



UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA

UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA
PROGRAMA DE DOCTORADO EN RECURSOS NATURALES
Y GESTIÓN SOSTENIBLE

TESIS DOCTORAL

**CARACTERÍSTICAS DE FERMENTACIÓN Y NUTRITIVAS DE ENSILAJES
DE FORRAJES TROPICALES CON DIFERENTES NIVELES DE INCLUSIÓN
DE SUBPRODUCTOS AGROINDUSTRIALES.**

DOCTORANDO

D. LEON BÓLIVAR MONTENEGRO VIVAS

DIRECTORES DE TESIS

DR. ANTÓN RAFAEL GARCÍA MARTÍNEZ

DR. JUAN HUMBERTO AVELLANEDA CEVALLOS

DR. CECILIO BARBA CAPOTE

CÓRDOBA, 2019

TITULO: **CARACTERÍSTICAS DE FERMENTACIÓN Y NUTRITIVAS DE
ENSILAJES DE FORRAJES TROPICALES CON DIFERENTES
NIVELES DE INCLUSIÓN DE SUBPRODUCTOS
AGROINDUSTRIALES**

AUTOR: *León Bólviv Montenegro Vivas*

© Edita: UCOPress. 2019
Campus de Rabanales
Ctra. Nacional IV, Km. 396 A
14071 Córdoba

[https://www.uco.es/ucopress/index.php/es/
ucopress@uco.es](https://www.uco.es/ucopress/index.php/es/ucopress@uco.es)



UNIVERSIDAD DE CORDOBA



UNIVERSIDAD DE CORDOBA (ESPAÑA)
UNIVERSIDAD TECNICA ESTATAL DE QUEVEDO (ECUADOR)
POSTGRADO EN RECURSOS NATURALES Y GESTIÓN SOSTENIBLE

TESIS DOCTORAL

**CARACTERÍSTICAS DE FERMENTACIÓN Y NUTRITIVAS DE ENSILAJES
DE FORRAJES TROPICALES CON DIFERENTES NIVELES DE INCLUSIÓN
DE SUBPRODUCTOS AGROINDUSTRIALES.**

Tesis presentada por D. LEON BOLIVAR MONTENEGRO para
optar al grado de Doctor por la Universidad de Córdoba (España)

Vº Bº

Dr. Antón García Martínez

Vº Bº

Dr. Juan Avellanera Cevallos

Vº Bº

Dr. Cecilio Barba Capote



D. ANTÓN RAFAEL GARCÍA MARTÍNEZ, PROFESOR TITULAR DE UNIVERSIDAD DEL DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN ANIMAL DE LA UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA.

INFORMA:

Que la tesis Doctoral titulada **CARACTERÍSTICAS DE FERMENTACIÓN Y NUTRITIVAS DE ENSILAJES DE FORRAJES TROPICALES CON DIFERENTES NIVELES DE INCLUSIÓN DE SUBPRODUCTOS AGROINDUSTRIALES**, que se recoge en la siguiente memoria y de la que es autor D. LEÓN BÓLIVAR MONTENEGRO VIVAS, ha sido realizada bajo mi dirección, cumpliendo las condiciones exigidas para que el misma pueda optar al Grado de Doctor por la Universidad de Córdoba.

Lo que suscribo como director de dicho trabajo y a los efectos oportunos, en Córdoba a 8 de Marzo del dos mil diecinueve.

Fdo. Dr. Antón Rafael García Martínez



UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA



D. CECILIO BARBA CAPOTE, PROFESOR CONTRATADO DOCTOR DE UNIVERSIDAD DEL DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN ANIMAL DE LA UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA.

Que la tesis Doctoral titulada **CARACTERÍSTICAS DE FERMENTACIÓN Y NUTRITIVAS DE ENSILAJES DE FORRAJES TROPICALES CON DIFERENTES NIVELES DE INCLUSIÓN DE SUBPRODUCTOS AGROINDUSTRIALES**, que se recoge en la siguiente memoria y de la que es autor D. LEÓN BÓLIVAR MONTENEGRO VIVAS, ha sido realizada bajo mi dirección, cumpliendo las condiciones exigidas para que el misma pueda optar al Grado de Doctor por la Universidad de Córdoba.

Lo que suscribo como director de dicho trabajo y a los efectos oportunos, en Córdoba a 8 de Marzo del dos mil diecinueve.

Fdo. Dr. Cecilio Barba Capote



D. JUAN AVELLANEDA CEVALLOS, PROFESOR CON NOMBRAMIENTO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS DE LA UNIVERSIDAD TECNICA ESTATAL DE QUEVEDO (ECUADOR).

Que la tesis Doctoral titulada **CARACTERÍSTICAS DE FERMENTACIÓN Y NUTRITIVAS DE ENSILAJES DE FORRAJES TROPICALES CON DIFERENTES NIVELES DE INCLUSIÓN DE SUBPRODUCTOS AGROINDUSTRIALES**, que se recoge en la siguiente memoria y de la que es autor D. LEÓN BÓLIVAR MONTENEGRO VIVAS, ha sido realizada bajo mi dirección, cumpliendo las condiciones exigidas para que el misma pueda optar al Grado de Doctor por la Universidad de Córdoba.

Lo que suscribo como director de dicho trabajo y a los efectos oportunos, en Córdoba a 8 de Marzo del dos mil diecinueve.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Juan Avellaneda Cevallos', written over a horizontal line.

Fdo. Dr. Juan Avellaneda Cevallos.



TÍTULO DE LA TESIS:

CARACTERÍSTICAS DE FERMENTACIÓN Y NUTRITIVAS DE ENSILAJES DE FORRAJES TROPICALES CON DIFERENTES NIVELES DE INCLUSIÓN DE SUBPRODUCTOS AGROINDUSTRIALES.

DOCTORANDO/A: D. LEON BOLIVAR MONTENEGRO

INFORME RAZONADO DEL/DE LOS DIRECTOR/ES DE LA TESIS

Durante el desarrollo de la Tesis el doctorando ha profundizado en el conocimiento de la utilización de residuos y subproductos tropicales (aceite de palma, maracuyá, piña y plátano) en alimentación animal bajo la forma de ensilado con Panicum maximum en bovino lechero de doble propósito en la Zona de la Costa de Ecuador. Conocimientos extrapolables al resto áreas tropicales donde está implantado. Asimismo, ha adquirido las habilidades y competencias necesarias para poder abordar la problemática del sector desde una doble perspectiva; por una parte desde la orientación investigadora con toda su secuencia metodológica y por otra parte la resolución de problemas sectoriales de modo solvente.

La Tesis plantea un objetivo novedoso y estratégico, como es el conocimiento del subproducto y a su pauta de utilización, desde el enfoque de la gestión la caracterización del mismo, su análisis químico proximal, la valoración de la digestibilidad; tanto in situ, in vivo, como in vitro. Se evaluaron diferentes niveles de inclusión de residuos agroindustriales buscando optimizar su utilización.

Se plantea el uso estratégico de subproductos tropicales con ensilajes de pasto saboya (Panicum maximum) con un criterio de economía circular donde se priorice la reutilización, la deducción de costes y la reducción del impacto ambiental de los cultivos agrícolas.

Se aplica una metodología actual y rigurosa, para la valoración y la cuantificación de la digestibilidad. Finalmente se proponen una serie de pautas de conservación y uso del subproducto mediante la aplicación de tecnologías de ensilado que favorecen su utilización de modo continuado.

Esta Tesis no constituye un cierre de la investigación sino un punto de inicio ya que abre la metodología de análisis a otras fases del proceso; tales como la creación de una base de datos de valoración de subproductos tropicales en Ecuador y a otras dimensiones de la empresa con nuevos modelos de negocio acorde con los objetivos estratégicos del país.

La presente Tesis Doctoral ha dado lugar a los siguientes trabajos:

- León Montenegro**, Ítalo Espinoza, Adolfo Sánchez, Cecilio Barba, Antón García, Francisco Requena, Andrés Martínez-Marín. 2018. COMPOSICIÓN QUÍMICA Y CINÉTICA DE DEGRADACIÓN RUMINAL in vitro DEL ENSILADO DE PASTO SABOYA (*Megathyrus maximus*) CON INCLUSIÓN DE RESIDUOS DE FRUTAS TROPICALES. Revista Científica de la Universidad de Zulia de Venezuela. Revista Científica, FVC-LUZ / Vol. XXVIII, N° 4, 306 - 312,
- Ítalo Espinoza Guerra, Christian Pérez Oñate, **León Montenegro**, Adolfo Sánchez, Antón García, Andrés Martínez Marín. 2016. Composición química y cinética de degradación ruminal in vitro del ensilado de pasto saboya (*Megathyrus maximus*) con niveles crecientes de inclusión de residuo de maracuyá (*Passiflora edulis sims.*). Revista Científica de la Universidad de Zulia de Venezuela. (Aceptado y en edición)
- Ítalo Espinoza, **Bolívar Montenegro**, José Rivas, Manuel Romero, Antón García y Andrés L. Martínez. 2016. Características microbianas, estabilidad aeróbica y cinética de degradación ruminal del ensilado de pasto saboya (*Megathyrus maximus*) con niveles crecientes de cáscara de maracuyá (*Passiflora edulis*). Revista Científica de la Universidad de Zulia de Venezuela. (En revisión).
- Ítalo Espinoza, Mirian Medina, Juan Avellaneda, **León Montenegro**, Adolfo Sánchez, Antón García y Andrés Martínez. 2015. Degradabilidad ruminal in situ de ensilajes de pasto saboya (*Panicum maximun*) con diferentes niveles de inclusión de cáscara de maracuyá (*Passiflora edulis*). XXIV Reunión de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal (ALPA) y XV Congreso de la Sociedad Chilena de producción Animal, Chile.
- Ítalo Espinoza, Mirian Medina, **León Montenegro**, Adolfo Sánchez, Magdalena Herrera, Gustavo Quintana, Christian Peñafiel, Christian Pérez, Antón García y Andrés Martínez. 2015. Composición química y degradabilidad ruminal in situ de subproductos de maracuyá (*Passiflora edulis*) y plátano (*Musa AAB*). XXIV Reunión de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal (ALPA) y XV Congreso de la Sociedad Chilena de producción Animal, Chile.
- Ítalo Espinoza, Adolfo Sánchez, **León Montenegro**, Juan Avellaneda José Rivas, Víctor Godoy. 2014. Composición química y estabilidad aeróbica de ensilados en forma de microsilos de la cáscara de maracuyá (*Passiflora edulis*). Proceedings del IV Simposium Latinoamericano de Producción Animal: Revista Ciencia y Tecnología – Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Suplemento: volumen 7. n° 2, 2014; Revista Espam - Ciencia Escuela Politécnica Agropecuaria de Manabí. Suplemento: Volumen 5. n° 1, 2014; Talentos Revista de Investigación -Universidad Estatal de Bolivar. Suplemento: Volumen 2. n° 1, 2014; Revista Logros - Universidad Técnica de Babahoyo. Suplemento: volumen 3. n° 1, 2013. p. 91 – 96.
- León Montenegro**, Adolfo Sánchez, Ítalo Espinoza, Juan Avellaneda, José Rivas, Edison Mazón. 2014. Composición química y cinética de la fermentación y degradabilidad ruminal in vitro de dietas con diferentes niveles de aceite de palma africana *Elaeis guineensis jacq.* Proceedings del IV Simposium Latinoamericano de Producción Animal: Revista Ciencia y Tecnología – Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Suplemento: volumen 7. n° 2, 2014; Revista Espam - Ciencia Escuela Politécnica Agropecuaria de Manabí. Suplemento: Volumen 5. n° 1, 2014; Talentos Revista de Investigación -Universidad Estatal de Bolivar. Suplemento: Volumen 2. n° 1, 2014; Revista Logros - Universidad Técnica de Babahoyo. Suplemento: volumen 3. n° 1, 2013. p. 67-72.
- Carlos Aguirre, **León Montenegro**, Ítalo Espinoza, Adolfo Sánchez, Juan Avellaneda, César A. Meza. 2014. Cinética de fermentación y degradabilidad ruminal in vitro de dietas con diferentes fuentes de nitrógeno. Proceedings del IV Simposium Latinoamericano de Producción Animal: Revista Ciencia y Tecnología – Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Suplemento: volumen 7. n° 2, 2014; Revista Espam - Ciencia Escuela Politécnica

Agropecuaria de Manabí. Suplemento: Volumen 5. n° 1, 2014; Talentos Revista de Investigación -Universidad Estatal de Bolívar. Suplemento: Volumen 2. n° 1, 2014; Revista Logros - Universidad Técnica de Babahoyo. Suplemento: volumen 3. n° 1, 2013. p. 73-79.

Juan Fierro, Andrés Martínez, Nieves Núñez, José Rivas, Adolfo Sánchez, **León Montenegro**, Ítalo Espinoza. 2014. Valoración nutritiva de piensos comerciales para conejos. Proceedings del IV Simposium Latinoamericano de Producción Animal: Revista Ciencia y Tecnología – Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Suplemento: volumen 7. n° 2, 2014; Revista Espam - Ciencia Escuela Politécnica Agropecuaria de Manabí. Suplemento: Volumen 5. n° 1, 2014; Talentos Revista de Investigación -Universidad Estatal de Bolívar. Suplemento: Volumen 2. n° 1, 2014; Revista Logros - Universidad Técnica de Babahoyo. Suplemento: volumen 3. n° 1, 2013. p. 97-105.

Víctor Godoy, Carlos Aguirre, Adolfo Sánchez, **León Montenegro**, Carlos Mazón, Juan Avellaneda, Ítalo Espinoza. 2014. Composición química y cinética de fermentación y degradabilidad ruminal in vitro de dietas con diferentes inclusiones de harina de banano y urea. Proceedings del IV Simposium Latinoamericano de Producción Animal: Revista Ciencia y Tecnología – Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Suplemento: volumen 7. n° 2, 2014; Revista Espam - Ciencia Escuela Politécnica Agropecuaria de Manabí. Suplemento: Volumen 5. n° 1, 2014; Talentos Revista de Investigación -Universidad Estatal de Bolívar. Suplemento: Volumen 2. n° 1, 2014; Revista Logros - Universidad Técnica de Babahoyo. Suplemento: volumen 3. n° 1, 2013. p. 119-125.

