ Olla de acero inoxidable de 10 L
- ✓ Termómetro

- ✓ Malla metálica
- ✓ Vasos de precipitación
- ✓ Probetas graduada
- ✓ Cuchillo
- ✓ Pie de rey
- ✓ Balanza analítica
- ✓ Cronometro

3.2.1.2. *Materia prima e insumos empleados en la obtención de snacks a nivel de laboratorio*

- ✓ Pulpa de plátano verde
- ✓ Pulpa de plátano maduro
- ✓ Aceite vegetal
- ✓ Cloruro de sodio (sal común yodada)

3.2.2. *Procedimiento experimental para la obtención de snacks de plátano verde*

3.2.2.1. *Caracterización de la materia prima*

Los plátanos verdes utilizados en la realización de los ensayos fueron adquiridos en el Cantón Arajuno a distintos comerciantes con el fin de tener una muestra representativa de la materia prima del sector. Se compró 5 cabezas de plátano verde y se escogió al menos 5 de las mejores unidades de cada una por inspección visual para dar inicio al experimento.

El CODEX STAN 205 - 1997 define las disposiciones de calidad para diversas variedades de plátano que pueden ser aplicadas para el plátano verde y maduro estudiados en el proyecto, entre otras cosas este reglamento establece como requisitos mínimos lo detallado en la Tabla 7-3:

Tabla 4-3: Requisitos mínimos exigidos por el Codex 205- 1997 para el plátano crudo.

Parámetro	Descripción
Aspecto	Estar enteros, de consistencias firmes; sanas; deberán excluirse los productos afectados por podredumbre o deterioro; deben estar prácticamente exentos de magulladuras, malformaciones o curvaturas anormales de los dedos.
Limpieza	Estar limpios, y prácticamente exentos de cualquier materia extraña visible; exentos de plagas o de daños causados por plagas.
Organoléptico	Estar exentos de cualquier olor y/o sabor extraño; y de daños causados por bajas temperaturas.

Otros	Además, las manos y los racimos deberán incluir 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; estar sin pistilos.
-------	--

Fuente: Codex Stan 205-1997.

Tabla 5-3: Caracterización inicial del plátano verde de Arajuno.

Muestra		Peso (g)		Longitud (cm)		Diámetro (cm)	
		Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.
Plátano verde	Entero	372,3	398,6	24,6	25,2	3,9	4,1
	Pelado	253,2	271,1	22,7	23,1	3,6	3,9
Plátano maduro	Entero	373,8	400,1	24,4	24,9	3,8	4,1
	Pelado	265,4	284	23,1	23,8	3,6	3,9

Realizado por: Ríos, F. 2021.

Tabla 6-3: Caracterización proximal de la pulpa de plátano verde de Arajuno.

Parámetro	Unidad	Resultado
Humedad	%	53,67
Proteína	%	2,41
Grasa	%	0,25
Ceniza	%	1,11
Fibra	%	42,56

Realizado por: Servicios Analíticos Químicos y Microbiológicos en Aguas y Alimentos SAQMIC, 2021.

Tabla 7-3: Caracterización proximal de la pulpa de plátano maduro de Arajuno.

Parámetro	Unidad	Resultado
Humedad	%	57,81
Proteína	%	1,52
Grasa	%	0,30
Ceniza	%	1,53
Fibra	%	38,84

Realizado por: Servicios Analíticos Químicos y Microbiológicos en Aguas y Alimentos SAQMIC, 2021.

3.2.2.2. Proceso de elaboración de patacones

Tabla 8-3: Datos experimentales en la elaboración de patacón a partir de plátano verde de Arajuno.

Datos del experimento	Valor	Unidad
Temperatura del aceite de inmersión	180	°C
Relación plátano verde (Kg): aceite vegetal (L)	1:6	-

Realizado por: Ríos, F. 2021.

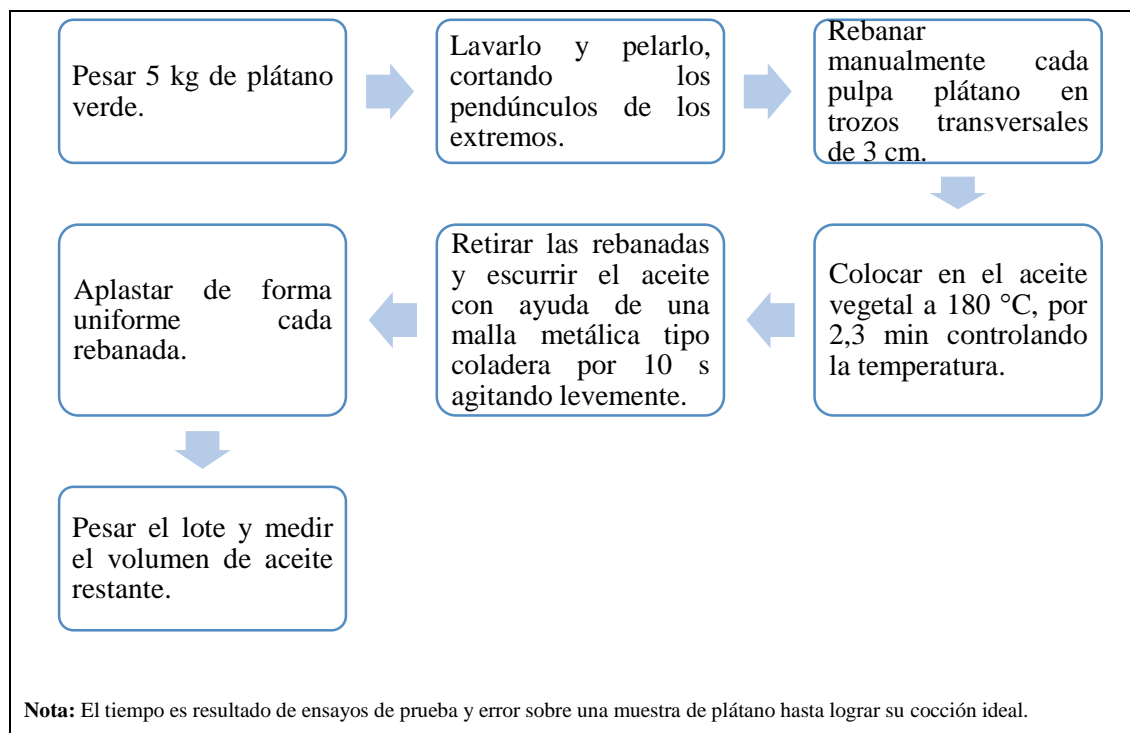


Figura 1-3: Procedimiento experimental para la elaboración de patacones a partir de plátano verde de Arajuno.

Realizado por: Ríos, F. 2021.

Tabla 9-3: Resultado de la obtención experimental de patacón de plátano verde de Arajuno.

Medida	Unidad	Réplica 1	Réplica 2
Peso inicial de la materia prima	Kg	5,00	5,02
Peso de la pulpa de plátano verde rebanada	Kg	3,55	3,41
Volumen de aceite antes de la fritura	l	21,3	20,46
Peso del aceite antes de la fritura	l	18,22	17,49
Volumen de aceite después de la fritura	l	18,78	18,03
Peso del aceite después de la fritura	l	17,09	16,41
Peso del producto frito previo el prensado	Kg	3,20	3,12
Peso final del producto frito snack	Kg	3,15	3,06
Tiempo de fritura	s	138	133

Realizado por: Ríos, F. 2021.

3.2.2.3. Proceso de elaboración de chifles con sal

Tabla 10-3: Datos experimentales en la elaboración de chifles con sal a partir de plátano verde de Arajuno.

Datos del experimento	Valor	Unidad
Temperatura del aceite de inmersión	180	°C
Relación plátano verde (Kg) : aceite vegetal (L)	1:6	-
Proporción de sal : producto	1,5	%

Realizado por: Ríos, F. 2021.

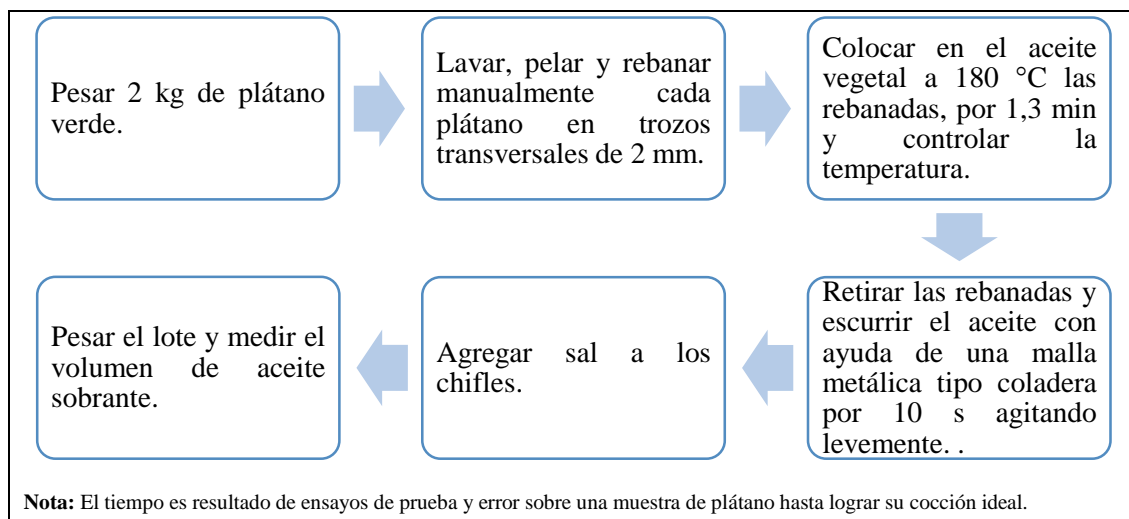


Figura 2-3: Procedimiento experimental para la elaboración de chifles de sal a partir de plátano verde de Arajuno.

Realizado por: Ríos Latorre, Franklin, 2021.

Tabla 11-3: Resultados de la obtención experimental de chifles con sal de plátano verde de Arajuno.

Medida	Unidad	Réplica 1	Réplica 2
Peso inicial de la materia prima	Kg	2,07	2,19
Peso de la pulpa de plátano verde rebanada	Kg	1,41	1,49
Volumen de aceite antes de la fritura	l	8,46	8,94
Peso del aceite antes de la fritura	Kg	7,23	7,64
Volumen de aceite después de la fritura	l	7,57	8,01
Peso del aceite después de la fritura	Kg	6,88	7,28
Peso del producto frito	Kg	1,20	1,27
Peso final del producto frito snack con sal	Kg	1,21	1,28
Tiempo de fritura	s	78	83

Realizado por: Ríos, F. 2021.

3.2.2.4. Proceso de elaboración de chifles dulces

Tabla 12-3: Datos experimentales en la elaboración de chifles dulces a partir de plátano verde de Arajuno.

Datos del experimento	Valor
Temperatura del aceite de inmersión	180 °C
Relación plátano maduro g : aceite vegetal ml	1:6

Realizado por: Ríos, F. 2021.

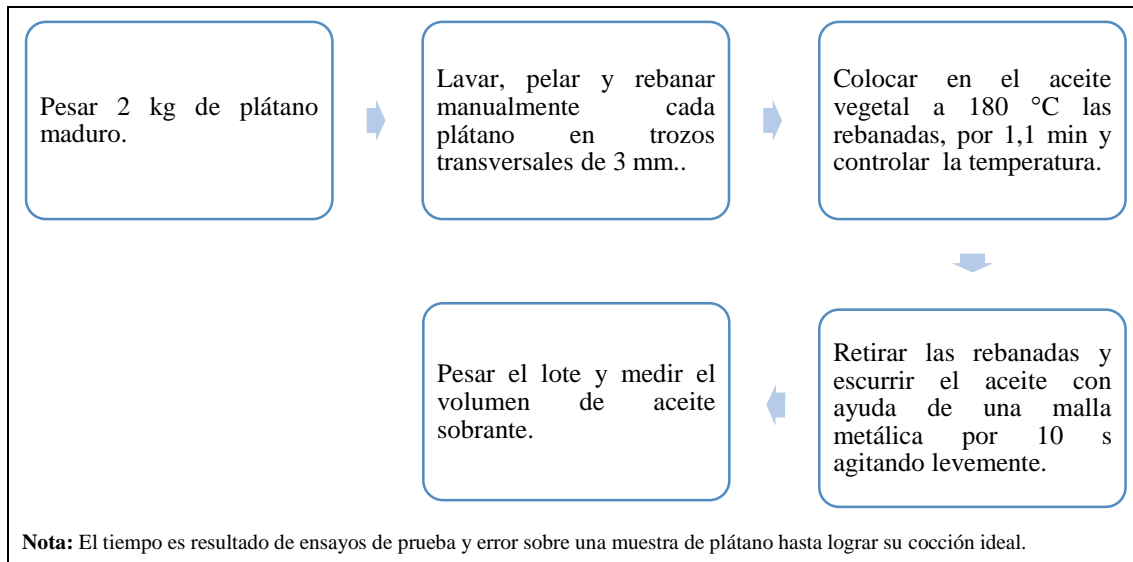


Figura 3-3: Procedimiento experimental para la elaboración de chifles dulces a partir de plátano maduro de Arajuno.

Realizado por: Ríos, F. 2021.

Tabla 13-3: Resultados de la obtención experimental de chifles dulces de plátano maduro de Arajuno.

Medida	Unidad	Réplica 1	Réplica 2
Peso inicial de la materia prima	Kg	2,03	2,01
Peso de la pulpa de plátano verde rebanado	Kg	1,44	1,42
Volumen de aceite antes de la fritura	l	8,64	8,52
Peso del aceite antes de la fritura	Kg	7,38	7,28
Volumen de aceite después de la fritura	l	7,63	7,53
Peso del aceite después de la fritura	Kg	6,93	6,84
Peso final del producto frito snack	Kg	1,31	1,29
Tiempo de fritura	s	66	60

Realizado por: Ríos, F. 2021.

3.3. Balance de masa y energía

El balance de masa y energía se realizó considerando la cantidad de plátano procesado en el ensayo experimental, dicho ensayo nos brinda corrientes de alimentación y salidas reales del proceso.

3.3.1. Balance de masa y energía en la elaboración de patacón

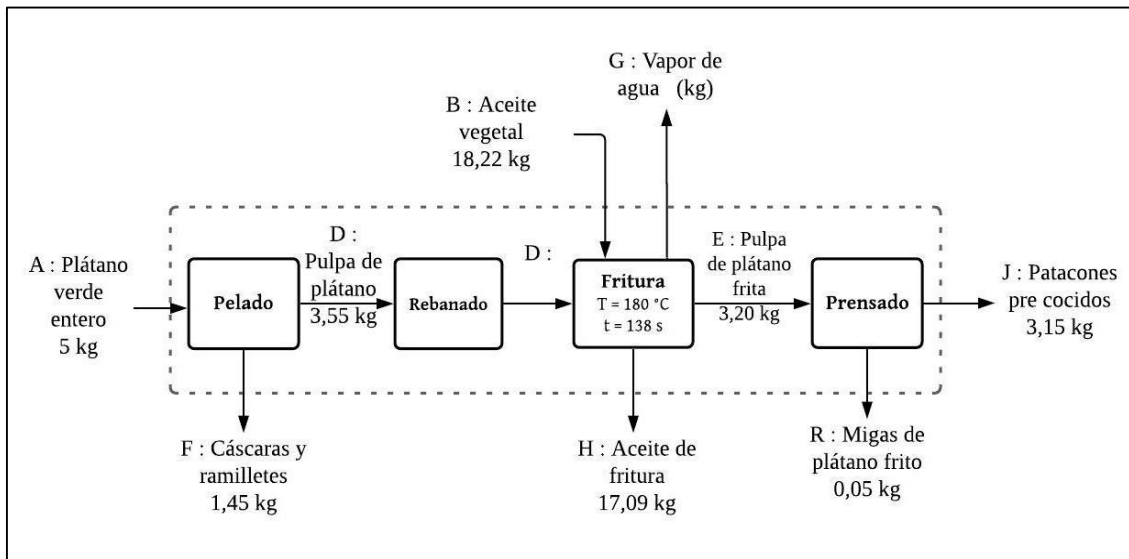


Figura 4-3: Balance de materia global en la elaboración de patacón a partir de plátano verde de Arajuno.

