

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

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

“Evaluación de las características físicas, químicas y microbiológicas de
cáscara fresca y deshidratada de plátano hawaiano (Hua Moa) y su
potencial uso en alimentación animal”

PROYECTO INTEGRADOR

Previo la obtención del Título de:

Ingeniera en Alimentos

Presentado por:

Vibeka Andrea Freire Velastegui

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año: 2021

DEDICATORIA

El presente proyecto lo dedico a Dios, por haberme dado las fuerzas y por estar en todo momento a mi lado durante este largo camino de aprendizaje.

A mis padres, Lcdo. Luis Freire Yanes, Lcda. Libia Velasteguí Rivera por ser mis pilares fundamentales por brindarme todo su amor y me han sabido guiar por el camino del bien.

De manera muy especial a mi hermana Lcda. Luissana Freire Velasteguí por estar ahí dándome todo su apoyo incondicional en aquellos momentos que me sentía derrotada y aconsejándome en esta lucha.

A mi hermano Maestro Artesanal (Mecánico Industrial) Andy Freire Velasteguí por darme sabios consejos y por brindarme todo su apoyo.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por darme la sabiduría y paciencia, por haber terminado este proyecto.

A mis padres, hermanos por haber confiado en mi y por el amor incondicional que me dan.

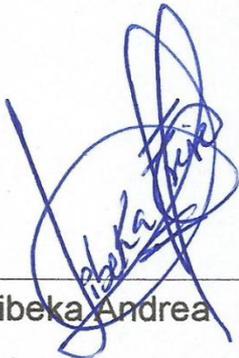
A mi novio por sus consejos, apoyo en todo momento y por darme valor para seguir superándome.

Agradezco a mi jefa la Química Farmacéutica Leticia Zambrano Burgos, por brindarme su apoyo y darme aliento para culminar esta etapa.

Gracias a mi Tutor PhD. Patricio Cáceres por saberme guiar en cada paso de la realización del proyecto, a la M. Sc. Haydee Torres por sus sabios consejos en aquellos momentos que más los necesitaba.

DECLARACIÓN EXPRESA

“Los derechos de titularidad y explotación, me corresponde conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; *Vibeka Andrea Freire Velasteguí* doy mi consentimiento para que la ESPOL realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual”



Vibeka Andrea
Freire Velasteguí

EVALUADORES



Firmado electrónicamente por:
**HAYDEE DEL
ROCIO TORRES
CAMBA**

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Patricio J. Cáceres', located to the right of the QR code and signature text.

MSc. Ing. Haydee Torres Camba

PROFESOR DE LA MATERIA

PhD. Patricio J. Cáceres

PROFESOR TUTOR

RESUMEN

El plátano Hawaiano es una variedad que se suma a la siembra y cosecha en el Ecuador para ser exportado a uno de los países principales como es los Estados Unidos donde se ofrece en forma de rodajas. El objetivo de este trabajo de investigación busca evaluar las características físicas, químicas y microbiológicas de la cáscara con pulpa fresca y deshidratada del plátano Hawaiano (Hua Moa) y valorar su potencial uso en alimento animal. Para la realización de los respectivos análisis, se procedió primero con el proceso de escaldado de la cáscara con pulpa del plátano Hawaiano (Hua Moa) para ello se necesitó hipoclorito de sodio solución al 10% para su respectivo lavado y ácido cítrico solución al 2% para la inactivación de enzimas a una temperatura de 100°C por 3 minutos seguido por el secado. Los resultados de los análisis físicos químicos permitieron comparar los porcentajes donde variaron notablemente obteniendo como resultado de la cáscara deshidratada una humedad de 10.99%, proteínas 6.2%, fibra cruda 7.10%, grasa 6.20%, fibra dietaria 40.63%. En el análisis microbiológico se pudo constatar la presencia de mohos y levaduras, aerobios totales y coliformes totales. Por último, basándonos en los resultados obtenidos de los análisis se puede valorar el uso de esta harina en mezclas para alimentación animal.

Palabras Clave: plátano Hawaiano, características físicas químicas, microbiológicas, deshidratada, inactivación de enzimas.

ABSTRACT

The Hawaiian banana is a variety that is added to the sowing and harvest in Ecuador to be exported to one of the main countries such as the United States where it is offered in the form of slices. The objective of this research work seeks to evaluate the physical, chemical and microbiological characteristics of the peel with fresh and dehydrated pulp of the Hawaiian banana (Hua Moa) and to assess its potential use in animal feed. To carry out the respective analyzes, we first proceeded with the process of blanching the peel with pulp of the Hawaiian banana (Hua Moa), for this, sodium hypochlorite solution at 10% was needed for its respective washing and citric acid solution at 2%. for enzyme inactivation at 100 ° C for 3 minutes followed by drying. The results of the physical chemical analyzes allowed to compare the percentages where they varied notably, obtaining as a result of the dehydrated shell a humidity of 10.99%, proteins 6.2%, crude fiber 7.10%, fat 6.20%, dietary fiber 40.63%. In the microbiological analysis it was possible to verify the presence of molds and yeasts, total aerobes and total coliforms. Finally, based on the results obtained from the analyzes, the use of this flour in mixtures for animal feed can be assessed.

Key Words: Hawaiian banana, physical chemical characteristics, microbiological, dehydrated, enzyme inactivation.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	I
ABSTRACT.....	II
ABREVIATURAS.....	VII
SIMBOLOGÍA.....	VIII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	IX
ÍNDICE DE TABLAS.....	X
CAPÍTULO 1.....	1
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Descripción del problema.....	1
1.2. Justificación del problema.....	1
1.3. Objetivos.....	2
1.3.1. Objetivo General.....	2
1.3.2. Objetivo Específicos.....	2
1.4. Marco teórico.....	3
1.4.1. Historia y origen.....	3
1.4.2. Propiedades funcionales del plátano hawaiano.....	3
1.4.3. Características de la cáscara del plátano hawaiano.....	4
1.4.4. Fibra dietética.....	5
1.4.5. Plátano Hawaiano (Hua Moa).....	5
1.4.6. Composición nutricional de la cáscara de plátano.....	5
1.4.7. Factores de producción.....	5
CAPÍTULO 2.....	8
2. METODOLOGÍA.....	8
2.1. Descriptivo.....	8
2.2. Diagrama de flujo: Proceso de postcosecha.....	8
2.3. Procedimiento.....	9

2.3.1.	Proceso postcosecha de la cáscara con pulpa del plátano Hawaiano	9
2.3.2.	Recepción de la cáscara con pulpa de plátano Hawaiano (Hua Moa).	10
2.3.3.	Selección de la cáscara con pulpa de plátano Hawaiano (Hua Moa).	10
2.3.4.	Lavado de las cáscaras con pulpa de plátano hawaiano (Hua Moa)	10
2.3.5.	Escaldado de las cáscaras con pulpa de plátano Hawaiano (Hua Moa)....	11
2.3.6.	Trituración de la cáscara con pulpa de plátano Hawaiano (Hua Moa)	11
2.3.7.	Secado de la cáscara con pulpa de plátano Hawaiano (Hua Moa).....	11
2.3.8.	Molienda de la cáscara con pulpa de plátano Hawaiano (Hua Moa).	12
2.3.9.	Tamizado de la molienda.	12
2.3.10.	Rendimiento.....	12
2.3.11.	Pérdida de humedad y secado.....	12
2.3.12.	Pérdida de humedad	13
2.4.	Curva de secado	14
2.5.	Análisis fisicoquímico de la cáscara con pulpa fresca de plátano Hawaiano....	14
2.5.1.	Humedad.	14
2.5.2.	Proteína.	15
2.5.3.	Cenizas.....	15
2.5.4.	Grasa.	15
2.5.5.	Sodio.....	15
2.5.6.	Porcentaje de sodio.....	16
2.5.7.	Carbohidratos por diferencia.	16
2.5.8.	Azúcares totales por inversión.	16
2.5.9.	Fibra cruda.....	17
2.5.10.	PH.....	17
2.5.11.	Fósforo.	17
2.5.12.	Calcio.....	17
2.6.	Tabla nutricional	18

2.7.	Análisis microbiológicos	18
2.7.1.	Mohos y levaduras.....	18
2.7.2.	Aerobios totales.....	19
2.7.3.	Coliformes totales.....	19
2.8.	Fibra dietaria	19
2.9.	Análisis fisicoquímico de la cáscara de plátano hawaiano seca y molida.....	20
2.9.1.	Humedad.....	20
2.9.2.	Proteína.....	20
2.9.3.	Cenizas.....	21
2.9.4.	Grasa.....	21
2.9.5.	Sodio.....	21
2.9.6.	Porcentaje de sodio.....	21
2.9.7.	Carbohidratos por diferencia.....	22
2.9.8.	Azúcares totales por inversión.....	22
2.9.9.	Fibra cruda.....	22
2.9.10.	PH.....	23
2.9.11.	Fósforo.....	23
2.9.12.	Calcio.....	23
2.10.	Análisis microbiológicos de la cáscara seca y molida con pulpa.....	23
2.10.1.	Mohos y levaduras.....	24
2.10.2.	Aerobios totales.....	24
2.10.3.	Coliformes totales.....	24
CAPÍTULO 3.....		27
3.	RESULTADOS y análisis	27
3.1.	Análisis de resultados	28
3.2.	Análisis de Costos.....	29
3.2.1.	Maquinaria y equipos usados.....	29

3.2.2. Materiales y materia prima	29
3.2.3. Mano de Obra.....	30
3.2.4. Depreciación de equipos y maquinaria	30
3.2.5. Suministros	31
3.2.6. Análisis de costos totales	31
3.2.7. Costo de Precio de Venta al Público (PVP)	31
3.2.8. Punto de Equilibrio.....	32
CAPÍTULO 4.....	34
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	34
4.1. Conclusiones.....	34
4.2. Recomendaciones.....	34
BIBLIOGRAFÍAS	
APÉNDICES	

ABREVIATURAS

ISO	Organización Internacional de Normalización
AOAC	Association of Analytical Communities
NTE	Norma Técnica Ecuatoriana
INEN	Instituto Ecuatoriano de Normalización
S.A.	Sociedad Anónima

SIMBOLOGÍA

mg	Miligramo
pH	Potencial de Hidrógeno
ml	Mililitro
UFC	Unidad Formadora de Colonias
Kcal	Kilocaloría
Ton/ha	Toneladas por hectáreas
mg/g	Miligramos por gramos
mg/kg	Miligramo por kilogramo
m ³	Metro cúbico
kw/h	Kilovatio por hora
PVP	Precio Venta al Público

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2. 1 Diagrama de proceso de escaldado y secado.....	9
Figura 2. 2 Pérdida de humedad.....	13
Figura 2. 3 Curva de secado	14
Figura 3. 1 Gráfico comparativo del análisis físico químico de la cáscara	27
Figura 3. 2 Gráfico estadístico comparativo de la cáscara fresca y molida	27
Figura 3. 3 Punto de equilibrio.....	33