León Bolívar Montenegro Vivas, Jhon Bolívar Montenegro Holguín, Adolfo Rodolfo Sánchez Laiño, Ítalo Espinoza, Jorge Quintana, Antón García. 2017. DIGESTIBILIDAD IN SITU DEL ENSILAJE DEL PASTO SABOYA (*Panicum máximum*) CON DIFERENTES NIVELES DE RECHAZO DE PIÑA *Ananas Comosus*. IV Congreso Internacional de Ciencia Tecnología Innovación y Emprendimiento. CITE 2017. Book of Proceedings. Universidad Estatal de Bolívar. Ecuador. ISBN: 978-9978-364-38-3. P. 112 – 125

Adolfo Sánchez-Laiño, Ítalo Espinoza-Guerra, **León Montenegro Vivas**, Antón García Marinez, Andrés Martínez-Marín. 2017. CARACTERÍSTICAS NUTRITIVAS Y FERMENTATIVAS DEL ENSILAJE DE RASTROJO DE MAÍZ (*Zea mays*) ENRIQUECIDO CON UREA MÁS MELAZA. IV Congreso Internacional de Ciencia Tecnología Innovación y Emprendimiento. CITE 2017. Book of Proceedings. Universidad Estatal de Bolívar. Ecuador. ISBN: 978-9978-364-38-3. P. 164 – 166.

Espinoza-Guerra Ítalo, **Montenegro-Vivas León**, Sánchez-Laiño Adolfo, Quintana-Zamora Gustavo, García-Martínez Antón, Martínez-Marín Andrés, Barba-Capote Cecilio. 2017. COMPOSICIÓN QUÍMICA Y DEGRADABILIDAD RUMINAL IN SITU DE SUBPRODUCTOS DE MARACUYÁ (*PASSIFLORA EDULIS*) Y PLÁTANO (*MUSA AAB*). IV Congreso Internacional de Ciencia Tecnología Innovación y Emprendimiento. CITE 2017. Book of Proceedings. Universidad Estatal de Bolívar. Ecuador. ISBN: 978-9978-364-38-3. P. 245-246.

Andrés L. Martínez Marín, Ana Cabello Salinas, Nieves Núñez Sánchez, Francisco Peña Blanco, **León Montenegro**, Yenny Torres, Dolores Mejías Rivas. 2015. Relaciones entre los ácidos grasos de la leche de cabra derivados del metabolismo microbiano ruminal Book of Proceedings. Universidad Estatal de Bolívar. Ecuador. ISBN: 978-9978-364-14-7. P. 105 - 107

Ítalo Espinoza, Juan Avellaneda, Adolfo Sánchez, **León Montenegro**, Gustavo Quintana, Délsito Zambrano, Marlene Medina, Mayra Peña y Linda López. 2013. Characterization of nutritive value and aerobic stability of passion fruit (*Passiflora edulis*) rind silage. J. Anim. Sci. Vol. 91, E-Suppl. 2/J. Dairy Sci. Vol. 96, E-Suppl. 1.

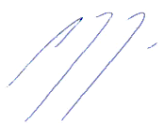
Leon Montenegro Vivas, Andrés Martínez Marín, Adolfo Sanchez Laiño, Ítalo Espinoza Guerra, Orly Cevallos Falquez, Nieves Nuñez Sanchez, Francisco Peña Blanco, Anotn Garcia Martínez. 2015. PREDICCIÓN DE LA DIGESTIBILIDAD IN VIVO A PARTIR

DE LA DIGESTIBILIDAD IN VITRO EN SUBPRODUCTOS FORRAJEROS
CONSERVADOS POR DIFERENTES PROCEDIMIENTOS. Libro de Actas XI Congreso
Iberoamericano de Razas Criollas y Auóctonas. 285-287

Por todo ello, se autoriza la presentación de la tesis doctoral.

Córdoba, 8 de Marzo de 2019

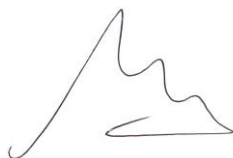
Firma del/de los director/es



Fdo.: Antón Rafael García Martínez



Fdo.: Juan Avellaneda Cevallos



Fdo.: Cecilio Barba Capote

AGRADECIMIENTOS

*Mi gratitud con la **Universidad Técnica Estatal de Quevedo (Ecuador)**, y en su nombre al Dr. Eduardo Díaz Ocampo, Rector de nuestra institución, a mis colegas y estudiantes por siempre ofrecerme su amistad y experiencia y a todo el personal administrativo por agilizar los procesos durante este periodo.*

*Un agradecimiento especial para la **Universidad de Córdoba (España)**, al Programa de Doctorado de Recursos Naturales y Sostenibilidad. IdEP - Instituto de Estudios de Postgrado*

A mis directores; primero y como más importante, me gustaría agradecer al Dr. Antón García Martínez, por todo el apoyo brindado y por motivarme en mi formación como Investigador,

A los Doctores Cecilio Barba y Juan Avellaneda por haberme brindado la oportunidad de recurrir a su capacidad y conocimiento científico y haberme ayudado en mi estudio de doctorado.

Al personal técnico del Laboratorio de Rumiología y Metabolismo Nutricional (RUMEN) de la UTEQ por su soporte y colaboración técnica durante el proceso de esta investigación.

Mi agradecimiento también para Andrés Martínez y resto del personal del Dpto de Producción Animal que siempre me brindaron su amistad y apoyo durante mi estancia en Córdoba,

Un eterno agradecimiento a todos nuestros familiares en España y Ecuador por el apoyo recibido durante estos cuatro años de trabajo científico.



El desarrollo de la presente Tesis Doctoral se enmarca dentro del Convenio Específico de Cooperación en Postgrado entre:

La Universidad de Córdoba (España) y la Universidad Técnica Estatal de Quevedo (Ecuador) (2011-2016)

Asimismo el estudio se ha desarrollado dentro del marco de los siguientes Proyecto de investigación financiados por la UTEQ

1. Caracterización y tipificación de subproductos y residuos tropicales de uso alimenticio en alimentación del bovino de doble propósito (Ecuador). Financiado por el Fondo Competitivo de Investigación Científica y Tecnológica “FOCICYT Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Convocatoria Extraordinaria # 2. y dirigido por D. Italo Espinoza Guerra y D. Antón Rafael García Martínez. 2014
2. Caracterización de ensilajes de pasto Elefante (*Pennisetum purpureum*) con inclusión de residuos agroindustriales tropicales de uso alimenticio del bovino de doble propósito. Financiado por el Fondo Competitivo de Investigación Científica y Tecnológica “FOCICYT” Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Convocatoria Extraordinaria # 3. y dirigido por D. Italo Espinoza Guerra y D. Antón Rafael García Martínez. 2015
3. Caracterización de ensilajes de pastos tropicales con niveles de inclusión de residuos agrícolas y agroindustriales de uso alimenticio en rumiantes, Financiado por el Fondo Competitivo de Investigación Científica y Tecnológica “FOCICYT” Universidad Técnica Estatal de Quevedo Convocatoria Extraordinaria # 4. y dirigido por D. Italo Espinoza Guerra, D. Antón Rafael García Martínez y D. Andrés Martínez Marín. 2016.

CARACTERÍSTICAS DE FERMENTACIÓN Y NUTRITIVAS DE ENSILAJES DE FORRAJES TROPICALES CON DIFERENTES NIVELES DE INCLUSIÓN DE SUBPRODUCTOS AGROINDUSTRIALES.

INDICE GENERAL

| | |
|---|-----------|
| 1. INTRODUCCIÓN | 9 |
| 1.1.El proyecto | 12 |
| 1.2. El contexto ecuatoriano en la Costa | 20 |
| 1.3. Justificación de la investigación | 24 |
| 2. OBJETIVOS | 29 |
| 3. REVISION BIBLIOGRAFICA | 33 |
| 3.1. El uso del suelo agrícola de Ecuador a nivel regional. | 35 |
| 3.1.1. Características generales del Pasto saboya (<i>Panicum maximum</i>). | 37 |
| 3.1.2. La maracuyá (<i>Passiflora edulis</i>). | 39 |
| 3.1.3. Residuos de Piña (<i>Ananas comosus</i>) | 44 |
| 3.1.4. El plátano (<i>Musa sapientum</i>) | 47 |
| 3.1.5. Efluente de palma aceitera (<i>Elaeis guinensis</i>) | 50 |
| 3.2. El ensilaje | 59 |
| 3.2.1 Importancia del ensilaje. | 60 |
| 3.2.2. La compresión del ensilaje. | 61 |
| 3.2.3. Picado del pasto. | 61 |
| 3.2.4. El proceso del ensilaje | 62 |
| 3.2.5. Cinética de degradación. | 64 |
| 3.3. Degradabilidad <i>in vitro</i> | 67 |
| 3.3.1. Metodología DAISY II (ANKOM TECHNOLOGY) | 68 |
| 3.4. Los sistemas de producción pecuaria en Ecuador | 70 |
| 3.5. Utilización de residuos agroindustriales. | 71 |

| | |
|---|------------|
| 4. MATERIAL Y METODOS | 80 |
| 4.1. Plan experimental | 82 |
| 4.2. Materias primas, manejo de animales y preparación de muestras. | 84 |
| 4.3. Metodología específica Experiencia 1 | 89 |
| 4.4. Metodología específica Experiencia 2 | 91 |
| 4.5. Metodología específica Experiencia 3 | 93 |
| 4.6. Metodología específica Experiencia 4 | 94 |
| 4.7. Metodología específica Experiencia 5 | 97 |
| 4.8. Análisis estadístico | 98 |
| 5 RESULTADOS Y DISCUSION. | 99 |
| 5.1. Experiencia 1 | 101 |
| 5.2. Experiencia 2. | 121 |
| 5.3. Experiencia 3 | 126 |
| 5.4. Experiencia 4 | 131 |
| 5.5. Experiencia 5 | 136 |
| 6 CONSIDERACIONES E IMPLICACIONES | 145 |
| 7 CONCLUSIONES | 155 |
| 8 RESUMEN | 159 |
| 9 ABSTRACT | 165 |
| 10 BIBLIOGRAFIA | 171 |

INDICE DE FIGURAS

| | |
|--|-----|
| Figura 1. Justificación del uso de subproductos. | 16 |
| Figura 2. Uso de de subproductos en alimentación animal. | 20 |
| Figura 3. Caja negra del plátano. | 21 |
| Figura 4. Estrategia de uso de residuos en alimentación animal. | 23 |
| Figura 5. Regiones geoclimáticas del Ecuador | 36 |
| Figura 6. Distribución de pastos en la zona de la Costa de Ecuador. | 38 |
| Figura 7. Caracterización productiva de la piña. | 44 |
| Figura 8. Clasificación de piñas. | 45 |
| Figura 9. Residuos de plátano. | 47 |
| Figura 10. Evolución del precio y la producción. | 48 |
| Figura 11. Caracterización de la Palma africana de aceite. | 54 |
| Figura 12. Procesamiento de la palma aceitera (Vargas et al., 2003). | 55 |
| Figura 13. Proceso del ensilado. | 60 |
| Figura 14. Curva de degradación exponencial típica (Vanegas, 2011) | 65 |
| Figura 15. Curva de degradación obtenida con diferentes subproductos. | 66 |
| Figura 16. Aplicación elaborada para determinar la cinética. | 67 |
| Figura 17. Esquema de la metodología de degradabilidad in vitro con incubadora DAISY II. | 69 |
| Figura 18. Pastoreo. | 72 |
| Figura 19. Degradabilidad in vitro, laboratorio UTEQ | 83 |
| Figura 20. Degradabilidad in situ, Laboratorio UTEQ. | 84 |
| Figura 21. Materia seca. | 102 |
| Figura 22. Materia orgánica. | 104 |
| Figura 23. Fibra detergente acida. | 105 |
| Figura 24. Fibra Neutro Detergente. | 106 |
| Figura 25. Porcentaje de cenizas. | 107 |
| Figura 26. Comparación del pH entre dietas. | 108 |
| Figura 27. Comparación del pH a las tres horas de apertura del silo. | 109 |
| Figura 28. Comparación del pH a las seis horas de apertura. | 110 |
| Figura 29. Comparación del pH a las doce horas de apertura. | 111 |
| Figura 30. Comparación del pH a las veinticuatro horas de apertura | 112 |

| | |
|--|-----|
| Figura 31. Comparación del pH a las cuarenta y ocho horas de apertura. | 113 |
| Figura 32. Comparación del pH a las setenta y dos horas de apertura. | 114 |
| Figura 33. MS in vitro. | 115 |
| Figura 34. Esquema de valoración de subproductos. | 147 |
| Figura 35. Composición química nutricional | 152 |
| Figura 36. Estabilidad de los silos | 153 |
| Figura 37. Microbiología de los silos | 153 |
| Figura 38. Digestibilidad y cinética | 154 |

INDICE DE TABLAS.