Realizado por: Ríos, F. 2021.

3.3.1.1. Cálculo de la masa de vapor desprendido en la fritura

$$D + B = G + H + E$$

$$3,55 \text{ Kg} + 18,22 \text{ Kg} = G + 17,09 + 3,20$$

$$G = 1,48 \text{ kg}$$

3.3.1.2. Cálculo de las corrientes de entrada y salida en la etapa de fritura

Cálculo del flujo de plátano en la alimentación

$$m_p = \frac{D}{t}$$

$$m_p = \frac{3,55 \text{ kg}}{138 \text{ s}}$$

$$m_p = 0,026 \frac{\text{Kg}}{\text{s}} = 93,6 \frac{\text{Kg}}{\text{h}}$$

Cálculo del flujo de aceite en la alimentación

$$m_a = \frac{B}{t}$$

$$m_a = \frac{18,22 \text{ Kg}}{138 \text{ s}}$$

$$m_a = 0,13 \frac{\text{Kg}}{\text{s}} = 468 \frac{\text{Kg}}{\text{h}}$$

Cálculo del flujo de plátano frito

$$m_c = \frac{E}{t}$$

$$m_c = \frac{3,20 \text{ kg}}{138 \text{ s}}$$

$$m_c = 0,023 \frac{\text{Kg}}{\text{s}} = 82,8 \frac{\text{kg}}{\text{h}}$$

3.3.1.3. Cálculo del rendimiento del aceite

$$R = \frac{\text{Kg de aceite antes de la fritura}}{\text{Kg de aceite después de la fritura}} * 100\%$$

$$R = \frac{17,09 \text{ Kg}}{18,22 \text{ Kg}} * 100\%$$

$$R = 93,80 \%$$

3.3.1.4. Cálculo del rendimiento total del proceso

$$R = \frac{\text{Kg de producto}}{\text{Kg de materia prima}} * 100\%$$

$$R = \frac{3,15 \text{ kg}}{5 \text{ kg}} * 100$$

$$R = 63 \%$$

3.3.1.5. Balance de masa global del proceso

$$\text{Entrada} = \text{Salida}$$

$$A + B = F + G + H + J + R$$

$$5 + 18,22 = 1,45 + 1,48 + 17,09 + 3,15 + 0,05$$

$$23,22 = 23,22$$

3.3.1.6. Balance de energía

La única etapa en el proceso de obtención de patacones que involucra una transferencia de energía es la fritura.

Tabla 14-3: Datos preliminares para el balance de energía.

Parámetro	Descripción	Valor	Unidad
m_p	Flujo de masa de plátano que ingresa	93,6	Kg/h
Cp_p	Calor específico del plátano verde	3,3472	KJ/Kg. °C
T_1	Temperatura al inicio del proceso	25	°C
T_2	Temperatura al final del proceso	180	°C
m_a	Flujo de masa de aceite que ingresa	468	Kg/h
Cp_a	Calor específico del aceite	2	KJ/Kg. °C
k_{acero}	Coefficiente de transmisión térmica	16,3	W/m ² . °C
r_f	Radio de la freidora	0,17	m
h_f	Altura de la freidora	0,35	m

Realizado por: Ríos, F. 2021.

3.3.1.7. Cálculo del calor ganado por el plátano verde

$$Q_1 = m_p * Cp_p * (T_2 - T_1)$$

$$Q_1 = 93 \frac{kg}{h} * 3,3472 \frac{KJ}{Kg. °C} * (180 - 25) °C$$

$$Q_1 = 48\,249,89 \frac{KJ}{h}$$

$$Q_1 = 13,40 \text{ KW}$$

3.3.1.8. Cálculo del calor ganado por el aceite

$$Q_2 = m_a * Cp_a * (T_2 - T_1)$$

$$Q_2 = 468 \frac{kg}{h} * 2 \frac{KJ}{Kg. °C} * (180 - 25) °C$$

$$Q_2 = 145\,080 \frac{KJ}{h}$$

$$Q_2 = 40,3 \text{ KW}$$

3.3.1.9. Cálculo del área de transferencia de calor

$$A_{tc} = 2\pi * r_f * h_f + \pi * r_f^2$$

$$A_{tc} = 2\pi * 0,17 \text{ m} * 0,35 \text{ m} + \pi * (0,17\text{m})^2$$

$$A_{tc} = 0,46 \text{ m}^2$$

3.3.1.10. Cálculo de calor retenido/ganado por las paredes de la freidora

$$Q_3 = k_{acero} * A_{tc} * (T_2 - T_1)$$

$$Q_3 = 16,3 \frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C} * 0,46 \text{ m}^2 * (180 - 25)^\circ C$$

$$Q_3 = 1162,19 \text{ W}$$

$$Q_3 = 1,16 \text{ KW}$$

3.3.1.11. Cálculo del calor total suministrado en la fritura

$$Q_{suministrado} = Q_{ganado}$$

$$Q_4 = Q_1 + Q_2 - Q_3$$

$$Q_4 = 13,40 \text{ KW} + 40,3 \text{ KW} + 1,16 \text{ KW}$$

$$Q_4 = 54,86 \text{ KW}$$

3.3.2. Balance de masa y energía en la elaboración de chifle con sal

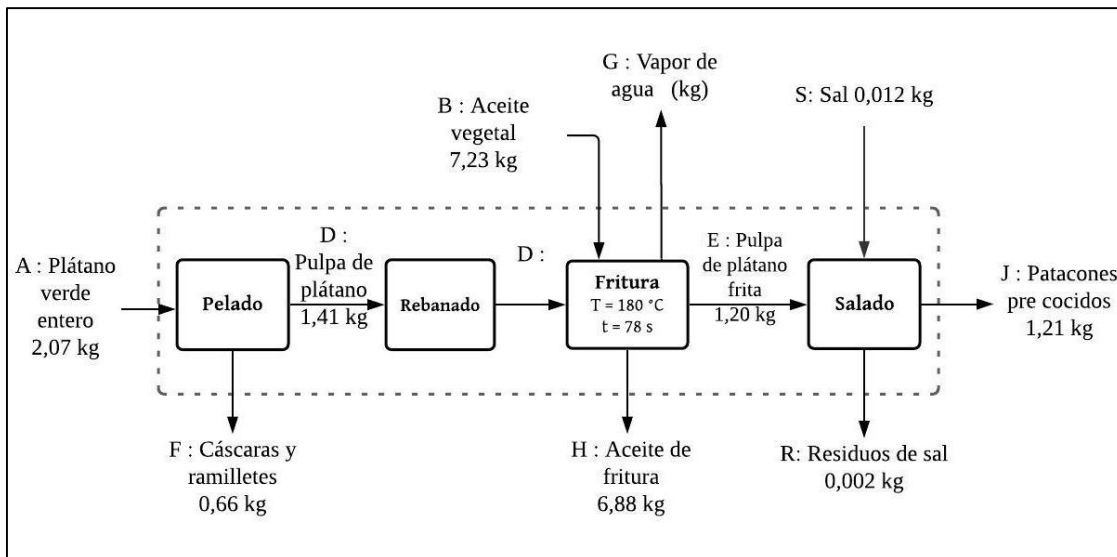


Figura 5-3: Balance de materia global en la elaboración de chifles con sal a partir de plátano verde de Arajuno.

Realizado por: Ríos, F. 2021.

3.3.2.1. Cálculo de la masa de vapor desprendido en la fritura

$$\begin{aligned}D + B &= G + H + E \\1,41 \text{ Kg} + 7,23 \text{ Kg} &= G + 6,88 \text{ Kg} + 1,2 \text{ Kg} \\G &= 0,56 \text{ Kg}\end{aligned}$$

3.3.2.2. Cálculo de las corrientes de entrada y salida en la etapa de fritura

Cálculo del flujo de plátano en la alimentación

$$\begin{aligned}m_p &= \frac{D}{t} \\m_p &= \frac{1,41 \text{ Kg}}{78 \text{ s}} \\m_p &= 0,018 \frac{\text{Kg}}{\text{s}} = 64,8 \frac{\text{Kg}}{\text{h}}\end{aligned}$$

Cálculo del flujo de aceite en la alimentación

$$\begin{aligned}m_a &= \frac{B}{t} \\m_a &= \frac{7,23 \text{ Kg}}{78 \text{ s}} \\m_a &= 0,093 \frac{\text{Kg}}{\text{s}} = 333,7 \frac{\text{Kg}}{\text{h}}\end{aligned}$$

Cálculo del flujo de plátano frito

$$\begin{aligned}m_c &= \frac{E}{t} \\m_c &= \frac{1,20 \text{ kg}}{78 \text{ s}} \\m_c &= 0,015 \frac{\text{Kg}}{\text{s}} = 55,39 \frac{\text{kg}}{\text{h}}\end{aligned}$$

3.3.2.3. Cálculo del rendimiento del aceite

$$R = \frac{\text{Kg de aceite antes de la fritura}}{\text{Kg de aceite después de la fritura}} * 100\%$$

$$R = \frac{6,88 \text{ Kg}}{7,23 \text{ Kg}} * 100\%$$

$$R = 95,16 \%$$

3.3.2.4. Cálculo del rendimiento del proceso

$$R = \frac{\text{Kg de producto}}{\text{Kg de materia prima}} * 100\%$$

$$R = \frac{1,21 \text{ Kg}}{2,07 \text{ Kg}} * 100$$

$$R = 58,45 \%$$

3.3.2.5. Balance de masa global del proceso

$$A + B = F + G + H + J + R$$

$$2,07 \text{ Kg} + 7,23 \text{ Kg} + 0,012 \text{ Kg} = 0,66 \text{ Kg} + 0,56 \text{ Kg} + 6,88 \text{ Kg} + 1,21 \text{ Kg} + 0,002 \text{ Kg}$$

$$9,312 \text{ Kg} = 9,312 \text{ Kg}$$

3.3.2.6. Balance de energía

La única etapa en el proceso de obtención de chifles con sal que involucra una transferencia de energía es la fritura.

Tabla 15-3: Datos preliminares para el balance de energía.

Parámetro	Descripción	Valor	Unidad
m_p	Flujo de masa de plátano que ingresa	64,8	Kg/h
Cp_p	Calor específico del plátano verde	3,3472	KJ/Kg. °C
T_1	Temperatura al inicio del proceso	25	°C
T_2	Temperatura al final del proceso	180	°C
m_a	Flujo de masa de aceite que ingresa	333,7	Kg/h
Cp_a	Calor específico del aceite	2	KJ/Kg. °C
k_{acero}	Coefficiente de transmisión térmica	16,3	W/m ² . °C
r_f	Radio de la freidora	0,17	m
h_f	Altura de la freidora	0,35	m

Realizado por: Ríos, F. 2021.

3.3.2.7. Cálculo del calor ganado por el plátano verde

$$Q_1 = m_p * Cp_p * (T_2 - T_1)$$

$$Q_1 = 64,8 \frac{Kg}{h} * 3,3472 \frac{KJ}{Kg.^{\circ}C} * (180 - 25)^{\circ}C$$

$$Q_1 = 33\,619,28 \frac{KJ}{h}$$

$$Q_1 = 9,34\, KW$$

3.3.2.8. *Cálculo del calor ganado por el aceite*

$$Q_2 = m_a * C_{p_a} * (T_2 - T_1)$$

$$Q_2 = 333,7 \frac{Kg}{h} * 2 \frac{KJ}{Kg.^{\circ}C} * (180 - 25)^{\circ}C$$

$$Q_2 = 103\,447 \frac{KJ}{h}$$

$$Q_2 = 28,74\, KW$$

3.3.2.9. *Cálculo del área de transferencia de calor*

$$A_{tc} = 2\pi * r_f * h_f + \pi * r_f^2$$

$$A_{tc} = 2\pi * 0,17\, m * 0,35\, m + \pi * (0,17\, m)^2$$

$$A_{tc} = 0,46\, m^2$$

3.3.2.10. *Cálculo de calor retenido/ganado por las paredes de la freidora*

$$Q_3 = k_{acero} * A_{tc} * (T_2 - T_1)$$

$$Q_3 = 16,3 \frac{W}{m^2.^{\circ}C} * 0,46\, m^2 * (180 - 25)^{\circ}C$$

$$Q_3 = 1162,19\, W$$

$$Q_3 = 1,16\, KW$$

3.3.2.11. *Cálculo del calor total suministrado en la fritura*

$$Q_{suministrado} = Q_{ganado}$$

$$Q_4 = Q_1 + Q_2 - Q_3$$

$$Q_4 = 9,34\, KW + 28,74\, KW + 1,16\, KW$$

$$Q_4 = 39,24\, KW$$

3.3.3. Balance de masa y energía en la elaboración de chifles dulces

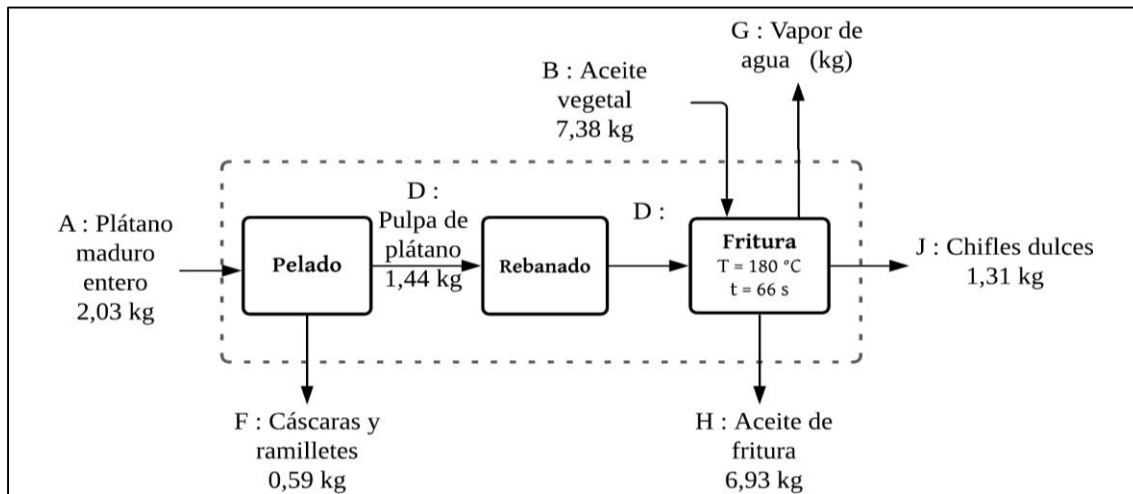


Figura 6-3: Balance de materia global en la elaboración de chifles dulces a partir de plátano maduro de Arajuno.

Realizado por: Ríos, F. 2021.

