



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA ZOOTÉCNICA

Unidad de Integración Curricular previo a la obtención
del título de Ingeniero Zootecnista

Título del proyecto de investigación:

**“COMPOSICIÓN QUÍMICA DE RESIDUOS AGROINDUSTRIALES DE
PLÁTANO (*Musa paradisiaca*), FREJÓL GANDUL (*Cajanus cajan*), MARACUYÁ
(*Passiflora edulis*), LODO DE PALMA (*Elaeis guineensis*), Y SU
APROVECHAMIENTO COMO MATERIA PRIMA EN LA PRODUCCIÓN
PECUARIA”.**

Autora:

Joselyn Karina Miranda Barros

Tutor del proyecto de investigación:

Dr. Ítalo Espinoza Guerra

Mocache – Los Ríos – Ecuador

2020

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, **Miranda Barros Joselyn Karina**, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Técnica Estatal de Quevedo, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su reglamento y por la normatividad institucional vigente.

Miranda Barros Joselyn Karina

C.C.# 1206816157

CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

El suscrito, **Dr. Ítalo Fernando Espinoza Guerra M.S.c.** Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que la estudiante **Miranda Barros Joselyn Karina**, realizó el Proyecto de investigación titulado, “**COMPOSICIÓN QUÍMICA DE RESIDUOS AGROINDUSTRIALES DE PLÁTANO (*Musa paradisiaca*), FREJÓL GANDUL (*Cajanus cajan*), MARACUYÁ (*Passiflora edulis*), LODO DE PALMA (*Elaeis guineensis*), Y SU APROVECHAMIENTO COMO MATERIA PRIMA EN LA PRODUCCIÓN PECUARIA**”, previo a la obtención del título de Ingeniería Zootécnica, bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

Dr. Ítalo Fernando Espinoza Guerra, M.Sc.
DIRECTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

CERTIFICACIÓN DEL REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO.



Document Information

Analyzed document	TESIS JOSELYN MIRANDA.pdf (D78215631)
Submitted	8/27/2020 3:50:00 AM
Submitted by	ITALO ESPINOZA
Submitter email	iespinoza@uteq.edu.ec
Similarity	8%
Analysis address	iespinoza.uteq@analysis.arkund.com

Dando cumplimiento al Reglamento de la Unidad de Titulación Especial de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo y a las normativas y directrices establecidas por el SENESCYT, el suscrito Ing. M.Sc. Ítalo Espinoza Guerra, en calidad de Director del Proyecto de Investigación de Grado “**COMPOSICIÓN QUÍMICA DE RESIDUOS AGROINDUSTRIALES DE PLÁTANO (*Musa paradisiaca*), FREJÓL GANDUL (*Cajanus cajan*), MARACUYÁ (*Passiflora edulis*), LODO DE PALMA (*Elaeis guineensis*), Y SU APROVECHAMIENTO COMO MATERIA PRIMA EN LA PRODUCCIÓN PECUARIA**”, de autoría de la estudiante **Joselyn Karina Miranda Barros**, certifica que el porcentaje de similitud reportado por el Sistema URKUND es de 8%, el mismo que es permitido por el mencionado software y los requerimientos académicos establecidos.

Dr. Ítalo Fernando Espinoza Guerra
DIRECTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO

FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA ZOOTÉCNICA

UNIDAD INTEGRADORA CURRICULAR:

Título del proyecto de investigación:

“COMPOSICIÓN QUÍMICA DE RESIDUOS AGROINDUSTRIALES DE PLÁTANO (*Musa paradisiaca*), FREJÓL GANDUL (*Cajanus cajan*), MARACUYÁ (*Passiflora edulis*), LODO DE PALMA (*Elaeis guineensis*), Y SU APROVECHAMIENTO COMO MATERIA PRIMA EN LA PRODUCCIÓN PECUARIA”.

Presentado a la Comisión Académica como requisito previo a la obtención del título de Ingeniera Zootecnista.

Aprobado por:

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Dr. León Montenegro Vivas

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Dr. Ronal Cabezas Congo

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

M.Sc. Jorge Muñoz Rodríguez.

AGRADECIMIENTO.

Agradezco principalmente a **Jehová Dios** por haberme dado vida y permitirme haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional.

A mis padres **Pedro Miranda, Karina Barros** y mi segunda madre **Flerida Menéndez** por acompañarme siempre en este camino, dándome el apoyo necesario en mi preparación profesional. A mi novio por darme palabras de aliento en todo momento y amigos que me ayudaron cuando más los necesitaba.

Agradezco a la Universidad Técnica Estatal de Quevedo ya que sirvieron de guías en mi camino de vida, y siendo un pilar importante me hicieron crecer como persona y superar etapas.

Finalmente, a los maestros, aquellos que formaron parte de nuestra preparación universitaria.

Miranda Barros Joselyn Karina

DEDICATORIA.

Dedico este trabajo principalmente a **Jehová Dios**, por haberme dado vida y permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional. A **mi padre Pedro Miranda**, por ser el pilar más importante, por regalarme la mejor herencia, mis estudios y su apoyo incondicional.

A **mi madre Karina Barros**, por darme el apoyo suficiente para no decaer cuando todo parecía complicado e imposible. A mi **segunda madre Flerida**, a quien amo mucho, por compartir momentos significativos conmigo y por siempre estar dispuesta a escucharme y ayudarme en cualquier momento.

Miranda Barros Joselyn Karina

RESUMEN

Se estudió la composición química de residuos agroindustriales de cáscara frejól gandul, lodo de palma, cáscara de maracuyá y cáscara de plátano. Los tratamientos fueron T1: cáscara de frejól gandul; T2: lodo de palma; T3: cáscara de maracuyá y T4: cáscara de plátano. Se aplicó un Diseño Completamente al Azar con cinco repeticiones, las diferencias de medias se agruparon mediante Tukey al 5 % de probabilidad. Se evaluaron las variables materia seca (MS), materia inorgánica (MI), proteína bruta (PB), grasa bruta (GB), fibra detergente neutra (FDN) y fibra detergente ácida (FDA). El contenido de MS del T1 (77,03 %) fue mayor ($P < 0,05$) a los T2 (29,11 %), T3 (20,80 %) y T4 (19,21 %). En el parámetro de materia inorgánica el T2 lodo de palma (13,93 %) presenta diferencia ($P < 0,05$) con el T1 cáscara de frejól gandul, T3 cáscara de maracuyá y T4 cáscara de plátano (4,0 - 5,56 y 8,73 % respectivamente). El contenido de proteína cruda los mayores porcentajes fueron para el T1 cáscara de frejól gandul (13,96 %) y T2 lodo de palma (13,91 %) que presentaron diferencias ($P < 0,05$) con el T3 cáscara de maracuyá (7,13 %) y T4 cáscara de plátano (1,62 %). El contenido de grasa bruta el T1 cáscara de frejól gandul (2,57 %) reporto valores inferiores ($P < 0,05$) con los T2, T3 y T4 (10,17, 9,06 y 9,57 % respectivamente). Los porcentajes de fibra detergente neutra indican que el menor valor de FDN fue para los tratamientos T2 lodo de palma (52,78 %) y T4 cáscara de plátano (47,80 %) presentando diferencias ($P < 0,05$) con el T1 cáscara de frejól gandul (63,38 %) y el T3 cáscara de maracuyá (57,26 %). Las fracciones de fibra detergente ácida (FDA) indican el menor contenidos de FDA en los tratamientos T3 (32,94 %) cáscara de maracuyá y T4 la cáscara de plátano (29,40 %) demostrando diferencias ($P < 0,05$) con los T1 cáscara de frejól gandul (37,16 %) y T2 (35,66 %). En general, las materias primas objeto de este estudio contribuye con la información de cómo está compuesto químicamente cada residuo para ser usadas en tablas alimenticias y como recursos no convencionales alternativos de bajo valor comercial y poco competitivos en la alimentación de rumiantes.

Palabra clave: Nutriente, fracciones de fibra, bromatología.

ABSTRACT

The chemical composition of agricultural residues of pigeon peel, palm mud, passion fruit peel and banana peel was studied. The treatments were T1: pigeon peas shell; T2: palm mud; T3: passion fruit peel and T4: banana peel. A Completely Random Design was applied with five repetitions, the mean differences were grouped by Tukey at 5 % probability. The variables dry matter (DM), inorganic matter (MI), crude protein (CP), crude fat (GB), neutral detergent fiber (NDF) and acid detergent fiber (FDA) were evaluated. The MS content of T1 (77.03 %) was higher ($P < 0.05$) than T2 (29.11 %), T3 (20.80 %) and T4 (19.21 %). In the inorganic matter parameter, palm mud T2 (13.93 %) presents a difference ($P < 0.05$) with pigeon peel T1, passion fruit peel T3 and banana peel T4 (4.0 - 5, 56 and 8.73 % respectively). The crude protein content the highest percentages were for Pigeon bean shell T1 (13.96%) and palm mud T2 (13.91 %) that presented differences ($P < 0.05$) with passion fruit shell T3 (7.13 %) and T4 banana peel (1.62 %). The crude fat content in Pigeon peas T1 (2.57 %) reported lower values ($P < 0.05$) with T2, T3 and T4 (10.17, 9.06 and 9.57% respectively). The percentages of neutral detergent fiber indicate that the lowest value of NDF was for the treatments T2 palm mud (52.78 %) and T4 banana peel (47.80 %) presenting differences ($P < 0.05$) with T1 Pigeon peas (63.38%) and passion fruit peel T3 (57.26 %). The acid detergent fiber fractions (FDA) indicate the lowest FDA content in the T3 (32.94 %) passion fruit peel and T4 the banana peel (29.40 %) showing differences ($P < 0.05$) with the T1 pigeon peel (37.16 %) and T2 (35.66 %). In general, the raw materials that are the object of this study contribute information on how each residue is chemically composed to be used in food tables and as alternative non-conventional resources of low commercial value and not very competitive in ruminant feeding.

Keyword: Nutrient, fiber fractions, food science.