| | |
|---|-----|
| Tabla 1. Composición química de la cáscara de maracuyá (<i>Passiflora edulis</i>).. | 40 |
| Tabla 2. Composición nutricional de la piña. | 46 |
| Tabla 3. Composición nutricional del lodo de palma. | 56 |
| Tabla 4. Composición química del pasto saboya (<i>Panicum maximum Jacq.</i>) de 45 días de corte y cáscara de maracuyá (<i>Passiflora edulis Sims.</i>). | 85 |
| Tabla 5. Dietas experimentales con niveles de Palma africana. | 90 |
| Tabla 6. Tratamientos. | 97 |
| Tabla 7. Promedios de materia seca. | 102 |
| Tabla 8. Promedios de materia orgánica | 103 |
| Tabla 9. Promedios de Fibra detergente acida. | 104 |
| Tabla 10. Fibra Neutro detergente. | 105 |
| Tabla 11. Promedios de Cenizas. | 106 |
| Tabla 12. Promedios de PH cero. | 108 |
| Tabla 13. Comparación del pH a las tres horas de apertura. | 109 |
| Tabla 14. Comparación del pH a las seis horas de apertura. | 110 |
| Tabla 15. Comparación del pH a las doce horas de apertura. | 111 |
| Tabla 16. Comparación del pH a las veinticuatro horas de apertura. | 112 |
| Tabla 17. Comparación del pH a las cuarenta y ocho horas de apertura. | 113 |
| Tabla 18. Comparación del pH a las setenta y dos horas de apertura. | 114 |
| Tabla 19. Promedios de Materia Seca In Vitro. | 115 |
| Tabla 20. Evolución del pH | 116 |
| Tabla 21. Degradabilidad in vitro de la Materia Seca | 118 |
| Tabla 22. Composición química de los materiales utilizados en el ensilaje. | 121 |
| Tabla 23. Composición química de los ensilajes de Pasto de saboya con inclusión de residuos de fruta. | 123 |
| Tabla 24. Cinética de la degradación in vitro de la materia seca, fibra neutro detergente y fibra acido detergente de ensilajes de pasto de saboya (<i>Panicum maximum Jacq.</i>) con inclusión de residuos de fruta. | 125 |
| Tabla 25. Composición química de la cáscara de piña, rechazo de piña (cáscara y pulpa) y emoliente de palma. | 126 |
| Tabla 26. Cinética de degradación ruminal in situ de la materia de la cáscara de piña, rechazo de piña (cáscara y pulpa) y palmiste. | 128 |
| Tabla 27. Composición química de los ensilajes de Pasto de saboya con inclusión | 132 |

de residuos de fruta.

| | |
|--|-----|
| Tabla 28. Cinética de la degradación in vitro de la materia seca, fibra neutro detergente y fibra ácido detergente de ensilajes de pasto de saboya (<i>Panicum maximum</i> Jacq.) con inclusión de residuos de fruta. | 133 |
| Tabla 29. Cinética de degradación ruminal in vitro de la materia orgánica del ensilado de pasto de saboya con diferentes niveles de inclusión de rechazo de piña (<i>Ananas comosus</i>). | 135 |
| Tabla 30. Digestibilidad in situ de la materia seca del ensilaje del pasto Saboya (<i>Panicum maximum</i>), asociado con diferentes niveles de rechazo de piña (<i>Ananas comosus</i>). | 138 |
| Tabla 31. Digestibilidad in situ de la materia orgánica del ensilaje del pasto Saboya (<i>Panicum maximum</i>), asociado con diferentes niveles de rechazo de piña (<i>Ananas comosus</i>). | 140 |
| Tabla 32. Digestibilidad in situ de la materia inorgánica del ensilaje del pasto Saboya (<i>Panicum maximum</i>), asociado con diferentes niveles de rechazo de piña (<i>Ananas comosus</i>). | 143 |
| Tabla 33. Listado de materias primas/mezclas evaluadas | 151 |

ABREVIATURAS

Listado de abreviaturas utilizadas en el texto.

CMS: consumo de materia seca

CNF: carbohidratos no fibrosos

DISMS: Degradabilidad *in situ* de la materia seca

DIVMS: Degradabilidad *in vitro* de la materia seca

EM: energía metabolizable

FAD: fibra ácido detergente

FND: fibra neutro detergente

MS: materia seca

PB: proteína bruta

PV: peso vivo

A degradabilidad potencial

a fracción soluble

B fracción no soluble

c tasa fraccional de de degradación constante del alimento

DE degradabilidad efectiva

EE extrato etéreo

FDA fibra detergente ácida

FDN fibra detergente neutra

k tasa fraccional de pasaje

MS materia seca

RCM Residuo cáscara de maracuyá

RCPI Residuo cáscara de plátano

RCPi Residuo cáscara piña

pH potencial hidrogeno

PNDR proteína no degradable del rumen

R2 coeficiente de determinación de ecuación

tiempo de incubación en el rumen

I.- Introducción

I. INTRODUCCION

Una vez inmersos en pleno siglo XXI, la Humanidad se enfrenta a dos grandes retos globales, como son el incremento de la producción alimentaria para satisfacer las necesidades nutritivas de una población cada vez más numerosa y la lucha contra el Cambio climático, teniendo en cuenta la existencia de un denominador común en ambos casos: la presión sobre los recursos naturales y el aumento de la competencia por su gestión. En este sentido, hay que tener en cuenta que en las últimas décadas hemos alcanzado cotas de alta productividad, habiendo crecido más del triple en producción agrícola en el periodo 1969-2015 gracias a la implantación de las tecnologías de la Revolución verde que contribuyeron a la expansión significativa del uso de la tierra, el agua y otros recursos naturales para fines agrícolas, así como el incremento de la productividad de los sistemas pero, actualmente, la mejora del rendimiento se está frenando, por cuanto se hace difícil mantener el ritmo de crecimiento de la producción en las décadas venideras (FAO, 2017).

La FAO estima que, para cubrir la demanda en el año 2050, la agricultura mundial tendrá que producir casi un 50% más de alimentos, forraje y biocombustible (FAO, 2017). De ahí, que se haga necesaria la inversión en Investigación y Desarrollo, así como en Innovación y Formación, que permitan la implementación de técnicas innovadoras que apuesten tanto por la agricultura climáticamente inteligente como la mejora de la gestión de procesos para la optimización de toda la biomasa disponible en nuestros sistemas productivos, todo ello bajo criterios de ecoeficiencia bajo una perspectiva de sostenibilidad integral en cuanto a la gestión y uso racional de los recursos naturales.

1.1. El proyecto

El presente proyecto de tesis doctoral se enmarca en el ámbito de la innovación tecnológica, dentro del área agroalimentaria y comprendido en los ejes estratégicos del Plan del Buen Vivir recogidos en los objetivos país, con dos vertientes estrechamente ligadas: Mitigación del cambio climático mediante el tratamiento de residuos de la industria agroalimentaria y su utilización como alimentos para el ganado; ambas marcadas como líneas prioritarias en el país como herramienta clave de competitividad territorial y sostenibilidad.

Por otra parte, la dificultad de acceso al dólar, y la creciente subida de precios de las diferentes materias primas, utilizadas habitualmente en alimentación animal, provoca una crisis de financiera en el sector, por lo que es y será prioritario seguir desarrollando nuevas alternativas productivas que disminuyan el coste de la ración.

La tecnología por desarrollar en un futuro, a partir del conocimiento que se genera en la investigación, será la puesta en marcha de un sistema de transformación de residuos agroalimentarios altamente contaminantes en productos alimenticios de calidad moderada y bajo coste para el ganado, lo que supone dar solución a la problemática ambiental de los residuos a la vez que se favorece la viabilidad real de la producción ganadera y la soberanía alimentaria de acuerdo con la Ley Orgánica del Régimen de Soberanía Alimentaria del Ecuador.

Las nuevas tendencias de investigación apuntan en el sentido de evitar la sobreproducción protegida, el deterioro ambiental y el abandono del medio rural. La puesta en marcha de la reforma sectorial obliga, a corto plazo, a compatibilizar

producción agrícola y ganadera con la capacidad productiva del entorno, salvaguardando el medio natural frente a la sobreexplotación de recursos.

En Ecuador la disponibilidad de recursos naturales para el sostenimiento de la ganadería en épocas de carencia (sequías prolongadas de seis meses) y ante el incremento de la producción ganadera es insuficiente; debido fundamentalmente a las características climáticas de la región. Esta situación provoca que la producción de alimentos para el ganado no resulte suficiente para cubrir la demanda de los diferentes sectores ganaderos durante todo el año. Por otra parte, la producción de alimentos para el ganado entra en competencia directa con la producción de alimentos para la población humana a la vez que existe un elevado nivel de dependencia de la importación de materias primas para la alimentación animal, factores que limitan el desarrollo de la ganadería y disminuyen su competitividad. De hecho, la ganadería acaba de iniciar una crisis de rentabilidad debido al incremento de la productividad asociado a la subida de precios de las diferentes materias primas utilizadas en alimentación animal.

Por otra parte, la actividad agraria y agroalimentaria en la zona de la Costa, y en provincias como los Ríos y Manabí, genera gran cantidad de subproductos y residuos. Estos residuos, además de contaminar el medio ambiente, no tienen *a priori* un valor económico y su eliminación es un proceso costoso que se traduce en un incremento en el precio final de los productos tropicales y disminuye la competitividad al sector. En la actualidad se han encontrado algunas utilidades a estos subproductos, como la elaboración de humus, la obtención de pasta de papel, la producción de carbón activo o la transformación en biometano por digestión anaerobia. No obstante, estos procesos

requieren un elevado volumen de subproductos y siguen siendo costosos, por lo que la cantidad de residuos que quedan pendientes de reciclar es muy elevada.

Una de las soluciones más interesantes para el reciclaje de subproductos agroalimentarios es su transformación en alimentos para el ganado. Este proceso permitiría la eliminación de gran cantidad de residuos vegetales, pasando a convertirse de un problema costoso a un recurso aprovechable; es decir una nueva materia prima de otro proceso productivo. Asimismo, su utilización reduce el coste de la alimentación animal y el nivel de dependencia de insumos externos, lo que se traduce en un incremento la rentabilidad final del sector ganadero.

Entre las ventajas del uso de subproductos en alimentación animal, destacan:

- Disponibilidad de recursos propios de bajo coste para el mantenimiento de animales en épocas de ausencia de pastos (6 meses).
- Reducción significativa de la utilización de materias primas foráneas en alimentación animal de elevado precio.
- Se evita la sobreexplotación de los pastos, en especial en aquellas zonas en las que se establece una relación de confrontación entre espacios naturales y ganadería.
- Desarrollo en la región de una industria del procesado de alimentos para el ganado a partir de estas materias primas.

Actualmente ya se utilizan de modo primario los subproductos en alimentación animal, tales como los residuos de cultivos tropicales (banano, piña, maracuyá, cacao, etc.). Aunque su uso se está generalizando, la industria productora de alimentos para el ganado sólo ha incorporado una pequeña parte de la variedad de subproductos generados, en pequeños volúmenes, mediante aportación directa a la ración y de modo desbalanceado. En la mayor parte de los casos, su uso se limita a las zonas de producción ya que los procesos de conservación y mejora desarrollados hasta el momento no son económicamente viables, la dietas están poco desarrolladas y, todavía más importante. no hay inventarios fiables de subproductos ni tablas de valoración adecuadas.

Desde el punto de vista tecnológico, la manipulación y conservación de estos subproductos es deficitaria. Los principales problemas que plantea la conservación de subproductos son su contenido de agua relativamente alto y la presencia de sustancias tales como grasas o factores antinutricionales (Barros, 2019). La deshidratación es hoy un proceso caro debido a la energía que requiere. Además, su eficacia como forma de conservación de subproductos ricos en sustancias grasas parece muy limitada. Los pocos ensayos efectuados en pequeña escala de conservación por ensilado indican una posibilidad de conservación más sencilla, económica y eficaz utilizando el método de ensilado por amontonamiento, que permite almacenar cantidades muy variables que oscilan desde algunas toneladas a varios centenares. Dado que la mayor parte de subproductos frescos se conservan muy poco tiempo, debe distribuirse muy rápidamente a los animales o ensilarse lo antes posible para que no se altere.

Justificación

Políticas y lineamientos del PNBV (2013-2017)

Es garantizar la producción, manufactura, industrialización y comercialización, de productos y subproductos pecuarios, que sean económicamente rentables, amigables con el medio ambiente, socialmente justas, sostenibles en el tiempo, que permitan incrementar los niveles de vida impulsando la producción de forma sostenible y sustentable

- Caracterización y tipificación de subproductos y residuos tropicales de uso alimenticio en alimentación del bovino de doble propósito (Ecuador)
- Inocuidad, salubridad y calidad.
- Garantizar el abasto, variedad y precios razonables.
- Prácticas productivas sostenibles.

Contribuir a transformar el modelo de matriz productiva; donde se evolucione de una matriz productivista por intensificación a una matriz del conocimiento y generar valor agregado en los productos agroalimentarios

Figura 1. Justificación del uso de subproductos.

Por otra parte, un amplio número de experimentos han indicado un bajo valor nutricional de los subproductos y una deficiente digestibilidad de los residuos y subproductos, lo que suele explicarse por una disminución de la actividad enzimática y de la microbiota simbiótica en las diferentes especies animales. Algunos subproductos presentan una fuerte concentración de ácidos grasos libres que puede producir alteraciones en la digestión y el apetito (Edwin et al., 1956; Buysse, 1962; Yanschoubroek, 1965). Otros pueden actuar a través de compuestos simples, del tipo de los fenoles, que inhibirían la fermentación, o más complejos, del tipo de los taninos, que harían insolubles las proteínas de la ración o del propio subproducto (Theriez y Boule, 1970). Asimismo, en los subproductos ricos en lignina y pobres en contenido celular como los orujos o la paja, se produce un fenómeno de protección de los hidratos de carbono vinculados a la lignina. En efecto, cuando se han tratado con álcalis, su digestibilidad casi se ha cuadruplicado (Nefzaoui, 1983). No obstante, son limitados los

estudios realizados sobre la digestibilidad de muchos subproductos y sus resultados son muy heterogéneos. Además, las condiciones de los ensayos no siempre están claramente definidas y corresponden a ciclos diferentes, productos de diverso origen, etc., lo que crea problemas para la interpretación de los resultados obtenidos.

Respecto al mejoramiento del valor nutritivo de residuos y subproductos, como en el caso de la paja, es sobre todo el tratamiento con álcalis el que ha sido objeto de más investigaciones (Mercia, 2015). Así, destaca el tratamiento con soda, con el que se ha conseguido que la digestibilidad aumente hasta alcanzar valores del 50 al 70 por ciento cuando se emplean cantidades del 6 al 8 por ciento de sosa en orujo (Abdouli, 1979; Nefzaoui, 1979). A través de estudios realizados en microsilos con álcalis han demostrado que la digestibilidad *in-situ* mejora de manera importante utilizando grandes dosis de sosa (8 por ciento) y es superior a la obtenida con el amoníaco. El tratamiento con amoníaco gaseoso también en microsilos con melaza también deriva un aumento importante de su valor nutritivo, en particular por un enriquecimiento en nitrógeno y el aumento de la digestibilidad de todos los nutrientes y en particular de las sustancias nitrogenadas. Los ensayos realizados por Nefzaoui y Deswysen (1982) sobre subproductos ensilados con excrementos de aves han demostrado que se conservaban muy bien los productos ensilados con un 70 por ciento de excrementos que se habían acumulado durante menos de 21 días. Destacan también los estudios de Vaccarino et al., (1982) que han comparado tratamientos con distintas dosis de NaOH y Na₂CO₃ en orujos parcialmente deshuesados.