3.3.3.1. Cálculo de la masa de vapor desprendido en la fritura

$$D + B = G + H + J$$

$$1,44 \text{ Kg} + 7,38 \text{ Kg} = G + 6,93 \text{ Kg} + 1,31 \text{ Kg}$$

$$G = 0,58 \text{ kg}$$

3.3.3.2. Cálculo de las corrientes de entrada y salida en la etapa de fritura

Cálculo del flujo de plátano en la alimentación

$$m_p = \frac{D}{t}$$

$$m_p = \frac{1,44 \text{ Kg}}{66 \text{ s}}$$

$$m_p = 0,022 \frac{\text{Kg}}{\text{s}} = 79,2 \frac{\text{Kg}}{\text{h}}$$

Cálculo del flujo de aceite en la alimentación

$$m_a = \frac{B}{t}$$

$$m_a = \frac{7,38 \text{ Kg}}{66 \text{ s}}$$

$$m_a = 0,11 \frac{Kg}{s} = 396 \frac{Kg}{h}$$

Cálculo del flujo de plátano frito

$$m_c = \frac{E}{t}$$

$$m_c = \frac{1,31 Kg}{66 s}$$

$$m_c = 0,020 \frac{Kg}{s} = 72 \frac{Kg}{h}$$

3.3.3.3. Cálculo del rendimiento del aceite

$$R = \frac{Kg \text{ de aceite antes de la fritura}}{Kg \text{ de aceite después de la fritura}} * 100\%$$

$$R = \frac{6,93 Kg}{7,38 Kg} * 100\%$$

$$R = 93,90 \%$$

3.3.3.4. Cálculo del rendimiento del proceso

$$R = \frac{Kg \text{ de producto}}{Kg \text{ de materia prima}} * 100\%$$

$$R = \frac{1,31 Kg}{2,03 Kg} * 100$$

$$R = 64,53 \%$$

3.3.3.5. Balance de masa general del proceso

$$\text{Entrada} = \text{Salida}$$

$$A + B = F + G + H + J$$

$$2,03 Kg + 7,38 Kg = 0,59 Kg + 0,58 Kg + 6,93Kg + 1,31 Kg$$

$$9,41 Kg = 9,41 Kg$$

3.3.3.6. Balance de energía

La única etapa en el proceso de obtención de patacones que involucra una transferencia de energía es la fritura.

Tabla 16-3: Datos preliminares para el balance de energía.

Parámetro	Descripción	Valor	Unidad
m_p	Flujo de masa de plátano que ingresa	79,2	Kg/h
Cp_p	Calor específico del plátano maduro	3,03	KJ/Kg. °C
T_1	Temperatura al inicio del proceso	25	°C
T_2	Temperatura al final del proceso	180	°C
m_a	Flujo de masa de aceite que ingresa	396	Kg/h
Cp_a	Calor específico del aceite	2	KJ/Kg. °C
k_{acero}	Coficiente de transmisión térmica	16,3	W/m ² . °C
r_f	Radio de la freidora	0,17	m
h_f	Altura de la freidora	0,35	m

Realizado por: Ríos, F. 2021.

3.3.3.7. Cálculo del calor ganado por el plátano verde

$$Q_1 = m_p * Cp_p * (T_2 - T_1)$$

$$Q_1 = 79,2 \frac{Kg}{h} * 3,03 \frac{KJ}{Kg^{\circ}C} * (180 - 25)^{\circ}C$$

$$Q_1 = 37\,196,28 \frac{KJ}{h}$$

$$Q_1 = 10,33 \text{ KW}$$

3.3.3.8. Cálculo del calor ganado por el aceite

$$Q_2 = m_a * Cp_a * (T_2 - T_1)$$

$$Q_2 = 396 \frac{Kg}{h} * 2 \frac{KJ}{Kg^{\circ}C} * (180 - 25)^{\circ}C$$

$$Q_2 = 122\,760 \frac{KJ}{h}$$

$$Q_2 = 34,1 \text{ KW}$$

3.3.3.9. Cálculo del área de transferencia de calor

$$A_{tc} = 2\pi * r_f * h_f + \pi * r_f^2$$

$$A_{tc} = 2\pi * 0,17 \text{ m} * 0,35 \text{ m} + \pi * (0,17\text{m})^2$$

$$A_{tc} = 0,46 \text{ m}^2$$

3.3.3.10. *Cálculo de calor retenido/ganado por las paredes de la freidora*

$$Q_3 = k_{acero} * A_{tc} * (T_2 - T_1)$$
$$Q_3 = 16,3 \frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C} * 0,46 m^2 * (180 - 25)^\circ C$$
$$Q_3 = 1162,19 W$$
$$Q_3 = 1,16 KW$$

3.3.3.11. *Cálculo del calor total suministrado en la fritura*

$$Q_{suministrado} = Q_{ganado}$$
$$Q_4 = Q_1 + Q_2 - Q_3$$
$$Q_4 = 10,33 KW + 34,1 KW + 1,16 KW$$
$$Q_4 = 45,59 KW$$

3.4. Estudio de mercado

3.4.1. Población

Según el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, Ecuador tiene un total de 17' 475 570 habitantes. La región amazónica abarca una población de 956 699 habitantes, para efectos de este estudio por el momento se segmentarán el mercado con la población de la ciudad de Arajuno que consta de 6 491 habitantes.

3.4.2. Cálculo del tamaño de la muestra

$$n = \frac{N * Z^2 * p * q}{e^2 * (N - 1) + Z^2 * p * q}$$

Dónde:

n = Tamaño de muestra buscado

N= Tamaño de la Población (habitantes urbanos: 2'278.691)

Z = 1.96 (con el nivel de confianza del 95%)

p = Probabilidad de que ocurra el evento estudiado (en este caso 75% = 0,75)

q = Probabilidad de que no ocurra el evento estudiado (1 - p)

e = Error de estimación máximo (4%)

$$n = \frac{6\,491 * 1,96^2 * 0,5 * 0,5}{0,04^2 * (6\,491 - 1) + 1,96^2 * 0,5 * 0,5}$$

$$n = 421,21 \cong 421$$

3.4.3. Determinación de la demanda

Se realizará por medio de encuestas online que permita la aproximación de la demanda en la localidad de Arajuno. En la Tabla 20-3 se detallan los resultados.

Tabla 17-3: Inclinación de la población al consumo de snacks de plátano verde.

N°	Pregunta	Opciones	N° Respuestas	%
1	¿Consumen usted snacks de plátano verde?	Si	392	93,11
		No	29	6,89
2	¿Con qué frecuencia consume snacks de plátano verde?	Siempre	108	25,65
		Frecuentemente	253	60,10
		Regularmente	31	7,36
		Nunca	29	6,89
3	¿Alguna vez ha consumido patacones?	Si	413	98,1
		No	8	0,02
4	¿Alguna vez ha consumido chifles con sal?	Si	419	99,52
		No	2	0,48
5	¿Alguna vez ha consumido chifles dulces?	Si	419	99,52
		No	2	0,48
6	¿Cuál snack de plátano verde/maduro prefiere?	Patacón	96	22,81
		Chifle con sal	213	50,59
		Chifle dulce	112	26,60
7	¿Estaría dispuesto a adquirir snacks de plátano verde/maduro?	Si	311	73,87
		No	110	26,13
8	¿Qué cantidad preferiría en cada empaque para consumir por día?	0,125 kg/día	386	91,69
		0,250 kg/día	5	1,19
		> 0,250 kg/día	30	7,12
9	¿En qué rango de edad se encuentra?	Menos de 20 años	109	25,89
		20 - 39 años	199	47,27
		40 años o más	113	26,84

Realizado por: Ríos, F. 2021.

3.4.3.1. Cálculo de la demanda

Multiplicando el total de habitantes de Arajuno por el porcentaje de disposición de compra de la muestra poblacional, calculamos el mercado del producto.

$$\text{Mercado} = 6\,491 \text{ personas} * 0,7387$$

$$\text{Mercado} = 4794,9 \cong 4795 \text{ personas}$$

El mercado multiplicado por la cantidad de mayor preferencia en cada empaque, tenemos la demanda diaria del producto.

$$\text{Demanda} = 4795 \text{ personas} * 0,125 \frac{\text{kg}}{\text{día}}$$

$$\text{Demanda} = 599,38 \frac{\text{kg de snacks}}{\text{día}}$$

3.5. Diseño del proceso

3.5.1. Capacidad de producción

La capacidad de producción se ve definida por la demanda del producto, por lo que se considera que para cumplir con un requerimiento diario de 600 kg aproximadamente, se necesita calcular el total de materia prima a procesar en base al rendimiento promedio obtenido en la elaboración de snacks que es de 61,99 %.

$$\frac{\text{Materia prima}}{\text{día}} = \frac{600 \text{ kg/día}}{0,6199}$$

$$\frac{\text{Materia prima}}{\text{día}} = 967,89 \frac{\text{kg}}{\text{día}} \cong 1000 \frac{\text{kg}}{\text{día}}$$

Tabla 18-3: Cantidad de materia prima destinada a cada línea productiva.

Cantidad de plátano a procesar diariamente (Kg)	Producto	Preferencias del consumidor (%)	Cantidad de plátano para cada línea de proceso (Kg)
1 000	Patacón	22,81	228,1
	Chifles con sal	50,59	505,9
	Chifles dulces	26,60	266,0

Realizado por: Ríos, F. 2021.

3.5.2. Diagrama del proceso de obtención de patacón

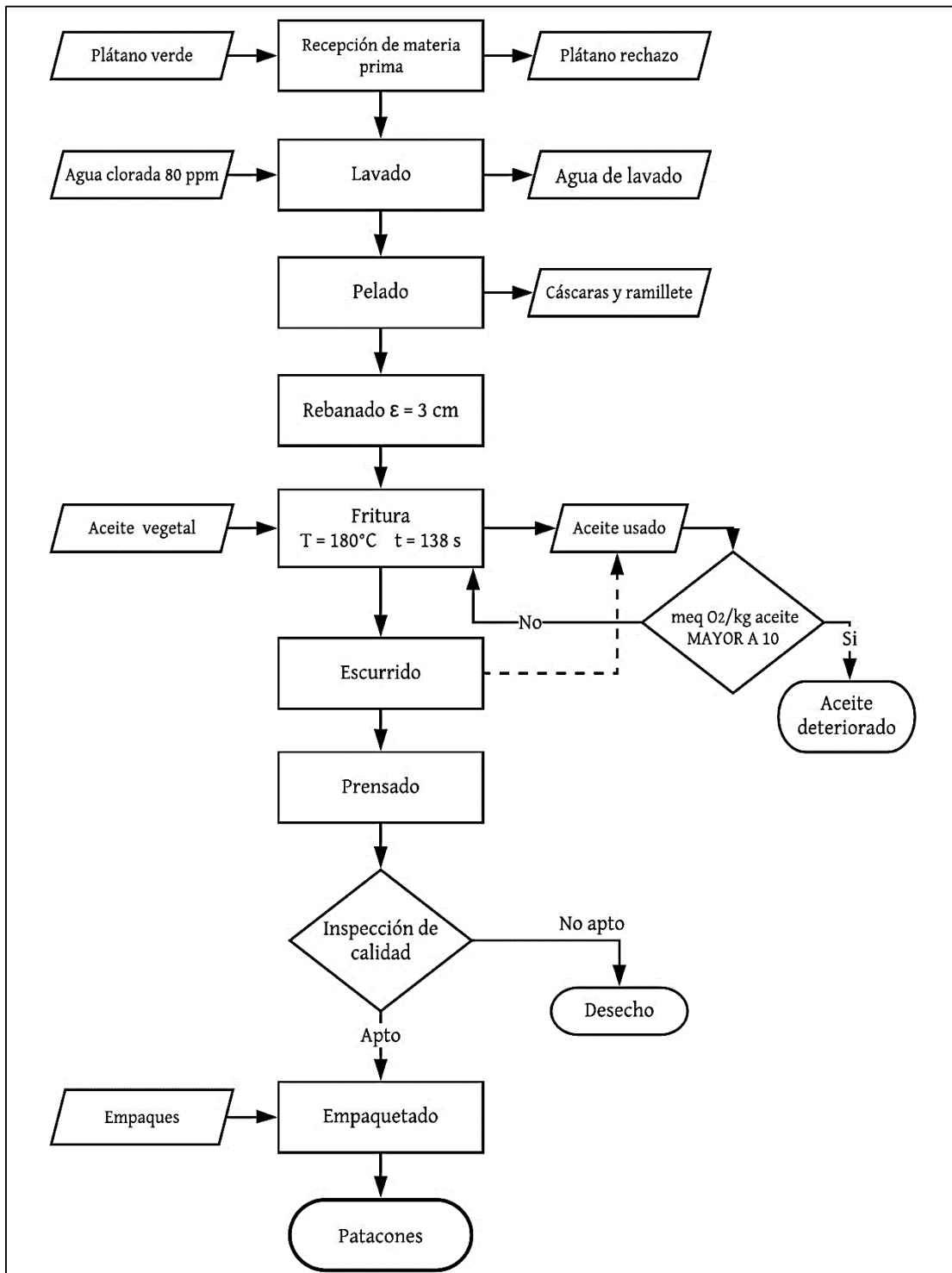




Figura 7-3: Diagrama de proceso de la obtención de patacón a partir de plátano verde de Arajuno.
Realizado por: Ríos, F. 2021.

3.5.3. Descripción del diagrama de proceso de obtención de patacón

3.5.3.1. Recepción de materia prima

El plátano verde que se receptorá para el proceso deberá cumplir las especificaciones que se exponen en la Tabla 22-3 y será entregado por el proveedor en canastillas plásticas y sin bagazo.

Tabla 19-3: Especificaciones del plátano verde para el proveedor.

Condiciones de aceptación del plátano		Condiciones de rechazo del plátano	
Longitud (cm)	26 ± 2	Presencia de vectores	Moscas, cucarachas, hongos y plagas.
Peso por unidad de plátano (g)	350 - 400		
Diámetro (cm)	4 ± 0,5		
Aspecto superficial	Sin daños superficiales y menos de 1/4 de su superficie con manchas. Cáscara gruesa y firme.	Aspecto superficial	Manchas negras en más de 1/4 de su superficie. Cáscara blandengue y opaca.
			

Realizado por: Ríos, F. 2021.

3.5.3.2. Lavado

La etapa de lavado se realiza con el propósito de eliminar todo tipo de material extraño y contaminante. Se llevará a cabo por inmersión en agua con 80 ppm de hipoclorito de sodio.

3.5.3.3. Pelado

Se realizará de forma manual con un cuchillo de acero inoxidable, eliminando los pedúnculos de cada extremo y luego retirando la cáscara evitando maltratar la pulpa.

3.5.3.4. Rebanado

La rebanadora cortará automáticamente la pulpa de plátano de forma transversal en trozos de 3 cm de grosor.

3.5.3.5. Fritura

El total de rebanadas se introducen en la cámara de fritura que contiene aceite a 180 °C por un tiempo de 138 segundos. La temperatura y el tiempo son parámetros críticos de control ya que un exceso de cualquiera de ellos puede causar una reacción de Maillard (oscurecimiento no enzimático).

El aceite a emplear en la fritura será “Chifol 20” del productor La Fabril, este aceite es el único en el mercado nacional diseñado especialmente para fritura de chifles, presenta alta resistencia a la oxidación, agradable sabor comestible y baja absorción de la grasa en el producto procesado, además es libre de ácidos grasos “trans”. La presentación de dicho producto es a partir de bidones de 20 L, tanques IBC de 1 000 L o al granel: carros cisterna, etc.; el precio por litro es de \$0,805. La ficha técnica de mencionado aceite se encuentra en el ANEXO A.

El aceite de fritura debe ser recargado después de cada proceso hasta alcanzar el volumen de la relación 6 ml de aceite por 1 g de plátano, y se lo descartará cuando el índice de peróxido alcance más de $10 \text{ meq} \frac{\text{O}_2}{\text{Kg aceite}}$.