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1 Composición nutricional de la cáscara de plátano. (Carrión, 2013)	5
Tabla 2.1 Condiciones establecidas para el cálculo de pérdida de humedad. (Freire, 2021)	13
Tabla 2.2 Resultado del análisis de humedad (Freire, 2021)	14
Tabla 2.3 Resultado del análisis de proteína (Freire, 2021)	15
Tabla 2.4 Resultado del análisis de ceniza (Freire, 2021)	15
Tabla 2.5 Resultado del análisis de grasa (Freire, 2021)	15
Tabla 2.6 Resultado del análisis de sodio (Freire, 2021)	16
Tabla 2.7 Resultado del análisis de porcentaje de sodio (Freire, 2021)	16
Tabla 2.8 Resultado del análisis de carbohidratos por diferencia (Freire, 2021)	16
Tabla 2.9 Resultado del análisis de azúcares totales por inversión (Freire, 2021)	16
Tabla 2.10 Resultado del análisis de fibra cruda (Freire, 2021)	17
Tabla 2.11 Resultado del análisis de pH (Freire, 2021)	17
Tabla 2.12 Resultado del análisis de fósforo (Freire, 2021)	17
Tabla 2.13 Resultado del análisis de calcio (Freire, 2021)	18
Tabla 2.14 Tabla nutricional (Freire, 2021)	18
Tabla 2.15 Resultado del análisis de mohos y levaduras (Freire, 2021)	19
Tabla 2.16 Resultado del análisis de aerobios totales (Freire, 2021)	19
Tabla 2.17 Resultado del análisis de coliformes totales (Freire, 2021)	19
Tabla 2.18 Resultado de fibra dietaria (Freire, 2021)	20
Tabla 2.19 Resultado del análisis de humedad (Freire, 2021)	20
Tabla 2.20 Resultado del análisis de proteína (Freire, 2021)	20
Tabla 2.21 Resultado del análisis de ceniza (Freire, 2021)	21
Tabla 2.22 Resultado del análisis de grasa (Freire, 2021)	21
Tabla 2.23 Resultado del análisis de sodio (Freire, 2021)	21
Tabla 2.24 Resultado del análisis de porcentaje de sodio (Freire, 2021)	22
Tabla 2.25 Resultado del análisis de carbohidratos por diferencia (Freire, 2021)	22
Tabla 2.26 Resultado del análisis de azúcares totales por inversión (Freire, 2021)	22
Tabla 2.27 Resultado del análisis de fibra cruda (Freire, 2021)	22
Tabla 2.28 Resultado del análisis de pH (Freire, 2021)	23
Tabla 2.29 Resultado del análisis de fósforo (Freire, 2021)	23
Tabla 2.30 Resultado del análisis de calcio (Freire, 2021)	23
Tabla 2.31 Resultado del análisis de mohos y levaduras (Freire, 2021)	24

Tabla 2.32 Resultado del análisis de aerobios totales (Freire, 2021).....	24
Tabla 2.33 Tabla de análisis de coliformes totales. (Freire, 2021)	24
Tabla 3.1 Tabla comparativa de los análisis microbiológicos (Freire, 2021)	28
Tabla 3.2 Maquinaria y equipos (Freire, 2021)	29
Tabla 3.3 Materiales y materia prima (Freire, 2021)	30
Tabla 3.4 Mano de obra (Freire, 2021)	30
Tabla 3.5 Depreciación de equipos y maquinaria (Freire, 2021)	30
Tabla 3.6 Suministros (Freire, 2021)	31
Tabla 3.7 Análisis de costos totales (Freire, 2021)	31
Tabla 3.8 Punto de equilibrio (Freire, 2021).....	32

CAPÍTULO 1

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Descripción del problema

El plátano es una excelente fuente de potasio, vitaminas y almidón (Gabriela Blasco López, 2014). El Ecuador cuenta con un clima tropical, gracias a su suelo posee uno de los cultivos más grandes a nivel de Sudamérica (Arguello, 2020).

El plátano Hawaiano (Hua Moa) es otra variedad que se cosecha en la costa ecuatoriana con la finalidad de ser exportado en presentación de rodajas al mercado internacional, principalmente a Estados Unidos. Para el cumplimiento de las exigencias del mercado norteamericano, el procesamiento requiere retirar la cáscara, proceso que, en este caso particular, es diferente al tradicional de otras variedades de plátano. Cuando se realiza el proceso de extracción de la cáscara con peladoras manual se suele arrastrar gran cantidad de pulpa y finalmente se desecha en contenedores o botaderos comunes de desechos orgánicos.

El objetivo de este trabajo es la estabilización de este desecho de cáscara con pulpa, para poder almacenarlo, evaluando su composición proximal antes del proceso de estabilización para un uso posterior en el diseño de alimentos para animales, por lo que se evaluarán las características químicas, físicas y microbiológicas al subproducto fresco y luego al producto estabilizado mediante escaldado y secado.

1.2. Justificación del problema

Como ya se conoce la producción de plátano en el territorio ecuatoriano es uno de lo más predominante debido a su calidad y porte que muestra ante el mercado internacional, considerado como el líder bananero por más de cuatro décadas en el ámbito internacional. Si bien es cierto, la mayor producción de banano se la realiza en cajas que contienen “gajos” de plátanos apilados. La

exportación del plátano descascarado también se ha convertido en un potencial para la industria interna, así como de sus derivados. (Moreira, 2013).

De acuerdo con lo expuesto por (Cardona A. , 2009) los residuos producidos por el plátano no contribuyen a la nutrición del suelo, al contrario, genera una afectación considerable al medio ambiente ya que como menciona textualmente: “Al generar el crecimiento de diversos microorganismos en zonas donde no deberían crecer, se pueden afectar otros cultivos, obstruir cañadas, acumular agua y formar hongos en lugares inadecuados”.

Mediante el presente trabajo de investigación se busca evaluar las características físicas, químicas y microbiológicas de cáscara fresca y deshidratada de plátano Hawaiano (Hua Moa) de tal manera que se pueda potencializar su uso para la creación de alimento animal, es decir que tales restos sean empleados de la mejor manera posible sin que produzcan afectaciones nocivas para el entorno terrestre.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

Evaluar las características físicas, químicas y microbiológicas de cáscara fresca y deshidratada de plátano Hawaiano (Hua Moa) para su uso posterior en el diseño de alimentos para animales.

1.3.2. Objetivo Específicos

- Identificar las características nutricionales del subproducto (cáscara con pupa de plátano Hawaiano (Hua Moa)).
- Analizar la presencia de microorganismo, con las pruebas microbiológicas para la comprobación de la existencia de estos.
- Estabilizar la cáscara con pulpa de plátano Hawaiano (Hua Moa) para su respectivo almacenamiento.
- Demostrar que el subproducto (cáscara de plátano Hawaiano (Hua Moa) con pulpa) contiene características nutricionales aptas en la elaboración de alimentos para animales.

1.4. Marco teórico

1.4.1. Historia y origen

El origen del plátano hawaiano (Hua Moa) se transporta hasta la península de Malaya, en el continente asiático. Se estima que esta especie llegó hasta las islas Canarias a principios del siglo XV, y se esparció por toda América por medio de canoas a cargo de los indígenas isleños a principios del año 1516 (Martha Munguía, 2007). Sin embargo, su comercialización recién toma fuerza a finales del siglo XIX.

Los plátanos hawaianos al ser un híbrido de tipo AAB se derivan de dos especies silvestres productoras de semillas, *Musa acuminata* y *Musa balbisiana*. Presentan distintas variedades, entre ellas se encuentran los híbridos complejos (diploides, triploides, tetraploides) mismos que se caracterizan por alta concentración de *Musa acuminata*, produciendo frutos extremadamente dulces (Ecológica, 2012). También se presentan aquellos con altas cantidades de *Musa balbisiana* que por lo general se caracterizan por producir frutos con abundante contenido de almidón. Las proporciones de *Musa acuminata* y *Musa balbisiana* al plátano híbrido se encuentran especificadas por los números A y B, respectivamente (Rocío Nadal Medina, 2009).

Debido a que esta especie no encuentra adaptabilidad en climas muy fríos, los plátanos se producen únicamente en regiones cálidas tropicales y subtropicales (FAO, 2016). Sin embargo, con el pasar de los años y por necesidad de consumo del producto se han venido creando cultivos de plátanos en invernaderos de vidrio o plástico, con el fin de imitar las condiciones climáticas que permiten el desarrollo total de la planta.

Actualmente el fruto es consumido ya sea fresco o cocinado y mayormente empleado para la producción de tostones (Muñoz, 2009).

1.4.2. Propiedades funcionales del plátano hawaiano

Gracias a sus características particulares el plátano hawaiano (Hua Moa) puede ser empleado tanto para la elaboración de platos fuertes como postres, que se destaca a nivel de producción de tostones, incluso hasta panes. Se ha demostrado ser una gran fuente de vitamina C (ácido ascórbico), vitamina B6, potasio y fuente de carbohidratos (almidón) (F. Balerdi & H. Crane)

1.4.3. Características de la cáscara del plátano hawaiano

➤ Físicas

El principal subproducto del proceso industrial del plátano es la cáscara la cual representa aproximadamente el 30% del peso del fruto (González-Montelongo R, 2010;).

➤ Químicas

Las aplicaciones potenciales para la cáscara de plátano dependen de su composición química. Esta se caracteriza por ser rica en fibra dietética, proteínas, aminoácidos esenciales, ácidos grasos poliinsaturados y potasio. (Emaga T, 2007).

Entre otros derivados de la misma se ha producido carbón vegetal, destacado en su uso para combustión alternativa de cocina. En un estudio realizado por Kudan en el año de 1962 mostró que la cáscara en combinación con otras sustancias orgánicas crea un ungüento para disminuir las afectaciones ocasionadas por enfermedades que afectan a las articulaciones como la artritis. En otros estudios también se ha verificado que la cáscara de plátano puede actuar como fuente potencial de sustancias antioxidantes y antimicrobianas, así como también asemejarse a compuestos fitoquímicos con actividad contra radicales libres. (Arawande J, 2010)

El plátano como se conoce es uno de los frutos con mayor consumo tanto a nivel nacional como mundial y se ha comprobado que tanto su pulpa como la cáscara poseen variados antioxidantes que la hacen una especie única como la galocatequina y la dopamina (Someya, Yoshiki, & Okubo, 2002). El contenido total contabilizado de fenólicos en la cáscara de plátano (*Musa sapientum* AAB) varía de 0.8 a 2.9 g/100 g en base seca. Someya y colaboradores reconocieron la presencia de la galocatequina en concentraciones aproximadas a 160 mg/100 g en base seca, siendo este compuesto al que se le otorgo el mayor aporte de antioxidantes a la cáscara. También se reconoce que la cáscara del plátano maduro contiene otros compuestos como las antocianinas (delfinidina y cianidina) y catecolaminas, además de carotenoides, como el β -caroteno, α -caroteno y xantofilas, cuantificadas en rangos de 300-400 μ g de equivalentes de luteína/100 g, así mismo se han identificado esteroides y triterpenos, como el β -sitosterol,

stigmasterol, campesterol, cicloeucalesol, cicloartenol y cicloartanol 24-metileno. (Subagio, Morita, & Sawada, 1996)

1.4.4. Fibra dietética

La cáscara de plátano tiene un alto contenido de fibra dietética (50g/100g) por lo que es una buena fuente de este compuesto, se ha determinado que la maduración del plátano muestra un impacto positivo en la composición de fibra de la cáscara, compuesta principalmente de celulosa, lignina, hemicelulosa y pectina (Emaga T, 2007)

1.4.5. Plátano Hawaiano (Hua Moa)

- Origen – Tahití
- Frutas por hectáreas – Por lo menos 63,000
- Tiempo para cosecha – 10 meses
- Resistencia – Mal de Panamá
- Frutas por racimo – 35
- Calidad de la fruta – Excelente
- Susceptibilidad – Sigatoka Negra, Picudo Negro del Banano. (Galiltec, 2014)

1.4.6. Composición nutricional de la cáscara de plátano

En la siguiente tabla 1.1 podemos observar los siguientes valores nutricionales de la cáscara de plátano.

