



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS
AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES**

**CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL
INFORME FINAL DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN
CURRICULAR MODALIDAD PRESENCIAL.**

TEMA

**“CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA DE LA BIOMASA
DE CÁSCARA DE PLÁTANO DE LA VARIEDAD *musa
paradisiaca cavendish-musaceae* COMO ALTERNATIVA
ALIMENTICIA EN PIENSOS PARA ALIMENTACIÓN
ANIMAL”**

**Trabajo de titulación previo a la obtención del título de INGENIERO
AGROINDUSTRIAL.**

**Línea de investigación: Gestión, producción, productividad, innovación y
desarrollo socioeconómico.**

Autor: Oscar Joel Sani Sotalin

Director: Ing. Bélgica Normandi Bermeo Córdova, PhD

Ibarra–2023



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1721617874		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Sani Sotalin Oscar Joel		
DIRECCIÓN:	Pichincha /Quito /Carcelén		
EMAIL:	oscar.16.1994@hotmail.com		
TELÉFONO FIJO:	02- 2803756	TELÉFONO MÓVIL:	0986904659

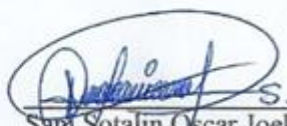
DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA DE LA BIOMASA DE CÁSCARA DE PLÁTANO DE LA VARIEDAD <i>musa paradisiaca cavendish-musaceae</i> COMO ALTERNATIVA ALIMENTICIA EN PIENSOS PARA ALIMENTACIÓN ANIMAL
AUTOR	Sani Sotalin Oscar Joel
FECHA:	24 Abril 2023
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TITULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniero Agroindustrial
DIRECTOR:	Ing. Bélgica Normandi Bermeo Córdova, PhD

CONSTANCIAS

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se desarrolló sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que es la titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad Técnica del Norte en caso de reclamación por parte de terceros

Ibarra, a los 24 días del mes de Abril del 2023.

EL AUTOR:


Sotalim Oscar Joel
C.I. 1721617874

CERTIFICACIÓN DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Ibarra, 19 de Abril 2023.

Ing. Bélgica Bermeo Córdova, PhD.

DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

CERTIFICA:

Haber revisado el presente informe final del trabajo del trabajo de integración curricular, el mismo que se ajusta a las normas vigentes de la Universidad Técnica del Norte; en consecuencia, autorizo su presentación para los fines legales pertinentes.

A handwritten signature in blue ink, consisting of several loops and a central vertical stroke, enclosed within a large, irregular oval shape.

Ing. Bélgica Bermeo Córdova, PhD

c.c: 1102325469

APROBACIÓN DEL COMITÉ CALIFICADOR

El comité calificador del trabajo de integración curricular "CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA DE LA BIOMASA DE CÁSCARA DE PLÁTANO DE LA VARIEDAD *musa paradisiaca cavendish-musaceae* COMO ALTERNATIVA ALIMENTICIA EN PIENSOS PARA ALIMENTACIÓN ANIMAL" Elaborado por Oscar Joel Sani Sotalin, previo a la obtención del título de Ingeniero Agroindustrial, aprueba el presente informe de investigación en nombre de la universidad técnica del norte:

Ing. Bélgica Bermeo Córdova, PhD
DIRECTOR



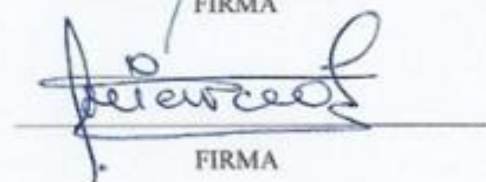
FIRMA

Ing. Armando Manosalvas MSc.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL



FIRMA

Ing. Miguel Aragón MSc.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL



FIRMA

Ibarra – Abril – 2023

DEDICATORIA

Esto lo dedico primeramente a Dios y luego a mis padres Nelson y Monica, quienes con su amor y constancia me han llevado hasta este punto de mi vida, también a mis hermanos Stalin y Tati que día a día fueron un apoyo fundamental a lo largo de mi carrera, en fin este trabajo de titulación lo dedico a todas las personas con quienes compartí de una u otra forma estos años de carrera universitaria, con quienes viví buenos y malos momentos pero me han servido para mi propio desarrollo personal, emocional y sobre todo espiritual.

Orus, Precioso RACSO, Little Greenie.

Joel Sani.

AGRADECIMIENTO

Un agradecimiento muy especial a esta casona de estudio quien abrió sus puertas para formar un profesional de buenos valores y ética como los ha venido haciendo durante años, también quiero agradecer a todos los docentes de la FICAYA con quienes fui formado en estos años que compartí la vida universitaria, en especial a mi tutor Ing. Ángel Satama M.Sc. e Ing. Bélgica Bermeo Córdova, PhD quienes me han guiado para desarrollar este tema de investigación conjuntamente con los docentes opositores Ing. Armando Manosalvas e Ing. Migue Aragón.

Quiero también dejar constancia de un agradecimiento muy especial a los laboratorios Evonik, INIAP, Técnica del Norte, quienes hicieron posible cumplir con los objetivos planteados permitiéndonos el uso de sus dignas instalaciones.

Joel Sani.

RESUMEN

En Ecuador, existen dos problemas importantes: la falta de aprovechamiento de los desechos agroindustriales y la reducción de espacios de pasto para animales poligástricos, especialmente bovinos de carne y leche. Dado que Ecuador es uno de los principales exportadores de bananos a nivel mundial, esta investigación se centró en evaluar la calidad de la cáscara de plátano de la variedad *musa paradisiaca cavendish-musaceae* como alternativa alimenticia en piensos compuestos para animales poligástricos. Se recolectaron muestras de residuos de biomasa de la ciudad de Latacunga cantón Pujilí, y se llevó a cabo una caracterización físico-química de la biomasa residual utilizando el análisis proximal y de Van Soest para determinar la calidad de fibra, así como un perfil de aminoácidos y minerales. Además, se evaluó la aceptabilidad de la harina de banano en bovinos de leche y se analizaron los costos reales de producción. La investigación se centró en la cáscara de banano en sus dos estados de madurez principales (número uno y siete). Para lograr una mayor precisión en los resultados obtenidos, se empleó el método CIE LAB, el cual es un método de laboratorio altamente confiable

Palabras claves: Harina de cáscara de banano, propiedades físico-químicas, fibra, Van Soest.

ABSTRACT

This research is based on the problem of the lack of utilization of agro-industrial waste, such as banana peel *Musa paradisiaca* "Cavendish-Musaceae." Likewise, the reduction of grazing space for polygastric animals, especially beef and dairy cattle. Nowadays, Ecuador is one of the leading exporters of bananas worldwide. This research aimed to evaluate the quality of banana peel of the *Musa paradisiaca* "Cavendish-Musaceae" variety using physical-chemical analysis as a food alternative in compound feed for polygastric animals. The samples of biomass residues used in this study as raw material were collected in the city of Latacunga, Pujilí canton, where green banana peeling exists to obtain pulp. Physical-chemical characterization of the residual biomass was carried out utilising proximal and Van Soest analysis to determine the fiber quality, in addition to a profile of amino acids and minerals and an evaluation of the acceptability of the banana flour in dairy cattle, ending with the actual costs of production. To develop the research, we worked with banana peel in its two main stages of maturity: the number (one and seven), for greater precision, we used the CIE LAB method

Key words: Banana peel flour, physicochemical properties, fiber, Van Soest.

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Amilasa: Enzima que puede hidrolizar el almidón a maltosa o glucosa

Digestibilidad: Cantidad de un nutrientes que se absorbe del tubo gastrointestinal.

Cenizas: Residuos que quedan después de la incineración completa de un alimento de 500 a 600 °C.

Celulosa: Polímero de la glucosa que tienen enlaces entre las moléculas de glucosa resistentes a la hidrólisis.

Fibra insoluble: Porción de los polisacáridos no almidonados que no se fermenta fácilmente en el tubo intestinal.

Partenocarpia: Exento de polinización

Lignina: Componente inorgánico indigerible de la fibra.

PNA: Proteína no almidonada.

TGI: Tracto gastrointestinal.

CVR: Cascara de banano verde.

CAR: Cascara de banano amarillo.

TDN: Total de nutrientes digeribles.

ELN: Extracto libre de nitrógeno.

FC: Fibra cruda.

PC: Proteína Cruda.

FDN: Fibra detergente neutra.

FDA: Fibra detergente acida.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA	6
RESUMEN.....	8
ÍNDICE DE TABLAS	15
ÍNDICE DE FIGURAS.....	16
INTRODUCCIÓN	17
PROBLEMA.....	17
JUSTIFICACIÓN	18
OBJETIVOS	19
Objetivo General	19
Objetivos Específicos.....	19
1.1. CAPÍTULO I.....	21
1.1 Marco teórico	21
1.1.1 Plátano.....	21
1.2 Historia del banano.....	22
1.3 Descripción Botánica	23
1.3.2 Clima.....	25
1.3.3 Suelo.....	25
1.3.4 Banano en el Ecuador.....	25
1.3.5 Principales provincias productoras en el Ecuador	27
1.3.6 Variedades de Banano en el Ecuador.....	29
1.4 Composición Química del banano	30
1.5 Usos de la Cáscara del Plátano	31
1.5.1 Obtención de celulosa	32

1.5.2	Depurador de aguas contaminadas con metales.....	32
1.5.3	Producción de etanol a partir de la cáscara de banano.....	33
1.5.4	Productos deshidratados de remanentes de banano (cáscara verde y madura, raquis y bráctea) en la elaboración de productos alimenticios.....	33
1.5.5	Remueven toxinas	33
1.5.6	Producción de energía a través de la fermentación de la cáscara del banano.	33
1.6	Valor nutricional y calidad de pasturas.	34
1.6.1	Materia seca (MS).....	34
1.6.2	Fibra	35
1.6.3	Fibra Cruda (FC).....	36
1.6.4	Fibra Detergente Neutra (FDN)	36
1.6.5	Fibra Detergente Ácida (FDA).....	36
1.6.6	Lignina Detergente Ácida (LDA)	36
1.6.7	Proteína bruta (PB).....	36
1.6.8	Calidad de pastos y su variación	37
1.6.9	Importancia	37
1.6.10	Valor Nutritivo de los Alimentos.....	37
1.7	Método de Van Soest	38
1.8	Método Weende	39
1.8.1	Importancia de la Determinación del Valor Nutritivo	39
2	CAPÍTULO II	41
2.1	MATERIALES Y MÉTODOS	41
2.1.1	Caracterización del Área de Estudio	41
2.1.2	Materiales y equipos	42

2.1.3	Factores de estudio.....	42
3.1.1.	Métodos.....	43
2.2	Caracterización físico química de la biomasa residual del banano Musa Paradisiaca.....	43
2.3	Determinación de los parámetros de palatabilidad en relación a la calidad y rendimiento del producto final.....	44
2.3.1	Primer ensayo.....	44
2.3.2	Segundo ensayo.....	44
2.3.3	Método de evaluación de palatabilidad.....	45
2.4	Rendimiento de la harina de cascara de banano.....	45
2.5	Costo de producción.....	46
2.6	MANEJO DEL EXPERIMENTO.....	47
2.6.1	Descripción del proceso para acondicionamiento de la cáscara de plátano	48
3	CAPÍTULO III.....	49
3.1	RESULTADOS.....	49
3.1.1	Caracterización de la cáscara de banano variedad musa paradisiaca cavendish-musaceae en su estado verde y amarilla	49
3.1.2	Análisis de Van Soest de la biomasa residual de la cáscara de banano verde y amarilla.....	50
3.1.3	Determinación de la calidad de fibra luego del análisis de Van Soest	51
3.1.4	Perfil de aminoácidos en la cáscara de banano variedad musa paradisiaca cavendish-musaceae con mejor contenido de fibra.....	52
3.1.5	Evaluación de la aceptabilidad de la harina de plátano de la variedad musa paradisiaca cavendish-musaceae en ganado bovino.....	54

3.1.6	Costos reales de producción de la harina de banano de la variedad musa paradisiaca cavendish-musaceae	57
4	CAPÍTULO IV	58
4.1	Conclusiones	58
4.2	Recomendaciones	58
	BIBLIOGRAFÍA	59
	ANEXOS	67

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Taxonomía de musa paradisiaca</i>	25
Tabla 2 <i>Provincias productoras principales en el Ecuador</i>	27
Tabla 3 <i>Composición Química del banano</i>	31
Tabla 4 <i>Características demográficas del área de experimentación</i>	41
Tabla 5 <i>Materiales, equipos e insumos</i>	42
Tabla 6 <i>Tratamientos del experimento</i>	43
Tabla 7 <i>Métodos utilizados en la caracterización de la biomasa residual del banano</i>	44
Tabla 8 <i>Análisis proximal de la biomasa residual de la cáscara de banano verde y amarilla</i>	49
Tabla 9 <i>Análisis Van Soest de la biomasa residual de la cáscara de banano verde y amarilla</i>	50
Tabla 10 <i>Perfil de aminoácidos de la cáscara de banano verde</i>	52
Tabla 11 <i>Perfil de minerales de la cáscara de plátano verde</i>	53
Tabla 12 <i>Primer ensayo sobre la aplicación de la cáscara de plátano verde en ganado bovino</i>	54
Tabla 13 <i>Segundo ensayo sobre la aplicación de la cáscara de plátano verde</i> ..	55
Tabla 14 <i>Costos de producción</i>	57

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Provincias productoras principales en el Ecuador	28
Figura 2 Guía de maduración.....	29
Figura 4 <i>Sistema de fibra detergente de acuerdo a Van Soest</i>	38
Figura 5 Diagrama de proceso para el acondicionamiento	47
Figura 6 Aceptabilidad en ganado bovino	56

INTRODUCCIÓN

PROBLEMA

Los subproductos agroindustriales constituyen un problema serio de residuos en gran parte del mundo debido a dos factores principales aumento en producción primaria y al surgimiento de leyes ambientales más estrictas. Por ello, surge la necesidad de conversión de los mismos en un producto útil y de mayor valor agregado (Vargas & Pérez, 2018)

En el Ecuador, las alternativas que se han dado para aprovechar estos residuos y obtener beneficios que reduzca el impacto ambiental son el compostaje, lombricultura, fertilizantes, entre otras, con ingresos rentablemente bajos. Pese a utilizar ciertos desechos en los procesos agrícolas estos no solucionan el problema del inadecuado manejo de los residuos, por este motivo se consideró la necesidad de desarrollar programas que permitan el aprovechamiento de desechos orgánicos (Torres, 2017).

Los desperdicios de plátano “banano” están valorados en un 40% en cáscara y para los productores es un problema por contaminación ambiental se puede propagar varias especies de plagas y se destinan como abono para el cultivo por medio de la descomposición a campo abierto, que por el contrario no ayudan a la nutrición del suelo y generan la proliferación de plagas que pueden afectar otros cultivos (Pro-Ecuador, 2015).

En el Ecuador el crecimiento de florícolas ha ido reduciendo las hectáreas de terreno para cultivo forrajero que necesitan especialmente los animales rumiantes y algunos monos gástricos, esto ha conllevado a que los ganaderos se encuentren en problemas ya que tienen que estabular a sus bovinos, caprinos, aves, cobayos, etc. Y esto requiere adquisición de distintos balanceados y variados para poder suplir la dieta alimenticias de estos animales (La Hora, 2003).

Siendo la cantidad de alimento consumido el principal factor que determina la productividad del animal, y al necesitar un suplemento que en muchos casos suelen ser muy costosos por su contenido optan por alimentar a sus animales con distintas

fibras sin conocer su contenido y estructura, causando pérdidas ya que el animal solo aprovechara lo necesario de lo consumido (SANTINI, 2014).

JUSTIFICACIÓN

El porcentaje en peso de cáscara de banano se encuentra entre un 30% a 40%, el cual es una cantidad considerable de residuos durante el procesamiento de estos frutos. La cáscara contiene celulosa, hemicelulosa y lignina. Por esta razón, se podría utilizar para la producción de suplementos para alimentación animal especialmente en animales poligástricos (Álvarez, 2013).