Figura 8-3: Aceite vegetal Chifol 20 de La Fabril.
Fuente: La Fabril, 2021.

3.5.3.6. Ecurrido

Transcurrido el tiempo se retiran las rodajas fritas con una malla metálica en un movimiento perpendicular hacia arriba procurando que el aceite se escurra en la misma freidora. El tiempo estimado para esta operación es de 10 segundos, este lapso es suficiente para que el aceite caiga por gravedad a la cámara de fritura.

3.5.3.7. Enfriado

Para lograr que los snacks alcancen una temperatura ambiente, se los deja reposar esparcidos en fina capa en una mesa de acero inoxidable por aproximadamente 5 minutos.

3.5.3.8. Prensado

La máquina pataconera estará en condiciones de procesar hasta 500 rebanadas de plátano verde frito por hora con ayuda de 1 solo operario, y como resultado se obtendrá patacones de $7 \pm 0,5$ cm de diámetro y un grosor de $0,5 \pm 0,1$ cm.

3.5.3.9. Inspección de calidad

Los lotes son inspeccionados con el propósito de descartar unidades rotas, poco cocidas y con características físicas inaceptables para el consumidor.

3.5.3.10. Empaquetado

Una vez los patacones alcancen la temperatura ambiente, se colocan en bolsas de polipropileno previamente etiquetadas. La máquina empacadora será configurada para trabajar en presentaciones de 250 g y 500 g.

3.5.4. Diagrama de flujo del proceso de elaboración de snacks chifles con sal

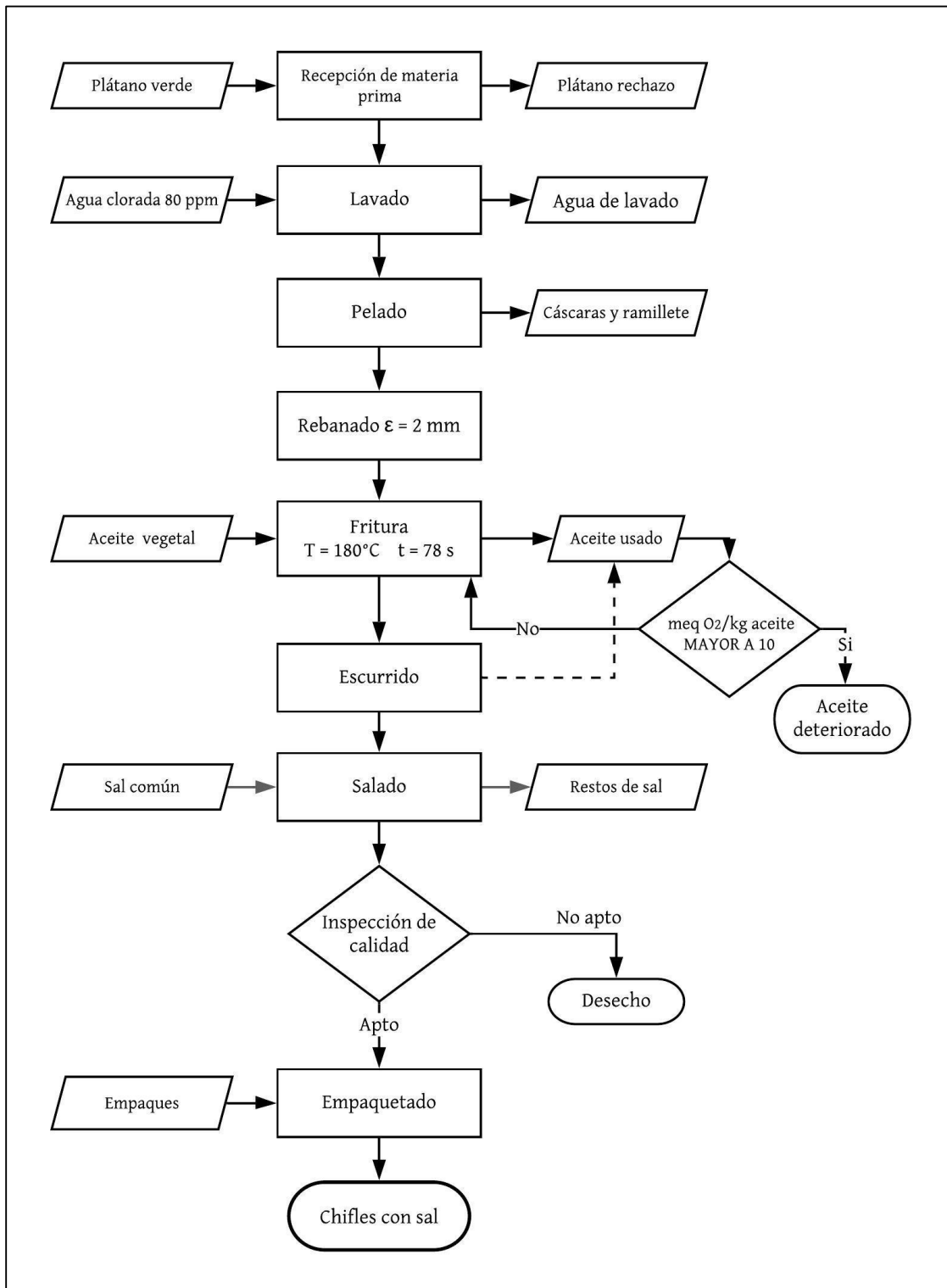


Figura 9-3: Diagrama de proceso de la obtención de chifles con sal a partir de plátano verde de Arajuno.

Realizado por: Ríos, F. 2021.

3.5.5. Descripción del proceso de elaboración de chifles con sal

3.5.5.1. Recepción de materia prima, lavado y pelado

La materia prima será recibida bajo las mismas condiciones que para la elaboración de patacón y será manipulada igualmente en la etapa de lavado y pelada.

3.5.5.2. Rebanado

La rebanadora cortará automáticamente la pulpa de plátano de forma transversal en trozos de 2 mm de grosor.

3.5.5.3. Fritura

Las hojuelas son fritas por inmersión en aceite vegetal “Chifol 20” a 180 °C por 78 segundos. En esta etapa un operario estará moviendo de manera constante y suave las láminas de plátano para evitar que se adhieran unas con otras.

3.5.5.4. Escurrido

Al retirar los chifles procurar escurrir el aceite en la freidora con ayuda de una malla metálica tipo coladera, por 10 segundos.

3.5.5.5. Enfriado

Los chifles deben ser esparcidos ligeramente en la mesa destinada para su enfriamiento por aproximadamente 5 minutos.

3.5.5.6. Salado

Luego de la etapa de fritura se sazonan los snacks, la cantidad de sal estará en proporción 1:100 (1 g de sal por cada 100 g de chifles). Este proceso será realizado manualmente por un operario que deberá procurar distribuir bien la sal en todo el producto.

3.5.5.7. Inspección de calidad

Un operario se encargará de inspeccionar los chifles con el fin de retirar unidades rotas, poco cocidas, sobrepuestas unas de otras y de mal color.

3.5.5.8. Empaquetado

Las hojuelas con sal una vez frías serán empaquetadas de forma automática en bolsas de polipropileno en un único tamaño de 150 g.

Diagrama de flujo del proceso de elaboración de snacks chifles dulces

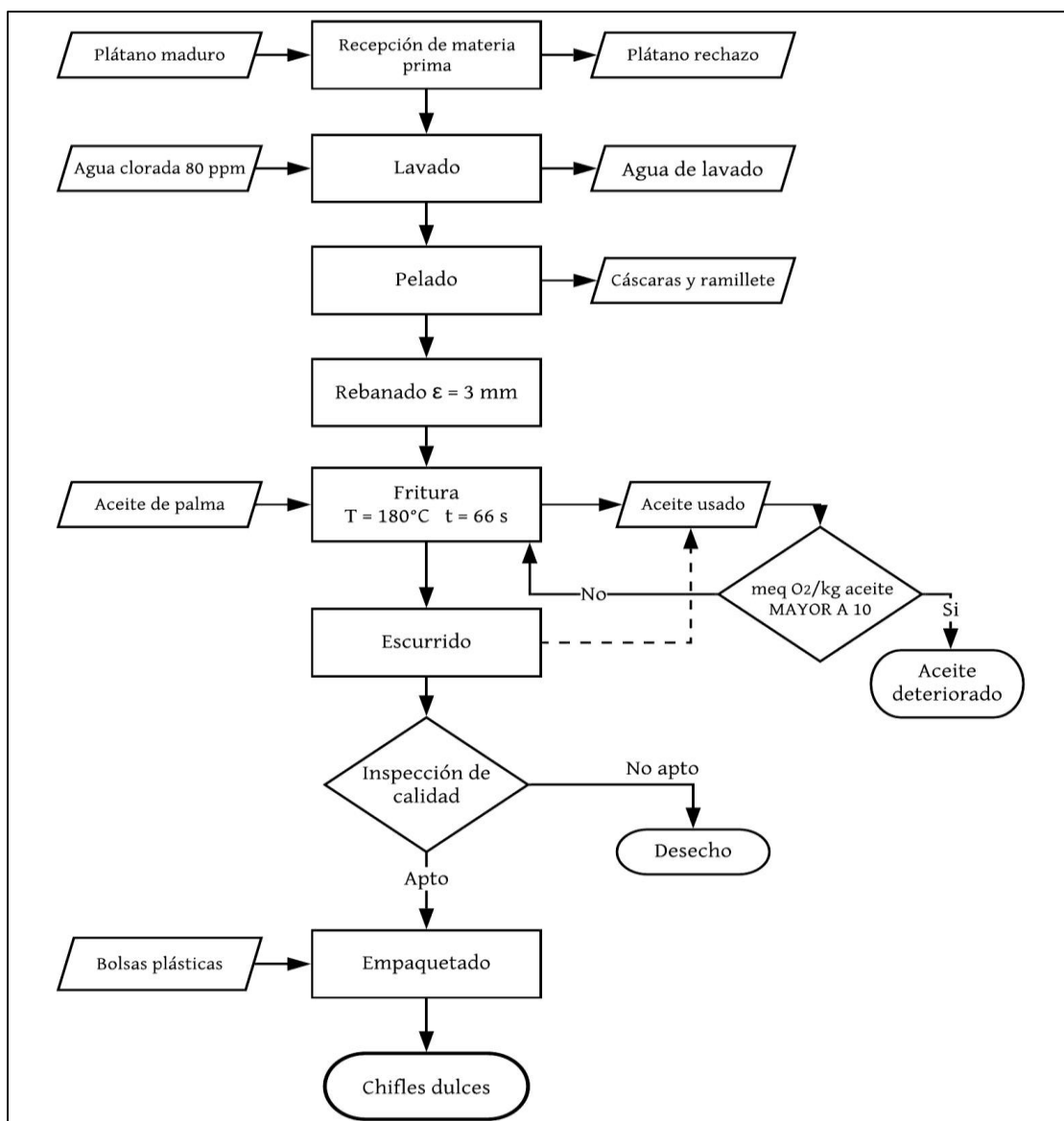


Figura 10-3: Diagrama de flujo del proceso de obtención de patacón a partir de plátano verde de Arajuno.

Realizado por: Ríos Latorre, Franklin, 2021.


3.5.6. Descripción del proceso de elaboración de chifles dulces

3.5.6.1. Recepción de materia prima

El plátano maduro apto para el proceso deberá cumplir las especificaciones que se exponen en la Tabla 23-3 y deberá ser entregado por el proveedor en canastillas plásticas y sin bagazo.

Tabla 20-3: Especificaciones del plátano maduro para el proveedor.

Condiciones de aceptación del plátano		Condiciones de rechazo del plátano	
Largo (cm)	26 ± 2	Maduración	Madurado con carburos
Peso por unidad de plátano (g)	350 - 400	Presencia de vectores	Moscas, cucarachas, hongos y plagas.
Diámetro (cm)	4 ± 0,5		
Aspecto superficial	Sin daños superficiales y menos de 1/3 de su superficie con manchas.	Aspecto superficial	Sobremaduro (más de 1/3 de su superficie con manchas).



Realizado por: Ríos, F. 2021.

3.5.6.2. Lavado y pelado

La materia prima será manejada en la etapa de lavado y pelada de la misma forma que en la obtención de chifles con sal, con la diferencia que en el producto maduro la separación de la cáscara se facilita.

3.5.6.3. Rebanado

La rebanadora cortará automáticamente la pulpa de plátano madura de forma transversal en trozos de 3 mm de grosor.

3.5.6.4. Fritura

El aceite de palma previamente calentado a 180 °C recibirá las hojuelas y se someterán a fritura por 66 segundos, durante esta etapa un operario deberá estar agitando levemente las láminas de plátano para evitar que adherencias entre ellas. Al retirar los chifles se escurre el aceite en la misma freidora.

3.5.6.5. Escurrido y enfriado

Estas etapas serán manejadas del mismo modo que en la obtención de chifles con sal.

3.5.6.6. Inspección de calidad

Los chifles dulces resultan con textura un tanto blanda y color marrón oscuro debido a la caramelización de los azúcares, así que se debe tener esto en cuenta cuando sean inspeccionadas por un operador con el fin de retirar unidades poco cocidas, sobrepuestas unas de otras y de mal color.

3.5.6.7. Empaquetado

Las hojuelas frías serán empaquetadas de forma automática en bolsas de polipropileno de 150 g.

3.6. Requerimientos de instrumentos, equipos y maquinarias

Tabla 21-3: Requerimiento de instrumentos y equipos para medición.

Instrumentos y equipos	Cant.	Características	Etapa
Pie de rey	2	Calibrador electrónico de acero inoxidable, con rango de 150mm/6" y resolución de 0.01mm/0.0005".	Recepción de materia prima.
Bascula	2	Báscula industrial fabricada en acero de alta resistencia, peso máximo 100 Kg \pm 20 g.	Recepción de materia prima.
Canastilla plástica	25	Cesta plástica con agujeros, de dimensiones: 495 x 370 x 275 mm.	Recepción de materia prima y transporte a otras etapas.
Balanza analítica	1	Rango de pesaje de 220 g, precisión de \pm 0,1 mg, display lcd, diámetro de la bandeja 90 mm, tipo de cabina completa.	Control de calidad.
Medidor de peróxidos en aceite	1	DOM-24. Precisión fiable desde 70 a 190 °C	Control de calidad.
Material de vidrio para toma de muestras	-	Vaso de precipitación, probeta graduada de material pyrex.	Control de calidad.

Realizado por: Ríos, F. 2021.

Tabla 22-3: Requerimiento de equipos y maquinaria para producción.

Maquinaria	Cantidad	Características	Etapas
Tanque de lavado	1	En acero inoxidable AISI – 304	Lavado de materia prima.
Mesa metálica de pelado	4	En acero inoxidable, con bordes y pico para desalojo de líquidos.	Pelado de materia prima, enfriado y salado.
Rebanadora	1	Equipo eléctrico con cuchilla de acero inoxidable regulable para corte de distinto grosor.	Rebanado de pulpa de plátano.
Freidora industrial	1	En acero inoxidable, cámara de fritura con rejilla para escurrir y funcionamiento a vapor, con estabilizador de temperatura.	Fritura.
Caldero	1	Generador de vapor saturado a alta presión, eléctrico.	Fritura.
Prensadora de plátano verde (Pataconera)	1	Material del chasis, tapas de protección y placas de contacto con los alimentos en acero inoxidable.	Prensado.
Empaquetadora	1	Máquina eléctrica y automática con sistema de pesaje electrónico y alimentación vibratoria	Empaquetado.

Realizado por: Ríos, F. 2021.

