

**UNIVERSIDAD NACIONAL
TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS**



**FACULTAD DE INGENIERÍA ZOOTECNISTA, AGRONEGOCIOS Y
BIOTECNOLOGÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
ZOOTECNISTA**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO ZOOTECNISTA**

**CARACTERIZACIÓN NUTRICIONAL DE ONCE
VARIETADES DE RESIDUOS DE COSECHA EN LA
REGIÓN AMAZONAS**

Autor : Bach. Nadia Yesenia Grandez Pisco

Asesor : Ing. Wigoberto Alvarado Chuqui

Coasesor : M.Sc. Wilmer Bernal Mejía

CHACHAPOYAS –PERÚ

2018

**UNIVERSIDAD NACIONAL
TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS**



**FACULTAD DE INGENIERÍA ZOOTECNISTA, AGRONEGOCIOS Y
BIOTECNOLOGÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
ZOOTECNISTA**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO ZOOTECNISTA**

**CARACTERIZACIÓN NUTRICIONAL DE ONCE
VARIETADES DE RESIDUOS DE COSECHA EN LA
REGIÓN AMAZONAS**

Autor : Bach. Nadia Yesenia Grandez Pisco

Asesor : Ing. Wigoberto Alvarado Chuqui

Coasesor : M.Sc. Wilmer Bernal Mejía

CHACHAPOYAS –PERÚ

2018

DEDICATORIA

A mi madre amada Delicia, por su infinito amor.

A Richard y Emily, por dar sentido a mi vida.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por concederme el don de la vida y conducirme en la realización de este proyecto.

A mi Asesor Ing. Wigoberto Alvarado Chuqui profesor de la FIZAB y Coasesor *M.Sc.* Wilmer Bernal Mejía, responsable del Laboratorio de Nutrición Animal y Bromatología de Alimentos, que con dedicación y sabiduría me han dirigido para el buen desempeño de este trabajo de investigación.

Mi más sincero agradecimiento a mi Universidad, facultad y maestros por apoyarme y facilitarme las herramientas para desarrollarme en el ámbito humano y profesional.

Así mismo agradezco al proyecto 189-2015-FONDECYT-DE- Caracterización bromatológica de insumos no tradicionales para la alimentación animal en la Región Amazonas, por el financiamiento para la realización de esta investigación.

Finalmente, todos mis amigos (as) y compañeros (as), por su cariño, amistad y apoyo sincero durante toda mi formación académica.

**AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO
RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS**

Dr. POLICARPIO CHAUCA VALQUI

RECTOR

Dr. MIGUEL ANGEL BARRENA GURBILLÓN

VICERECTOR ACADÉMICO

Dra. FLOR TERESA GARCIA HUAMAN

VICERECTORA DE INVESTIGACIÓN

Ph.D. ILSE SILVIA CAYO COLCA

**DECANA DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA ZOOTECNISTA,
AGRONEGOCIOS Y BIOTECNOLOGÍA**

VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS

Yo *Ing.* Wigoberto Alvarado Chuqui, docente a tiempo completo de la carrera profesional de Ingeniería Zootecnista, en la Facultad de Ingeniería Zootecnista, Agronegocios y Biotecnología, hago constar que he asesorado el proyecto de tesis titulado “**CARACTERIZACIÓN NUTRICIONAL DE ONCE VARIETADES DE RESIDUOS DE COSECHA DE LA REGIÓN AMAZONAS**”, presentado por la bachiller Nadia Yesenia Grandez Pisco, egresada de la Facultad de Ingeniería Zootecnista, Agronegocios y Biotecnología de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas dando el visto bueno a la presente tesis.

Se expide la presente, a solicitud del interesado para los fines que se estimen convenientes.

Chachapoyas, 29 de agosto de 2018

***Ing.* WIGOBERTO ALVARADO CHUQUI**

Profesor Auxiliar de la UNTRM

DNI N° 06775390

JURADO EVALUADOR

***M.Sc.* SEGUNDO JOSÉ ZAMORA HUAMÁN**
PRESIDENTE

***Ing.* NELSON PAJARES QUEVEDO**
SECRETARIO

***M.V.* NILTON LUIS MURGA VALDERRAMA**
VOCAL

DECLARACIÓN JURADA DE NO PLAGIO

Yo, Nadia Yesenia Grandez Pisco, identificado con DNI N° 41788897 Bachiller en Ingeniería Zootecnista de la Facultad de Ingeniería Zootecnista, Agronegocios y Biotecnología de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas. Declaro bajo juramento que:

1. Soy autor de la tesis titulada:
“CARACTERIZACIÓN NUTRICIONAL DE ONCE VARIEDADES DE RESIDUOS DE COSECHA DE LA REGIÓN AMAZONAS”.
2. La tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente, para la cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas.
3. La tesis presentada no atenta contra derechos de terceros.
4. La tesis no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo a título profesional.
5. los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falsificados, ni duplicados ni copiados.

Por lo expuesto, mediante la presente asumo toda responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido de la tesis, así como por los derechos sobre la obra y/o invención presentada. Asimismo, por la presente me comprometo a asumir además todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse para la UNTRM en favor de terceros por motivo de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que encontrasen causa en el contenido de la tesis. De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que el trabajo de investigación haya sido publicado anteriormente; asumo las consecuencias y sanciones civiles y penales que de mi acción se deriven.

Chachapoyas, 29 de agosto de 2018



ANEXO 2-N

ACTA DE EVALUACIÓN DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS

En la ciudad de Chachapoyas, el día 29 de Agosto del año 2018, siendo las 11:00 horas, el aspirante: Bach. Nadia Yesenia Grande Pisco defiende públicamente la Tesis titulada: "Caracterización nutricional de once variedades de residuos de cosecha en la Región Amazonas"

para optar el Título Profesional en Ingeniero 2o-tenista.

otorgado por la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, ante el Jurado, constituido por:

Presidente : M.Sc. Segundo José Zamora Huamani

Secretario : Ing. Nelson Oswaldo Pajares Averdeo

Vocal : Ing. Nancy Saldaña Gálvez.



Procedió el (los) aspirante (s) a hacer la exposición de los antecedentes, contenido de la tesis y conclusiones obtenidas de la misma, haciendo especial mención de sus aportaciones originales. Terminada la defensa de la tesis presentada, los miembros del jurado pasaron a exponer su opinión sobre la misma, formulando cuantas cuestiones u objeciones consideran oportunas, las cuales fueron contestadas por el los aspirante (s).

Tras la intervención de los miembros del jurado y las oportunas contestaciones del aspirante, el Presidente abre un turno de intervenciones para los miembros del jurado presentes en el acto, a fin de que formulen las cuestiones u objeciones que consideren pertinentes.

Seguidamente, a puerta cerrada, el jurado determinará la calificación global concedida a la tesis, en términos de:

Notable o sobresaliente () Aprobado () No apto ()

Otorgada la calificación el presidente del Jurado comunica, en sesión pública, la calificación concedida. A continuación se levanta la sesión.

Siendo las horas 12:20 del mismo día, el jurado concluye el acto de sustentación del Trabajo de Investigación.


PRESIDENTE


SECRETARIO


VOCAL

OBSERVACIONES:

ÍNDICE GENERAL

Contenido	Pág.
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTOS.....	iv
AUTORIDADES UNIVERSITARIAS.....	v
VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS.....	vi
JURADO EVALUADOR.....	vii
DECLARACIÓN JURADA DE NO PLAGIO.....	viii
ACTA DE SUSTENTACIÓN.....	ix
ÍNDICE GENERAL.....	x
ÍNDICE DE TABLAS.....	xiii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiv
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xv
RESUMEN.....	xx
ABSTRACT.....	xxi
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. OBJETIVOS.....	3
2.1 Objetivo general.....	3
2.2 Objetivos específicos.....	3
III. MARCO TEÓRICO.....	4
3.1 Antecedentes de la investigación.....	4
3.2 Bases teóricas.....	11
3.2.1 Concepto de residuo.....	11
3.2.2 Clasificación de los residuos.....	11
3.3 Aprovechamiento de los Residuos Vegetales.....	13
3.3.1 Residuos Agrícolas.....	13
3.3.2 Alimentación animal.....	13
3.3.3 Residuos de Cosecha.....	14
a. Residuos de cosecha.....	14
b. Tubérculos.....	20
c. Subproductos del plátano	26

IV MATERIALES Y MÉTODOS.....	31
4.1 Características del área de estudio.....	31
4.1.1 Localización.....	31
4.1.2 Ubicación geográfica.....	32
4.1.3 Características climáticas.....	33
4.1.4 Características de espacio físico.....	33
4.2 MATERIALES.....	34
4.2.1 Materiales de campo	34
4.2.2 Materiales de laboratorio	34
4.2.3 Equipos.....	35
4.2.4 Instrumentos.....	36
4.2.5 Reactivos.....	36
4.3 METODOLOGÍAS EXPERIMENTALES.....	38
4.3.1 Materia prima de estudio.....	38
4.3.2 Población, muestra y muestreo.....	38
4.3.3 Selección de las zonas a muestrear.....	38
4.3.4 Recolección de muestras.....	39
4.3.5 Pre secado de muestras.....	39
4.3.6 Molido de muestras.....	39
4.3.7 Preparación de los insumos en harina	40
4.3.8 Evaluaciones realizadas.....	40
4.3.9 Análisis estadístico de los datos.....	43
V RESULTADOS.....	44
5.1 Composición química de 11 variedades de residuos de cosecha con sus respectivas repeticiones	44
5.2 Análisis proximal.....	46
5.2.1 Residuos de cosecha.....	48
5.2.2 Tubérculos.....	51
5.2.3 Subproductos de plátano.....	53
VI DISCUSIONES.....	56
6.1 Caracterización nutricional y digestibilidad de cuatro residuos de cosecha.....	56
6.2 Caracterización nutricional y digestibilidad de cuatro tubérculos.....	57

6.3	Caracterización nutricional y digestibilidad de tres subproductos de plátano.....	59
VII	CONCLUSIONES.....	61
VIII	RECOMENDACIONES.....	62
IX	BIBLIOGRAFÍA.....	63
X	ANEXOS.....	73

INDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla N° 01. Composición química de los rastrojos del maíz.....	15
Tabla N° 02. Composición química de rastrojo de arveja.....	17
Tabla N° 03. Composición química de cogollo de caña.....	18
Tabla N° 04. Composición química de la vaina de arveja verde variedad Santa Isabel...	20
Tabla N° 05. Composición química de la papa.....	21
Tabla N° 06. Composición química de las raíces de yuca.....	23
Tabla N° 07. Composición química de la harina de corona de arracacha.....	24
Tabla N° 08. Composición química de bituca.....	26
Tabla N° 09. Composición química de la harina de plátano.....	27
Tabla N° 10. Composición química de las hojas del plátano.....	28
Tabla N° 11. Composición química de la corona de tallo de plátano.....	29
Tabla N° 12. Ubicación geográfica de las zonas de muestreo.....	32
Tabla N° 13. Caracterización climatológica de las zonas de muestreo.....	33
Tabla N° 14. Nombre científico de los residuos de cosecha.....	38
Tabla N° 15. Valores promedios \pm desviación estándar de la composición bromatológica y digestibilidad in vitro de once insumos.....	45
Tabla N° 16. Media y desviación estándar de la composición bromatológica y digestibilidad de residuos de cosecha.....	48
Tabla N° 17. Media y desviación estándar de la composición bromatológica y digestibilidad de tubérculos y raíces.....	51
Tabla N° 18. Media y desviación estándar de la composición bromatológica y digestibilidad de subproductos de plátano verde.....	53

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura N° 01. Mapa del departamento de Amazonas.....	34
Figura N° 02. Flujograma del procesamiento de los residuos agrícolas.....	40
Figura N° 03. Comparación de Proteína Total (PT) de las 11 variedades de residuos de cosecha.....	46
Figura N° 04. Figura N° 04 Comparación de Fibra Cruda (Fc) de las 11 variedades de residuos de cosecha.....	47
Figura N° 05. Comparación de Calcio (Ca %) de las 11 variedades de residuos de cosecha.....	48

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo N° 01. Análisis del contenido nutricional de Rastrojo de maíz.....	74
Anexo N° 02. Análisis del contenido nutricional de Rastrojo de arveja.....	74
Anexo N° 03. Análisis del contenido nutricional de Cogollo de caña.....	74
Anexo N° 04. Análisis del contenido nutricional de Cáscara de arveja.....	75
Anexo N° 05. Análisis del contenido nutricional de Yuca de segunda.....	75
Anexo N° 06. Análisis del contenido nutricional de Corona de arracacha.....	75
Anexo N° 07. Análisis del contenido nutricional de Bituca.....	76
Anexo N° 08. Análisis del contenido nutricional de Papa de segunda.....	76
Anexo N° 09. Análisis del contenido nutricional de Plátano de segunda.....	76
Anexo N° 10. Análisis del contenido nutricional de Hoja de plátano.....	77
Anexo N° 11. Análisis del contenido nutricional de Corona de tallo de plátano.....	77
Anexo N° 12. Análisis de varianza de la Humedad de los residuos de cosecha.....	78
Anexo N° 13. Análisis de varianza de la Proteína de los residuos de cosecha.....	78
Anexo N° 14. Análisis de varianza de la Energía bruta de los residuos de cosecha.....	78
Anexo N° 15. Análisis de varianza de la Extracto etéreo de los residuos de cosecha.....	78
Anexo N° 16. Análisis de varianza de la Fibra cruda de los residuos de cosecha.....	78
Anexo N° 17. Análisis de varianza de Ceniza de los residuos de cosecha.....	79
Anexo N° 18. Análisis de varianza del Calcio de los residuos de cosecha.....	79
Anexo N° 19. Análisis de varianza del Fósforo de los residuos de cosecha.....	79
Anexo N° 20. Análisis de varianza de Extracto libre de nitrógeno de los residuos de cosecha.....	79
Anexo N° 21. Análisis de varianza de Fibra detergente neutra de los residuos de cosecha.....	79
Anexo N° 22. Análisis de varianza de Fibra detergente ácida de los residuos de cosecha.....	80
Anexo N° 23. Análisis de varianza de Digestibilidad de los residuos de cosecha.....	80
Anexo N° 24. Análisis de varianza de la Humedad de los tubérculos y raíces.....	80
Anexo N° 25. Análisis de varianza de la Proteína de los tubérculos.....	80
Anexo N° 26. Análisis de varianza de la Energía bruta de los tubérculos.....	80
Anexo N° 27. Análisis de varianza de la Extracto etéreo de los tubérculos.....	81

Anexo N° 28. Análisis de varianza de la Fibra cruda de los tubérculos.....	81
Anexo N° 29. Análisis de varianza de la Ceniza de los tubérculos.....	81
Anexo N° 30. Análisis de varianza del Calcio de los tubérculos.....	81
Anexo N° 31. Análisis de varianza del Fósforo de los tubérculos.....	81
Anexo N° 32. Análisis de varianza del Extracto libre de nitrógeno de los tubérculos....	82
Anexo N° 33. Análisis de varianza de la Fibra detergente ácida de los tubérculos.....	82
Anexo N° 34. Análisis de varianza de la Digestibilidad de los tubérculos.....	82
Anexo N° 35. Análisis de varianza de la Humedad de los Subproductos del plátano....	82
Anexo N° 36. Análisis de varianza de la Proteína de los Subproductos del plátano.....	82
Anexo N° 37. Análisis de varianza de la Energía bruta de los Subproductos del plátano.....	83
Anexo N° 38. Análisis de varianza de la Extracto etéreo de los Subproductos del plátano.....	83
Anexo N° 39. Análisis de varianza de la Fibra cruda de los Subproductos del plátano.....	83
Anexo N° 40. Análisis de varianza de Ceniza de los Subproductos del plátano.....	83
Anexo N° 41. Análisis de varianza del Calcio de los Subproductos del plátano.....	83
Anexo N° 42. Análisis de varianza del Fósforo de los Subproductos del plátano.....	84
Anexo N° 43 Análisis de varianza de Extracto libre de nitrógeno de los Subproductos del plátano.....	84
Anexo N° 44 Análisis de varianza de Fibra detergente neutra de los Subproductos del plátano.....	84
Anexo N° 45 Análisis de varianza de Fibra detergente ácida de los Subproductos del plátano.....	84
Anexo N° 46 Análisis de varianza de Digestibilidad de los Subproductos del plátano.....	84
Anexo N° 47 Comparación de medias de la humedad de residuos de cosecha mediante la prueba Tukey.....	85
Anexo N° 48 Comparación de medias de la Proteína de residuos de cosecha mediante la prueba Tukey.....	85
Anexo N° 49 Comparación de medias de la Energía bruta de residuos de cosecha mediante la prueba Tukey.....	85

Anexo N° 50	Comparación de medias de la Extracto etéreo de residuos de cosecha mediante la prueba Tukey.....	85
Anexo N° 51	Comparación de medias de la Fibra cruda de residuos de cosecha mediante la prueba Tukey.....	85
Anexo N° 52	Comparación de medias de la Ceniza de residuos de cosecha mediante la prueba Tukey.....	85
Anexo N° 53	Comparación de medias del Calcio de residuos de cosecha mediante la prueba Tukey.....	86
Anexo N° 54	Comparación de medias del Fósforo de residuos de cosecha mediante la prueba Tukey.....	86
Anexo N° 55	Comparación de medias del Extracto libre de nitrógeno de residuos de cosecha mediante la prueba Tukey.....	86
Anexo N° 56	Comparación de medias de la Fibra detergente neutra de residuos de cosecha mediante la prueba Tukey.....	86
Anexo N° 57	Comparación de medias de la Fibra detergente ácida de residuos de cosecha mediante la prueba Tukey.....	86
Anexo N° 58	Comparación de medias de la Fibra detergente ácida de residuos de cosecha mediante la prueba Tukey.....	86
Anexo N° 59	Comparación de medias de la Humedad de tubérculos mediante la prueba Tukey.....	87
Anexo N° 60	Comparación de medias de la Proteína de tubérculos mediante la prueba Tukey.....	87
Anexo N° 61	Comparación de medias de la Energía bruta de tubérculos mediante la prueba Tukey.....	87
Anexo N° 62	Comparación de medias del Extracto etéreo de tubérculos mediante la prueba Tukey.....	87
Anexo N° 63	Comparación de medias de la Fibra cruda de tubérculos mediante la prueba Tukey.....	87
Anexo N° 64	Comparación de medias de la Ceniza de tubérculos mediante la prueba Tukey.....	87
Anexo N° 65	Comparación de medias del Calcio de tubérculos mediante la prueba Tukey.....	88

Anexo N° 66	Comparación de medias del Fósforo de tubérculos mediante la prueba Tukey.....	88
Anexo N° 67	Comparación de medias del Extracto libre de nitrógeno de tubérculos mediante la prueba Tukey	88
Anexo N° 68	Comparación de medias de la Fibra detergente neutra de tubérculos mediante la prueba Tukey	88
Anexo N° 69	Comparación de medias de la Fibra detergente ácida de tubérculos mediante la prueba Tukey.....	88
Anexo N° 70	Comparación de medias de la Digestibilidad de tubérculos mediante la prueba Tukey.....	88
Anexo N° 71	Comparación de medias de la Humedad de subproductos de plátano mediante la prueba Tukey	89
Anexo N° 72	Comparación de medias de la Proteína de subproductos de plátano mediante la prueba Tukey.....	89
Anexo N° 73	Comparación de medias de la Energía bruta de subproductos de plátano mediante la prueba Tukey.....	89
Anexo N° 74	Comparación de medias del Extracto etéreo de subproductos de plátano mediante la prueba Tukey.....	89
Anexo N° 75	Comparación de medias de la Fibra cruda de subproductos de plátano mediante la prueba Tukey.....	89
Anexo N° 76	Comparación de medias de la Ceniza de subproductos de plátano mediante la prueba Tukey	89
Anexo N° 77	Comparación de medias del Calcio de subproductos de plátano mediante la prueba Tukey.....	90
Anexo N° 78	Comparación de medias del Fósforo de subproductos de plátano mediante la prueba Tukey.....	90
Anexo N° 79	Comparación de medias del Extracto libre de nitrógeno de subproductos de plátano mediante la prueba Tukey.....	90
Anexo N° 80	Comparación de medias de la Fibra detergente neutra de subproductos de plátano mediante la prueba Tukey.....	90
Anexo N° 81	Comparación de medias de la Fibra detergente ácida de subproductos de plátano mediante la prueba Tukey.....	90

Anexo N° 82	Comparación de medias de la Digestibilidad de subproductos de plátano mediante la prueba Tukey.....	90
Anexo N° 83	Recolección de muestras.....	91
Anexo N° 84	Secado, molido y pesado de muestras.....	93
Anexo N° 85	Embolsado, empacado y rotulación de las muestras.....	94
Anexo N° 86	Determinación de la caracterización química de las muestras.....	94
Anexo N° 87	Digestibilidad <i>in vitro</i> de las muestras.....	96

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo la caracterización nutricional de once variedades de residuos de cosecha en la región Amazonas, considerando los siguientes parámetros de evaluación: Humedad (H°), Proteína total (PT), Cenizas (Cza), Fibra cruda (FC), Extracto etéreo (EE), Extracto libre de nitrógeno (ELN), Energía bruta (EB), Fibra detergente acida (FDA), Fibra detergente neutra (FDN), Calcio (Ca) y Fosforo (P) y Digestibilidad *in vitro* (DIG). Los mismos que se dividieron en tres grupos a) Residuos de cosecha: Rastrojo de maíz (*Zea mays*), Rastrojo de arveja verde (*Pisum sativum*), Cogollo de caña (*Saccharum officinarum*) y Cáscara de arveja verde (*Pisum sativum*) b) Tubérculos y raíces: Yuca de segunda (*Manihot esculenta*), Corona de arracacha (*Arracacia xanthorrhiza*), Bituca (*Colocasia esculenta*) y Papa de segunda (*Solanum tuberosum*); y c) subproductos de plátano verde (*Musa paradisiaca*): Plátano de segunda, Hoja de plátano y Corona de tallo de plátano. Se realizó un análisis estadístico descriptivo, con 5 repeticiones ($n=5$) de cada insumo. Se usó un Diseño Completamente al Azar (DCA) y la prueba de comparaciones de Tukey ($\alpha = 0.05$) para la comparación de parámetros de los insumos. Los resultados indican que existen diferencias significativas ($p < 0.05$), donde los valores más altos para PT, EB, EE, CZA y P, lo obtuvo la hoja de plátano con valores de 19.81%, 4.41%, 5.74%, 9.34% y 0.30%, respectivamente; para FC, FDN y FDA lo obtuvo el rastrojo de maíz con valores de 33.06%, 56.84% y 48.88%, respectivamente y para Ca y ELN, lo obtuvo el plátano de segunda con valores de 0.57% y 84.76%, respectivamente. Los valores más bajos para PT, EB y CZA, lo obtuvo la yuca de segunda con valores de 2.06%, 3.85% y 2.56%, respectivamente; para los valores de EE, Ca y FDN lo obtuvo la Bituca con 0.14%, 0.11% y 6.77%, respectivamente; para FC y FDA, lo obtuvo el plátano verde de segunda con valores de 1.13% y 4.72%, respectivamente; para P, lo obtuvo la corona de tallo de plátano con 0.08% y para ELN, el rastrojo de arveja con 41.30%. Finalmente, con respecto a Digestibilidad la corona de arracacha obtuvo el valor más alto con 97.46% y con valores menores el rastrojo de maíz 57.59%, se concluye que, entre las once variedades estudiadas, la hoja de plátano sobresale presentando mayores valores nutricionales.