Tomando en cuenta que la fruta de banano contiene 60% de pulpa y 40% de cáscara, es decir que de una caja de banano de 18,14 kg se desperdician 7,25 kg. Hasta ahora la visión que han tenido los procesadores de plátano ha estado orientada fundamentalmente a mejorar las condiciones de producción más no en reutilizar uno de sus mayores desechos como es la corteza (CARRIÓN, 2013).

Por ello la utilización de los residuos del banano se convierten en una alternativa viable de producción para la elaboración de alternativas alimenticias como suplemento para alimentación de rumiantes ya que posee alto contenido de celulosa, almidón, fibra dietética, proteínas, aminoácidos esenciales, ácidos grasos poliinsaturados y potasio que pueden ser transformados en balanceados para animales poligástricos (Mendoza, 2019).

El aprovechamiento de fibra y proteína de la cáscara de banano para animales mono gástricos son menores al 6% y propone la utilización de otra variedad de cáscara y el aprovechamiento de desechos agroindustriales para animales poligástricos ya que consumen fibras mayores al 20%, manejar los recursos de la mejor manera ya que la cantidad de alimento consumido y aprovechado es lo que se refleja en la producción animal, de este modo se contribuye a la generación ganancias económicas a los productores de los animales (Valverde, 2016).

Teniendo en consideración el potencial de producción de banano en nuestro país, se justifica el proyecto de investigación mencionado, debido a que en la cosecha se generan cerca del 95% de residuos vegetales, ya que por lo general sólo se utiliza el

fruto para la comercialización y consumo, mientras que las demás partes de la planta como raquis, pseudotallo y cáscaras o piel de banano *musa paradisiaca* no aprovecha el productor primario (Pro-Ecuador, 2015).

La ingesta de alimento en animales es muy importante ya que ayuda a estar sanos, tener energías, crecer, reproducirse, dar leche carne y otros derivados, depende en gran medida de la cantidad y calidad del alimento ingerido, todo depende de la capacidad del productor para manejar los recursos a su disposición.

OBJETIVOS

Objetivo General

Evaluar la calidad de la cáscara de plátano de la variedad *musa paradisiaca cavendish-musaceae* mediante el análisis físico químico como alternativa alimenticia en piensos compuestos para animales poligástricos.

Objetivos Específicos

- Determinar la calidad de fibra de la cáscara de plátano variedad *Musa paradisiaca Cavendish-musaceae* por el método de Van Soest en dos estados de madurez “verde y madura”.
- Determinar el perfil de aminoácidos y minerales en la cáscara de plátano de la variedad *Musa paradisiaca Cavendish-musaceae* con mejor contenido de fibra posterior al análisis de Van Soest.
- Evaluar la aceptabilidad de la harina de plátano de la variedad *Musa paradisiaca Cavendish-musaceae* en ganado bovino.
- Establecer los costos reales de producción de harina de la cáscara de plátano *Musa paradisiaca Cavendish-musaceae*.

HIPÓTESIS

Hipótesis alternativa

La biomasa de cáscara de plátano *Musa paradisiaca Cavendish-musaceae* valorada mediante el método de Van Soest, presenta diferente perfil de aminoácidos y minerales en la corteza verde y madura para alimentación de rumiantes

Hipótesis nula

La biomasa de cáscara de plátano *musa paradisiaca Cavendish-musaceae* valorada mediante el método de Van Soest, presenta igual perfil de aminoácidos y minerales en la corteza verde y madura para alimentación de rumiantes

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1 Plátano

1.1.1 *Contextualización del banano.*

Se puede decir que, la *musa paradisiaca* es una de las plantas más arcaicas, donde se evidencia en las escrituras chinas de hace más de 3000 años, en los cuales se menciona este fruto que alimentaba al hombre primitivo, ahora en tiempos actuales, el cultivo comercial presentó un mayor interés en el grupo Cavendish, pues esta variedad son de alto rendimiento y permiten una mayor exportación por su gran demanda (Carrión, 2013 como se citó en Carvajal & Murgueitio, 2017) .

A fines del siglo XIX, el Plátano era una planta desconocida en Europa, a donde habían llegado muy escasos ejemplares, traídos de las regiones tropicales por naturalistas viajeros, que se conservaban como preciosas rarezas en los invernaderos cálidos de algunos museos de las capitales europeas. (Cantillo, 2010).

Tanto el plátano y el banano son los productos más representativos del trópico; pues la terminología del banano configura todos los partícipes del género *Musa*; en ese aspecto, el plátano enfatiza a un contiguo determinado dentro de este grupo. Pues el plátano es una fruta que por su considerable representación de almidón tienen que ser cocida posterior a su ingesta, asociada como plátano para ser cocida o de cocción (Sepúlveda et al., 2017).

En ese aspecto, el término banano se emplea para aludir a las especies *Musa* que son más dulces y se consumen crudas, por lo que el plátano se emplea para asociar a las especies *Musa* que son conocidas antes de la ingesta. El plátano se particulariza por la coloración anaranjada – amarilla de la pulpa una vez conseguida su maduración, son delgados y puntiagudos. Estos normalmente se cultivan en plantaciones de cacao y café, y juntamente con los tubérculos y las raíces, son una significativa fuente calórica consumida en diferentes preparaciones (Burgos & Pozo, 2020).

El banano se consideraba como un fruto exótico que llegaba ocasionalmente a los puertos de la zona templada, debido a la previsión de los tripulantes, quienes, para mejorar su alimentación en el curso de las travesías, embarcaban algunos racimos en sus escalas en los Mares del Sur (Cantillo, 2010).

En la actualidad Ecuador es uno de los principales exportadores de bananos a nivel mundial con una vasta experiencia de más de cincuenta años, gracias a las condiciones climáticas que posee. Ecuador posee una gran oferta de bananos durante todo el año cumpliendo con los más altos estándares de calidad contando con más de 180 hectáreas cultivadas en alrededor de nueve provincias del país (BETZABETH, 2011).

1.2 Historia del banano.

El banano como otros vegetales y frutas cuyo consumo se ha empleado por todo el mundo cuenta con una historia y una amplia trayectoria geográfica durante los siglos de las migraciones, invasiones, viajes, descubrimiento y diversos comportamientos humanos que diversificaron sus usos tanto alimenticios como lingüísticos por seguir en sus orígenes un doble rumbo, hacia el Este es decir al Océano Pacífico y a su vez hacia el Oeste en dirección al Océano Atlántico siendo recibidos en América a principios del siglo XVI (ÁLVAREZ, 2001).

El plátano macho o banano se dio a conocer en el Mediterráneo en el año 650 DC. La especie llegó a las Canarias en el siglo XV y desde allí fue trasladado a América en 1516 por las constantes corrientes migratorias de la época, luego empezó a crecer en la región húmeda tropical del centro y sur del continente (Reyes V. , 2007).

Entre las referencias más antiguas encontradas del cultivo de banano se encuentran en la India donde aparecen citas en las poesías del budismo de los años 500-600 AC, otro dato referente a su historia sugiere la presencia, hace aproximadamente 2000 años de una especie de mutación del Curraré pues habla de una fruta grande como el "colmillo de un elefante (Artavia, 2008).

En la actualidad es un cultivo que posee una gran distribución por su adaptación a los climas trópicos como en los subtropical, sin embargo, las mayores plantaciones para

nivel comercial del banano se encuentran en los climas trópicos húmedos (Manuel Rodríguez Cedillos, 2002).

En ese aspecto el banano es una clase de planta herbácea monocotiledónea, asociada a la familia Musáceas, sus distintas tipologías se enmarcan según su compuesto genómico en *Musa Cavendish* (bananos) y *musa paradisiaca* (plátanos). Actualmente, el banano es cultivado en alrededor del 107 naciones con un intensa productividad a nivel global, es contemplada como el cuarto cultivo más significativo globalmente, porque se enmarca dentro de la canasta básica familiar, también por su producción volumétrica en exportación y fundamentalmente por llegar a ser una fuente de trabajo para la economía de muchas naciones del sub trópico y trópico (Rojas et al., 2019).

1.3 Descripción Botánica

El plátano y banano son plantas herbáceas, que pertenece al grupo de las *musáceas*. Sus raíces son gruesas, carnosas y se ramifican en pelos absorbentes, que son los responsables de la absorción del agua y los nutrientes. Normalmente, las raíces están situadas a treinta centímetros de profundidad (Agrolanzarote, 2012). Su forma es alargada llamada fruta tropical y curva consiguiendo un peso de cien gramos a doscientos gramos, su espesor es abultado, de pigmentación amarilla y factible de pelar, su pulpa blanquecina y carnosa (Arias, 2019).

1.3.1 Sistema. Radicular.

El banano poseen una estructura radicular primaria y uno adventicia, su espesor fluctúa entre cinco y ocho milímetros y su extensión puede conseguir los dos o tres metros en aumento lateral y hasta un metro en profundidad, las raíces primerizas proceden de la superficie del cilindro eje del rizoma, y los secundarios y terciarios en las raíces primarias (Vézina & Baena, 2020).

1.3.1.1 Pseudotallo.

Se origina de la planta que se asimila a un tronco, pero realmente, es un carente tallo llamado pseudotallo, estructurado por un contiguo de vainas superpuestas, es carnoso y considerablemente resistente, puede sostener un racimo de 50 kg, conforme las hojas se desarrollan el pseudotallo también va aumentando y consigue su altura máxima

cuando el tallo real funciona como apoyo a la inflorescencia de la planta (Pedraza, 2019).

1.3.1.2 Tallo.

Este se distingue por tres clases en el mismo, el rizoma, el tallo aéreo y el pedúnculo. El tallo aéreo es la conformación de la planta que se desarrolla de forma vertical que sobresale del suelo, conforme incrementa guía la inflorescencia y las bases foliares verticalmente en el pseudotallo. El rizoma es una variación del tallo que aumenta excéntricamente, posee diferentes nodos que pueden dividirse y replantarse para generar plantas nuevas, el pedúnculo es el tallo que apoya la inflorescencia y lo conecta al rizoma (Pedraza, 2019).

1.3.1.3 Hojas.

Las hojas son prominentes y curvados poseen una nervadura central que las asocia en dos láminas, crecen del sitio elevado del tallo y pueden desarrollarse hasta tres metros de longitud y sesenta centímetros de ancho, antes de generarse la floración, emanan entre treinta y cuarenta hojas (Campos, 2021).

1.3.1.4 Flor

La bellota o flor del banano sobresale como un cono largo y afilado al final de la hilera del banano, posee pétalos bien cimentados, tenuemente cerosos y tiesos al halarse, el color de los pétalos posee coloración morada con un tono rojo muy fuerte. La inflorescencia es un sistema complejo que posee las flores que se transformaran en frutos; se basa en el tallo floral, en otros términos, en el tallo real de la planta. Las flores femeninas se desarrollar primariamente, el ovario se potencia en un fruto sin semillas a través partenocarpia (exento de la polinización), conforme se desarrolla la bráctea se manifiestan las flores femeninas incorporadas en los nódulos y crecen manos de frutos, las flores masculinas en el núcleo desarrollan polen es capaz de ser estéril (Clavijo, 2020; Armas, 2021).

1.3.1.5 Fruto

El fruto de este, se particulariza por ser una cereza con pericarpio, ausente de polinización, son estériles, se desarrolla iniciando de los ovarios de las flores postiladas

que evidencian un gran incremento en volumen, el fragmento comestible es el producto del engrosamiento de las paredes del ovario modificado en una masa parenquimatosa atestada de azúcar y almidón (Averos, 2022).

Tabla 1.

Taxonomía de Musa paradisiaca

Taxonomía	
Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Liliopsida
Orden	Zingiberales
Familia	Musaceae
Género	Musa
Especie	Paradisíaca

Fuente (Pro-Ecuador, 2015)

1.3.2 Clima

La temperatura es el factor que más influye en el desarrollo y crecimiento de la platanera. El rango de temperatura más adecuado para el crecimiento de la planta oscila entre los 18 y 28°C. Este cultivo es sensible al viento, porque rompe el limbo de las hojas e incluso puede tirar la planta al suelo (Agrolanzarote, 2012).

1.3.3 Suelo

Los suelos más favorables para el cultivo de plátano y banano son los de textura arenosa, pero provistos de arcilla (30-50%) y limo. Es importante que tengan una buena porosidad y un buen drenaje, para evitar problemas de asfixia radicular. El pH óptimo se sitúa entre seis y siete. Los terrenos con pH alcalino y alto contenido de carbonato cálcico, provocan fenómenos de clorosis en las plantas, ocasionadas por una deficiencia en hierro (Cantillo, 2010).

1.3.4 Banano en el Ecuador

El banano es uno de los cultivos más comunes en los países que poseen climas tropicales, de todo el fruto lo único que se consume es la pulpa por lo que se genera

grandes cantidades de desechos que terminan en los basureros municipales de los respectivos países (Gabriela Blasco López, Obtenido de Propiedades funcionales del plátano (*Musa sp*), 2014).

El banano se enmarca como uno de los cultivos más significativos en la agricultura, por consiguiente, una fruta consumida por todas las personas; es una fruta elemental para la alimentación de las personas, ya sea por su precio, sabor y alcance de la mayoría de las personas (Ramos et al., 2016).

El banano es uno de los productos agrícolas más importantes del Ecuador, se basa en sistemas de cultivo de monocultivo intensivo con un gran volumen de biomasa en pie y grandes cantidades de biomasa residual que se puede utilizar para extracción de carbono; el cultivo de banano en la zona ecuatoriana es fundamental en contexto comercial y social, configura el 2% del producto interno bruto y alrededor del 35% de producto interno bruto agrícola, la siembra de este propicia a centenares de sujetos ecuatorianos representado 2,50 millones de sujetos, el cual se denomina a un 6% de las personas en el país; con lo que esencialmente la industrialización bananera es muy importante para el potenciamiento económico agrícola del Ecuador (García et al., 2019).

Y es que la agricultura bananera genera grandes cantidades de residuos biomasa; una vez cosechados, los residuos se dejan en su mayoría para que se descompongan en el suelo, generando grandes cantidades de gas efecto invernadero “GEI” (Ortiz et al., 2021).

En ese sentido, la producción bananera representa uno de los productos más rentables y expandidos de Latino América y el Caribe, por consiguiente, es el rubro más significativo de ingresos económicos de exportación agrícola de la población ecuatoriana; la demanda se fundamentan en la calidad, de esta manera, se ha transformado en un fruta muy apetecida en muchas naciones, dado por las particularidades nutricionales, asociadas esencialmente por macro y micronutrientes, tiene también particularidades Fito nutritivas y compuestos bioactivos que fortalecen la salud, es un alimento sustancial para la población ecuatoriana (Organización de la

Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura 2020; Zhiminaicela et al., 2020; Muñoz Murcillo et al., 2020).

La plantación de banano ha ganado una gran acogida estos últimos años, según datos de la ESPAC, en el 2013 se recuperó una gran área cultivada luego una pequeña caída en el año 2012 (PROECUADOR, 2015).

El banano es producido en más de 130 países alrededor del mundo en la India se produce más del 25% del plátano comercial pero el Ecuador es uno de los principales exportadores con un tercio del mercado global (Luz Marina Hernández, 2009).

1.3.5 Principales provincias productoras en el Ecuador

Según el Ministerio de Agricultura y Ganadería (2021), seis provincias del Ecuador, son las que presentan mayor producción de banano, los cuales se exponen en la **Tabla 1**.