Dentro del grupo de subproductos disponible, su estrategia de valorización debe determinar, por una parte, cuáles son los subproductos idóneos para el proceso

fermentativo, atendiendo a su composición química y valor nutritivo, así como determinar el valor biológico de los productos transformados, de modo que permitan su utilización con garantías técnicas y económicas en la alimentación de las diferentes especies animales y estados productivos. Por otra parte, se deben contemplar criterios adicionales que permitan la industrialización del proceso de transformación y su comercialización.

El trabajo desarrollado tiene varias fases de ejecución. En una primera etapa, se aborda la elección de los subproductos a utilizar. En Ecuador se produce una gran cantidad y variedad de residuos y subproductos agroalimenticios tropicales y se conoce parcialmente la composición química-nutricional de algunos de ellos, que son muy aptos para el proceso fermentativo. No obstante, la dispersión de la producción y el escaso volumen global de algunos de ellos no justifican un empleo de los mismos a escala industrial, debiéndose limitar su empleo ganadero a las zonas próximas a la producción. Por otra parte, el volumen y calendario de producción y posible aptitud para su conservación fuera de las épocas de producción. En la actualidad no se dispone de suficiente información aplicada (factores de calidad, mezclas, procesos tecnológicos a pequeña escala) sobre la posibilidad de aplicar distintas técnicas de conservación (henificación y ensilado) que pudieran permitir un aprovechamiento fuera de las épocas de producción de muchos subproductos. La conservación tiene unas dificultades adicionales como son la elevada humedad y la heterogeneidad de la mayoría de estos productos. En una segunda etapa se aborda el estudio de la utilidad de los productos transformados a dos niveles: el valor químico-nutricional y por otra parte su valoración biológica. Este estudio supone generar el conocimiento de base para su implantación

industrial. Conocer la capacidad para atender a las necesidades nutritivas de los animales es esencial para la introducción de cualquier subproducto en un sistema de alimentación. Hasta el momento se conoce parcialmente la composición química-nutricional de muchos subproductos y residuos, pero se conoce muy poco sobre su aptitud para ser aprovechados eficientemente en alimentación animal (Aguilera, 1989; Boza et al., 1984).

El estudio sólo aborda una primera etapa, ya que estudios posteriores es necesario su valoración productiva (con distintas especies y estados fisiológicos), las pautas de utilización en las especies de interés y la propuesta de raciones adecuadas a cada estado productivo y especie animal. Finalmente, habría que implantarlo en centros de engorde. Contemplar la evaluación del rendimiento productivo en una red de fincas de referencia, que permitan una estimación del coste de la unidad alimenticia. Solo así se podrá establecer una comparación respecto a fuentes de alimento tradicionales.

Este conocimiento que arranca con esta tesis contribuye a:

- Estandarizar el proceso de transformación de subproductos y su implantación a nivel industrial.
- Transformar a nivel industrial subproductos sin valor económico y altamente contaminantes en productos alimenticios aptos para su utilización en granjas comerciales
- Determinar las pautas óptimas de utilización de los nuevos productos en las granjas comerciales, reduciendo el coste de alimentación.

1.2. El contexto ecuatoriano en la Costa

El intervalo de las precipitaciones en el litoral ecuatoriano provoca una época de alta productividad de las pasturas (presencia de lluvias) y otra de escasez (ausencia de lluvias) que deprimen la productividad de los hatos ganaderos. Por otra parte, la gran diversidad de cultivos tropicales y de recursos forrajeros existentes son en gran parte desaprovechada; pues, no se implementan sistemas de conservación, debido al desconocimiento de los beneficios de esta práctica, el desconocimiento de su valor productivo, de su utilidad y la disponibilidad de los materiales potencialmente almacenables (Espinoza *et al.*, 2016).



Residuos de plátano (*Musa paradisiaca*), Maracuyá (*Pasiflora edulis*) y Palma africana (*Elaeis guinensis*)

Figura 2. Uso de de subproductos en alimentación animal.

Los residuos industriales siguen convirtiéndose en un gran problema ya que los subproductos pueden ser más del 50% del volumen aprovechable en la industria,

consecuencias no solo ambientales sino económicas, estas empresas tienen que asumir altos costos de disposición de éstos, por tanto, estos residuos pueden ser aprovechados en la alimentación animal (Yepes *et al.*, 2008).

La utilización de subproductos en la alimentación de rumiantes cumple con la expectativa de remediar los problemas de escases de forraje durante la época crítica, así como reducir los costos; cada día se torna fundamental obtener resultados que vayan en beneficio de la coyuntura nacional para optimizar la producción en menor espacio físico y tiempo (Almeida *et al.*, 2014).

Los residuos se generan a distintos niveles y en cada fase se constituyen en nuevas materias primas pendientes de identificación, valoración y cuantificación, así como de evaluación para su incorporación en alimentación animal.

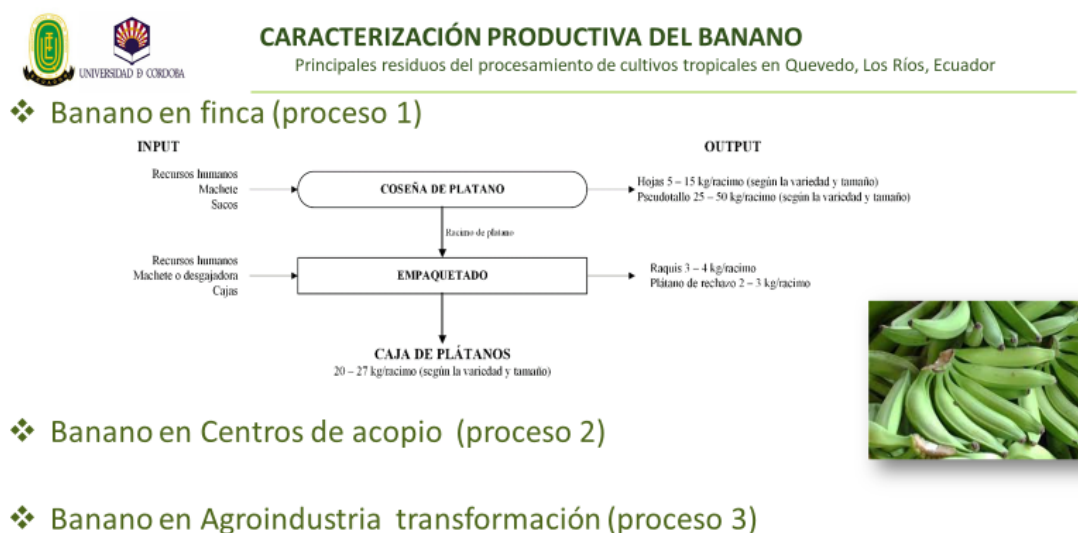


Figura 3. Caja negra del plátano.

Por ende, los residuos que se procesan en las industrias de jugos y alimentos generan problemas ambientales y económicos, debido a que muchas empresas deben asumir los costos de eliminar estos y los cambios en los contextos globales de producción conllevan a fortalecer la utilización de subproductos que habitualmente eran desechados y con el tiempo tienen diversas aplicaciones en la alimentación de rumiantes (Espinoza *et al.*, 2017). Las frutas y hortalizas suelen ser considerados interesantes recursos en la alimentación del ganado. En líneas generales pueden tener tres orígenes:

- a) desechos en la clasificación por calidad, ya sea por tamaño o por daño,
- b) residuos dejados en el campo, y
- c) residuos del enlatado y la producción de jugos (INTA, 2002).

Una alternativa ante este déficit estacional de alimentos para el ganado es el ensilaje, que es forraje verde picado conservado en ausencia de aire y recolectado en bolsas plásticas o en depósitos denominados silos (Medina, 2015).

El caso de la piña representa un ejemplo de esto, por sus características podría utilizarse como alimento potencial del ganado (López *et al.*, 2009; López *et al.*, 2014). La agroindustria de la palma aceitera ampliamente distribuida en Ecuador, promovida por grandes flujos de inversión ha experimentado un crecimiento tecnológico y económico importante (Landívar *et al.*, 2011), sin embargo, proporcional a este crecimiento la producción de desechos es un problema latente que se debe prestar el interés pertinente. En este sentido, la búsqueda de recursos alimenticios para rumiantes

mediante técnicas de aplicación *in vivo in situ* e *in vitro* utilizando los subproductos (extracción de frutas de palma aceitera, maracuyá, piña y plátano), pueden ser aprovechados para la alimentación de los rumiantes, la mayoría incorporados en la ración con pastos, dado por su alto contenido de carbohidratos estructurales (celulosa, hemicelulosa y pectinas). Sin embargo, estos residuos se caracterizan por su alto contenido de humedad, hecho que dificulta su almacenamiento y preservación, pero una alternativa para preservar este tipo de materiales es la elaboración de ensilajes, método que permite almacenar grandes volúmenes de material a bajo costo en época de cosecha y suministrar alimento a los animales de forma regular a lo largo del año (Espinoza *et al.*, 2017).

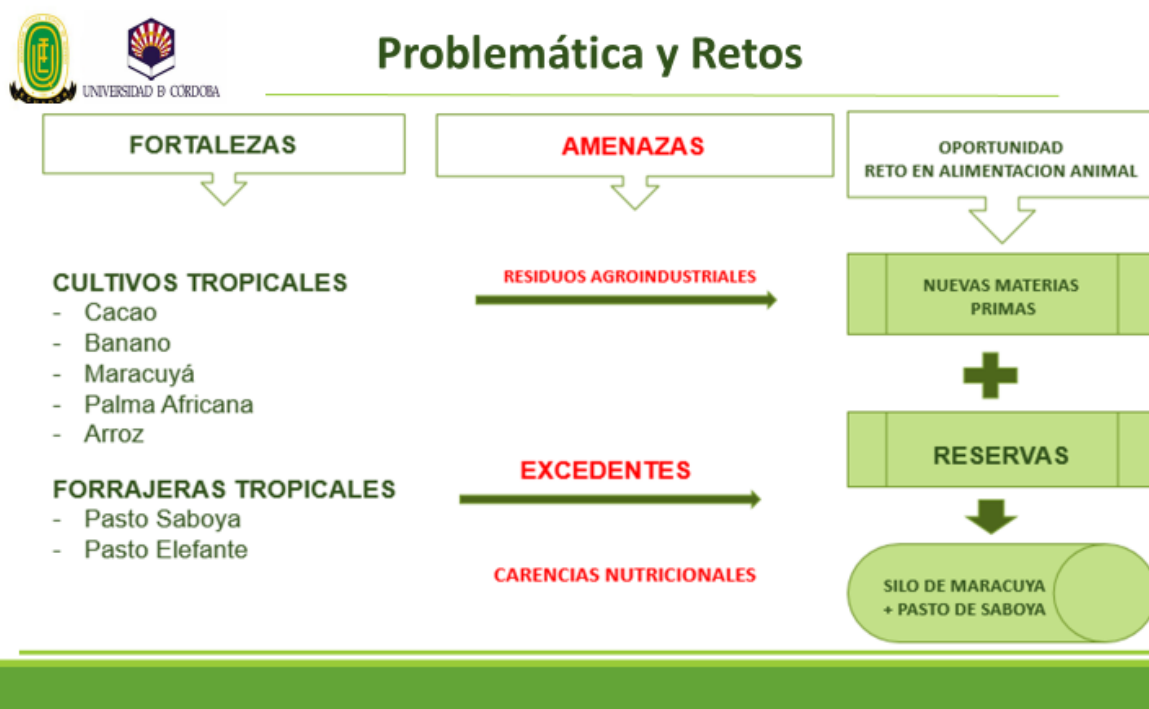


Figura 4. Estrategia de uso de residuos en alimentación animal.

Por consiguiente, el efecto de la inclusión de los subproductos de piña, maracuyá, plátano y efluente de palma aceitera sobre la composición química del ensilaje de pasto saboya, permite conocer la interacción de los componentes en el periodo de almacenamiento, constituyendo una alternativa para aprovechar de manera eficiente los recursos forrajeros, para la época de escases estacional del litoral ecuatoriano.

1.3. Justificación de la investigación

El presente trabajo de investigación se enmarca en un proyecto FOCICYT de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo-SENESCYT en colaboración con la Universidad de Córdoba relativo a la *Caracterización y tipificación de subproductos y residuos tropicales de uso alimenticio en alimentación del bovino de doble propósito (Ecuador)*.

El trabajo de investigación es un caso de innovación tecnológica con aplicación industrial y que tiene el objetivo de dar respuesta a distintos problemas fundamentales del sector agroalimentario:

- El elevado coste de la alimentación animal y la baja competitividad de las explotaciones agropecuarias
- La necesidad de favorecer la soberanía alimentaria
- La necesidad de cambio en el modelo de negocio del país y la búsqueda de otro pertinente con los recursos endógenos y las circunstancias socioeconómicas.

- El alto impacto medioambiental que generan los residuos y subproductos del complejo agroalimentario ecuatoriano.

Se trata de un proyecto ambicioso y multidisciplinar, con el objeto de generar nuevos conocimientos y su aplicación práctica mediante el desarrollo de una nueva tecnología que dé solución práctica a problemas de la empresa agroalimentaria. Para tal fin, el presente proyecto consigue reunir a los tres pilares fundamentales del complejo agroalimentario: la sociedad con problemas reales existentes en el medio ecuatoriano, la Universidad como generadora de conocimiento y la producción de investigación aplicada mediante la innovación.