TABLA DE CONTENIDO

1. Introducción.....	1
CAPÍTULO I.....	3
CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	3
1.1. Problema de investigación.....	4
1.1.1. Planteamiento del problema.....	4
Diagnóstico.....	4
Pronóstico.....	4
1.1.2. Formulación del problema.....	5
1.1.3. Sistematización del problema.....	5
1.2. Objetivos.....	6
1.2.1. Objetivo General.....	6
1.2.2. Objetivos Específicos.....	6
1.2. Justificación.....	7
CAPÍTULO II.....	8
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN.....	8
2.1. Marco conceptual.....	9
2.1.2. Residuos Agroindustriales.....	9
2.1.4. Composición química de los residuos.....	10
2.1.5. Fibra detergente neutra (FDN).....	10
2.1.6. Fibra detergente acida (FDA).....	11
2.2. Marco referencial.....	12
2.2.1. Uso del residuo de plátano y composición química.....	12
2.2.2. Características generales del frejól gandul (<i>Cajanus cajan</i>).....	13
2.2.3. Cáscara de maracuyá (<i>Passiflora edulis</i>).....	15
2.2.4. Características generales del lodo de palma (<i>Elaeis guineensis</i>).....	17
CAPÍTULO III.....	19
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	19
3.1. Localización.....	20
3.2. Tipo de investigación.....	20
3.3. Método de investigación.....	21
3.4. Fuentes de recopilación de la información.....	21
3.5. Diseño de la investigación.....	21

3.6.1. Variables a evaluar.....	23
3.6.1.1. Materia seca (MS).	23
3.6.1.2. Proteína (P).....	23
3.6.1.3. Fibra detergente neutra (FDN).....	23
3.6.1.4. Fibra detergente ácida (FDA).	24
.....	24
3.6.2. Procedimiento experimental.....	24
3.6.2.1. Preparación de los subproductos.	24
3.6.2.2. Tratamientos de los datos.....	25
3.7. Recursos humanos y materiales.	25
CAPÍTULO IV.....	28
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	28
4.1. Resultados y discusión	29
Composición química de residuos Agroindustriales de cáscara de frejól gandul, lodo de palma, cáscara de maracuyá y cáscara de plátano.....	35
CAPÍTULO V.....	37
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	37
5.1. Conclusiones	38
5.2. Recomendaciones	38
CAPÍTULO V.....	38
BIBLIOGRAFÍA	38
CAPÍTULO VII.....	43
ANEXOS.....	43

INDICE DE TABLAS

	Página
Tabla 1. Composición química de residuos agrícolas de cáscara de plátano (<i>Musa paradisiaca</i>).....	13
Tabla 2. Composición química del frejól gandul (<i>Cajanus Cajan</i>).....	15
Tabla 3. Composición química cáscara de maracuyá (<i>Passiflora edulis</i>).....	16
Tabla 4. Composición química del lodo de palma (<i>Elaeis Guineensis</i>).	18

Tabla 5. <i>Composición química de residuos agrícolas de cáscara de frejol gandul, lodo de palma, cáscara de maracuyá y cáscara de plátano</i>	35
---	----

INDICE DE CUADROS

	Página
Cuadro 1. Materia seca de Residuos Agroindustriales de cáscara de frejól gandul, lodo de palma, cáscara de maracuyá y cáscara de plátano.	29
Cuadro 2. Materia inorgánica de Residuos Agroindustriales de cáscara de frejól gandul, lodo de palma, cáscara de maracuyá y cáscara de plátano.	30
Cuadro 3. Proteína cruda de Residuos Agroindustriales de cáscara de frejól gandul, lodo de palma, cáscara de maracuyá y cáscara de plátano.	31
Cuadro 4. Grasa bruta de Residuos Agroindustriales de cáscara de frejól gandul, lodo de palma, cáscara de maracuyá y cáscara de plátano.	32
Cuadro 5. Fibra detergente neutra de Residuos Agroindustriales de cáscara de frejól gandul, lodo de palma, cáscara de maracuyá y cáscara de plátano.	34
Cuadro 6. Fibra detergente ácida de Residuos Agroindustriales de cáscara de frejól gandul, lodo de palma, cáscara de maracuyá y cáscara de plátano.	35

INDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Consumo cáscara de plátano	13
Figura 2. Consumo cáscara de maracuyá	17

ÍNDICE DE ANEXOS

	Página
Anexo 1. Producto	48
Anexo 2. Secado de los materiales para composición química.....	48
Anexo 3. Secado de los materiales para composición química.....	48
Anexo 4. Molición de los Residuos Agroindustriales	48

Anexo 5. Sellado de las bolsas ANKON F57.	49
Anexo 6. Preparación de los reactivos para la fibra detergente neutra y Fibra detergente ácida.....	49
Anexo 7. Muestras durante y después de permanecer en el determinador de fibra.	49
Anexo 8. Análisis de grasa en el Determinador.	49

CÓDIGO DUBLÍN

Título:	“Composición química de residuos agroindustriales de plátano (<i>Musa paradisiaca</i>), frejól gandul (<i>Cajanus cajan</i>), maracuyá (<i>Passiflora edulis</i>), lodo de palma (<i>Elaeis guineensis</i>), y su aprovechamiento como materia prima en la producción pecuaria”			
Autora:	Miranda Barros Joselyn Karina			
Palabras clave:	Nutriente	Fracciones de fibra	bromatología	
Fecha de Publicación:				
Editorial:				
Resumen	<p>Se estudió la composición química de residuos agroindustriales de cáscara frejól gandul, lodo de palma, cáscara de maracuyá y cáscara de plátano. Los tratamientos fueron T1: cáscara de frejól gandul; T2: lodo de palma; T3: cáscara de maracuyá y T4: cáscara de plátano. Se aplicó un Diseño Completamente al Azar con cinco repeticiones, las diferencias de medias se agruparon mediante Tukey al 5 % de probabilidad. Se evaluaron las variables materia seca (MS), materia inorgánica (MI), proteína bruta (PB), grasa bruta (GB), fibra detergente neutra (FDN) y fibra detergente ácida (FDA). El contenido de MS del T1 (77,03 %) fue mayor ($P<0,05$) a los T2 (29,11 %), T3 (20,80 %) y T4 (19,21 %). En el parámetro de materia inorgánica el T2 lodo de palma (13,93 %) presenta diferencia ($P<0,05$) con el T1 cáscara de frejól gandul, T3 cáscara de maracuyá y T4 cáscara de plátano (4,0 - 5,56 y 8,73 % respectivamente). El contenido de proteína cruda los mayores porcentajes fueron para el T1 cáscara de frejól gandul (13,96 %) y T2 lodo de palma (13,91 %) que presentaron diferencias ($P<0,05$) con el T3 cáscara de maracuyá (7,13 %) y T4 cáscara de plátano (1,62 %). El contenido de grasa bruta el T1 cáscara de frejól gandul (2,57 %) reportó valores inferiores ($P<0,05$) con los T2, T3 y T4 (10,17, 9,06 y 9,57 % respectivamente). Los porcentajes de fibra detergente neutra indican que el menor valor de FDN fue para los tratamientos T2 lodo de palma (52,78 %) y T4 cáscara de plátano</p>			

	<p>(47,80 %) presentando diferencias ($P < 0,05$) con el T1 cáscara de frejól gandul (63,38 %) y el T3 cáscara de maracuyá (57.26 %), Las fracciones de fibra detergente acida (FDA) indican el menor contenidos de FDA en los tratamientos T3 (32,94 %) cáscara de maracuyá y T4 la cáscara de plátano (29,40 %) demostrando diferencias ($P < 0,05$) con los T1 cáscara de frejól gandul (37,16 %) y T2 (35,66 %). En general, las materias primas objeto de este estudio contribuye con la información de cómo está compuesto químicamente cada residuo para ser usadas en tablas alimenticias y como recursos no convencionales alternativos de bajo valor comercial y poco competitivos en la alimentación de rumiantes.</p>
Descripción	65 hojas : dimensiones, 29 x 21 cm + CD-ROM
URI:	

1. Introducción.

Los residuos agroindustriales en la última década están siendo motivo de diversos estudios, debido a que gran parte de sus componentes podrían ser utilizados en alimentación animal (1). Los diferentes cultivos agrícolas tales como palma africana, arroz, maracuyá, fréjol de palo y otros, generan muchos residuos, especialmente biomasa que representa un problema desde el punto de vista ambiental debido a la falta de técnicas para su aprovechamiento y recurso. Estos subproductos de la producción agrícola y agroindustrial pueden generar beneficios en el sector de productores pecuarios (2). A lo largo de los siglos, el ganado vacuno y el porcino principalmente, pero también otras especies (ovinos, caprinos y aves) se han beneficiado con el reciclaje de estas materias primas como alimentos (3).

Las pérdidas y desperdicios de alimentos que se originan en el campo hasta su transformación y consumo, generan un impacto negativo en los recursos naturales (agua y suelo) y pérdida de nutrientes (energía y proteína), además pueden emplearse en la alimentación animal mediante su transformación y enriquecimiento, favoreciendo la conservación ambiental y conduciendo a una producción orgánica (4). Al momento de seleccionar la alternativa más apropiada para el aprovechamiento y posterior tratamiento de un residuo agroindustrial específico es necesario conocer su composición química, la calidad de sus elementos y la cantidad que se genera (5). Así, el plátano es uno de los cultivos más comunes en todos los países con clima tropical, de todo el fruto lo único que es consumido por el humano es la pulpa por lo que se generan grandes cantidades de desperdicio, este generalmente se coloca en basureros municipales lo que contribuye a la existencia de problemas ambientales (6).