Tabla 1

Provincias productoras principales en el Ecuador

Provincia	UPA	Superficie (ha)	Producción (t)	Rendimiento (t/ha)
Los Ríos	1,87	56,15	2,571,356,00	45,80
Guayas	1,73	46,67	2,098,274,00	45,94
El Oro	2,27	41,17	1,502,098,00	36,49
Cañar	95,00	3,49	170,670,00	48,83
Cotopaxi	379,00	5,22	108,019,00	20,68
Santo Domingo de los Tsáchilas	186,00	2,55	102,677,00	40,21
Otras	8,93	9,81	131,821,00	13,44
Total	15,46	164,08	6,684,916,00	40,74

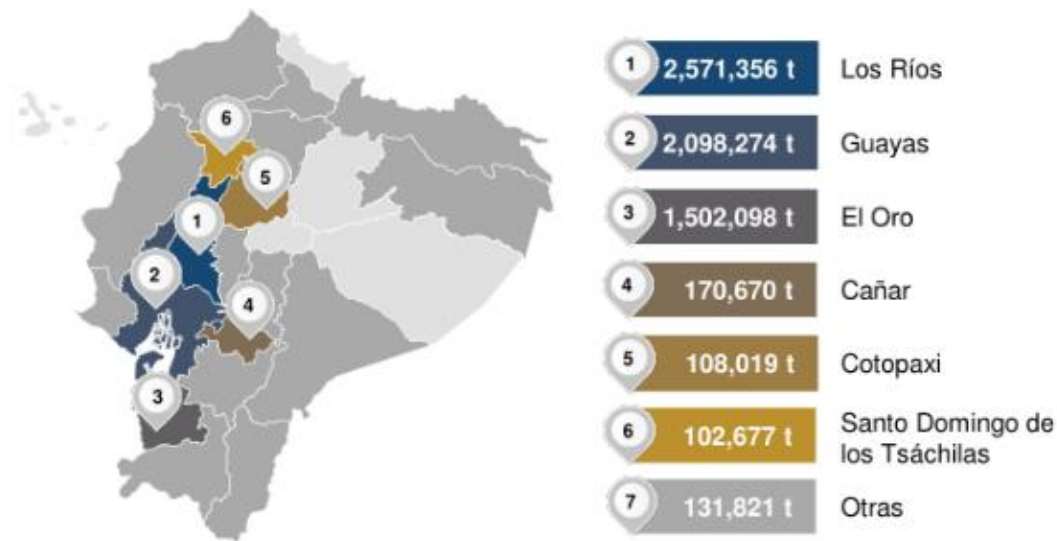
Nota: Recuperado de (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2021)

Tal como se evidencia en la tabla, la provincia de Los Ríos, es la de mayor producción con una cantidad de 2, 571, 356,00 toneladas de banano, mientras que se aprecia que

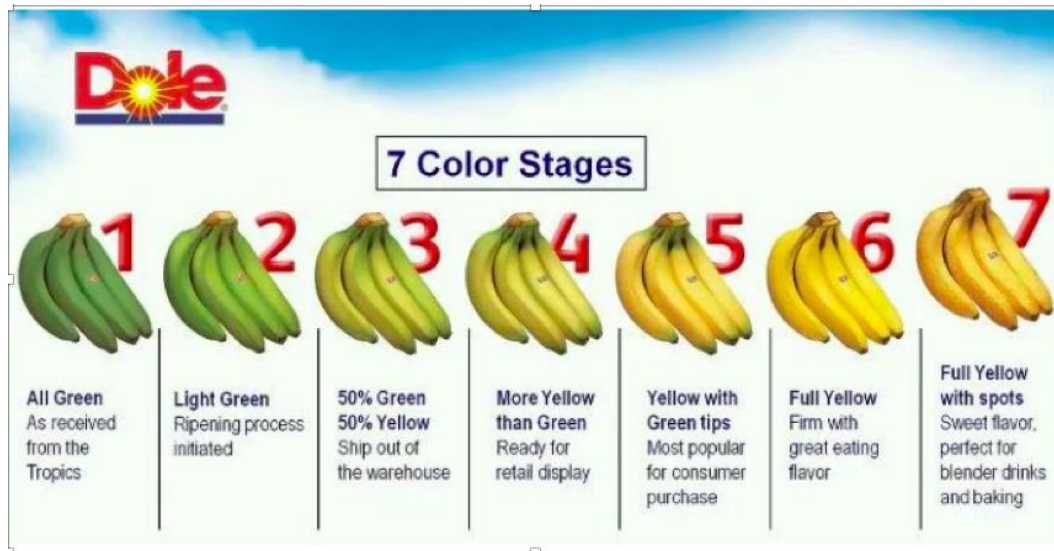
de la región sierra, se destacan tres provincias con gran producción de banano. A continuación, se exponen una imagen representativa de las provincias productoras.

Figura 1

Provincias productoras principales en el Ecuador



Para que se puedan elaborar los distintos productos derivados del banano se debe seguir una guía de maduración, el cual se encuentra en la **Figura 2**, los cuales permiten generar una mejora instrucción en la selección del banano para su propósito final, como el grado de madurez del dos al cuatro siendo más idóneo para los productos alimenticios.

Figura 2*Guía de maduración*

Fuente: (Dr. Theo Notteboom, 2022)

1.3.6 Variedades de Banano en el Ecuador

Si bien es cierto, la agricultura ecuatoriana representa uno de los sectores más esenciales en la economía del Ecuador, por la gran distinción de recursos naturales con la que cuenta; pues las aspiraciones de poseer con una agricultura sustentable ha aumentado en muchas naciones en los últimos tiempos de forma acelerada, y se anticipa que, esta esperanza se modifique en una exigencia urgente en los años próximos; en esa situación, el Ecuador ha padecido un aumento acelerado en la producción y exportación de musáceas (Viteri & Tapia, 2018; Ortega et al., 2019).

En ese aspecto, las especies cultivadas del género *Musa*, plátanos y bananos, están representadas en grandes prominencias; y es que los sitios de producción, están situadas en más de 100 naciones de región tropical y subtropical, y enmarcan un alrededor de 5,60 millones de hectáreas en Ecuador, Costa Rica, Filipinas, Colombia y Guatemala; dentro del Ecuador el banano se contempla como la segunda exportación no petrolera más significativa (Ascencio et al., 2020).

Dentro de las variedades de banano que se cultivan en Ecuador, se encuentran: barraganete, curare enano, maqueño, dominico hartón, MP1, y el plátano hawaiano,

los cuales se diferencian por su tamaño, y el más comercializado es el barraganete con la presencia en el 95% de las plantaciones (Villón, 2021). Además, el 32% de la oferta a nivel global procede del Ecuador, por lo que es considerado como el mayor exportador mundialmente (Álvarez et al., 2021).

1.4 Composición Química del banano

Bananas y plátanos tienen la característica general de las frutas, es decir, tienen un valor nutritivo que radica fundamentalmente, en su contenido de carbohidratos (Ley, 2004).

Los bananos verdes contienen del 20% – 22% de la materia seca, principalmente en forma de almidón. Cuando estas maduran el almidón se convierte en azúcares simples como: sacarosa, fructuosa y glucosa. Los azúcares presentes en la pulpa de banano maduro, son fácilmente asimilables, de los cuales, los principales son sacarosa (66%), glucosa (20%) y fructuosa (14%) (Hurtado, 2001). Estos contienen polisacáridos no amiláceos con bajo índice glucémico; todo ello los transforma en un componente fundamental para el desarrollo de alimentos funcionales (Mohapatra et al., 2010).

La composición química del banano depende de la condición de madurez para la cosecha y aspectos del ambiente en las que este, en estado de inmadurez, su representación esencial es el almidón, aunque también se contempla una fuente de proteína (1,00 – 2,50 %) fibra (1,50 – 2,50 %), lípidos (0,20 – 0,50 %) y elementos antioxidantes naturales, como son los poli fenoles, mismo que facilita distintos alicientes para la salud de los seres humanos. Por otro lado, la cáscara posee el 40 % del peso total de la fruta es una fuente rica fibra (43,20 – 49,70 %), por consiguiente cuenta con un 3 % de almidón, 6% – 9 % de proteína cruda, ácidos grasos poliinsaturados, aminoácidos fundamentales y micronutrientes, así como elementos antioxidantes (Fatameh et al., 2012 como se citó en Raza Jimbo, 2019).

Tabla 2*Composición Química del banano*

Componente	Unidad	Valor
Agua	%	65,60
Energía	Kcal	89,00
Carbohidratos	%	32,30
Fibras	%	0,50
Proteínas	%	1,00
Grasa	%	0,30
Ceniza	%	0,80
Fósforo	ppm	340,00
Calcio	ppm	310,00
Potasio	ppm	-
Hierro	ppm	8,00
Vitamina A	ppm	1,75
Vitamina B1	ppm	0,60
Vitamina B2	ppm	0,40
Vitamina B6	ppm	-
Vitamina C	ppm	200,00
Niacina	ppm	6,00

Fuente: (Carvajal & Murgueitio, 2017)

1.5 Usos de la Cáscara del Plátano

Respecto del banano y el plátano se pueden adquirir diferentes productos como jugos, alcohol, mermeladas, polvo, harina entre otras muchas cosas más; en distintas regiones del mundo, la disposición de alimentos es ineludiblemente una problemática, siendo pertinente el empleo de la imaginación para resolver tal evento, un ejemplo claro es lo sucede en Etiopía, pues el secado de bananos posee una razón para el abastecimiento de alimentos (Thompson, 1995; Osman 1985; Dasuki, 1992 como se citó en Moreira, 2021).

Otro producto producido es el almidón de la pulpa del banano, que dispone de un contenido de 32 % de amilasa, además en el proceso de la maduración del banano el contenido de almidón total y resistente dispone de granos con polimorfismo en su tamaño y forma, como el contenido de carbohidratos parietales, aminoran esencialmente (Mugula et al., 1994; Gnakri et al., 1996 como se citó en Moreira, 2021).

Sin embargo, se puede manifestar que el banano está significativamente disponible para alimentar a los animales por el hecho de su rechazo para la exportación, el daño en el campo, o no ser comercializada; la productividad bananera ecuatoriana representa 6 millones de toneladas métricas, tomando en consideración el porcentaje de desecho, representando de 1,80 y 2,40 millones de toneladas de banano, podrían ser empleadas en la productividad animal. La cáscara de plátano verde tiene una constitución proteica aminorada, es rica en energía porque viene de los carbohidratos como de la grasa existente en ella y tiene una constitución de ácidos grasos muy compensada, con un 44% de saturados, lo cual implica la transformación de la cáscara en un recurso de grasa protegido (Arias, 2019).

1.5.1 *Obtención de celulosa*

La industria bananera produce una gran cantidad de residuos vegetales, ya que de la planta solamente se aprovecha el fruto, teniendo que disponer de las demás partes de la planta: pseudotallo, hojas y pinzote o raquis (parte de la planta que sostiene los manojos de frutos). Debido a que estos materiales están constituidos por fibras lignocelulósicas, se podrían utilizar como materia prima para la obtención de celulosa o en la obtención de materiales compuestos (Gañan P., 2004).

1.5.2 *Depurador de aguas contaminadas con metales*

Cuando se secan y se muelen hasta polvo, las cáscaras de banano tienen la capacidad de limpiar las aguas contaminadas con metales pesados de una manera eficaz y barata. El método brasileño se aprovecha para la limpieza de uno de los principios básicos de la química, los opuestos se atraen. En la cáscara de banano existen veinte y cuatro números de moléculas con carga negativa. Estas moléculas tienen un gran poder de atracción sobre la carga positiva de los metales pesados.

1.5.3 Producción de etanol a partir de la cáscara de banano

En estudios realizados se evaluó la hidrólisis de la celulosa presente en cáscara de banano y su posterior fermentación a etanol, se ajustaron los medios de fermentación para los microorganismos *Saccharomyces cerevisiae* NRRL Y-2034 y *Zymomonas mobilis* CP4. Se caracterizó la cáscara de banano, la cual posee un contenido de almidón, celulosa y hemicelulosa que representan más del 80% de la cáscara ameritando el estudio de ésta como fuente de carbono. La hidrólisis ácida de cáscara de banano produce 20 g/l de azúcares reductores. Para la fermentación realizada con *Saccharomyces cerevisiae* se logra una concentración de etanol de $7,92 \pm 0,31\%$ y no se aprecia una producción considerable de etanol (menor de 0,10g/l) (Monsalve J, 2006).

1.5.4 Productos deshidratados de remanentes de banano (cáscara verde y madura, raquis y bráctea) en la elaboración de productos alimenticios.

El objetivo de producir estos alimentos deshidratados fue tener una alternativa de aprovechamiento, ya sea como materia prima que por su alto contenido de fibra puedan servir para desarrollar alimentos funcionales tales como productos de panadería y cereales (Cevallos et al., 2010).

1.5.5 Remueven toxinas

Investigaciones realizadas han demostrado que la cáscara del banano tiene una capacidad para absorber el plomo y el cobre de las aguas de río. Con anterioridad se había experimentado con otros materiales vegetales, tales como cáscaras de maní y fibras de coco, pero las cáscaras de banano picadas reportaron mejores resultados. Los investigadores también encontraron que las cáscaras picadas de banano podrían ser utilizadas repetidamente para purificar el agua contaminada por las plantas industriales y explotaciones agrícolas hasta once veces y ser aún efectivas (Richardson, 2011).

1.5.6 Producción de energía a través de la fermentación de la cáscara del banano.

El banano se coloca en un recipiente cualquiera, dependiendo de la cantidad que se va a dejar fermentar, luego se tapa y se deja fermentar hasta que se haya producido el ácido acético (vinagre) y poder realizar la conexión del circuito. Existe también otro

método, el cual consiste en ubicar el banano maduro en un costal durante ocho días, después de este tiempo suelta el ácido acético por la combinación de la cáscara-banano (López & Ralda, 1999).

Tal como se mencionó anteriormente, el porcentaje en peso de cáscara del plátano y banano puede estar entre un 30% a 40%, el cual es una cantidad considerable de residuos durante el procesamiento de estos frutos. La cáscara contiene celulosa (10,50%) y hemicelulosa (14%) y lignina (17%). Por esta razón, se podría utilizar para la producción de complejos enzimáticos (Álvarez G, 2013) .

La población ecuatoriana adquiere grandes cantidades de bananas y plátanos por las propiedades nutricionales que posee generando así, grandes cantidades de residuos. Observando la gran producción de las cáscaras de ambos productos que no cuentan con ningún tipo de procesamiento a pesar de ser reconocido el apreciable valor nutricional que poseen, estas cáscaras son tratadas como residuos provocando contaminación medioambiental. Todos estos elementos antes señalados son la base para la elaboración de abonos verdes, bien sea a través de compost o como complemento del substrato utilizado en la lombricultura, ya que pueden aportar al suelo una gran cantidad de nutrientes, entre ellos el potasio (Castro, 2010).

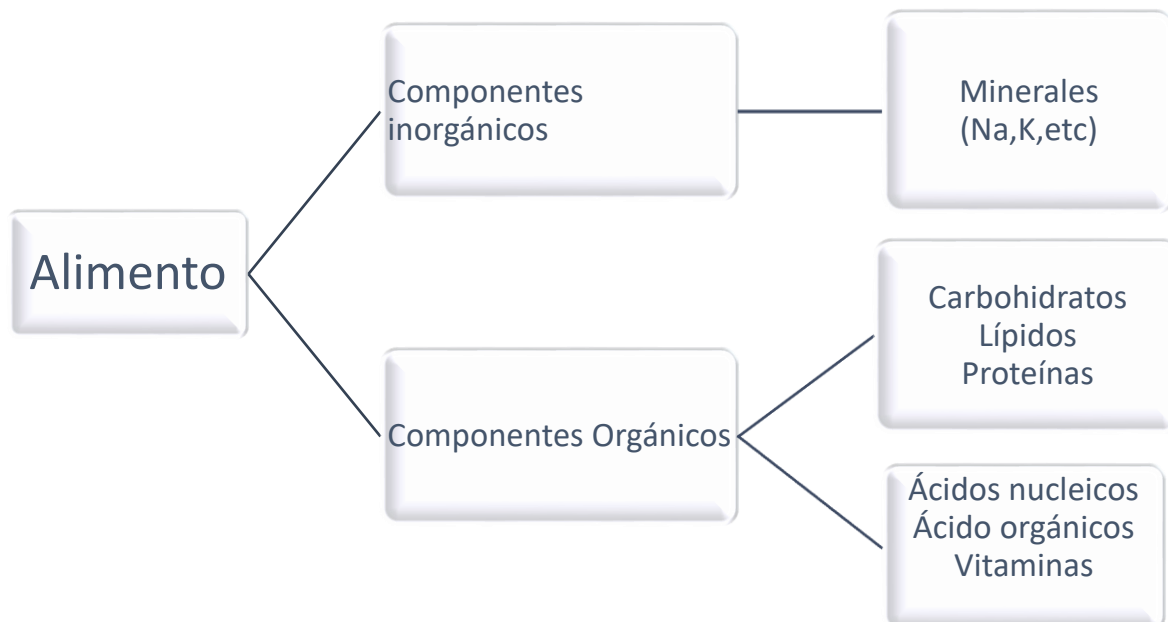
1.6 Valor nutricional y calidad de pasturas.