Tabla 1.1 Composición nutricional de la cáscara de plátano. (Carrión, 2013)

COMPONENTES	CÁSCARA DE PLÁTANO VERDE
%HUMEDAD	91,62
%PROTEINA BRUTA	5,19
%FIBRA CRUDA	11,58
ENERGÍA BRUTA, Kcal	4383
%CALCIO	0,37
%FOSFORO	0,28
%CENIZA	16,30

1.4.7. Factores de producción

Los rendimientos de la producción del plátano Hawaiano (Hua Moa) difieren en función de varios factores climatológicos; sin embargo, se estima que por año se puede alcanzar

un rendimiento aproximado de 3 a 7 toneladas por acre (6.7–15.7 ton/ha). Considerándose aquella producción por encima de las 10 toneladas por año como buena. No obstante, existen factores tales como el tiempo, plagas y enfermedades que pueden marcar un rumbo contradictorio para tales producciones.

Los racimos de esta planta se cosechan cuando su fruto, es decir, los plátanos muestran un estado de hinchazón, pero antes de que tomen una coloración amarillenta. Si el proceso de maduración se realiza en zonas frescas tomarán un mejor sabor que si se dejan madurar en la planta. A los plátanos que crecen en los hogares se les podrían cortar los frutos de 7 a 14 días antes de que maduren.

CAPÍTULO 2

2. METODOLOGÍA

Para la presente investigación se plantea la hipótesis del empleo de la cáscara del plátano Hawaiano para la elaboración de alimentos para animales gracias a las potenciales características físicas, químicas y biológicas que la misma posee.

2.1. Descriptivo

En este contexto el estudio de la cáscara con pulpa de plátano hawaiano se basó en tres factores característicos distintos: físicos, químicos y biológicos, mismos que permitirán comprender como se comporta la composición de esta y si es posible que pueda emplearse en la fabricación de alimento para animales.

En este sentido, se realizaron los respectivos análisis químicos y biológicos a la cáscara con pulpa de plátano hawaiano en colaboración con instituciones que desarrollan tecnologías de esta índole. Para la realización del procedimiento al escaldado el subproducto fue recolectado en la finca de EXAGROCENT que se encuentra ubicada en la provincia del Guayas Km 29 vía a El Triunfo.

2.2. Diagrama de flujo: Proceso de postcosecha

La figura 2.1 muestra las diferentes etapas del proceso de escaldado y secado de las cáscaras con pulpa de plátano Hawaiano (Hua Moa).

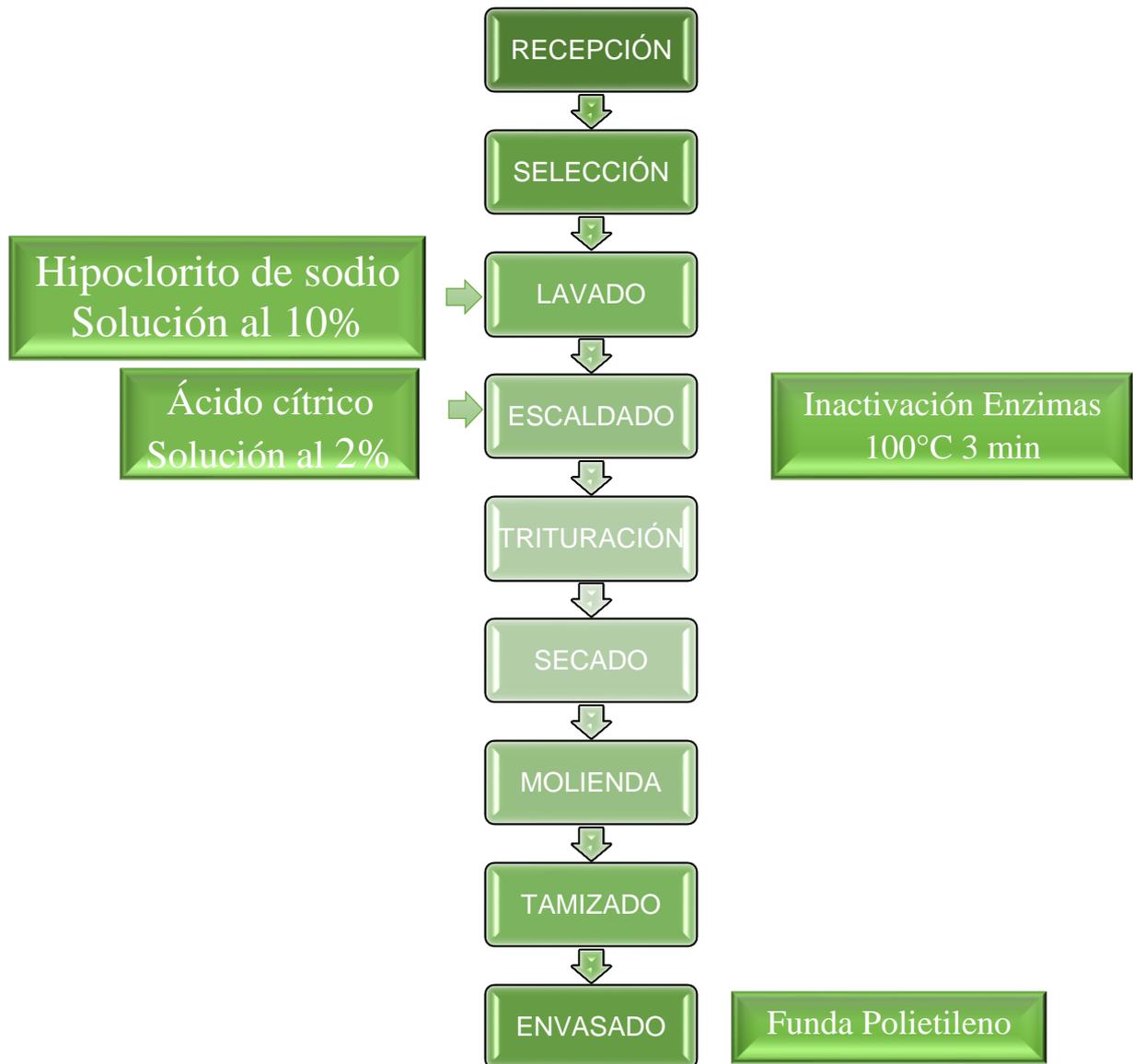


Figura 2. 1 Diagrama de proceso de escaldado y secado. (Freire, 2021)

2.3. Procedimiento

2.3.1. Proceso postcosecha de la cáscara con pulpa del plátano Hawaiano (Hua Moa).

Materiales:

- ✓ Termómetro
- ✓ Balanza analítica
- ✓ Estufa
- ✓ Bandeja de aluminio
- ✓ Molino de disco

- ✓ Mini Procesador MC-2000 TEKNO
- ✓ Funda ziploc

2.3.2. Recepción de la cáscara con pulpa de plátano Hawaiano (Hua Moa).

Se procedió a recoger las cáscaras con pulpa de plátano Hawaiano (Hua Moa) de la empresa Expo Agro del Centro EXAGROCENT S.A. la cantidad de 2000g.

2.3.2.1. Balance de recepción.



2.3.3. Selección de la cáscara con pulpa de plátano Hawaiano (Hua Moa).

Una vez obtenido la cantidad de 2000g de cáscara con pulpa de plátano Hawaiano (Hua Moa) se procedió a seleccionarlas, eliminando las de mal estado.

2.3.3.1. Balance de selección.



2.3.4. Lavado de las cáscaras con pulpa de plátano hawaiano (Hua Moa)

Se procedió a lavar las cáscaras con pulpa de plátano Hawaiano (Hua Moa) utilizando hipoclorito de sodio solución al 10%, luego se enjuaga con agua destilada.

2.3.4.1. Balance de lavado



2.3.5. Escaldado de las cáscaras con pulpa de plátano Hawaiano (Hua Moa)

Se sometió a cocción 1740g de cáscara con pulpa de plátano Hawaiano (Hua Moa) en agua caliente con ácido cítrico solución al 2% a una temperatura de 100°C durante 3 minutos.

2.3.5.1. Balance del escaldado



2.3.6. Trituración de la cáscara con pulpa de plátano Hawaiano (Hua Moa)

Una vez escaldado las cáscaras con pulpa de plátano Hawaiano (Hua Moa) se procede a la trituración la cantidad de 1738g con ayuda de un Mini Procesador MC-2000 marca TEKNO.

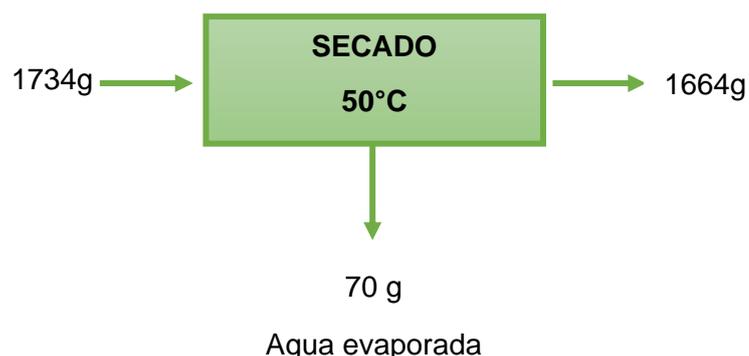
2.3.6.1. Balance de trituración.



2.3.7. Secado de la cáscara con pulpa de plátano Hawaiano (Hua Moa).

Se procedió a colocar en bandejas la cantidad de 1734g a la estufa a una temperatura de 50°C.

2.3.7.1. Balance de secado.



2.3.8. Molienda de la cáscara con pulpa de plátano Hawaiano (Hua Moa).

Ya secado se procedió a moler la cáscara con pulpa de plátano Hawaiano (Hua Moa).

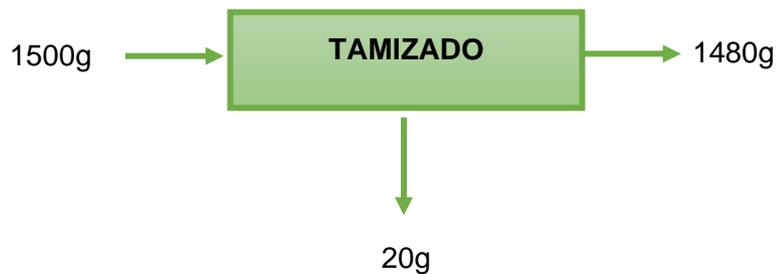
2.3.8.1. Balance de la molienda.