Otro subproducto agrícola es el gandul, también conocido como frijól de palo, quinchoncho, entre otros, es una leguminosa arbustiva, tolerante a sequías y suelos con bajo contenido de nutrientes. Además, de servir para la alimentación humana; el forraje puede ser utilizado para la alimentación animal, debido a que posee altos niveles de proteína (16 a 22 %) y una digestibilidad de la materia seca de aproximadamente del 59 % pudiendo ser suministrado en materia verde en pastoreo o como forraje seco en corral

(7). El Ecuador es uno de los países con mayor producción de maracuyá a nivel mundial, convirtiéndolo en el mayor exportador de la “fruta de la pasión” hacia el mundo (8), es por ello que se pretende brindar esta idea a productores ecuatorianos que utilizan el maracuyá y darle un nuevo uso a la cáscara de esta fruta, como alternativa de alimentación animal (9).

Otras fuentes alternativas, para suplir la necesidad de alimentación animal, es la palma africana la cual genera un desecho durante la extracción de aceite y que se denomina lodo y no se aprovecha de manera significativa por la industria aceitera, además, se encuentra disponible durante todo el año (10). En razón de los antecedentes relacionados con los Residuos Agroindustriales de (plátano, frejol gandul, maracuyá, lodo de palma), se pudo evaluar la composición química de Residuos Agroindustriales como suplementos alternativos en la alimentación animal.

CAPÍTULO I

CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Problema de investigación.

1.1.1. Planteamiento del problema.

El sector involucrado en la investigación presento expectativas que se plantearon en la solución de los productores a tomar decisiones relativas con la alimentación de los animales considerando factores como: complemento nutricional, accesibilidad, costos, etc.

Diagnóstico.

Actualmente los Residuos Agroindustriales de cáscara de plátano, cáscara de frejól gandul, cáscara de maracuyá y lodo de palma, no son aprovechados en su totalidad en el sector pecuario, las principales causas serian el desconocimiento de la composición química de dichos residuos.

Pronóstico.

El estudio de la composición química de los residuos agroindustriales de cáscara de plátano, cáscara de frejól gandul, cáscara de maracuyá, lodo de palma y su aprovechamiento como materia prima en la producción pecuaria permitirá a los productores pecuarios, conocer los beneficios de forma complementaria para la alimentación de los mismos. La no realización de la investigación sobre la composición química de los Residuos Agroindustriales empeoraría la situación futura respecto al manejo y aprovechamiento de dichos residuos.

1.1.2. Formulación del problema.

¿Cuál es la composición química de los residuos agroindustriales de plátano, frejól gandul, maracuyá y lodo de palma, y su aprovechamiento como materia prima en la producción pecuaria?

1.1.3. Sistematización del problema.

- ¿El análisis químico de los residuos agroindustriales de plátano, frejól gandul, maracuyá y lodo de palma permitirá conocer su composición nutricional?
- ¿Los componentes de fibra detergente neutra determinarán el consumo y digestibilidad de los residuos agroindustriales de plátano, frejól gandul, maracuyá, lodo de palma?
- ¿Los componentes de fibra detergente ácida determinarán el consumo y digestibilidad de los residuos agroindustriales de plátano, frejól gandul, maracuyá, lodo de palma?

1.2. Objetivos.

1.2.1. Objetivo General.

- Evaluar la composición química de los residuos agroindustriales de cáscara de plátano, cáscara de fréjol gandul, cáscara de maracuyá, y lodo de palma, y su aprovechamiento como materia prima en la producción pecuaria.

1.2.2. Objetivos Específicos.

- Establecer la materia seca, materia inorgánica, proteína bruta y grasa bruta de los residuos agroindustriales de cáscara de plátano, cáscara de fréjol gandul, cáscara de maracuyá, y lodo de palma.
- Determinar la fibra detergente neutra y la fibra detergente ácida de los residuos de cáscara de plátano, cáscara de fréjol gandul, cáscara de maracuyá, y lodo de palma.

1.2. Justificación.

Las toneladas de residuos orgánicos que se generan anualmente en la agroindustria pueden aprovecharse como materia prima por los productores pecuarios (11), debido a que poseen un alto potencial en su valor nutritivo, son de gran ayuda en las épocas de carencia de alimento forrajero y se obtiene una notoria disminución de costos en alimento balanceado durante la producción (12). En el caso del plátano la característica fundamental es que cuenta con una fuente importante de carbohidratos que en condiciones de inmadurez están en forma de almidón (13), el frejól gandul posee grasas, carbohidratos, vitaminas, proteínas, entre otros nutrientes que aportan beneficios en la alimentación, el maracuyá contiene vitaminas proteínas vegetales, minerales como el calcio, fósforo, hierro, potasio, zinc, magnesio, antioxidantes como los polifenoles, alcaloides y fibra. El lodo de palma africana se puede reemplazar durante los períodos de escasas de pasturas a la alimentación tradicional, a la vez que mantiene los niveles de producción de leche y carne de las vacas en estado de lactancia (10).

La investigación del presente trabajo, favorece directamente a los productores pecuarios en el desarrollo de sus actividades alimentarias de los animales (ganado bovino, ovinos, caprinos, cerdos y aves), obteniendo información sobre sus componentes en cuanto a la calidad y beneficios de los Residuos Agroindustriales como alimento alternativo. La información de la composición química de los residuos agroindustriales beneficia indirectamente a los proveedores de insumos para el procesamiento de los Residuos Agroindustriales y la disminución del impacto ambiental por efecto de la descomposición y contaminación de dichos residuos.

CAPÍTULO II

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Marco conceptual.

2.1.2. Residuos Agroindustriales.

Se considera los residuos agroindustriales como los recursos renovables más importantes por el aporte de los residuos lignocelulósicos que son de bajo costo y de elevada abundancia y disponibilidad de estos residuos vegetales disponibles a nivel mundial, además la necesidad de reducir el la contaminación ambiental por la deposición de estos residuos en el ambiente, las principales investigaciones han estado encaminadas al uso de los residuos de cáscara de maracuyá, plátano, piña, residuos de palma aceitera que se producen en Quevedo, provincia de Los Ríos, Ecuador, con el finalidad de conocer su composición química, digestibilidad, características microbianas, estabilidad aeróbicas y pruebas de comportamiento (14), (15); De acuerdo a los análisis químicos realizados a los residuos agroindustriales, su composición química puede variar considerablemente de un residuo a otro por varios factores como son las variedades, fertilización del suelo, métodos de cultivo, cosecha, proceso industriales utilizados para la extracción de jugos pulpas (16).

Los residuos agroindustriales producidos durante el procesamientos y cultivo de algunas frutas como: cáscara de guanábana, cáscara de maracuyá, cáscara de piña, semilla de naranja, semilla de mandarina, cáscara y semillas de uva, escobajos y sarmiento de uva, semilla, cáscara y vástago de tomate de árbol, estopa de coco, borra de café, cáscara de plátano, cáscara de fruto del árbol de pan y, cáscara y almendra de la semilla del fruto del árbol de pan. Son un tipo de biomasa compuesta principalmente por el proceso de materia prima orgánicos, que derivan de la siembra de plantas y procesamiento de frutas y verduras; pueden ser aplicados como materia prima por sus altos contenidos de celulosa, hemicelulosa y pectinas, estas propiedades hacen que sean muy aprovechadas en la alimentación de rumiantes (17), (18).

2.1.4. Composición química de los residuos.

Se conoce que la composición química de un determinado residuo obedece a elementos como la diversidad, las tipologías del terreno y los conocimientos de cultivo, cosecha y procesamiento industrial que sean situados. Por ello, la indagación de circunstancias de aplicación para dichos materiales requiere del conocimiento de su composición química, las propiedades de sus componentes y los grupos funcionales que la constituyen. Partiendo de esta base pueden desenvolverse con mayor efectividad en su utilización (19). En las muestras de laboratorio para determinar la composición química se determina el contenido de materia seca, materia inorgánica, cenizas, grasa bruta y proteína bruta, de acuerdo con los métodos de la Association of Official Analytical Chemists y las fracciones de fibras de fibra neutro detergente y fibra ácido detergente, con el procedimiento de ANKOM Technology 2008.

2.1.5. Fibra detergente neutra (FDN).

El sistema de análisis de fibra detergente neutra fue diseñado para reemplazar el sistema de Weende para estimar el valor nutritivo de los alimentos fibrosos por métodos químicos. Este método consiste en separar las fracciones de fibra en hemicelulosa, celulosa y lignina. Los rumiantes requieren una cantidad mínima de fibra en la dieta para mantener una fermentación ruminal adecuada y, en consecuencia, la salud animal. Es necesario que parte de esta fibra provenga del forraje, porque la fibra detergente neutra del forraje (FDN) estimula la actividad masticatoria y la producción de saliva, que mantienen la capacidad amortiguadora del rumen (20).

Este procedimiento es útil para la determinación de fibras vegetales en alimentos. Figuradamente tiene la cabida de apartar los componentes nutricionales solubles de aquellos que no son totalmente utilizables o que obedecen de la fermentación biológica para su beneficio. El método tiene restricciones en su exactitud cuando los valores de proteína son muy elevados y los valores de fibra son bajos (21). Los contenidos de la fibra detergente neutra (FDN) es uno de los componentes que regula el consumo, ya que afecta

el llenado del estómago, el tiempo de pasaje del alimento y la digestibilidad de la materia seca (22).

2.1.6. Fibra detergente acida (FDA).

La técnica de Fibra Detergente ácida (FDA) fue propuesta como un reemplazo de la fibra bruta que se determina en el análisis proximal el cual solamente indica el contenido de fibra total, no diferencia las paredes celulares, la técnica de FDA elimina el contenido de nitrógeno que contamina las paredes celulares, al tiempo que retiene la fracción ligno-celulosa al eliminarse la celulosa, y así se analizaría de manera adecuada el análisis de la lignina presente en los vegetales (23). La fibra detergente acida (FDA) determina la celulosa y la lignina presente en un forraje o alimento, y nos indica que a medida que el contenido de lignina aumenta la digestibilidad de la celulosa disminuye, por lo que este parámetro nos indica que a medida que se incrementa la FDA disminuye la digestibilidad del alimento evaluado. A medida que el contenido de lignina aumenta la digestibilidad de la celulosa disminuye; por lo tanto, el contenido de FDA se correlaciona negativamente con la digestibilidad total del insumo evaluado (24).