3.7. Dimensionamiento de equipos

3.7.1. *Material de construcción*

Los equipos serán fabricados en acero inoxidable por sus características de inocuidad, al no desprender sustancias tóxicas para la salud y al tener una buena resistencia a fenómenos de corrosión se convierte en la mejor opción para la industria alimentaria. Específicamente se trabajará con el acero inoxidable AISI 304: (9% Ni y 18%Cr) por presentar buenas propiedades de mecanizado, doblado y plegado y tener excelente resistencia a la temperatura.

3.7.2. *Tanque de lavado*

El tanque de lavado permitirá una limpieza por inmersión del plátano destinado a las 3 líneas de producción.

Cálculo de la densidad del plátano

Con la balanza determinamos la masa del cuerpo y su volumen se mide por el aumento del volumen de agua al introducir el plátano en una probeta graduada.

$$m_{\text{plátano}} = 398,6 \text{ g} = 0,3986 \text{ Kg}$$

$$v_{\text{plátano}} = 406,7 \text{ ml} = 4,067 \times 10^{-4} \text{ m}^3$$

$$\begin{aligned}\rho_{\text{plátano}} &= \frac{m_{\text{plátano}}}{v_{\text{plátano}}} \\ \rho_{\text{plátano}} &= \frac{0,3986 \text{ Kg}}{4,067 \times 10^{-4} \text{ m}^3} \\ \rho_{\text{plátano}} &= 980,08 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}\end{aligned}$$

Cálculo del volumen a ocupar por el plátano en el tanque

El total de materia prima a procesar es 1000 kg/día entre plátano verde y maduro, la misma que será repartida en 4 lotes de 250 Kg con el fin de diseñar un tanque de lavado de dimensiones reducidas que optimice el espacio de la planta.

$$\begin{aligned}v_p &= \frac{m_{\text{lote de plátano}}}{\rho_{\text{plátano}}} \\ v_p &= \frac{250 \text{ Kg}}{980,1 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}} \\ v_p &= 0,26 \text{ m}^3\end{aligned}$$

Cálculo del volumen a ocupar por el agua en el tanque

Asumiendo que la cantidad de agua que ingresa al proceso de lavado es igual a la cantidad de plátano a lavar en cada lote, se tiene:

$$\begin{aligned}v_a &= \frac{m_{\text{agua}}}{\rho_{\text{agua a } 25^\circ\text{C}}} \\ v_a &= \frac{250 \text{ Kg}}{997,13 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}} \\ v_a &= 0,25 \text{ m}^3\end{aligned}$$

Cálculo del volumen total del tanque de lavado

Para la determinación del volumen total se considera un factor de sobredimensionamiento del 15%.

$$V_t = (V_p + V_a) + [(V_p + V_a) * f_s]$$
$$V_t = (0,26 \text{ m}^3 + 0,25 \text{ m}^3) + [(0,26 \text{ m}^3 + 0,25 \text{ m}^3) * 0,15]$$
$$V_t = 0,59 \text{ m}^3$$

Cálculo de la longitud del tanque de lavado

Para tareas en posición bípeda, la altura del área de trabajo debe estar al mismo nivel que de los codos del trabajador en 90°. La NTE INEN 1641 recomienda un alto de 1,05 m, así que se considera un tanque de lavado de $h_t = 0,65 \text{ m}$ de profundidad, con patas de soporte de 0,40 m y un ancho de $a_t = 0,65 \text{ m}$, distancia prudente para que un operador estirando su brazo abarque el espacio de la mesa sin cambiar de puesto.

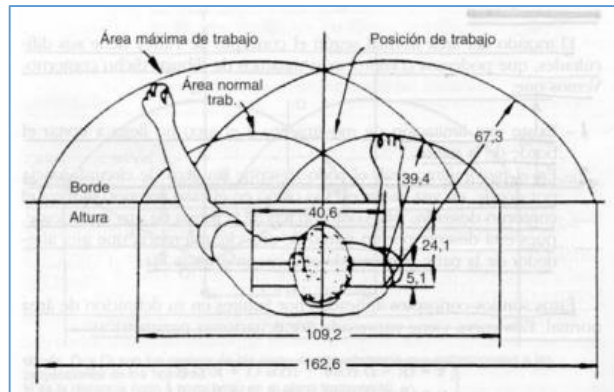


Figura 11-3: Distancias óptimas de trabajo estando de pie.
Fuente: Fundación MAPFRE 2012.

$$l_t = \frac{V_t}{h_t * a_t}$$
$$l_t = \frac{0,59 \text{ m}^3}{0,65 \text{ m} * 0,65 \text{ m}}$$
$$l_t = 1,40 \text{ m}$$

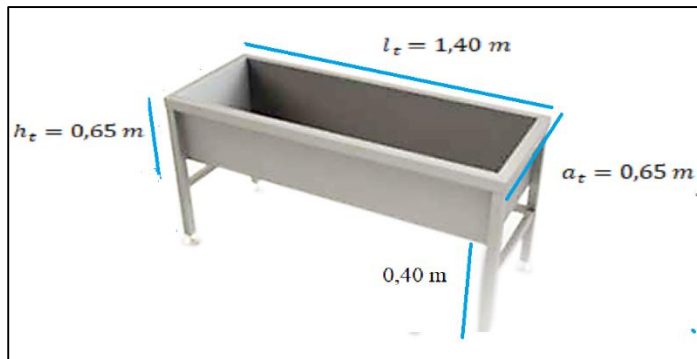


Figura 12-3: Dimensiones del tanque de lavado.
Realizado por: Ríos, F. 2021.

3.7.3. Mesa de pelado

Cálculo del volumen de la mesa

Para la determinación del volumen total de la mesa se considera un factor de sobredimensionamiento del 15%.

$$V_m = V_p + (V_p * fs)$$

$$V_t = 0,26 \text{ m}^3 + (0,26 \text{ m}^3 * 0,15)$$

$$V_t = 0,30 \text{ m}^3$$

El ancho de la mesa se lo asume bajo el mismo criterio que el del tanque de lavado, así que $a_m = 0,65 \text{ m}$ y el alto del cajón $h_m = 0,325 \text{ m}$, es la mitad de lo requerido en el tanque debido a que en esta etapa no se emplea agua.

$$l_m = \frac{V_t}{h_m * a_m}$$

$$l_m = \frac{0,30 \text{ m}^3}{0,325 \text{ m} * 0,65 \text{ m}}$$

$$l_m = 1,42 \text{ m}$$

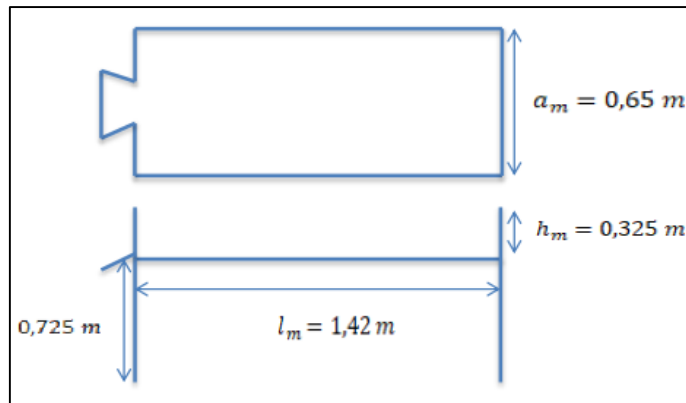


Figura 13-3: Dimensiones del tanque de lavado.
Realizado por: Ríos, F. 2021.

3.7.4. Rebanadora

Cálculo de la cantidad de plátano pelado a rebanar diariamente

El rendimiento de la etapa de pelado es del 71% según los resultados del balance de masa.

$$m_{ppelado} = m_p * 0,71$$

$$m_{ppelado} = 1000 \text{ Kg} * 0,71$$

$$m_{ppelado} = 750 \text{ Kg}$$

Diseño del disco porta cuchillas

Tabla 23-3: Datos preliminares para el dimensionamiento de la maquina rebanadora.

Parámetro	Descripción	Valor	Unidad
ϕ_p	Diámetro máximo de la pulpa de plátano verde.	0,041	M
ω_o	Velocidad de operación mínima de una máquina rebanadora de plátano verde (Pillajo, 2014).	40	$\frac{rad}{s}$
F_c	Fuerza de corte para el plátano verde (Quinche, 2014).	40,18	$\frac{Kgm}{s^2}$

Realizado por: Ríos, F. 2021.

Cálculo del diámetro del orificio de entrada del plátano a la rebanadora

Para el cálculo del diámetro del orificio por donde pasa el plátano a cortar se asume un factor de protección del 15% por posible presencia de unidades de plátano verde o maduro de mayor diámetro que las encontradas en el estudio, así también tomando en cuenta que el plátano tiene una curvatura natural.

$$\begin{aligned}\Phi_{orificio} &= \Phi_p + (\Phi_p * 0,15) \\ \Phi_{orificio} &= 0,041 \text{ m} + (0,041 \text{ m} * 0,15) \\ \Phi_{orificio} &= 0,048 \text{ m}\end{aligned}$$

Cálculo del diámetro del disco porta cuchillas

Considerando que $\Phi_{orificio} = 0,048 \text{ m}$ y se prevé tener 6 entradas, y asumiendo que entre cada orificio de entrada de plátano verde o maduro debe existir una separación aproximada de 0,05 cm y de los bordes con respecto a la cuchilla de 1 cm tenemos Figura 13-4.

$$\Phi_{disco} = 0,34 \text{ m}$$

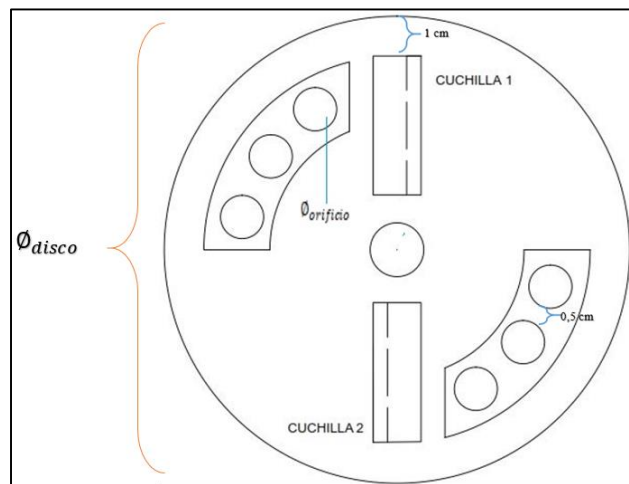


Figura 14-3: Dimensiones del disco porta cuchillas.
Realizado por: Ríos, F. 2021.

Cálculo de la fuerza total de corte

La fuerza total de corte F_{tc} se obtiene de multiplicar la fuerza de corte F_c por el número de plátanos N_p que serán rebanados a la vez; en este caso 6.

$$\begin{aligned}F_{TC} &= F_c * N_p \\ F_{TC} &= 40,18 \frac{\text{Kg. m}}{\text{s}^2} * 6 \\ F_{TC} &= 241,08 \frac{\text{Kg. m}}{\text{s}^2}\end{aligned}$$

Cálculo del torque que actúa en el disco

$$T_o = F_{TC} * \frac{\phi_{disco}}{2}$$
$$T_o = 241,08 \frac{Kg \cdot m}{s^2} * \frac{0,34 m}{2}$$
$$T_o = 40,98 \frac{Kg \cdot m^2}{s^2}$$

Cálculo de la potencia requerida por el motor

$$P = T_o * \omega_o$$
$$P = 40,98 \frac{Kg \cdot m^2}{s^2} * 20 \frac{rad}{s}$$
$$P = 819,6 \frac{kg \cdot m^2}{s^3}$$
$$P = 819,6 W * \frac{1 Hp}{745,7 W} = 1,10 Hp$$

La rebanadora será solicitada al fabricante con cuchilladas regulables para distintos grosores que comprendan un rango entre 0,2 cm a 3 cm.

3.7.5. Freidora industrial a vapor

El calentamiento con vapor es la forma más prometedora y económica. Gracias al sistema de intercambio de calor, se asegura un calentamiento rápido del aceite, y se evita que se sobrecaliente y se torne ranció. Prácticamente no hay inercia. La calefacción por vapor puede hacer que la freidora esté lista para su uso en pocos segundos, y cuando el suministro de vapor se apaga, el aceite puede ser enfriado rápidamente.

Una freidora tipo marmita es un tanque que consta de dos cámaras: una interna de fritura y otra externa de calefacción o chaqueta.

Tabla 24-3: Datos preliminares para el dimensionamiento de la freidora.

Parámetro	Descripción	Valor	Unidad
m_{pa}	Masa de plátanos pelados y rebanados a procesar en cada lote.	50	Kg
V_a	Volumen de aceite que ingresa a la freidora.	0,3	m ³

Realizado por: Ríos, F. 2021.

Cálculo de la densidad del plátano pelado

$$m_{ppelado} = 283,0 \text{ g} = 0,283 \text{ Kg}$$

$$v_{ppelado} = 288,7 \text{ ml} = 2,887 \times 10^{-4} \text{ m}^3$$

$$\rho_{ppelado} = \frac{m_{ppelado}}{v_{ppelado}}$$
$$\rho_{ppelado} = \frac{0,283 \text{ Kg}}{2,887 \times 10^{-4} \text{ m}^3}$$
$$\rho_{ppelado} = 980,1 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}$$

Cálculo del volumen de plátano a freír diariamente

En la freidora se prevé procesar 750 Kg/día de plátano rebanado, en lotes de 50 Kg cada uno.

$$v_p = \frac{m_{\text{lote de plátano}}}{\rho_{\text{plátano}}}$$
$$v_p = \frac{50 \text{ Kg}}{980,1 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}}$$
$$v_p = 0,05 \text{ m}^3$$

Cálculo del volumen de alimentación a la freidora

$$V_{af} = V_p + V_a$$
$$V_{af} = 0,05 \text{ m}^3 + 0,3 \text{ m}^3$$
$$V_{af} = 0,35 \text{ m}^3$$

Cálculo del volumen de la cámara de fritura

$$V_{cf} = V_{af} + (V_{af} * fs)$$
$$V_{cf} = 0,35 \text{ m}^3 + (0,35 \text{ m}^3 * 0,15)$$
$$V_{cf} = 0,40 \text{ m}^3$$

Cálculo del diámetro interno de la cámara de fritura

$$\begin{aligned}\phi_{cf} &= \sqrt[3]{\frac{4 * V_{cf}}{\pi}} \\ \phi_{cf} &= \sqrt[3]{\frac{4 * 0,4 \text{ m}^3}{\pi}} \\ \phi_{cf} &= 0,80 \text{ m}\end{aligned}$$

Cálculo del diámetro interno de la cámara de fritura

$$\begin{aligned}h_{cf} &= \frac{V_{cf}}{\pi * \left(\frac{h_{cf}}{2}\right)^2} \\ h_{cf} &= \frac{0,4 \text{ m}^3}{\pi * \left(\frac{0,80 \text{ m}^2}{2}\right)^2} \\ h_{cf} &= 0,80 \text{ m}\end{aligned}$$

Cálculo de la altura total de la cámara de fritura

$$\begin{aligned}h_{tcf} &= h_{cf} + (h_{cf} * fs) \\ h_{tcf} &= 0,80 \text{ m} + (0,80 \text{ m} * 0,15) \\ h_{tcf} &= 0,92 \text{ m}\end{aligned}$$

Cálculo del espacio de la chaqueta

La cámara de fritura estará rodeada por una chaqueta por donde circulará el vapor que calentará el aceite, por lo tanto, se considera 1/10 del diámetro de la cámara para el espacio de separación de la chaqueta.

$$\begin{aligned}e_{cf} &= \frac{1}{10} * \phi_{cf} \\ e_{cf} &= 0,10 * 0,8 \text{ m} \\ e_{cf} &= 0,08 \text{ m}\end{aligned}$$

Cálculo del diámetro total de la chaqueta

$$\begin{aligned}\phi_{ch} &= (e_{cf} * 2) + \phi_{cf} \\ \phi_{ch} &= (0,08 \text{ m} * 2) + 0,80 \text{ m} \\ \phi_{ch} &= 0,96 \text{ m}\end{aligned}$$

Cálculo de la altura total de la chaqueta

$$\begin{aligned}h_{ch} &= (e_{cf} * 2) + h_{cf} \\ h_{ch} &= (0,08 * 2) + 0,80 \text{ m} \\ h_{ch} &= 0,96 \text{ m}\end{aligned}$$



Figura 15-3: Freidora industrial de snacks a vapor.
Realizado por: Maquinox JL, 2021.