El trabajo de investigación se inició en 2014 con los grupos AGR 267 de Economía y Gestión de Sistemas Agropecuarios y el grupo de Ruminología liderado por los *Dres. Juan Avellaneda e Ítalo Espinoza*. En 2019 se ha constituido un nuevo Grupo de investigación (Clúster interuniversitario) donde se incorpora todo el conocimiento generado y favorece el avance en este campo de la ciencia y sus objetivos y acciones son parte misma del presente trabajo de investigación y que recoge el manuscrito. Hoy este estudio está pendiente de incluirse en una red de trabajo con subproductos dentro de una convocatoria europea conformada con seis países con problemática análoga. Este grupo muestra las siguientes características:

GRUPO INTERUNIVERSITARIO DE INVESTIGACIÓN: UTILIZACION DE SUBPRODUCTOS Y RESIDUOS AGROALIMENTARIOS EN ALIMENTACION ANIMAL Y GESTION AMBIENTAL. “RED- LIFE”

Misión:

Favorecer la utilización de subproductos y residuos agroalimentarios en alimentación animal. Ecuador es rico en producción de cultivos tropicales, a la vez que dispone de una larga temporada seca con escasez de pastos, alimentación animal cara y unos sistemas de producción poco competitivos. No obstante, la transformación en materias primas de estos subproductos y residuos agroalimentarios, que se visualizan como un problema ambiental y no como una oportunidad, dentro de los procesos de producción supone un reto estratégico y un modo de incrementar la competitividad del sector. Un modelo productivo que busca minimizar el impacto ambiental de la industria agroalimentaria, mediante procesos de Bioeconomía y economía circular. Posteriormente, mediante su transformación en un proceso industrial de fermentación a nivel industrial en materias primas de alto valor nutricional y bajo coste que puedan ser utilizadas como alimentos para el ganado, (RECURSO DURADERO DE ALTO VALOR) y de ese modo incrementar la competitividad del sector agroalimentario ecuatoriano.

Objetivos:

- Establecer un inventario de subproductos tropicales y residuos agroindustriales de las provincias de Los Ríos y Manabí
- Valoración químico-nutricional de los diferentes productos (nuevas materias primas)
- Estabilidad aeróbica y anaeróbica de los diferentes subproductos (ensilados, henilajes, etc.)
- Valor biológico de cada materia prima (consumo, digestibilidad, etc.)

- Formulación y elaboración de dietas alimenticias para rumiantes y no rumiantes.
- Valoración productiva en animales (diferentes especies y estados fisiológicos)
- Determinación de la calidad de los productos (leche y carne)
- Valoración económica y ambiental.

Acciones:

- Favorecer el trabajo conjunto de ambos grupos humanos de modo multidisciplinar.
- Planificar investigaciones aplicadas en este ámbito y orientadas al desarrollo de habilidades y del conocimiento.
- Desarrollo conjunto de proyectos de investigación.
- Favorecer el uso conjunto de medios y tecnologías
- Favorecer la colaboración con otras instituciones y la adscripción de nuevos investigadores.
- Uso de bases abiertas de datos con comparaciones transversales y longitudinales

Grado de innovación previsto:

Con este trabajo de investigación se mejora el conocimiento y se hace una primera aproximación a la caracterización de ensilados con residuos de piña, plátano, maracuyá y efluentes de palma aceitera fresco. Esto permitirá a su vez establecer recomendaciones técnicas y nutricionales para su empleo y aplicación en la alimentación de rumiantes con el consiguiente efecto favorable sobre la eficiencia y costes de producción. La información obtenida podrá incorporarse a tablas de composición de alimento internacionales.

II.- Objetivos

Objetivos:

De acuerdo con el contexto descrito anteriormente los objetivos del presente trabajo de investigación son los siguientes:

A nivel general:

- Determinar el valor nutritivo y cinética de degradación ruminal del ensilado de pasto saboya con inclusión de residuos agroindustriales tropicales

De modo específico:

- Determinar la composición química del ensilado de pasto saboya con residuos agroindustriales (piña, maracuyá, plátano y efluente de palma)
- Determinar el valor nutritivo (digestibilidad *in vitro* y degradabilidad *in situ*) del ensilado de pasto saboya con residuos agroindustriales (piña, maracuyá, plátano y efluente de palma)
- Establecer la cinética de degradación ruminal de la materia seca del ensilado de pasto saboya con residuos agroindustriales (piña, maracuyá, plátano y efluente de palma)

III.- Revisión Bibliográfica

III. REVISION BIBLIOGRAFICA

3.1. El uso del suelo agrícola de Ecuador a nivel regional

Ecuador está ubicado en América del Sur en el paralelo 0°0'0". Con una extensión de 283.561 km², el país cuenta con cuatro regiones biogeográficas (Figura 5): la Sierra, la cual es atravesada por la Cordillera de los Andes, la Costa Pacífica, la Amazonía y las Islas Galápagos. Su geografía contribuye en gran parte a la biodiversidad presente en el país. Ecuador pertenece al grupo de 12 países megadiversos que en su conjunto representan entre el 60 y 70% de la biodiversidad del planeta, es decir que el país tiene un importante y único patrimonio natural, base del desarrollo económico, social, cultural y productivo.

El sector agrícola es uno de los ejes principales sobre los que se desenvuelve la economía de Ecuador. Al año 2014 el PIB Agrícola se ubica en los 5.018.202 millones de dólares (a precios constantes del 2007) y aporta el 85% al total del PIB Agropecuario y el 7% al PIB total.

Para esta actividad se dedican 2.551.513 hectáreas a la producción de cultivos como banano, cacao, entre otros; según datos de la Encuesta de Superficie de Producción Agrícola Continua, la región Costa posee 4 millones de hectáreas destinadas a los cultivos. De esta superficie, el 21,38% se utiliza para cultivos de ciclo corto -maíz, yuca, arroz, algodón, frutas tropicales, el 26,99%, para cultivos permanentes, banano, palma africana, café, cacao, caña de azúcar-; y el 51,62%, para pastos (ESPAC, 2013).

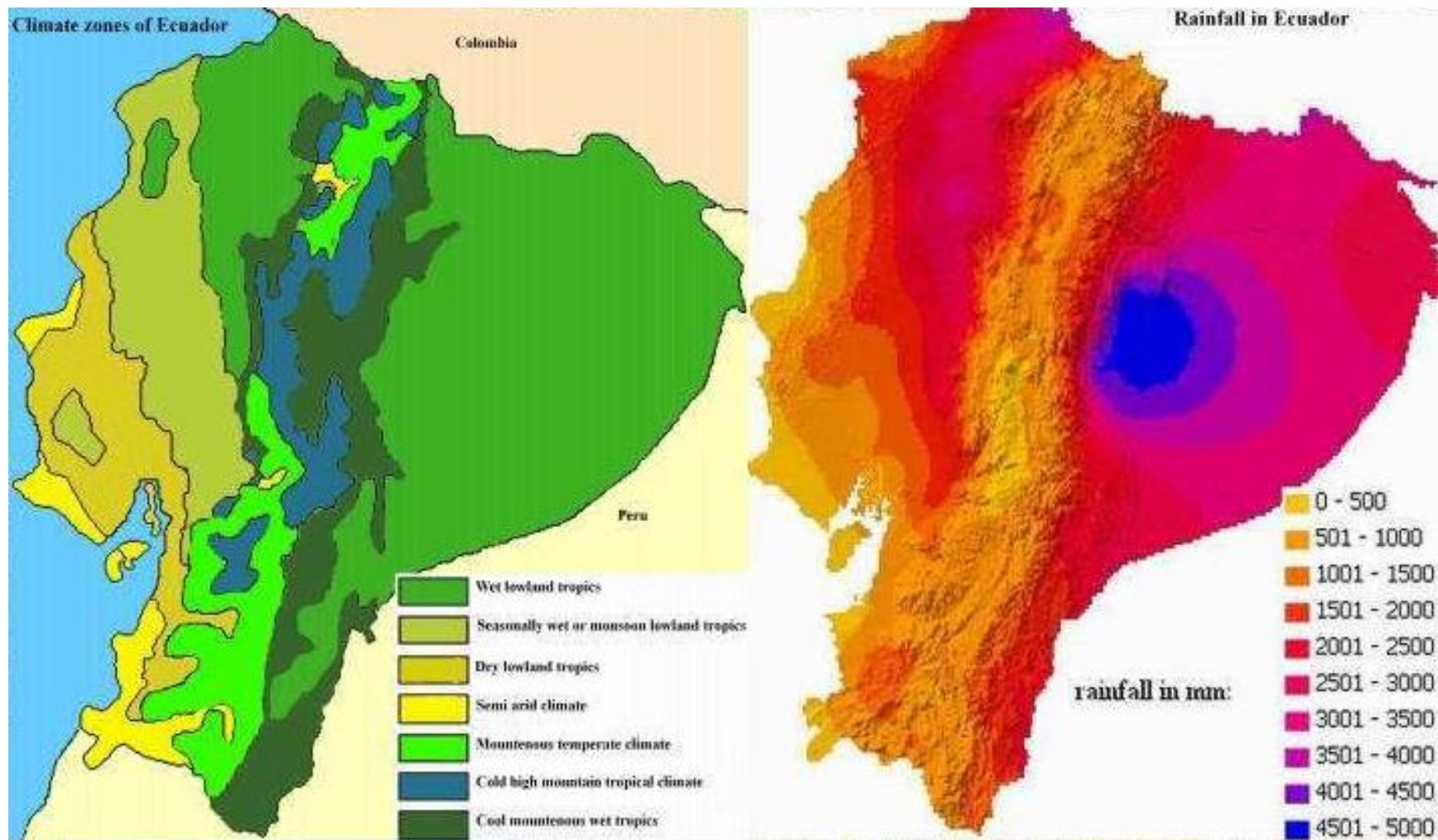


Figura 5. Regiones geoclimáticas del Ecuador.

3.1.1. Características generales del Pasto saboya (*Panicum maximum*).

La alta variabilidad climática y en la disponibilidad de forraje durante el año, junto con la necesidad de utilizar los alimentos de menor costo para los rumiantes, ha contribuido a una mayor demanda de alternativas forrajeras; ya sea en forma de monocultivo, de reservas o asociados con subproductos provenientes de la industria agroalimentaria (Espinoza *et al.*, 2017). El pasto saboya (*Panicum maximum* Jacq.), tiene su origen genético en África y ha experimentado sucesivos procesos de mejora en el tiempo (Ramírez *et al.*, 2009). El cultivo del pasto de saboya generó grandes expectativas en las regiones tropicales y subtropicales por su gran capacidad de adaptación a este tipo de suelo y clima. Son gramíneas perennes que forman macollas y que pueden alcanzar desde 2,5 a 3 metros de altura. Produce abundantes hojas lineares lanceoladas de 25 a 80 cm de largo, las cuales se vuelven ásperas con la madurez. La panícula o parte floral tiene 30 a 60 cm de largo, con varias ramificaciones donde se encuentran las semillas de 3 a 4 mm de largo, el sistema radicular es fino y abundantemente ramificado, la mayoría ubicado en la capa superficial del suelo. Crecen muy bien en alturas entre 0-1500 msnm, con precipitaciones entre 1000-3500 mm por año. Su producción alcanza entre 10 y 30 toneladas de MS/ha por año y se adapta a suelos de mediana fertilidad, tolerante a la sequía, por su sistema radicular que ayuda a un rápido crecimiento con ligeras lluvias o riego. Además, se considera de excelente aceptación por el ganado (Vargas *et al.*, 2014). Mientras, Ramírez *et al.* (2009) señalan que la acumulación de forraje, composición morfológica y estructura del pasto, pueden ser manipuladas mediante diferentes intervalos de defoliación, ajustados a la respuesta de las plantas y a las condiciones ambientales existentes.



Figura 6. Distribución de pastos en la zona de la Costa de Ecuador.

En condiciones tropicales sudamericanas se han realizado varios estudios sobre el valor nutritivo respecto la edad de corte, determinando como corte óptimo a edades entre 30 hasta 45 días para evitar la disminución de los principales indicadores nutricionales, proteína, materia seca y digestibilidad (Verdecia *et al.*, 2008; Homen *et al.*, 2010). Desde el punto de vista práctico, la siega del pasto cada 3 y 5 semanas (21 a 35 días) no compromete la estabilidad del cultivo, debido a que la aparición y supervivencia de tallos permite mantener la densidad frente a la muerte de tallos, en tanto que un intervalo de cosecha superior a 7 semanas (49 días) sí compromete esa estabilidad poblacional (Ramírez *et al.*, 2009). Para el proceso del ensilaje en relación a su composición y degradabilidad *in vitro*, Castro *et al.* (2010) indican como edad óptima entre 42 y 63 días. En estado de prefloración se puede henificar para maximizar la concentración de nutrientes, la digestibilidad y el consumo de materia seca, dado que florece continuamente y su maduración es rápida (Mateus y Cuesta, 2005).

A mayor intervalo de corte se favorece la altura de las plantas y acumulación del forraje, debido a mayor acumulación de tallos y material muerto, lo que reduce las relaciones hoja: tallo y hoja: número de hoja, y altera la estructura del forraje producido; condición que puede disminuir la eficiencia de utilización de la pradera, el consumo y desempeño de los animales (Ramírez *et al.*, 2009).

3.1.2. La maracuyá (*Passiflora edulis*).

El maracuyá es la fruta de la pasionaria (*Passiflora edulis*), especie perteneciente al género *Passiflora*. Se trata de una planta trepadora, originaria de Sudamérica y Centroamérica, principalmente de Brasil. Se cultiva comercialmente en la mayoría de las áreas tropicales y subtropicales del globo; entre otros países, en Puerto Rico (parcha), República Dominicana (chinola), México, Bolivia, Paraguay, Brasil, noreste de Argentina y Uruguay, Ecuador, Colombia, Perú (maracuyá), Venezuela (parchita), Honduras, Costa Rica, Nicaragua, Panamá y El Salvador, fundamentalmente. El fruto comestible (maracuyá), e color amarillo o púrpura, es una baya oval o redonda, de entre 4 y 10 cm de diámetro, fibrosa y jugosa, recubierta de una cáscara gruesa, cerosa, delicada e incomedible. La pulpa contiene numerosas semillas pequeñas.