2.2. Marco referencial.

2.2.1. Uso del residuo de plátano y composición química.

De la cosecha del racimo de plátano solo se utiliza del 20 al 30 % de su biomasa, con un 70 a 80 % por manipular. La parte por manejar está representada por el tronco de la planta con sus hojas, el brote floral, el raquis y la cáscara. La cáscara constituye entre el 35 % y el 40 % del plátano, restante potencialmente útil en la producción de diferentes subproductos de valor agregado como es el almidón, abono verde y alimento para animales, harina para la transformación de pastas alimenticias y productos de panificación. A pesar de ello, el gran aumento generado de estos residuos se ha transformado en una complicación para la industria en cuanto al almacenamiento y disposición final, para el ambiente porque son dispuestos en fuentes de agua y cerca de ellas, causando la proliferación de plagas, malos olores, profanación del suelo y del agua (21).

El plátano (*Mussa paradisiaca*) después de la cosecha y postcosecha genera residuos foliares, pseudotallos, raquis, plátano de segunda, tercera calidad y cáscaras, muchos de estos residuos si no se les da un tratamiento adecuado se convierten en contaminantes para el medio ambiente, se han realizado muchos trabajos para conocer la valoración nutritiva para el aprovechamientos en alimentación de rumiantes (25). Muchos de los residuos entre el 70 y el 80 % que se generan después de la cosecha del plátano, a no ser utilizados y sin recibir tratamiento previo, muchos son quemados o depositados en los causes de los ríos generando problemas ambientales, contribuyendo a la degradación del ecosistema; aunque, algunos productores aprovechan los residuos en forma de abono verde y alimentación animal (26) como se muestran en la figura 1, (27).



Figura 1. Consumo cáscara de plátano (27).

La composición química de los residuos de plátano pueden variar de acuerdo a las variedades, fertilización, métodos de cosecha, procesamiento, estado de maduración y otro factores, pero éste solamente nos indica la contenidos de nutrientes, mas no su disponibilidad para el animal, por eta razón es necesario contar con pruebas de digestibilidad y realizar análisis de comportamiento animal, a continuación presentamos datos de composición química de residuos de cáscara de plátano (Tabla 1) (2).

Tabla 1. Composición química de residuos agroindustriales de cáscara de plátano (*Mussa paradisiaca*)

Contenido	Cáscara de plátano (%)
Materia seca parcial	13,5
Materia orgánica	89,3
Materia inorgánica	10,7
Proteína bruta	8,16
Grasa bruta	4,91
Fibra detergente neutra	45,11
Fibra detergente ácida	38,87

Fuente: (2).

2.2.2. Características generales del frejól gandul (*Cajanus cajan*).

El frejól gandul es una leguminosa arbustiva de hojas alternadas trifoliadas, con ramas vellosas, de granos comestibles que se obtiene en cultivos tanto anual como perenne, que

también se conoce como frejól de palo. Su nombre científico es *Cajanus cajan*. Está considerado de gran importancia en las dietas de la alimentación animal por su contribución de nutrientes, principalmente proteína, se sitúa dentro de las primeras ocho leguminosas más cultivadas alrededor del mundo, y se utiliza como forraje para la alimentación animal debido a su alta palatabilidad, sea como banco de proteína, asociado con pastos o para corte (28). El frejól gandul puede ser utilizado como suplemento proteico en alimentación de animales rumiantes, bien sea bajo pastoreo, como forraje de corte, incluyendo hojas y vainas, o como ingrediente de raciones balanceadas, y en ensilajes con participación hasta de 66,7 % de la mezcla (29).

En el litoral ecuatoriano según datos del III Censo Agropecuario, hay sembradas 19.438 ha de gandul (*Cajanus cajan*), en las provincias del Guayas, Manabí y Los Ríos, el rendimiento promedio es hasta de 4 ton/ha⁻¹. Existen empresas agrícolas que se dedican a comprar el grano de gandul, para realizar el proceso en los meses de zafra 300.000 quintales que representa un 25 % de la producción nacional constando un notable excedente que se puede manejar en alimentación animal principalmente en monogástricos y el follaje en poligástricos (30).

La costa brinda las condiciones ambientales agro climáticas que son necesarias para el progreso de estos cultivos, gracias a la amplia adaptación de algunas variedades facilita la producción durante todo el año, lo cual es favorable, el producto es demandado en mercados de Estados Unidos de Norteamérica, donde tiene una gran acogida por sus beneficios y características. El 60,61 % de las exportaciones de gandul ecuatoriano se lo realiza a Estados Unidos siendo éste el mayor importador del mismo (31).

Los granos de Gandul (Frejól de palo) contienen en promedio de 18 a 25 % de proteínas y su forraje contienen entre 10 y 17 % de proteína, tienen un buen equilibrio en aminoácidos, contiene también numerosos oligoelementos y es una buena fuente de vitaminas solubles como la tiamina, la riboflavina y la niacina, lo que lo convierte en un alimento alternativo en la producción pecuaria de gran beneficio, por su alto nivel nutricional, buena palatabilidad y por sus diferentes usos (31).

A continuación, se muestra en la tabla 2 la composición química del frejól gandul.

Tabla 2. Composición química del frejól gandul (*Cajanus cajan*)

Componentes	Fréjol gandul
Humedad	14.0
Proteína	19.5
Grasa	1.4
Carbohidratos	61.4
Calcio	100.0
Fosforo	400.0
Cenizas	3.7

Fuente: (32)

2.2.3. Cáscara de maracuyá (*Passiflora edulis*).

El género *Passiflora* posee 400 especies, la mayoría de ellas con frutos comestibles. La especie más importante o de mayor relevancia es *Passiflora edulis* (33). La cáscara de maracuyá tiene un contenido de proteína cruda de 7.32 %, que es similar a muchas gramíneas de manera que es un potencial para sustituir forraje en el uso para la alimentación animal (34). El fruto del maracuyá se encuentra representado por su cáscara en un 50 a 60 %, por lo cual se busca encontrar una alternativa de manejo que genere beneficios en la alimentación pecuaria y reducir la contaminación ambiental que causan los desperdicios industriales (32).

Cuando estudiaron la composición química de ensilajes con pasto saboya y residuos de maracuyá (Cuadro 3), piña y plátano, determinaron que los contenidos de cenizas, FND y FDA del pasto saboya fueron más altos que los de los residuos, entre los residuos, el de maracuyá presentó el mayor contenido de proteína y el más bajo de FDA. El residuo de piña y en menor medida el de maracuyá mejoraron el valor nutritivo del ensilado de pasto saboya, mientras que el residuo de plátano tuvo un efecto neutro. Los resultados obtenidos sugieren que la combinación de pasto saboya con residuos de piña y maracuyá para la elaboración de ensilados podría ser una forma eficiente de disponer de éstos, reduciendo el riesgo medioambiental de los residuos. Estos resultados precisan ser complementados

con estudios que contemplen la valoración productiva de los animales y confirmen el nivel de inclusión apropiado de los residuos en la ración. De esta forma, se podrán establecer pautas de utilización de los ensilados para una mejora efectiva en la alimentación del ganado (27).

A continuación, se muestra en la tabla 3 la composición química de cáscara de maracuyá (*Passiflora edulis*).

Tabla 3. Composición química cáscara de maracuyá (*Passiflora edulis*)

Contenido	Cáscara de maracuyá (%)
Materia seca parcial	15,1
Materia orgánica	89,46
Materia inorgánica	10,54
Proteína bruta	14,55
Grasa bruta	2,98
Fibra detergente neutra	63,24
Fibra detergente ácida	37,45

Fuente: (27).

La composición química y degradabilidad de niveles de cáscara de maracuyá en ensilajes de pasto saboya y concluyeron que la combinación de residuo de maracuyá con pasto saboya podría ser una forma eficiente y aceptable medioambientalmente, de disponer del primero en su área de producción. El residuo de maracuyá modificó los contenidos de carbohidratos del ensilado, con una reducción de aquellos menos digestibles, y su nivel más alto de inclusión ocasionó un aumento de la degradabilidad de la materia seca. Los resultados sugieren que la inclusión de residuo de maracuyá en el ensilado de pasto saboya a un nivel del 40 % sobre materia fresca se traduciría en una mejora del valor energético del ensilado obtenido para los rumiantes de en torno a 0,3 megajulios (MJ) por kg de materia seca en comparación con el ensilado de pasto saboya con un 10 % de residuo de maracuyá. Estudios con animales en producción serían necesarios para confirmar este extremo (18) (Figura 2).



Figura 2. Consumo cáscara de maracuyá (18).

2.2.4. Características generales del lodo de palma (*Elaeis guineensis*).

Es considerado como uno de los primordiales cultivos de uso industrial en el país gracias a que posee un gran potencial, en la actualidad hay alrededor de 5.500 palmicultores, con un total de 207.285,31 ha. Sembradas (Según el último Censo de Palmicultores). Las zonas con mayor producción se localizan principalmente en Santo Domingo de los Colorados, Quevedo, Quinindé y Francisco de Orellana. La mayor parte de productores son pequeños palmicultores con una extensión no mayor a 50 ha. y limitadamente 9 productores rebasan las 1.000 ha (35).

En la costa ecuatoriana se consiguen diferenciar dos estaciones climáticas, en una prepondera la presencia de fuertes precipitaciones y la otra está caracterizada por las sequias. En la primera estación climática hay suficientes recursos de alimentación para los animales que conforman por ejemplo un hato ganadero, el alimento es de buena calidad y se encuentra disponible en grandes proporciones, pero como gran parte de las regiones ganaderas, son dependientes de las pasturas para la alimentación de los animales, en la segunda época en la que predominan las sequias no se cuenta con la disponibilidad requerida de forraje ni cuenta con la calidad nutricional requerida para sustentar la producción láctea y cárnica del animal. A través de la utilización de lodo de palma africana se puede sustituir durante los períodos de escasez de pasturas a la alimentación

tradicional, a la vez que ayuda a los niveles de producción de leche y carne de las vacas en estado de lactancia (10).