3.7.6. Mesa de enfriamiento

Cálculo del volumen de snacks fritos en cada lote

El rendimiento de la etapa de fritura es del 90% según los resultados del balance de masa. Así que, para determinar el volumen de snacks resultante en cada lote, multiplicamos el volumen del lote que ingresó a la freidora por el rendimiento.

$$\begin{aligned}v_{snacks} &= v_p * 0,90 \\ v_{snacks} &= 0,05 \text{ m}^3 * 0,90 \\ v_{snacks} &= 0,045 \text{ m}^3\end{aligned}$$

Cálculo del volumen de la mesa de enfriamiento

Considerando que para que los snacks alcancen la temperatura ambiente más rápido deben estar esparcidos en una fina capa a lo largo de la mesa, se considera un factor de sobredimensionamiento del 100%.

$$\begin{aligned}v_{me} &= v_{snacks} + (v_{snacks} * 1) \\v_{me} &= 0,045 \text{ m}^3 + (0,045 \text{ m}^3 * 1) \\v_{me} &= 0,090 \text{ m}^3\end{aligned}$$

Cálculo de la longitud de la mesa de enfriamiento

Asumiendo un ancho de mesa de $a_{me} = 0,65 \text{ m}$ y un alto del cajón de $h_{me} = 0,10 \text{ m}$, la longitud sería:

$$\begin{aligned}l_{me} &= \frac{V_{me}}{h_{me} * a_{me}} \\l_m &= \frac{0,090 \text{ m}^3}{0,10 \text{ m} * 0,65 \text{ m}} \\l_m &= 1,39 \text{ m}\end{aligned}$$

3.7.7. Caldera generadora de vapor

Cálculo del calor requerido por la freidora

El calor requerido por la freidora no es más que el calor necesario para llevar el aceite a 180 °C.

$$\begin{aligned}Q_{rf} &= m_p * Cp * (T_{1a} - T_{2a}) \\Q_{rf} &= 750 \text{ kg} * 2 \frac{\text{KJ}}{\text{Kg } ^\circ\text{C}} * (180 - 25)^\circ\text{C} \\Q_{rf} &= 269\,975 \text{ KJ}\end{aligned}$$

Cálculo del tiempo de operación de la caldera

Para el cálculo del tiempo de operación de la caldera se debe valorar los tiempos que tomará freír los tres tipos de snacks en el día, así que:

Tabla 25-3: Tiempos de operación para la etapa de fritura de cada línea de producción.

Cantidad de plátano pelado a freír diariamente (Kg)	Preferencias del consumidor (%)	Cantidad de plátano para cada línea de proceso (Kg)	Número de lotes (Lotes de 50 Kg)	Tiempo que tarda cada lote (min)	Tiempo total (min)
750	22,81	171,075 Línea patacón	3,42 \cong 4	2,3	9,2
	50,59	379,425 Línea chifles con sal	7,59 \cong 8	1,3	10,4
	26,60	199,5 Línea chifles dulces	3,99 \cong 4	1,1	4,4
TOTAL					24 min

Realizado por: Ríos, F. 2021.

Teniendo en cuenta los tiempos muertos al ingresar y retirar los productos de la freidora, se prevé que la caldera funcione por 1 hora al día el doble de tiempo que toma la fritura en sí.

Cálculo de la potencia de la caldera

$$P_c = \frac{Q_{rf}}{t}$$

$$P_c = 269\,975 \frac{KJ}{h} * \frac{1\, KW}{3\,600 \frac{KJ}{h}} = 74,99\, KW$$

Para el cálculo de la potencia real de la caldera necesitamos multiplicar a la potencia calculada por un factor de seguridad, en este caso $f_s = 1,2$ valor recomendado por bibliografía para calderos pequeños (Guananga, 2017).

$$P_{caldero} = P_c * f_s$$

$$P_{caldero} = 74,99\, KW * 1,2$$

$$P_{caldero} = 89,99\, KW$$



Figura 16-3: Caldero eléctrico de vapor.
Realizado por: Pirobloc, S.A., 2021.

3.7.8. Prensa (Máquina pataconera)

Cálculo de la cantidad de plátano frito a prensar por día

El rendimiento de la etapa de fritura es del 90% según los resultados del balance de masa, y si para la línea de patacón se ingresa a fritura 171,075 Kg, tenemos:

$$\begin{aligned}m_{pf} &= m_{pp} * 0,90 \\m_{pf} &= 171,05 \text{ Kg} * 0,90 \\m_{pf} &= 153,95 \text{ Kg}\end{aligned}$$

Cálculo del número de rebanadas a prensar al día

El peso promedio de la rebanada de 3 cm de plátano verde después de la fritura fue de 35,08 g, con esto determinamos el número de rebanadas a prensar.

$$\begin{aligned}N_{rebanadas} &= \frac{m_{pf}}{m_{rebanada}} \\N_{rebanadas} &= \frac{153,95 \text{ kg}}{0,0351 \text{ Kg}} \\N_{rebanadas} &= 4\ 386\end{aligned}$$

Cálculo del trabajo de compresión

Quiceno & Villamizar, 2014 encontraron que la pulpa de plátano presenta una resistencia a la compresión de $R_{pp} = 5 \text{ kgf}$.

$$R_{pp} = 5 \text{ Kg} * \frac{9,81 \text{ N}}{1 \text{ Kg}} = 49,05 \text{ N}$$

El trabajo de compresión es el resultado de multiplicar la resistencia de compresión del plátano verde por la disminución de grosor que tuvo la rebanada $d_{rebanada} = 2,5 \text{ cm}$, ya que cada tajada se espera pase de un grosor de 3 cm a un grosor de 0,5 cm.

$$\begin{aligned}W_c &= R_{pp} * d_{rebanada} \\W_c &= 49,05 \text{ N} * 0,025 \text{ m} \\W_c &= 1,23 \text{ Nm}\end{aligned}$$

Cálculo la potencia requerida por el motor

La potencia requerida por la maquina es el cociente entre el trabajo de compresión y el tiempo que tomará realizar cada prensado, que se estima $t_c = 4 s$ y multiplicado por el número de rebanadas a formar por día.

$$P = \frac{N_{rebanadas} * W_c}{t_c}$$
$$P = \frac{4\ 386 * 1,23\ Nm}{4\ s}$$
$$P = 1\ 348,7\ W$$

La potencia real es determinada multiplicando la potencia calculada por el factor de seguridad de 1,2.

$$P_{pataconera} = 1\ 348,7\ W * 1,2$$
$$P_{pataconera} = 1\ 618,4\ W \frac{1\ Hp}{745,7\ W} \cong 2\ Hp$$

Cálculo del diámetro de la placa prensadora

Para el cálculo del diámetro de la placa se considera el diámetro del patacón determinado experimentalmente luego del prensado que fue de 7,3 cm, multiplicado por un factor de sobredimensionamiento del 50% para evitar desbordamientos hacia los lados.

$$\phi_{placa} = \phi_{patacón} + (\phi_{patacón} * fs)$$
$$\phi_{placa} = 0,073\ m + (0,073\ m * 0,5)$$
$$\phi_{placa} = 0,11\ m$$

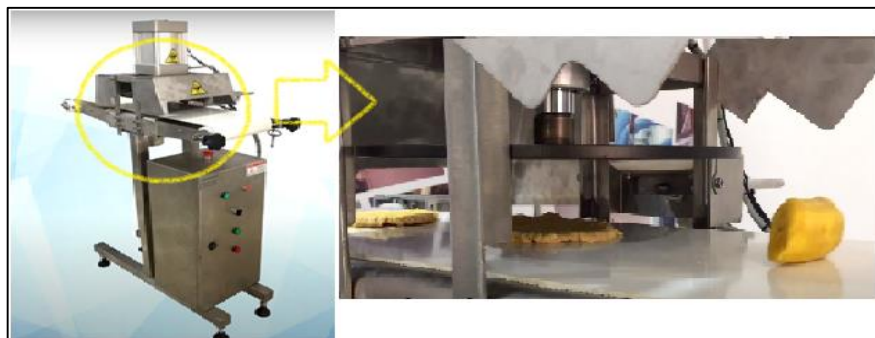


Figura 17-3: Maquina formadora de patacones.
Fuente: Ingeneumática S.A., 2021.

3.7.9. *Empaquetadora*

El material del empaque de los chifles será fundas laminadas de polipropileno con polietileno OPP-PE51 que serán termo selladas permitiendo conservar en fresco el producto.

Tabla 26-3: Producción de snacks a empaclar al día.

Producto	Producción diaria (Kg)	Presentaciones del producto (Kg)	Total de unidades empacadas
Patacón	143,7	0,250	287,4
		0,500	143,7
Chifles con sal	295	0,125	2360
Chifles dulces	171,7	0,125	1373,6
TOTAL			4164,7

Realizado por: Ríos, F. 2021.

En el mercado existe una variedad de máquinas empaquetadoras de snacks, sin embargo se sugiere la empaquetadora de los fabricantes SAIXIN por la velocidad de empaque que posee, de hasta 100 bolsas por minuto, y también por la lámina de empaque que permite ser usada en sus medidas de 0,04 y 0,07 mm, y empaclar grosores entre 120-320 mm y 180-400 mm lo que es indispensable al llenar bolsas de patacones (SAIXIN, 2020).



Figura 18-3: Máquina empaquetadora.

Fuente: Ingeneumática S.A., 2021.

3.8. Costo - beneficio del proyecto

3.8.1. Inversión fija

Tabla 27-3: Costos de los equipos y materiales para la elaboración snacks de plátano verde de Arajuno.

Equipo	Cantidad	Costo unitario (\$)	Costo total (\$)
Pie de rey	2	15	30
Bascula	1	75	75
Canastilla plástica	25	18	450
Balanza analítica	1	100	100
Medidor de peróxidos en aceite	1	700	700
Material de vidrio para toma de muestras	10	100	1 000
Tanque de lavado	1	1000	1 000
Mesa metálica de pelado	2	500	1 000
Rebanadora	1	1500	1 500
Freidora industrial	1	1500	1 500
Caldero	1	5000	5 000
Mesa metálica de enfriamiento	3	500	1 500
Prensadora de plátano verde (Pataconera)	1	1500	1 500
Empaquetadora	1	1000	1 000
TOTAL			16 355

Realizado por: Ríos, F. 2021.

3.8.2. Proyección de gastos de producción

3.8.2.1. Costo de materia prima e insumos

Tabla 28-3: Costos de materia prima e insumos.

Materia prima e insumos	Cantidad	Unidad	Costo unitario (\$)	Costo día (\$)	Costo mes (\$)	Costo año (\$)
Plátano verde	734	Kg	0,321	235,614	4712,28	56547,36
Plátano maduro	266	Kg	0,321	85,386	1707,72	20492,64
Aceite vegetal	300	L	0,805	241,500	483,00	5796,00
Sal	1	Kg	0,50	0,50	10,00	120,00
Empaques	5000	-	0,02	100,000	2 000,00	24000,00
TOTAL				813,50	8 913	106 956,00

Realizado por: Ríos, F. 2021.

3.8.2.2. Costo de la mano de obra

Tabla 29-3: Costos de mano de obra.

Personal	Cantidad	Salario mensual (\$)	Gasto mensual (\$)	Gasto anual (\$)
Técnico	1	690	690	9 660
Operario	8	420	3360	47 040
TOTAL			4050	56 700

Realizado por: Ríos, F. 2021.

3.8.2.3. Costo de servicios básicos

Tabla 30-3: Costos de servicios básicos.

Servicio	Consumo diario	Costo mensual (\$)	Costo anual (\$)
Electricidad	95 KWh	76,00	912,00
Agua potable	25 m ³	82,80	993,60
TOTAL		158,80	1 905,60

Realizado por: Ríos, F. 2021.

3.8.2.4. Costos totales de la puesta en marcha del proyecto (inversión fija y egresos)

Tabla 31-3: Costos totales.

Descripción	Valor (\$)
Inversión fija	16 355
Inversión fija + Improvistos (8%)	17 663,40
Egresos anuales	165 561,60
Egresos anuales + Improvistos (8%)	178 806,53
TOTAL	196 469,93

Realizado por: Ríos, F. 2021.

3.8.3. Proyección de ingresos

Tabla 32-3: Proyección de ingresos.

Tipo de snack	Cantidad de unidades que salen al mercado	Costo unitario (\$)	Total de ingresos diarios (\$)	Total de ingresos mensuales (\$)	Total de ingresos anuales (\$)
Patacón	287	0,75	215,25	4 305	51 660
	143	1,25	178,75	3 575	42 900
Chifles con sal	2360	0,50	1 180,00	23 600	283 200
Chifles dulces	1373	0,50	686,50	13 730	164 760
TOTAL			2 260,5	45 210	542 520

Realizado por: Ríos Latorre, Franklin, 2021.

3.8.4. Proyección de ganancias anuales

Tabla 33-3: Proyección de ganancias.

Descripción	Flujo de caja anual (\$)
Ingresos	542 520,00
Egresos	178 806,53
Ganancia	363 713,47

Realizado por: Ríos, F. 2021.

3.8.5. Valor Actual Neto y Tasa Interna de Retorno

3.8.5.1. Valor Actual Neto

El Valor Actual Neto (VAN) es un criterio de inversión que se refiere al rendimiento actualizado de los flujos positivos y negativos originados por una inversión. Es el criterio financiero que evalúa la viabilidad económica de un proyecto.

Tabla 34-3: Cálculo del Valor Actual Neto.

Periodo inicial	Inversión inicial (\$)			
0	196 469,93			
Periodos (años) J	Ingresos (\$)	Egresos (\$)	Flujo de efectivo (\$) Fj	$\frac{Fj}{(1+i)^j}$
1	542 520,00	178 806,53	363 713,47	330 648,61
2	542 520,00	178 806,53	363 713,47	300 589,64
3	542 520,00	178 806,53	363 713,47	273 263,31
4	542 520,00	178 806,53	363 713,47	248 421,19
5	542 520,00	178 806,53	363 713,47	225 837,45
TASA DE DESCUENTO	i = 10 %	$VAN = -Inv + \sum_{j=1}^n \frac{Fj}{(1+i)^j}$		1 182 290,28

Realizado por: Ríos, F. 2021.

3.8.5.2. Tasa Interna de Retorno

La Tasa Interna de Retorno (TIR) es la tasa de interés o rentabilidad que ofrece una inversión, es el porcentaje de beneficio o pérdida que tendrá una inversión para las cantidades que no se han retirado del proyecto. Se define como el valor de la tasa de descuento que hace que el VAN sea igual a cero.

Tabla 35-3: Cálculo de la Tasa Interna de Retorno.

Tasa de descuento (%)	$VAN = 0 = -Inv + \sum_{j=1}^n \frac{F_j}{(1 + TIR)^j}$
10	1 182 290,28
85	196 601,88
TIR	85%

Realizado por: Ríos, F. 2021.