2.3.9. Tamizado de la molienda.

Por último, se tamizó para retirar alguna impureza que haya quedado.

2.3.9.1. Balance del tamizado.



2.3.10. Rendimiento

Para obtener el rendimiento utilizamos el peso inicial y su peso final como lo podemos observar en la ecuación (2-1).

$$\%R = \frac{\text{peso inicio}}{\text{peso final}} \times 100 \quad (2-1)$$

$$\%R = \frac{16}{100} \times 100$$

$$\%R = 16$$

2.3.11. Pérdida de humedad y secado

Para la realización de la pérdida de humedad y secado se utilizó la cantidad de 100g a una temperatura de 50°C verificando su peso cada 30 minutos por un lapso de 9.5 horas. Ver tabla 2.1.

Tabla 2.1 Condiciones establecidas para el cálculo de pérdida de humedad. (Freire, 2021)

TIEMPO (min)	TEMPERATURA (C)	PESO INICIAL	PESO FINAL	PÉRDIDA HUMEDAD %
0	50	100	94	6
30	50	94	86	8
60	50	86	81	5
90	50	81	76	5
120	50	76	70	6
150	50	70	62	8
180	50	62	59	3
210	50	59	55	4
240	50	55	50	5
270	50	50	46	4
300	50	46	39	5
330	50	39	30	9
360	50	30	25	5
390	50	25	23	2
420	50	23	19	4
450	50	19	18	1
480	50	18	17	1
510	50	17	16	1
540	50	16	16	0
570	50	16	16	0

2.3.12. Pérdida de humedad

A continuación, se muestran las gráficas obtenidas a partir de tabla 2.1. La figura 2.2 muestra el comportamiento de la humedad con respecto al tiempo. El peso inicial de la muestra fue 100 gramos y el final de 16 gramos con una humedad del 0%.



Figura 2. 2 Pérdida de humedad (Freire, 2021)

2.4. Curva de secado

La figura 2.3 muestra la gráfica de secado obtenida a partir de los datos de peso y tiempo de la tabla 2.1.



Figura 2. 3 Curva de secado (Freire, 2021)

2.5. Análisis fisicoquímico de la cáscara con pulpa fresca de plátano Hawaiano (Hua Moa).

El análisis físico químico se lo llevó a cabo en el laboratorio con una muestra aproximada de un peso total de 200 g entre cáscara y pulpa fresca de plátano Hawaiano (Hua Moa).

2.5.1. Humedad.

Para realizar el análisis se procede a calentar la masa mezclándolo con líquidos o semilíquidos en una superficie absorbente a una temperatura de 70°C tal como lo indica el método ISO 1026:1982, en la tabla 2.2 se puede observar el resultado del análisis.

Tabla 2.2 Resultado del análisis de humedad (Freire, 2021)

Ensayos realizados	Unidad	Resultado	Método
Humedad	%	88.84	ISO 1026:1982

2.5.2. Proteína.

Para el análisis de proteína se obtuvo multiplicando el contenido de nitrógeno como lo especifica en el método AOAC 21st 920.87, Kjeldahl. En la tabla 2.3 se puede observar el resultado.

Tabla 2.3 Resultado del análisis de proteína (Freire, 2021)

Ensayos realizados	Unidad	Resultado	Método
Proteína	%	1.39	AOAC 21st 920.87

2.5.3. Cenizas.

Se procede con el análisis de la muestra colocando la capsula en la mufla para calentarla, luego se pesa 10g de cáscara fresca con pulpa de plátano Hawaiano (Hua Moa) tal como lo indica NTE INEN 401:2013, como se puede observar en la tabla 2.4 su resultado.

Tabla 2.4 Resultado del análisis de ceniza (Freire, 2021)

Ensayos realizados	Unidad	Resultado	Método
Cenizas	%	1.38	NTE INEN 401:2013

2.5.4. Grasa.

Para determinar la grasa en la muestra de cáscara con pulpa fresca, se utilizó el método de AOAC 21st 922.06, tal como lo indica la tabla 2.5.

Tabla 2.5 Resultado del análisis de grasa (Freire, 2021)

Ensayos realizados	Unidad	Resultado	Método
Grasa	%	0.52	AOAC 21st 922.06

2.5.5. Sodio.

Para determinar el sodio en la muestra se utilizó el método AOAC 21st 985.35 con ayuda de un equipo de precisión Espectrómetro de Absorción Atómica para determinar metales. ver resultado en la tabla 2.6.

Tabla 2.6 Resultado del análisis de sodio (Freire, 2021)

Ensayos realizados	Unidad	Resultado	Método
Sodio	mg/100g	0.55	AOAC 21st 985.35

2.5.6. Porcentaje de sodio.

Para determinar el porcentaje de sodio se utilizó el método de cálculo. Ver el resultado en la tabla 2.7.

Tabla 2.7 Resultado del análisis de porcentaje de sodio (Freire, 2021)

Ensayos realizados	Unidad	Resultado	Método
Porcentaje de sodio	%	0.00055	Cálculo

2.5.7. Carbohidratos por diferencia.

Para determinar el porcentaje de carbohidratos por diferencia se utilizó el método de Cálculo. Ver resultado en la tabla 2.8.

Tabla 2.8 Resultado del análisis de carbohidratos por diferencia (Freire, 2021)

Ensayos realizados	Unidad	Resultado	Método
Carbohidratos por diferencia	%	7.87	Cálculo

2.5.8. Azúcares totales por inversión.

Para el análisis la muestra se la determino con el método Lane & Enyon. Su resultado se muestra en la tabla 2.9.

Tabla 2.9 Resultado del análisis de azúcares totales por inversión (Freire, 2021)

Ensayos realizados	Unidad	Resultado	Método
Azúcares totales por inversión	%	<1.00	Lane & Enyon

2.5.9. Fibra cruda.

Para la obtención de la fibra cruda se basa en la diferencia de peso después de la calcinación mediante el método AOAC 21st 987.10. Ver el resultado en la tabla 2.10.

Tabla 2.10 Resultado del análisis de fibra cruda (Freire, 2021)

Ensayos realizados	Unidad	Resultado	Método
Fibra cruda	%	0.70	AOAC 21st 978.10

2.5.10. PH.

Para el análisis del pH se determinó mediante el método AOAC 21st 943.02, la muestra debe estar en recipientes herméticos, limpios y secos, utilizando un potenciómetro. Ver resultado en la tabla 2.11.

Tabla 2.11 Resultado del análisis de pH (Freire, 2021)

Ensayos realizados	Unidad	Resultado	Método
pH	-	6.39	AOAC 21st 943.02

2.5.11. Fósforo.

Para el análisis del fósforo se utilizó un método volumétrico, gravimétrico y espectrofotométrico vasados en el método NTE INEN 233:2013. Ver el resultado en la tabla 2.12.

Tabla 2.12 Resultado del análisis de fosforo (Freire, 2021)

Ensayos realizados	Unidad	Resultado	Método
Fosforo	mg/Kg	-	NTE INEN 233:2013

2.5.12. Calcio.

Para determinar el calcio en la muestra se utilizó el método AOAC 21st 985.35 con ayuda de un equipo de precisión Espectrómetro de Absorción Atómica para determinar metales. ver resultado en la tabla 2.13.

Tabla 2.13 Resultado del análisis de calcio (Freire, 2021)

Ensayos realizados	Unidad	Resultado	Método
Calcio	mg/Kg	289.39	AOAC 21st 985.35

2.6. Tabla nutricional

Debido que es de relevancia conocer el valor nutricional de la cáscara fresca con pulpa del plátano Hawaiano, se realizó también una tabla nutricional del mismo.

Tabla 2.14 Tabla nutricional (Freire, 2021)

Información Nutricional			
Tamaño de la porción:	200 g		
Porción por envase:	1		
Cantidad por porción	*%VDR		
Energía (Calorías)	419 kJ	(100 kcal)	5
Energía de grasa (Calorías de grasa)	63 kJ	(15 kcal)	
			*%VDR
Grasa total	1,5 g		2 %
Sodio	5 mg		0 %
Carbohidratos totales	16 g		5 %
Azúcares	<1 g		
Proteína	3 g		6 %
*Los Porcentajes de los valores diarios recomendados están basados en una dieta de 8380 kJ (2000 kcal).			

2.7. Análisis microbiológicos

2.7.1. Mohos y levaduras.

Para la determinación de mohos y levaduras se utilizó el método AOAC 21st 997.02, mediante cultivo entre 22°C y 25°C. Ver resultados en la tabla 2.15.

Tabla 2.15 Resultado del análisis de mohos y levaduras (Freire, 2021)

Ensayos realizados	Unidad	Resultado	Método
Mohos y Levaduras	UFC/g	6.1×10^3	AOAC 21st 997.02

2.7.2. Aerobios totales.

Para determinar aerobios totales se utilizó el método AOAC 21st 966.23, se procede a incubar la muestra una vez inoculado a 30°C por 72 horas. Ver resultados en la tabla 2.16.

Tabla 2.16 Resultado del análisis de aerobios totales (Freire, 2021)

Ensayos realizados	Unidad	Resultado	Método
Aerobios Totales	UFC/g	1.7×10^5	AOAC 21st 966.23

2.7.3. Coliformes totales.

Para la determinación de coliformes totales en la cáscara fresca con pulpa de plátano Hawaiano se utilizó el método AOAC 21st 991.14, la misma que se realiza mediante una placa Petrifilm. Ver el resultado del análisis en la tabla 2.17.

Tabla 2.17 Resultado del análisis de coliformes totales (Freire, 2021)

Ensayos realizados	Unidad	Resultado	Método
Coliformes Totales	UFC/g	1.4×10^3	AOAC 21st 991.14

2.8. Fibra dietaria

Se realizó el análisis químico de fibra dietaria con una muestra de 500 gr. de cáscara fresca con pulpa de plátano Hawaiano, la cual se utilizó el método AOAC 985.29 21th 2019 que consiste en aplicar el método enzimático gravimétrico. Ver resultado del análisis en la tabla 2.18.

Tabla 2.18 Resultado de fibra dietaria (Freire, 2021)

Ensayos realizados	Unidad	Resultado	Método
Fibra dietaria	%	40,63	AOAC 985.29 21th 2019

2.9. Análisis fisicoquímico de la cáscara de plátano hawaiano seca y molida

Una vez realizado el proceso de secado de la cáscara de plátano hawaiano se procedió a realizar un nuevo análisis físico químico con la misma muestra inicial, bajo un estado de conservación en ambiente fresco y seco – zona climática IV. La temperatura a cuál se sometió la muestra durante el análisis fue de 22.5°C con una incertidumbre de 2.5°C y una humedad relativa de 55% con incertidumbre del 15%. Dentro de dicho análisis se consideraron factores como humedad, proteína, cenizas, grasa, sodio, porcentaje de sodio, carbohidratos por diferencia y azúcares totales por inversión, así como también de fibra cruda, pH, fósforo y calcio.