A continuación, se muestra en la tabla 4, la composición química del lodo de palma (*Elaeis guineensis*).

Tabla 4. Composición química del lodo de palma (*Elaeis guineensis*).

Elementos	Porcentajes base seca
Materia seca	29.35 – 38.86
Proteína cruda	5.68 – 8.5
Fibra cruda	14.10- 16.63
Fibra detergente neutra	50.21- 52.69
Fibra detergente acida	34.54- 41.44

Fuente: (36).

CAPÍTULO III
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Localización.

La investigación se realizó en el laboratorio de Rumiología en la finca Experimental “La María”, de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, ubicada en el km 7 de la Vía Quevedo–El Empalme. Recinto San Felipe, cantón Mocache, provincia de Los Ríos, entre las coordenadas geográficas de 01° 06’ de latitud Sur y 79° 29’ de longitud Oeste, a una altitud de 120 msnm con una temperatura media de 25.8 °C.

Tabla 5. Condiciones meteorológicas del lugar de la investigación campus “La María” Mocache.

Parámetros	Promedio
Temperatura promedio °C	25.47
Humedad relativa, %	85.84
Precipitación, anual. Mm	2223.85
Heliofanía, horas/ luz /año	898.66
Evaporación, promedio anual (%)	78.30
Zona ecológica	bh – T
Topografía	Ligeramente Ondulada

Fuente: (37).

3.2. Tipo de investigación.

La presente investigación es de tipo experimental tributa las Líneas de Investigación, y Agroindustria. Consiste en la Composición Química de los Residuos Agroindustriales de cáscara de plátano (*Musa paradisiaca*), cáscara de frejól gandul (*Cajanus cajan*), cáscara de maracuyá (*Passiflora edulis*), lodo de palma (*Elaeis guineensis*).

La investigación se ejecutó en el laboratorio de Rumiología en la Finca Experimental “La María” cuyo propósito fue obtener resultados que permitan identificar como están compuestos químicamente los Residuos Agroindustriales.

3.3. Método de investigación.

Se empleó el método de investigación experimental con la determinación cualitativa y cuantitativa de la composición química de residuos agroindustriales de cáscara de plátano (*Musa paradisiaca*), cáscara de frejól gandul (*Cajanus cajan*), cáscara de maracuyá (*Passiflora edulis*), lodo de palma (*Elaeis guineensis*).

3.4. Fuentes de recopilación de la información

Fuentes primarias. - Está relacionada con la variable independiente de la investigación, la misma que será documentada por el investigador a través de las fuentes de fenómenos del momento sobre la composición química de los Residuos Agroindustriales.

Fuentes secundarias. - Está respaldada con las citas de textos, artículos y revistas que aborden temas relacionados con la composición química de los Residuos Agroindustriales y su aprovechamiento como materia prima en la producción pecuaria.

3.5. Diseño de la investigación.

Para la presente investigación se aplicó un diseño completamente al azar (DCA), con cuatro tratamientos y cinco repeticiones, de los residuos agroindustriales de cáscara de frejol gandul, lodo de palma, cáscara de maracuyá y cáscara de plátano, para la comparación de medias se utilizó la prueba de rangos múltiples de TUKEY ($P \leq 0,05$), y el modelo estadístico del diseño que se utilizó, es el siguiente:

Modelo Matemático.

$$Y_{(ij)} = \mu + t_i + \varepsilon_{j(i)}$$

Donde:

Y = es la variable de respuesta de interés.

El modelo estadístico del diseño experimental empleado es el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \varepsilon_{ij}$$

Dónde:

μ = promedio general de la población sobre la cual se está trabajando

t = es la variación que se atribuye a los niveles del factor que se está evaluando (efecto de los tratamientos).

ζ = es la variación de los factores no controlados (el error experimental)

i = i -ésimo tratamiento

j = j -ésima repetición de cada tratamiento

$j(i)$ = es la variación de las unidades experimentales anidado en los tratamientos

Tabla 2. Esquema del experimento.

Tratamientos	Descripción
T1	Cáscara de fréjol gandul
T2	Lodo de palma
T3	Cáscara de maracuyá
T4	Cáscara de plátano

Tabla 3. Esquema del Análisis de varianza ADEVA.

Fuente de variación		Grados de libertad
Tratamientos	$t-1$	3
Error experimental	$t(r-1)$	16
Total	$tr-1$	19

3.6. Instrumento de investigación.

Como instrumentos de investigación se analizó el efecto de las siguientes variables:

3.6.1. Variables a evaluar.

3.6.1.1. Materia seca (MS).

Esta variable se determinó mediante la desaparición de materia seca de cada una de las bolsitas por medio de la diferencia de peso. Y para ello se usó la siguiente formula:

$$\% \text{ Materia Seca} = 100 - H$$

3.6.1.2. Proteína (P).

Se determinó mediante el método de Kjeldhal usando el factor $N \times 6.25$, el cual comprende tres fases: digestión, destilación y titulación, obteniendo como resultado final la cantidad de nitrógeno total.

$$\text{PB (\%)} = \frac{(V_{H2SO4} - V_b) \times 1,401 \times N_{H2SO4}}{\text{g Muestra}} \times F$$

Donde:

% PB: Porcentaje de Proteína Bruta.

V_{H2SO4} : Volumen de ácido consumido en titulación.

V_b : Volumen del blanco (0,05).

1, 401: Peso atómico del Nitrógeno.

N_{H2SO4} : Normalidad del ácido sulfúrico (0,1 N)

F : Factor de conversión (6,26).

$g \text{ Muestra}$: Peso de la muestra (g)

3.6.1.3. Fibra detergente neutra (FDN).

Se realizó con base en el método establecido por ANKOM Technology. Con la ecuación:

$$FDN (\%) = \frac{W_3 - W_1}{W_2 \times \%MS} \times 100$$

FDN (%): Porcentaje de Fibra Detergente Neutro.

W1: Peso de la bolsa.

W2: Peso de la muestra.

W3: Peso posterior a la extracción.

MS (%): Porcentaje de la materia seca.

3.6.1.4. Fibra detergente ácida (FDA).

$$FDA (\%) = \frac{W_3 - W_1}{W_2 \times \%MS} \times 100$$

% FDA: Porcentaje de Fibra Detergente Acida.

W1: Peso de la bolsa.

W2: Peso de la muestra.

W3: Peso posterior a la extracción.

% MS: Porcentaje de la Materia Seca.

3.6.2. Procedimiento experimental.

3.6.2.1. Preparación de los subproductos.

Para la presente investigación se procedió a recolectar los subproductos frescos y se secaron al sol por un lapso de 72 horas. Luego de ello, se procedió a pesar en bandejas, y se ingresaron a una estufa con aire forzado a 65°C por 48 horas para determinar la

humedad y materia seca. Posteriormente, se molió los subproductos alimenticios en un molino Thomas Willy con criba de 2mm, para ello se almacenó en fundas papel con su respectiva rotulación o identificación para los análisis bromatológicos.

3.6.2.2. Tratamientos de los datos.

La información obtenida se tabuló en Excel y luego ingresó al software estadístico InfoStat, donde se evaluó los tratamientos.

3.7. Recursos humanos y materiales.

Se contará con la ayuda del docente en mención dedicado a investigación

- Director del proyecto de investigación Dr. Ítalo Espinoza.

Estudiante y autor del Proyecto de Investigación: Joselyn Karina Miranda Barros.

3.7.1. Materiales y reactivos.

Para la presente investigación se utilizaron los siguientes materiales y reactivos.

Manejo del experimento.

La investigación se realizó en el laboratorio de Rumiología en la finca Experimental “La María”, de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo (UTEQ), provincia de Los Ríos, Ecuador. Se utilizaron los residuos agroindustriales de frejól gandul (cáscara) de la empresa Ecu vegetales (Babahoyo-Ecuador), lodo de palma adquirido en la empresa QUEVEPALMA, Quevedo, residuos de maracuyá (cáscara y semillas), obtenidos de la empresa TROPFRUTAS S.A. (Quevedo, Ecuador) y residuos de plátano (cáscara) del mercado de Quevedo. En la determinación de la composición química de los Residuos Agroindustriales se procedió a tomar muestras representativas de 500 g de cada residuo, en las que se determinaron los contenidos de materia seca (MS), materia orgánica (MO),

cenizas, grasa bruta (GB) y proteína bruta (PB), de acuerdo con los métodos descritos por Association of Official Analytical Chemists, y de fibra neutro detergente (FND) y fibra ácido detergente (FAD), con el procedimiento de ANKOM Technology. Previo al análisis, la muestra de cada residuo agrícola se homogenizó y se colocó en una estufa a 65° C por 48 horas, para luego ser molidas en un molino (Laboratorio Thomas Willy) con criba de 2 milímetros.

Materiales

Residuo de cáscara de frejol gandul

Residuo de lodo de palma

Residuo de cáscara de maracuyá

Residuo de cáscara de plátano

Fundas plásticas y de papel

Molino Thomas Willy- 2mm criba

Mufla Thermo Scientific (600 °C)

Desecador con silica gel

Balanza analítica (0,0001g)

Pinzas

Matraz

Probeta

Botiquín de primeros auxilios

Reactivos

FDN 240g

FDA 80g

Antiespumante 40 ml

Acetona 400 ml

Ácido sulfúrico 312 ml

Sulfito de sodio 40g

Alfa Melaza 8 ml

Ácido Bórico 40g

Hidróxido de sodio 800 gr

20 Pastillas catalizadoras

20 Papeles de seda

Éter de petróleo 600 ml

20 Papeles filtro

CAPÍTULO IV
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados y discusión

La caracterización nutricional de los residuos agroindustriales de cáscara de frejól gandul, lodo de palma, cáscara de maracuyá y cáscara de plátano se presentan a continuación:

Contenido de materia seca (MS)

El contenido de MS de los residuos agroindustriales de frejól gandul, lodo de palma, cáscara de maracuyá y cáscara de plátano, estos valores son generalmente similares a trabajos previamente reportados por otros autores (18), (2); (27), el contenido de MS del T1 cáscara de frejól de gandul (77,03 %) fue mayor a los demás tratamientos, presentó diferencias ($P < 0,05$) con el T2 lodo de palma (29,11 %), T3 cáscara de maracuyá (20,80 %) y T4 cáscara de plátano (19,21 %). (27). Reportaron valores inferiores cuando estudiaron (27) inclusión residuos agroindustriales de cáscara de maracuyá, piña y plátano en ensilajes de pasto saboya (17,04, 17,34 y 16,73 % MS). Obtuvieron valores inferiores a los encontrados en esta investigación (38) en la MS de residuos de cáscara de maracuyá (15,10 %). Describieron valores de MS inferiores a este trabajo cuando analizaron residuos de cascaras de maracuyá y plátano (15,10 y 13, 50 % correspondientemente) (39).