3.8.6. Periodo de recuperación de la inversión**Tabla 36-3:** Periodo de recuperación de la inversión.

Periodo (Años)	Flujo de caja (\$)	Flujo acumulado (\$)
0	- 196 469,93	- 196 469,93
1	363 713,47	167 243,54

Realizado por: Ríos, F. 2021.

$$PDR = \text{periodo último acumulado negativo} + \frac{|\text{último flujo acumulado negativo}|}{\text{Flujo de caja del año siguiente}}$$

$$PDR = 0 + \frac{|- 196 469,93|}{167 243,54}$$

$$PDR = 0 + \frac{|- 196 469,93|}{167 243,54}$$

$$PDR = 1,17 \text{ años} \cong 1 \text{ año } 17 \text{ días}$$

3.8.7. Tiempo de vida útil de la planta

La depreciación de la maquinaria y equipo tiene íntima relación con la vida útil de la planta ya que a medida que los equipos y maquinarias se estropean o vuelven obsoletos su rendimiento baja, y este valor repercute en el análisis de flujo de caja.

De esta manera, si para una planta de nueva construcción que se supone estará bien diseñada, operada y mantenida se estima podrá operar sin problemas por 10 años.

3.9. Cronograma del proyecto

Tabla 37-3: Cronograma del proyecto.

ACTIVIDAD	MESES																			
	Noviembre				Diciembre				Enero				Febrero				Marzo			
	SEMANAS																			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Revisión bibliográfica.	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■				
Elaboración del anteproyecto.			■	■	■															
Determinación de variables,					■	■	■													
Caracterización el plátano verde,							■	■												
Diseño del proceso de obtención de snacks.								■	■	■										
Diseño de la maquinaria.										■	■	■	■							
Estudio técnico y económico.													■	■						
Redacción del trabajo final,	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■				
Análisis de costos.														■	■					
Revisión del documento final.															■	■				
Defensa del trabajo de integración curricular.																	■	■	■	■

Realizado por: Ríos, F. 2021.

CAPÍTULO IV

4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1. Análisis de los resultados de la caracterización del plátano verde y plátano maduro de Arajuno

La caracterización proximal del plátano verde y maduro de Arajuno se realizó siguiendo las técnicas sugeridas por la AOAC (Tabla 4-3). La determinación del porcentaje de humedad, proteína, ceniza, grasa y fibra dan indicio de la calidad de materia prima que va a ser transformada.

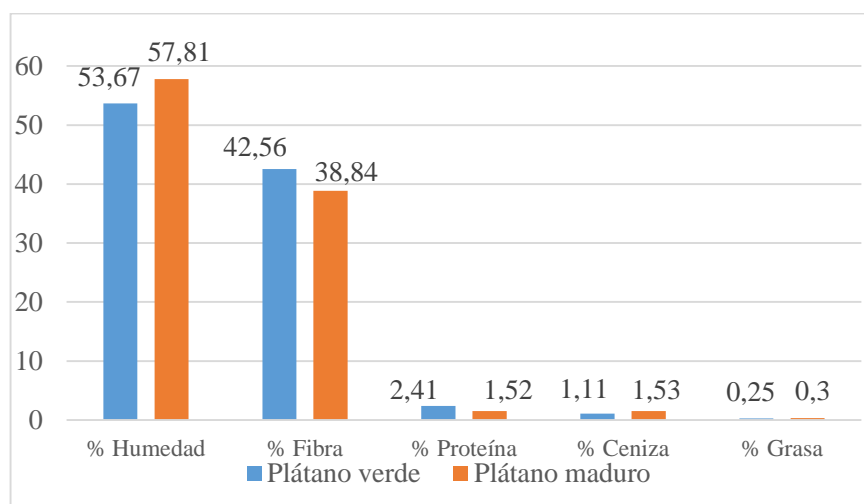


Gráfico 1-5: Resultados de la caracterización de la materia prima.
Realizado por: Ríos, F. 2021.

Los resultados indican que el plátano maduro tiene mayor contenido de humedad en su composición que el plátano verde, por lo que se prevé absorba más cantidad de aceite al ser frito, ya que según Rungsinee (2011) durante la fritura existe una evaporación rápida del agua y una absorción de aceite como remplazo a esta pérdida.

El plátano verde al tener mayor cantidad de fibra es recomendado para elaborar alimentos fritos ya que esta no favorece la absorción de grasa (Penna, 2016).

El nivel de proteína, ceniza y grasa no representan valores representativos, por ende, no influyen en el proceso.

4.2. Análisis de los resultados del diseño del proceso

Tabla 1-3: Resultados del diseño del proceso.

Producto	Temperatura (°C)	Grosor de rebanado (cm)	Tiempo de fritura (s)	% Rendimiento del proceso
Patacón	180	3	138	63
Chifles con sal		0,2	78	58,45
Chifles dulces		0,3	66	64,53

Realizado por: Ríos, F. 2021.

La selección de la temperatura de fritura fue establecida considerando que, a una temperatura elevada, menor será la absorción de grasa por el alimento, lo que evitaría pérdidas de aceite y de acuerdo a lo señalado por la FAO/OMS la fritura en aceite debe mantenerse a una temperatura de 180 °C.

Los resultados del diseño del proceso indican que debido al grosor el tiempo de fritura del plátano rebanado para patacón es mayor y que los chifles con sal a pesar de que tienen un menor grosor tardan más en freírse que los chifles dulces, esto se debe a que la conductividad térmica de la corteza del plátano verde es baja debido a su sequedad y porosidad (Montes *et al.*, 2016).

La producción de chifles dulces tiene un mayor rendimiento por el menor tiempo que toma el proceso de fritura, la composición del plátano maduro favorece que el aceite actúe como transmisor de calor, produciendo un calentamiento rápido y uniforme del producto y una cocción en aceite veloz.

4.3. Análisis de los resultados del dimensionamiento de equipos

Los valores del dimensionamiento de cada uno de los equipos para la obtención de snacks de plátano verde y maduro de Arajuno se muestran en la siguiente tabla.

Todos los equipos se construirán con Acero Inoxidable Tipo AISI 304, calificado para el procesamiento de alimentos, debido a su resistencia a la corrosión y mayor vida útil.

Tabla 2-3: Resultados del dimensionamiento de equipos.

Equipo	Parámetro	Resultado	Unidad
Tanque de lavado	Volumen	0,59	m ³
	Longitud	1,40	m
	Ancho	0,65	m
	Altura del cajón	0,65	m
Mesa de pelado	Volumen	0,30	m ³
	Longitud	1,42	m
	Ancho	0,65	m
	Altura del cajón	0,325	m
Rebanadora	Diámetro del orificio de entrada de plátano	0,048	m
	Número de cuchillas	2	-
	Diámetro del disco porta cuchillas	0,34	m
	Potencia	1,10	Hp
Freidora industrial a vapor	Volumen de la cámara de fritura	0,40	m ³
	Diámetro de la cámara de fritura	0,80	m
	Altura de la cámara de fritura	0,92	m
Mesa de enfriamiento	Volumen	0,90	m ³
	Longitud	1,39	m
	Ancho	0,65	m
	Altura del cajón	0,10	m
Caldera generadora de vapor	Calor requerido	269 975	KJ
	Tiempo de operación	1	h
	Potencia	89,99	KW
Prensa (Maquina pataconera)	Trabajo de compresión individual	1,23	Nm
	Potencia	2	Hp
	Diámetro de la placa prensadora	0,11	m
Empaquetadora	Velocidad	100	Bolsas/min

Realizado por: Ríos, F. 2021.

La correcta selección de equipos es fundamental a la hora de poner en marcha una planta procesadora de alimentos ya que la capacidad de cada equipo garantizará cumplir con los flujos de producción estipulados. Si el dimensionamiento es muy pequeño posiblemente el equipo se vuelva inútil después de unos meses de trabajo en caso de un aumento de la demanda, y si al contrario los equipos son muy grandes estaríamos desperdiciando recursos en mantener una máquina que no es bien aprovechada.

4.4. Análisis de los resultados del costo-beneficio del proyecto

La determinación del VAN da como resultado un valor positivo lo que indica que el proyecto es viable, ya que el valor actual de los flujos es mayor al desembolso inicial; tras medir los flujos de los futuros ingresos y egresos y descontar la inversión inicial tenemos una ganancia considerable de 1 182 290,28 \$ en 5 años, deduciendo así que el proyecto generará beneficio.

La Tasa Interna de Retorno (TIR) al tener un valor de 85% indica una rentabilidad económica considerable y más aun teniendo en cuenta que este indicador financiero se lo calculó en función del VAN del primer año ya que en este periodo se prevé haber recuperado el total de la inversión. A todo esto, cabe recalcar que los cálculos están previstos asumiendo se venda el total del producto puesto en el mercado.

El tiempo de recuperación del dinero invertido es 1 año 17 días, que este tiempo sea bajo se debe a que el plátano verde y maduro tiene un costo extremadamente bajo y el aceite de fritura puede seguirse usando por 1 semana hasta alcanzar un índice alto de peróxidos.

4.5. Análisis de los resultados de la caracterización de los snacks de plátano verde y maduro de Arajuño

Los snacks obtenidos experimentalmente fueron sometidos a un análisis de laboratorio con el fin de determinar el porcentaje de grasa y humedad presente en su composición. Únicamente estos dos análisis de tipo proximal exigen la NTE INEN 2561:2010: Requisitos para bocaditos de productos vegetales como garantía de calidad de los productos.

Los resultados obtenidos indican que los chifles dulces poseen una mayor cantidad de grasa que el patacón y los chifles con sal, sin embargo, todos cumplen con el requisito establecido por la NTE INEN 2561:2010 de un % de grasa menor a 40.

El análisis del contenido de humedad de los snacks dio resultados altos superiores al límite máximo aceptado por la NTE INEN 2561:2010 que es del 5 %, esto se debe a que la muestra fue llevada a análisis un día después de su producción y al no ser empacada inmediatamente absorbió humedad del ambiente.

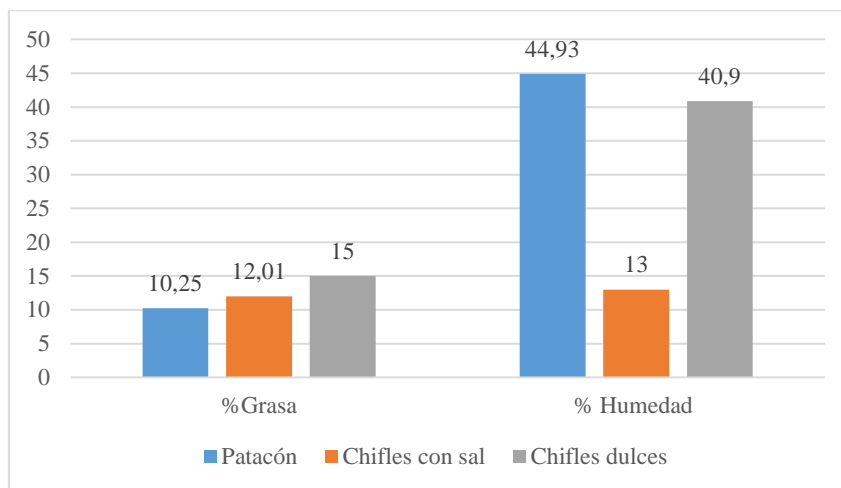


Gráfico 2-5: Resultados de la caracterización proximal de los snacks.
Realizado por: Ríos, F. 2021.

El aceite de fritura fue llevado al laboratorio después del proceso, para la determinación del índice de peróxido dando como resultado un valor de $5,48 \text{ meq } \frac{\text{O}_2}{\text{Kg aceite}}$, lo que indica que puede seguirse usando en la fritura, el valor de descarte del aceite es de $10 \text{ meq } \frac{\text{O}_2}{\text{Kg aceite}}$ según la NTE INEN 2561:2010.

Los snacks también fueron sometidos a un ensayo por siembra en masa de echericha coli, aerobios mesófilos y mohos y levaduras resultando ausencia de todos estos en las muestras, cumpliendo así con la Norma en cuestión.

CONCLUSIONES

Se caracterizó el plátano de Arajuno (*Musa paradisiaca*) encontrando que las medidas máximas del plátano verde son 4,1 cm de diámetro, 25,2 cm de longitud y 398,6 g de peso mientras que el plátano maduro posee un diámetro de 4,1 cm, un largo de 24,9 cm y un peso de 400,1 g. Los resultados proximales indican que el plátano maduro tiene mayor contenido de humedad (57,81 %) en su composición que el plátano verde (53,67%) y que el plátano verde tiene mayor cantidad de fibra (42,56%) que el maduro (38,84 %); todos estos análisis se realizaron con el fin de identificar las condiciones de ingreso de la materia prima al proceso, concluyendo así que el plátano empleado en estudio no solo se distingue por su composición sino también por su tamaño y grosor.

Los parámetros y variables que se identificaron, verificaron y controlaron en el proceso de producción de patacón fueron: grosor de rebanado, temperatura de fritura, tiempo de fritura y uniformidad del prensado; en el proceso del chifles salados y dulces fueron: grosor de rebanado, temperatura y tiempo de fritura. El ensayo experimental fue realizado por duplicado para la obtención de cada snack obteniendo resultados semejantes entre si lo que comprueba la correcta realización del estudio.

Se realizó el diseño de ingeniería para la obtención de tres tipos de snacks a partir de plátano verde y maduro de Arajuno; partiendo de los resultados obtenidos experimentalmente se proyectó una línea de proceso que permita manufacturar 1000 Kg diarios, cantidad que los productores del cantón estarán en condiciones de producir ya que según el GAD Municipal de Arajuno el cantón produce 212 ton anuales de este fruto, la manufactura dará como resultado 4164 bolsas de snacks en diferentes presentaciones posteriormente se realizó un dimensionamiento de los equipos que garantice cumplir con la demanda actual y llevar el proceso de manera inocua.

Se validó el diseño propuesto en el proyecto con la verificación del cumplimiento de los requisitos físico-químicos y microbiológicos exigidos por la NTE 2561-2010, los resultados obtenidos indicaron que los chifles dulces poseen una mayor cantidad de grasa que el patacón y los chifles con sal, sin embargo, todos cumplen con el requisito establecido de un % de grasa menor a 40. El análisis del contenido de humedad dio resultados altos superiores al límite máximo aceptado del 5 %, debido a que la muestra al no ser empacada inmediatamente absorbió humedad del ambiente. El análisis costo beneficio confirmó la viabilidad del proyecto ya que tan solo al primer año se recuperará la inversión y en cinco años se obtendrá un flujo de caja de 225 837,45 \$, esto se debe principalmente al bajo costo de la materia prima.

RECOMENDACIONES

- ✓ Manejar un registro obligatorio del proveedor, estado de la materia prima, cantidades y cualquier información adicional relevante al momento de la recepción del plátano verde y maduro con el propósito de llevar un sistema de trazabilidad en la empresa.
- ✓ Realizar un mantenimiento programado preventivo anual de equipos y maquinaria y una limpieza general de todos los equipos e instalaciones después de cada jornada.
- ✓ Evaluar el estado del fruto a la llegada a la planta, basándose en la Norma NTE INEN 1740: Muestreo para hortalizas y frutas frescas.
- ✓ Procesar el fruto en un máximo de 48 horas posterior a su cosecha, para aprovechar las características de este, evitando que avance su proceso natural de maduración.
- ✓ Gestionar que los derivados del proceso residuos raquis y cáscaras tengan una disposición final amigable con el ambiente como la elaboración de compost; el aceite usado de fritura puede emplearse como materia prima para la elaboración de biocombustible o jabones.