2.9.1. Humedad.

Para realizar el análisis se utilizó el método AOAC 21st 925.10 con la técnica Gravimetría. Ver la tabla 2.19 se puede observar el resultado del análisis.

Tabla 2.19 Resultado del análisis de humedad (Freire, 2021)

Ensayos realizados	Unidad	Resultado	Método
Humedad	%	10.99	AOAC 21st 925.10

2.9.2. Proteína.

Para el análisis de proteína se obtuvo como lo especifica en el método AOAC 21st 920.87, Kjeldahl. En la tabla 2.20 se puede observar el resultado.

Tabla 2.20 Resultado del análisis de proteína (Freire, 2021)

Ensayos realizados	Unidad	Resultado	Método
Proteína	%	6.20	AOAC 21st 920.87

2.9.3. Cenizas.

Se procede con el análisis de la muestra colocando la capsula en la mufla para calentarla, luego se pesa 10g de cáscara con pulpa de plátano Hawaiano (Hua Moa) tal como lo indica NTE INEN 401:2013, como se puede observar en la tabla 2.21 su resultado.

Tabla 2.21 Resultado del análisis de ceniza (Freire, 2021)

Ensayos realizados	Unidad	Resultado	Método
Cenizas	%	4.76	NTE INEN 401:2013

2.9.4. Grasa.

Para determinar la grasa en la muestra se utilizó el método de AOAC 21st 922.06, tal como lo indica la tabla 2.22.

Tabla 2.22 Resultado del análisis de grasa (Freire, 2021)

Ensayos realizados	Unidad	Resultado	Método
Grasa	%	3.20	AOAC 21st 922.06

2.9.5. Sodio.

Para determinar el sodio en la muestra se utilizó el método AOAC 21st 985.35 con ayuda de un equipo de precisión Espectrómetro de Absorción Atómica para determinar metales. ver resultado en la tabla 2.23.

Tabla 2.23 Resultado del análisis de sodio (Freire, 2021)

Ensayos realizados	Unidad	Resultado	Método
Sodio	mg/100g	34.35	AOAC 21st 985.35

2.9.6. Porcentaje de sodio.

Para determinar el porcentaje de sodio se utilizó el método de cálculo. Ver el resultado en la tabla 2.24.

Tabla 2.24 Resultado del análisis de porcentaje de sodio (Freire, 2021)

Ensayos realizados	Unidad	Resultado	Método
Porcentaje de sodio	%	0.034	Cálculo

2.9.7. Carbohidratos por diferencia.

Para determinar el porcentaje de carbohidratos por diferencia se utilizó el método de Cálculo. Ver resultado en la tabla 2.25.

Tabla 2.25 Resultado del análisis de carbohidratos por diferencia (Freire, 2021)

Ensayos realizados	Unidad	Resultado	Método
Carbohidratos por diferencia	%	74.85	Cálculo

2.9.8. Azúcares totales por inversión.

Para el análisis la muestra se la determino con el método Lane & Enyon. Su resultado se muestra en la tabla 2.26.

Tabla 2.26 Resultado del análisis de azúcares totales por inversión (Freire, 2021)

Ensayos realizados	Unidad	Resultado	Método
Azúcares totales por inversión	%	2.66	Lane & Enyon

2.9.9. Fibra cruda.

Para la obtención de la fibra cruda se basa en la diferencia de peso después de la calcinación mediante el método AOAC 21st 987.10. Ver el resultado en la tabla 2.27.

Tabla 2.27 Resultado del análisis de fibra cruda (Freire, 2021)

Ensayos realizados	Unidad	Resultado	Método
Fibra cruda	%	7.10	AOAC 21st 978.10

2.9.10. PH.

Para el análisis del pH se determinó mediante el método AOAC 21st 943.02, la muestra debe estar en recipientes herméticos, limpios y secos, utilizando un potenciómetro. Ver resultado en la tabla 2.28.

Tabla 2.28 Resultado del análisis de ph (Freire, 2021)

Ensayos realizados	Unidad	Resultado	Método
pH	-	4.48	AOAC 21st 943.02

2.9.11. Fósforo.

Para el análisis del fósforo se utilizó un método volumétrico, gravimétrico y espectrofotométrico vasados en el método NTE INEN 233:2013. Ver el resultado en la tabla 2.29.

Tabla 2.29 Resultado del análisis de fosforo (Freire, 2021)

Ensayos realizados	Unidad	Resultado	Método
Fosforo	mg/Kg	600.81	NTE INEN 233:2013

2.9.12. Calcio.

Para determinar el calcio en la muestra se utilizó el método AOAC 21st 985.35 con ayuda de un equipo de precisión Espectrómetro de Absorción Atómica para determinar metales. ver resultado en la tabla 2.30.

Tabla 2.30 Resultado del análisis de calcio (Freire, 2021)

Ensayos realizados	Unidad	Resultado	Método
Calcio	mg/Kg	4246.70	AOAC 21st 985.35

2.10. Análisis microbiológicos de la cáscara seca y molida con pulpa del plátano Hawaiano (Hua Moa).

2.10.1. Mohos y levaduras.

Para la determinación de mohos y levaduras se utilizó el método AOAC 21st 997.02, mediante cultivo entre 22°C y 25°C. Ver resultados en la tabla 2.31.

Tabla 2.31 Resultado del análisis de mohos y levaduras (Freire, 2021)

Ensayos realizados	Unidad	Resultado	Método
Mohos y Levaduras	UFC/g	1.1×10^2	AOAC 21st 997.02

2.10.2. Aerobios totales.

Para determinar aerobios totales se utilizó el método AOAC 21st 966.23, se procede a incubar la muestra una vez inoculado a 30°C por 72 horas. Ver resultados en la tabla 2.32.

Tabla 2.32 Resultado del análisis de aerobios totales (Freire, 2021)

Ensayos realizados	Unidad	Resultado	Método
Aerobios Totales	UFC/g	5.4×10^4	AOAC 21st 966.23

2.10.3. Coliformes totales.

Para la determinación de coliformes totales se utilizó el método AOAC 21st 991.14, la misma que se realiza mediante una placa Petrifilm. Ver el resultado del análisis en la tabla 33.

Tabla 2.33 Tabla de análisis de coliformes totales. (Freire, 2021)

Ensayos realizados	Unidad	Resultado	Método
Coliformes Totales	UFC/g	9.7×10^2	AOAC 21st 991.14

CAPÍTULO 3

3. RESULTADOS Y ANÁLISIS

Gráficos comparativos obtenidos en análisis físico químico de las cáscaras fresca con pulpa y la cáscara seca y molida con pulpa de plátano Hawaiano (Hua Moa).

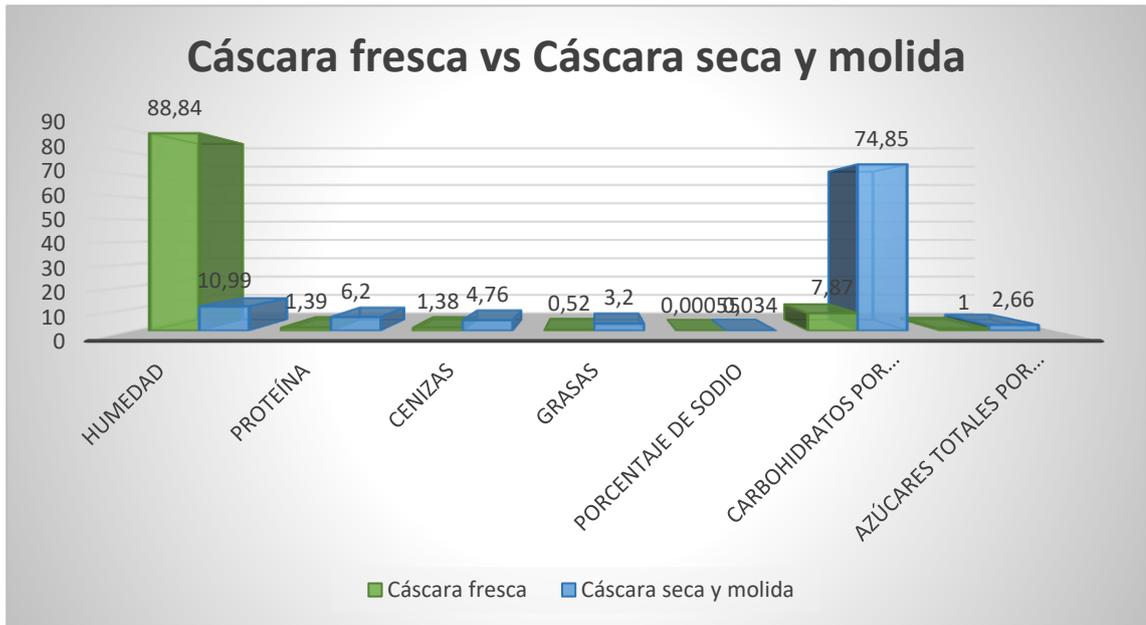


Figura 3. 1 Gráfico comparativo del análisis físico químico de la cáscara fresca y cáscara seca y molida con pulpa de plátano Hawaiano (Freire, 2021)

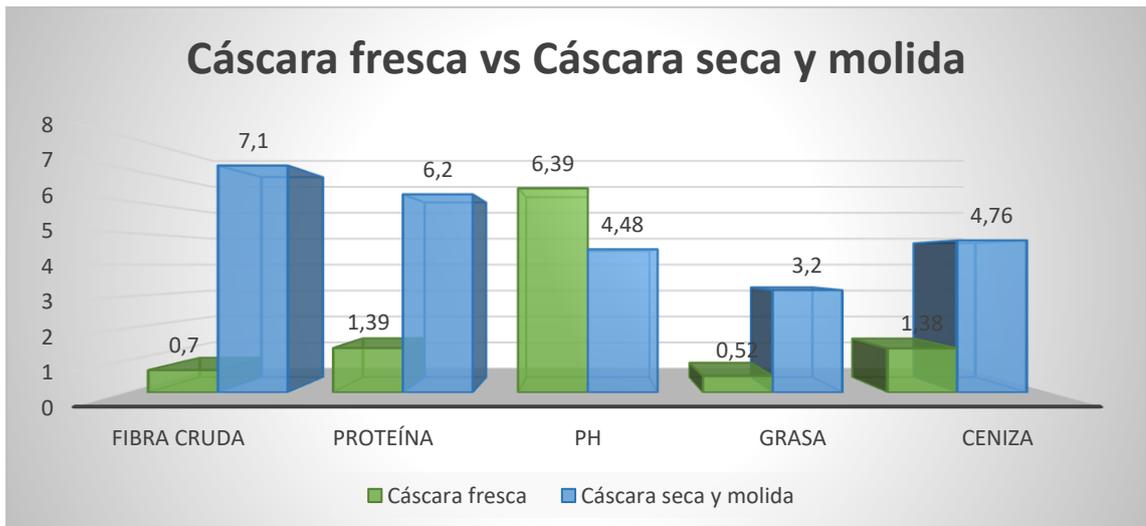


Figura 3. 2 Gráfico comparativo de la cáscara fresca y cáscara seca y molida de plátano Hawaiano (Freire, 2021)

A continuación, se compara los análisis microbiológicos de cáscara fresca y cáscara seca y molida con pulpa de plátano Hawaiano (Hua Moa)

Tabla 3.1 Tabla comparativa de los análisis microbiológicos (Freire, 2021)

Características microbiológicas	Cáscara fresca	Cáscara seca y molida
UFC/g Mohos y Levaduras	6.1×10^3	1.1×10^2
UFC/g Aerobios Totales	1.7×10^5	5.4×10^4
UFC/g Coliformes Totales	1.4×10^3	9.7×10^2

3.1. Análisis de resultados

Los análisis obtenidos durante el proceso de secado de la cáscara con pulpa de plátano Hawaiano (Hua Moa) se mostraron satisfactorios, ya que “el secado aumenta la duración de la conservación del producto, pero modifica su calidad: aspecto, textura, gusto y composición nutricional “ (REQUENA, 2003)

Los porcentajes de humedad luego del proceso de secado disminuyeron considerablemente pasando de 88.84% a 10.99%. Es importante destacar que la cantidad de humedad contenida en la cáscara es determinante en ciertas características composicionales, ya que estas dependen del grosor, tiempo y temperatura del proceso de secado al cual fueron expuestos durante dicho procedimiento.