A continuación, se muestra en el cuadro 1, la materia seca de residuos agroindustriales de cáscara de frejól gandul, lodo de palma, cáscara de maracuyá y cáscara de plátano.

Cuadro 1. Materia seca de residuos agroindustriales de cáscara de frejól gandul, lodo de palma, cáscara de maracuyá y cáscara de plátano.

Tratamientos	Materia seca
T1	77,03 c
T2	29,11 b
T3	20,80 a
T4	19,21 a
E.E.	0,067
CV (%)	4,09
$P < 0,05$	0,0001

Contenido de materia inorgánica (MI)

En el parámetro de materia inorgánica reportado el T2 lodo de palma (13,93 %) fue mayor, presentando diferencia ($P<0,05$) con los T1 cáscara de frejól gandul, T3 cáscara de maracuyá y T4 cáscara de plátano (4,0, 5,56 y 8,73 % respectivamente) y entre los T1 frejól de gandul (4 %), T3 cáscara de maracuyá (5,56 %) y T4 cáscara de plátano (8,73 %) presentan diferencias ($P<0,05$) entre tratamientos. Los contenidos de materia inorgánica reportados en una investigación de ensilajes de pasto Saboya y niveles de inclusión de residuos de cáscara de maracuyá presentaron valores superiores (15 %) a los reportados, esto se puede comprender por el contenido superior de cenizas en los forrajes y en este trabajo de investigación no se realizaron mezclas con gramíneas forrajeras (18). Valores superiores de materia inorgánica fueron reportados (2) cuando estudiaron la composición de residuos agroindustriales de maracuyá (10,54 %), plátano (10,70 %) y fueron inferiores en la semilla de maracuyá (2,79 %). Otras investigaciones realizadas obtuvieron valores superiores de materia inorgánica en el análisis químico de ensilajes de pasto Saboya con inclusión de residuos de cáscara de maracuyá y (13,85, 14,60 y 12,96 % respectivamente) (27).

A continuación, se muestra en el cuadro 2, la materia inorgánica de residuos agroindustriales de cáscara de frejól gandul, lodo de palma, cáscara de maracuyá y cáscara de plátano.

Cuadro 3. Materia inorgánica de residuos agroindustriales de cáscara de frejól gandul, lodo de palma, cáscara de maracuyá y cáscara de plátano.

Tratamientos	Materia inorgánica
T1	4.00 d
T2	13.93 a
T3	5.56 c
T4	8.73 b
E.E.	0.24
CV (%)	6.73
$P<0.05$	<0.0001

Contenido de proteína cruda (PC)

El contenido de PC, los mayores porcentajes fueron para los T1 cascara de frejól gandul (13,96 %) y T2 lodo de palma (13,91 %) que presentaron diferencias ($P < 0,05$) con el T3 cáscara de maracuyá (7,13 %) y T4 cáscara de plátano (1,62 %). El T4 cáscara de plátano presento el menor porcentaje de PC y también presento diferencias ($P < 0,05$) con el T3 cáscara de maracuyá, esto es debido a que los residuos de leguminosa como el frejól gandul son alimentos proteicos, mientras que el lodo de palma presentó contenidos de proteína cruda similares con la cáscara de maracuyá reportados (18), (39), (27), en cambio valores superiores han presentado otras investigaciones con el contenido de cáscara de plátano, tal vez se deba a que los residuos de cáscara plátano estaban en proceso de maduración y sus contenidos proteicos hayan disminuido. Otras investigaciones (18), reportaron contenido de PC de la cáscara de maracuyá (5.02%) con valores inferiores a los reportados en este trabajo, esta variabilidad de contenidos de proteínas de los residuos agroindustriales estudiados, podría deberse a la fertilidad del suelo, variedades, zona de cultivo y otros factores que pueden incidir en las características nutritivas de cada uno de los residuos estudiados (40).

A continuación, se muestra en el cuadro 4, la proteína cruda de residuos agroindustriales de cáscara de frejól gandul, lodo de palma, cáscara de maracuyá y cáscara de plátano.

Cuadro 5. Proteína cruda de residuos agroindustriales de cáscara de frejól gandul, lodo de palma, cáscara de maracuyá y cáscara de plátano.

Tratamientos	Proteína
T1	13.96 c
T2	13.91 c
T3	7.13 b
T4	1.62 a
E.E.	0.22
CV (%)	4.21
$P < 0.05$	0.0001

Contenido de grasa bruta (GB)

El contenido de GB los tratamientos T2 lodo de palma, T3 cáscara de maracuyá y T4 cáscara de plátano (10.17, 9.06 y 9.57 % respectivamente) no presentaron diferencias ($P>0,05$), mientras el T1 cáscara de frejól de gandul (2,57 %) reportó valores inferiores ($P<0,05$) con los T2, T3 y T4. Si comparamos los resultados de GB cuando estudiaron (2) la composición química de residuos de maracuyá y plátano encontraron valores inferiores de GB en las muestras de residuos de maracuyá y plátano (2.98 y 4.91 %) en relación a este trabajo y similares en el caso del residuo de cáscara de frejól gandul. Existen valores nutritivos de ensilajes de residuos de maracuyá y maíz forrajero donde los valores de GB son inferiores (1,52 %) a los reportados en este trabajo (2).

A continuación, se muestra en el cuadro 6, la grasa bruta de residuos agroindustriales de cáscara de frejól gandul, lodo de palma, cáscara de maracuyá y cáscara de plátano.

Cuadro 7. Grasa bruta de residuos agroindustriales de cáscara de frejól gandul, lodo de palma, cáscara de maracuyá y cáscara de plátano.

Tratamientos	Grasa
T1	2.57a
T2	10.17c
T3	9.06c
T4	9.57c
E.E.	0.29
CV (%)	7.69
P<0.05	0.0001

Contenido de materia fracciones neutro detergente (FDN)

Los porcentajes de FDN, indican que el menor valor de FDN fue para el T4 cáscara de plátano (47,80 %) y T2 lodo de palma (52,78 %) presentan diferencias ($P < 0,05$) con el T1 cáscara de frejól gandul (63,38%) y el T3 cáscara de maracuyá (57,26 %). La FDN está relacionada con el consumo de alimentos, a mayor porcentaje de FDN (15), menor será su consumo (41). Estudios realizados donde se utilizó subproductos con diferentes aspectos y estructuras como el residuo de piña y de guayaba, caracterizadas por partículas gruesas y de aspecto granular, sucesivamente, obtuvieron contenidos elevados de fibras insolubles para el residuo de guayaba con 62,19 % (FDN) (38). Estudios realizados de la composición química de ensilados de pasto saboya con diferentes niveles de inclusión de residuos de maracuyá reportaron valores superiores de FDN (63,2 – 71,2 %) debido a la presencia del ensilaje de forrajes y en este estudio los análisis fueron para residuos sin mezcla forrajera (39). Los contenidos de FDN a porcentajes más altos el consumo y capacidad digestiva disminuye en los animales en los estudios realizados con ensilajes de pasto saboya y residuos de maracuyá a medida que se aumentan la inclusión de residuos en el ensilaje disminuye el contenido de FDN (18).

Asimismo, en la búsqueda de residuos agroindustriales fibrosos para uso en la producción animal, se encontraron resultados inferiores a la cáscara de plátano, con FDN (34.50 %) en los subproductos de afrecho y germen de maíz desgrasado (Tortas gruesas y tortas finas), donde las tortas gruesas son fracciones constituidas por alta participación de pericarpio y germen del grano de maíz, con mayor potencial para la alimentación de rumiantes (40). Igualmente, en la valoración de cáscara de banano obtuvo contenido inferior de FDN (41,44 %) (41). Por otro lado, evaluaron cáscara de banano maduro y publicaron que este producto en cuanto a la MS puede ser almacenada tanto sola como en combinación con pasto King Grass, en mezclas de 20/40/60/80, y utilizarse en las épocas de verano (42).

A continuación, se muestra en el cuadro 5, la fibra detergente neutra de residuos agroindustriales de cáscara de frejól gandul, lodo de palma, cáscara de maracuyá y cáscara de plátano.

Cuadro 8. Fibra detergente neutra de residuos agroindustriales de cáscara de frejól gandul, lodo de palma, cáscara de maracuyá y cáscara de plátano.

Tratamientos	FDN
T1	63.38 c
T2	52.78 ab
T3	57.26 bc
T4	47.80 a
E.E.	2.30
CV (%)	9.30
P<0.05	0.0015

Contenido de fibra detergente ácida (FDA)

Las fracciones FDA, indican el menor contenido de FDA en el T3 cáscara de maracuyá (32,49 %) y el T4 cáscara de plátano (29,40 %) demostrando diferencias ($P<0,05$) con los T1 cáscara de gandul (37, 16 %) y T2 (35,66 %). La FDA está relacionada con la digestibilidad de alimentos, porcentajes más altos, menor digestibilidad (41).

Estudios realizados utilizaron subproductos de residuo de piña y de guayaba, obtuvieron contenidos elevados de fibras insolubles para el residuo de guayaba 54.22% (FDA) (38) empero, estos resultados son diferentes a los obtenidos en la presente investigación, evidente para FDA, debido a su contenido estructural, pues, la fracción celulosa es la que representa la mayor parte del contenido de FDA, siendo más difícil de digerir (42).