El maracuyá se utiliza industrialmente para la preparación de concentrados, pulpas, néctares, mermeladas y jugos, la cáscara que es el residuo, constituye aproximadamente el 52% del peso de la fruta y es utilizada en la elaboración de raciones alimenticias para animales, abonos, obtención de pectina y fibra dietética (Contreras *et al* 2000). La cáscara de maracuyá es un residuo vegetal y se utilizan como

fuentes alternativas de alimento para animales (Astuti, 2011). Los residuos agroindustriales de subproductos de la cáscara de maracuyá se utilizan como alimento, sobre todo como forraje (Sompong 2007). El cultivo de maracuyá no es estacional, por lo que puede obtenerse en cualquier momento las cáscaras de maracuyá tiene un contenido de proteína cruda 7,32%, que es similar a las gramíneas, se trata de una cáscara de fruta potencial para sustituir de forraje en el uso para la alimentación animal (Astuti, 2008). s considerado uno de los más finos y nutritivos subproductos de la industria-Agroindustrial para el ganado, sin embargo, restricciones de uso son debido a su precio, que varía en función del mercado externo (Ferrari *et al.*, 2004). Así, Noguera *et al.* (2014) expone que la cáscara de maracuyá se trata de un residuo con alto contenido de humedad, lo que dificulta su almacenamiento y conservación. Por otra parte, la cáscara de maracuyá hace un buen aporte de proteína bruta (11.3%) y fibra detergente neutro (53.6%), por lo que resulta interesante su inclusión (Tabla 1) en dietas para rumiantes.

Tabla 1. Composición química de la cáscara de maracuyá (*Passiflora edulis*).

| Parámetro | Valor |
|---|--------------|
| Materia seca, % | 14,7 |
| Proteína bruta, % de la materia seca | 11,3 |
| Fibra detergente neutro, % de la materia seca | 53,6 |
| Fibra detergente ácido, % de la materia seca | 47,4 |
| Hemicelulosa, % de la materia seca | 6,20 |
| Cenizas, % de la materia seca | 7,90 |
| Calcio, % de la materia seca | 0,21 |
| Fósforo, % de la materia seca | 0,15 |

Fuente: Noguera *et al.* (2014)

Según Oliveira *et al.* (2002) los subproductos (cáscaras y semillas) producidos en el procesamiento de jugo de fruta de la pasión se corresponden aproximadamente con

el 65% del peso de 70 a la fruta, siendo, por tanto, un gran problema de residuos agroindustriales. El uso de estos subproductos en alimento humano o animal como una fuente de muestra de alimentos de un aceptable valor nutritivo, si es posible, reducir costos y, al mismo tiempo, disminuyen los problemas de acumulación de los subproductos del procesamiento. La cáscara de maracuyá ha sido utilizada con éxito en la alimentación animal, demostrados que el empleo de desechos industriales de maracuyá (cáscaras y semillas) en la alimentación de ganado, incrementan la producción de leche e inhiben incluso problemas digestivos (Cándido *et al.*, 2007; Espinoza *et al.*, 2016).

En las regiones tropicales, los rumiantes se alimentan principalmente sobre pastos en los que la producción cuantitativa y cualitativa se distribuye en dos períodos claramente diferenciados: una estación lluviosa y una temporada seca (Canesin *et al.*, 2014). En la época de lluvia se obtiene hasta el 80% en la producción herbácea anual, mientras, en la estación seca los pastos no consumidos se agotan, disminuyendo su valor (Caraballo *et al.*, 2007). En dichas circunstancias, disponer de residuos agroindustriales producidos localmente para alimentar a los rumiantes es de gran importancia porque permite utilizar la capacidad digestiva de estos animales y puede reemplazar total o parcialmente los concentrados de la ración, abaratando su coste (Ben Salem y Smith, 2008). El empleo de subproductos agroindustriales con tal fin contribuye a darle noble fin a materiales potencialmente contaminantes (Meneses *et al.*, 2007). Sin embargo, el uso de la mayor parte de estos residuos es en muchas ocasiones inapropiado debido a la producción, una composición variable, un elevado contenido acuoso que favorece el

deterioro, y la falta de conocimiento en cuanto a su valor nutritivo (Megías *et al.*, 2002; Meneses *et al.*, 2007).

Debido al elevado contenido acuoso de muchos subproductos, los excedentes pueden conservarse adecuadamente mediante la técnica del ensilado. El producto ensilado permite la conservación durante largos períodos de tiempo evitando las pérdidas por la putrefacción (Chedly y Lee, 2000). Además, el ensilado puede realizarse a pequeña escala, p. ej. en bolsas de plástico, que es asequible a los pequeños productores ya que no requiere mecanización, es fácil de manipulación, se utiliza según necesidades evitando el deterioro, y no requiere una inversión relevante (Ashbell *et al.*, 2001). Por tanto, la elaboración de ensilados combinados con residuos agroindustriales acuosos y pastos sobrantes (p. ej. excedentes de pasto saboya y pasto elefante) podría facilitar el proceso de ensilaje y mejorar el valor nutritivo del mismo, debido a efectos aditivos en la digestión ruminal (Espinoza *et al.*, 2017).

Para el mejor aprovechamiento de los residuos agroindustriales en fresco o por ensilaje, solos o en combinación con forrajes, es necesario caracterizar la producción y composición cuantitativa y cualitativa de dichos residuos, su valor nutritivo en fresco, su aptitud para el ensilaje, la estabilidad aeróbica, la composición química y el valor nutritivo de los ensilados obtenidos (Megías *et al.*, 2002). Este conocimiento permitiría establecer el valor relativo de los residuos en las raciones para la alimentación de los animales (Preston, 1986), permitiendo una inclusión apropiada en la formulación de raciones.

Ecuador es uno de los principales productores mundiales de fruto de maracuyá (*Passiflora edulis*). La cáscara constituye aproximadamente el 52% del peso de la fruta

y queda como residuo en la extracción del zumo. A mediados del pasado siglo, Otagaki y Matsumoto (1958) señalaron el valor de los subproductos de maracuyá como alimentos para el ganado. En la actualidad, la información en cuanto al uso del residuo de maracuyá es limitada en extensión y profundidad, tanto en lo referido a su comportamiento durante el ensilaje (Vieira *et al.*, 1999; Neiva Junior *et al.*, 2006; Noguera *et al.*, 2014) como en su valor nutritivo (Sitthiwong *et al.*, 2001).

El subproducto de la fruta de la pasión consiste en su cáscara, pulpa y semillas. La cáscara representa aproximadamente el 62,10% de la fruta y es rica en pectina y minerales. Las semillas, a su vez, son una fuente de aceite con un gran potencial para uso en la alimentación animal. La pectina se asocia con la pared celular, pero no está enlazada covalentemente a las partes lignificadas, y es casi totalmente digerido (90-100%) en el rumen (Van Soest, 1994). Sin embargo, los subproductos en el procesamiento de frutas tropicales y otros productos de la alimentación de rumiantes todavía se utilizan empíricamente y, por lo tanto, la gran necesidad de experimentos dirigidos a evaluar aspectos como el consumo, digestibilidad y rendimiento animal (Alves *et al.*, 2015).

Por lo antes mencionado, se puede concluir que el interés de investigar sobre el residuo de maracuyá radica en la falta de conocimiento sobre su valor en alimentación animal, siendo necesario realizar una caracterización del:

- 1) Producto fresco (residuos): presentación física y partes que lo integran, y composición química y valor nutritivo para los rumiantes.

2) Producto ensilado, sólo o en combinación con forrajes: características fermentativas, estabilidad aeróbica, y composición química y valor nutritivo para los rumiantes.

3.1.3. Residuos de Piña (*Ananas comosus*).

La piña es la tercera fruta tropical de importancia económica en el mundo, su producción a nivel mundial, entre 2006 - 2010, fue de 17,5 – 18 millones de toneladas de fruta fresca, siendo Filipinas, Brasil, Costa Rica, Tailandia y China los principales países productores, los cuales representan el 55% del total de la producción.



CARACTERIZACIÓN PRODUCTIVA DE LA PIÑA

Principales cultivos agrícolas, Quevedo, Los Ríos, Ecuador.

Proceso de industrialización de piña deshidratada

| Operación | Cant de entrada (kg) | Mermas (%) | Cantidad de procesamiento (kg) | Rechazo (kg) |
|-------------|----------------------|------------|--------------------------------|-------------------|
| Cortar | 1.598.690,30 | 4,00 | 1.534.742,69 | 63.947,61 |
| Pelar | 1.534.742,69 | 10,00 | 1.381.268,42 | 153.474,27 |
| Rebanar | 1.381.268,42 | - | 1.381.268,42 | - |
| Deshidratar | 1.381.268,42 | 96,50 | 48.344,39 | |
| | | | Total Rechazo (kg) | 217.421,88 |
| | | | Rechazo (%) | 13,60 |

Bisso (2018)



La variedad MD-2 es prácticamente es la única variedad cultivada con aprox 3.300 hectáreas, Ecuador se ubica en el puesto 26 entre los productores mundiales; desde 2003 la producción exportable pasó de 48500 a 68000 t en los actuales momentos, siendo la productividad de 22t/ha aprox (Moreira y Uguña, 2018).

Figura 7. Caracterización productiva de la piña.

La producción de piña en el Ecuador ha evolucionado favorablemente en la última década gracias a las excelentes condiciones para el cultivo de esta fruta, en el período de 2005 a 2010 se registró un incremento del 6.40% en la superficie cosechada,

mientras, la producción de la fruta fresca medida en toneladas métricas ha tenido un crecimiento del 4.09%. La producción nacional de piña es de 126.454 toneladas métricas, mientras, en la provincia de Los Ríos produce 29.760 t (PROECUADOR 2012).

Paralelo al crecimiento en área cultivada y a las ventas de este producto, se da un incremento en subproductos que se obtienen de este cultivo, como la planta entera, los rastrojos (plantas sin raíces), las coronas, los tallos, las cáscaras, la pulpa y el corazón; materiales con alto potencial para su utilización (Tabla 2) en la alimentación de animales rumiantes (López *et al.*, 2014).

En la industria agroalimentaria los desechos de piña (pulpa y cáscara) han sido utilizados en la alimentación de rumiantes por parte de productores de leche y carne, con resultados satisfactorios en la producción de leche y condición corporal de los animales.



El precio de mercadeo para el productor es de **0,50 a 1,00** US.D la fruta “grande”; **0,30 a 0,50** la fruta “pareja” o “mediana”; la “barba” y “rebarba” juntas a **0,20** US.D, y la fruta clasificada como “bola” y “rebola” son pagadas al productor entre **1,5 y 2,0** US.D *la docena*. Los mercados mayoristas de destino interno para la fruta es Guayaquil, Quito y Ambato, y de estos se distribuye para el resto del país. El precio de la piña nacional es mayor en Agosto a Diciembre (Moreira y Uguña, 2018).

Figura 8. Clasificación de piñas.

No obstante, dada la estacionalidad de la producción de piña y por consiguiente los desechos de esta fruta, la necesidad de buscar una alternativa sustentable para el uso de estos y disminuir su efecto contaminante, genera la posibilidad de utilizarlos en forma ensilada (Gutierrez *et al.*, 2003).

De acuerdo con López *et al.* (2014), la mayoría de los subproductos presentaron valores entre 15 y 30% MS, donde las raíces mostraron el menor contenido de humedad debido a un mayor contenido de fibra y minerales, este efecto de la raíz sobre el contenido de MS se evidencia al compararlo con los rastrojos (partes de la planta sin la raíz).

Tabla 2. Composición nutricional de la piña.

| Parte de la planta | Composición nutricional (%) | | | |
|---------------------|-----------------------------|------|------|------|
| | MS | PB | FDN | FDA |
| Planta entera | 25.2 | 7.6 | 60.8 | 34.7 |
| Rastrojo | 15.0 | 10.1 | 53.4 | 32.6 |
| Corona | 17.0 | 11.0 | 59.3 | 35.5 |
| Tallo | 30.2 | 3.7 | 46.2 | 20.7 |
| Raíces | 59.1 | 2.5 | 70.9 | 60.6 |
| Cáscara y pulpa | 29.5 | 8.2 | 63.9 | 34.3 |
| Pulpa | 51.9 | 5.9 | 53.2 | 23.7 |
| Cáscara | 26.6 | 6.9 | 54.8 | 20.8 |
| Corazón | 21.9 | 2.1 | - | - |
| Estado del material | | | | |
| Seco | 78.9 | 6.2 | 64.5 | 29.8 |
| Ensilado | 15.7 | 10.0 | 57.1 | 34.6 |
| Fresco | 15.4 | 9.1 | 56.7 | 32.4 |

MS: Materia seca; PB: Proteína bruta; FDN: Fibra detergente neutro; FDA: Fibra detergente ácido.
Fuente: López *et al.* (2014).

El contenido de proteína en la mayoría de los subproductos fue menor al 8%, donde el dato más bajo se obtuvo en el corazón de la fruta. Sin embargo, hubo subproductos que alcanzaron niveles de 10 y 11% de PC. El contenido de PC mostrado,

indica que no hay un adecuado aporte de este nutrimento cuando se incluyen este tipo de materiales en una dieta para animales, por lo que se deben complementar con alimentos altos en PC, de lo contrario se podría reducir la producción de leche y la ganancia de peso en los animales (Tabla 2).

3.1.4. El plátano (*Musa sapientum*).

El plátano, también conocido como “plátano macho, plátano verde o plátano para cocer” es un fruto de la familia de las Musáceas (*Musaceae*), especie *Musa paradisiaca*, más grande y menos dulce que otras variedades de su misma familia. A pesar que su origen es del Sudoeste Asiático, a lo largo de los años su cultivo se ha extendido a Centroamérica, Sudamérica y África subtropical (PROECUADOR, 2012).



Figura 9. Residuos de plátano.