Con lo que respecta a porcentaje de proteína, cenizas, grasa, sodio, carbohidratos y azúcares, presentaron un incremento. Es importante destacar que el contenido de cenizas en la cáscara implica que poseen fuentes potenciales de minerales, sin embargo, estas proporciones también irán variando de acuerdo con el estado de madurez con el que haya sido cosechado, así como también de las condiciones al cual se haya encontrado sujeto el cultivo. En este caso pasó de presentar un valor de 1.38% a 4.76%.

En el caso de la proteína paso de estar en porcentaje de 1.39% a 6.20%. Por lo general, la gran parte de las fracciones proteicas vienen definidas por cambios que dependen de la fruta y del grado de madurez que posea. La

acción proteica de la cáscara toma relevancia debido a que esta puede ser cuantificada como proteína indigerible dado a que, si resiste a la acción enzimática, podría considerarse parte fundamental de la fibra dietética (Priego, 2007).

Tanto el fósforo como el calcio aumentaron sus valores relativamente altos después del proceso de secado. El fósforo aporta energía mientras q el calcio ayuda a los huesos.

El análisis microbiológico determinó que en la cáscara molida hubo una reducción de la carga microbiana con respecto a los valores de la cáscara fresca.

Tomando como referencia la NTE INEN 1829 1992-01 (INEN, 2013) la cual indica que dichos valores son aceptables dentro de los requisitos microbiológicos para la elaboración en un futuro de alimento animal.

3.2. Análisis de Costos

3.2.1. Maquinaria y equipos usados

Tabla 3.2 Maquinaria y equipos (Freire, 2021)

Cantidad	Equipo	Valor unitario	Valor final
1	Termómetro	\$5	\$5
1	Balanza analítica	\$100	\$100
1	Estufa	\$200	\$200
1	Bandeja de Aluminio	\$3	\$3
1	Molino de disco	\$25	\$25
1	Trituradora	\$60	\$60
		TOTAL	\$393

3.2.2. Materiales y materia prima

Tomamos la cáscara de plátano como desperdicio (\$0.01)

Tabla 3.3 Materiales y materia prima (Freire, 2021)

Cantidad	Material	Precio	Total
2000 g	Cáscara de plátano	\$0.01	\$0.01
300 ml	Hipoclorito de Sodio	\$0.50	\$0.50
40 g	Ácido cítrico	\$3.50/Kg	\$0.14
		TOTAL	\$0.65

3.2.3. Mano de Obra

La mano de obra fue propia, tomamos el valor como \$0.50/hora

Tabla 3.4 Mano de obra (Freire, 2021)

\$/H	N° Horas	Personal	Valor Total
\$0.50	1h50m (1.83 h)	1 persona	\$0.92
		TOTAL	\$0.92

3.2.4. Depreciación de equipos y maquinaria

Tabla 3.5 Depreciación de equipos y maquinaria (Freire, 2021)

Cantidad	Equipo	Vida útil (años)	Valor unitario	Costo diario
1	Termómetro	5	\$5	\$0.0027
1	Balanza analítica	3	\$100	\$0.0027
1	Estufa	5	\$200	\$0.11
1	Bandeja de Aluminio	1	\$3	\$0.0027
1	Molino de disco	5	\$25	\$0.013
1	Trituradora	3	\$60	\$0.054
			TOTAL	\$0.19

3.2.5. Suministros

Tabla 3.6 Suministros (Freire, 2021)

Cantidad	Unidad	Descripción	Costo unitario	Costo final
20	m ³	Agua	\$0.31	\$6.20
1.50	Kw/h	Electricidad	\$0.11	\$0.16
			TOTAL	\$6.36

3.2.6. Análisis de costos totales

Tabla 3.7 Análisis de costos totales (Freire, 2021)

Costos Totales	
Costos Variables	
Materiales Directos	\$0.65
Mano de obra directa	\$0.92
Costos Fijos	
Depreciación de equipos	\$0.19
Suministros	\$6.36
TOTAL	\$8.12

3.2.7. Costo de Precio de Venta al Público (PVP)

$$\text{Costo de producción} = \frac{\text{Costo Total}}{\text{Cantidad Producida}} \quad (3-1)$$

$$\text{Costo de producción} = \frac{\$8.12}{1480 \text{ g}}$$

$$\text{Costo de Producción} = \$0.005 \text{ g} = \$5.48 \text{ Kg}$$

PVP = Costo de Producción + 30% de ganancia

(3-2)

PVP = \$5.48 + 1.64 = \$7.12/Kg = \$3.23/lb

3.2.8. Punto de Equilibrio

Tabla 3.8 Punto de equilibrio (Freire, 2021)

Producción	Unidades Mensuales
Harina de cáscara de plátano	1000
Total Anual	1000
<hr/>	
Producción Total	1000
Costo Fijo	\$ 6.550,00
Costo Variable Unitario	\$ 1,06
Precio	\$ 7,12
Punto de Equilibrio (kg)	\$ 1.081

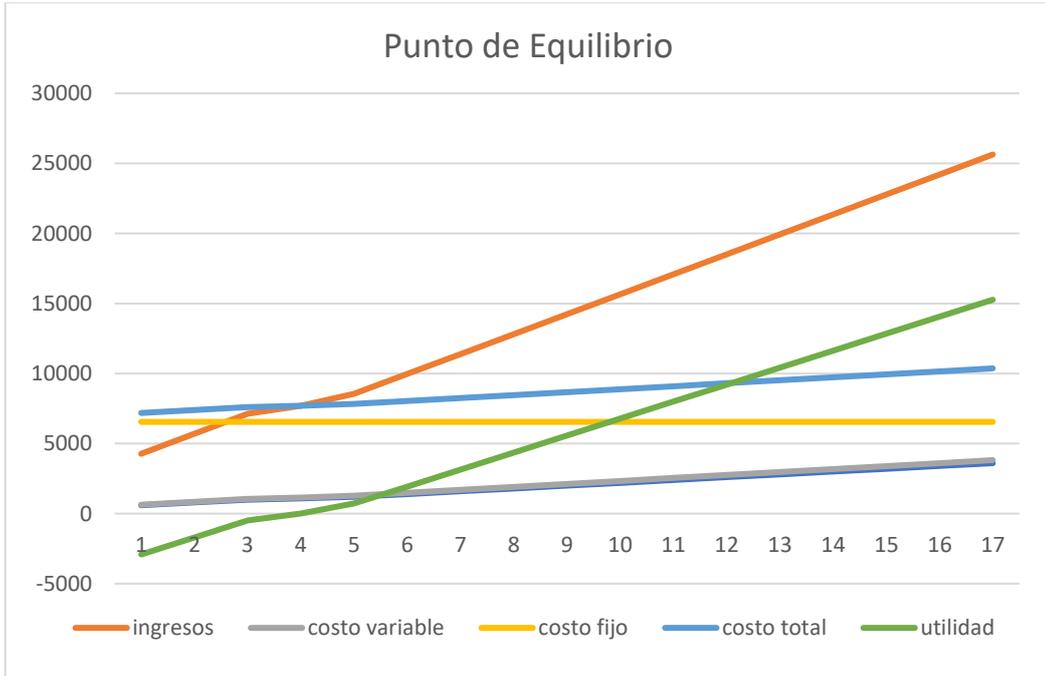


Figura 3. 3 Punto de equilibrio (Freire, 2021)

Calculando el punto de equilibrio se nos muestra que a partir de los \$1.081 Kg de subproducto vendido empezaremos a observar ganancias.

CAPÍTULO 4

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

- ❖ Con el proyecto se pudo validar las características físico - químicas de la cáscara con pulpa deshidratada del plátano Hawaiano (Hua Moa) obteniendo alto porcentaje de fibra cruda 7.10%, proteína 6.20%, grasa 3.20%, fósforo 600.81 mg/kg y calcio 4246.70mg/kg.
- ❖ Los análisis realizados determinaron que la fibra dietaria existente en la cáscara fresca con pulpa de plátano Hawaiano (Hua Moa) equivale a un 40.63%.
- ❖ Se realizó el proceso de escaldado y secado, mejoró la estabilidad (cáscara con pulpa de plátano Hawaiano) en la cual se obtuvo una humedad 10.99%.
- ❖ Con los análisis microbiológicos se pudo determinar la presencia de mohos y levaduras, aerobios totales y coliformes totales.
- ❖ Los resultados físicos-químicos y nutricionales obtenidos de la cáscara con pulpa molida del plátano Hawaiano (Hua Mao) se puede valorar el uso de esta harina en mezclas para alimentación animal.

4.2. Recomendaciones

- ❖ Se propone en un futuro analizar aminoácidos esenciales para corroborar su valor como fuente de alimentación animal.
- ❖ En un futuro, analizar el porcentaje de minerales o macroelemento que son esenciales en los animales tales como: magnesio, cloro, azufre.
- ❖ Determinar la cantidad de lignina que se presente dentro de la fibra.