Palabras claves: *Composición nutricional, Variedades, Hoja de plátano, Digestibilidad in vitro.*

ABSTRACT

This research work was aimed at the characterization nutritional eleven varieties of residues from harvesting in the Amazon region, whereas the following evaluation parameters: moisture (H^o), total protein (PT), ashes (CZA), fiber crude acid (FC), ether extract (EE), free extract nitrogen (ELN), gross energy (GE), detergent fiber (ADF), neutral detergent fiber (NDF), calcium (Ca) and phosphorus (P) and digestibility in vitro. The same people who were divided into three groups a) crop residues: Corn Stover (*Zea mays*), pea stubble (*Pisum sativum*), Bud of sugarcane (*Saccharum officinarum*) and shell peas (*Pisum sativum*) b) tubers: second cassava (*Manihot esculenta*), COB of arracacha (*Arracacia Arracacha*), COB of bituca (*Colocasia esculenta*) and Gomera potato (*Solanum tuberosum*) and c) by-products of banana (*Musa × paradisiaca*): second banana, banana leaf and stem of banana Crown. We performed a descriptive statistical analysis, with 3 replicates (n = 3) of each input. It was used a design fully random (DCA) and the Tukey comparison test ($\alpha = 0.05$) for the comparison of the input parameters. Results indicate that there is a slight significant differences ($p < 0.05$), where the values most high for PT, EB, EE, CZA and P, obtained it the leaf of banana with values of 19.81%, 4.41%, 5.74%, 9.34% and 0.30%, respectively; FC, NDF and ADF got it the stubble of corn with values of 33.06%, 56.84% and 48.88%, respectively and for Ca and ELN, second with values and 0.57 banana obtained it % and 84.76%, respectively. Values lower than for PT, EB and CZA, obtained it the yucca and second with values of 2.06%, 3.85% and 2.56%, respectively; for values of us, Ca and NDF obtained it the cob of bituca with 0.14%, 0.11% and 6.77%, respectively; got it with values of 1.13 second banana to FC and FDA, % and 4.72%, respectively; for P the otuvo Crown stem of banana with 0.08% and for ELN, the stubble of pea with 41.30%. Finally, with regard to digestibility arracacha COB obtained the highest value with 97.46% and values minor stubble of corn 57.59%, concludes that you among the eleven varieties studied, the banana leaf stands out showing higher values nutritional.

Key words: *Nutritional composition, varieties, leaf of banana, in vitro digestibility.*

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

La tendencia por la utilización de residuos agrícolas en la alimentación de rumiantes ha venido incrementándose en el ámbito mundial en los últimos años, a medida que la disponibilidad de granos se reduce. Dependiendo del tipo de cultivo y el manejo de los residuos varía la calidad en cuanto a digestibilidad y contenido proteico (Peña, 2013)

En toda producción animal, el factor primordial es la alimentación, pues abarca de 65 a 80% de los gastos totales de una explotación (Caravaca y Gonzales, 2006), de ahí la importancia de conocer el aporte nutricional que estos ofrecen. Con ello, se proveerá un equilibrio en el balance nutricional.

Así mismo, Román *et al* (2015), afirma que la materia prima fundamental para la producción animal es el insumo alimenticio y en la actualidad existen diversidad de insumos alimenticios, variando según el lugar. Estudios e investigaciones de diferentes autores han logrado clasificar más de dos mil insumos diferentes sin incluir a las variedades forrajeras y granos naturales que se proporciona a los animales, y que no son consumidos por el hombre o los que abundan en exceso en determinados lugares.

En la actualidad, Álvarez *et al* (2012) nos dice que, existe un elevado costo de los insumos usados en la alimentación animal ocasionando una baja rentabilidad en la actividad pecuaria y una solución a esta problemática es el uso de insumos alimenticios locales disponibles en especial los residuos agrícolas, pues muy pocos de estos residuos son aprovechados.

Existe una gran cantidad de subproductos agrícolas que pueden ser una importante fuente de alimento en la nutrición de los animales de importancia zootécnica si es que se someten a diversos tratamientos, de acuerdo a ciertos principios sencillos y se mezclan con otros subproductos para elevar su valor nutritivo, representarían una alternativa viable para la alimentación de las diversas especies pecuarias (Gonzales, 2013).

Sobre esta base, Beyli *et al* (2012); nos dice que, la nutrición es el principal elemento a tener en cuenta para las diferentes etapas de crecimiento de la producción pecuaria; por ello, el productor busca alternativas para minimizar los costos de alimentación, y uno de ellos es el de suministrar subproductos y residuos agrícolas que puedan ser usados como suplemento, para completar o equilibrar la ración y así les permita un buen desempeño, lo cual se

evidenciará en los índices productivos-reproductivos y obtener un retorno económico positivo (Manterola *et al.*, 1999).

Así, a nivel mundial existe gran cantidad de residuos de cosecha que no son usados en la alimentación animal por falta de conocimientos para su utilización y que hoy son materia de estudio (Dubán *et al.*, 2012); y la región Amazonas, no es ajeno a esta realidad. Es por ello que, en este trabajo de tesis se caracterizarán 11 variedades de residuos de cosecha que existen disponibles en la región Amazonas (Rastrojo de maíz, rastrojo de alverja, cáscara de alverja, papa de segunda, yuca de segunda, corona de arracacha, bituca, hoja de plátano, cogollo de caña, plátano de segunda y corona de tallo de plátano). Además, los análisis que se determinarán serán: humedad (H°), proteínas totales (PT), fibra cruda (FC), extracto etéreo (EE), cenizas (CZA), extracto libre de nitrógeno (ELN), Fibra detergente neutra (FDN), Fibra detergente ácida FDA, Calcio (Ca), Fosforo (P), Energía Bruta (EB) y pruebas de Digestibilidad *in vitro* (DIG). Todo esto, permitirá que el productor tenga alternativas alimenticias para sus animales y a su vez reduzca costos.

CAPÍTULO II

OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

Determinar la caracterización nutricional de once sub productos agrícolas disponibles en la región Amazonas.

2.2. Objetivos específicos

- Realizar un análisis bromatológico de diferentes subproductos agrícolas: Humedad (Hd), Proteína (Pt), Fibra Cruda (Fc), Extracto Etéreo (EE), Cenizas (Cza) y Extracto Libre de Nitrógeno (ELN).
- Determinar la composición de Fibra detergente Neutra (FDN) y Fibra Detergente Ácida (FDA).
- Evaluar la concentración de Energía Bruta (EB) de las diferentes muestras.
- Determinar la concentración de minerales: Calcio (Ca) y Fósforo (P).
- Realizar ensayos de digestibilidad *in vitro* (DIG) de las muestras de residuos agrícolas.

CAPÍTULO III

MARCO TEÓRICO

3.1. Antecedentes de Investigación

Rastrojo de Maíz

Sánchez *et al.*, (2015), determinaron la composición química bromatológica del rastrojo de maíz, como alimentación para ovinos tropicales mestizos. Obteniendo los coeficientes de digestibilidad MS: 40.49%; MO: 48.56%; PC: 22.14%; FC: 64.55%; EE: 67.03% y ELN: 36.94%; mientras que para la EM: 1,377.80 kcal/kg MS y los NDT: 40.39%. De igual manera, la ganancia de peso, conversión alimenticia y el rendimiento a la canal más eficiente, se lo obtuvo al suministrar rastrojo de maíz. Por otro lado, Macías (2015), para mejorar la digestión ruminal *in vitro* mediante la aplicación de celulasas o xilanasas, evaluó la composición química de la panca de maíz (PM) dando como resultado PC: 5,3%, la FDN y FDA 75 y 40% respectivamente. También, evaluó la digestibilidad *in vitro* mediante la aplicación de enzimas celulasas o xilanasas, mejorando la digestibilidad *in vitro*, tanto de materia seca (DIVMS: 63,7 vs 61,8%), como de fibra detergente neutra (DIVFDN: 51,9 vs 50,1%).

Por su parte, Castellanos *et al.*, (2017), evaluaron el efecto de tres niveles de urea (0, 3 y 6%) en forma de solución acuosa para mejorar la digestibilidad de la panca de maíz. Los resultados para los tratamientos 0, 3 y 6% de urea fueron: MS: 84.66, 70.01 y 67.78%; PC: 5.08, 8.02 y 12.92%; FDN: 77.31, 76.89 y 74.84%; DIVMS: 59.90, 61.17 y 66.59%; DIVFDN: 48.15, 50.97 y 55.41%; % PVMS (ingesta potencial de materia seca): 1.55, 1.56 y 1.60% de; y VRF (valor relativo del forraje): 72.09, 74.03 y 82.81, respectivamente. No se encontraron diferencias significativas entre las procedencias de la panca de maíz, ni para la DIVFDN entre los niveles de urea aplicada; sin embargo, hubo diferencia significativa ($p < 0.05$) para el contenido de PC, FDN, DIVMS, ingesta potencial de materia y VRF entre los niveles de urea.

Rastrojo de arveja verde

Bauza *et al.*, (2013), realizaron dos experimentos con el objetivo de evaluar la arveja forrajera como alimento para cerdos, estudiando tres dietas isoproteicas e isoenergéticas: D0: testigo; D20: con 20% de arveja y D40: con 40% de arveja. En el experimento, no se observaron dificultades por parte de los cerdos en la aceptación y consumo de dietas con altos contenidos de arvejas, no generándose rechazos ni diferencias en los tiempos de consumo con respecto al testigo. Lo mismo, en la prueba de digestibilidad y metabolismo indican que las dietas conteniendo arvejas, tanto al 20 como al 40% de inclusión no presentaron diferencias en la digestibilidad con respecto a la dieta testigo. Además, los resultados de carcasa y rendimiento en cortes no presentaron diferencias entre tratamientos. Concluyendo, que la arveja forrajera es un alimento adecuado para incluir en las dietas de cerdos.

Bressani (2014), en su estudio analizó tres variedades de rastrojo de arveja (Gigante, Dulce y Enana), las cuales se cortaron en pedazos de 2.5 - 3.0 cm y fueron sometidos a deshidratación a 70 °C. Los resultados entre variedades fueron similares. La cantidad, en promedio de las tres variedades fueron altos Pt: 26.5%; Fc: 12.72% y carbohidratos: 38.54%; en cambio, los niveles fueron bajos en humedad: 6.55% y grasa: 1.65%.

Cogollo de caña

Fernández (2014), establece como punta o cogollos de la caña de azúcar al corte de la parte apical en donde mayoritariamente existen hojas y contienen una porción de tallos, haciéndolas atractiva para la ganadería. Así, muestra la composición química del cogollo de caña, en donde señala. MS: 37.8%; PC: 5.8%; DIG (MS): 56.5%; FC: 41.6%; FDN: 70.95%; FDA: 39.3%; Cza: 7.05%; Ca: 0.75% y P: 0.24% y EB: 1.88 (EM/kg MS).

Por otro lado, Fernández y Gómez (2010), presentan la composición química del cogollo de caña de azúcar analizados en la UNAM y otras fuentes bibliográficas. MS: 31.4%; PT: 6.0%; grasa: 2.3 %; FC: 32.6%; Cza: 9.5%; NTD: 50.0%; EN lactación: 1.1 (Mcal/kg); FDN: 72% y FDA: 48%. Con estos datos los autores subrayan un importante aporte de fibra y relativamente bajo aporte proteico. Sin embargo, cuando se compara

estos niveles de proteína con fuentes de fibra como Panca (5.9% MS) que comúnmente es utilizado en épocas de baja disponibilidad de chala, el cogollo de caña de azúcar se presenta como una buena alternativa para complementar la ración de vacas lecheras.

Ramírez *et al.*, (2014), realizaron un experimento con el objetivo de evaluar el efecto de la adición de melaza y urea en ensilajes de cogollo quemado de caña de azúcar y *Gliricidia sepium*. Los tratamientos fueron T1 (cogollo de caña de azúcar, 75% más *G. sepium*, 25%); T2 (T1 más urea, 0,5%); T3 (T1 más melaza, 4%) y T4 (T3 más urea, 0,5%). Se determinó el pH, la MS, la PB, el amoníaco, el nitrógeno soluble, la FB, el extracto libre de nitrógeno, el extracto etéreo, el Ca, el P y la ceniza. No hubo interacción tipo de ensilaje por tiempo de fermentación. Con la adición de urea (T2) se observaron los mayores valores de pH (5,03), PB (8,27%), NH₃/Nt (18,13%) y NS/Nt (38,31%). Al adicionar la melaza (T3) se constató un mayor porcentaje de MS (35,34) y de ELN (50,93), y con los dos aditivos (T4) se observó un menor contenido de EE (1,02%). Los tenores de FB, los minerales y la ceniza no presentaron diferencias entre los tratamientos.

Cáscara de arveja verde

Suárez (2013), evaluó el efecto de la utilización de cal viva como aditivo sobre los parámetros de fermentación y la calidad nutricional en el ensilaje de pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*), papa (*Solanum tuberosum*) y arveja (*Pisum sativum*), haciendo énfasis que de las arvejas se obtienen grandes cantidades de vainas, cantidades que pueden ser aprovechadas para alimentos de animales. Estas pueden ser suministradas a dichos animales con su respectiva humedad y para ello teniendo las siguientes características. MS: 89%; Cza: 3.0%; Fc: 8.2%; ELN: 54.2 %; Pt: 22.4% y grasa: 1.3% (Ensminger, 1978).

Gonzales (2010), describe el proceso de sacarificación enzimática aplicada a la vaina de arveja fresca, variedad Santa Isabel, material vegetal rico en contenido lignocelulósico que puede ser aprovechado para la obtención de azúcares. Así, realizó la caracterización química de la vaina de arveja, determinando porcentajes de humedad (2.53%), proteína (13.34%), fibra (55.07%), grasa (1.64%) y cenizas (4.65%); además del análisis de lignina, holocelulosa, celulosa y hemicelulosa.

Yuca de segunda

Bernal *et al.*, (2017), evaluaron el peso final (PF), ganancia de peso (GP) y conversión alimenticia (CA) en la fase de crecimiento en ponedoras Lohmann Brown, alimentada con diferentes niveles de harina de yuca (*Manihot sculenta*) HY: T1 (10 %), T2 (15 %), T3 (20 %). Para ello, hicieron un análisis bromatológico en donde Hd: 12.34%; PC: 3.23%; EE: 0.44%; FC: 2.32%; Cza: 2.68%; ELN: 78.99%; FDN: 5.35%; FDA: 1.18%; Ca: 0.08% y P: 0.13% y EB: 3.43 (kcal/kg). La investigación concluye que los niveles de HY al 20 % no afectaron los índices de crecimiento en pollitas ponedoras Lohmann Brown y resultan, además, dietas económicamente más rentables.

Por otro lado, Buitrago *et al.*, (2001), refieren que la yuca es una especie eficiente en la producción por Ha. de carbohidratos comparada con los cereales. Es, por tanto, un alimento energético básico en gran parte de la industria de alimentos balanceados para animales, ya sea en forma de harinas, de hojuelas (chips) o de gránulos (pellets). Siendo los resultados de análisis nutricionales, en base seca, los siguientes: Hd: 12%; PC: 2.70%; FC: 2.80%; Cza: 1.70%; EB: 3.10%; 3.30% y 3.42% en aves, cerdos y bovinos respectivamente. Los minerales como Ca: 0.30% y P: 0.20.

Corona de arracacha

Palacios *et al.*, (2011), evaluaron las variedades amarilla, blanca y morada de *Arracacia xanthorrhiza* “arracacha”, procedentes del distrito de Sócola, provincia de Cutervo, región de Cajamarca, proporcionadas por el Instituto Nacional de Investigación Agraria (INIA). Conocidas como racacha, laqachu, rakkacha, virracacha, ricacha, arracacha, racacha, arrecate, zanahoria blanca, apio criollo, sonarca, virraca, zanahoria del país y zanahoria morada, se consumen en mayor porcentaje como producto fresco. Los tallos tiernos son usados en ensaladas, cocidos o mezclados con otras raíces. Presentan un contenido de agua de 71,34 a 73,86 g %. Las muestras secas, en g %, presentaron: PC: 2,10 a 2,65; Cza: 2,26 a 2,81; EE: 0,91 a 0,98; FC: 3,25 a 3,38; carbohidratos 86,67 a 86,91; azúcares reductores totales 2,65 a 3,94 y valor calórico 363,40 a 365,78. Vitamina C: 75,75 a 100,34 mg %. También presenta, en muestra seca, en mg %, los siguientes minerales: Ca: 116,31 a 125,36; Fe 30,26 a 41,73; K: 175,98 a 215,78; K 8,37 a 8,91; Mg: 214,12 a 261,43 y Zn 19,40 a 20,87.

Bituca

Buenaño (2015), trabajó una investigación sobre Formulación de dietas alimenticias utilizando harina de papa china (*colocasia esculenta l*) en la alimentación de cerdos (*Sus scrofa*) en la etapa de pos destete. Para lo cual desarrolló tres formulaciones balanceadas para ser comparadas en relación a una formulación convencional, con la finalidad de mantener comportamiento productivo en los animales y se obtenga mejores réditos económicos. En los resultados obtenidos comprobó que el mejor promedio en cuanto al peso final fue para el balanceado B2 (20 % de harina de papa china) con un valor de 25,28 Kg. El resto de balanceados tuvieron promedios de 24,19 Kg hasta 22,87 Kg. Con respecto al estudio se determinó la prevalencia del comportamiento productivo y obtuvo un mejor consumo de alimento con los balanceados B1 (10 % de harina de papa china) y B2 (20 % de harina de papa china) seguramente porque se alcanzó una palatabilidad buena. Desde el punto de vista económico se pudo determinar que la formulación de mayor porcentaje de harina de papa china disminuye los costos de producción.

Papa de segunda

Custodio (2016), con el objetivo de evaluar el nivel adecuado de inclusión de harina de papa en pollos de engorde se utilizaron 200 pollos de 1 día de edad de la línea Cobb 500, se empleó el diseño experimental en bloques completamente al azar (DBCA) con cuatro tratamientos (0%, 10%, 20% y 30 % de inclusión de harina de papa en las dietas) y cinco repeticiones. La Harina de papa fue adicionados en las dietas en distintas cantidades respectivamente, en todos los tratamientos. Se evaluó ganancia de peso, consumo de alimento, conversión alimenticia y análisis económico. Los resultados en los índices productivos encontrados como promedio de todo el periodo evaluado no mostraron variación significativa, aún con niveles más elevados de harina de papa; concluyéndose que la harina de papa puede ser incluido en dietas de pollos de engorde hasta 10 % porque no altera los parámetros productivos, económicos y se obtuvo mejores resultados en el estudio.

Plátano de Segunda

Bernal *et al.*, (2017), evaluaron el peso final (PF), ganancia de peso (GP) y conversión alimenticia (CA) en la fase de crecimiento en ponedoras Lohmann Brown, alimentada con diferentes niveles de harina de plátano (*Musa paradisiaca*). Utilizaron HP: T4 (5 %), T5 (15%), T6 (15 %) y un concentrado tradicional como testigo. Para ello, hicieron un análisis bromatológico en donde Hd: 13.26%; PC: 3.68%; EE: 0.33%; FC: 0.90%; Cza: 3.15%; ELN: 78.68%; FDN: 10.77%; FDA: 1.24%; Ca: 0.028% y P: 0.123% y EB: 3.43 (kcal/kg). La investigación concluye que los niveles de HP al 10 % no afectaron los índices de crecimiento en pollitas ponedoras *Lohmann Brown* y resultan, además, dietas económicamente más rentables.

Por su parte, Mendoza (2014), realizó una investigación elaborando harina de rechazo de banano (*Musa paradisiaca*) como suplemento nutricional para alimentación animal, ya que destaca su contenido de hidratos de carbono, por lo que su valor calórico es elevado. Los nutrientes más representativos del banano son el K, el Mg, el ácido fólico y sustancias de acción astringente; sin despreciar su elevado aporte de fibra, del tipo fruto oligosacáridos. Estas últimas lo convierten en una fruta apropiada para los animales de corral para una buena producción de carne y leche. El potasio es un mineral necesario para la transmisión y generación del impulso nervioso y para la actividad muscular normal en los animales, interviene en el equilibrio de agua dentro y fuera de la célula. El magnesio se relaciona con el funcionamiento de intestino, nervios y músculos, forma parte de huesos y dientes, mejora la inmunidad y posee un suave efecto laxante. El ácido fólico interviene en la producción de glóbulos rojos y blancos, en la síntesis material genético y la formación anticuerpos del sistema inmunológico en el organismo de los animales.

Hoja de plátano

Villalba *et al.*, (2011), realizaron un estudio en el que analizó la calidad nutricional mediante las características bromatológicas y organolépticas de ensilajes de residuos orgánicos del agro ecosistema café y musáceas. Preparó un ensilaje con cada uno de los residuos orgánicos (café, hoja de plátano y vástago de plátano), se le adiciono 5% de melaza como fuente energética. Las unidades de análisis estaban representadas por micro silos de 5 Kg empacadas en bolsa de polietileno calibre 6. Se evaluaron 4 tiempos

de fermentación (1, 7, 14 y 21 días). Semanalmente se evaluaron las siguientes variables: pH, T°, MS, Cza. Al final del proceso se evaluó el porcentaje de PC, FDN, FDA y Lignina. Los resultados obtenidos muestran que la temperatura máxima que se registró al inicio fue de 26 °C y se estabilizó a los 23,3 °C a través del tiempo, el valor más bajo de pH registrado fue el ensilaje de cereza de café (3,8), el ensilaje de hoja de plátano en el tiempo 4 de fermentación presentó el porcentaje de PC más alto (14,45%), seguido de los ensilajes de cereza de café (11,65%) y vástago de plátano (5,25%). En la evaluación organoléptica se realizó un análisis mediante estadística descriptiva donde se evidenció que todos los ensilajes presentaron características aceptables dentro de los parámetros de calidad en las características de color, olor, humedad y textura.

Por otra parte, Rosales y Tang (1996) determinaron la composición química y la digestibilidad de 22 insumos alimenticios regionales. Para la determinación de la composición química se aplicó el método de Weende a fin de determinar: Pt, FC, EE, Cza y nifex. Para la prueba de digestibilidad se utilizó la técnica de digestibilidad *in vitro*. En base a los resultados obtenidos, se pueden clasificar los insumos, según su contenido de nutrientes y grado de digestibilidad, en: Insumos proteicos: de buena digestibilidad: (harina de pescado "boquichico"); de regular digestibilidad (harina de follaje de yuca); y de baja digestibilidad (harina de sangre). Insumos energéticos: de buena digestibilidad (maíz amarillo, polvillo de arroz, nielen de arroz, harina de yuca, harina de cáscara de yuca, harina de yuca + cáscara, afrecho de yuca, harina de plátano, y harina de plátano + cáscara); de regular digestibilidad (harina de cáscara de plátano, y harina de kudzu; y de baja digestibilidad (orujo de cervecería). Insumos fibrosos: de buena digestibilidad (harina de hoja de amasisa); de regular digestibilidad (harina de hoja de plátano, harina de centrosema, y harina de stylo); y de baja digestibilidad (harina de coronade maíz, harina de cáscara de cacao y harina de desmodio).

Corona de tallo de plátano

De la Cruz *et al.*, (2000), evaluaron el comportamiento productivo de bovinos consumiendo ensilado de mezclas de banano de rechazo como fruta y ráquis en diferentes proporciones, se realizó una prueba de alimentación con 12 bovinos cebú comercial, machos, enteros, con un peso promedio de 168±17 kg, a los que se les asignó, de manera aleatoria, cada uno de los siguientes tratamientos: I) ensilado con 50% banano

y 50% ráquis; II) ensilado con 75% banano y 25% ráquis; y III) un grupo testigo con zacate Taiwán (*Pennisetum purpureum*). Los animales recibieron, además, 1.1 kg de pasta de soya como fuente proteica y 50 g de una premezcla comercial de minerales y sal común. Porcentualmente, el consumo de proteína cruda fue mayor ($P<0.05$) en los animales que consumieron zacate Taiwán y ensilado de banano-ráquis 50:50 (16.99 y 17.36 %). La mayor eficiencia alimenticia ($P<0.05$) la obtuvieron los animales que consumieron el ensilado de banano-ráquis 50:50. El análisis económico de este sistema de alimentación nos indica que se obtuvieron las mayores ganancias con el uso de los ensilados, siendo el mejor beneficio neto para el tratamiento ensilado de banano-ráquis 75:25.