Al hablar de valor nutricional y calidad de pasturas nos hacemos referencia a los requerimientos que los bovinos necesitan para suplementar los déficits de los principales componentes, tomando en cuenta que la calidad de pastura dependerá principalmente del contenido de proteína bruta (PB) y la energía que contenga lo cual dependerá de los nutrientes digestibles totales (Artavia, 2008).

1.6.1 *Materia seca (MS)*

La materia seca está compuesta principalmente por materia orgánica e inorgánica el componente inorgánico está formado por minerales, mientras que la parte orgánica está formada por proteína, lípidos, vitaminas, carbohidratos, ácidos nucleicos y ácidos orgánicos (Parsi, 2001).

Figura 3. Esquema de composición de los alimentos.



Fuente: (Parsi, 2001)

1.6.2 Fibra

Se deduce como fibra dietética a los polímeros de carbohidratos que son asimilados en el intestino delgado y que pueden o no asociarse a la fermentación microbiana en el intestino grueso; respecto de los distintos elementos como arabinosilano, inulina, glucano, pectina, salvado y almidones persistentes.

La fibra proporciona consecuencias beneficiosas a la salud humana como: prevenir obesidad y diabetes, misma que está configurada esencialmente de lignina, pectina, celulosa, hemicelulosa y ácido galacturónico; este componente hace que este cultivo se contemple como opción de carbohidratos digeribles que pueden ser empleados como componentes funcionales para ser aprovechados en la industria (Raza, 2019).

La fibra se origina en las paredes de las células vegetales, está constituida por polisacáridos no almidones (PNA), asociados frecuentemente a Lignina, proteínas, ácidos grasos y ceras. Es una mezcla compleja de polímeros de carbohidratos que se asocian a otros componentes no carbohidratos. Los PNA en su mayoría son resistentes a las enzimas del tracto gastrointestinal (TGI) de los animales mono gástricos, aunque

se puede digerir parcialmente por la micro flora intestinal, rara vez su digestión es completa (PAF, 2019).

1.6.3 Fibra Cruda (FC)

Un método químico usado para describir la porción indigerible del material vegetal. Sin embargo, algunas de estas sustancias pueden ser digeridas parcialmente por microorganismos en el rumen del ganado. Cuanto más alto sea el contenido en fibra, menor será el contenido energético del pienso. No es un valor muy útil. La práctica de analizarlo en piensos para rumiantes va en declive, pero se sigue utilizando habitualmente para los animales mono-gástricos (por ejemplo, los cerdos) (Analytics Beyond Measure, 2018).

1.6.4 Fibra Detergente Neutra (FDN)

El valor de la FDN es la pared celular total que está compuesta por la fracción de FDA más la hemicelulosa. Los valores de FDN son importantes ya que reflejan la cantidad de forraje que puede consumir el animal. A medida que aumenta el porcentaje de FDN, la ingesta de materia seca por lo general se reduce (Contexto Ganadero , 2017).

1.6.5 Fibra Detergente Ácida (FDA)

El valor de la FDA hace referencia a las porciones de pared celular del forraje que están compuestas de celulosa y lignina. Estos valores son importantes porque tienen que ver con la capacidad de un animal para digerir el forraje. A medida que la FDA aumenta, se reduce la capacidad de digerir o la digestibilidad del forraje.

1.6.6 Lignina Detergente Ácida (LDA)

El residuo que queda al exponer la fibra en detergente ácido a una solución de ácido sulfúrico. Al igual que los anteriores casos el resultado se expresa en porcentaje de LDA (ThemeZee., 2014).

1.6.7 Proteína bruta (PB)

Las proteínas están constituidas, en un promedio del 16% de nitrógeno. De tal forma que si se conoce la cantidad de este que posee un alimento se puede inferir su contenido proteico, una vez evaluado el contenido nitrogenado se debe multiplicar por el factor

de 6,25. El análisis más difundido para determinación de proteína bruta a partir del contenido de nitrógeno fue propuesto por kjendal.

1.6.8 *Calidad de pastos y su variación*

El conocimiento de la composición nutritiva de los alimentos es la herramienta fundamental en la formulación de raciones, para satisfacer los requerimientos del animal y suplir el desbalance de forraje. Por lo tanto, el análisis químico, junto con la adecuada interpretación de los resultados ayuda a manejar en forma eficiente la alimentación, favoreciendo una mayor productividad animal. Para determinar la calidad de los pastos ver **Anexo 1** (Parsi, 2001)

1.6.9 *Importancia*

La importancia de la fibra cruda es un tema significativo. Desde mucho tiempo atrás se acepta que al formular dietas para especies mono gástricas se debe considerar un nivel máximo de fibra cruda de 5% a 6%; lo contrario sucede en caso de formulación de dietas para poligástricos donde se debe considerar un nivel mínimo de fibra cruda del 25%. Lógicamente, la diferencia se debe a la fisiología digestiva propia de cada especie (Mayuly, 2004).

En cerdos y aves, el aprovechamiento de los nutrientes de los alimentos depende mayormente de la actividad enzimática que ocurre dentro del tracto digestivo del animal, con muy poca actividad fermentativa. Si se toma en cuenta una fórmula alimenticia para cerdos, se puede observar que aproximadamente el 80% de la dieta está conformado por dos ingredientes de origen vegetal (maíz y torta de soya), ambos con características particulares (el maíz como fuente energía y la torta de soya como fuente de proteína) (Vilchez Perales, 2013).

1.6.10 *Valor Nutritivo de los Alimentos*

Desde el punto de vista cualitativo el valor nutritivo se define como la proporción de cada uno de los nutrientes constituyentes del alimento en base seca (proteínas, carbohidratos, lípidos, minerales, etc.), que se determinan en laboratorios mediante los métodos de:

- Método de Weende

– Método de Van Soest

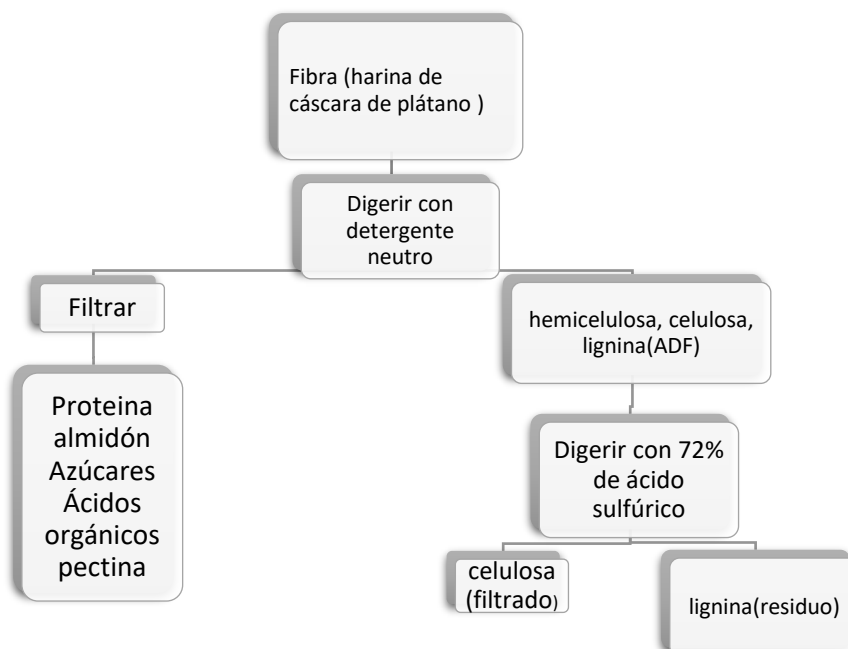
1.7 Método de Van Soest

Es utilizado en el análisis de forrajes y alimentos toscos. Para tales efectos se llamará forraje a cualquier planta que sea ofrecida al animal en forma verde, cortada o no, henificada, deshidratada o ensilada. Se llama alimento tosco a cualquier otro producto, subproducto o desecho empleado en la alimentación animal cuyo contenido de fibra sea superior al 18% en base seca (Reyes & Mendieta, 2000).

El PhD. Peter Van Soest desarrolló una metodología de análisis para forrajes que ha demostrado ser más precisa que la determinación de la fibra cruda bajo el esquema Weende. Mientras que este indica el contenido de humedad, proteína cruda (nitrógeno total), lípidos crudos, ceniza, extracto libre de nitrógeno y fibra cruda, el análisis de Van Soest permite conocer de dos residuos esenciales, la fibra detergente neutro (FDN) y fibra detergente ácido (FDA) (Agronet, 2018).

Figura 3

Sistema de fibra detergente de acuerdo a Van Soest



1.8 Método Weende

El método fue ideado por Henneberg y Stohmann (1867) en la estación experimental de Weende (Alemania) y consiste en separar, a partir de la MS de la muestra, una serie de fracciones que presentan unas ciertas características comunes de solubilidad o insolubilidad en diferentes reactivos.

Se emplea con el objetivo de conocer la composición de los alimentos y aspectos como humedad, cenizas y extracto etéreo (grasa cruda) En realidad, no existe un único modelo de análisis químico y nutricional de los alimentos.

Cada uno se utiliza dependiendo de la naturaleza y la finalidad del producto, para conocer bien sea la capacidad de un alimento para producir un determinado rendimiento o sus cualidades respecto a determinadas exigencias legales, higiénicas o nutricionales (INTERLAT.CO, 2018)

1.8.1 Importancia de la Determinación del Valor Nutritivo

La determinación del valor nutritivo de los animales conlleva el conocimiento de los distintos nutrientes y también el efecto que produce en el comportamiento animal y la forma en que este es capaz de utilizarlo.

Por ello la determinación del valor de los alimentos permite:

- Formular raciones donde se combinen de manera adecuada distintos alimentos para producir un máximo efecto en el desarrollo y producción del animal.
- Mejorar las cualidades nutritivas de un alimento mediante tratamientos físicos-químicos o mediante la adición de un elemento del que conocemos que es deficitario.

La importancia de esto es que, mientras sigue el debate sobre los métodos de análisis, ahora disponemos de un estándar de escala mundial para la FDA y la LDA al que referirnos, junto con la establecida fibra cruda. De esta manera, los actores que conforman el panorama del sector del pienso pueden conseguir unos resultados que son válidos en todo el mundo.

Esto es especialmente pertinente para el etiquetado y la comercialización de la materia prima del pienso y del pienso compuesto (Møller, 2008).

- Para las etiquetas del pienso para rumiantes: Garantías de FDA y FDN.
- Para las etiquetas del pienso para no rumiantes: Garantías de FC.
- Para las etiquetas del pienso para rumiantes y no rumiantes: Garantías de FDA, FDN y FC.

CAPÍTULO II

2.1 MATERIALES Y MÉTODOS

2.1.1 *Caracterización del Área de Estudio*

La experimentación se llevó a cabo en los laboratorios de la carrera de Ingeniería Agroindustrial, los análisis fisicoquímicos, Van Soest, Perfil de minerales se los realizó en los laboratorios del Instituto nacional de investigación agropecuaria INIAP y el perfil de aminoácidos se los realizó en los laboratorios de EVONIK industrie S.AG.

Tabla 3

Características demográficas del área de experimentación

Provincia	Imbabura	Pichincha
Cantón	Ibarra	Quito
Altitud	2256,00 m.s.n.m	2850,00 m.s.n.m.
Humedad-Relativa Promedio	62,01%	75,01-92,01%
Temperatura media	17,90 °C	17,00°C
Pluviosidad	503,00 – 10000,00 mm.	1273, 00 mm.
Sitio 1	Año Colegio universitario” – Laboratorios de bioprocesos FICAYA	EVONIK industries AG.
Sitio 2		
Sitio 3		INIAP

Fuente: (INHAMHI, 2015)

2.1.2 *Materiales y equipos*

En la **Tabla 4** se expone los materiales, equipos e insumos para el cumplimiento de los objetivos de esta investigación:

Tabla 4

Materiales, equipos e insumos

Materiales	Equipos	Insumos
Varilla de agitación	Molino manual de disco corona	Desechos de plátano (corteza) verde y maduro de la variedad <i>musa paradisiaca Cavendish-musaceae</i>
Probeta de 50,00 ml	Secador de bandejas	Agua destilada
Vaso de precipitación 250 ml	Cronómetro	Ácido sulfúrico (98,00%)
Espátula	Balanza electrónica de 5,00 kg de capacidad	Cetil-trimetil-amonio
Matraz Erlenmeyer	Termómetro digital	Acetona grado reactivo
Crisesos	Estufa con termorregulación	Hidróxido de sodio
Diario de campo	Mufla	Solución buffer
Esferos	A ²²⁰ de ANKOM	Sulfito de sodio
	Daisy ^{II} (ANKOMB Technology)	Alfa amilasa termoestable
	Peletizadora semi industrial de 2,00kg de capacidad	Detergente ácido
	Tamizador manual	Permanganato de potasio
	Sacos de polipropileno	

2.1.3 *Factores de estudio*

2.1.3.1 **Diseño experimental**

Para determinar las diferencias significativas del uso de la cáscara de plátano en sus dos etapas de madurez (verde y madura) para elaboración de piensos alimenticios para animales poligástricos, se estableció un cuadro comparativo donde se muestran las principales características que predominan de cada especie en estudio.

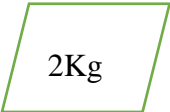
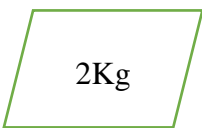
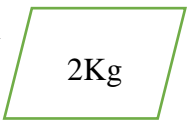
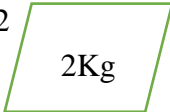
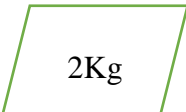
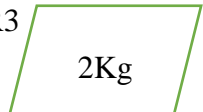
2.1.3.2 Factor de estudio

FACTOR: Estado de madurez del plátano

El factor de estudio fue el estado de madurez del banano verde y maduro, como alternativa alimenticia en piensos compuestos para animales poligástricos e identificar la calidad de fibra detergente neutra, fibra detergente ácida y lignina de la cáscara de plátano variedad *musa paradisiaca Cavendish-musaceae* por el método de Van Soest.

Tabla 5

Tratamientos del experimento

MR1  2Kg	VR2  2Kg	VR1  2Kg
MR2  2Kg	MR3  2Kg	VR3  2Kg

Nomenclatura:

R= repetición

M= maduro

V= verde

3.1.1. Métodos

2.2 Caracterización físico química de la biomasa residual del banano *Musa Paradisiaca*

Las muestras de los residuos de biomasa utilizados en este estudio como materia prima, fueron captadas en la ciudad de Latacunga cantón Pujilí donde existe el pelado de banano verde para la obtención de pulpa y como se había mencionado al ser un desecho se ha recolectado esta materia prima para realizar la caracterización respectiva siguiendo los métodos de la **Tabla 7**.

Tabla 6

Métodos utilizados en la caracterización de la biomasa residual del banano

Análisis	Método	Unidad
Humedad	MO-LSAIA-01,01	%
Cenizas	MO-LSAIA-01,02	%
Proteína	MO-LSAIA-01,04	%
Grasa	MO-LSAIA-01,03	%
Lignina	MO-LSAIA-02,03	%
Fibra	MO-LSAIA-01,05	%
FDN	MO-LSAIA-02,01	%
FDA	MO-LSAIA-02,02	%

2.3 Determinación de los parámetros de palatabilidad en relación a la calidad y rendimiento del producto final

Se utilizó el sistema de dos comederos, para lo cual se realizó dos ensayos de palatabilidad.

El primero tuvo una duración de cinco días y el segundo ensayo duro seis días. Entre cada uno de los ensayos, hubo un período de descanso de dos días, durante los cuales los animales comieron su dieta habitual (distinta a las dietas en evaluación).

2.3.1 Primer ensayo.

Evaluación de la palatabilidad de la harina de cáscara de banano de la variedad *musa paradisiaca Cavendish-musaceae* experimental. Se evaluó la palatabilidad de la harina de cáscara de banano verde con respecto a la harina de cáscara de banano amarilla.

En un comedero se ofreció la harina de cáscara de banano verde, mientras que en el otro comedero se les ofreció harina de cáscara de plátano amarilla, esto se lo realizo durante cinco días seguidos y se lo realizo con cinco bovinos de leche.