En investigaciones realizadas con residuos de maracuyá, piña, lodo de palma mezclados con en ensilaje de pastos saboya, los resultados de FDA son superiores a los obtenidos en este trabajo de investigación, esto se puede deber a que estos residuos fueron analizados sin mezcla de forrajes (18), (39), (27).

Asimismo, otros estudios, exponen que la cáscara de maracuyá fresca podría usarse como un alimento fácilmente fermentable para rumiantes (43,44). Similares resultados de FDN y FDA para cáscara de maracuyá, obtenidos en esta investigación, se presentan en el estudio sobre la valoración de la cáscara de maracuyá para alimentación de rumiantes (45), quienes obtuvieron 55,40 % de FDN y 35,90 % de FDA, recomendando que se puede convertir en un buen ensilaje cuando se combina con 20% de bagazo de caña de azúcar seco y/o mazorcas de maíz secas junto con 5% de melaza.

A continuación, se muestra en el cuadro 6, la fibra detergente ácida de residuos agroindustriales de cáscara de frejól gandul, lodo de palma, cáscara de maracuyá y cáscara de plátano.

Cuadro 9. Fibra detergente ácida de residuos agroindustriales de cáscara de frejól gandul, lodo de palma, cáscara de maracuyá y cáscara de plátano.

Tratamientos	FDA
T1	37.16 b
T2	35.66 b
T3	32.49 ab
T4	29.40 a
E.E.	1.19
CV (%)	7.88
P<0.05	0.0014

A continuación, se muestra en la tabla 5, los valores en general sobre la investigación realizada de la “Composición química de residuos agroindustriales de plátano, frejól gandul, maracuyá, lodo de palma, y su aprovechamiento como materia prima en la producción pecuaria”.

Composición química de residuos agroindustriales de cáscara de frejól gandul, lodo de palma, cáscara de maracuyá y cáscara de plátano

Tratamientos	Materia seca	Materia inorgánica	Proteína	Grasa	FDN	FDA
T1	77,03 c	4.00 d	13.96 c	2.57a	63.38 c	37.16 b
T2	29,11 b	13.93 a	13.91 c	10.17c	52.78 ab	35.66 b

T3	20,80 a	5.56 c	7.13 b	9.06c	57.26 bc	32.49 ab
T4	19,21 a	8.73 b	1.62 a	9.57c	47.80 a	29.40 a
E.E.	0,067	0.24	0.22	0.29	2.30	1.19
CV (%)	4,09	6.73	4.21	7.69	9.30	7.88
P<0.05	0,0001	<0.0001	0.0001	0.0001	0.0015	0.0014

T1: cáscara de frejol gandul, T2: lodo de palma, T3: cáscara de maracuyá, T4 cáscara de plátano; *EEM*: Error Estándar de la Media; *P*<: Probabilidad; *CV*: Coeficiente de Variación ^{abc} Promedios en cada fila con superíndices de letras iguales no difieren estadísticamente (Tukey $p \leq 0.05$).

CAPÍTULO V
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

Todos los residuos agroindustriales; cáscara de frejól gandul, lodo de palma, cáscara de maracuyá y cáscara de plátano, presentan similares contenidos de materia seca, sobresaliendo el frejól gandul. Sin embargo, el mayor aporte de materia inorgánica fue para el lodo de palma. En la proteína cruda los residuos de frejól gandul y lodo de palma presentaron valores similares y los menores valores fueron para el residuo de cáscara de plátano.

Los residuos agroindustriales; cáscara de frejól gandul, lodo de palma, cáscara de maracuyá y cáscara de plátano, son fibrosos, sobresaliendo la cáscara de frejól gandul con mayor concentración de FDN y FDA, en cambio el menor contenido FDN y FDA presentó la cáscara de plátano.

5.2. Recomendaciones

Los residuos agroindustriales de la presente investigación, para poder utilizarse se debe realizar un estudio de la disponibilidad en las diferentes épocas del año, además de ejecutar estudios sobre las diferentes variedades de cultivos, tipo de fertilización, riego, zonas de cultivo, épocas del año y otros factores que afecten la calidad de los residuos por la variabilidad en cuanto a los resultados comparados con otros autores sobre la composición química y fracciones de fibras, además recomendar realizar estudios de degradabilidad y comportamiento productivo, para contribuir con información relacionada con su valor nutricional.

CAPÍTULO V
BIBLIOGRAFÍA

Bibliografía

1. Mejias N, Orozco E, Galán D. Aprovechamiento de los residuos agroindustriales y su contribucion al desarrollo sostenible. *Ciencias Ambientales y Recursos Naturales*. 2016 Nov; 2(6): p. 27-41.
2. Espinoza G, Montenegro L, Sanchez A, Romero M, Medina M, Garcia A, et al. Composicion bromatologica y degradabilidad ruminal in situ de residuos de maracuyá(*passiflora edulis*) y platano (*Musa paradisiaca*). *Ciencia y Tecnologia*. 2017; 10(2).
3. Martín P. El uso de residuales agroindustriales en la alimentacion en Cuba: pasado, presente y futuro. *Revista de investigacion y difusion agrouecuaria*. 2009; 13(3): p. 3-10.
4. Ramirez V, Peñuela L, Pèrez M. Los residuos orgánicos como alternativa para la alimentacion en porcinos. *Revista de Ciencias Agricolas*. 2017; 34(2): p. 107-124.
5. Vargas Y, Perez L. Aprovechamiento de residuos agroindustriales para el mejoramiento de la calidad ambiental. *Revista Facultad de Ciencias Basicas*. 2018; 14(1).
6. Blasco G, Gomez F. Propiedades funcionales del plátano (*Musa sp*). *Rev Med UV*. 2014;; p. 23-26.
7. Loez H, Martinez J, al e. Crecimiento inicial de dos variedades de gandul (*Cajanus Cajan*) en el tropico de Ecuador. *Abanico veterinario*. 2018 Aug; 8(2).
8. Luna G. Obtencion de balanceado a partir de los desechos del maracuyá (*Passiflora edulis variable flavicarpa*) para ganado vacuno Quito: Tesis; 2014.
9. Bastidas E, Lazaro B. Plan de negocio para la elaboracion de harina a base de cáscara de maracuyá hacia alemania Guayaquil: Tesis; 2018.
10. Zambrano R, Lara G, Hidalgo B, García J. Efecto de la alimentación con lodo de palma (*Elaeis guineensis*) sobre la producción de leche. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*. 2016; 25(1): p. 50-54.
11. González M, Pérez S, Wong AW, Bello R, Yañez G. Residuos agroindustriales con potencial para la produccion de metano mediante la digestion anaerobia. *ELSEVIER*. 2015; 47(3): p. 229-235.
12. Sol C. Utilizacion de subproductos agroinsdustriales en alimentacion liquida para cerdos de engorde Barcelona: Universitat Autònoma de Barcelona; 2016.
13. Ly J. Bananas y plátano para alimentar cerdos: aspectos de la composicion quimica de frutas y su palatabilidad. *Revista computarizada de produccion porcina*. 2004; 11(3): p. 5-25.

14. Cabrera E, León V, Montano A, Dopico D. Caracterización de residuos agroindustriales con vistas a su aprovechamiento. *Centro azucar*. 2016; 43(4).
15. Espinoza I, Medina M, Barrera A, Montenegro L, Sanchez A, Romero M, et al. Composición bromatológica y degradabilidad ruminal in situ de residuos agroindustriales de maracuyá (*Passiflora edulis*) y plátano (*Musa paradisiaca*). *Ciencia y tecnología*. 2017; 10(2).
16. Binod P, Singhania R, Vikram S, Devi L, Nagalakshmi S, Kurien N, et al. Bioethanol production from rice straw: an overview. *Bioresource Technology*. 2010; 101(13).
17. Rojas A, Florez C, Lopez D. Prospectivas de aprovechamiento de algunos residuos agroindustriales. *Scielo*. 2019; 31(1).
18. Espinoza I, Perez C, Montenegro L, Sanchez A, García A, Martínez A. Composición química y cinética de degradación ruminal in vitro del ensilado de pasto saboya (*Megathyrus maximus*) con niveles crecientes de inclusión de residuo de maracuyá (*Passiflora edulis* Sims.). *Revista Científica FCV-LUZ*. 2016; 26(6).
19. Cabrera E, Leon V, Montano A, Dopico D. Caracterización de residuos agroindustriales con vistas a su aprovechamiento. *Scielo*. 2016; 43(4): p. 2223-4861.
20. Van Soest P. Use of detergents in the Analysis of Fibrous Feed. I Preparation of Fiber Residues of Low Nitrogen Content. *Journal of Association of Official Analytical Chemists*. 1963; 46(5).
21. Olvera M, Martínez C, Real E. Programa Cooperativo Gubernamental FAO- Italia. [Online]. Mexico; 1993.
22. Mertens. Physical and chemical characteristics of fiber affecting dairy cow performance. *Proc Cornell Nutrition Conf*. 2002.
23. Van Soest P. Use of detergents in the Analysis of Fibrous Feeds I preparation of fiber residues of Low Nitrogen Content. *Journal of Association of Official Analytical Chemists*. 1963; 46(5).
24. Jaimes L, Giraldo A, Correa H. De que está hecha la fibra detergente ácido (FDA). *Engormix*. 2020; 31(13).
25. Meneses M, Botero J. Aprovechamiento industrial de residuos de cosecha y poscosecha del plátano en el departamento de Caldas. *Revista Educación en Ingeniería*. ;(9).
26. Vidal F, Pereira E, Sotolongo R, Quintana Y, García A, Ly J. Efecto de la suplementación con pseudotallo de plátano sobre la salud y el peso al sacrificio de cerdos comerciales. *Revista Producción Animal*. 2001; 13(1).
27. Montenegro L, Espinoza I, Sánchez A, Barba C, García A, Requena F, et al. Composición química y cinética de degradación ruminal in vitro del ensilado de