3.2. Bases teóricas

3.2.1. Concepto de residuo

El término residuo, según la RAE (2014), proviene del latín. *Residuum*, que significa Parte o porción. Aquello que resulta de la descomposición o destrucción de algo.

Así mismo “residuo” se entiende como un producto cuya característica fundamental es que no tiene valor ni estimación en las circunstancias en las que se genera y que se ha de retirar para facilitar o mejorar los procesos de producción o cultivo (Cuadros, 2008)

De igual manera, la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI, 2007) define “residuo” como todo lo que es generado como producto de una actividad, ya sea por la acción directa del hombre o por la actividad de otros organismos vivos, formándose una masa heterogénea que, en muchos casos, es difícil de reincorporar a los ciclos naturales.

3.2.2. Clasificación de los residuos

En este punto, la clasificación en dos grandes grupos según Jaramillo y Zapata (2008) de residuos sólidos orgánicos:

a. Según su fuente de generación:

- Residuos sólidos orgánicos provenientes del barrido de las calles: papeleras públicas; su contenido es muy variado, pueden encontrarse desde restos de frutas hasta papeles y plásticos.
- Residuos sólidos orgánicos institucionales: Se caracteriza mayormente por contener papeles, cartones y también residuos de alimentos provenientes de los comedores institucionales.
- Residuos sólidos de mercados: residuos provenientes de mercados de abastos y otros centros de venta de productos alimenticios.
- Residuos sólidos orgánicos de origen comercial: residuos provenientes de los establecimientos comerciales, entre los que se incluyen tiendas y restaurantes.
- Residuos sólidos orgánicos domiciliarios: residuos provenientes de hogares, contienen restos de verduras, frutas, residuos de alimentos preparados, podas de jardín y papeles.
- **Según su naturaleza y/o característica física:**
- Residuos de alimentos: restos provenientes de restaurantes, comedores, hogares y otros establecimientos de expendio de alimentos.
- Estiércol: residuos fecales de animales (ganado) que se aprovechan para su transformación en bio-abono o para la generación de biogás.
- Restos vegetales: residuos provenientes de podas o deshierbe de jardines, parques u otras áreas verdes.
- Papel y cartón: residuos con un gran potencial para su reciclaje.
- Cuero: son residuos mayormente derivados de artículos de cuero en desuso.

- Plásticos: considerados residuos de origen orgánico ya que se fabrican a partir de compuestos orgánicos como el etanol (componente del gas natural), también son fabricados utilizando algunos derivados del petróleo.

3.3. Aprovechamiento de los Residuos Vegetales

3.3.1. Residuos Agrícolas

Rastrojos o residuos de cosecha, para Reyes *et al.*, (2013) son subproductos agrícolas que desempeñan un papel preponderante en los sistemas agrícolas y pecuarios, y aunque son productos secundarios, han ido tomando importancia en la búsqueda de métodos que permitan mejorar el aporte nutricional y de digestibilidad para ser introducidos en una dieta animal (Sánchez *et al.*, 2012).

Así mismo, Existen gran cantidad de residuos ocasionados por la actividad agrícola que actualmente son materia de estudio, con el fin de emplearlos como fuentes alternativas que generen rentabilidad en la alimentación de animales, aptos para luego servir de alimentación humana. En muchos países ya se está investigando los beneficios de los subproductos agrícolas como fuente de alimentación animal y que a su vez sea una fuente de ingresos para los productores de las diversas regiones (Dubán *et al.*, 2012).

En Sudamérica se produce 380 millones de toneladas métricas de residuos de cosecha al año y en el Perú, casi 16 millones de toneladas métricas por año, de los campos y fábricas de los procesos agroindustriales (Barrena *et al.*, 2010).

3.3.2. Alimentación animal

El uso de residuos de cosecha como fuentes alimenticias no convencionales de alta disponibilidad en la alimentación para rumiantes. Además, por cultura de manejo los ganaderos utilizan los residuos de cosecha como fuente forrajera para el aporte de fibra necesaria en vacunos en época de escasez o sequías, convirtiéndose en la solución de los problemas presentes (FAO, 2010).

Por otro lado, al no utilizarse los residuos de cosecha, el agricultor procede a la quema, motivo por la cual crea un impacto negativo ya que genera miles de toneladas de equivalente (eq) a CO₂. Para el año 2009, según la actualización del inventario nacional de gases de efecto invernadero, en el Perú se generó 138 toneladas métricas (TM) de eq CO₂, de las cuales 26,6 TM eq CO₂, corresponde a la agricultura (19%) donde incluye la quema (Gómez *et al.*, 2013)

Una alternativa para reducir el costo de alimentación animal, ante las fluctuaciones de precios de los concentrados en una explotación ganadera es la utilización de residuos agrícolas, que proporcionan fibra y proteína básica en la alimentación de los rumiantes (Almarcha, 2016).

Existe una gran cantidad de residuos agrícolas y subproductos agroindustriales que pueden ser empleados para alimentación animal. Por su bajo valor nutritivo es necesario procesarlos y adicionarle algún complemento alimenticio (Gonzales, 2009).

Villegas *et al.*, (2001), indican que la utilización de residuos agrícolas o rastrojos en la alimentación de ganado se sigue manteniendo por ser una fuente de energía en la dieta del ganado. Además, de favorecer al ingreso y empleo en el medio rural es accesible al precio y disponible en la época de escasez (Fuentes *et al.*, 2001).

3.3.3. Residuos de Cosecha

a. Residuos de cosecha

1. Rastrojo de Maíz

Serratos (2012), describe al maíz (*Zea mays*) como el cereal que más importancia ha tenido en varios sectores de la economía a escala mundial durante el siglo XX y en los inicios del XXI. En los países industrializados, el maíz se utiliza principalmente como forraje, materia prima para la producción de alimentos procesados y, recientemente, para la producción de etanol.

Macías (2015), denomina rastrojo de maíz, a la planta seca de maíz maduro del que se le han sacado las mazorcas. Contiene gran valor celulolítico para los vacunos, principalmente si se usa picado y rociado con melaza diluida en agua. No obstante, al ser un forraje fibroso, con bajo contenido de proteínas y aportes limitados de energía se recomienda incluirse en raciones con niveles de 20 a 60%. Según MINAGRI (2014) en 2013 se cultivó maíz duro alrededor de 560 mil Has a nivel nacional, con mayor cantidad en La Libertad, Cajamarca, Loreto, San Martín y Lima.

Así, en la búsqueda de alternativas para mejorar la calidad nutritiva de los rastrojos, investigadores y ganaderos han desarrollado tratamientos que incluyen métodos físicos, químicos y biológicos. El tratamiento físico más común y práctico es la reducción del tamaño de la partícula. La trituración se realiza mediante la molienda con el objetivo de propiciar mayor superficie de contacto de la micro flora ruminal con el sustrato. De esta forma, se garantiza una mejor acción de las enzimas en el rumen. Otros beneficios derivados de la reducción del tamaño de la partícula, tales como una mayor eficiencia de uso de la energía digerida e incremento del consumo voluntario (Vélez *et al.* 2013).

Tabla 1: Composición química de los rastrojos del maíz

Componentes	Aporte nutricional
Materia seca	92.65 %
Materia orgánica	92.10%
Proteína Cruda	5.66%
Energía metabolizable (Mcal/Kg)	1.58
Fibra Cruda	39.5%
Cenizas	7.90%
FDN	70.54%
FDA	42.60%
Celulosa	32.87%
Lignina	8.27%

Fuente: Sánchez *et al.* 2012.

La proteína cruda (PC) del rastrojo de maíz (5.78 %) es en general más alta que cualquiera otra paja o residuo, como por ejemplo la paja del arroz que contiene 4.40% de proteína cruda. Esto ha sido comentado por que se recomienda el rastrojo como parte de la ración de mantenimiento invernal de vacas o animales de reemplazo, no para novillos en engorde. La utilización de los rastrojos en pastoreo permite una mayor receptividad y una discreta ganancia animal (Villegas *et al.*, 2001).

2. Rastrojo de arveja

Riojas y Ugas (2003), nos dicen que la arveja (*Pisum sativum L.*) es una planta leguminosa cultivada extensamente para aprovechar su semilla y vaina para consumo humano y como leguminosa verde para forraje de animales. Con una excelente adaptación a los climas de la costa central (invierno) y en la sierra, principalmente en Junín, Ancash y Huancavelica, desde el nivel del mar hasta 3,500 m.s.n.m., sensible a heladas.

La planta después de cosechadas sus vainas; los tallos y hojas sirven de alimentación para los animales por su alto porcentaje de sustancias nutritivas especialmente proteínas (Soria, 2003).

Además, Bauza *et al.*, (2013), en la evaluación que hace de la arveja proteica o forrajera nos dice que tiene un valor nutritivo intermedio entre los cereales y la harina de soja. Por ejemplo, en Canadá y en Europa (particularmente en Francia) se utiliza en raciones para cerdos como alternativa a la harina de soja (Hickling, 2003).

Tabla 2: Composición química de rastrojo de arveja

Componentes	Base seca %
Materia seca	88.65
Proteína Cruda*	24.14
Fibra Cruda	43.77
Extracto Etéreo	0.55
Digestibilidad <i>in vivo</i> de MS*	85.34
Cenizas*	2.94
FDN*	35.04
Energía Bruta (Mcal/kg MS)*	4.42
Extracto Libre de Nitrógeno	34.52

Fuente: Montalvo y Navarro, 2012.

* Bauza *et al.*, 2013

Del mismo modo, Gibert (2016), señala que la arveja forrajera es una alternativa de reemplazo, con raciones de hasta 40% en dietas de cerdos, con buenos resultados. Indica, también que, el rastrojo de arveja tiene importantes aminoácidos esenciales. Además, posee niveles de lisina altos y más concentrados que la harina de soya, pero con niveles relativamente bajos de metionina, cistina y triptófano. Se calcula un rendimiento del 23 % de PB y el nivel de energía aportado es un poco menor que el del maíz; se calcula un promedio de 3100 kcal. Sirve de forraje para cerdos y aves, ya que digieren con gran facilidad el aporte de aminoácidos.

3. Cogollo de Caña

El cultivo de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) ha tenido en los últimos diez años incrementos importantes en área y uso de tecnología moderna. Los residuos de cosecha de este cultivo como las puntas o cogollos de caña representan una importante fuente de forraje no tradicional. Este forraje al igual que otros tradicionales como la Chala puede ser utilizado estratégicamente en la alimentación de vacas lecheras (Fernández y Gómez, 2010)

Fernández (2014), establece como punta o cogollos de la caña de azúcar al corta de la parte apical en donde mayormente existen hojas y contienen una porción de tallos, haciéndolas atractiva para la ganadería. Así, muestra la composición química del cogollo de caña.

Tabla 3: Composición química de cogollo de caña

Componente	%
Materia seca	37.8
Proteína cruda	5.8
Fibra Cruda	41.6
Digestibilidad <i>in vitro</i> de MS	56.5
Cenizas	7.05
FDN	70.95
FDA	39.3
Calcio	0.75
Fósforo	0.24
Energía bruta (EM/kg MS)	1.88

Fuente: Fernández, 2014.

La punta de caña de azúcar es una buena fuente de forraje, debido a su contenido de FND. Sin embargo, para mejorar el aprovechamiento de la punta de caña de azúcar se recomienda cosechar los cogollos antes de realizar la quema, para disponer de mayores volúmenes de biomasa. La punta de caña de azúcar tiene bajo contenido de PC, por lo que se recomienda suplementar con proteína verdadera o compuestos nitrogenados no proteicos (Ramírez *et al.*, 2014).

Además, Pozo (2011), subraya que, la caña de azúcar en los sistemas de alimentación constituye una alternativa excelente para el ahorro de alimento. Así mismo, es capaz de producir mayor cantidad de MS, carbohidratos solubles y biomasa forrajera que cualquier otra gramínea tropical. Estas potencialidades la convierten en el forraje más sobresaliente de todas las gramíneas existentes en el trópico y le permiten soportar mayor carga animal.

4. Cáscara de arveja

Gonzales (2010), nos indica que, la cáscara de arveja verde (*Pisum sativum.*), es materia orgánica proveniente de los desechos agrícolas de las plazas de mercado y de los centros de acopio de alta producción, se ha convertido en foco de contaminación por su rápida descomposición. Actualmente, este material es transportado con los demás residuos agrícolas hacia los rellenos sanitarios, donde genera lixiviados que contaminan los suelos y ríos a los que tenga acceso; de igual manera, la acumulación del material en los rellenos produce gases contaminantes por la descomposición de los desechos albergados en estos sitios, convirtiéndose no solo en un problema de contaminación ambiental, si no también, en problema de carácter social y de seguridad alimentaria, ya que muchas personas que viven en los alrededores subsisten y se alimentan de estos desechos.

Hurtado (2005), por su parte remarca que, por cada tonelada de arveja verde producida, su vaina en peso fresco representa 450 kg., lo que indica que aproximadamente el 45% del cultivo de arveja es residuo agroindustrial en forma de vaina. En sitios como los centros de acopio, la vaina de arveja es uno de los residuos agrícolas más representativo después de la hoja de mazorca y los sobrantes de las hortalizas. Por esta razón, es conveniente buscar una opción de manejo de este tipo de material, en donde se plantee una alternativa viable de uso, mediante la que se logren minimizar los problemas que causa el mal manejo de los residuos sólidos (Gonzales, 2010).

Tabla 4: Composición química de la vaina de arveja verde

Componentes	%
Humedad inicial (vainas frescas)	86.22
Humedad después del secado	2.53
Materia seca*	89
Extracto Libre de Nitrógeno*	44.2
proteína	13.34
Grasa	1.64
Ceniza	3.06
Fibra	55.07

Fuente: Gonzales, 2010. * Suarez y Camilo, 2013.

La tabla 4, presenta la composición de la vaina de arveja fresca las muestras que están reportados con base en el peso de la muestra seca. Como se puede apreciar, el contenido de fibra es alto, lo que demuestra que este material presenta buenas condiciones para ser utilizado en la obtención de azúcares fermentables; de igual manera, al analizar el contenido proteína, el 13,34% de proteína en base seca, representa el 1,84% de proteína en base húmeda; es decir, por cada 100 g de vaina de arveja fresca, 1,84 g son proteína, siendo este valor bastante bajo, comparado con el 5% de proteína Kehr y Mera (2007) que contiene la variedad comestible sugar snap.

El nivel de energía aportado es un poco menor que el del maíz; se calcula un promedio de 3100 kcal. Como alternativa de usarla, es recomendable en cerdos y aves. Muchos trabajos han demostrado que se puede utilizar la arveja forrajera como una alternativa de reemplazo de hasta un 40 % en las dietas de cerdos, con muy buenos resultados (Gonzales, 2010).

b. Tubérculos

1. Papa

En épocas de cosecha de papa, (*Solanum tuberosum*) los precios bajan debido al exceso de oferta, lo que conlleva a la pérdida de grandes cantidades de este tubérculo, ya que la falta de economía hace imposible

y en consecuencia ocasiona cuantiosas pérdidas para el agricultor (Montoya, 2004), adicionalmente, un 20% de la cosecha de papa es producto de desecho y que prácticamente no tiene valor y que puede usarse en la alimentación animal (Goig y Herrera, 1996).

Según, Jiménez *et al* (2010), para evitar la merma en la producción animal durante la época de sequía, la papa, es un excelente alimento que puede estar presente en un alto porcentaje de raciones para animales monogástricos (cerdos) y rumiantes (oveja), ya que es muy palatable. En vacas lecheras hasta 15 Kg/día junto con otros alimentos que mejoren el contenido en proteína y minerales. Mientras que para vacunos de carne se suministra “ad libitum” junto con forraje verde u otro suplemento proteico, pudiéndose usarse, también, como un buen suplemento energético en raciones para rumiantes, ya que el principal constituyente de la papa es el almidón, el cual le confiere su característica de alimento altamente energético (Fernández, 2014).

Tabla 5: Composición química de la papa

Componentes	%
Materia seca*	39
Humedad*	61
Proteína Bruta	8.4
Digestibilidad <i>in vitro</i>	94.7
Fibra Cruda*	4.3
Cenizas*	5.0
Estracto etéreo*	0.6
Estracto Libre de Nitrógeno*	81.8
FDN	3.5
Almidón	74
Calcio	0.36
Fósforo	0.20
EM (Mcal/kg.MS)	3.18

Fuente: Fernández, 2014; *Jiménez *et al.*, 2010.

Normalmente la papa presenta un 10% de proteína bruta, correspondiendo el 50% aproximadamente a compuestos nitrogenados no protéicos, uno de los cuales es el alcaloide solanidina. Dicho compuesto se puede presentar libre o combinado, en forma de glicoalcaloides, denominado chaconina y solanina, ambos tóxicos para los animales. El contenido de fibra bruta varía de 3 a 4%, lo que implica la necesidad de combinar con otros alimentos ricos en fibra, a fin de producir un mejor aprovechamiento por los rumiantes (Siebald *et al.*, 2002).

Además, Borba (2008) resalta el contenido de carbohidrato y bajo contenido de proteínas; sin embargo, tiene mayor cantidad de proteína que cualquier otro tubérculo.

2. Yuca

La yuca (*Manihot sculenta*) y las raíces de tubérculos son ricos en azúcares, fibras alimentarias, proteínas, componentes que pueden ayudar a incrementar el valor agregado de diferentes productos alimenticios (Román *et al.*, 2015). La composición nutricional de la harina de raíces es posible considerar su utilización como remplazo parcial de carbohidratos total de los cereales que se empleen en la alimentación para aves de postura y pollos de engorde (Buitrago *et al.*, 2001).

Tabla 6: Composición química de la yuca

Componentes	(%)
Materia seca	90.0
Humedad*	12.34
Proteína Cruda*	3.23
Fibra Cruda*	2.32
Extracto etéreo*	0.44
Cenizas*	2.68
Extracto libre de nitrógeno*	78.99
Energía Total (Mcal/kg)*	3.43
Energía Metabolizable (aves)	3.10
Energía Metabolizable (cerdos)	3.30
Energía digestible (cerdos)	3.42
Energía digestible (bovinos)	3.31
Lisina	0.02
FDN*	5.35
FDA*	4.70
hemicelulosa	1.1
Carbohidratos	83.8
Calcio*	0.08
Fosforo*	0.13
Almidón	76.00
Digestibilidad <i>in vitro</i> MS **	74.24
Digestibilidad <i>in vitro</i> MO**	74.25

Fuente: Buitrago *et al.*, 2001. *Bernal *et al.*, 2017. **Rosales y Tang, 1996

El principal recurso que ofrece la yuca para alimento animal se encuentra en las raíces, en forma de almidón. Normalmente, el contenido de MS, de la raíz fluctúa de 34 a 38%, con una concentración de 75 a 80% de almidón. Si se toma como punto de partida una producción de 25 Tn de raíces frescas por Ha, el rendimiento neto en forma de MS y de almidón sería de 9.5 a 7 toneladas, respectivamente. Un pequeño porcentaje de MS está constituido por proteína (menos de 3%) y por fibra (menos del 4%) (Buitrago *et al.* 2001).

Finalmente, Fernández (2014), resalta que, las raíces de Yuca o Mandioca es una buena fuente de energía para el ganado de leche, ya que son ricas en carbohidratos, que es un importante ingrediente de la ración y un buen aporte energético para la micro flora del rumen; sin embargo, su contenido en proteína es bajo (3.23%). Su uso es particularmente útil para vacas de alta producción en la primera fase de la lactancia.

3. Corona de Arracacha

Barrera *et al.*, (2010), nos describe a la zanahoria blanca (*Arracacia xanthorrhiza*), como una planta herbácea, caulescente, de tronco corto y cilíndrico con medidas de 10 centímetros de alto y de diámetro 10 cm, que presenta brotes en la parte superior, divididos de 3 a 7 folíolos y el número de hojas por planta varía de 55 a 95, con pecíolos largos y envainadores. Las raíces son de dos tipos, unas se desarrollan en la parte superior del tallo llamadas tuberosas otras que dependen del número de 3 a veinticuatro, fusiforme, forma ovoide, morado, blanco, amarillo dependiendo la variedad miden desde 8 a 20 cm con diámetros de 3 a 8 cm.

Tabla 7: Composición química de la harina de corona de arracacha

Componentes	Harina%
Energía (Kcal/100g)	437
Azúcares totales	8.15
Azúcares reductores	4.30
Humedad	4.73
Ceniza	3.87
Proteína	3.07
Fibra cruda	3.33
Extracto etéreo	1.03
Almidón	70.95
Micronutrientes	
Ca	0.093
P	0.178
Mg	0.052
K	1.658
Na	0.012
Cu (ppm)	3.149
Fe (ppm)	17.844
Mn (ppm)	2.099
Zn (ppm)	5.248

Fuente: Barrera *et al.*, 2010

La composición química es necesario expresarlo como materia seca, pero la importancia de humedad en el alimento no se puede omitir. La

zanahoria blanca en almidón es inferior al de la papa y en la digestibilidad del almidón de trigo, en proteína presenta 3.07%, en minerales la presencia de microelementos y una de ellos el hierro es el más relevante con un aporte del 17.844 ppm. La energía que aporta presenta un valor medio de 437 kcal en una porción de 100 g. cabe indicar que todo este aporte nutricional se lo realizó con materia cruda y entera (Barrera *et al.*, 2006).

4. Bituca

La bituca o malanga (*Colocasia esculenta*), es una planta herbácea anual y de comportamiento perenne si no se le cosecha. Pertenece a la familia de las Araceae comestibles, las que comprenden de los géneros Colocasia, Xanthosoma, Alocasia, Cyrtosperma y Amorphophallus. Morfológicamente es una planta herbácea, suculenta, sin tallos aéreos. Las hojas provienen directamente de un cormo subterráneo primario, el cual es más o menos vertical y donde se forman cormos secundarios laterales y horizontales, que son comestibles (Zapata y Velásquez, 2013).

En cuanto a la importancia de la malanga para la alimentación animal, se ha demostrado que este recurso puede ser la base para desarrollar sistemas de producción intensiva, como es el caso en la elaboración de dietas, ésta ha sido probada en bovinos que logran alcanzar incrementos en su peso diario de más de 250 gramos en promedio, con malanga y harina de pescado, también se elaboró un alimento balanceado que fue suministrado a cerdos logrando en 16 semanas un crecimiento más rápido y llegando a un peso comercial en menor tiempo, la harina de malanga también se ha utilizado como sustituto de maíz en dietas para pollos de engorda (Cargua, 2014).

Tabla 8: composición química de Bituca

Componentes	%
Humedad	6.0
Ceniza	2.7
Fibra	1.8
Grasas	0.0
Proteína	2.8
Carbohidratos	86.4

Fuente: Cargua, 2014.

En la tabla 9, se muestran los resultados del análisis químico proximal de la harina de malanga. La harina de malanga presentó 6% de Humedad, valor permitido por la NOM-247-SSA1-2008, que indica como límite máximo el 15%. El contenido de proteínas fue de 2.8% y cenizas 2.7% inferiores que pueden asociarse a factores como la madurez del tubérculo y características de la zona donde se cultive (Cargua, 2014).

c. Subproductos del plátano

1. Plátano de Segunda

Mendoza (2014), indica que la mayor cantidad de rechazo de banano (*Musa paradisiaca*) es arrojado a lado de carreteras y riveras de ríos. Este importante recurso puede ser utilizado en forma de harina para la alimentación animal. Una forma de disminuir el costo del balanceado en la alimentación de los animales, sería el uso de la harina de banano (banharina) que, por ser de fácil adquisición en cualquier época del año, es de bajo costo y no compite con los productos básicos para el consumo humano; además, su principal componente, como en la mayoría de las frutas, es el agua, también el aporte en vitamina A y de vitaminas del grupo B, como B2, B3, B6 y ácido fólico, además es rico en potasio y magnesio. (INIAP, 2010)

Tabla 9: Composición química de la harina de plátano

Componentes	%
Materia seca	87.8
Proteína cruda	3.95
Grasa cruda	1.44
Fibra cruda	2.03
Cenizas	3.09
Digestibilidad <i>in vitro</i> MS	72.91
Humedad**	13.26
Extracto etéreo**	0.33
Extracto Libre de Nitrógeno**	78.68
Calcio**	0.028
Fósforo**	0.123
Fibra detergente Neutra**	10.77
Fibra detergente ácida**	1.24
Banana en materia fresca	
Vitamina E*	13mg
Vitamina C*	120mg
Vitamina B1*	4mg
Vitamina B2*	4mg
Vitamina B3*	4mg
Energía bruta (Mcal/kg)*	1.64

Fuente: Rosales y Tang, 1996. * Naturland Asociacion, 2002. ** Bernal *et al.*, 2017.