2.3.2 Segundo ensayo.

Evaluación de la harina experimental y comercial como mejoradores de la palatabilidad. Este ensayo consistió en comparar las palatabilidades de la harina experimental y la harina comercial, en un comedero se les ofreció la harina de cáscara

de banano verde y en el otro comedero se les ofreció el alimento comercial de la marca el lechero.

Esto se lo realizo durante seis días teniendo en cuenta que se realizó un descanso de la experimentación de dos días para evitar alteraciones en el bovino de leche, para luego cuantificarlos mediante un cuadro de toma de datos.

2.3.3 Método de evaluación de palatabilidad.

Para evaluar la palatabilidad se ha propuesto la escala de Likert que consistió en 5 escalas con las siguientes categorías: 1, “muy malo”; 2, “malo”; 3, “regular”; 4, “bueno” y 5, “muy bueno”. Para la interpretación de los valores porcentuales, se consideró que si el bovino de leche consume la harina de cascara de banano los veinte y cinco días es el 100% de aceptabilidad, correspondiente a la categoría “muy bueno” y si no consume la harina de cascara de banano ningún día corresponde al 0% referida a la categoría “muy malo” de la escala Likert antes mencionada.

2.4 Rendimiento de la harina de cascara de banano.

Luego de realizar el proceso de obtención de harina de cascara de banano de un milímetro de luz obtenemos un rendimiento de 11%

Cantidad AP = Cantidad de cascara obtenido

Cantidad de EP = Cantidad de harina de cascara de banano

$$\% \text{ De rendimiento} = \frac{\text{Cantidad de EP}}{\text{Cantidad de AP}} \times 100$$

$$\% \text{ De rendimiento} = \frac{0,27\text{kg}}{2,50 \text{ kg}} \times 100$$

$$\% \text{ De rendimiento} = 0,11 \times 100$$

$$\% \text{ De rendimiento} = 11,00$$

2.5 Costo de producción

Se realizó tomando en cuenta los gastos desde la obtención de las materias primas, es decir desde que se compra el plátano, pelado, secado, molido, para determinar si es económicamente rentable la obtención de la harina de la cáscara de banano.

Para los costos de producción se tomó en cuenta que es un residuo el cual se utilizó para reducir el costo del mismo ya que esto será de gran importancia para poder competir con una harina comercial.

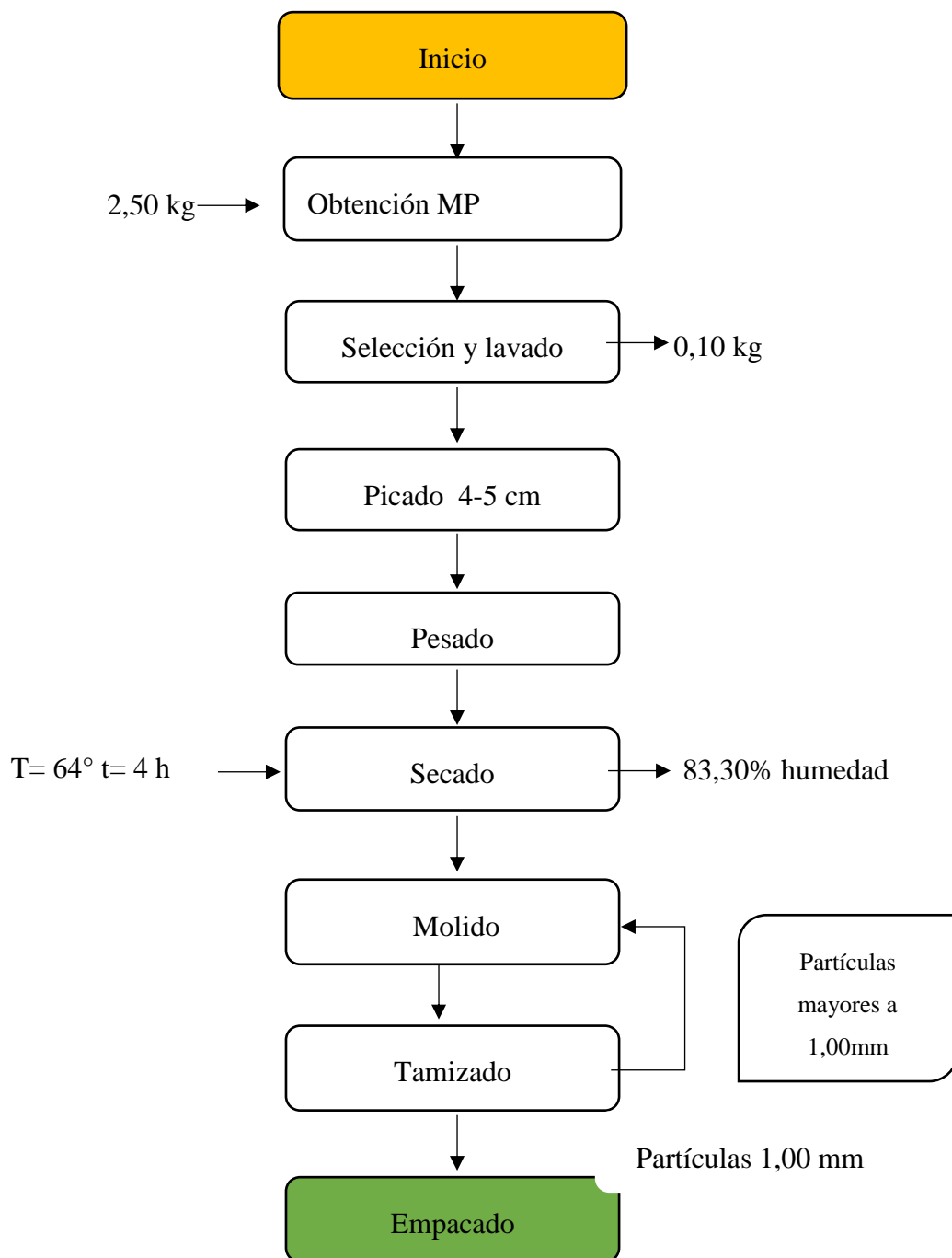
Para el análisis del costo beneficio se determinó la diferencia de precios de producción en función de 40 kg de peso de la harina que equivale a una presentación en el mercado, para así conocer si existe una diferencia de precios.

2.6 Manejo del experimento

3.1.1.1. Diagrama de bloques para acondicionamiento de los residuos de la cáscara de Plátano Musa Paradisiaca

Figura 4

Diagrama de proceso para el acondicionamiento



2.6.1 Descripción del proceso para acondicionamiento de la cáscara de plátano

- **Recepción.-** De la materia prima (Cáscara), la cual se obtuvo de la ciudad de Latacunga Provincia de Cotopaxi cantón Pujilí.
- **Lavado y selección.-** La cáscara de banano se sometió a un lavado con el objetivo de eliminar ciertas impurezas ajenas a la misma, las que pueden incidir en el producto final (harina), y también se seleccionó la mejor.
- **Picado.-** Para disminuir el tamaño a 2-3 cm de la cáscara para un mejor manejo del proceso.
- **Pesado.-** Se realizó el pesado en una balanza eléctrica, la muestra fue de 2000 gr.
- **Secado.-** Con el objetivo de bajar la humedad hasta un porcentaje adecuado para la elaboración de la harina.
- **Molido.-** se utilizó un molino manual que permita la granulación adecuada.
- **Tamizado.-** Para homogenizar la granulometría de la harina a 1,00 mm de luz.
- **Envasado.-** En fundas plásticas de polipropileno para evitar la humedad del ambiente.
- **Análisis:** Se procedió a realizar un análisis físico-químico y análisis de Van Soest con la finalidad de determinar la calidad de fibra detergente ácida, fibra detergente neutra y lignina.

CAPÍTULO III

3.1 RESULTADOS Y DISCUSIONES

3.1.1 Caracterización de la cáscara de banano variedad *musa paradisiaca cavendish-musaceae* en su estado verde y amarilla

Una vez obtenidas las harinas de la cáscara de banano, se procedió a realizar los análisis bromatológicos. Los análisis se ejecutaron en el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), en el departamento de nutrición y calidad, para lo cual se presentan los resultados en la siguiente tabla.

Tabla 7

Análisis proximal de la biomasa residual de la cáscara de banano verde y amarilla

Análisis	Humedad	Cenizas ^Ω	E. E. ^Ω	Proteína ^Ω	Fibra ^Ω	E.l.n. ^Ω
Unidad	%	%	%	%	%	%
CAR	3,04 ± 1,54	12,53 ± 0,20	5,63 ± 0,54	6,39 ± 0,17	10,10 ± 0,44	65,21 ± 0,95
CVR	2,39 ± 0,08	10,18 ± 0,19	4,55 ± 0,21	5,86 ± 0,29	7,78 ± 0,12	71,85 ± 0,67

Nota: Los ensayos marcados con Ω se reportan en base seca. CAR = Cáscara de banano amarilla. CVR = Cáscara de banano verde.

La caracterización de la harina de la biomasa de la cáscara de banano verde y amarillo bajo el análisis proximal en la **Tabla 8**, se puede denotar que el porcentaje de proteína que presenta la harina de cascara amarilla “CAR” es alto en comparación con la cantidad de la misma expuesta por (Romero, 2017), mientras que para la cascara verde “CVR” al no encontrar estudios relevantes sobre la misma biomasa y variedad se hace referencia a pulpa de plátano verde presentada por (Valdez, 2018), donde indica que la proteína es mayor en la cascara de banano verde expuesta en la **Tabla 8** mientras que citando a (BIOMED Natural and Applied Science, 2021) con los resultados obtenidos en su trabajo de investigación se puede mencionar que la humedad, cenizas, extracto etéreo, proteína, fibra y elementos libres de nitrógeno son mayores los expuestos en la **Tabla 8** seguido haciendo una comparación entre las dos biomásas que se estudió podemos encontrar que la cascara con resultados favorables es la

cáscara amarilla ya que sobresale en relación a la cáscara verde exceptuando los elementos libres de nitrógeno ELN que se expresa un porcentaje más alto de $71,85 \pm 0,67\%$ en CVR y $65,21 \pm 0,95\%$ en CAR.

3.1.2 *Análisis de Van Soest de la biomasa residual de la cáscara de banano verde y amarilla*

Una vez logradas las harinas por medio de la biomasa de la cáscara de banano, se procedió a realizar el análisis de Van Soest, caracterizando la misma para su posterior utilización en piensos para animales rumiantes. Los análisis se realizaron en el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), en el departamento de nutrición y calidad, para lo cual se presentan. Los resultados se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 8

Análisis Van Soest de la biomasa residual de la cáscara de banano verde y amarilla

Análisis	Humedad	FDNΩ	FDAΩ	LigninaΩ
Unidad	%	%	%	%
CAR	$3,04 \pm 1,54$	$36,33 \pm 0,07$	$32,07 \pm 1,08$	$17,28 \pm 1,66$
CVR	$2,39 \pm 0,08$	$58,93 \pm 0,04$	$21,41 \pm 0,35$	$9,36 \pm 0,87$

Nota: Los ensayos marcados con Ω se reportan en base seca.

El contenido de FDN, FDA y Lignina son considerados para valorar la calidad de fibra, según lo establece (DÍAZ BARCOS, 2022). En este contexto, los resultados muestran que la rigidez y resistencia mecánica caracterizada por la lignina (Marina, Viviana, Cesar, & Javier, 2014) es superior en la cáscara de plátano amarilla ($17,28 \pm 1,66\%$) en relación a la cáscara de banano verde ($9,36 \pm 0,87\%$). Hay que resaltar que la fibra detergente neutra (FDN) y la fibra detergente ácido (FDA) constituyen una medida indirecta de la cantidad de fibra total presente en un alimento y sirven para estimar la digestibilidad del miso (Centro Agrícola, 2016) Por tanto, la biomasa deshidratada de las cortezas de banano verde y maduro, constituyen una materia prima en la elaboración de piensos para rumiantes

3.1.3 *Determinación de la calidad de fibra luego del análisis de Van Soest*

El porcentaje de digestibilidad está dada en función de su composición celular y más exactamente de la composición química del forraje a estudiar. Las células vegetales están constituidas por una fracción correspondiente al contenido celular y otra a la pared celular.

Tomando en cuenta que el contenido celular posee una digestibilidad casi en su totalidad, siendo un promedio del 98%, mientras que la pared celular es tan variable ya que se manifiesta en función de proporción que se encuentran los componentes como: hemicelulosa, celulosa y lignina, hay que tomar en cuenta que la calidad de fibra es lo que más afecta a la digestibilidad (ThemeZee., 2014).

Teniendo en cuenta que luego de realizar los respectivos análisis de los componentes de la pared celular, se puede llegar a estimar mediante cálculos matemáticos y formulas previamente establecidas cual sería el porcentaje de digestibilidad aproximada.

Para ello se han desarrollado varias ecuaciones, pero como ejemplo citaremos la American Forage and Grassland Council, y citado por TORREGOZA (2005)

$$\mathbf{DIGESTIBILIDAD(\%) = 88,90 - (0,78 \times FDA)}$$

Porcentaje de digestibilidad de la harina de cáscara amarilla

$$\% \text{ DCA} = \mathbf{88,90 - (0,78 \times FDA)}$$

$$\% \text{ DCA} = \mathbf{88,90 - (0,78 \times 32,07)}$$

$$\% \text{ DCA} = \mathbf{88,90 - (24,98)}$$

$$\% \text{ DCA} = \mathbf{63,91}$$

Porcentaje de digestibilidad de la harina de cáscara verde

$$\% \text{ DCV} = \mathbf{88,90 - (0,78 \times FDA)}$$

$$\% \text{ DCV} = \mathbf{88,90 - (0,78 \times 21,41)}$$

$$\% \text{ DCV} = \mathbf{88,90 - (16,68)}$$

$$\% \text{ DCV} = \mathbf{72,22}$$

Con la evidencia del análisis proximal y Van Soest, se determinó la calidad de fibra de la cáscara de banano verde y amarilla, dando como resultado harina de cáscara de banano verde con 72,22% digestibilidad y harina de cáscara de banano amarillo con 63,71% de digestibilidad, al comparar la digestibilidad en situ con la expuesta por (Quintana Zamora, 2016) se observó que la mejor calidad de fibra es de harina de cáscara de banano verde, por lo que se procede con el siguiente apartado.

3.1.4 Perfil de aminoácidos en la cáscara de banano variedad *musa paradisiaca cavendish-musaceae* con mejor contenido de fibra

Tabla 9

Perfil de aminoácidos de la cáscara de banano verde

Parámetro	Contenido (% as es)	Contenido (%)	Contenido (% en proteína cruda)
Materia seca	94,75		
Proteína cruda	6,34	5,88	
Metionina	0,06	0,05	0,87
Cistina	0,08	0,07	1,21
Metionina + Cistina	0,13	0,13	2,08
Lisina	0,12	0,11	1,80
Treonina	0,20	0,18	3,03
Triptófano	0,09	0,08	1,35
Arginina	0,12	0,12	2,09
Isoleucina	0,17	0,17	2,94
Leucina	0,32	0,32	5,06
Valina	0,26	0,25	4,03
Histidina	0,09	0,09	1,43
Fenilalanina	0,23	0,21	3,60
Glicina	0,27	0,25	4,28
Serina	0,22	0,21	3,47
Prolina	0,21	0,19	3,21
Alanina	0,26	0,24	3,87
Ácido aspártico	0,43	0,40	6,65
Ácido glutámico	0,47	0,43	7,34
Taurina	<0,01		
NH3	0,13	0,12	2,01
Suma incluyendo NH3	3,78	2,92	57,77
Suma sin NH3	3,63	4,32	55,76

En la **Tabla 10**, se dispone los análisis del perfil de aminoácidos que se ejecutaron en los laboratorios EVONIK industries AG en el departamento de nutrición y calidad, donde se presentan cada uno de los parámetros con valor media de acuerdo a las seis

muestras, en el que se denota materia seca en un 94,75%, El contenido de humedad de los alimentos o sus productos procesados da una indicación de su frescura y vida útil, y un alto contenido de humedad somete a los alimentos a un mayor deterioro microbiano y a una vida útil más corta, lo que puede provocar su deterioro (Adepoju, 2007).