BIBLIOGRAFÍA

ARAYA, JORGE. *Ministerio de Agricultura y Ganadería dirección regional huerta norte* Ing. Jorge Mario Araya Artavia coordinador regional 23 de enero de 2008. Agrocadena de plátano caracterización de la Agrocadena, 76. (2008).

BERMÚDEZ, ARMANDO ALVIS; BARRAGAN, et. al. *Biotecnología en el sector agropecuario y agroindustrial*, Pérdida de humedad y absorción de aceite durante fritura de tajadas de plátano (*musa paradisiaca* l.). 2016, vol. 14, no 2, p. 119-124.

CODEX STAN, N.: Norma del Codex para el banano (plátano), 205- 1997

EUROMONITOR INTERNATIONAL. *Euromonitor International Model Estimation Method for Non-Research Country Sizes*; Euromonitor International: London, UK, 2019.

FRITSCH, C. W. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, Measurements of frying fat deterioration: a brief review. 1981, vol. 58, no 3, p. 272-274.

GAD ARAJUNO. *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del cantón Arajuno* (primera ed.). Obtenido de https://www.arajuno.gob.ec/arajuno/images/2017/Plan_de_Developmento/PLAN%20DE%20DESARROLLO%20ARAJUNO.pdf

INEC. Censo Nacional Económico. from <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/censo-nacional-economico/>

LLUGLLA LUNA, LUIS ALFONSO, et al. *Incidencia Socioeconómica de la Explotación Petrolera en la Provincia de Pastaza*. Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores, 2019, vol. 6.

JUÁREZ, MARÍA DANIELA & SAMMÁN, NORMA. *El deterioro de los aceites durante la fritura*. *Rev. esp. nutr. Comunitaria*, 2007, p. 82-94.

MONTES O, NICOLÁS et al. Absorción de aceite en alimentos fritos. *Rev. chil. nutr.* [online]. 2016, vol.43, n.1 [citado 2021-03-13], pp.87-91. Disponible en: <https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-

75182016000100013&lng=es&nrm=iso>. ISSN 0717-7518. <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-75182016000100013>.

MORALES, RUBÉN D. PAZ; CEDEÑO, et. al. *El plátano verde en la matriz productiva de la zona 8 de Ecuador*. Yachana Revista Científica, 2015.

NTE INEN 2561, Bocaditos de productos vegetales. Requisitos. https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_2561.pdf

PAZ, RUBÉN & PESANTEZ, ZOILA. *Potencialidad del plátano verde en la nueva matriz productiva del Ecuador*. Yachana Revista Científica, 2013, vol. 2, no 2.

PENNA RAMÍREZ, SUSANA. *Formulación y elaboración de un "snack" frito con incorporación de un ingrediente funcional* [en línea]. Santiago, Chile: Universidad de Chile - Facultad de Ciencias Agronómicas, 2016 [Fecha consulta: 12 de marzo 2021]. Disponible en <<http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/148228>>

PRO-ECUADOR. Análisis Sectorial del Plátano. Obtenido de <http://www.proecuador.gob.ec>. (2015).

PROYECTO SICA. Informe de resultados del III Censo Nacional Agropecuario del año 2000. Quito. (2002).

SAGUY, I. SAM & DANA, DINA. *Integrated approach to deep fat frying: engineering, nutrition, health and consumer aspects*. Journal of food engineering, 2003, vol. 56, no 2-3, p. 143-152.

SERVICIO NACIONAL DE ADUANAS DEL ECUADOR, SENA E. aduana.gob.ec. Obtenido de <https://www.aduana.gob.ec/files/pro/leg/res/2014/seane-mee-2-2-001-v3.pdf>. (2020).

TIRADO, D. F.; ACEVEDO, D.; GUZMÁN, L. E. *Freído por inmersión de los alimentos*. Revista ReCiTeIA, 2012.

ANEXOS

ANEXO A: RESULTADO DEL ANÁLISIS PROXIMAL DEL PLÁTANO VERDE DE ARAJUNO.



EXAMEN BROMATOLÓGICO DE ALIMENTOS

CÓDIGO:135-21

CLIENTE: Franklin Ríos

TIPO DE MUESTRA: Plátano verde

FECHA DE RECEPCIÓN: 01 de febrero del 2021

FECHA DE MUESTREO: 01 de febrero del 2021

EXAMEN FISICO

COLOR: Característico

OLOR: Característico

ASPECTO: Normal, libre de material extraño

DETERMINACIONES	UNIDADES	MÉTODO DE ANÁLISIS	RESULTADO
Proteína	%	INEN 1670	2.41
Grasa	%	-	0.25
Humedad	%	-	53.67
Ceniza	%	-	1.11

RESPONSABLE:

Dra. Gina Álvarez R.



El informe sólo afecta a la muestra solicitada a ensayo; el informe no deberá reproducirse sino en su totalidad previo autorización de los responsables.

*La muestra es receptada en laboratorio.

**ANEXO B: RESULTADO DEL ANÁLISIS PROXIMAL DEL PLÁTANO MADURO DE
ARAJUNO.**



EXAMEN BROMATOLÓGICO DE ALIMENTOS

CÓDIGO:137-21

CLIENTE: Franklin Ríos

TIPO DE MUESTRA: Plátano maduro

FECHA DE RECEPCIÓN: 04 de febrero del 2021

FECHA DE MUESTREO: 04 de febrero del 2021

EXAMEN FISICO

COLOR: Característico

OLOR: Característico

ASPECTO: Normal, libre de material extraño

DETERMINACIONES	UNIDADES	MÉTODO DE ANÁLISIS	RESULTADO
Proteína	%	INEN 1670	1.52
Grasa	%	-	0.30
Humedad	%	-	57.81
Ceniza	%	-	1.53

RESPONSABLE:

Dra. Gina Álvarez R.



El informe sólo afecta a la muestra solicitada a ensayo; el informe no deberá reproducirse sino en su totalidad previo autorización de los responsables.

*La muestra es receptada en laboratorio.

ANEXO C: RESULTADO DEL ANÁLISIS DE LABORATORIO DEL PATACÓN.



**EXAMEN BROMATOLÓGICO Y
MICROBIOLÓGICO DE ALIMENTOS**

CÓDIGO:144-21

CLIENTE: Franklin Ríos

TIPO DE MUESTRA: Patacones

FECHA DE RECEPCIÓN: 25 de febrero del 2021

FECHA DE MUESTREO: 25 de febrero del 2021

EXAMEN FISICO

COLOR: Característico

OLOR: Característico

ASPECTO: Normal, libre de material extraño

DETERMINACIONES	UNIDADES	MÉTODO DE ANÁLISIS	RESULTADO
Grasa	%	-	10.25
Humedad	%	-	44.93
Eschericha coli	UFC / g	Siembra en masa	Ausencia
Aerobios mesófilos	UFC / g	Siembra en masa	Ausencia
Mohos y levaduras	UFC / g	Siembra en masa	Ausencia

RESPONSABLE:

Dra. Gina Álvarez R.



ANEXO D: RESULTADO DEL ANÁLISIS DE LABORATORIO DE LOS CHIFLES CON SAL.



EXAMEN BROMATOLÓGICO Y MICROBIOLÓGICO DE ALIMENTOS

CÓDIGO:147-21

CLIENTE: Franklin Ríos

TIPO DE MUESTRA: Chifles de sal

FECHA DE RECEPCIÓN: 25 de febrero del 2021

FECHA DE MUESTREO: 25 de febrero del 2021

EXAMEN FISICO

COLOR: Característico

OLOR: Característico

ASPECTO: Normal, libre de material extraño

DETERMINACIONES	UNIDADES	MÉTODO DE ANÁLISIS	RESULTADO
Grasa	%	-	12.01
Humedad	%	-	13.00
Escherichia coli	UFC / g	Siembra en masa	Ausencia
Aerobios mesófilos	UFC / g	Siembra en masa	Ausencia
Mohos y levaduras	UFC / g	Siembra en masa	Ausencia

RESPONSABLE:

Dra. Gina Álvarez R.



ANEXO E: RESULTADO DE ANÁLISIS DE LABORATORIO DE CHIFLES DULCES.



EXAMEN BROMATOLÓGICO Y MICROBIOLÓGICO DE ALIMENTOS

CÓDIGO:146-21

CLIENTE: Franklin Ríos

TIPO DE MUESTRA: Chifles de dulce

FECHA DE RECEPCIÓN: 25 de febrero del 2021

FECHA DE MUESTREO: 25 de febrero del 2021

EXAMEN FISICO

COLOR: Característico

OLOR: Característico

ASPECTO: Normal, libre de material extraño

DETERMINACIONES	UNIDADES	MÉTODO DE ANÁLISIS	RESULTADO
Grasa	%	-	15.00
Humedad	%	-	40.90
Escherichia coli	UFC / g	Siembra en masa	Ausencia
Aerobios mesófilos	UFC / g	Siembra en masa	Ausencia
Mohos y levaduras	UFC / g	Siembra en masa	Ausencia

RESPONSABLE:

Dra. Gina Álvarez R.



ANEXO F: RESULTADOS DEL ANÁLISIS DEL ÍNDICE DE PERÓXIDO DEL ACEITE DE FRITURA.



EXAMEN BROMATOLÓGICO DE ALIMENTOS

CÓDIGO:145-21

CLIENTE: Franklin Ríos

TIPO DE MUESTRA: Aceite comestible

FECHA DE RECEPCIÓN: 25 de febrero del 2021

FECHA DE MUESTREO: 25 de febrero del 2021

EXAMEN FISICO

COLOR: Característico

OLOR: Característico

ASPECTO: Normal, libre de material extraño

DETERMINACIONES	UNIDADES	MÉTODO DE ANÁLISIS	RESULTADO
Índice de peróxido	meq/ Kg	-	5.48

RESPONSABLE:

Dra. Gina Álvarez R.



ANEXO G: FICHA TÉCNICA DEL ACEITE DE FRITURA.

LAFABRIL

Industria de grasas, aceites y jabones

SHORTENING ESPECIAL PARA CHIFLES

CHIFOL-20

DESCRIPCION GENERAL

CHIFOL-20 es un shortening graso 100 % vegetal NO HIDROGENADO, obtenido por fraccionamiento múltiple del aceite de palma RBD después de un cuidadoso y selectivo proceso de cristalización.

CARACTERISTICAS

CHIFOL - 20 es un Shortening parcialmente líquido en climas cálidos, ha sido diseñado con características físico-químicas únicas que le confieren alta funcionabilidad de desempeño. Sus propiedades principales son disminución del nivel de espuma, elevado punto de humo, bajo contenido de aceite en el producto final y aumento de la banda de reposición en los ciclos de freído, debido a su alta estabilidad hidrolítica y oxidativa.

APLICACIONES

CHIFOL -20 es un producto desarrollado para aplicación en frituras industriales de hojuelas de plátanos y papas.

ESPECIFICACIONES TECNICAS

		METODO DE ENSAYO
		AOCS
%FFA(Ac.Oleico)	= 0.050 máx	Ca-5a-40
%Humedad & Volat.	= 0.05 máx	Ca-2c-25
Color (Lov.5/4")	= 50.0Y 3.0R	Cc-13e-92
Índice de Peróxido (meq O ₂ /K. (*))	= 0.2 max.	Cd-8 -53
Periodo Inducción(100°C)	= 60 Horas mín.	Oxidografo
Índice de Iodo (cg/g)	= 57.5 cg/g mín.	Cd-01-25
Punto de Fusión(°C)	= 25 máx	Cc-03-25
Punto de Humo,°C	= 230°C mín.	Cc-06-25
Olor/Sabor (**)	= 5/5	Sensorial.

OBSERVACION:

(*) Al momento de empaque.

(**)Escala hedónica de panel triangular donde el máximo valor es cinco.

La información contenida en este boletín es la más exacta y cierta para nuestro conocimiento. Cualquier recomendación o sugerencia para la utilización de este producto es aplicable bajo las condiciones de usos convencionales.

Industria de grasas, aceites y jabones

Km 5½ Vía Maniz-Montecristi, Ecuador. Tel: 593-5- 920-826.Fax: 593-5-924-252 - Casilla 13-05-4761

ANEXO H: DOCUMENTOS DE RESPALDO DEL TRABAJO



GADMIPA
GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL,
INTERCULTURAL Y PLURINACIONAL DEL CANTÓN ARAJUNO
PROVINCIA DE PASTAZA

CERTIFICACIÓN

**EL GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL INTERCULTURAL
Y PLURINACIONAL DEL CANTÓN ARAJUNO PROVINCIA DE PASTAZA.**

Yo Ingeniero César Neptalí Grefa Avilez, en calidad de Alcalde del Cantón Arajuno **CERTIFICO** que: el estudiante Franklin Andrés Ríos Latorre, con C.I. 0604379446, y Código estudiantil 984637, ha presentado el trabajo bibliográfico de integración curricular, de tipo proyecto técnico, con el tema: **"DISEÑO DE UN PROCESO PARA LA OBTENCIÓN DE TRES TIPOS DE SNACKS A PARTIR DE PLÁTANO VERDE (*Musa paradisiaca*) PARA EL GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL INTERCULTURAL Y PLURINACIONAL DEL CANTÓN ARAJUNO PROVINCIA DE PASTAZA.**

Es todo cuanto puedo informar en honor a la verdad, el estudiante puede hacer uso de este certificado como lo creyera pertinente.

¡Por un Arajuno diferente!

**GAD. MUNICIPAL,
INTERCULTURAL Y PLURINACIONAL**
Administración 2019 - 2023

Arajuno, 15 de febrero del 2022.

Atentamente



Ing. César Neptalí Grefa Avilez
ALCALDE DEL CANTÓN ARAJUNO



CANTÓN ARAJUNO
GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL,
INTERCULTURAL Y PLURINACIONAL

📍 Calle Luciano Trinquero y Lorenzo Avilés
☎ 032 780 093 / 032 780 094
✉ municipio_arajuno@yahoo.es
🌐 www.arajuno.gob.ec 📱 Gadmipa Arajuno



GADMIPA

GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL,
INTERCULTURAL Y PLURINACIONAL DEL CANTÓN ARAJUNO
PROVINCIA DE PASTAZA

Arajuno, 15 de febrero de 2022

Oficio Externo N° 100-A-GADMIPA-2022

Doctor
Bolívar Flores Mg.
**PRESIDENTE DE LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR DE LA CARRERA
DE INGENIERÍA QUÍMICA**
Riobamba

De mi consideración:

Reciba un atento saludo, por medio del presente oficio me permito informarle que, el estudiante Franklin Andrés Ríos Latorre, con C.I. 0604379446, y Código estudiantil 984637, ha presentado el trabajo bibliográfico de integración curricular, de tipo proyecto técnico, con el tema: **"DISEÑO DE UN PROCESO PARA LA OBTENCIÓN DE TRES TIPOS DE SNACKS A PARTIR DE PLÁTANO VERDE (*Musa paradisiaca*) PARA EL GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL INTERCULTURAL Y PLURINACIONAL DEL CANTÓN ARAJUNO PROVINCIA DE PASTAZA.**

Es todo cuanto puedo informar en honor a la verdad, el estudiante puede hacer uso de este documento como lo creyera pertinente.

Atentamente

Ing. César Neptalí Grefa Avilez
ALCALDE DEL CANTÓN ARAJUNO

GAD. MUNICIPAL,
INTERCULTURAL Y PLURINACIONAL
Administración 2019 - 2023



📍 Calle Luciano Trinquero y Lorenzo Avilés
☎ 032 780 093 / 032 780 094
✉ municipio_arajuno@yahoo.es
🌐 www.arajuno.gob.ec 📱 Gadmpa Arajuno