Mendoza (2014), el banano transformado en harina es materia prima de mucha importancia en la fabricación de alimentos balanceados para aves, cerdos, ganado, camarón, tilapia, etc., a pesar que su contenido de proteínas es sumamente bajo, este producto es rico en carbohidrato y proporciona abundantes calorías que son la base de energizantes para los animales. La cantidad requerida para cada funda de producto final es de 10 a 20%, esta fluctuación va relacionada con el tipo de animal.

La harina de plátano solo y la harina de plátano con cáscara presentan buenos contenidos de carbohidratos solubles, pero sus bajos tenores proteicos limitan su utilización en altas proporciones en animales en fase de inicio o crecimiento. Por otro lado, principalmente la harina de follaje de plátano, seguida por la harina de cáscara de plátano presentan buenos niveles proteicos, 12,7 y 5,93% respectivamente; pero sus altos niveles de fibra cruda, 24,38 y 10,63%, limitan su utilización en altas proporciones en raciones alimenticias de animales monogástricos (Rosales y Tang, 1996).

2. Hoja de Plátano

Villalba *et al.*, (2011), menciona que anualmente se produce una cantidad considerable de materia orgánica representada por material vegetal en los diversos procesos de la producción agrícola, pero solo una cierta parte de esta producción es aprovechada directamente para la alimentación tanto humana como animal, dejando a la deriva una gran cantidad de mal llamados desechos los cuales se convierten en un potencial de contaminación ambiental. Generalmente estos son considerados un problema para el productor ya que no cuentan o no conocen alternativas de manejo para poder dar un uso apropiado a estos residuos, En algunos casos el manejo inadecuado de estos residuos y la falta de conciencia ambiental terminan generando problemas de contaminación.

Tabla 10: composición química de las hojas del plátano

Componentes	%
Materia seca	94.65
Proteína cruda	17.93
Grasa	3.58
Ceniza	9.81
Fibra cruda	31.63
Energía bruta (kcal/g)	3.95
Energía metabolizable (kcal/g)	1.41
Digestibilidad <i>in vitro</i> MS*	40.60
Carbohidratos	37.05

Fuente: Marín *et al.*, 2003. * Rosales y Tang, 1996

Rosales y Tang (1996), subrayan los buenos niveles proteicos de la harina de follaje de plátano, 17.93%; pero su alto nivel de fibra cruda, 31.63%, limita su utilización en altas proporciones en raciones alimenticias de animales monogástricos. Además, la hoja de plátano, reporta menor porcentaje de digestibilidad, esto como consecuencia de su alto contenido de fibra cruda.

3. Corona de tallo de plátano

De la Cruz y Gutiérrez (2000) describen que, los subproductos del plátano, todavía son poco valorados y, por consecuencia, subutilizados. Sin embargo, son susceptibles de ser empleados como alimento de los animales, como fuente alternativa alimenticia para que reduzcan la dependencia de insumos externos.

Pueden ser aprovechados en la alimentación animal por dos posibles vías: una en forma directa (estado fresco); y la otra, por almacenamiento de la materia prima, con lo que se asegura la estabilidad del producto y su disponibilidad continua. En este último caso, un proceso práctico e inmediato de conservación de forrajes verdes succulentos es el ensilaje. Éste es, probablemente, el método más antiguo de conservación en condiciones cercanas al fresco, con un valor nutritivo semejante al original, un relativo bajo costo y su menor dependencia de las inclemencias del tiempo (Sparo y Mallo, 2001). Permite, también, aprovechar la sobreproducción de forrajes en épocas de superávit para suministrarlo durante épocas de escasez (Cañeque y Sancha, 1998).

Tabla 11: Composición química de corona de tallo de plátano

Componentes	%
Materia Seca %	8.00
Energía Metabolizable Mcal/kg	0.21
Proteína (TCO) %	0.22
Calco (TCO) %	0.07
Fósforo Total (TCO) %	0.02
Fibra (TCO) %	1.20

Fuente: De la Cruz y Gutiérrez, 2000.

Fernández (2014), los pseudo troncos, son fuentes de forraje muy útiles en muchos países tropicales, sobretodo en la época seca. Se pueden triturar y distribuir frescos o se pueden ensilar. Tiene niveles muy bajos en Proteínas y Minerales. Por ello, es necesario agregar alguna fuente rica en Proteína, como harinas de oleaginosas, bloques de Multinutricionales (BMN), hojas

de yuca o mandioca, orujos, etc. Para mejorar su respuesta productiva, los pseudotroncos se pueden triturar y ensilar una vez que el racimo ha sido cosechado y se ha cortado la planta. Si al ensilar se agrega una fuente fácilmente fermentable de carbohidratos como melaza o raíces cortadas y alimentos ricos en proteína se obtiene un buen ensilaje.

CAPÍTULO IV

MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Características del área de estudio

4.1.1. Localización

- Institución : Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas
- Provincia : Bagua, Bongará, Utcubamba, Luya, Rodríguez de Mendoza y Chachapoyas.
- Distritos :
 - Bagua : La Peca
 - Bongará : Jazán, La Florida, Yambrasbamba y Cuispes.
 - Utcubamba : Bagua Grande
 - Luya : Luya, Trita y coechán
 - Chachapoyas : Chachapoyas, Huancas, Levanto, Montevideo, Leymebamba y cheto.
 - Rodríguez de Mendoza: San Nicolás, Huambo, Limabamba, Mariscal Benavides y Omia
- Región : Amazonas
- País : Perú

4.1.2. Ubicación geográfica

Tabla 12: Ubicación geográfica de las zonas de muestreo

Zonas de muestreo	Latitud (Sur)	Longitud (Oeste)	Superficie total (Km²)
La Peca	5°36'40"	78°26'06"	291.39
Jazán	6°01'00"	77°55'00"	88.83
Florida	5°50'00"	77°55'00"	203.22
Yambrasbamba	5°45'	77°54'	1715.96
Cuispes	5°55'00"	77°56'00"	110.72
Bagua Grande	5°45'22"	78°26'28"	746.64
Luya	6°10'59"	77°54'00"	91.21
Trita	6°10'23"	77°55'48"	12.68
Cochán	6°13'01"	77°58'01"	256.17
Chachapoyas	6°13'01"	77°51'00"	153.78
Huancas	6°10'26"	77°51'53"	48.79
Levanto	6°37'37"	77°49'01"	77.54
Montevideo	6°37'59"	77°43'01"	119.01
Leymebamba	6°40'59"	77°46'59"	373.14
Cheto	6°15'21"	77°42'01"	56.97
San Nicolás	6°19'59"	77°24'00"	206.01
Huambo	6°20'10"	77°27'58"	99.56
Limabamba	6°28'01"	77°28'01"	317.88
Mariscal Benavides	6°18'00"	77°25'01"	176.18
Omia	6°25'01"	77°19'01"	175.13

4.1.3. Características climáticas

Tabla 13: Caracterización climatológica de las zonas de muestreo

Zonas de muestreo	Altura (msnm)	Clima (Clasificación Köppen)	Precipitación (mm)	Temperatura (°C)	Humedad relativa (%)
La Peca	552	Tropical seco	1017	23.6	66
Jazán	1350	Oceánico	998	20	58
Florida	2220	Oceánico	964	16	74
Yambrasbamba	1903	Oceánico	852	17.5	38
Cuispes	1886	Oceánico	780	19	63
Bagua Grande	440	Sabana tropical	965	24.9	69
Luya	2300	Oceánico	816	15.7	65
Trita	2728	Oceánico	1051	12.8	46
Coechán	3250	Oceánico	1200	15.5	67
Chachapoyas	2335	Oceánico	811	15.6	74
Huancas	2578	Oceánico	768	16	65
Levanto	2663	Oceánico	756	15.5	66
Montevideo	2450	Oceánico	816	15	65
Leymebamba	2158	Oceánico	806	16.4	72
Cheto	2500	Oceánico	828	16	63
San Nicolás	1295	Sabana tropical	908	19.6	60
Huambo	1630	Sabana tropical	876	19.2	60
Limabamba	1630	Sabana tropical	885	19.1	58
Mariscal Benavides	1700	Sabana tropical	897	19.8	59
Omia	1395	Sabana tropical	947	20.6	61

Fuente: www.es.climate-data.org, www.weatherspark.com

4.1.4. Características de espacio físico

El Análisis de la investigación se realizó en el Laboratorio de Nutrición Animal - Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza (UNTRM), que se ubica en Chachapoyas entre las coordenadas 6°14'3.69"S y 77°51'7.12"O, que pertenece al Instituto de Proyecto PRONUT, dentro del campus universitario de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza, ubicado en el Barrio Higos Urco S/N, Chachapoyas, Amazonas, Perú.



Figura 1: Mapa del departamento de Amazonas.

4.2. MATERIALES

4.2.1. Materiales de campo

- Poncho impermeable
- Botas de jebe
- Machete
- Costales
- Bolsas plásticas
- Cinta masketin
- Marcador
- Libreta de apuntes

4.2.2. Materiales de laboratorio

- Tijeras
- Guantes quirúrgicos
- Recipientes de plástico con tapa rosca

- Bolsas transparentes
- Bolsas de Nailon con cierre
- Cuadernillo de anotaciones
- Lapiceros de tinta seca
- Regla
- Resaltador
- Plumón indeleble
- Termo (2) capacidad 2 L c/u o 3 – 4 de 1.5 litros
- Gasas de filtración
- Vasos de precipitación de 1 y 2 litros
- Baldes de 5 L
- Marcadores
- Papel filtro # 91 o cartucho de celulosa
- Tamiz de malla de 1 mm
- Vasos de aluminio

4.2.3. Equipos

- Balanza analítica de 0.1 mg.
- Estufas reguladoras a 105 ± 2 °C (Ecocell, EE.UU.)
- Mufla regulada a 550 ± 25 °C
- Extractor de Fibra
- Bomba Calorimétrica PARR 6200
- Kjendhal
- Digestor *in vitro*
- Cocina eléctrica o calentador de agua
- Desecador con deshidratante adecuado (silicagel con indicador, oxido de calcio u otro)
- Equipo de titulación
- Extractor soxhlet (Extractor de grasas)
- Incubadora Daysi II
- Sellador eléctrico

4.2.4. Instrumentos

- Asa de inserción
- Cápsulas de vidrio, porcelana o metálica, con tapa o vasos de aluminio
- Crisol de vidrio
- Crisoles o capsulas de porcelana, sílice o platino
- Filtro – bolsas (F57)
- Gradilla de alineación
- Gradilla para cartuchos de extracción
- Gradilla porta vasos
- pH metro digital
- Pinza magnética para manipulación de cartuchos
- Pinza para manipulación de vasos
- Pipeta de 10 ml
- Potenciómetro digital
- Regulador de CO₂
- Soporte de cartuchos
- Tanque de CO₂
- Termómetro
- Tubo de alineación

4.2.5. Reactivos

- Acetona
- Ácido bórico
- Ácido clorhídrico
- Ácido sulfúrico 1 N
- Ácido sulfúrico concentrado, p.a.
- Anhidro fosfato disódico (Na₂HPO₄)
- Borato de sodio (Na₂B₄O₇ · 10H₂O) 6.81 g/L
- Bromuro de cetiltrimetilamonio (grado técnico) ClgH₄₂BrN 20 g/l
- Butanodiol (C₄H₁₀O₂) 10 ml/L
- Carbonato de sodio
- Cloruro de sodio

- Decahidrato de borato de sodio ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$)
- EDTA- sal di sódica ($\text{Na}_2\text{Na}_2\text{O}_8$) 18.61 g/L
- Etanol al 95%.
- Éter de petróleo P.E. 40-60°C
- Éter etílico P.E. 40-60°C
- Etilendiaminotetraacetato disódico (EDTA, C, OH, $\text{Na}_2\text{Na}_2\text{O}_8$)
- Etilhexanol ($\text{C}_8\text{H}_{18}\text{O}$)
- Fosfato di sódico industrial (Na_2HPO_4) 4.56g/L
- Hidróxido de sodio
- Indicador mixto N° 5 o 4.8
- Lauril sulfato de sodio neutro ($\text{C}_{12}\text{H}_{25}\text{NaO}_2\text{S}$)
- Octanol.
- Perlas de vidrio
- Peróxido de hidrógeno (H_2O_2 30 % v/v) p.a.
- Silicona antiespumante o agente antiespumante
- Sulfato cúprico, p.a.
- Sulfato de cobre (tabletas o en polvo).
- Sulfato de potasio (tabletas o en polvo).
- Sulfato de sodio
- Sulfito de sodio anhídrido (sulfito de sodio) (Na_2SO_3)
- Sulfito de sodio anhidro (Na_2SO_3)
- 2-etoxietanol

Buffer "A"

- Fosfato de potasio monobásico KH_2PO_4
- Sulfato de magnesio heptahidratado $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$
- Cloruro de sodio NaCl
- Cloruro de calcio hidratado $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
- Urea (grado reactivo)

Buffer "B"

- Carbonato de sodio Na_2CO_3
- Sulfuro de sodio $\text{Na}_2\text{S} \cdot 9\text{H}_2\text{O}$

4.3. METODOLOGÍAS EXPERIMENTALES

4.3.1. Materia prima de estudio

Tabla 14: Nombre científico de los residuos de cosecha

Nombre común del residuo de cosecha	Nombre científico
Rastrojo de maíz	<i>Zea mays</i>
Rastrojo de alverja	<i>Pisum sativum</i>
Cogollo de caña	<i>Saccharum officinarum</i>
Cáscara de alverja	<i>Pisum sativum</i>
Yuca de segunda	<i>Manihot esculenta</i>
Coronade arracacha	<i>Arracacia xanthorrhiza</i>
Bituca	<i>Colocasia esculenta</i>
Papa de segunda	<i>Solanum tuberosum</i>
Plátano de segunda	<i>Musa × paradisiaca</i>
Hoja de plátano	<i>Musa × paradisiaca</i>
Corona de tallo de plátano	<i>Musa × paradisiaca</i>

4.3.2. Población, muestra y muestreo

La población conformada por 11 residuos de cosecha más representativos de la Región Amazonas y las muestras fueron tomadas de acuerdo a su importancia, distribución y disponibilidad en diferentes zonas de la región Amazonas, los lugares fueron seleccionados de acuerdo al volumen de producción

4.3.3. Selección de las zonas a muestrear

Las zonas a muestrear se seleccionaron de acuerdo a la producción y disponibilidad de sus residuos de cosecha más relevantes.

4.3.4. Recolección de muestras

Las muestras fueron tomadas directamente en los lugares en los que la producción de residuos agrícolas era de mayor cantidad, el tamaño de la muestra fue de 4 kg, en materia fresca.

En cada lugar se realizó una toma de muestra representativa según protocolos; las mismas que fueron envasadas en bolsas y rotuladas con código, lugar de procedencia y nombre del propietario; se determinó la altitud sobre el nivel del mar y coordenadas del lugar de producción con el uso de un GPS; luego se trasladaron las muestras hasta el Laboratorio de Nutrición Animal y Bromatología de Alimentos de la UNTRM, para su preparación y análisis.

4.3.5. Pre secado de muestras

Las muestras fueron picadas (de ser necesario), para un pre secado en estufa (Ecocell, EE.UU.) a 65°C por un periodo de 10 a 12 horas.

4.3.6. Molido de muestras

Las muestras secadas parcialmente, fueron molidas en un molino de laboratorio con cribas de 3 mm. Después, las muestras fueron almacenadas en frascos con tapa rosca de 200 g, debidamente rotuladas, y enviadas al Laboratorio de Nutrición Animal de la Universidad Nacional Agraria La Molina y una contra muestra fue evaluado en el laboratorio de Nutrición Animal y Bromatología de Alimentos de la UNTRM.

4.3.7. Preparación de los insumos en harina

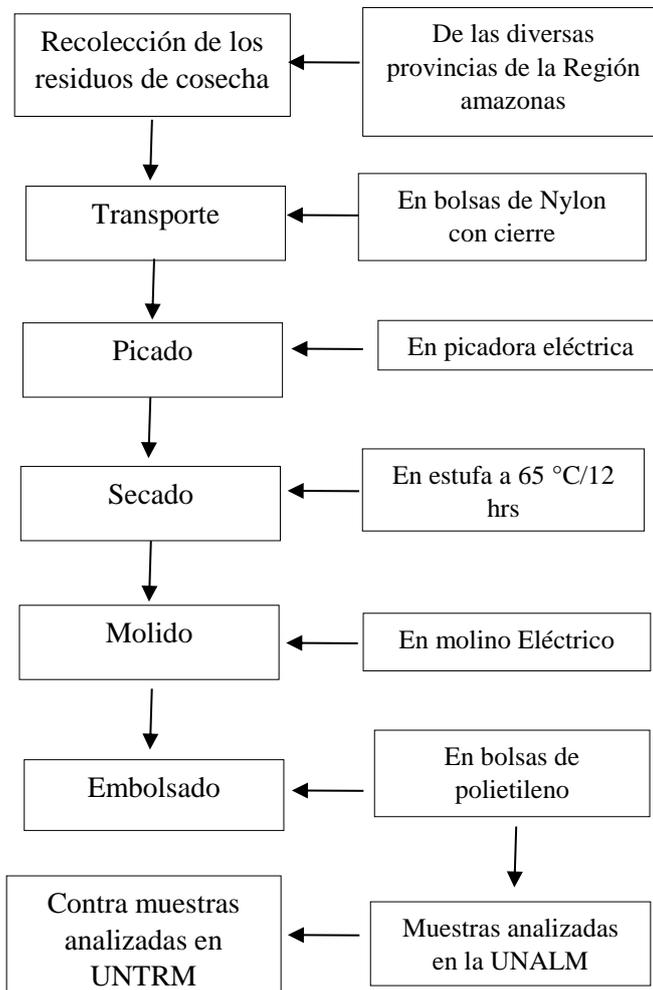


Figura 2. Flujograma del procesamiento de los residuos agrícolas

4.3.8. Evaluaciones realizadas

Para evaluar los diferentes componentes nutricionales, se han trabajado sobre la base de metodologías según Association of Official Analytical Chemists. AOAC (2005).

Porcentaje de Humedad (% Hd)

Se determinó por el método de secado en una estufa al vacío a 105°C, por un periodo de 24 horas (hasta un peso constante) (método 925.09) según la AOAC.

Proteína cruda (nitrógeno total) (%Pt)

Se determinó mediante el método de Kjeldhal automático, el cual comprende tres fases: digestión, destilación y titulación, obteniendo como resultado final la cantidad de nitrógeno total (método 928.08) según la AOAC.

Energía bruta (EB Mcal/Kg)

Se obtuvo mediante la bomba calorimétrica: Para determinar el poder calórico, se utilizó el calorímetro Isoperibólico 6200, modelo 6200 estilo 1108 PARR Calorimeter. País de fabricación USA.

Porcentaje de Extracto Etéreo (% EE)

Se determinó por el método de extracción con solvente orgánico mediante el método Soxhlet (método 920.39) según la AOAC.

Porcentaje de Fibra cruda (%FC),

Se obtuvo mediante la eliminación de los carbohidratos solubles por hidrólisis a compuestos más simples (Azúcares), mediante la acción de los ácidos y álcalis en caliente (método 962.09) según la AOAC.

Porcentaje de Ceniza (%Cza)

Se determinó, mediante la eliminación de materia orgánica por calcinación a 550°C por 7 horas (método 942.05) según la AOAC.

Porcentaje de Calcio y fósforo (%Ca y P)

El calcio se determinó por la técnica de precipitación como oxalato insoluble de sus soluciones amoniacales (método 927.02). El fósforo se determinó por la técnica de precipitación de fosfatos o pirofosfatos se convierten en ortofosfatos por tratamiento con ácido nítrico. El precipitado se recogió, disolvió en álcali y se retitulo con ácido normal. Las proteínas de origen vegetal contienen fitatos, limitando su disponibilidad del fósforo (método 965.17) según AOAC.

Extracto libre de nitrógeno (%ELN).

Obtenida por diferencia, alrededor de 100 del resultado de: humedad, ceniza, extracto etéreo, fibra cruda y proteína cruda (método 923.03) según AOAC.

Fibra detergente neutra (%FDN)

Se obtuvo mediante la separación de componentes nutricionales solubles de los que no son aprovechables.

Se determinó el grado de digestibilidad de las fibras, en el alimento la muestra fue digerida en una solución de cetil-trimetil-amonio y ácido sulfúrico y el residuo se consideró como la fibra no digerible (método 937.18) según la AOAC.

Fibra detergente ácida (%FDA)

Se obtuvo mediante la separación de componentes nutricionales solubles de los que no son aprovechables.

Se determinó el grado de digestibilidad de las fibras, en el alimento la muestra fue digerida en una solución de acetil-trimetil-amonio y ácido sulfúrico y el residuo se consideró como la fibra no digerible (método 937.19).

Digestibilidad *in vitro* (%DIG)

Se obtuvo mediante la medición del grado de aprovechamiento de un alimento y la facilidad con que es convertido en el aparato digestivo en sustancias adecuadas para la absorción, que comprenden dos procesos, digestión y digestibilidad, en soluciones de fosfato de potasio monobásico, sulfato de magnesio heptahidratado, cloruro de sodio, cloruro de calcio hidratado, urea, carbonato de sodio y sulfato de sodio en líquido ruminal. (Protocolo de Ankon technology incubadora Daisy II D2015, con certificado de validación de la AOAC)

4.3.9. Análisis estadístico de los datos

En esta tesis se trabajó con un análisis estadístico descriptivo, teniendo en cuenta con un mínimo de cinco repeticiones ($n=5$) por cada residuo de cosecha. Los resultados obtenidos de la caracterización físico – química (%H, %PT, %FC, %EE, %C, %ELN, %Ca y %P) de los residuos agrícolas, luego fueron analizados con los estimadores descriptivos siguientes: media muestral (\bar{x}), desviación estándar (σ) e intervalos de confianza (IC).

Para la comparación de promedios para la evaluación de la existencia de diferencias significativas entre muestras, se utilizó la prueba Tukey, al 5% de significancia ($\alpha=0.05$).

El análisis estadístico de los resultados, se hizo mediante el programa Statistix V.8.

CAPÍTULO V

RESULTADOS

5.1. Composición química de 11 variedades de residuos de cosecha con sus respectivas repeticiones

Un total de 33 muestras fueron enviadas a la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM) para su respectivo análisis proximal.

Las contramuestras que fueron 33 se analizaron en el Laboratorio de Nutrición y Bromatología de Alimento Animal de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza (UNTRM).

Como las muestras fueron numerosas, se analizaron por grupos. Así tenemos:

- Grupo 01: Residuos de cosecha (Rastrojo de maíz, Rastrojo de arveja, Cogollo de caña y Cáscara de arveja).
- Grupo 02: Tubérculos (Yuca de segunda, coronade arracacha, Bituca y papa de segunda).
- Grupo 03: Subproductos de plátano (Plátano de segunda, Hoja de plátano y Corona e tallo de plátano).