Al analizar el perfil de aminoácidos de las harinas de cáscara de plátano, se pudo identificar tanto aminoácidos esenciales como no esenciales. Sin embargo, es importante destacar que el contenido total de aminoácidos en la presente investigación es menor al encontrado en una investigación previa realizada por (BIOMED Natural and Applied Science, 2021). Sin embargo, hay que resaltar que este estudio, utilizó para el análisis el método Dumas con un factor de corrección de 0.25

Tabla 11.

Perfil de minerales de la cáscara de banana verde.

Análisis	Humedad	Ca^Ω	Mg^Ω	Na^Ω	K^Ω	P^Ω	Cu^Ω	Fe^Ω	Mn^Ω	Zn^Ω
Unidad	%	%	%	ppm	%	%	ppm	ppm	Ppm	ppm
CVR 1	1,45	0,17	0,13	225,27	4,97	0,19	2,00	145,00	24,00	21,00
CVR 2	2,42	0,14	0,10	40,99	4,82	0,15	1,00	154,00	22,00	17,00
CVR 3	4,43	0,18	0,14	37,67	5,41	0,21	1,00	160,00	25,00	18,00
CVR 4	2,47	0,17	0,09	109,71	4,20	0,12	1,00	144,00	22,00	27,00
CVR 5	3,43	0,16	0,12	50,34	5,02	0,20	2,00	150,00	25,00	22,00
CVR 6	2,38	0,15	0,08	100,03	4,40	0,13	1,00	146,00	22,00	18,00
Media	2,76 ± 1,49	0,16 ± 0,02	0,11 ± 0,03	92,80 ± 93,80	4,80 ± 0,61	0,17 ± 0,05	1,33 ± 0,50	149,83 ± 80	23,33 ± 1,50	20,50 ± 5,00

Como se puede observar en la **Tabla 11**, los valores para los minerales en los distintos tipos de muestra varían, en los que se destacar además los valores medios obtenidos, en el que Fe es de 149,83 ± 8ppm, Na de 92,80 ± 93,80ppm y en menor proporción es de Zn con 20,50 ± 5ppm, con respecto a los datos obtenidos por (Philips, 2017). Donde existe mayor concentración de los macro y micro minerales.

3.1.5 Evaluación de la aceptabilidad de la harina de plátano de la variedad *musa paradisiaca cavendish-musaceae* en bovinos de leche.

Tabla 10

Primer ensayo sobre la aplicación de la harina de cáscara de banano.

Ensayo 1					
Día 1					
Alimento	Bovino 1	Bovino 2	Bovino 3	Bovino 4	Bovino 5
CVR1	0	0	0	1	0
CAR1	1	1	1	0	1
Día 2					
CVR1	0	0	0	0	1
CAR1	1	1	1	1	0
Día 3					
CVR1	1	1	0	0	1
CAR1	0	0	1	1	0
Día 4					
CVR1	1	1	1	1	0
CAR1	0	0	0	0	1
Día 5					
CVR1	1	1	1	1	0
CAR1	0	0	0	0	1
Total CVR1	3	3	2	3	2
Total CAR1	2	2	3	2	3

Nota: a continuación se muestra las siglas utilizadas en la tabla.

Escalas: 0 = no come, 1= si come.

Total CVR1: Número de veces que come harina de cascara de banano verde.

Total CAR1: Número de veces que consume harina de cascara de banano amarillo.

En la **Tabla 12**, se expone los resultados sobre la aplicación de la cáscara de plátano verde, en el que se denota que la aplicación se realizó durante cinco días con un grupo de cinco bovinos, evidenciado de esta manera que para los dos primeros días no hay una gran aceptación por la harina de cascara de banano verde CVR1, y se puede evidenciar que para el tercer día ya existe un incremento, y para el cuarto y quinto día son cuatro de cinco bovinos que consumen harina de cascara verde de acuerdo con la escala de Likert podemos decir que el consumo de harina de cascara verde es “regular

“con él 52% de palatabilidad , mientras que la cascara amarilla CAR1 según la escala de Likert pertenece a “malo” con 48% de aceptación.

Si bien es cierto el bovino no podrá indicar directamente cuál de las dos harinas presentadas le gusta, pero si podrá tomar preferencia por una de las dos presentadas como lo menciona (Nutrinews, 2015) de esta manera podemos indicar de manera acertada cuál de las harinas en estudio prefiero el bovino de leche.

Tabla 11

Segundo ensayo sobre la aplicación de la harina de cáscara de banano.

Ensayo 2					
Día 1					
Alimento	Bovino 1	Bovino 2	Bovino 3	Bovino 4	Bovino 5
CVR2	0	0	0	1	0
BCR2	1	1	1	0	1
Día 2					
CVR2	1	0	1	0	1
BCR2	0	1	0	1	0
Día 3					
CVR2	0	1	0	1	1
BCR2	1	0	1	0	0
Día 4					
CVR2	1	1	1	1	1
BCR2	0	0	0	0	0
Día 5					
CVR2	0	0	0	1	1
BCR2	1	1	1	0	0
Total CVR2	2	2	2	4	4
Total BCR2	3	3	3	1	1

Escalas: 0 = no come, si come.

Total CVR2: Número de veces que come harina de cascara de banano verde.

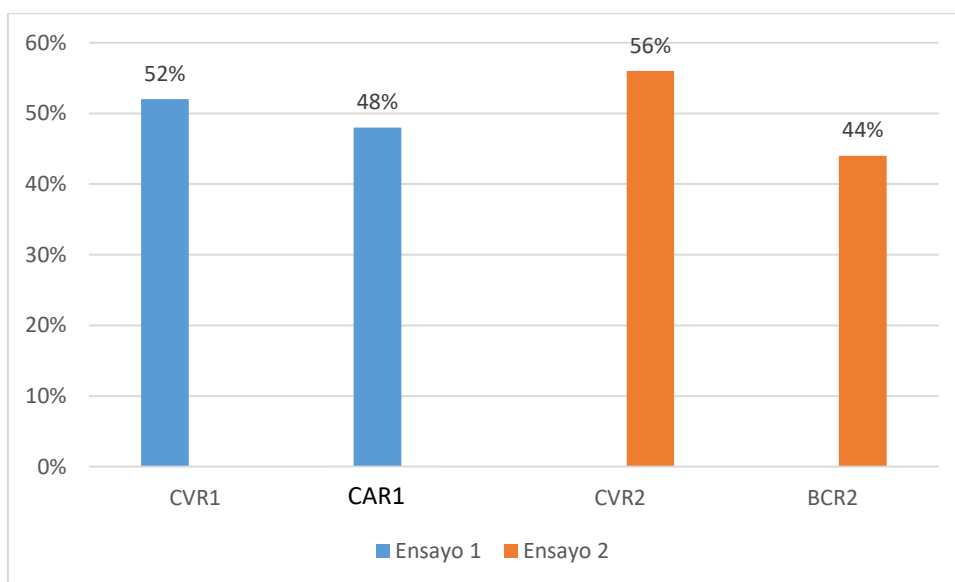
Total BCR2: Número de veces que consume harina de dieta habitual.

De la misma manera se dispone el segundo ensayo con un periodo de cinco días y cinco grupos de bovino de leche, donde se exponen una gran variación entre el consumo por los grupos de bovinos de leche, siendo el cuarto día en el que todo el bovino de leche consume la harina de cáscara de plátano verde CVR2 y mediante la interpretación de la escala de Likert podemos identificar que tiene una aceptación de

bueno con 56% mientras que la harina comercial BCR2 posee una palatabilidad regular del 44%. Al no existir un estudio relevante con respecto a la palatabilidad de harinas en bovinos tomamos en referencia las presentadas por (Jimbo & Luzón, 2018) que son de forrajes que consumen los bovinos y podemos mencionar que la harina de cascara verde posee una excelente palatabilidad al ya que evaluada en su forma natural, esto nos proyecta que si enriquecemos esta harina obtendremos una palatabilidad igual o mejor que la que poseen los forrajes.

Figura 5

Aceptabilidad en bovino de leche



En los dos ensayos se puede denotar que existe una mayor preferencia por la cáscara de banano verde, destacando que en el primer ensayo la aceptación fue del 52% representada en la escala de Likert como regular en CVR y en el segundo ensayo fue de 56% que según la escala planteada indica que la palatabilidad es buena en los bovinos de leche con CVR frente a BCR.

3.1.6 Costos reales de producción de la harina de banano de la variedad *musa paradisiaca cavendish-musaceae*

Para la valoración de la producción de harina de banano de la variedad *musa paradisiaca Cavendish-musaceae*, se tomaron en cuenta los costos de producción variables y fijos como: materia prima, mano de obra, servicios básicos y alquiler de maquinaria. En el que, además se consideró en base a 120,00 kg de cáscara de banano y los costos por el tiempo de mano de obra, y uso de servicios básicos.

Tabla 12

Costos de producción

Cantidad	Medida	Detalle	Costo Fijo(\$)	Costo Variable(kg)
120,00	kg	Cáscara de banano		\$ 2,00
8,00	Horas	Mano de obra pelado		\$ 5,00
4,00	Horas	Mano de obra secado		\$ 2,00
24,00	Horas	Alquiler deshidratador	\$ 1,00	
24,00	Horas	Alquiler molino	\$ 1,00	
20,00	unidades	Fundas de polipropileno	\$ 0,25	
5,00	Horas	Servicios Básicos	\$ 3,00	
Total			\$ 5,25	\$ 9,00

En la **Tabla 14**, se presentan los costos de producción de la harina de banano tanto fijo como variable, dando un total de \$ 14,25 para la cantidad de 40,00 kg de harina de cáscara de banano producido.

Tomando en cuenta que los costos más representativos son el deshidratado y mano de obra obtenemos una harina que está dentro del rango de precios en el mercado, que para abaratar aún más estos costos podríamos utilizar un sistema de deshidratado más amigable con el ambiente y rentablemente económico como es el secador solar.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

- La cáscara de banano de la variedad *musa paradisiaca cavendish-musaceae* es una materia prima prometedora para la elaboración de piensos alimenticios para animales, gracias a su perfil nutricional favorable, principalmente la presencia de aminoácidos esenciales y no esenciales en un excelente porcentaje.
- La harina de cáscara de plátano obtenida es palatable al 56% en bovinos de leche, lo que sugiere que puede ser bien aceptado por otros animales, especialmente rumiantes
- El precio del producto obtenido es de \$14,25 por cada 40,00 kg, lo que hace una opción rentable y económica en comparación con otros piensos alimenticios comerciales.

4.2 Recomendaciones

- Experimentar la harina de cáscara de banano verde en pienso para alimentación de animales poligástricos.
- Incluir la harina de cascara de banano en bloques nutritivos para ganado bovino
- Analizar la harina de cáscara de banano para la alimentación humana.

BIBLIOGRAFÍA

- (CNP), C. N. (2017). *gobiernoelectronico*. Obtenido de <https://www.gobiernoelectronico.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/09/Plan-Nacional-para-el-Buen-Vivir-2017-2021.pdf>
- Acosta, J., Gomajoa, H., Benavides, Y., Charfuelan, A., & Valenzuela, F. (2018). Evaluación del almidón de papa (*Solanum tuberosum*) en la obtención de bioplástico. *Bionatura*, 18.
- Adepoju, O. O. (Marzo de 2007). *Comparative studies of nutrient composition Adepoju*. Obtenido de https://arocjournal.com/wp-content/uploads/2021/05/32-42-TSADO-et-al_BIOMED-Nat-Appl-Sci_01-01-.pdf
- Agrolanzarote, S. I. (2012). *Fichas Técnicas de Cultivos De Lanzarote*. Lanzarote. Lanzarote.
- Agronet. (08 de 05 de 2018). *MinAgricultura*. Obtenido de <https://www.agronet.gov.co/Noticias/Paginas/%C2%BFPor-qu%C3%A9-podr%C3%ADa-interesarle-conocer-los-an%C3%A1lisis-de-Weende-y-de-Van-Soest.aspx>
- Álvarez. (2013). *Aprovechamiento de residuos agroindustriales para la producción de alimentos funcionales*. Caldas- Antioquia: Universitaria Lasallista.
- Álvarez G, D. O. (2013). *Aprovechamiento de residuos agroindustriales para la producción de alimentos funcionales*. Antioquia: Corporación Universitaria Lasallista.
- Alvarez Ordóñez, M. G. (2006). “Utilización de losremanentes de banano deshidratado (cáscara de banano verde y madura,raquis y bráctea) en la elaboración de productos alimenticios”. *Universidad EARTH.*, 39.
- ÁLVAREZ, A. G. (2001). SANTO, SEÑA Y RUTA HISTÓRICA DEL PLÁTANO. *Revista de Indias*, 141-166.

- Analytics Beyon Measure. (Abril de 2018). *El análisis de la fibra en el pienso animal*.
Obtenido de <https://www.google.com/search?q=fibras+detergente+acidas&oq=fibras+detergente+acidas+&aqs=chrome..69i57j0i22i30l6.5644j1j7&sourceid=chrome&ie=UTF-8>
- Artavia, I. J. (23 de Enero de 2008). *MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA* . Obtenido de <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/E70-9315.pdf>
- BETZABETH, S. M. (15 de Mayo de 2011). *FACULTAD DE ADMINISTRACION DE EMPRESAS*. Obtenido de *PLAN DE EXPORTACIÓN DE HARINA DE PLATANO*:
<http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/29310/1/Tesis%20Harina%20de%20Pl%C3%A1tano%20Guilcapi%26Salazar.pdf>
- BIOMED Natural and Applied Science. (2021). Proximate, Minerals, and Amino Acid Compositions of Banana and Plantain. *BIOMED Natural and Applied Science*, 6.
- Cantillo, E. V. (11 de Diciembre de 2010). *ORIGEN E HISTORIA DEL PLATANO Musa paradisiaca L.* Obtenido de <https://apiciusysuslibros.blogspot.com/2010/12/origen-e-historia-del-platano-musa.html#:~:text=El%20gran%20Plinio%20habla%20del,sapientum%2C%20alimento%20de%20la%20sabidur%C3%ADa.>
- CARRIÓN, K. M. (13 de Agosto de 2013). *UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL*. Obtenido de *REUTILIZACIÓN DE RESIDUOS DE LA CÁSCARA DE BANANOS* : <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/3666/1/1113.pdf>
- Castaño. (2002). *Las fermentaciones como soporte de los procesos biotecnológicos* . Colombia : Universidad Nacional de Colombia.
- Castro, A. M. (2010). *Producción de lacasa utilizando Pleurotus ostreatus sobre cáscara de plátano y bagazo de caña* (Vol. Vol. 7 N°). Antioquia: Lasallista.

- Centro Agrícola. (17 de Marzo de 2016). *Scielo*. Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0253-57852016000300006
- Comercio, E. (30 de Septiembre de 2019). Banano de Ecuador domina el mercado y afronta nuevos retos. págs. 3-4.
- Contexto Ganadero . (20 de Enero de 2017). *Contesxto Ganadero*. Obtenido de <https://www.contextoganadero.com/ganaderia-sostenible/la-importancia-de-la-fibra-efectiva-en-la-alimentacion-del-ganado#:~:text=Si%20un%20forraje%20tiene%20una,cantidad%20de%20leche%20%80%9D%2C%20asever%20%20C3%B3.&text=En%20conclusi%C3%B3n%20%20para%20que%20>
- DÍAZ BARCOS, C. R. (2022). CALIDAD DEL FORRAJE. *E.U. DE ING. TÉCNICA AGRÍCOLA. UNIV. POLITÉCNICA DE MADRID*, 58-59.
- Dr. Theo Notteboom, D. A.-P. (22 de Enero de 2022). *La maduración de los plátanos*. Obtenido de <https://porteconomicsmanagement.org/pemp/contents/part8/break-bulk/the-ripening-of-bananas/>
- Dr. Theo Notteboom, D. A.-P. (22 de Enero de 2022). *La maduración de los plátanos*. Obtenido de <https://porteconomicsmanagement.org/pemp/contents/part8/break-bulk/the-ripening-of-bananas/>
- Forratec. (19 de Diciembre de 2018). *Forrajes de calidad*. Obtenido de <https://www.agritotal.com/nota/forrajes-de-calidad/>
- Gabriela Blasco López, F. J. (27 de Noviembre de 2014). *Obtenido de Propiedades funcionales del plátano (Musa sp)*. Obtenido de https://www.uv.mx/rm/num_anteriores/revmedica_vol14_num2/articulos/propiedades.pdf
- Gabriela Blasco López, F. J. (27 de Noviembre de 2014). *revmedica*. Obtenido de [Propiedades funcionales del plátano:](https://www.uv.mx/rm/num_anteriores/revmedica_vol14_num2/articulos/propiedades.pdf)

https://www.uv.mx/rm/num_anteriores/revmedica_vol14_num2/articulos/propiiedades.pdf

Gañan P., C. J. (12 de Marzo de 2004). *Stem and bunch banana fibers from cultivation wastes: Effect of treatments on physicochemical behavior*. J. Appl. Polym.