En la mayoría de las fincas del trópico se cultiva el plátano y su fruta se emplea como alimento familiar cotidiano. Los residuos de su cosecha y los subproductos son de gran importancia para la alimentación de rumiantes. Además, esta fruta es una buena fuente de energía para los animales, las vacas lecheras la apetecen y pueden consumir grandes cantidades. Su contenido de FB y PB es bajo como también el contenido de minerales, por tanto, deben ser distribuidas con pasto y otro forraje y con suplemento de proteína y de minerales para prevenir problemas en el rumen (Chedly y Lee, 2001).



CARACTERIZACIÓN PRODUCTIVA DEL PLÁTANO

Principales cultivos agrícolas, Quevedo, Los Ríos, Ecuador.

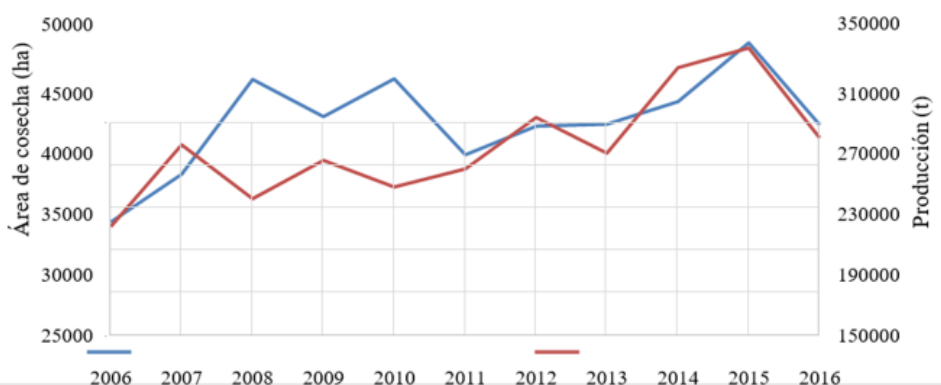


Figura 10. Evolución del precio y la producción.

Los plátanos son frutas tropicales de plantas herbáceas de origen asiático, pertenecientes al género *Musa*, tienen la característica general de las frutas, es decir, tienen un valor nutritivo que radica fundamentalmente en su contenido de carbohidratos.

Por este motivo, estas frutas han sido utilizadas en la alimentación animal como fuentes de energía (Espinoza *et al.*, 2016).

En Ecuador, la mayor área para cultivos de plátano se encuentra en la provincia de Manabí en el cantón El Carmen, el cual concentra el 38% de la producción nacional. La producción de la provincia de Los Ríos en el año 2013 fue de 36.336 t, con una producción nacional de 604.133 toneladas (PROECUADOR, 2012).

3.1.5. Efluente de palma aceitera (*Elaeis guineensis*).

Elaeis guineensis (palma africana de aceite o, simplemente, palma de aceite) es un cultivo perenne y de tardío y largo rendimiento, ya que su vida productiva puede durar más de 50 años, aunque a partir de los 25-30 años se dificulta su cosecha por la altura del tallo, llega a alcanzar los 20 metros. Comienza a producir frutos a partir de los dos años y medio tras su siembra, y se suelen utilizar palmas de vivero de 12 meses de edad que alcanzan su mayor producción entre los 20 y 30 años, luego de lo cual declinan y dejan de ser rentables, especialmente por la altura a la que se encuentran los frutos. El pericarpio está conformado por el epicarpo y mesocarpo (pulpa) juntos, de donde se extrae la mayor proporción de aceite. El fruto maduro es de color rojo amarillento, con un peso de 10 g y forma ovalada de 3 a 5 cm de largo; una palma puede producir de 12 a 13 racimos/año, con peso promedio de 20 a 30 kg, de 1.000 a 3.000 frutos por racimo y un rendimiento industrial que varía entre el 20 y 25% del peso en kg de aceite por racimo.

El producto principal; **el aceite de palma africana**, es una grasa de origen vegetal, de consistencia semisólido a temperatura ambiente, de color rojo - naranja caracterizado por su alto contenido energético, en vitaminas A (500 – 700 ppm) y E (600 – 1000 ppm) y en ácidos grasos saturados (palmítico 44%), monoinsaturados (oleico 39%) y poliinsaturados (linoléico 10%). Este aceite se obtiene a partir de un proceso extracción de tipo térmico (calentado) y mecánico (separación, agitación, prensado, clarificación, y filtrado) en el cual el aceite crudo de palma se separa de la pulpa del fruto o mesocarpo y queda limpio de impurezas. Este aceite crudo o llamado

simplemente como aceite de palma, proviene de la palma africana (*Elaeis guineensis*) o palma aceitera como comúnmente se le conoce.

Durante los últimos años se han diseñado sistemas de alimentación animal basados en la palma africana, utilizando los subproductos resultantes del proceso de extracción del aceite, el aceite crudo y el fruto entero. Se ha demostrado el alto potencial de estos recursos en especies domesticas como los porcinos, aves, ovinos y bovinos; lográndose la substitución de los cereales como base energética de las dietas y diversificándose el manejo de los ácidos grasos. Los rendimientos productivos han sido comparables a los considerados como óptimos, pero con la particularidad de que esta fuente energética tiene origen en un cultivo perenne, adecuado para las condiciones tropicales (Ocampo, 1997; Jørgensen y Fernández, 2000; FAO, 2004;).

En EU midieron los efectos de una dieta alta en forraje con adición de aceite de palma, para medir las características de la canal de corderos y borregas. Los tratamientos fueron los siguientes: 1) Corderos, 0 aceite de palma (AP); 2) Ovejas, 0 de AP; 3) Corderos con 10.7% de AP; y 4) Ovejas con 10.7% de AP. Ambas dietas consistieron en forraje (77%) y concentrado (23%). El peso de la canal caliente fue de 22.8 kg para corderos sin AP, 23.3 kg para ovejas sin AP, 23.3kg para corderos con 10.7% de AP y 23.8 para ovejas con 10.7% de AP. El rendimiento de la canal fue de 51.0%, 53%, 49% y 53% respectivamente. El grosor de la grasa subcutánea sobre el músculo longissimus a nivel de entre la 12 – 13 costilla fue de 0.35, 0.40, 0.35 y 0.81 cm (Lough et al., 1993). En el ganado bovino el primer trabajo reportado fue en animales bajo pastoreo, en el que el promedio de consumo de forraje (*Pennisetum purpureum*) fue de 6 Kg MS con una suplementación base (gallinaza 500, urea 80,

mezcla mineral 20 y sal 10 g/a/día) mas una fuente energética en cuatro tratamientos: A) 1.7 kg de harina de maíz, B) 1.7 kg harina de maíz + 0.200 kg aceite de palma (AP), C) 1.7 kg melaza, y D) 1.7 kg melaza + 0.200 kg de aceite de palma. En el que la gdp para el tratamiento A fue de 0.670 kg, para B) 0.840 kg, para C) 0.703 kg y D) 0.680 kg. Los resultados en la conversión alimenticia fueron A) 12.18, B) 9.81, C) 11.61 y D) 12.2 kg (Escobar, 1991).

En Colombia investigaron la suplementación con aceite de palma africana (APA) en bovinos para ceba en pastoreo para evaluar los patrones y el índice de fermentación ruminal y su comportamiento en la ceba. El primer experimento se llevó a cabo con cuatro bovinos fistulados alimentados ad libitum con pasto elefante (*Pennisetum purpureum*) con consumo a voluntad y una suplementación (maíz, maíz/aceite de palma, melaza, melaza/aceite de palma y testigo). No hubo diferencias significativas en el consumo voluntario de forraje, suplemento, y degradación ruminal. La suplementación con APA no arrojó diferencias significativas en los patrones de nitrógeno amoniacal (89.9 ± 5.1 mg/L), pH (7.1 ± 0.01) o ácidos grasos volátiles ($8.8 \pm$ mmol/100 ml). En un segundo experimento se utilizaron novillos en pastoreo de zacate guinea (*Panicum maximum*) durante 2 meses. Se asignaron a los mismos tratamientos que en el experimento 1. Se obtuvieron diferencias significativas en el consumo de suplemento que fue de: 0.92, 1.11, 0.91, 0.74 y 0.00 kg MS/animal/día respectivamente, la gdp fue de: 0.807 kg, 0.882 kg, 0.710 kg, 1.071 kg y 0.756 kg/animal/día; y el rendimiento de la canal de: 52.1%, 56.2%, 55.9%, 54.4% y 54.8% (Ojeda y Escobar, 1995).

Camacho (1996) llevo acabo un estudio basado en la suplementación de novillonas de desecho con bloques nutricionales utilizando dos niveles de aceite de palma, las cuales estuvieron en pastoreo con *Brachiaria decumbens* por 90 días y los bloques contenían: urea 10%, harina de arroz 10% en el tratamiento 1 y 5% en el tratamiento 2, melaza 40%, cal viva 15%, pica de arroz 10%, sal mineral 5% y aceite crudo de palma 10% en el tratamiento 1 y 15% en el tratamiento 2 y el T3 como testigo sin bloque nutricional. Los resultados fueron: gdp T1= 0.634 g, T2= 0.698 y T3= 0.544 kg/animal/día. Consumo de bloque por día para el tratamiento 1= 0.154, para T2= 0.111 y para T3= 0.0 kg/animal/día respectivamente.

Subproductos y residuos del aceite de palma

En el proceso de beneficio del fruto de palma de aceite se generan varios subproductos de interés técnico y económico, tanto para la planta de beneficio como para el manejo agronómico del cultivo de palma de aceite. Entre ellos, según Ramírez et al. (2011), se pueden citar:

- Las tusas o racimos vacíos, resultado del desfrutado de los racimos esterilizados de palma
- La fibra resultante del prensado del fruto
- El cuesco obtenido del rompimiento de la nuez
- Las cenizas producidas por la quema de fibra y cuesco en las calderas y los lodos de fondo retirados de la laguna anaerobia del sistema de tratamiento de aguas.

Estos lodos provienen de los procesos de clarificación y esterilización, donde han estado sometidos a temperaturas superiores a 80°C (biológicamente estériles). Estas aguas contienen sustancias químicas provenientes de los nutrientes y fertilizantes que se suministran a las palmas. Luego de ser tratadas pueden ser utilizadas como fertilizante (Garcés y Cuellar, 1997).

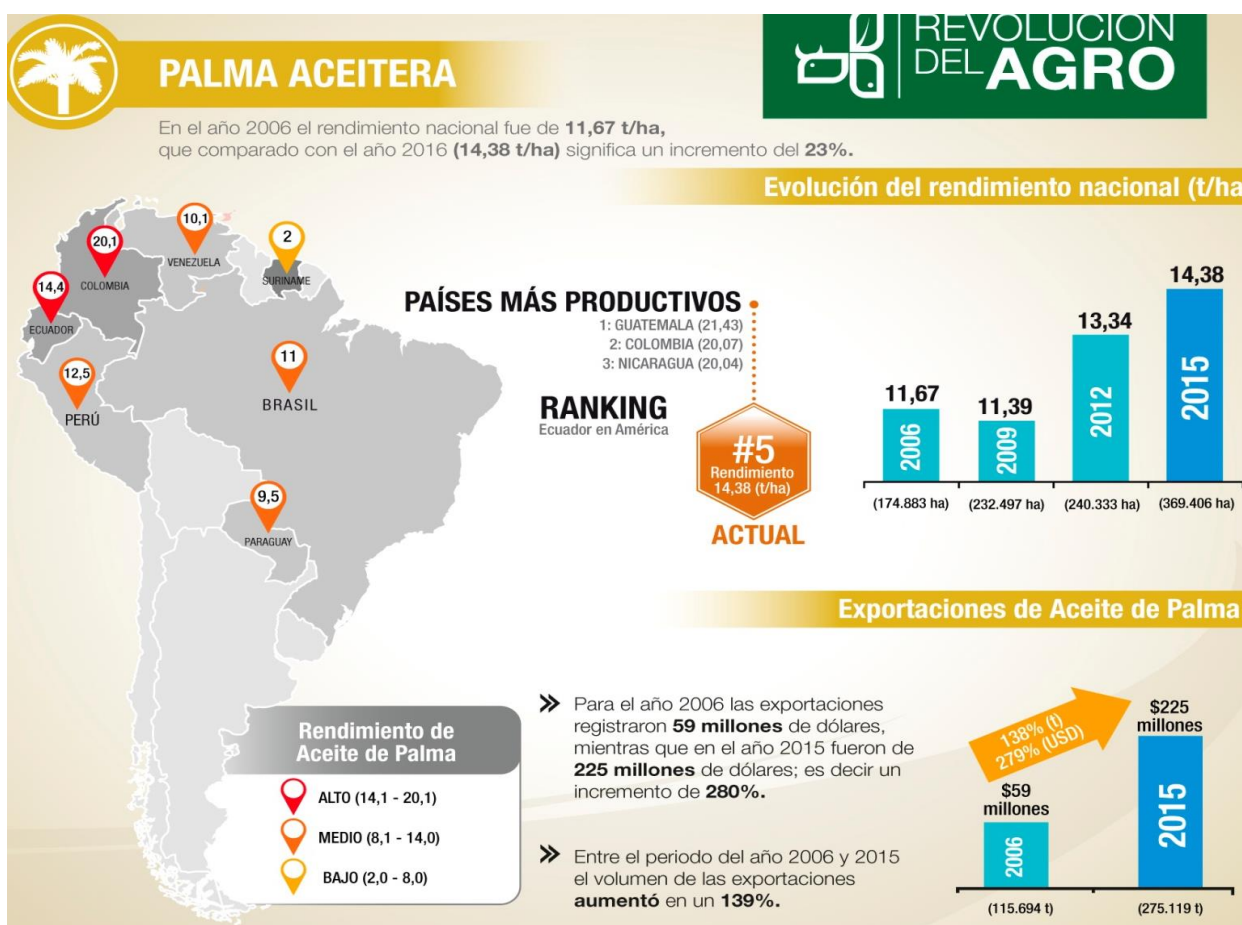


Figura 11. Caracterización de la Palma africana de aceite.

Los diferentes productos y subproductos del procesamiento de la palma aceitera se condensan en la Figura 12.