BIBLIOGRAFIAS

- Arawande J, K. E. (2010). Antioxidative Potentials of Banana and Plantain Peel Extracts on crude Palm Oil. *Ethnobotanical leaflets*, 14, 69.
- BARAHONA, V. D. (2020). "Obtención de harina a base de larvas de chontacuro (*rynchophorus palmarum*) aprovechando sus propiedades nutritivas (proteínas) para la elaboración de galletas. Guayaquil: Universidad Agraria del Ecuador.
- Bartis, P. (2004). *La tradición popular y la investigación de campo* (Primera Edición ed.). Retrieved from https://books.google.com.ec/books?id=5xe8mg2xiv0C&printsec=frontcover&dq=investigacion+de+campo&hl=en&sa=X&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false
- Cardona, A. (2009). "Perspectivas de la producción de biocombustibles en Colombia: contextos latinoamericano y mundial". *Revista de ingeniería Universidad de Los Andes, Colombia*. Disponible en: Redalyc.org (Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal, 109-120.
- Cardona, A. (2009). "Perspectivas de la producción de biocombustibles en Colombia: contextos latinoamericanos y mundial. *Revista de ingeniería* . Retrieved junio 03, 2021, from <http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=121013257014>
- Carrion, K. M. (2013). Reutilización de residuo de la cáscara de bananos (*Musa paradisiaca*) y plátanos (*musa sapientum*) para la producción de alimentos para consumo humano. Guayaquil: Universidad de Guayaquil.
- Carrión, K. M. (2013). Reutilización de residuo de la cáscara de bananos (*Musa paradisiaca*) y plátanos (*musa sapientum*) para la producción de alimentos para consumo humano. Guayaquil: Universidad de Guayaquil.
- Cegarra, J. (2012). *Los métodos de investigación*. (D. d. Santos, Ed.) Madrid, España . Retrieved from https://books.google.com.ec/books?id=YROO_q6-wzgC&printsec=frontcover&dq=m%C3%A9todo+deductivo+en+investigaci%C3

%B3n&hl=en&sa=X&redir_esc=y#v=onepage&q=m%C3%A9todo%20deductivo%20en%20investigaci%C3%B3n&f=false

Emaga T, A. R. (2007). Effects of the stage of maturation and varieties on the chemical composition of banana and plantain peels. Food Chemistry.

F. Balerdi , C., & H. Crane, J. (n.d.). UF IFAS Extension . Retrieved from <https://edis.ifas.ufl.edu/>

Fibre, Analysis of Dietary. (n.d.). Food and Environmental Hygiene Department. Retrieved from Centre for Food Safety: https://www.cfs.gov.hk/english/programme/programme_nifl/files/Total_dietary_fibre.pdf

Galiltec. (2014). Produce plantas superiores de banano y plátano en Internet. Retrieved from www.galiltec.com/es/bananos-platanos.html

González-Montelongo R, L. G. (2010;). Antioxidant activity in banana peel extracts: Testing extraction conditions and related bioactive compounds. Food chemistry .

INEN, N. T. (2013). inen.gob.ec. Retrieved from Instituto ecuatoriano de Normalización: <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/233-1.pdf>

López, G., & F. G. (2014). Propiedades funcionales del plátano (Musa sp). Universidad Veracruzana, Ingeniería en Alimentos. Retrieved junio 03, 2021, from <file:///C:/Users/damar/Downloads/propiedades.pdf>

Moreira, K. (2013). Reutilización de residuos de la cáscara de bananos (musa paradisiaca) y plátanos (musa sapientum) para la producción de alimentos destinados al consumo humano. Guayaquil. Retrieved junio 03, 2021, from <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/3666/1/1113.pdf>

Naghi, M. (2005). Metodología de la investigación . (Noriega, Ed.) Limusa. Retrieved from https://books.google.com.ec/books?id=ZEJ7-0hmvhwC&pg=PA91&dq=investigacion+descriptiva&hl=en&sa=X&ved=2ahUKEwjAycqRxO_xAhVFQ6wKHdbaB3UQ6AEwAHoECAoQAg#v=onepage&q=investigacion%20descriptiva&f=false

Ñaupás, H. (2014). Metodología de la investigación (4ta Edición ed.). Bogotá, Colombia

- Priego, N. (2007). Obtención de fibra dietética a partir de sáculos de naranja aplicando un tratamiento con vapor. Universidad Tecnológica de la Mixteca, México .
- REQUENA, A. C. (2003). Procesos de conservación de alimentos. MADRID: Ediciones Mundi Prensa.
- Rodríguez, E. (2005). Metodología de la investigación. México. Retrieved from https://books.google.com.ec/books?id=r4yrEW9Jhe0C&pg=PA30&dq=m%C3%A9todo+analítico+de+investigación&hl=en&sa=X&ved=2ahUKEwj3k9znx-_xAhUNSa0KHdhtA14Q6AEwAHoECAsQAg#v=onepage&q=m%C3%A9todo%20analítico%20de%20investigación&f=false
- Someya, S., Yoshiki, Y., & Okubo, K. (2002). Antioxidant compounds from bananas (Musa Cavendish). *Food Chemistry*, 79(3). Retrieved junio 03, 2021
- Subagio, A., Morita, N., & Sawada, S. (1996). Carotenoids and their fatty-acid esters in banana peel. *Journal of Nutritional Science and Vitaminology*, 42(6), 95-98. Retrieved junio 03, 2021

APÉNDICES

APÉNDICE A

Figuras del proceso postcosecha de la cáscara con pulpa del plátano Hawaiano (Hua Moa).

Recopilación de la cáscara con pulpa de plátano Hawaiano (Hua Moa)



Selección



Lavado de las cáscaras con hipoclorito de sodio solución al 10%



Escaldado 100°C – 3 min



Trituración de la cáscara de Plátano Hawaiano (Hua Moa)



Secado



Molienda



Tamizado



APÉNDICE B

R01-PG23-PO02-7.8

Informe: 21-06/0094-M001

Datos del Cliente

Nombre:	Vineka Andrea Freire Velastegui	Teléfono:	0989223972
Dirección:	Cda Los Bosques S/N y Av. 5 de Junio		

Identificación de la muestra / etiqueta

Nombre:	Cáscara con pulpa de plátano hawaiano	Código muestra:	21-06/0094-M001
Marca comercial:	N/A	Lote:	N/A
Normativa de Referencia:	N/A	Fecha elaboración:	22/06/2021
Envase:	Funda Ziploc	Fecha expiración:	N/A
Conservación de la muestra:	Refrigeración 0°C - 4 °C	Fecha recepción:	23/06/2021
Fecha análisis:	23/06/2021	Vida útil:	N/A
Contenido neto declarado:	200 g		
Presentaciones:	N/A		
Cond. climáticas del ensayo:	Temperatura 22.5 °C ± 2.5 °C y Humedad Relativa 55% ± 15%		

Análisis Físico - Químico

Ensayos realizados	Unidad	Resultado	Requisitos	Métodos/Ref.
Fibra Cruda *	%	0.70	—	AOAC 21st 978.10 *
Proteína *	%	1.39	—	AOAC 21st 920.87 *
pH *	-	6.39	—	AOAC 21st 943.02 *
Grasa *	%	0.52	—	AOAC 21st 922.06 *
Cenizas *	%	1.38	—	NTE INEN 401:2013 *
Fosforo *	mg/Kg	''	—	NTE INEN 233:2013 *
Calcio *	mg/Kg	289.39	—	AOAC 21st 985.35 *

R01-PG23-PO02-7.8

Informe: 21-06/0094-M001

Análisis Microbiológico

Ensayos realizados	Unidad	Resultado	Requisitos	Métodos/Ref.
Mohos y Levaduras *	UFC/g	6.1 x 10 ³	—	AOAC 21st 997.02 *
Aerobios Totales *	UFC/g	1.7 x 10 ⁵	—	AOAC 21st 966.23 *
Coliformes totales *	UFC/g	1.4 x 10 ³	—	AOAC 21st 991.14 *

El laboratorio descarga la responsabilidad sobre la información proporcionada por el cliente que pueda afectar a la validez de sus resultados. Los resultados emitidos aplican exclusivamente a la(s) muestra(s) recibida(s) en las condiciones entregadas por el cliente.

Las opiniones / Interpretaciones / observaciones, etc. que se indican a continuación, están fuera del alcance de acreditación del SAE.

Los resultados emitidos corresponden exclusivamente a la muestra y a la información proporcionada por el cliente.

Se realizaron los parámetros microbiológicos solicitados por el cliente.

Los resultados microbiológicos se encuentran registrados en el cuaderno interno de trabajo de microbiología, en la página 21-02870.

Se realizaron los parámetros bromatológicos solicitados por el cliente.

* Los resultados subcontratados se encuentran registrados en el informe

Laboratorio de Subcontratación: SAE LEN 06-002.

Informe: 21-06/0094-M003

Datos del Cliente

Nombre:	Vibeka Andrea Freire Velastegui	Teléfono:	0989223972
Dirección:	Cda Los Bosquez SiN y Av. 5 de Junio		

Identificación de la muestra / etiqueta

Nombre:	Cáscara con pulpa de plátano hawaino	Código muestra:	21-06/0094-M003
Marca comercial:	N/A	Lote:	N/A
Normativa de Referencia:	TABLA NUTRICIONAL: ALIMENTOS EN GENERAL	Fecha elaboración:	22/05/2021
Envase:	Funda Ziploc	Fecha expiración:	N/A
Conservación de la muestra:	Refrigeración 0°C - 4 °C	Fecha recepción:	23/05/2021
Fecha análisis:	23/05/2021	Vida útil:	N/A
Contenido neto declarado:	200 g		
Presentaciones:	N/A		
Cond. climáticas del ensayo:	Temperatura 22.5 °C ± 2.5 °C y Humedad Relativa 55% ± 15%		

Análisis Físico - Químicos

Ensayos realizados	Unidad	Resultado	Requisitos	Métodos/Ref.
Humedad *	%	88.84	—	ISO 1026:1982 *
Proteína *	%	1.39	—	AOAC 21st 920.87 *
Cenizas *	%	1.38	—	NTE INEN 401:2013 *
Grasa *	%	0.52	—	AOAC 21st 922.06 *
Sodio *	mg/100g	0.55	—	AOAC 21st 985.35 *
Porcentaje de Sodio *	%	0.00055	—	Calculo *
Carbohidratos por diferencia *	%	7.87	—	Calculo *
Azúcares totales por inversión *	%	< 1.00	—	Lane & Enyon *

El laboratorio descarga la responsabilidad sobre la información proporcionada por el cliente que pueda afectar a la validez de sus resultados. Los resultados emitidos aplican exclusivamente a la(s) muestra(s) recibida(s) en las condiciones entregadas por el cliente.