González-Montelongo R, L. G. (2010). Antioxidant activity in banana peel extracts. En T. e. related. USA.

Hokche, O. P. (2008). *Fundación Instituto Botánico de Venezuela*. Venezuela: In O. Hokche.

INHAMHI. (2015). *Boletín Cimatológico Anual*. Quito.

INIA Uruguay. (13 de Marzo de 2022). *Sistema Ganadero Extensivo*. Obtenido de <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/11188/1/Ficha-tecnica-33-Algunos-conceptos-sobre-calidad-de-forrajes.pdf>

INTERLAT.CO. (08 de Mayo de 2018). *CONtexto ganadero*. Obtenido de <https://www.contextoganadero.com/agricultura/por-que-podria-interesarle-conocer-los-analisis-de-weende-y-de-van-soest>

Jimbo, D. A., & Luzón, A. E. (2018). Palatabilidad de cinco especies forrajeras arbóreas nativas de la Amazonía Sur del Ecuador. *Loja*, 27-30.

Jørgensen, P. M. (2014). *Catálogo de las plantas vasculares*. Bolivia: Beck (eds.) .

La Hora. (20 de Julio de 2003). *Florícolas en quiebra*. Obtenido de <https://lahora.com.ec/noticia/1000178325/florcolas-en-quiebra>

Líderes. (02 de Octubre de 2019). *Un mapamundi bananero dominado por Ecuador*. Obtenido de <https://www.revistalideres.ec/lideres/mapamundi-banano-ecuador-exportaciones-produccion.html#:~:text=Ecuador%20es%20el%20segundo%20proveedor,caja%20de%20cart%C3%B3n%20recuerda%20Espinosa>.

López, C., & Ralda, G. (1999). El uso de la cáscara de banano maduro, como insumo para la alimentación de ganado bovino. *Universidad EARTH*, 71.

- Luz Marina Hernández, P. V. (2009). El plátano un cultivo tradicional con importancia nutricional. *Revista del Colegio de Farmacéuticos del Estado Mérida*, 11-14. Obtenido de Revista del Colegio de Farmacéuticos del Estado.
- Manuel Rodríguez Cedillos, M. G. (2002). *GUIA TECNICA DEL CULTIVO DE PLATANOS*. San Salvador: CENTA.
- Marina, F. P., Viviana, A. G., Cesar, C. C., & Javier, L. J. (2014). Usos potenciales de la cáscara de banano: elaboración de un bioplástico. *Revista Colombiana de Investigaciones Agroindustriales*.
- Mayuly, M. (2004). La fibra en la alimentación del cerdo notas técnicas de la Asociación Cubana de Producción Animal (ACPA). *revista ACPA*, 19.
- Mendoza, M. (02 de Octubre de 2019). *revista lideres*. Obtenido de <https://www.revistalideres.ec/lideres/mapamundi-banano-ecuador-exportaciones-produccion.html>
- Møller, J. (2008). Global Standard. *for the Determination of Acid Detergent Fibre (ADF) and Lignin*.
- Monsalve J, M. V. (2006). Producción de etanol a partir de la cáscara de banano y almidón de yuca. *Universidad de Colombia*, 21-27.
- NICOLAS, C. S. (Junio de 2017). *CARACTERIZACIÓN DE LAS PROTEÍNAS DE LA CÁSCARA DE PLÁTANO TIPO WILLIAMS*. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/19183/1/TESIS%20CARACTERIZACION%20DE%20LAS%20PROTEINAS%20DE%20LA%20C%C3%80SCARA%20DE%20PL%C3%80TANO%20TIPO%20WILLIAMS.pdf>
- Nutrinews. (15 de Noviembre de 2015). Obtenido de <https://nutrinews.com/palatabilidad-y-aprendizaje-herramientas-de-mejora-productiva-y-del-bienestar-en-rumiantes-y-porcino/#:~:text=Tanto%20en%20rumiantes%20como%20en,de%20una%20homeostasis%20que%20se>

- Orozco, A. F. (2011). FACULTAD DE ADMINISTRACION DE EMPRESAS. *PLAN DE EXPORTACIÓN DE HARINA DE PLATANO*, 46-50.
- P.L. Jurado, J. M. (18 de Febrero de 2011). *Virtual Pro*. Obtenido de <https://www.virtualpro.co/revista/impacto-ambiental-de-la-agroindustria/18#:~:text=Los%20subproductos%20agroindustriales%20constituyen%20un,y%20de%20mayor%20valor%20agregado>.
- PAF. (05 de Febrero de 2019). *Purificación y Análisis de Fluídos*. Obtenido de <https://paf.com.co/la-importancia-de-la-fibra-en-la-nutricion-animal-y-los-metodos-para-cuantificarla>.
- Parsi. (02 de 05 de 2001). *Valoración nutritiva de los alimentos y formulación de dietas. Curso de Producción animal*. Obtenido de <http://www.produccion-animal.com.ar/>
- Pérez, C. (12 de Marzo de 2018). *Natursan* . Obtenido de <https://www.natursan.net/banano-y-platano-diferencias-nutricionales/>
- Philips, T. (12 de Enero de 2017). *Studylib*. Obtenido de <https://studylib.net/doc/14105761/>
- Productor, E. (17 de Diciembre de 2020). *El Productor*. Obtenido de <https://elproductor.com/2017/04/produccion-nacional-de-banano/>
- PROECUADOR. (08 de Mayo de 2015). *ANALISIS SECTORIAL*. Obtenido de <https://www.proecuador.gob.ec/informe-de-banano-del-ecuador/>
- Pro-Ecuador. (08 de Julio de 2015). *Pro-Ecuador*. Obtenido de <https://www.proecuador.gob.ec/la-ceniza-del-volcan-sangay-deteriora-la-calidad-del-banano-de-exportacion-en-guayas-y-los-rios/>
- Quintana Zamora, J. G. (2016). Composición química y digestibilidad in situ de las cáscaras de banano (*musa paradisiaca*), frejol gandul (*cajanus cajan*), y maíz (*zea mays*) colonizados con hongos (*pleurotus sp*). Quevedo: Quevedo: UTEQ.
- Redacción THE FOOD TECH. (01 de Abril de 2022). *El análisis de proteínas y la cuantificación de nitrógeno en alimentos mediante el método Dumas*. Obtenido

de <https://thefoodtech.com/tecnologia-de-los-alimentos/el-analisis-de-proteinas-y-la-cuantificacion-de-nitrogeno-en-alimentos-mediante-el-metodo-dumas/>

Reyes, N., & Mendieta, B. (2000). *Determinación de valores nutritivos de los alimentos*. Managua: FACA.

Reyes, V. (08 de Octubre de 2007). *EL UNIVERSO*. Obtenido de <https://www.eluniverso.com/2007/10/08/0001/18/7CF4E55AEDD44C2385F5CD5985FEBAB9.html#:~:text=El%20pl%C3%A1tano%20macho%20o%20verde,centro%20y%20sur%20del%20continente.>

Richardson, J. C. (25 de Abril de 2011). *Las cascaras de banana remueven toxinas*. Obtenido de http://www.bibliotecapleyades.net/salud/esp_salud53.htm

Romero, G. T. (11 de Abril de 2017). CARACTERIZACIÓN BROMATOLÓGICA DE LA CÁSCARA DE BANANO (*Musa paradisiaca*) Y POSTERIOR EXTRACCIÓN E IDENTIFICACIÓN DE LA FRACCIÓN CON MAYOR ACTIVIDAD ANTIMICROBIANA. págs. 49-50.

SANTINI, F. J. (Mayo de 2014). *Balcarce*. Obtenido de https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_curso_nutricin_animal_aplicada_2014.pdf

SENPLADES. (02 de 2009). *Plan nacional de desarrollo 2017-2021 toda una vida de Ecuador*. Obtenido de <https://observatorioplanificacion.cepal.org/es/planes/plan-nacional-de-desarrollo-2017-2021-toda-una-vida-de-ecuador>

Someya S, Y. Y. (2002). Antioxidant compounds from bananas. *Food Chemistry*, 351–54.

ThemeZee., M. d. (05 de Enero de 2014). *Zoovet*. Obtenido de <https://zoovetesmipasion.com/pastos-y-forrajes/valor-nutricional-los-pastos-calidad-de-los-pastos>

- Torres, S. C. (24 de Marzo de 2017). *Scielo*. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/reus/v19n1/0124-7107-reus-19-01-00116.pdf>
- Valdez, X. G. (18 de Septiembre de 2018). Caracterización de ácidos grasos en platano maduro y frito. págs. 8-9.
- Valverde, V. (2016). *APROVECHAMIENTO DE LA CÁSCARA DE BANANO Musa paradisíaca Cavendishmusaceae Y PLÁTANO DOMINICO- HARTÓN Mussa aab simonds MADUROS PARA*. UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE, Ibarra-Ecuador.
- Varela, M. (24 de Febrero de 2012). *FLACSO*. Obtenido de <https://www.flacso.edu.ec/portal/pnTemp/PageMaster/dofwpv7tl46yv68zcljlqcz272mzhx.pdf>
- Vilchez Perales, C. (2013). *La fibra cruda y su importancia en la alimentación del monogastrico*. Lima: Actualidad Agropecuaria.

ANEXOS

Anexo 1. Clasificación de la calidad de los pastos asignada por la American Forage and grassland Council

Clasificación	% Materia Seca	
	FDN	FDA
Excelente	<41	<31
Primera	40-46	31-35
Segunda	47-53	36-40
Tercera	54-60	41-42
Cuarta	61-62	43-45
Quinta	>65	>45

Fuente Casamiglia (1997), citado por Pardo

Anexo 2. Recepción de la biomasa de la cáscara de banana.



Anexo 3. Acondicionamiento de materia prima.



Anexo4. Análisis de laboratorio.

Anexo5. Análisis de la patabilidad.



Anexo 5. Análisis Proximal.

MC-LSAIA-2201-05

	INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS ESTACION EXPERIMENTAL SANTA CATALINA DEPARTAMENTO DE NUTRICIÓN Y CALIDAD LABORATORIO DE SERVICIO DE ANÁLISIS E INVESTIGACIÓN EN ALIMENTOS Panamericana Sur Km. 1. Cutuglagua Tfs. 2690691-3007134. Fax 3007134 Casilla postal 17-01-340	

INFORME DE ENSAYO No: 22-0260

NOMBRE PETICIONARIO:	**Sr. Oscar Joel Sani Sotalin	INSTITUCIÓN:	**Universidad Técnica del Norte
DIRECCIÓN:	Quito, Carcelén bajo, pasaje 5	ATENCIÓN:	**Sr. Oscar Joel Sani Sotalin
FECHA DE EMISIÓN:	09/05/2022	FECHA DE RECEPCIÓN:	28/03/2022
FECHA DE ANÁLISIS:	Del 28 de abril al 9 de mayo de 2022	HORA DE RECEPCIÓN:	14H00
		ANÁLISIS SOLICITADO:	**Proximal

ANÁLISIS	HUMEDAD	CENIZAS ^Ω	E.E. ^Ω	PROTEÍNA ^Ω	FIBRA ^Ω	E.L.N. ^Ω	**IDENTIFICACIÓN
MÉTODO	MO-LSAIA-01.01	MO-LSAIA-01.02	MO-LSAIA-01.03	MO-LSAIA-01.04	MO-LSAIA-01.05	MO-LSAIA-01.06	
MÉTODO REF.	U. FLORIDA 1970	U. FLORIDA 1970	U. FLORIDA 1970	U. FLORIDA 1970	U. FLORIDA 1970	U. FLORIDA 1970	
UNIDAD	%	%	%	%	%	%	
22-1040	1,45	12,70	5,33	6,29	9,98	65,69	Cáscara amarilla CAR 1
22-1041	2,42	10,35	4,43	5,50	7,68	72,04	Cáscara verde CVR 1
22-1042	4,43	12,32	6,33	6,53	10,77	64,06	Cáscara amarilla CAR 2
22-1043	2,47	9,96	4,81	6,07	7,80	71,36	Cáscara verde CVR 2
22-1044	3,43	12,60	5,25	6,40	10,02	65,79	Cáscara amarilla CAR 3
22-1045	2,38	10,20	4,45	6,02	7,72	71,46	Cáscara verde CVR 3
22-1046	1,35	12,69	5,30	6,20	9,89	65,65	Cáscara amarilla CAR 4
22-1047	2,32	10,33	4,41	5,51	7,67	72,70	Cáscara verde CVR 4
22-1048	4,25	12,30	6,32	6,52	9,90	64,09	Cáscara amarilla CAR 5
22-1049	2,37	9,99	4,80	6,06	7,90	71,63	Cáscara verde CVR 5
22-1050	3,33	12,59	5,27	6,41	10,05	65,97	Cáscara amarilla CAR 6
22-1051	2,37	10,27	4,40	6,01	7,90	71,90	Cáscara verde CVR 6

Los ensayos marcados con Ω se reportan en base seca.

OBSERVACIONES: Muestra entregada por el cliente

RESPONSABLES DEL INFORME

Firmado electrónicamente por:

IVÁN RODRIGO
Bladimir Ortiz

Firmado electrónicamente por:

BLADIMIR
EFRAIN ORTIZ RAMOS
Ing. Bladimir Ortiz

SAMANIEGO
MAIGUA
Dr. Iván Samaniego, MSc.



RESPONSABLE TÉCNICO



RESPONSABLE CALIDAD

Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio.

Los resultados arriba indicados solo están relacionados con el objeto de ensayo

NOTA DE DESCARGO: La información contenida en este informe de ensayo es de carácter confidencial, está dirigida únicamente al destinatario de la misma y solo podrá ser usada por este. Si el lector de este correo electrónico o fax no es el destinatario del mismo, se le notifica que cualquier copia o distribución de este se encuentra totalmente prohibido. Si usted ha recibido este informe de ensayo por error, por favor notifique inmediatamente al remitente por este mismo medio y elimine la información. La información entregada por el cliente y generada durante las actividades de laboratorio es de carácter confidencial, esta dirigida únicamente al destinatario de la misma y solo puede ser usada por este. Los datos marcados con ** son suministrados por el cliente. El laboratorio no se responsabiliza por esta información.

Anexo 6. Análisis de Van Soest.