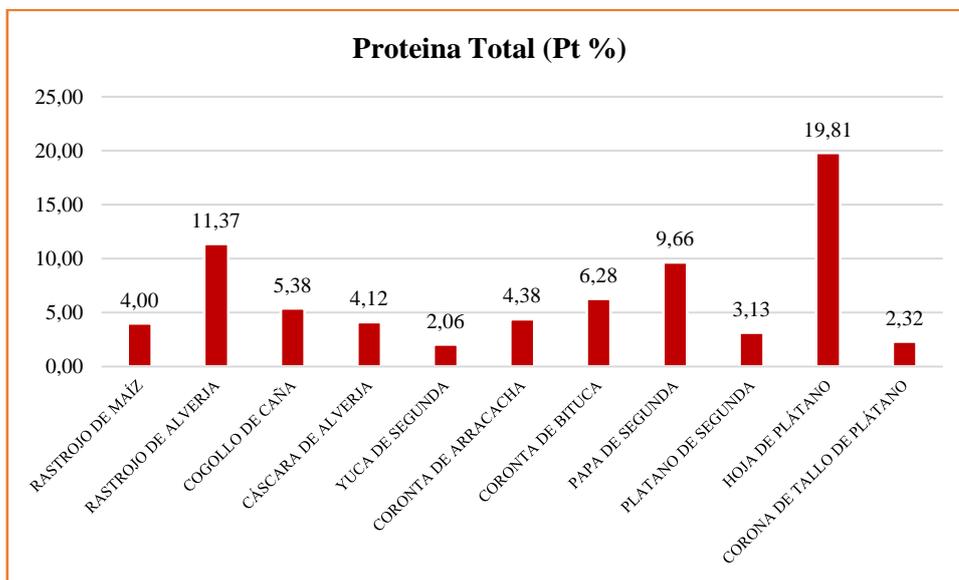
Tabla 15: Valores promedios \pm desviación estándar de la composición bromatológica y digestibilidad in vitro de once insumos.

COMPONENTES	RASTROJO DE MAÍZ	RASTROJO DE ALVERJA	COGOLLO DE CAÑA	CÁSCARA DE ALVERJA	YUCA DE SEGUNDA	CORONADE ARRACACHA	BITUCA	PAPA DE SEGUNDA	PLATANO DE SEGUNDA	HOJA DE PLÁTANO	CORONA DE TALLO DE PLÁTANO
Hd, %	6.23 \pm 1.55 ^b	9.28 \pm 0.57 ^a	6.75 \pm 0.05 ^b	10.27 \pm 1.20 ^a	7.06 \pm 1.35 ^b	5.53 \pm 0.52 ^b	9.47 \pm 0.11 ^a	6.44 \pm 0.32 ^b	6.57 \pm 1.09 ^b	7.29 \pm 0.47 ^b	8.89 \pm 1.02 ^a
Pt, %	4.00 \pm 1.06 ^b	11.37 \pm 2.59 ^a	5.38 \pm 0.83 ^b	4.12 \pm 2.19 ^b	2.06 \pm 0.84 ^c	4.38 \pm 1.64 ^{bc}	6.28 \pm 1.46 ^b	9.66 \pm 0.41 ^a	3.13 \pm 0.29 ^b	19.81 \pm 1.36 ^a	2.32 \pm 0.77 ^b
EB Mcal/Kg	4.08 \pm 0.13 ^a	4.20 \pm 0.21 ^a	3.98 \pm 0.15 ^a	4.08 \pm 0.03 ^a	3.85 \pm 0.09 ^b	4.31 \pm 0.10 ^a	3.85 \pm 0.24 ^b	3.93 \pm 0.09 ^b	4.18 \pm 0.11 ^b	4.41 \pm 0.10 ^a	3.49 \pm 0.13 ^c
EE, %	1.12 \pm 0.29 ^b	4.24 \pm 2.43 ^a	2.16 \pm 0.56 ^{ab}	1.02 \pm 0.19 ^b	0.69 \pm 0.34 ^a	0.61 \pm 0.30 ^{ab}	0.14 \pm 0.04 ^b	0.36 \pm 0.05 ^{ab}	1.87 \pm 2.05 ^b	5.74 \pm 0.69 ^a	2.66 \pm 1.26 ^b
Fc, %	33.06 \pm 6.37 ^a	27.30 \pm 2.61 ^a	26.77 \pm 3.60 ^a	15.22 \pm 1.22 ^b	2.88 \pm 0.40 ^a	2.89 \pm 1.62 ^a	2.74 \pm 0.50 ^a	3.23 \pm 1.76 ^a	1.13 \pm 0.98 ^c	6.04 \pm 2.35 ^a	5.68 \pm 1.74 ^b
Cza, %	5.36 \pm 1.26 ^{ab}	6.51 \pm 0.10 ^a	7.21 \pm 1.34 ^a	4.26 \pm 0.71 ^b	2.56 \pm 0.65 ^b	5.35 \pm 1.48 ^a	4.74 \pm 0.59 ^a	3.79 \pm 0.44 ^{ab}	2.56 \pm 0.73 ^b	9.34 \pm 3.38 ^a	8.40 \pm 3.76 ^a
Ca %	0.28 \pm 0.14 ^a	0.34 \pm 0.32 ^a	0.56 \pm 0.42 ^a	0.24 \pm 0.25 ^a	0.24 \pm 0.07 ^a	0.51 \pm 0.53 ^a	0.11 \pm 0.03 ^a	0.15 \pm 0.15 ^a	0.57 \pm 0.77 ^a	0.39 \pm 0.17 ^a	0.14 \pm 0.08 ^a
P %	0.25 \pm 0.04 ^a	0.19 \pm 0.01 ^{ab}	0.12 \pm 0.04 ^c	0.17 \pm 0.03 ^{bc}	0.11 \pm 0.06 ^b	0.23 \pm 0.01 ^a	0.25 \pm 0.03 ^a	0.17 \pm 0.02 ^{ab}	0.14 \pm 0.06 ^b	0.30 \pm 0.01 ^a	0.08 \pm 0.04 ^b
ELN, %	50.92 \pm 3.80 ^a	41.30 \pm 1.87 ^b	51.73 \pm 3.96 ^a	55.90 \pm 1.35 ^a	84.76 \pm 0.23 ^a	81.24 \pm 4.56 ^{ab}	76.63 \pm 1.46 ^b	76.52 \pm 1.45 ^b	84.76 \pm 4.84 ^a	41.79 \pm 2.71 ^c	72.06 \pm 5.51 ^b
FDN, %	56.84 \pm 8.19 ^a	42.80 \pm 1.02 ^b	50.34 \pm 2.94 ^{ab}	27.35 \pm 3.11 ^c	8.77 \pm 0.35 ^{ab}	7.39 \pm 2.89 ^{ab}	6.77 \pm 1.28 ^b	10.38 \pm 1.21 ^a	9.97 \pm 0.51 ^c	50.10 \pm 10.45 ^a	20.77 \pm 11.52 ^b
FDA, %	48.88 \pm 6.02 ^a	36.14 \pm 3.56 ^b	29.20 \pm 1.59 ^b	20.16 \pm 2.03 ^c	6.35 \pm 1.56 ^a	6.56 \pm 2.98 ^a	5.27 \pm 1.01 ^a	5.57 \pm 2.34 ^a	4.72 \pm 2.60 ^c	32.63 \pm 0.72 ^a	11.58 \pm 2.72 ^b
DIG %	57.59 \pm 9.87 ^c	69.59 \pm 4.45 ^{bc}	78.59 \pm 6.18 ^{ab}	84.30 \pm 3.39 ^a	88.25 \pm 2.51 ^b	97.46 \pm 1.20 ^a	96.31 \pm 4.47 ^a	94.67 \pm 2.14 ^a	97.02 \pm 1.26 ^a	61.71 \pm 1.26 ^c	78.57 \pm 14.84 ^b

5.2. Análisis Proximal

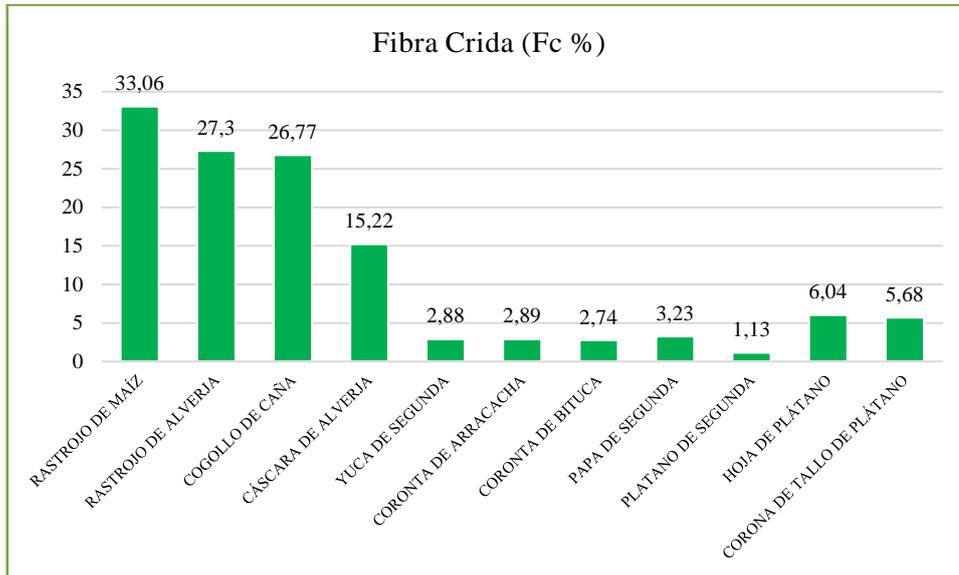
Los valores nutricionales de 11 variedades de residuos de cosecha fueron evaluados y comparados entre sí en parámetros como: Hd, Pt, EB (Mcal/Kg), EE, Fc, Cza, ELN, FDN, FDA y minerales: Ca y P, además de digestibilidad (DIG), los mismos que son presentados a continuación expresados en porcentajes.

Figura 3: Comparación de Proteína Total (PT) de las 11 variedades de residuos de cosecha



Los resultados de las 11 variedades de residuos de cosecha presentados en la figura 3, nos muestra que, la hoja de plátano presentó el porcentaje de Pt más elevado con 19.81% y la más baja lo presenta la yuca de segunda con 2,06%.

Figura 4: Comparación de Fibra Cruda (Fc) de las 11 variedades de residuos de cosecha



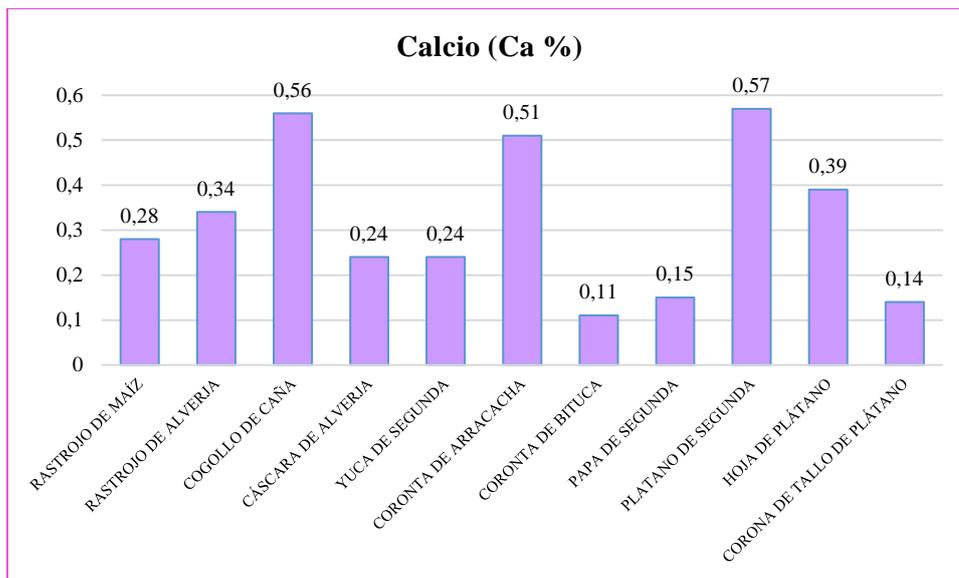
Los resultados de Fc, muestran que el nivel más alto es del rastrojo de maíz, con 33.06%, seguido por el rastrojo de alverja con 27.30% y con 26.77% está el cogollo de caña, siendo 1.13% el porcentaje más bajo presentando por el plátano de segunda.

En comparación de Hd, los niveles más altos fueron de la cáscara de alverja con 10.27%, seguida de la bituca con 9.47% y con 9.28% del rastrojo de alverja. El porcentaje más bajo de Hd es de la coronade arracacha con 5.53%.

FDN, los niveles más altos presentados por rastrojo de maíz (56.84%), cogollo de caña (50.34%) y hoja de plátano (50.10%), siendo 6.77% de la bituca, el nivel más bajo.

FDA, presenta porcentaje más altos en rastrojo de maíz (48.88%), rastrojo de alverja (36.14%) y hoja de plátano (32.63%). Sin embargo, el porcentaje más bajo de FDA es del plátano de segunda con 4.47%.

Figura 5: Comparación de Calcio (Ca %) de las 11 variedades de residuos de cosecha



En la figura 5, se observa que el mayor porcentaje de calcio lo obtuvo el plátano de segunda con 0.57%, seguido por cogollo de caña con 0.56% y con 0.51% de la corona de arracacha.

5.2.1. Residuos de Cosecha

Tabla 16: Media y desviación estándar de la composición bromatológica y digestibilidad de residuos de cosecha.

COMPOENTES	RESIDUOS DE COSECHA			
	RASTROJO DE MAÍZ	RASTROJO DE ALVERJA	COGOLLO DE CAÑA	CÁSCARA DE ALVERJA
Hd, %	6.23 ± 1.55 ^b	9.28 ± 0.57 ^a	6.75 ± 0.05 ^b	10.27 ± 1.20 ^a
Pt, %	4.00 ± 1.06 ^b	11.37 ± 2.59 ^a	5.38 ± 0.83 ^b	4.12 ± 2.19 ^b
EB Mcal/Kg	4.08 ± 0.13 ^a	4.20 ± 0.21 ^a	3.98 ± 0.15 ^a	4.08 ± 0.03 ^a
EE, %	1.12 ± 0.29 ^b	4.24 ± 2.43 ^a	2.16 ± 0.56 ^{ab}	1.02 ± 0.19 ^b
Fc, %	33.06 ± 6.37 ^a	27.30 ± 2.61 ^a	26.77 ± 3.60 ^a	15.22 ± 1.22 ^b
Cza, %	5.36 ± 1.26 ^{ab}	6.51 ± 0.10 ^a	7.21 ± 1.34 ^a	4.26 ± 0.71 ^b
Ca %	0.28 ± 0.14 ^a	0.34 ± 0.32 ^a	0.56 ± 0.42 ^a	0.24 ± 0.25 ^a
P %	0.25 ± 0.04 ^a	0.19 ± 0.01 ^{ab}	0.12 ± 0.04 ^c	0.17 ± 0.03 ^{bc}
ELN, %	50.92 ± 3.80 ^a	41.30 ± 1.87 ^b	51.73 ± 3.96 ^a	55.90 ± 1.35 ^a
FDN, %	56.84 ± 8.19 ^a	42.80 ± 1.02 ^b	50.34 ± 2.94 ^{ab}	27.35 ± 3.11 ^c
FDA, %	48.88 ± 6.02 ^a	36.14 ± 3.56 ^b	29.20 ± 1.59 ^b	20.16 ± 2.03 ^c
DIG %	57.59 ± 9.87 ^c	69.59 ± 4.45 ^{bc}	78.59 ± 6.18 ^{ab}	84.30 ± 3.39 ^a

Valores con letras diferentes (a, b, c) en la misma columna correspondan a diferencias significativas ($P < 0.05$).

En el Tabla 16, se presenta los resultados del análisis proximal del rastrojo de maíz, rastrojo de arveja, cogollo de caña y cáscara de arveja.

Contenido de Humedad (Hd): existen ligeras diferencias significativas, respecto al contenido de humedad, la cáscara de arveja y el rastrojo de arveja tuvieron el mayor porcentaje (10.27% y 9.28% respectivamente), en comparación al presentado por el rastrojo de maíz (6.23%) y por el cogollo de caña (6.75%).

Contenido de Proteína (Pt): se obtuvo el mayor porcentaje de proteína por el rastrojo de alverja, resultando con 11.37% a diferencia del de maíz, cogollo de caña y cáscara de alverja que presentaron porcentajes menores al 6% de proteína.

Contenido de energía Bruta (EB): No se encontraron diferencias estadísticas significativas ($p < 0.05$) entre rastrojo de maíz, rastrojo de alverja, cáscara de alverja y cogollo de caña, pues los valores encontrados se mantuvieron por debajo de 4.20 Mcal/Kg

Contenido de Extracto etéreo (EE): se deduce que existen ligeras diferencias significativas, ya que la cantidad de lípidos presentes en rastrojo de maíz, cáscara de alverja y cogollo de caña fueron por debajo del 2,27%, pero en caso del rastrojo de alverja, dicho contenido fue superior al 4.0%

Contenido de Fibra cruda (Fc): se aprecia que existen diferencias significativas en los datos obtenidos por el rastrojo de maíz, rastrojo de alverja y cogollo de caña (33.06%, 27.30% y 26.77%, respectivamente), con respecto al contenido de la cáscara de alverja que fue inferior al 15.30%.

Contenido de Cenizas (Cza): en este análisis proximal se aprecia dos rangos de ligera significación estadística, en primer lugar, está el cogollo de caña, seguido por el rastrojo de alverja y rastrojo de maíz, con promedios de 7.21%, 6.51% y 5.36%, respectivamente, en tanto que el último lugar está la cáscara de alverja con un promedio de 4.26%.

Contenido de Calcio (Ca): No se encontraron diferencias estadísticas significativas ($p < 0.05$) entre rastrojo de maíz, rastrojo de alverja, cáscara de alverja y cogollo de caña, pues los valores encontrados se mantuvieron por debajo de 1.0%

Contenido de fosforo (P): se obtuvo el mayor porcentaje de fósforo por el rastrojo de maíz, resultando con 0.25% a diferencia del rastrojo de arveja, cogollo

de caña y cáscara de alverja que presentaron porcentajes menores al 0.20% de fósforo.

Extracto Libre de Nitrógeno (ELN): en estos resultados se aprecian que existen diferencias significativas ($p>0.05$), pues los datos obtenidos por el rastrojo de maíz, cogollo de caña y cáscara de arveja fueron mayores con promedios de 50.92%, 51.73% y 55.90%, respectivamente, con respecto al contenido del rastrojo de alverja que obtuvo como promedio 41.30%.

Fibra Detergente Neutra (FDN): en este análisis proximal se muestran tres rangos de ligera significación estadística ($p>0.05$), en primer lugar, está rastrojo de maíz con 56.84%, seguido por el cogollo de caña con 50.34%; en segundo lugar, está el rastrojo de arveja con 42.80% y finalmente está la cáscara de arveja con promedio 27.35%.

Fibra Detergente Ácida (FDA): se obtuvo el mayor porcentaje de FDA por el rastrojo de maíz, resultando con 48.88% a diferencia del rastrojo de arveja y cogollo de caña con promedio de 36.14% y 29.20% respectivamente y con niveles menores a los anteriores está la cáscara de alverja que presentó un porcentaje de 20.16%.

Digestibilidad *in vitro* (DIG): en estos resultados se aprecian que existen diferencias significativas ($p>0.05$), pues los datos obtenidos por el rastrojo de maíz, rastrojo de arveja y cogollo de caña fueron menores con promedios de 57.59%, 69.59% y 78.59%, respectivamente, con respecto al contenido de la cáscara de arveja que obtuvo promedio de 84.30% mayor al de los productos anteriores.

5.2.2. Tubérculos

Tabla 17: Media y desviación estándar de la composición bromatológica y digestibilidad de tubérculos.

COMPONENTES	TUBERCULOS			
	YUCA DE SEGUNDA	CORONA DE ARRACACHA	BITUCA	PAPA DE SEGUNDA
Hd, %	7.06 ± 1.35 ^b	5.53 ± 0.52 ^b	9.47 ± 0.11 ^a	6.44 ± 0.32 ^b
Pt, %	2.06 ± 0.84 ^c	4.38 ± 1.64 ^{bc}	6.28 ± 1.46 ^b	9.66 ± 0.41 ^a
EB Mcal/kg	3.85 ± 0.09 ^b	4.31 ± 0.10 ^a	3.85 ± 0.24 ^b	3.93 ± 0.09 ^b
EE, %	0.69 ± 0.34 ^a	0.61 ± 0.30 ^{ab}	0.14 ± 0.04 ^b	0.36 ± 0.05 ^{ab}
Fc, %	2.88 ± 0.40 ^a	2.89 ± 1.62 ^a	2.74 ± 0.50 ^a	3.23 ± 1.76 ^a
Cza, %	2.56 ± 0.65 ^b	5.35 ± 1.48 ^a	4.74 ± 0.59 ^a	3.79 ± 0.44 ^{ab}
Ca %	0.24 ± 0.07 ^a	0.51 ± 0.53 ^a	0.11 ± 0.03 ^a	0.15 ± 0.15 ^a
P %	0.11 ± 0.06 ^b	0.23 ± 0.01 ^a	0.25 ± 0.03 ^a	0.17 ± 0.02 ^{ab}
ELN, %	84.76 ± 0.23 ^a	81.24 ± 4.56 ^{ab}	76.63 ± 1.46 ^b	76.52 ± 1.45 ^b
FDN, %	8.77 ± 0.35 ^{ab}	7.39 ± 2.89 ^{ab}	6.77 ± 1.28 ^b	10.38 ± 1.21 ^a
FDA, %	6.35 ± 1.56 ^a	6.56 ± 2.98 ^a	5.27 ± 1.01 ^a	5.57 ± 2.34 ^a
DIG %	88.25 ± 2.51 ^b	97.46 ± 1.20 ^a	96.31 ± 4.47 ^a	94.67 ± 2.14 ^a

Valores con letras diferentes (a, b, c) en la misma columna correspondan a diferencias significativas ($P < 0.05$).

En el Tabla 17, se presenta los resultados del análisis proximal de cuatro tubérculos: yuca de segunda, coronade arracacha, coronade pituca y papa de segunda.

Contenido de Humedad (Hd): existen ligeras diferencias significativas ($p > 0.05$), respecto al contenido de humedad, presentando mayor porcentaje la bituca con 9.47%, en comparación al presentado por la yuca de segunda (7.06%), la coronade arracacha (5.53%) y por papa de segunda (6.44%).

Contenido de Proteína (Pt): se obtuvo el mayor porcentaje de proteína por la papa de segunda, resultando con 9.66% a diferencia de la bituca (6.28%) que presentó un porcentaje menores y por debajo de éstos está la yuca de segunda que obtuvo 2.06% de proteína.

Contenido de energía Bruta (EB): se aprecia diferencias significativas ($p > 0.05$) de la coronade arracacha que obtuvo mayor valor (4.31 Mcal/kg), a diferencia de yuca de segunda, bituca y papa de segunda, que obtuvieron valores menores al 4.0%

Contenido de Extracto etéreo (EE): se deduce que existen ligeras diferencias significativas ($p > 0.05$), ya que la cantidad de lípidos presentes en coronade arracacha, coronade botuca y papa de segunda fueron por debajo del 0.62%, pero en

caso de la yuca de segunda, dicho contenido fue 0.69%, superior a los anteriores productos.

Contenido de Fibra cruda (Fc): No se encontraron diferencias estadísticas significativas ($p < 0.05$) entre la yuca de segunda, coronade arracacha, bituca y papa de segunda, pues los valores encontrados fueron similares de 2.88%, 2.89%, 2.74% y 3.23%, respectivamente.

Contenido de Cenizas (Cza): en este análisis proximal se aprecia dos rangos de ligera significación estadística ($p > 0.05$), en primer lugar, está la de arracacha con 5.35%, seguido por la bituca con 4.74%, en tanto en segundo lugar están la papa de segunda con 3.79% y la yuca de segunda con 2.56% resultando obviamente con menor porcentaje de ceniza.

Contenido de Calcio (Ca): No se encontraron diferencias estadísticas significativas ($p < 0.05$) entre yuca de segunda, coronade arracacha, bituca y papa de segunda, pues los valores encontrados se mantuvieron por debajo de 0.55%.