- pasto saboya (*Megathynus maximus*) con inclusión de residuos de frutas tropicales. *Revista Científica Facultad de Ciencias Veterinarias*. 2018; 23(4).
28. Roing J. Frijol Gandul. [Online].; 2011. Available from: https://www.ecured.cu/Discusi%C3%B3n:Frijol_Gandul.
 29. Martínez J, Leonte L, Castellano G, Higuera A. Evaluación de 25 líneas de quinchocho *Cajanus Cajan* (L) Millsp. con fines de selección para uso como leguminosa arbustiva forrajera. *Revista Científica FCV-LUZ*. 2003; 13(3).
 30. Zambrano R, Zambrano J. Inclusion de harina de frejol de palo (*Cajanus cajan*-L, Millsp) en el alimento de pollos de engorde y si efecto en parametro productivos. *Calceta*; 2014.
 31. Calderon D, Montalvo M. Estudio de factibilidad para la creacion de una empresa dedicada a la produccion y exportacion de gandul o freijo de palo congelado hacia el mercado Estadounidense Quito: Universidad Internacional del Ecuador; 2011.
 32. Castillo C, Narvaez W, Christine M. Agroformología y usos de *cajanus* I. Millsp. *Boletin científico centro de museos de historia natural*. 2016; 20(1).
 33. Orozco S, Rojas S, Miranda T, Aristizábal J, Horst C. Evaluación de fructificación y determinación de la capacidad germinativa de semillas en *Passiflora setacea*. *Agronomía*. 2014; 22(1): p. 66-76.
 34. Astuti T, Warly J, Evitayani. The effect of incubation time and level of urea on dry matter organic matter and crude protein digestibility of passion fruit (*Passiflora edulis* var. *flavicarpa*) hull. *Journal Indonesian Trop Anim Agric*. 2011; 36(3).
 35. Solagro. Solagro. [Online].; 2016. Available from: <http://www.solagro.com.ec/es/cultivos-2/item/palma-africana.html>.
 36. Santacruz H. Aprovechamiento de los subproductos de palma de aceite. *Palmas*. 2007.
 37. INIAP. Departamento Agro meteorológico del INIAP. Estación Experimental Tropical Pichilingue. 2019.
 38. Sanchez A, Torres E, Espinoza I, Montenegro L, Barba C, Requena F, et al. Valoración nutricional in situ de dietas con harina de maracuyá (*Passiflora edulis*) en sustitución del maíz (*Zea mays*). *Revista Científica Facultad de Ciencias Veterinarias*. 2018; 23(4).
 39. Espinoza I, Montenegro L, Sanchez A, Romero M, Medina M, García A. Efecto de inoculantes microbianos sobre la composición bromatológica y estabilidad aeróbica de ensilado de maíz forrajero (*Zea mays*) y cáscara de maracuyá (*Passiflora edulis*). 2017;(2).
 40. Barrera A, Montenegro L, Sanchez A, Medina M, Espinoza I. Degradabilidad ruminal in vitro de ensilakes de pasto saboya (*Panicum maximum* jacq.) con

diferentes niveles de inclusión de cáscara de maracuyá (*Passiflora edulis* Sims.).
Revista Ciencia y Tecnología. 2017; 10(2).

41. McDonald P, Edwards R, Greenhalf J, Morgan C. Bromatological composition and in situ ruminal degradability of agroindustrial residues of. *Nutrición animal*. 2006; 10(2).
42. Silva D. *Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos*. 2a. ed. Viçosa: Editora UFV; 1998.
43. Alves G, Fontes C, Processi E, Fernandes A, Silva de Oliveira T, Glória L. Rendimiento y digestibilidad de novillos alimentados con subproductos de maracuyá fresco o ensilaje de sorgo, con y sin suplemento de concentrado. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 2015; 44(9): p. 314-320.
44. Almeida J, Figueiredo D, Azevedo K, Paixão M, Ribeiro E, GM. D. Ingesta, digestibilidad, producción de proteínas microbianas y balance de nitrógeno de corderos alimentados con ensilaje de sorgo parcialmente reemplazado con subproductos de frutas deshidratadas. *Salud y producción de animales tropicales*. 2019; 51: p. 619-327.
45. Hiep T, Tuan B, Phuong L, Son N, Ha L, Trach N. Passion fruit (*Passiflora edulis*) peel as feed for ruminants in Vietnam: Quantification, chemical composition and possibility to make silage. *Livestock Research for Rural Development*. 2020; 32(2).
46. Mosquera D, Martínez M, Medina H, Hinestroza L. Caracterización bromatológica de especies y subproductos vegetales en el trópico húmedo de Colombia. *Acta Agronómica*. 2013; 62(4): p. 326-332.
47. López C. *Composición química y digestibilidad in situ de las cáscaras de banano, frejol gandul y maíz colonizados con hongos pleurotus sp.* Quevedo; 2016.

CAPÍTULO VII
ANEXOS

Análisis de la varianza

FDN

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
FDN	20	0.61	0.54	9.30

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	658.57	3	219.52	8.30	0.0015
Tratamientos	658.57	3	219.52	8.30	0.0015
Error	423.17	16	26.45		
Total	1081.74	19			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=9.30573

Error: 26.4484 gl: 16

Tratamientos	Medias	n	E.E.			
T1	63.38	5	2.30	A		
T3	57.26	5	2.30	A	B	
T2	52.78	5	2.30		B	C
T4	47.80	5	2.30			C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

FDA

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
FDA	20	0.61	0.54	7.88

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	178.83	3	59.61	8.46	0.0014
Tratamientos	178.83	3	59.61	8.46	0.0014
Error	112.80	16	7.05		
Total	291.63	19			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=4.80442

Error: 7.0499 gl: 16

Tratamientos	Medias	n	E.E.			
T1	37.16	5	1.19	A		
T2	35.66	5	1.19	A		
T3	32.49	5	1.19	A	B	
T4	29.40	5	1.19			B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

MSP

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
MSP	20	0.36	0.24	14.63

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	282.70	3	94.23	2.95	0.0643
Tratamientos	282.70	3	94.23	2.95	0.0643
Error	510.93	16	31.93		
Total	793.63	19			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=10.22516

Error: 31.9329 gl: 16

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
T3	42.01	5	2.53	A
T1	41.45	5	2.53	A
T4	38.46	5	2.53	A
T2	32.53	5	2.53	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

MST

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
MST	20	0.66	0.59	0.68

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	12.51	3	4.17	10.18	0.0005
Tratamientos	12.51	3	4.17	10.18	0.0005
Error	6.56	16	0.41		
Total	19.07	19			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=1.15852

Error: 0.4099 gl: 16

Tratamientos	Medias	n	E.E.		
T2	95.55	5	0.29	A	
T1	94.77	5	0.29	A	B
T4	93.80	5	0.29		B C
T3	93.57	5	0.29		C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

CENIZA

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
CENIZA	20	0.98	0.98	6.73

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	288.13	3	96.04	326.59	<0.0001
Tratamientos	288.13	3	96.04	326.59	<0.0001
Error	4.71	16	0.29		
Total	292.83	19			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.98125*Error: 0.2941 gl: 16*

Tratamientos	Medias	n	E.E.		
T2	13.93	5	0.24	A	
T4	8.73	5	0.24		B
T3	5.56	5	0.24		C
T1	4.00	5	0.24		D

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)***PROTEINA**

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
PROTEINA	12	1,00	0,99	4,21

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	319,68	3	106,56	718,63	<0.0001
Tratamientos	319,68	3	106,56	718,63	<0.0001
Error	1,19	16	0,15		
Total	320,87	19			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=1,00686*Error: 0,1483 gl: 8*

Tratamientos	Medias	n	E.E.		
T4	1,69	5	0,22	A	
T3	7,13	5	0,22		B
T2	13,91	5	0,22		C
T1	13,96	5	0,22		C

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)***GRASA**

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
GRASA	12	0,98	0,98	7,69

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	126,67	3	42,22	172,90	<0.0001
Tratamientos	126,67	3	42,22	172,90	<0.0001
Error	1,95	16	0,24		
Total	128,62	19			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=1,29210

Error: 0,2442 gl: 8

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
T1	2,57	5	0,29	A
T4	3,91	5	0,29	B
T3	9,06	5	0,29	C
T2	10,17	5	0,29	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)



Anexo 1. Producto



Anexo 2. Secado de los materiales para composición química



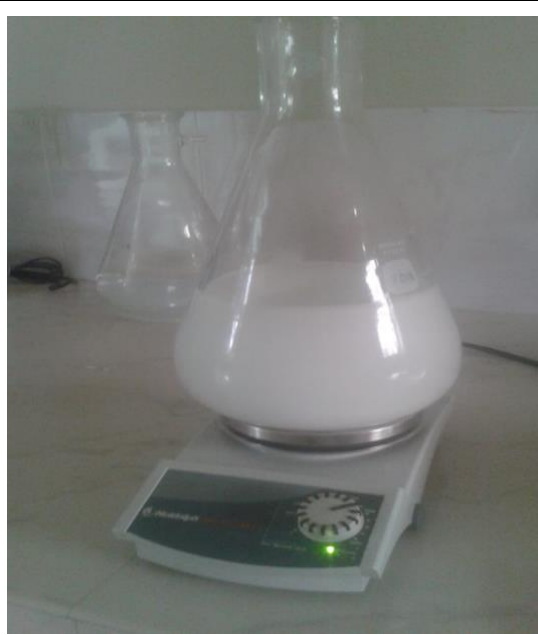
Anexo 3. Secado de los materiales para composición química



Anexo 4. Molição de los Residuos Agroindustriales



Anexo 5. Sellado de las bolsas ANKON F57.



Anexo 6. Preparación de los reactivos para la fibra detergente neutra y Fibra detergente ácida.



Anexo 7. Muestras durante y después de permanecer en el determinador de fibra.



Anexo 8. Análisis de grasa en el Determinador.



Anexo 9. Análisis de proteína bruta