MC-LSAIA-2201-05

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS ESTACION EXPERIMENTAL SANTA CATALINA DEPARTAMENTO DE NUTRICIÓN Y CALIDAD
LABORATORIO DE SERVICIO DE ANÁLISIS E INVESTIGACIÓN EN ALIMENTOS
 Panamericana Sur Km. 1. Cutuglagua Tlfs. 2890691-3007134. Fax 3007134
 Casilla postal 17-01-340




INFORME DE ENSAYO No: 22-0260

NOMBRE PETICIONARIO: **Sr. Oscar Joel Sani Sotalin
DIRECCIÓN: Quito, Carcelén bajo, pasaje 5
FECHA DE EMISIÓN: 09/05/2022
FECHA DE ANÁLISIS: Del 28 de abril al 9 de mayo de 2022

INSTITUCIÓN: **Universidad Técnica del Norte
ATENCIÓN: **Sr. Oscar Joel Sani Sotalin
FECHA DE RECEPCIÓN: 28/03/2022
HORA DE RECEPCIÓN: 14H00
ANÁLISIS SOLICITADO: **Van Soest

ANÁLISIS	HUMEDAD	FDNQ	FDAQ	LIGNINAQ	**IDENTIFICACIÓN
MÉTODO	MO-LSAIA-01.01	MO-LSAIA-02.01	MO-LSAIA-02.02	MO-LSAIA-02.03	
MÉTODO REF.	U. FLORIDA 1970	U. FLORIDA 1970	U. FLORIDA 1970	U. FLORIDA 1970	
UNIDAD	%	%	%	%	
22-1040	1,45	36,40	31,04	16,74	Cáscara amarilla CAR 1
22-1041	2,42	58,89	21,86	8,43	Cáscara verde CVR 1
22-1042	4,43	36,26	33,02	18,39	Cáscara amarilla CAR 2
22-1043	2,47	58,97	21,16	10,14	Cáscara verde CVR 2
22-1044	3,43	36,29	32,03	17,54	Cáscara amarilla CAR 3
22-1045	2,38	58,93	21,20	9,23	Cáscara verde CVR 3
22-1045	1,35	36,39	31,05	16,73	Cáscara amarilla CAR 4
22-1046	2,32	58,90	21,85	8,99	Cáscara verde CVR 4
22-1047	4,25	36,36	33,20	17,90	Cáscara amarilla CAR 5
22-1048	2,37	58,96	21,18	10,16	Cáscara verde CVR 5
22-1049	3,33	36,28	32,06	16,99	Cáscara amarilla CAR 6
22-1050	2,37	58,92	21,21	9,20	Cáscara verde CVR 6

Los ensayos marcados con Ω se reportan en base seca.

OBSERVACIONES: Muestra entregada por el cliente

RESPONSABLES DEL INFORME

Firmado electrónicamente por:

IVÁN SAMANIEGO
 BLADIMIR ORTIZ

Firmado electrónicamente por:

BLADIMIR
 EFRAIN ORTIZ RAMOS
 Ing. Bladimir Ortiz

SAMANIEGO
 MAIGUA
 Dr. Iván Samaniego, MSc.



RESPONSABLE TÉCNICO

RESPONSABLE CALIDAD

Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio.

Los resultados arriba indicados solo están relacionados con el objeto de ensayo

NOTA DE DESCARGO: La información contenida en este informe de ensayo es de carácter confidencial, está dirigida únicamente al destinatario de la misma y solo podrá ser usada por este. Si el lector de este correo electrónico o fax no es el destinatario del mismo, se le notifica que cualquier copia o distribución de este se encuentra totalmente prohibida. Si usted ha recibido este informe de ensayo por error, por favor notifique inmediatamente al remitente por este mismo medio y elimine la información. La información entregada por el cliente y generada durante las actividades de laboratorio es de carácter confidencial, está dirigida únicamente al destinatario de la misma y solo puede ser usada por este. Los datos marcados con ** son suministrados por el cliente. El laboratorio no se responsabiliza por esta información.

Anexo 7. Análisis del perfil de minerales.

MC-LSAIA-2201-05

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS ESTACION EXPERIMENTAL SANTA CATALINA DEPARTAMENTO DE NUTRICIÓN Y CALIDAD

LABORATORIO DE SERVICIO DE ANÁLISIS E INVESTIGACIÓN EN ALIMENTOS

Panamericana Sur Km. 1, Cutuglagua Tifs, 269069 1-3007134. Fax 3007 134
Casilla postal 17-01-340




INFORME DE ENSAYO No: 22-0260-A

NOMBRE PETICIONARIO: **Sr. Oscar Joel Sani Sotalin

DIRECCIÓN: Quito, Carcelén bajo, pasaje 5

FECHA DE EMISIÓN: 09/05/2022

FECHA DE ANÁLISIS: Del 28 de abril al 9 de mayo de 2022

INSTITUCIÓN: **Universidad Técnica del Norte

ATENCIÓN: **Sr. Oscar Joel Sani Sotalin

FECHA DE RECEPCIÓN: 28/03/2022

HORA DE RECEPCIÓN: 14H00

ANÁLISIS SOLICITADO: Minerales totales

ANÁLISIS	HUMEDAD	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	pH	**IDENTIFICACIÓN
MÉTODO	MO-LSAIA-01.01	MO-LSAIA-3.01.02	MO-LSAIA-3.01.02	MO-LSAIA-3.01.03	MO-LSAIA-3.01.03	MO-LSAIA-3.01.04	
MÉTODO REF.	U. FLORIDA 1970	U. FLORIDA 1980	U. FLORIDA 1980	U. FLORIDA 1980	U. FLORIDA 1980	U. FLORIDA 1980	
UNIDAD	%	%	%	ppm	%	%	
22-1040	1,45	0,17	0,13	225,27	4,97	0,19	Cáscara verde CVR 1
22-1041	2,42	0,14	0,10	40,99	4,82	0,15	Cáscara verde CVR 2
22-1042	4,43	0,18	0,14	37,67	5,41	0,21	Cáscara verde CVR 3
22-1043	2,47	0,17	0,09	109,71	4,20	0,12	Cáscara verde CVR 4
22-1044	3,43	0,16	0,12	50,34	5,02	0,20	Cáscara verde CVR 5
22-1045	2,38	0,15	0,08	100,03	4,40	0,13	Cáscara verde CVR 6
ANÁLISIS	HUMEDAD	Cu ²⁺	Fe ²⁺	Mn ²⁺	Zn ²⁺		
MÉTODO	MO-LSAIA-01.01	MO-LSAIA-03.02	MO-LSAIA-03.02	MO-LSAIA-03.02	MO-LSAIA-03.02		
MÉTODO REF.	U. FLORIDA 1970	U. FLORIDA 1980	U. FLORIDA 1980	U. FLORIDA 1980	U. FLORIDA 1980		
UNIDAD	%	ppm	ppm	ppm	ppm		
22-1040	1,45	2	145	24	21		Cáscara verde CVR 1
22-1041	2,42	1	154	22	17		Cáscara verde CVR 2
22-1042	4,43	1	160	25	18		Cáscara verde CVR 3
22-1043	2,47	1	144	22	27		Cáscara verde CVR 4
22-1044	3,43	2	150	25	22		Cáscara verde CVR 5
22-1045	2,38	1	146	22	18		Cáscara verde CVR 6

Los ensayos marcados con Ω se reportan en base seca.

OBSERVACIONES: Muestra entregada por el cliente

RESPONSABLES DEL INFORME

IVÁN RODRIGO



SAMANIEGO MAIGUA
Dr. Iván Samaniego, MSc.

RESPONSABLE TÉCNICO

Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio.

Los resultados arriba indicados solo están relacionados con el objeto de ensayo

NOTA DE DESCARGO: La información contenida en este informe de ensayo es de carácter confidencial, está dirigida únicamente al destinatario de la misma y solo podrá ser usada por este. Si el lector de este correo electrónico o fax no es el destinatario del mismo, se le notifica que cualquier copia o distribución de este se encuentra totalmente prohibida. Si usted ha recibido este informe de ensayo por error, por favor notifique inmediatamente al remitente por este mismo medio y elimine la información. La información entregada por el cliente y generada durante las actividades de laboratorio es de carácter confidencial, está dirigida únicamente al destinatario de la misma y solo puede ser usada por este. Los datos marcados con ** son suministrados por el cliente. El laboratorio no se responsabiliza por esta información.

BLADIMIR



EFRAIN ORTIZ RAMOS
Ing. Bladimir Ortiz

RESPONSABLE CALIDAD

Anexo 8. Análisis del perfil de aminoácidos harina de cascara verde.

AMINO*Lab*[®]

Sample Information Report

Evonik Ecuador S.A. (77748), Quito, Ecuador

Lab Customer: Evonik Ecuador S.A., Quito, 61420

Lab code:	DE22-0000715-001	Date of delivery:	2022-08-03	Date of release:	2022-11-02
Material Type:	Raw Materials	Material:	Banana Meal	Phase:	
Origin Country:	Ecuador	Origin Subregion:	Costa	Origin Province:	Santo Domingo
Description:	EC 036 - Banana peel meal - U. del Norte				



Evonik Operations GmbH | Animal Nutrition
 animal-nutrition@evonik.com | www.aminoacidsandmore.com

Analytical Report

Evonik Ecuador S.A. (77748), Quito, Ecuador

Lab Customer: Evonik Ecuador S.A., Quito, 61420

Lab code: DE22-0000715-001

Material: Banana Meal

Description: EC 036 - Banana peel meal - U. del Norte

Results of amino acid analysis / total contents after hydrolysis of protein

Parameter	Content (% as is)	Content (%)*	Content (% in CP)
Dry matter	94.09		
CP	5.89	5.51	
Methionine	0.058	0.054	0.985
Cystine	0.07	0.065	1.188
Methionine + Cystine	0.128	0.12	2.173
Lysine	0.176	0.165	2.988
Threonine	0.184	0.172	3.124
Tryptophan	0.068	0.064	1.154
Arginine	0.177	0.166	3.005
Isoleucine	0.178	0.166	3.022
Leucine	0.31	0.29	5.263
Valine	0.231	0.216	3.922
Histidine	0.107	0.1	1.817
Phenylalanine	0.218	0.204	3.701
Glycine	0.264	0.247	4.482
Serine	0.205	0.192	3.48
Proline	0.191	0.179	3.243
Alanine	0.242	0.226	4.109
Aspartic acid	0.389	0.364	6.604
Glutamic acid	0.441	0.412	7.487
Taurine	<-0.010		
NH3	0.132	0.123	2.241
Sum including NH3	3.573	3.342	60.662
Sum without NH3	3.441	3.218	58.421

* DMS: Figures standardized to a dry matter content of 88%, CP = Crude protein, based on Dumas combustion method (CP factor 6.25)



Evonik Operations GmbH | Animal Nutrition
 animal-nutrition@evonik.com | www.aminoacidsandmore.com



Analytical Report

Evonik Ecuador S.A. (77748), Quito, Ecuador

Lab Customer: Evonik Ecuador S.A., Quito, 61420

Lab code: DE22-0000715-001

Material: Banana Meal

Description: EC 036 - Banana peel meal - U. del Norte

Supplemented contents

Parameter	Content (% as is)
Methionine	<-0.010
Lysine	<-0.020
Threonine	<-0.010
Valine	<-0.020



Evonik Operations GmbH | Animal Nutrition
 animal-nutrition@evonik.com | www.aminoacidsandmore.com

Reinmann
 Dr. I. Reinmann



Anexo 9. Análisis del perfil de aminoácidos harina de cascara amarilla.

AMINO*Lab*®

Sample Information Report

Evonik Ecuador S.A. (77748), Quito, Ecuador

Lab Customer: Evonik Ecuador S.A., Quito, 61420

Lab code:	DE22-0000715-002	Date of delivery:	2022-08-03	Date of release:	2022-11-02
Material Type:	Raw Materials	Material:	Banana Meal	Phase:	
Origin Country:	Ecuador	Origin Subregion:	Costa	Origin Province:	Santo Domingo
Description:	EC 037 - Banana peel meal - U. del Norte - CA-R2				



Evonik Operations GmbH | Animal Nutrition
 animal-nutrition@evonik.com | www.aminoacidsandmore.com

Analytical Report

Evonik Ecuador S.A. (77748), Quito, Ecuador

Lab Customer: Evonik Ecuador S.A., Quito, 61420

Lab code: DE22-0000715-002

Material: Banana Meal

Description: EC 037 - Banana peel meal - U. del Norte - CA-R2

Results of amino acid analysis / total contents after hydrolysis of protein

Parameter	Content (% as is)	Content (%)*	Content (% in CP)
Dry matter	94.62		
CP	6.54	6.08	
Methionine	0.056	0.052	0.856
Cystine	0.079	0.073	1.208
Methionine + Cystine	0.135	0.126	2.064
Lysine	0.104	0.097	1.59
Threonine	0.198	0.184	3.028
Tryptophan	0.092	0.086	1.407
Arginine	0.108	0.1	1.651
Isoleucine	0.192	0.179	2.936
Leucine	0.327	0.304	5
Valine	0.269	0.25	4.113
Histidine	0.089	0.083	1.361
Phenylalanine	0.232	0.216	3.547
Glycine	0.278	0.259	4.251
Serine	0.228	0.212	3.486
Proline	0.209	0.194	3.196
Alanine	0.264	0.246	4.037
Aspartic acid	0.438	0.407	6.697
Glutamic acid	0.48	0.446	7.339
Taurine	<0.010		
NH3	0.129	0.12	1.972
Sum including NH3	3.68	3.423	56.269
Sum without NH3	3.551	3.303	54.297

* DMS: Figures standardized to a dry matter content of 88%, CP = Crude protein, based on Dumas combustion method (CP factor 6.25)



Evonik Operations GmbH | Animal Nutrition
animal-nutrition@evonik.com | www.aminoacidsandmore.com

Reimann
Dr. I. Reimann



Analytical Report

Evonik Ecuador S.A. (77748), Quito, Ecuador

Lab Customer: Evonik Ecuador S.A., Quito, 61420

Lab code: DE22-0000715-002

Material: Banana Meal

Description: EC 037 - Banana peel meal - U. del Norte - CA-R2

Supplemented contents

Parameter	Content (% as is)
Methionine	<-0.010
Lysine	<-0.020
Threonine	<-0.010
Valine	<-0.020



Evonik Operations GmbH | Animal Nutrition
 animal-nutrition@evonik.com | www.aminoacidsandmore.com

Dr. J. Reimann



Anexo 10. Análisis del perfil de aminoácidos harina de cascara amarilla.

AMINO*Lab*®

Sample Information Report

Evonik Ecuador S.A. (77748), Quito, Ecuador

Lab Customer: Evonik Ecuador S.A., Quito, 61420

Lab code:	DE22-0000715-003	Date of delivery:	2022-08-03	Date of release:	2022-11-02
Material Type:	Raw Materials	Material:	Banana Meal	Phase:	
Origin Country:	Ecuador	Origin Subregion:	Costa	Origin Province:	Santo Domingo
Description:	EC 038 - Banana peel meal - U. del Norte - CA-R3				



Evonik Operations GmbH | Animal Nutrition
 animal-nutrition@evonik.com | www.aminoacidsandmore.com

Analytical Report

Evonik Ecuador S.A. (77748), Quito, Ecuador

Lab Customer: Evonik Ecuador S.A., Quito, 61420

Lab code: DE22-0000715-003

Material: Banana Meal

Description: EC 038 - Banana peel meal - U. del Norte - CA-R3

Results of amino acid analysis / total contents after hydrolysis of protein

Parameter	Content (% as is)	Content (%) [*]	Content (% in CP)
Dry matter	94.96		
CP	6.55	6.07	
Methionine	0.054	0.05	0.824
Cystine	0.081	0.075	1.237
Methionine + Cystine	0.135	0.125	2.061
Lysine	0.103	0.095	1.573
Threonine	0.196	0.182	2.992
Tryptophan	0.091	0.084	1.389
Arginine	0.106	0.098	1.618
Isoleucine	0.189	0.175	2.885
Leucine	0.324	0.3	4.947
Valine	0.264	0.245	4.031
Histidine	0.087	0.081	1.328
Phenylalanine	0.233	0.216	3.557
Glycine	0.276	0.256	4.214
Serine	0.226	0.209	3.45
Proline	0.211	0.196	3.221
Alanine	0.262	0.243	4
Aspartic acid	0.434	0.402	6.626
Glutamic acid	0.476	0.441	7.267
Taurine	<0.010		
NH ₃	0.128	0.119	1.954
Sum including NH ₃	3.65	3.382	55.725
Sum without NH ₃	3.522	3.264	53.771

^{*} DMS: Figures standardized to a dry matter content of 88%, CP = Crude protein, based on Dumas combustion method (CP factor 6.25)



Evonik Operations GmbH | Animal Nutrition
 animal-nutrition@evonik.com | www.aminoacidsandmore.com



Analytical Report

Evonik Ecuador S.A. (77748), Quito, Ecuador

Lab Customer: Evonik Ecuador S.A., Quito, 61420

Lab code: DE22-0000715-003

Material: Banana Meal

Description: EC 038 - Banana peel meal - U. del Norte - CA-R3

Supplemented contents

Parameter	Content (% as is)
Methionine	<0.010
Lysine	<0.020
Threonine	<0.010
Valine	<0.020



Evonik Operations GmbH | Animal Nutrition
animal-nutrition@evonik.com | www.aminoacidsandmore.com

Dr. I. Reimann