Contenido de fósforo (P): se encontraron diferencias estadísticas significativas ($p > 0.05$), ya que se obtuvieron mayores porcentajes de fósforo en bituca y arracacha (0.25% y 0.23% respectivamente) a diferencia de la papa con un porcentaje de 0.17% y la yuca con 0.11% en los cuales se apreciaron porcentajes menores de fósforo.

Extracto Libre de Nitrógeno (ELN): en estos resultados se aprecian que existe ligeras diferencias significativas ($p > 0.05$), pues en la coronade arracacha, coronade pituca y papa de segunda, los datos obtenidos fueron menores con promedios de 81.24%, 76.63% y 76.52%, respectivamente, a diferencia del contenido de la yuca que obtuvo como promedio 8.77% de ELN superior al resto de productos.

Fibra Detergente Neutra (FDN): en este análisis proximal se muestran dos rangos de ligera significación estadística ($p > 0.05$), en primer lugar, está la papa con 10.38%, seguido por yuca con 8.77% y arracacha con 7.39%. En segundo lugar, con un rango bajo se encuentra la bituca con 6.77%.

Fibra Detergente Ácida (FDA): No se encontraron diferencias estadísticas significativas ($p < 0.05$) entre yuca de segunda, coronade arracacha, bituca y papa de segunda, pues los valores encontrados se mantuvieron por debajo de 6.57%.

Digestibilidad in vitro (DIG): en estos resultados se aprecian que existen diferencias significativas ($p > 0.05$), pues los datos obtenidos por la arracacha, bituca y papa fueron mayores con promedios de 97.46%, 96.31% y 97.46%, respectivamente, en comparación al contenido de la yuca de segunda que obtuvo un promedio de 88.25% menor al de los productos anteriores.

5.2.3. Subproductos de plátano

Tabla 18: Media y desviación estándar de la composición bromatológica y digestibilidad de subproductos de plátano.

COMPONENTES	SUBPRODUCTOS DEL PLÁTANO		
	PLATANO DE SEGUNDA	HOJA DE PLÁTANO	CORONA DE TALLO DE PLÁTANO
Hd, %	6.57 ± 1.09 ^b	7.29 ± 0.47 ^b	8.89 ± 1.02 ^a
Pt, %	3.13 ± 0.29 ^b	19.81 ± 1.36 ^a	2.32 ± 0.77 ^b
EB Mcal/kg	4.18 ± 0.11 ^b	4.41 ± 0.10 ^a	3.49 ± 0.13 ^c
EE, %	1.87 ± 2.05 ^b	5.74 ± 0.69 ^a	2.66 ± 1.26 ^b
Fc, %	1.13 ± 0.98 ^c	6.04 ± 2.35 ^a	5.68 ± 1.74 ^b
Cza, %	2.56 ± 0.73 ^b	9.34 ± 3.38 ^a	8.40 ± 3.76 ^a
Ca %	0.57 ± 0.77 ^a	0.39 ± 0.17 ^a	0.14 ± 0.08 ^a
P %	0.14 ± 0.06 ^b	0.30 ± 0.01 ^a	0.08 ± 0.04 ^b
ELN, %	84.76 ± 4.84 ^a	41.79 ± 2.71 ^c	72.06 ± 5.51 ^b
FDN, %	9.97 ± 0.51 ^c	50.10 ± 10.45 ^a	20.77 ± 11.52 ^b
FDA, %	4.72 ± 2.60 ^c	32.63 ± 0.72 ^a	11.58 ± 2.72 ^b
DIG %	97.02 ± 1.26 ^a	61.71 ± 1.26 ^c	78.57 ± 14.84 ^b

Valores con letras diferentes (a, b, c) en la misma columna correspondan a diferencias significativas ($P < 0.05$).

En el Tabla anterior, se presenta los resultados del análisis proximal de subproductos agrícolas: plátano de segunda, hoja de plátano y corona de tallo de plátano.

Contenido de Humedad (Hd): existen ligeras diferencias significativas ($p > 0.05$), respecto al contenido de humedad, presentando mayor porcentaje la coronade tallo de plátano con 8.89%, en comparación al presentado por la hoja de plátano (7.29%) y el plátano de segunda (6.57%).

Contenido de Proteína (Pt): se análisis proximal se obtuvo el mayor porcentaje de proteína en hoja de plátano, resultando con 19.81% a diferencia del plátano (3.13%) y la coronade plátano (2.32%) que presentaron porcentajes menores.

Contenido de energía Bruta (EB): se aprecia diferencias significativas ($p > 0.05$), ya que el promedio más alto resultó de la hoja de plátano con 5.74 Mcal/kg, a diferencia

del plátano de segunda que obtuvo un promedio de 4.18 Mcal/kg y por debajo de éstos está la corona de tallo de plátano que obtuvo 3.49% de proteína.

Contenido de Extracto etéreo (EE): por los resultados expuestos en la tabla XX se deduce que existen diferencias significativas ($p > 0.05$), ya que la cantidad de lípidos presentes en la hoja de plátano (5.74%) reflejaron un promedio mayor, en comparación al plátano de segunda y la corona de tallo de plátano en el que los promedios fueron 1.87% y 2.66%, respectivamente, menores al presentado por la hoja de plátano.

Contenido de Fibra cruda (Fc): los resultados que se aprecian en este análisis proximal nos indican que sí existen diferencias significativas ($p > 0.05$), ya que el porcentaje más alto es el de la hoja de plátano con 6.04%, seguido por la corona de tallo de plátano que presentó un promedio de 5.68% y finalmente, con el promedio más bajo está el plátano 1.13% de fibra cruda.

Contenido de Cenizas (Cza): en este análisis proximal se aprecia dos rangos de ligera significación estadística ($p > 0.05$), en primer lugar están dos productos representados por la hoja de plátano (9.34%), seguido por la corona de tallo de plátano (8.40%), y segundo lugar está el plátano de segunda con 2.56%, resultando visiblemente con menor porcentaje de ceniza.

Contenido de Calcio (Ca): No se encontraron diferencias estadísticas significativas ($p < 0.05$) entre el plátano de segunda, hoja de plátano y corona de tallo de plátano, pues los valores encontrados se mantuvieron en 0.57%, 0.39% y 0.14%, respectivamente.

Contenido de fósforo (P): se encontraron diferencias estadísticas ligeramente significativas ($p > 0.05$), ya que se obtuvo mayor porcentaje de fósforo en la hoja de plátano con 0.30%, a diferencia del plátano de segunda (0.14%) y la corona de tallo de plátano (0.08%) en los cuales se apreciaron porcentajes menores de fósforo.

Extracto Libre de Nitrógeno (ELN): en estos resultados se aprecian claras diferencias estadísticas significativas, pues el plátano de segunda (84.76%) presentó mayor porcentaje de ELN, a diferencia de la corona de tallo de plátano (72.06%) con un menor porcentaje y por debajo de estos anteriores está la hoja de plátano con un promedio de 41.79% de ELN.

Fibra Detergente Neutra (FDN): en este análisis proximal se muestran diferencias estadísticas significativas ($p>0.05$), en primer lugar, está la hoja de plátano con 50.10%, seguido por la corona de tallo de plátano con 20.77% y finalmente, con un valor bajo está el plátano de segunda con 9.97%.

Fibra Detergente Ácida (FDA): se encontraron diferencias estadísticas significativas ($p>0.05$), ya que se obtuvo mayor porcentaje de FDA en la hoja de plátano con 32.63%, a diferencia de la corona de tallo de plátano con 11.58% y el plátano de segunda con 4.72% en el que se apreció un porcentaje considerablemente menor de FDA.

Digestibilidad in vitro (DIG): en estos resultados se aprecian que sí existen diferencias significativas ($p>0.05$), pues los datos obtenidos en el plátano de segunda fueron mayores con promedios de 97.02%, en comparación al contenido de la corona de tallo de plátano que obtuvo un promedio de 78.57% y con un promedio más bajo está la hoja de plátano con 61.71% de DIG.

CAPÍTULO VI

DISCUSIONES

6.1. Caracterización nutricional y digestibilidad de cuatro residuos de cosecha

Rastrojo de Maíz

Los resultados de caracterización nutricional del Rastrojo de Maíz fueron Hd: 6.23%; Pt: 4.0%; EE: 1.12%; Fc: 33.06%; Cza: 5.36%; FDN: 56.84% y FDA: 48.88%, valores bajos a los obtenidos por Sánchez, *et al* (2015), quien reporta Hd: 16.88%; Pt: 5.78%; EE: 1.71%; Fc: 39.40%; Cza: 11.34%; FDN: 81.61% y FDA: 58.75%; sin embargo, en EB: 1.30(Mcal/Kg); ELN: 42.60% y DIG: 48.56%, presenta valores por debajo de lo establecido en este trabajo EB: 4.08(Mcal/Kg) ; ELN: 50.92% y DIG: 57.59%. Por otro lado, en la investigación de Castellanos *et al.*, (2015) encontramos valores altos de Pt: 5.08% y FDN: 77.31, pero el valor de DIG fue bajo 48.15%. Por su parte, Macías (2105), registra valores altos de Pt: 5.3%; Cza: 8.20%; FDN: 75.80%; FDA: 40.40% y DIG: 50.85%, siendo estos dos últimos bajos a nuestros resultados obtenidos. En cambio, Oropeza (2006), señala niveles relativamente altos de Ca: 0.68% y P: 0.34% a los Ca: 0.28% y P: 0.25% que se muestra en esta investigación; pero señala un porcentaje muy cercano al de este estudio en DIG con 57.5%.

Rastrojo de Arveja

Los análisis de esta investigación en cuanto al porcentaje de Hd (9.28%) y DIG (69.59%) fueron bajos a los 13.42% y 89.72% respectivamente presentado por Bauza *et al.*, (2013); en cambio, los porcentajes de Cza (6.51%) y FDN (42.80%) muestran niveles altos en comparación al 2.94% de Cza y 35.04% de FDN. Por el contrario, el mismo autor señala niveles similares en EB con (4.42 Mcal/Kg) a los (4.20 Mcal/Kg) y EE con 3.23% a los 4.24%. En cuanto al nivel de Pt (11.37%) resultó un nivel bajo al 23.0% presentado por Gibert (2016). En el análisis de Fibra Cruda, Bressani (2014) presentó un porcentaje de 21.4, bajo al resultado de esta investigación Fc (27.30%).

Cogollo de Caña

Los valores de la caracterización nutricional del cogollo de caña, fueron: Pt: 5.38%; Fc: 26.77%; Ca: 0.56%; P: 0.12%; FDN: 50.34% y FDA: 29.20%, bajos comparados con

los porcentajes que muestra Fernández (2014), Pt: 5.8%; Fc: 41.6%; Ca: 0.75%; P: 0.24%; FDN: 70.95% y FDA: 39.3%; en cambio para EB: 3.98%; Cza: 7.21% y DIG: 78.59% muestra niveles bajos con EB: 1.88%; Cza: 7.05% y DIG: 56.5%. Sin embargo, Ramírez *et al.*, (2014) reporta niveles bajos en Pt: 3.3% y Cza: 6.5%; y valores altos para FDN: 63.38% y FDA: 36.74%. Por otro lado, Fernández y Gómez (2010) establece valores más altos para Pt: 6.0%; EE: 2.3%; FC: 32.6%; Cza: 9.5%; FDN: 72% y FDA: 48%. Finalmente, Suárez y Camilo., (2013) para Pt: 5.05%; EE: 2.03%; ELN: 48.07% y DIG: 44.50%; presentan niveles más bajos y en cuanto a Fc, Cza, Ca y P, presenta niveles más altos 33.90%, 8.30%, 0.58% y 0.16%, respectivamente.

Cáscara de Arveja

La caracterización nutricional de la cáscara de arveja Enana despuntada) en cuanto a Hd: 10.27% y Pt: 4.12%, son bajos a lo determinado por Bressani (2007) con 12.99% y 29%, respectivamente; en cambio, para Fc: 15.22%; Cza: 4.26%; Ca: 0.24%; P: 0.17%; FDN: 27.35% y FDA: 20.16%; presenta niveles más bajos con 5.49%; 3.66%; 0.06%; 0.09%; 8.74%; 8.25%. El mismo autor, señala niveles similares para EB: % y EE: %. Sin embargo, Gonzales (2010), presentó niveles similares para EE (1.02%) y Cza (4.26%) con 1.64% y 4.65%, respectivamente. Por otro lado, Bauza *et al.*, (2013), reporta un valor similar de EB (4.42 Mcal/Kg) a los 4.08 Mcal/Kg de esta investigación. Suárez y Camilo, (2013) en su análisis presentó FDN (31.50%) y FDA (36.40%) altos a los 27.35% y 20.16% respectivamente.

6.2. Caracterización nutricional y digestibilidad de cuatro tubérculos

Yuca de segunda

En la investigación de Bernal *et al* (2017) para la harina de yuca reportan niveles de EE (0.44%), Fc (2.32%), P (0.13%) y EB (3.43Mcal/kg), semejantes a los niveles obtenidos de EE (0.69%), Fc (2.88%), Cz (2.56%), P (0.11%) y EB (3.84Mcal/kg). Así mismo, Buitrago *et al* (2001) presenta porcentajes de Pt (2.8%) y Cz (3.2%) equivalentes a los Pt (2.06%) y Cz (2.56) de este análisis. Sin embargo, el contenido de Hd (13%) fue más alto a los Hd (7.06%). Por otro lado, los niveles de ELN (78.99%), Ca (0.08%), FDN (5.35%) y FDA (6.35), presentados por Bernal, *et al* (2017) fueron bajos a los resultados de esta investigación ELN (84.76%), Ca (0.24%), FDN (8.77%) y FDA (6.35%). Por

último, en la DIG se obtuvo 88.25%, valores bajos a los 99% presentados por Knowles *et al* (2012).

Corona de Arracacha

La harina de coronade arracacha presentó porcentajes de Hd (5.53%), Pt (4.38%), Cza (3.33%) y P (0.23%), similares a los adquiridos por Valdiviezo (2015) con Hd (7.77%), Pt (3.33%), Cza (5.37%) y P (0.18%). No obstante, los niveles de Ca (0.09%) y ELN (73.82%) son bajos a los 0.51% Ca y 73.82% FDN. Carranza, *et al* (2015) reportó porcentajes de EE (2.1%), Fc (7.5%) y FDA (13.4%), altos a los análisis realizados en esta tesis EE (0.61%), Fc (2.89%) y FDA (6.56%); sin embargo, el porcentaje de FDN (3.6%) es bajo comparado con 7.39% de FDN. Con respecto al contenido de EB, Palacios, *et al* (2010) en un análisis bromatológico que hizo de tres variedades de Arracacha señala 0.37 Mcal/Kg de EB, siendo este bajo a los 4.31 Mcal/Kg y Espín *et al* (2001) reportó niveles de Digestibilidad *in vitro* de 96%, semejante a los 97.46% DIG.

Bituca

La Bituca, presentó 9.47% Hd, similar a los 10.45% presentado por Marín *et al* (2016), pero en cuanto al porcentaje de Cza (2%) presenta valores más bajos a los 4.74%. Los porcentajes de Pt (6.28%), EB (3.85 Mcal/kg), Ca (0.11%) y P (0.25%) son altos a los niveles de Pt (4.8%), EB (2.59 Mcal/kg), Ca (0.01%) y P (0.02%) presentado por Aragadvay *et al.*, (2016); sin embargo son altos los niveles de EE (0.8%) y Fc (3.65%) a los presentados en esta tesis EE (0.14%) y Fc (2.74%). Con respecto al contenido de ELN (76.6%) y FDA (5.27%), Caicedo, *et al* (2015) muestra datos similares con 79.02% y 5.35%, respectivamente; siendo diferente el porcentaje de FDN (22.86%) a los 6.77% y por último la digestibilidad *in vitro* de esta tesis resultó 96.31%, mayor al presentado por las investigaciones desarrolladas por Ly, *et al* (2005), relacionadas con la digestibilidad *in vitro* de la MS y MO, con pepsina pancreatina, en tubérculos de papa china, frescos y secos, informaron que la digestibilidad de la MS aumentó cuando los tubérculos estaban secos (66.90%). De igual manera, la digestibilidad *in vitro* de la MO fue superior en los secos (76.0%).

Papa de Segunda

La papa de segunda, resultó con 6.44% de Hd y 3.23% de Fc, bajos a los reportados por Custodio (2016) quien reportó 10.24% de Hd y 5.54% de Fc. Sin embargo, este mismo autor presentó valores cercanos de EB (3.3%), EE (0.38%), Cza (4.89%), Ca (0.08%) y P (0.19%), a los presentados en esta tesis. Por otro lado, Bodega (2013), reporta 12.9% de Pt y 12.8% de FDN porcentajes mayores a los 9.66% y 10.38% de Pt y FDN respetivamente. El porcentaje de ELN (76.52%) es menor al 84.1% presentado por Chedly y Lee (1999) y DIG (94.67%) es mayor a los 79.0% reportado por Siebald *et al.*, (2002).

6.3. Caracterización nutricional y digestibilidad de tres subproductos del plátano

Plátano de Segunda

El plátano de segunda presentó valores de Pt (3.13%); EB (4.18%); Fc (1.13%); Cza (2.56%); P (0.14%) y FDN (9.97%), cercanos a los presentados por Bernal *et al.*, (2017): Pt (3.68%); EB (3.4%); Fc (0.90%); Cza (.15%); P (0.12%) y FDN (10.77%) y bajos con respecto a EE (0.33%); ELN (78.68%); Ca (0.03%) y FDA (1.24%), siendo alto el nivel de Hd (13.26%). En cambio, Mosquera *et al.*, (2013) presentó niveles agudos de Pt (9.59%); EE (5.21%); Cza (12.96%); FDN (46.52%) y FDA (16.60%), por el contrario, en EB (3.64%) un nivel relativamente bajo y notablemente más bajo de DIG (42.32%). Sin embargo, García *et al.*, (2015) mencionan que la cascara y fruto maduro del banano presentan una alta digestibilidad in vitro de la materia orgánica (90.45%) %, similares a los presentados en esta tesis (97.02%).

Hoja de Plátano

Los análisis de las hojas de plátano, en cuanto al porcentaje de Hd (7.27%); Pt (19.81%) y Fc (6.04%) difieren a los obtenidos por Marín *et al.*, (2003): Hd (11.03%); Pt (22.28%); Fc (8.31%) y similares en cuanto a EB (3.88 Mcal/kg) y EE (5.91%). Rosales y Tang (1996), presentó niveles bajos de Pt (12.70%); EB (1.40 Mcal/kg); en cambio demostró niveles altos en EE (10.28%); Cza (12.60%); Ca (1.53%) y similar en P (0.22%). Por otra parte, Villalba *et al.*, (2011), señala porcentajes bajos de Pt (3.88%); FDN (45.86%) y FDA (6.56%) en comparación a los datos presentados en esta tesis y

con respecto a la DIG (61.71%), García (1998), señala claramente un porcentaje más alto de 67% DIG.

Corona de Tallo de Plátano

La corona de tallo de plátano, resultó con porcentajes de Pt (2.32%); EB (3.49%); Fc (5.68%); Cza (8.40%); Ca (0.14%); P (0.08%); DIG (78.57%); FDN (20.77%) y FDA (11.58%) semejantes a los valores obtenidos por Martínez y Rodríguez (2016), quien reportó Pt (2.75%); EB (2.76%); Fc (6.70%); Cza (8.62%); Ca (0.15%); P (0.08%); DIG (77.40%) a excepción de FDN (56.25%) y FDA (36.34%), que fueron evidentemente más altos. Por otro lado, Espinoza (2013), reporta valores más altos de Pt (5.30%); EE (9.60%); Ca (0.56%) y P (0.16%) y evidencia semejanza en Hd (10.0%). Así mismo, Bermeo (2005), coincide con valores de esta investigación en Pt (2.40%); EE (2.30%) y Ca (16%), pero en ELN (60.5%) señala porcentaje más bajo a los 72.06% de ELN encontrados en este estudio.

CAPÍTULO VII

CONCLUSIONES

- En el grupo de los residuos de cosecha, los que sobresalieron fueron; el rastrojo y la cáscara de arveja, presentando mayores valores nutricionales siendo la cáscara de arveja que presentó mayor porcentaje de digestibilidad *in vitro*. Constituyendo una alternativa para la alimentación de los animales como un suplemento alimenticio.

- Entre los tubérculos, los más importantes para la alimentación animal son: papa de segunda y la corona de arracacha presentando mayores valores nutricionales, presentando mayor porcentaje de digestibilidad *in vitro* la corona de arracacha.

- Entre los sub productos del plátano los que más resaltan para la alimentación animal son: plátano de segunda y la hoja, mostrando contenidos nutricionales altos y por presentar mayor porcentaje de digestibilidad *in vitro*, siendo la hoja de plátano el sub producto con mayor nivel proteico.

CAPÍTULO VIII

RECOMENDACIONES

- Realizar estudios complementarios en niveles de compuestos anti nutricionales, para darles un uso adecuado en la alimentación animal y disminuir el impacto ambiental generado por un inadecuado uso de dichos subproductos.

- Estandarizar los análisis químicos nutricionales según la Asociación Oficial de Químicos Agrícolas (AOAC), para obtener datos estándares y poder establecer un rango para cada uno de los análisis nutricionales de los sub productos agroindustriales.

- Realizar la digestibilidad in vivo con la finalidad de evaluar la respuesta en diferentes especies domésticas, a fin de determinar los niveles de uso máximos permisibles sin que afecte los índices productivos estándares de cada especie doméstica.

BIBLIOGRAFÍA

- Almarcha, R. (2016). Estudio de subproductos para alimentación animal en la Vega Baja. Universidad Miguel Hernández de Elche. Escuela Politécnica superior de Orihuela, 54.
- Álvarez, J. et al. 2012. Producción, consumo sostenible y residuos agrarios. Ministerio de Agricultura, alimentación y Medio Ambiente. Madrid.
- Aragadvay, R., Núñez, O., Velástegui, G., Villacís, L. y Guerrero, J. (2016). Uso de harina de Colocasia esculenta L., en la alimentación de cerdos y su efecto sobre parámetros productivos. Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Cantón Cevallos. Tungurahua - Ecuador.
- Bauza, R., Capra, G., Bratschi C. 2013. Evaluación de la arveja forrajera como alimento para cerdos en engorde. Agrociencia Uruguay. Vol. 17. 2:91-98 - julio/diciembre 2013.
- Beyli ME, Brunori J, Campagna D, Cottura G, Crespo D, Denegri D. 2012. Buenas Prácticas Pecuarias (BPP) para la producción y comercialización porcina familiar. Disponible en: <http://www.fao.org/3/a-i2094s.pdf>
- Barrena, V., Granela, J., García, H., Flores, N, Rubín, E., Ocaña, J. y Guillen, R. 2010. Análisis biomásico leñoso y de residuos para uso de combustible. Disponible en: www.fao.org/docre.
- Barrera V., C. Tapia y A. Montero (eds.). 2006. Raíces y tubérculos andinos: Alternativas para la conservación y uso sostenible en el Ecuador. Serie: Conservación y usos de la biodiversidad de raíces y tubérculos andinos: Una década para la investigación y el desarrollo (1993-2003). No.4. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias, Centro Internacional de la Papa, Agencia Suiza para el desarrollo y Cooperación. Quito, Ecuador - Lima, Perú.
- Bernal, W., Maicelo, J., y Yoplac, I. 2017. Caracterización Bromatológica de insumos no tradicionales para la alimentación animal en la región Amazonas. RICBA (Revista de Investigación en Ciencia y Biotecnología Animal), 27 - 32.
- Bermeo, R. 2005. Comportamiento productivo de borregas mestizas alimentadas con dietas de base a banharina y cáscara de maracuyá. Tesis para obtener el título de Ingeniero

- Zootecnista. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Facultad de Ciencias Pecuarias. Escuela de Ingeniería Zootécnica. Riobamba – Ecuador.
- Bodega, J. 2013. Silaje de papa para alimentación animal. Revista digital Producción animal. Disponible en: http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_reser_reservas/reser-vas_silos/149-silaje_papa.pdf.
- Borba, N. 2008. La papa un alimento básico. Posibles impactos frente a la introducción de papa transgénica. Artículo elaborado para RAP-AL (Red de Acción en Plaguicidas y sus Alternativas de América Latina), Uruguay.
- Bresani, R. 2014. Caracterización química y nutricional de la Arveja China natural y procesada y desarrollo de productos. Informe final del proyecto FONDECYT N° 035-2007. Guatemala.
- Buitrago, J., Gil, J., Ospina, B. 2001. Yuca en la alimentación avícola. Consor.
- Cañeque, M. y Sancha, S. 1998. Ensilado de forrajes y su empleo en la alimentación de rumiantes. Editorial Mundi-Prensa, España. Pp. 37-42.
- Caravaca, F. 2006. Sistemas de Producción Animal. E.U.I.T.A. Sevilla.
- Carranza, D., Alvarado, J., Méndez, D., Valenzuela, C. y Solanilla, J. 2015. Pre tratamiento de residuos de plátano (*Musa paradisiaca* (L.) AAB) y arracacha (*Arracacia xanthorrhiza* Bancroft) para la obtención de azúcares fermentables. Revista Venezolana de Ciencia y Tecnología de Alimentos. 6 (1): 019-035. Enero-Junio, 2015.
- Cargua, F. 2014. Utilización de tres niveles de harina de papa china (*Colacasea esculenta*) como alimento energénico en las etapas de gestación - lactancia y crecimiento - engorde en cuyes”. Tesis de grado previo a la obtención del título de: Ingeniero Zootecnista. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Facultad de Ciencias Pecuarias. Escuela de Ingeniería Zootécnica. Riobamba – Ecuador.
- Castellanos, S., Gamarra, J., Gómez., C., Fernández, M. 2016. Amonificación de la panca de maíz (*Zea mays* L) con tres niveles de úrea para la mejora de su digestibilidad. Departamento de Nutrición, Facultad de Zootecnia, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima-Perú. Rev Inv. Vet. Perú 2017; 28(1): 78-85.