Informe: 21-06/0094-M002

Datos del Cliente

Nombre:	EXPO - AGRO DEL CENTRO EXAGROCENT S.A.	Teléfono:	045066492
Dirección:	MANABI / PORTOVIEJO / PORTOVIEJO / CIUDADELA LOS BOSQUES s/n Y 5 DE JUNIO		

Identificación de la muestra / etiqueta

Nombre:	Cáscara con pulpa de plátano hawaiano molida	Código muestra:	21-06/0094-M002
Marca comercial:	N/A	Lote:	N/A
Normativa de Referencia:	N/A	Fecha elaboración:	02/07/2021
Envase:	Funda Ziploc	Fecha extracción:	N/A
Conservación de la muestra:	Ambiente Fresco y Seco - Zona Climática IV	Fecha recepción:	05/07/2021
Fecha análisis:	05/07/2021	Vida útil:	N/A
Contenido neto declarado:	200 g		
Presentaciones:	N/A		
Cond. climáticas del ensayo:	Temperatura 22.5 °C ± 2.5 °C y Humedad Relativa 55% ± 15%		

Análisis Físico - Químicos

Ensayos realizados	Unidad	Resultado	Requisitos	Métodos/Ref.
Fibra Cruda *	%	7.10	—	AOAC 21st 978.10 *
Proteína *	%	6.20	—	AOAC 21st 920.87 *
pH *	-	4.48	—	AOAC 21st 943.02 *
Grasa *	%	3.20	—	AOAC 21st 922.06 *
Cenizas *	%	4.76	—	NTE INEN 401:2013 *
Fosforo *	mg/Kg	600.81	—	NTE INEN 233:2013 *
Calcio *	mg/Kg	4246.70	—	AOAC 21st 985.35 *

Informe: 21-06/0094-M002

Análisis Microbiológicos

Ensayos realizados	Unidad	Resultado	Requisitos	Métodos/Ref.
Mohos y Levaduras *	UFC/g	1.1 x 10 ²	—	AOAC 21st 997.02 *
Aerobios Totales *	UFC/g	5.4 x 10 ⁴	—	AOAC 21st 966.23 *
Coliformes totales *	UFC/g	9.7 x 10 ²	—	AOAC 21st 991.14 *

El laboratorio descarga la responsabilidad sobre la información proporcionada por el cliente que pueda afectar a la validez de sus resultados. Los resultados emitidos aplican exclusivamente a la(s) muestra(s) recibida(s) en las condiciones entregadas por el cliente.

Informe: 21-06/0094-M004

Datos del Cliente

Nombre:	Vibeka Andrea Freire Velastegul	Teléfono:	045066492
Dirección:	MANABI / PORTOVIEJO / PORTOVIEJO / CIUDADELA LOS BOSQUES s/n Y 5 DE JUNIO		

Identificación de la muestra / etiqueta

Nombre:	Cáscara con pulpa de plátano hawaiano molida	Código muestra:	21-06/0094-M004
Marca comercial:	N/A	Lote:	N/A
Normativa de Referencia:	TABLA NUTRICIONAL: ALIMENTOS EN GENERAL	Fecha elaboración:	02/07/2021
Envase:	Funda Ziploc	Fecha extracción:	N/A
Conservación de la muestra:	Ambiente Fresco y Seco - Zona Climática IV	Fecha recepción:	05/07/2021
Fecha análisis:	05/07/2021	Vida útil:	N/A
Contenido neto declarado:	200 g		
Presentaciones:	N/A		
Cond. climáticas del ensayo:	Temperatura 22.5 °C ± 2.5 °C y Humedad Relativa 55% ± 15%		

Análisis Físico - Químicos

Ensayos realizados	Unidad	Resultado	Requisitos	Métodos/Ref.
Humedad *	%	10.99	—	AOAC 21st 925.10 *
Proteína *	%	6.20	—	AOAC 21st 920.87 *
Cenizas *	%	4.76	—	NTE INEN 401:2013 *
Grasa *	%	3.20	—	AOAC 21st 922.06 *
Sodio *	mg/100g	34.35	—	AOAC 21st 985.35 *
Porcentaje de Sodio *	%	0.034	—	Calculo *
Carbohidratos por diferencia *	%	74.85	—	Calculo *
Azúcares totales por inversión *	%	2.66	—	Lane & Eryon *

El laboratorio descarga la responsabilidad sobre la información proporcionada por el cliente que pueda afectar a la validez de sus resultados. Los resultados emitidos aplican exclusivamente a la(s) muestra(s) recibida(s) en las condiciones entregadas por el cliente.

Informe: 21-06/0094-M003

Datos del Cliente

Nombre:	Viloko Andrea Freire Velastegui	Teléfono:	0989223972
Dirección:	Cdo Los Bosques S/N y Av. 5 de Junio		

Identificación de la muestra / etiqueta

Nombre:	Cáscara con pulpa de plátano hawaiano	Código muestra:	21-06/0094-M003
Marca comercial:	N/A	Lote:	N/A
Normativa de Referencia:	TABLA NUTRICIONAL: ALIMENTOS EN GENERAL	Fecha elaboración:	22/06/2021
Envase:	Funda Ziploc	Fecha expiración:	N/A
Conservación de la muestra:	Refrigeración 0°C - 4 °C	Fecha recepción:	23/06/2021
Fecha análisis:	23/06/2021	Vida útil:	N/A
Contenido neto declarado:	200 g		
Presentaciones:	N/A		
Cond. climáticas del ensayo:	Temperatura 22.5 °C ± 2.5 °C y Humedad Relativa 55% ± 15%		

Información Nutricional

Tamaño de la porción: 200 g

Porciones por envase: 1

Cantidad por porción	* % VDR		
Energía (Calorías)	419 kJ	(100 kcal)	5
Energía de grasa (Calorías de grasa)	63 kJ	(15 kcal)	
			* % VDR
Grasa total	1,5 g		2 %
Sodio	5 mg		0 %
Carbohidratos totales	16 g		5 %
Azúcares	<1 g		
Proteína	3 g		6 %

* Los Porcentajes de los valores diarios recomendados están basados en una dieta de 8380 kJ (2000 kcal).

Lugar en el que se realizan las actividades de laboratorio:

Laboratorio AFL de SGS DEL ECUADOR S.A.
Av. de las Américas Calle Eugenio Almazán y José Mejía
Edificio Sonapal 2do piso
Guayaquil - Ecuador

VIBEKA ANDREA FREIRE VELASTEGUI

vfreire@espol.edu.ec
0989223972

Informe Analítico: GU21-01207 Rev. 0

Pag.1 de 2

SGS Orden No. : SGS-LAB-684-2021
Asunto : Análisis Químico
Características : CÁSCARA CON PULPA DE PLÁTANO HAWAIANO
Referencia del Cliente : Muestra entregada en el Laboratorio
Lugar de Recepción : Guayaquil
Fecha de Recepción : 23/Jun/2021
Cantidad de Muestras : 1
Fecha de Inicializado el Ensayo : 23/Jun/2021 Fecha de Finalizado el Ensayo : 01/Jul/2021
Resultados de los Ensayos : Consulte la página siguiente(s).

Detalles de muestra(s) analizada(s) :

<u>Item No.</u>	<u>Identificación de Muestra</u>
GU21-01207.001	CASCARA CON PULPA DE PLATANO HAWAIANO -

Método de Ensayo :

<u>Ensayo</u>	<u>Metodología</u>
Fibra dietaria total	LAB-GYE-ME-39 Basado en AOAC 985.29 21th 2019 Fibra dietaria total en alimentos

"El muestreo no fue realizado por SGS, la referencia de identificación de las muestras han sido proporcionadas por el cliente y es de su exclusiva responsabilidad."

Informe Analítico: GU21-01207 Rev. 0

Pag.2 de 2

Detalles de la muestra analizada

Item No. : GU21-01207.001
Identificación de Muestra : CASCARA CON PULPA DE PLATANO HAWAIANO -
Referencia del Cliente : Fecha: 30/06/2021

Resultados de los Ensayos :

Ensayo	Resultados	Unidad
Fibra	40,63	%(m/m)

N.D.= No Detectado N.A. = No Analizado -- = No Aplicable

APÉNDICE C

Norma Técnica Ecuatoriana Obligatoria	ALIMENTOS ZOOTÉCNICOS. COMPUESTOS PARA POLLOS DE ENGORDE. REQUISITOS.	NTE INEN 1 829 1992-01
<p style="text-align: center;">1. OBJETO</p> <p>1.1 Esta norma establece los requisitos que deben cumplir los alimentos compuestos destinados a la alimentación de pollos de engorde.</p> <p style="text-align: center;">2. ALCANCE</p> <p>2.1 Esta norma se aplica a los alimentos compuestos que se comercializan en forma de harina, gránulos (pellets) y migas.</p> <p style="text-align: center;">3. DEFINICIONES</p> <p>3.1 Alimento iniciador. El alimento para suministrarse a los pollos de engorde en la fase de iniciación comprendida como un mínimo de 21 días.</p> <p>3.2 Alimento finalizador. El alimento para suministrarse a los pollos de engorde luego del iniciador hasta el sacrificio.</p> <p>3.3 Para otras definiciones referentes a los alimentos zootécnicos consultar la Norma INEN 1 643.</p> <p style="text-align: center;">4. DISPOSICIONES GENERALES</p> <p>4.1 El alimento debe tener las características físicas, químicas y organolépticas aptas para la alimentación del pollo de engorde y debe estar libre de insectos, plaguicidas, elementos extraños y de adulterantes.</p> <p>4.2 No se permite el uso de hormonas estrogénicas en la elaboración de los alimentos para el pollo de engorde.</p> <p style="text-align: center;">5. REQUISITOS</p> <p>5.1 Cuando el alimento se presenta en forma de harina, el tamaño de partícula debe ser tal que no menos del 97% en masa del material pase a través del tamiz de 2,0 mm y no menos del 75% en masa del material pase a través del tamiz de 850 µm de acuerdo con el Anexo A de la presente norma (ver Norma INEN 154 y 517).</p> <p style="text-align: right;">(Continúa)</p> <hr/> <p>DESCRIPTORES: alimentos para animales, aves de corral.</p>		

5.2 Cuando el alimento se elabore en forma de gránulos (pellets) el diámetro máximo aceptable del gránulo será de 4.0 mm (5/32").

5.3 Los alimentos para pollos de engorde deben cumplir con los siguientes requisitos establecidos en las Tablas 1 y 2.

TABLA 1. Requisitos bromatológicos (a)

REQUISITOS	UNIDAD	ALIMENTO				METODO DE ENSAYO
		INICIADOR		FINALIZADOR		
		Min.	Más.	Min.	Más.	
Humedad	%	-	13	-	13	INEN 540
Proteína cruda	%	20	-	18	-	INEN 543
Fibra cruda	%	menor que	5	menor que	5	INEN 542
Grasa cruda	%	3	-	4	-	INEN 541
Cenizas	%	-	8	-	8	INEN 544
Calcio	%	0,9 a	1,0	0,8 a	1,0	INEN 546
Fósforo total	%	0,68	-	0,60	-	INEN 547

(a) Los valores especificados se expresados en el alimento tal como ofrecido.

TABLA 2. Requisitos microbiológicos

REQUISITOS	METODO DE ENSAYO
Recuento total en placa (REP), máx.....	$1,2 \times 10^8$
Salmonella y Shigella, no detectable en 25 g	
Coliformes, máx..... :.....	1×10^4 INEN 1 529
Hongos, máx.....	1×10^4
Aflatoxina, B ₁ µg/kg, máx.	20 INEN 1 563

5.4 Los valores referenciales de fósforo disponible hasta que se elabore el método normalizado para determinarlos son los siguientes: alimento iniciador % mínimo 0,42 y alimento finalizador % mínimo 0,40.

5.5 El gosispol libre en los alimentos zootécnicos compuestos para los pollos de engorde no podrá sobrepasar del límite máximo de 50 mg/kg. (Ver norma INEN 1 703).

5.6 Pueden adicionarse al producto aditivos permitidos en los niveles recomendados (ver GP-43), de tal manera que no se produzcan efectos residuales en la carne de los animales, en cantidades que representan un riesgo para la salud humana.

(Continúa)