- Chedly K. y Lee S. 1999. Ensilajes de subproductos agrícolas como opción para los pequeños campesinos. En. <http://www.fao.org/docre/005/x84865/x84865s08.pdf>.
- Cuadros, S. 2008. Residuos Agrícolas, Forestales y Lodos. Módulo: Contaminación de Residuos Master en Ingeniería y Gestión medioambiental. Escuela de Ingeniería. Disponible en api.eoi.es/api_v1_dev.php/fedora/asset/eoi:45732/componente45730. Pdf.
- Caicedo, W., Rodríguez, R., Valle, S., Flores, N. y Ferreira, F. Composición Química Y Digestibilidad in vitro de ensilados de tubérculos de papa china (*Colocasia Esculenta* L) destinados a la alimentación de cerdos. Revista Cubana de Ciencia Agrícola. Tomo 49. N°01.
- Custodio, R. 2016. Efecto de la inclusión de harina de papa (*Solanum tuberosum*) en dietas de pollos de engorde sobre los parámetros productivos y económicos. Tesis para obtener el título de: Médico Veterinario Zootecnista. Universidad Privada Antenor Orrego. Facultad de Ciencias Agrarias. Trujillo, Perú.
- De la Cruz, J y Gutiérrez, G. 2000. Alimentación de bovinos con ensilado de mezclas de banano de rechazo y ráquis en diferentes proporciones. Avances en investigación agropecuaria. Rev. AIA. 10(3): 29-39.
- Dubán, J., Oviedo, O. y Gutiérrez, N. 2012. Uso de subproductos agrícolas en la alimentación de conejos en fases de ceba y reproducción. Disponible en <http://www.scielo..co/pdf/bsaa/v10n2/v10n2a27.pdf>.
- Espín, S., Brito, B., Villacrés org, E., Rubio, A., Nieto, C. y Grijalva, J. 2001. Composición química, valor nutricional y usos potenciales de siete especies de raíces y tubérculos andinos. INIAP. Acta Científica Ecuatoriana. Vol. 07. N°. 01.
- Espinoza, F. 2013. Obtención de etanol mediante hidrólisis alcalina, enzimática y fermentación a partir del excedente orgánico del banano variedad *Musa paradisiaca*. Universidad Central del Ecuador. Facultad de Ingeniería Química. Quito-Ecuador.
- FAO. (Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación). 2009. Producido por la subdivisión de políticas y apoyo en materia de publicación electrónica. Roma. Italia. 200 p.

- Fernández, A. (2014). Transformación de subproductos y residuos de agroindustria de cultivos en carne y leche bovina. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Centro Regional Buenos Aires E. E. Agropecuaria Bordenave, Bordenave.
- Fernández, M., y Gómez, C. (2010). Utilización de forrajes no tradicionales: cogollo fresco de caña de azúcar en la alimentación de vacas lecheras. Sitio argentino de producción animal.
- Fuentes, J.; Magaña, C.; Suárez, L.; Peña, R.; Rodríguez, S. y Ortiz, B. 2001. Análisis químico y digestibilidad “in vitro” de rastrojo de maíz (*Zea mays* L.). *Agronomía Mesoamericana*, 192.
- García, M., Darren, H., Schulmeister, T., Benítez, J., Ruiz M., Cuenca, J., Ponce., C y DiLorenzo, N. 2015. Nutrición animal en sistemas tropicales: Uso de residuos agrícolas en la producción animal. *Maskana. Revista Científica. Volumen N° 6. Congreso de Producción Animal Especializada en Bovinos. Universidad de Cuenca. DIUC. Disponible en: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/23787>.*
- Gibert, P. 2016. Cultivo de arveja: para nutrición humana y animal. ABC Color. Suplemento Rural.
- Gómez, C., Mercado, W., Fernández, M. y Gómez, H. 2013. Mitigación de gases de efecto invernadero en el sector Agricultura del Perú. *Rev. Agro-enfoque. Año XXVIII. No 189. Lima-Perú.*
- González, S. (2009). Aprovechamiento de esquilmos y subproductos en la alimentación del ganado. Subsecretaría de Desarrollo Rural. Dirección General de Apoyos para el Desarrollo Rural. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Disponible en: <http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/Documents/fichasaapt/Aprovechamiento%20de%20esquilmos.pdf>.
- González, S. (2010). Sacarificación enzimática de la vaina de arveja fresca (*pisum sativum* L.) variedad sabanera para obtención de azúcares reductores. Programa de Ingeniería de Alimentos. Fundación Universitaria Agraria de Colombia. Colombia. *Revista Publicaciones e Investigación. ISN: 1900-6608. Vol. N° 4.*

- Gonzales, A. 2013. Alimentación de Cobayos (*Cavia cobayo*) empleando asociación de gramíneas y leguminosas en Tingo María. Tesis Ingeniero Zootecnista. Tingo María (Perú): Universidad Nacional Agraria de la Selva. 74 p.
- Goig L. y Herrera O. 1996. Papa cruda como reemplazo de granos en concentrado de crecimiento de terneros. *Agricultura Técnica*. N° 36.
- Hickling, D. 2003. Guía de la arveja canadiense para la industria forrajera. 3ª ed. Manitoba. Pulse Canadá. 35p.
- Hurtado, H. 2005. Administrador agropecuario de las plantaciones tecnológicas de la Universidad Católica de Colombia. La Caro. Chía, Cundinamarca. Colombia. Disponible en:
- INIAP (Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias) 2010. El plátano y su potencial. Ecuador.
- Jaramillo, G. y Zapata, L. 2008. Aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos en Colombia. Monografía para optar el título de Especialistas en Gestión Ambiental. Universidad de Antioquia. Facultad de Ingeniería. Posgrados de Ambiental.
- Jiménez, R; San Martín, F; Huamán, H; Ara, M; Huamán, A. 2010. Subproductos de papa en la alimentación estratégica de ovinos durante la estación seca en el Valle del Mantaro. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú (RIVEP)*, Vol. 21, N°. 01, enero-junio, 2010, pp. 11-18.
- Kehr, M. y Mera, M. 2007. Arveja de Vaina Comestible Sugar Snap, Instituto de Investigaciones Agropecuarias Fundación para la Innovación Agraria. Temuco. Chile. Disponible en: <http://www.inia.cl/medios/biblioteca/boletines/NR34382.pdf>
- Knowles, M., Pabón, M., Carulla, J. 2012. Uso de la yuca (*Manihot esculenta* Crantz) y otras fuentes de almidones no convencionales en la alimentación de rumiantes. *Rev Colomb Cienc Pecu* 2012; 25:488-499.
- Ly, J., Almaguel, R., Delgado, E., Carón, M. y Cruz, E. 2010. Estudios de digestibilidad in vitro (pepsina/pancreatina) de raíces de yuca para alimentar cerdos. *Rev. Comp. Prod. Porcina* 17:300

- Macedo, R. (2000). Análisis del sistema de alimentación pecuario rastrojo de maíz alimenticio pecuario (*Zea mays* L.) – pasto estrella (*Cynodon plectostachyus* P.) en la zona norte del estado de Colima. Universidad de Colima: tesis doctoral. México. Disponible en: http://digeset.ucol.mx/tesis_posgrado/Pdf/Rafael%20Julio%20Macedo%20Barragan%20Doctordo.pdf.
- Manterola, H., Cerda, D. y Mira, J. 1999. Los residuos agrícolas y su uso en la alimentación de rumiantes. Ministerio de Agricultura y Fundación para la Innovación Agraria. Santiago, Chile. 222 p.
- Macías, E. 2015. Aplicación de celulasas o xilanasas para mejora en la digestión ruminal in vitro en tres residuos de cosecha. Tesis para optar el grado de Doctoris philosophiae en ciencia animal. Universidad Nacional Agraria La Molina. Escuela de Posgrado. Lima. Perú.
- Marín, A., Carías, D., Cioccia, A. y Hevia, P. 2003. Valor nutricional de los follajes de musa paradisiaca y clitoria ternatea como diluyentes de raciones para pollos de engorde. Asociación Interciencia. Caracas, Venezuela. Vol. 28, núm. 1, enero, 2003, pp. 51-56.
- Marín, Z., Agudelo, L. y Sánchez, T. 2016. Caracterización de almidón de malanga (*Colocasia esculenta*). Programa de Ingeniería de Alimentos, Facultad de Ciencias Agroindustriales, Universidad del Quindío. Armenia - Colombia.
- Martínez, J. y Rodríguez, J. 2016. Evaluación del potencial de pseudotallos de *Musa* spp. para la elaboración de bloques nutricionales destinados al consumo animal. Programa de Ingeniería Agroindustrial. Fundación Universitaria Agraria de Colombia. Facultad de Ingeniería. Bogotá D.C.
- Mendoza, A. 2014. Elaboración de harina de papa china (*colocasia esculenta*) y banano (*musa x paradisiaca*) como suplemento nutricional para alimentación animal. UTEQ. Facultad de Ciencias de la Ingeniería. Tesis previa a la obtención del título de: Ingeniero Agroindustrial. Los Ríos-Ecuador.
- MINAGRI (Ministerio de Agricultura y Riego). 2014. Oficina de Estudios Económicos. Disponible en <http://www.minag.gob.pe/portal/herramientas/estadisticas>. Perú.

- Montalvo, K y Navarro, M. 2012. Determinación de la digestibilidad, energía digestible y metabolizable de broza de arveja (*Pisum sativum* l) y betarraga (*Beta vulgaris*) para la formulación de raciones en la alimentación de cuyes (*Cavia porcellus*). Tesis para optar el título profesional de: Ingeniero Agroindustrial. Universidad Nacional del Centro del Perú. Tarma. Perú.
- Montoya, N. 2004. Evaluación de la suplementación con papa (*Solanum tuberosum*) durante la lactancia en vacas holstein.
- Mosquera, D., Martínez, M., Medina, H., y Hinestroza, L. (2013). Caracterización bromatológica de especies y subproductos vegetales en el trópico húmedo de Colombia. *Acta Agronómica*. 62 (4) 2013, p. 332.
- Naturland, Asociación. 2002. "Agricultura Orgánica en el Trópico y Subtrópico". Guía de 18 cultivos. Cacao. 1ra Edición. Alemania. Disponible en: <http://w.w.w.naturland.de>
- Norma Oficial Mexicana (NOM-247-SSAI-2008). 2009. Productos y servicios. Cereales y sus productos. Harinas de cereales, sémolas o semolinas. Alimentos a base de: cereales, semillas comestibles, de harinas, sémolas o semolinas o sus mezclas. Productos de panificación. Disposiciones y especificaciones sanitarias y nutrimentales. Métodos de prueba. México.
- Oliveira, L., Cordeiro, N., Evtuguin, D., Torres, I., y Silvestre, A. (2007). Composición química de diferentes partes morfológicas de la planta de banano 'Dwarf Cavendish' y su potencial como fuente renovable no maderera de productos naturales. *Cultivos y productos industriales*, 26(2), 163-172. doi:10.1016/j.indcrop.2007.03.002.
- ONUDI (Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial). 2007. "Guía para la Gestión Integral de los Desechos Sólidos Urbanos." Disponible en: http://193.138.105.50/filestorage/download/?file_id=72852, 2008.
- Oropeza, J. 2006. Evaluación Económica-Productiva del Rastrojo de Maíz en la Engorda Intensiva de Corderos. Tesis presentada como requisito parcial para Obtener el Título de: Ingeniero Agrónomo Zootecnista. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. División de Ciencia Animal. Buenavista, Saltillo, Coah. México.

- Palacios, R., Morales, M. y Arias, G. 2010. Evaluación químico bromatológica de tres variedades de arracacha (*Arracacia xanthorrhiza*). *Revista Ciencia e Investigación* 2010; 14(2): 12-14.
- Peña, M. 2013. Composición química y degradabilidad in situ de residuos agrícolas de maíz inoculados con dos cepas del género *pleurotus*. Finca la María. 2012. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Facultad de Ciencias de la Ingeniería. Ecuador. *J. Selva Andina Anim Sci.* 2016; 3(2):98-104.
- Pozo, C. 2011. Efecto del suministro de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) cosechada en tres diferentes edades en el levante de novillas. Tesis de Licenciatura. Escuela Politécnica del Ejército, Departamento de Ciencias de la Vida. Sangolquí, Ecuador. p. 139.
- Ramírez, H., Salcedo, A., Briones, F., Lucero, F., Cárdenas, A., Marcof, C., y Martínez, J. 2014. Rendimiento, caracterización morfológica y bromatológica de la punta de caña de azúcar en la Huasteca Potosina, México. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, Tomo 48. Número 4.
- Real Academia Española (RAE). 2014. *Diccionario*, 23 Ed. Madrid.
- Reyes, L; Camacho, T y Guevara, F. 2013. *Rastrojos: manejo, uso y mercado en el centro y sur de México*. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Libro Técnico Núm. 7. Pabellón de Arteaga, Aguascalientes, México. I-VIII.
- Román, Y., Techeira, N., Yamarte, J., Ibarra, Y. y Fasendo, M. 2015. Caracterización físico-química y funcional de los subproductos obtenidos durante la extracción del almidón de musáceas, raíces y tubérculos. Universidad central de Venezuela. *Interciencia*. Vol.40, N° 5.
- Rosales, J. y Tang, T. (1996). Composición química y digestibilidad de insumos alimenticios de la zona de Ucayali. Instituto de investigaciones de la Amazonia Peruana. Iquitos, Perú. Vol. 8(2), 15. p. 63.
- Riojas, R y Ugas, R. 2003. Ensayo comparativo de cultivares de arveja verde (*Pisum sativum* L.) en Pucara Huancayo. Programa de hortalizas. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima.

- Ruiz, S. (2015). Rastrojo de cultivos y residuos forestales, programa de transferencia de prácticas alternativas al uso del fuego en la Región del Biobío. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Chillán, Chile. Boletín INIA N° 308, 196.
- Sánchez. A., Torres, E., Estupiñan, K., Vargas, J., Sánchez, J., Sánchez N. 2015. Valoración nutritiva del rastrojo de *Zea mays* y *Oryza sativa* para la alimentación de ovinos en el trópico ecuatoriano. Universidad Técnica Estatal de Quevedo - Facultad de Ciencias Pecuarias (UTEQ-FCP).
- Serratos, J. 2012. El origen y diversidad del maíz en el continente Americano. 2da. Ed. Greenpeace. México. DF.
- Siebold, E., Going, L y Matzner, M. 2002. Alimentación de Rumiantes con papas de desecho. Instituto de investigaciones agropecuarias – Centro Regional de investigación Remehue. Boletín Técnico N°88. Disponible en: http://www.produccion_animal.com.ar/información_tecnica/suplementacion/99-papa.pdf.
- Soria, K. 2003. Material de difusión sobre nutrición y alimentación del cuy (*Cavia aperea porcellus*) para estudiantes de pregrado y productores. Tesis Ing. Agr. Universidad Mayor de San Simón. Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias “Dr. Martín Cárdenas”. Cochabamba, BO. Disponible en: <http://www.umss.edu.bo/epubs/etexts/downloads/37b.pdf>.
- Sparo, M. y Mallo, A. 2001. Evaluación de la flora bacteriana en un ensilado natural de maíz. Revista Argentina de Microbiología. 33(2):1-10.
- Suarez, D y Camilo, J. 2013. Efecto de la utilización de cal viva como aditivo sobre los parámetros de fermentación y la calidad nutricional en el ensilaje de pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*), papa (*Solanum tuberosum*) y arveja (*Sisum sativum*). Tesis para optar por el título de Zootecnista. Universidad de la Salle. Facultad de Ciencias Agropecuarias.
- Vélez, A. et al. 2013. Rastrojos: manejo, uso y mercado en el centro y sur de México. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Libro Técnico Núm. 7. Pabellón de Arteaga, Aguascalientes, México.

- Valdiviezo, V. 2016. Elaboración y evaluación nutricional de bizcochuelo a base de harina de zanahoria blanca (*Arracacia xanthorrhiza*), fortificado con harina de hígado de pollo. Trabajo de titulación presentado para optar al grado académico de: Bioquímica Farmacéutica. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Facultad de Ciencias. Riobamba – Ecuador
- Villalba, D., Holguin, V., Acuña, J. y Varon, R. 2011. Calidad bromatológica y organoléptica de ensilajes de residuos orgánicos del sistema de producción café – musáceas. Investigación de Sistemas Agroforestales Pecuarios. Universidad de Tolima, Ibagué, Colombia. Revista Colombiana de Ciencia Animal. Vol. 4, No. 1, 2011.
- Villegas, G., Bolaños, A. y Olguín, P. L. 2001. La ganadería en México. Ed. Plaza y Valdez. Primera edición. México. 163 p.
- Zapata, J y Velásquez, C. 2013. Estudio de la producción y comercialización de la malanga. Estrategias de incentivos para la producción en el país y consumo en la ciudad de Guayaquil. Trabajo de titulación (Maestría en Administración de Empresas). Guayaquil: Universidad Politécnica Salesiana.

ANEXOS

Anexo N° 01. Análisis del contenido nutricional de Rastrojo de maíz

REP	Hd, %	Pt, %	EB %	EE, %	Fc, %	Cza, %	Ca %	P %	ELN, %	FDN, %	FDA, %	DIG %
1	4.99	4.99	3.91	1.35	30.01	6.90	0.12	0.31	51.76	62.46	42.08	61.40
2	6.52	4.48	4.11	1.30	27.24	5.36	0.47	0.22	55.10	45.26	47.84	67.30
3	5.09	2.54	4.23	0.71	41.93	3.82	0.26	0.22	45.91	62.81	56.72	44.06
4	6.23	4.00	4.08	1.12	33.06	5.36	0.28	0.25	50.92	56.84	48.88	57.59

Fuente: Laboratorio de Nutrición y Bromatología de Alimentos-UNTRM

Anexo N° 02. Análisis del contenido nutricional de Rastrojo de arveja

REP	Hd, %	Pt, %	EB %	EE, %	Fc, %	Cza, %	Ca %	P %	ELN, %	FDN, %	FDA, %	DIG %
1	9.1	15.03	3.93	3.13	23.62	6.39	0.10	0.19	42.73	42.41	31.32	63.86
2	8.7	9.52	4.43	7.61	28.88	6.63	0.80	0.20	38.66	44.20	37.31	74.71
3	10.05	9.56	4.25	1.98	29.39	6.50	0.13	0.18	42.52	41.80	39.80	70.21
4	9.28	11.37	4.20	4.24	27.30	6.51	0.34	0.19	41.30	42.80	36.14	69.59

Fuente: Laboratorio de Nutrición y Bromatología de Alimentos-UNTRM

Anexo N° 03. Análisis del contenido nutricional de Cogollo de caña

REP	Hd, %	Pt, %	EB %	EE, %	Fc, %	Cza, %	Ca %	P %	ELN, %	FDN, %	FDA, %	DIG %
1	6.72	6.49	3.95	2.48	25.61	6.54	1.14	0.18	52.16	54.28	31.12	87.23
2	6.82	5.13	3.82	2.62	23.06	6.01	0.16	0.07	56.36	49.51	29.26	75.36
3	6.7	4.51	4.18	1.37	31.65	9.09	0.37	0.12	46.68	47.23	27.23	73.17
4	6.75	5.38	3.98	2.16	26.77	7.21	0.56	0.12	51.73	50.34	29.20	78.59

Fuente: Laboratorio de Nutrición y Bromatología de Alimentos-UNTRM

Anexo N° 04. Análisis del contenido nutricional de Cáscara de arveja

REP	Hd, %	Pt, %	EB %	EE, %	Fc, %	Cza, %	Ca %	P %	ELN, %	FDN, %	FDA, %	DIG %
1	10.58	12.78	4.15	0.79	13.84	4.37	0.06	0.17	57.64	28.84	18.52	84.68
2	11.55	10.97	4.08	1.26	16.81	5.07	0.60	0.16	54.34	23.02	23.02	79.97
3	8.67	16.24	4.13	1.01	15.02	3.35	0.06	0.17	55.71	30.19	18.93	88.24
4	10.27	13.33	4.12	1.02	15.22	4.26	0.24	0.18	55.90	27.35	20.16	84.30

Fuente: Laboratorio de Nutrición y Bromatología de Alimentos-UNTRM

Anexo N° 05. Análisis del contenido nutricional de Yuca de segunda

REP	Hd, %	Pt, %	EB %	EE, %	Fc, %	Cza, %	Ca %	P %	ELN, %	FDN, %	FDA, %	DIG %
1	8.97	1.10	3.74	0.41	2.57	1.87	0.29	0.07	85.08	8.90	5.74	91.80
2	6.08	3.14	3.96	1.16	2.62	2.37	0.14	0.06	84.63	9.13	4.82	86.41
3	6.12	1.95	3.84	0.49	3.44	3.43	0.3	0.20	84.57	8.29	8.49	86.55
4	7.06	2.06	3.85	0.69	2.88	2.56	0.24	0.11	84.76	8.77	6.35	88.25

Fuente: Laboratorio de Nutrición y Bromatología de Alimentos-UNTRM

Anexo N° 06. Análisis del contenido nutricional de Coronade arracacha

REP	Hd, %	Pt, %	EB %	EE, %	Fc, %	Cza, %	Ca %	P %	ELN, %	FDN, %	FDA, %	DIG %
1	6.25	2.76	4.23	0.49	1.69	3.66	0.19	0.26	85.15	5.76	4.06	96.99
2	5.06	6.62	4.46	1.03	5.18	7.27	0.08	0.24	74.84	11.46	10.74	96.28
3	5.28	3.76	4.24	0.32	1.79	5.11	1.25	0.27	83.74	4.96	4.87	99.11
4	5.53	4.38	4.31	0.61	2.89	5.35	0.51	0.26	81.24	7.39	6.56	97.46

Fuente: Laboratorio de Nutrición y Bromatología de Alimentos-UNTRM

Anexo N° 07. Análisis del contenido nutricional de Bituca

REP	Hd, %	Pt, %	EB %	EE, %	Fc, %	Cza, %	Ca %	P %	ELN, %	FDN, %	FDA, %	DIG %
1	9.32	7.56	3.71	0.20	2.73	5.52	0.14	0.21	74.67	6.33	5.32	94.35
2	9.53	4.23	3.66	0.12	3.35	4.59	0.13	0.28	78.18	8.52	6.48	96.18
3	9.57	7.05	4.19	0.1	2.13	4.11	0.07	0.25	77.04	5.47	4.01	98.40
4	9.47	6.28	3.85	0.14	2.74	4.74	0.11	0.25	76.63	6.77	5.27	96.31

Fuente: Laboratorio de Nutrición y Bromatología de Alimentos-UNTRM

Anexo N° 08. Análisis del contenido nutricional de Papa de segunda

REP	Hd, %	Pt, %	EB %	EE, %	Fc, %	Cza, %	Ca %	P %	ELN, %	FDN, %	FDA, %	DIG %
1	6.24	9.79	4.05	0.31	1.95	4.41	0.07	0.14	77.30	10.46	4.31	94.44
2	6.89	9.10	3.84	0.43	5.72	3.38	0.36	0.20	74.48	8.86	8.86	95.70
3	6.2	10.08	3.90	0.34	2.02	3.59	0.02	0.17	77.77	11.83	3.55	93.87
4	6.44	9.66	3.93	0.36	3.23	3.79	0.15	0.17	76.52	10.38	5.57	94.67

Fuente: Laboratorio de Nutrición y Bromatología de Alimentos-UNTRM

Anexo N° 09. Análisis del contenido nutricional de Plátano de segunda

REP	Hd, %	Pt, %	EB %	EE, %	Fc, %	Cza, %	Ca %	P %	ELN, %	FDN, %	FDA, %	DIG %
1	5.87	2.73	4.22	0.51	0.41	1.90	1.78	0.09	88.58	9.96	2.81	96.82
2	5.81	3.50	4.28	0.47	0.53	2.22	0.03	0.22	87.47	9.39	3.12	98.18
3	8.27	3.02	4.00	5.08	2.65	3.66	0.07	0.08	77.32	10.75	8.75	95.68
4	5.84	3.115	4.25	0.49	0.47	2.06	0.905	0.155	88.025	9.675	2.965	97.5
5	7.04	3.26	4.14	2.78	1.59	2.94	0.05	0.15	82.40	10.07	5.94	96.93

Fuente: Laboratorio de Nutrición y Bromatología de Alimentos-UNTRM

Anexo N° 10. Análisis del contenido nutricional de Hoja de plátano

REP	Hd, %	Pt, %	EB %	EE, %	Fc, %	Cza, %	Ca %	P %	ELN, %	FDN, %	FDA, %	DIG %
1	6.75	20.76	4.26	4.68	12.51	13.93	0.31	0.29	41.37	33.64	33.64	69.41
2	7.96	20.68	4.46	6.50	17.09	8.84	0.25	0.31	38.93	57.73	31.70	54.07
3	6.93	17.69	4.49	5.78	18.16	5.42	0.65	0.31	46.02	56.38	32.87	64.21
4	7.36	20.72	4.36	5.59	14.80	11.39	0.28	0.30	40.15	45.69	32.67	61.74
5	7.45	19.19	4.48	6.14	17.63	7.13	0.45	0.31	42.48	57.06	32.29	59.14

Fuente: Laboratorio de Nutrición y Bromatología de Alimentos-UNTRM

Anexo N° 11. Análisis del contenido nutricional de Corona de tallo de plátano

REP	Hd, %	Pt, %	EB %	EE, %	Fc, %	Cza, %	Ca %	P %	ELN, %	FDN, %	FDA, %	DIG %
1	8.09	1.71	3.68	3.20	4.17	5.54	0.07	0.10	77.29	23.96	11.83	82.48
2	8.31	1.90	3.32	3.75	8.16	13.73	0.07	0.02	64.15	20.45	14.55	83.29
3	10.45	3.5	3.54	0.67	3.87	4.14	0.26	0.13	77.37	17.99	7.38	85.05
4	8.2	1.805	3.5	3.475	6.165	9.635	0.07	0.06	70.72	22.205	13.19	82.885
5	9.38	2.70	3.43	2.21	6.02	8.94	0.17	0.08	70.76	19.22	10.97	84.17

Fuente: Laboratorio de Nutrición y Bromatología de Alimentos-UNTRM

Anexo N° 12. Análisis de varianza de la Humedad de los residuos de cosecha

Fuente	GL	SC	CM	F	P
Producto	3	45.75	15.25	14.67	0.0003
Error	12	12.47	1.04		
Total	15	58.22			

Anexo N° 13. Análisis de varianza de la Proteína de los residuos de cosecha

Fuente	GL	SC	CM	F	P
Producto	3	246.17	82.06	24.72	0.0000
Error	12	39.83	3.32		
Total	15	286.00			

Anexo N° 14. Análisis de varianza de la Energía bruta de los residuos de cosecha

Fuente	GL	SC	CM	F	P
Producto	3	0.10	0.03	1.60	0.2409
Error	12	0.25	0.02		
Total	15	0.35			

Anexo N° 15. Análisis de varianza de la Extracto etéreo de los residuos de cosecha

Fuente	GL	SC	CM	F	P
Producto	3	26.82	8.94	5.65	0.0120
Error	12	19.00	1.58		
Total	15	45.82			

Anexo N° 16. Análisis de varianza de la Fibra cruda de los residuos de cosecha

Fuente	GL	SC	CM	F	P
Producto	3	670.40	223.47	14.44	0.0003
Error	12	185.66	15.47		
Total	15	856.05			

Anexo N° 17. Análisis de varianza de Ceniza de los residuos de cosecha

Fuente	GL	SC	CM	F	P
Producto	3	20.19	6.73	6.91	0.0059
Error	12	11.69	0.97		
Total	15	31.88			

Anexo N° 18. Análisis de varianza del Calcio de los residuos de cosecha

Fuente	GL	SC	CM	F	P
Producto	3	0.24	0.08	0.87	0.4854
Error	12	1.10	0.09		
Total	15	1.34			

Anexo N° 19. Análisis de varianza del Fósforo de los residuos de cosecha

Fuente	GL	SC	CM	F	P
Producto	3	0.03	0.01	11.49	0.0008
Error	12	0.01	0.00		
Total	15	0.05			

Anexo N° 20. Análisis de varianza de Extracto libre de nitrógeno de los residuos de cosecha

Fuente	GL	SC	CM	F	P
Producto	3	457.10	152.37	17.18	0.0001
Error	12	106.40	8.87		
Total	15	563.50			

Anexo N° 21. Análisis de varianza de Fibra detergente neutra de los residuos de cosecha

Fuente	GL	SC	CM	F	P
Producto	3	1933.35	644.45	29.82	0.0000
Error	12	259.35	21.61		
Total	15	2192.70			

Anexo N° 22. Análisis de varianza de Fibra detergente ácida de los residuos de cosecha

Fuente	GL	SC	CM	F	P
Producto	3	1759.93	586.64	42.22	0.0000
Error	12	166.74	13.90		
Total	15	1926.67			

Anexo N° 23. Análisis de varianza de Digestibilidad de los residuos de cosecha

Fuente	GL	SC	CM	F	P
Producto	3	1628.30	542.77	13.02	0.0004
Error	12	500.17	41.68		
Total	15	2128.47			

Anexo N° 24. Análisis de varianza de la Humedad de los tubérculos

Fuente	GL	SC	CM	F	P
Producto	3	34.10	11.37	20.57	0.0001
Error	12	6.63	0.55		
Total	15	40.73			

Anexo N° 25. Análisis de varianza de la Proteína de los tubérculos

Fuente	GL	SC	CM	F	P
Producto	3	123.71	41.24	28.99	0.0000
Error	12	17.07	1.42		
Total	15	140.78			

Anexo N° 26. Análisis de varianza de la Energía bruta de los tubérculos

Fuente	GL	SC	CM	F	P
Producto	3	0.58	0.19	9.19	0.0020
Error	12	0.25	0.02		
Total	15	0.83			

Anexo N° 27. Análisis de varianza de la Extracto etéreo de los tubérculos

Fuente	GL	SC	CM	F	P
Producto	3	0.75	0.25	4.77	0.0206
Error	12	0.63	0.05		
Total	15	1.38			

Anexo N° 28. Análisis de varianza de la Fibra cruda de los tubérculos

Fuente	GL	SC	CM	F	P
Producto	3	0.53	0.18	0.11	0.9500
Error	12	18.42	1.53		
Total	15	18.94			

Anexo N° 29. Análisis de varianza de la Ceniza de los tubérculos

Fuente	GL	SC	CM	F	P
Producto	3	17.76	5.92	7.49	0.0044
Error	12	9.49	0.79		
Total	15	27.25			

Anexo N° 30. Análisis de varianza del Calcio de los tubérculos

Fuente	GL	SC	CM	F	P
Producto	3	0.38	0.13	1.65	0.2294
Error	12	0.92	0.08		
Total	15	1.30			

Anexo N° 31. Análisis de varianza del Fósforo de los tubérculos

Fuente	GL	SC	CM	F	P
Producto	3	0.05	0.02	11.52	0.0008
Error	12	0.02	0.00		
Total	15	0.06			

Anexo N° 32. Análisis de varianza del Extracto libre de nitrógeno de los tubérculos

Fuente	GL	SC	CM	F	P
Producto	3	190.02	63.34	10.08	0.0013
Error	12	75.40	6.28		
Total	15	265.42			

Anexo N° 33. Análisis de varianza de la Fibra detergente ácida de los tubérculos

Fuente	GL	SC	CM	F	P
Producto	3	4.53	1.51	0.34	0.7972
Error	12	53.42	4.45		
Total	15	57.95			

Anexo N° 34. Análisis de varianza de la Digestibilidad de los tubérculos

Fuente	GL	SC	CM	F	P
Producto	3	202.68	67.56	24.42	0.0000
Error	12	33.19	2.77		
Total	15	235.88			

Anexo N° 35. Análisis de varianza de la Humedad de los Subproductos del plátano

Fuente	GL	SC	CM	F	P
Producto	3	14.10	7.05	8.69	0.0046
Error	12	9.74	0.81		
Total	15	23.83			

Anexo N° 36. Análisis de varianza de la Proteína de los Subproductos del plátano

Fuente	GL	SC	CM	F	P
Producto	3	974.37	487.19	582.41	0.0000
Error	12	10.04	0.84		
Total	15	984.41			

Anexo N° 37. Análisis de varianza de la Energía bruta de los Subproductos del plátano

Fuente	GL	SC	CM	F	P
Producto	2	2.26	1.13	85.25	0.0000
Error	12	0.16	0.01		
Total	14	2.42			

Anexo N° 38. Análisis de varianza de la Extracto etéreo de los Subproductos del plátano

Fuente	GL	SC	CM	F	P
Producto	2	41.81	20.91	10.02	0.0028
Error	12	25.05	2.09		
Total	14	66.86			

Anexo N° 39. Análisis de varianza de la Fibra cruda de los Subproductos del plátano

Fuente	GL	SC	CM	F	P
Producto	2	583.77	291.89	92.12	0.0000
Error	12	38.02	3.17		
Total	14	621.79			

Anexo N° 40. Análisis de varianza de Ceniza de los Subproductos del plátano

Fuente	GL	SC	CM	F	P
Producto	2	135.12	67.56	7.76	0.0069
Error	12	104.49	8.71		
Total	14	239.61			

Anexo N° 41. Análisis de varianza del Calcio de los Subproductos del plátano

Fuente	GL	SC	CM	F	P
Producto	2	0.49	0.24	1.16	0.3462
Error	12	2.53	0.21		
Total	14	3.02			

Anexo N° 42. Análisis de varianza del Fósforo de los Subproductos del plátano

Fuente	GL	SC	CM	F	P
Producto	2	0.14	0.07	40.50	0.0000
Error	12	0.02	0.00		
Total	14	0.16			

Anexo N° 43. Análisis de varianza de Extracto libre de nitrógeno de los Subproductos del plátano

Fuente	GL	SC	CM	F	P
Producto	2	4873.19	2436.60	119.55	0.0000
Error	12	244.57	20.38		
Total	14	5117.76			

Anexo N° 44. Análisis de varianza de Fibra detergente neutra de los Subproductos del plátano

Fuente	GL	SC	CM	F	P
Producto	2	4312.42	2156.21	56.25	0.0000
Error	12	460.00	38.33		
Total	14	4772.42			

Anexo N° 45. Análisis de varianza de Fibra detergente ácida de los Subproductos del plátano

Fuente	GL	SC	CM	F	P
Producto	2	2115.91	1057.96	216.83	0.0000
Error	12	58.55	4.88		
Total	14	2174.46			

Anexo N° 46. Análisis de varianza de Digestibilidad de los Subproductos del plátano

Fuente	GL	SC	CM	F	P
Producto	2	3118.76	1559.38	30.69	0.0000
Error	12	609.68	50.81		
Total	14	3728.44			

Anexo N° 47. Comparación de medias de la humedad de residuos de cosecha mediante la prueba Tukey

PRODUCTO	MEDIA	GRUPOS HOMOGÉNEOS
4	10.27	A
2	9.28	A
3	6.75	B
1	6.23	B

Anexo N° 48. Comparación de medias de la Proteína de residuos de cosecha mediante la prueba Tukey

PRODUCTO	MEDIA	GRUPOS HOMOGÉNEOS
4	13.33	A
2	11.37	A
3	5.38	B
1	4.00	B

Anexo N° 49. Comparación de medias de la Energía bruta de residuos de cosecha mediante la prueba Tukey

PRODUCTO	MEDIA	GRUPOS HOMOGÉNEOS
2	4.20	A
4	4.12	A
1	4.08	A
3	3.98	A

Anexo N° 50. Comparación de medias de la Extracto etéreo de residuos de cosecha mediante la prueba Tukey

PRODUCTO	MEDIA	GRUPOS HOMOGÉNEOS
2	4.24	A
3	2.16	A B
1	1.12	B
4	1.02	B

Anexo N° 51. Comparación de medias de la Fibra cruda de residuos de cosecha mediante la prueba Tukey

PRODUCTO	MEDIA	GRUPOS HOMOGÉNEOS
1	33.06	A
2	27.30	A
3	26.77	A
4	15.22	B

Anexo N° 52. Comparación de medias de la Ceniza de residuos de cosecha mediante la prueba Tukey

PRODUCTO	MEDIA	GRUPOS HOMOGÉNEOS
3	7.21	A
2	6.51	A
1	5.36	A B
4	4.26	B

Anexo N° 53. Comparación de medias del Calcio de residuos de cosecha mediante la prueba Tukey

PRODUCTO	MEDIA	GRUPOS HOMOGÉNEOS
3	0.56	A
2	0.34	A
1	0.28	A
4	0.24	A

Anexo N° 54. Comparación de medias del Fósforo de residuos de cosecha mediante la prueba Tukey

PRODUCTO	MEDIA	GRUPOS HOMOGÉNEOS
2	4.24	A
3	2.16	A B
1	1.12	B C
4	1.02	C

Anexo N° 55. Comparación de medias del Extracto libre de nitrógeno de residuos de cosecha mediante la prueba Tukey

PRODUCTO	MEDIA	GRUPOS HOMOGÉNEOS
4	55.90	A
3	51.73	A
1	50.92	A
2	41.30	B

Anexo N° 56. Comparación de medias de la Fibra detergente neutra de residuos de cosecha mediante la prueba Tukey

PRODUCTO	MEDIA	GRUPOS HOMOGÉNEOS
1	56.84	A
3	50.34	A B
2	42.80	B
4	27.35	C

Anexo N° 57. Comparación de medias de la Fibra detergente ácida de residuos de cosecha mediante la prueba Tukey

PRODUCTO	MEDIA	GRUPOS HOMOGÉNEOS
1	48.88	A
2	36.14	B
3	29.20	B
4	20.16	C

Anexo N° 58. Comparación de medias de la Fibra detergente ácida de residuos de cosecha mediante la prueba Tukey

PRODUCTO	MEDIA	GRUPOS HOMOGÉNEOS
4	84.30	A
3	78.59	A B
2	69.59	B C
1	57.59	C

Anexo N° 59. Comparación de medias de la Humedad de tubérculos mediante la prueba Tukey

PRODUCTO	MEDIA	GRUPOS HOMOGÉNEOS
3	9.47	A
1	7.06	B
4	6.44	B
2	5.53	B

Anexo N° 60. Comparación de medias de la Proteína de tubérculos mediante la prueba Tukey

PRODUCTO	MEDIA	GRUPOS HOMOGÉNEOS
4	9.66	A
3	6.28	B
2	4.38	B C
1	2.06	C

Anexo N° 61. Comparación de medias de la Energía bruta de tubérculos mediante la prueba Tukey

PRODUCTO	MEDIA	GRUPOS HOMOGÉNEOS
2	4.31	A
4	3.93	B
3	3.85	B
1	3.85	B

Anexo N° 62. Comparación de medias del Extracto etéreo de tubérculos mediante la prueba Tukey

PRODUCTO	MEDIA	GRUPOS HOMOGÉNEOS
1	0.69	A
2	0.61	A B
4	0.36	A B
3	0.14	B

Anexo N° 63. Comparación de medias de la Fibra cruda de tubérculos mediante la prueba Tukey

PRODUCTO	MEDIA	GRUPOS HOMOGÉNEOS
4	3.23	A
2	2.89	A
1	2.88	A
3	2.74	A

Anexo N° 64. Comparación de medias de la Ceniza de tubérculos mediante la prueba Tukey

PRODUCTO	MEDIA	GRUPOS HOMOGÉNEOS
2	5.35	A
3	4.74	A
4	3.79	A B
1	2.56	B

Anexo N° 65. Comparación de medias del Calcio de tubérculos mediante la prueba Tukey

PRODUCTO	MEDIA	GRUPOS HOMOGÉNEOS
2	0.51	A
1	0.24	A
4	0.15	A
3	0.11	A

Anexo N° 66. Comparación de medias del Fósforo de tubérculos mediante la prueba Tukey

PRODUCTO	MEDIA	GRUPOS HOMOGÉNEOS
3	0.25	A
2	0.23	A
4	0.17	A B
1	0.11	B

Anexo N° 67. Comparación de medias del Extracto libre de nitrógeno de tubérculos mediante la prueba Tukey

PRODUCTO	MEDIA	GRUPOS HOMOGÉNEOS
1	84.76	A
2	81.24	A B
3	76.63	B
4	76.52	B

Anexo N° 68. Comparación de medias de la Fibra detergente neutra de tubérculos mediante la prueba Tukey

PRODUCTO	MEDIA	GRUPOS HOMOGÉNEOS
4	10.38	A
1	8.77	A B
2	7.39	A B
3	6.77	B

Anexo N° 69. Comparación de medias de la Fibra detergente ácida de tubérculos mediante la prueba Tukey

PRODUCTO	MEDIA	GRUPOS HOMOGÉNEOS
2	6.56	A
1	6.35	A
4	5.57	A
3	5.27	A

Anexo N° 70. Comparación de medias de la Digestibilidad de tubérculos mediante la prueba Tukey

PRODUCTO	MEDIA	GRUPOS HOMOGÉNEOS
2	97.46	A
3	96.31	A
4	94.67	A
1	88.25	B

Anexo N° 71. Comparación de medias de la Humedad de subproductos de plátano mediante la prueba Tukey

PRODUCTO	MEDIA	GRUPOS HOMOGÉNEOS
3	8.89	A
2	7.29	B
1	6.57	B

Anexo N° 72. Comparación de medias de la Proteína de subproductos de plátano mediante la prueba Tukey

PRODUCTO	MEDIA	GRUPOS HOMOGÉNEOS
2	19.81	A
1	3.13	B
3	2.32	B

Anexo N° 73. Comparación de medias de la Energía bruta de subproductos de plátano mediante la prueba Tukey

PRODUCTO	MEDIA	GRUPOS HOMOGÉNEOS
2	4.41	A
1	4.18	B
3	3.49	C

Anexo N° 74. Comparación de medias del Extracto etéreo de subproductos de plátano mediante la prueba Tukey

PRODUCTO	MEDIA	GRUPOS HOMOGÉNEOS
2	5.74	A
3	2.66	B
1	1.87	B

Anexo N° 75. Comparación de medias de la Fibra cruda de subproductos de plátano mediante la prueba Tukey

PRODUCTO	MEDIA	GRUPOS HOMOGÉNEOS
2	16.04	A
3	5.68	B
1	1.13	C

Anexo N° 76. Comparación de medias de la Ceniza de subproductos de plátano mediante la prueba Tukey

PRODUCTO	MEDIA	GRUPOS HOMOGÉNEOS
2	9.34	A
3	8.40	A
1	2.56	B

Anexo N° 77. Comparación de medias del Calcio de subproductos de plátano mediante la prueba Tukey

PRODUCTO	MEDIA	GRUPOS HOMOGÉNEOS
1	0.57	A
2	0.39	A
3	0.13	A

Anexo N° 78. Comparación de medias del Fósforo de subproductos de plátano mediante la prueba Tukey

PRODUCTO	MEDIA	GRUPOS HOMOGÉNEOS
2	0.30	A
1	0.14	B
3	0.08	B

Anexo N° 79. Comparación de medias del Extracto libre de nitrógeno de subproductos de plátano mediante la prueba Tukey

PRODUCTO	MEDIA	GRUPOS HOMOGÉNEOS
1	84.76	A
3	72.06	B
2	41.79	C

Anexo N° 80. Comparación de medias de la Fibra detergente neutra de subproductos de plátano mediante la prueba Tukey

PRODUCTO	MEDIA	GRUPOS HOMOGÉNEOS
2	50.10	A
3	20.77	B
1	9.97	C

Anexo N° 81. Comparación de medias de la Fibra detergente ácida de subproductos de plátano mediante la prueba Tukey

PRODUCTO	MEDIA	GRUPOS HOMOGÉNEOS
2	32.63	A
3	11.58	B
1	4.72	C

Anexo N° 82. Comparación de medias de la Digestibilidad de subproductos de plátano mediante la prueba Tukey

PRODUCTO	MEDIA	GRUPOS HOMOGÉNEOS
1	97.02	A
3	78.57	B
2	61.71	C

PANEL FOTOGRÁFICO

Anexo N° 83: Recolección de muestras



Imagen N° 001: Rastrojo de maíz



Imagen N°002: Rastrojo de arveja



Imagen N° 003: Cogollo de caña



Imagen N° 004: Cáscara de arveja



Imagen N° 005: Yuca de segunda



Imagen N° 006: Coronade arracacha



Imagen N° 007: Bituca



Imagen N°008: Papa de segunda



Imagen N° 009: Plátano de segunda



Imagen N° 010: Hoja de plátano



Imagen N° 011: Coronade tallo de plátano

Anexo N° 84: Secado, molido y pesado de muestras



Imagen N° 012: Preparación de las muestras



Imagen N° 013: Secado de las muestras en estufas



Imagen N° 014: Molienda de las muestras



Imagen N° 015: Envasado de las muestras

Anexo N° 85: Embolsado, empackado y rotulación de las muestras



Imagen N° 016: Embolsado de las muestras



Imagen N° 017: Empackado y rotulación de muestras

Anexo N° 86: Determinación de la caracterización química de las muestras



Imagen N° 018: Pesado de las muestras en balanza de precisión 0.01



Imagen N° 019: Determinación de Energía bruta



Imagen N° 020: Determinación de grasa



Imagen N° 021: Determinación de cenizas



Imagen N° 022: Determinación de fibra



Imagen N° 023: Determinación de FDN

Imagen N° 027: Pesado de las muestras en bolsas de filtro



Imagen N° 028: Sellado de las bolsas de filtro con muestra



Imagen N° 029: Filtrado del inóculo ruminal



Imagen N° 030: Inóculo ruminal + buffer A y B + bolsas filtro



Imagen N° 031: Incubación por 48 horas