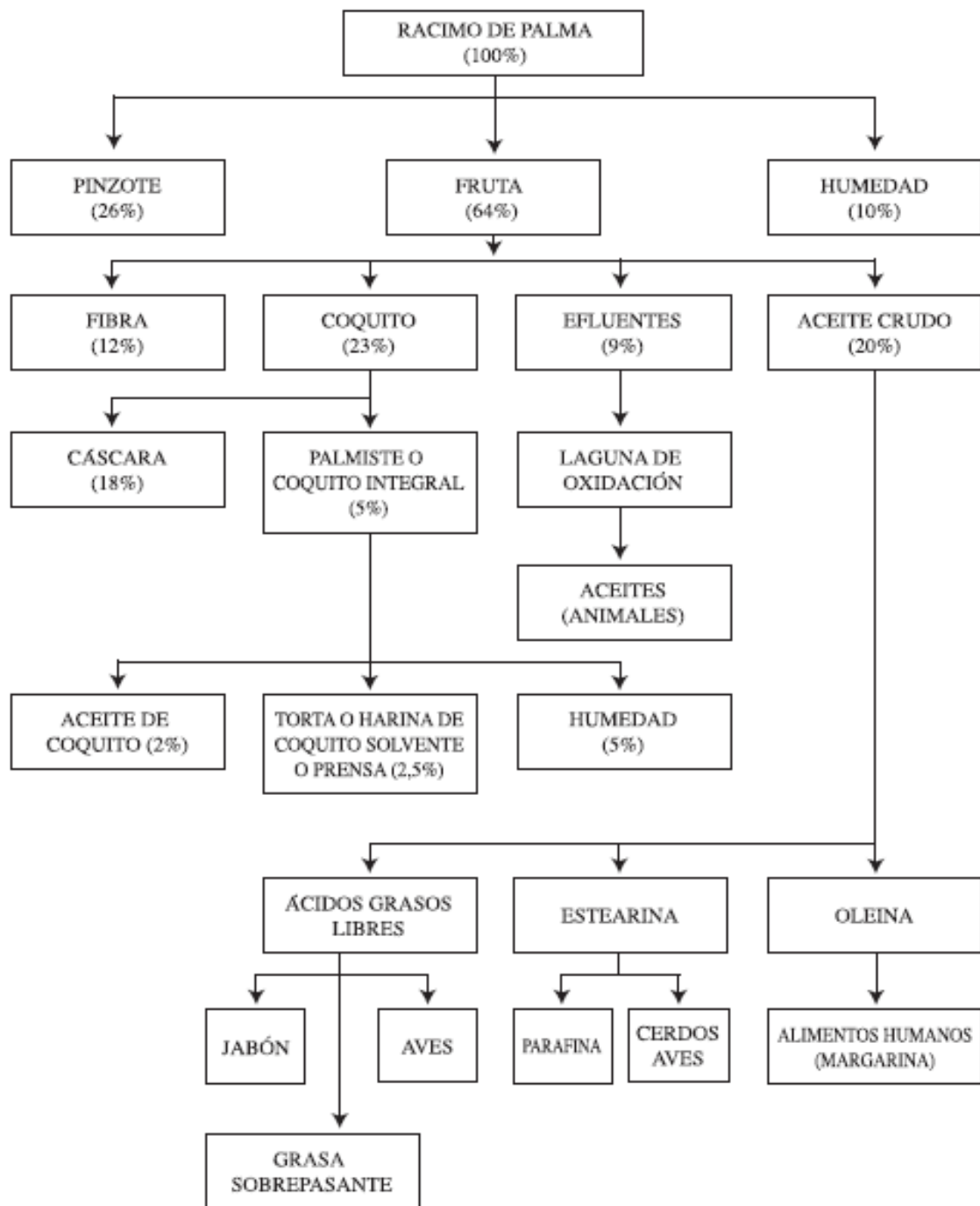


Figura 12. Procesamiento de la palma aceitera (Vargas *et al.*, 2003).

En la extracción de aceite palma aceitera se produce varios subproductos, uno de estos se recupera del lodo de las lagunas de tratamiento de los efluentes, también se

captura el metano que sale hacia la atmósfera y ese biogás sirve para generación de energía, además, se contribuye a reducir los gases de efecto, invernadero, sin embargo, existen sistemas de mayor eficiencia sin la necesidad de lagunas que consiste en el tratamiento en grandes tanques con aireación para la extracción de metano (Haddy, 2013).

Los riesgos y desafíos del cultivo en materia de sostenibilidad figuran la captación del biogás de las lagunas de efluentes y la devolución al campo de los subproductos generados por la planta de beneficio (materia orgánica y nutriente), en particular el raquis y los efluentes. En ambos casos, los avances conceptuales y técnicos de los últimos años han sido espectaculares, hasta llegar a soluciones sencillas y rentables (Conil y Lugo, 2013).

Los subproductos que se pueden utilizar para alimentación del ganado son torta de palmiste, fibra prensada, cachaza de palma (Ley *et al.*, 2014), y el lodo o efluente (Garcés, 1997). En la Tabla 3 se muestra composición nutricional del lodo o efluente de palma.

Tabla 3. Composición nutricional del lodo de palma.

| Elemento | % en base seca |
|-------------------------------|-----------------------|
| Materia seca (MS) | 29,35 - 38,86 |
| Proteína Cruda (PC) | 5,18 - 8,50 |
| Fibra Cruda (FC) | 14,10 - 16,63 |
| Fibra Detergente Neutra (FDN) | 50,21 - 52,69 |
| Fibra Detergente Acida (FDA) | 34,54 - 41,44 |

Fuente: (Cuesta *et al.*, 2000).

-Aceites y oleínas de palma

Son grasas sólidas a temperatura ambiente caracterizadas por su alto contenido en palmítico y bajo-medio en linoleico. No debe confundirse el *aceite de palma* con el *aceite de palmiste*. El primero se obtiene de la pulpa del fruto. El aceite de palmiste se obtiene de la almendra y se caracteriza por su alto contenido en ácidos grasos saturados de cadena muy corta, con más de un 60% de láurico más mirístico (Scheele et al., 1995).

El aceite de palma es un producto de importación rara vez utilizado en alimentación animal. Por su alto precio, su uso se restringe a productos lácteos reengrasados. Las oleínas, sin embargo, son de uso común en piensos. Las presentaciones comerciales son distintas, variando el contenido en ácidos grasos libres entre el 50% (oleínas de palma) y más del 90% (hidrolizados de palma). A veces el producto se oferta parcialmente hidrogenado. A mayor hidrólisis e hidrogenación, menor valor energético en monogástricos. Las oleínas se obtienen durante el proceso de refinado del aceite, que es un procedimiento de naturaleza física. Una vez hidrogenadas parcialmente, o en forma de jabón, son lípidos de elección en alimentación de rumiantes.

Los lípidos y grasas son de uso común en la alimentación de monogástricos y rumiantes por su alta concentración energética y sus efectos positivos sobre la productividad del animal. Sin embargo, las grasas son probablemente el ingrediente menos comprendido en cuanto al conocimiento de las características que definen su calidad y su valor nutricional. Este problema se debe en gran medida a la escasez de conocimiento básico, aunque también a la falta de estandarización de los productos comerciales. Los factores que definen la calidad y valor nutritivo de una grasa pueden

dividirse en dos grandes grupos: 1) los relacionados con la seguridad de su uso y 2) los relacionados con su valor nutricional. El criterio de seguridad está relacionado con la ausencia de sustancias tales como insecticidas, dioxinas, metales pesados, etc, que afectan a la salud y a los rendimientos del animal y que pueden influir en su aceptabilidad por el consumidor. El criterio de eficacia está relacionado con dos apartados: 1) factores que actúan como diluyentes de su valor energético y 2) factores que influyen sobre su digestibilidad y valor nutritivo. El contenido en humedad, impurezas, insaponificables y material no eluible, así como contenido en productos oxidados, polímeros, fosfolípidos y glicerol son importantes en relación al primer punto. Por otra parte, el contenido en ácidos grasos libres, longitud e insaturación de la cadena, tipo y posición de los ácidos grasos en torno a la molécula lipídica son claves en relación al segundo punto. Aparte, otros factores tales como tipo de animal (rumiantes vs monogástricos), edad (broiler vs ponedoras), tipo y composición de la ración y calidad del producto final son otros puntos a considerar.

Según diversos autores, el futuro de la nutrición se decanta por la utilización de grasas técnicas, definidas como mezclas de lípidos de distintos orígenes que cumplen con unas especificaciones dadas. Las características de estas grasas serán función del costo relativo de las distintas fuentes lipídicas y de la especie objetivo a la que va destinada. Entre los parámetros a considerar en estas grasas técnicas destacan: el porcentaje de ácidos grasos totales y de ácidos grasos libres, la insaturación de la mezcla, el contenido en NEM y MIU y el perfil en ácidos grasos (ácido linoleico, palmítico, esteárico, omega-3, omega-6, etc).

3.2. El ensilaje

El ensilaje es la fermentación de los carbohidratos solubles del forraje por medio de bacterias que producen ácido láctico en condiciones anaeróbicas. El producto final es la conservación del alimento porque la acidificación del medio inhibe el desarrollo de microorganismos. El oxígeno es perjudicial para el proceso porque habilita la acción de microorganismos aerobios que degradan el forraje ensilado hasta CO₂ y H₂O, sirve para almacenar alimento en tiempos de cosecha y suministrarlo en tiempo de escasez, conservando calidad y palatabilidad a bajo costo, permitiendo aumentar el número de animales por hectárea o la sustitución o complementación de los concentrados. Este tipo de alimento se emplea para manejar ganado en forma intensiva, semi-intensiva o estabulada.

El ensilaje se logra por medio de una fermentación láctica espontánea en condiciones anaerobias. Las bacterias epifíticas de ácido láctico (BAC) fermentan los carbohidratos hidrosolubles (CHS) del forraje produciendo ácido láctico y en menor cantidad, ácido acético. Al generarse estos ácidos el pH del material ensilado baja a un nivel que inhibe la presencia de microorganismos que inducen la putrefacción (Garcés *et al.*, 2006).

El valor nutritivo de un ensilaje está predeterminado por el que posea el material que le da origen y su calidad final dependerá del proceso fermentativo y de los pre-tratamientos a los cuales sea sometido. De hecho, el primer aspecto que debe tener en cuenta quien decida elaborar un ensilaje es garantizar que el material posea un contenido de nutrientes balanceado; sin embargo, cada especie forrajera tiene sus características intrínsecas que es necesario delimitar (Caraballo *et al.*, 2007).



Figura 13. Proceso del ensilado.

3.2.1 Importancia del ensilaje.

En la alimentación del ganado, reemplazando el ensilaje de maíz y sorgo tradicional por la hierba ha despertado un mayor interés de los técnicos y ganaderos para ser una forma de almacenamiento de forraje que permite la conservación de la mayor parte de su valor nutricional. Gramíneas forrajeras tropicales, especialmente de *Brachiaria* y *Panicum* se han utilizado en los sistemas de manejo intensivo, promoviendo resultados alentadores. Sin embargo, cuando se realiza el ensilado en una etapa de crecimiento vegetativo temprano, estas plantas tienen alta calidad nutricional, pero tienen un bajo contenido de MS, alta capacidad de amortiguación (PT) y bajos niveles de hidratos de carbono (CS). Estos factores interfieren en el proceso de fermentación, evitando la rápida reducción del pH y permitiendo el crecimiento de la fermentación indeseable. Para el éxito de ensilado, es necesario asegurar la

fermentación láctica e inhibir el crecimiento de microorganismos indeseables, tales como clostridiales, enterobacterias, levaduras y hongos (Coan, 2007).

3.2.2. La compresión del ensilaje.

La compresión generalmente se logra mediante la forma mecánica, es necesario para expulsar el aire y el establecimiento de las condiciones anaeróbicas dentro del silo. El aumento de la compresión adquiere una mayor importancia en la preservación del ensilaje. Otras técnicas utilizadas para mejorar la fermentación del ensilaje es el uso de aditivos tales como pulpa de cítricos, que ha sido incluido en muchos estudios con ensilado de hierba, por lo tanto, además de ser una fuente de nutrientes, proporciona hidratos de carbono solubles, que mejoran la calidad de la fermentación en el silo y tiene una alta capacidad absorbente (Tavares *et al.*, 2009).

3.2.3. Picado del pasto.

El procesamiento mecánico del forraje puede cambiar su fermentación en función de la magnitud de los daños en el tejido vegetal. Por lo tanto, la reducción en el tamaño de partícula podría ser beneficioso para el proceso de fermentación para facilitar la compactación del ensilaje. Según McDonald *et al.* (2006), el tamaño de partícula 20-30 mm menos puede favorecer la disponibilidad de hidratos de carbono solubles (CS) y, en consecuencia, estimular el crecimiento de bacterias de ácido láctico.

El ensilaje es un método de conservación, que mediante un proceso de fermentación realizado en ausencia de oxígeno en un lugar seco y protegido llamado

silo, permite mantener estable la composición del material ensilado durante un largo tiempo (Sánchez *et al.*, 2012). Este proceso permite almacenar alimento en tiempos de cosecha conservando calidad y palatabilidad, lo cual posibilita aumentar la carga animal por hectárea y sustituir o complementar concentrados (Molina *et al.*, 2004).

3.2.4. El proceso del ensilaje

El ensilaje es una técnica de preservación de forraje que se logra por medio de una fermentación láctica espontánea bajo condiciones anaeróbicas, en las siguientes fases (Oude *et al.*, 2001):

Fase 1 - Fase aeróbica. En esta fase que dura sólo pocas horas el oxígeno atmosférico presente en la masa vegetal disminuye rápidamente debido a la respiración de los materiales vegetales y a los microorganismos aeróbicos y aeróbicos facultativos como las levaduras y las enterobacterias. Además, hay una actividad importante de varias enzimas vegetales, como las proteasas y las carbohidrasas, siempre que el pH se mantenga en el rango normal (pH 6,5-6,0).

Fase 2 - Fases de fermentación.

Temprana. Se produce ácido fórmico y otros ácidos orgánicos como resultado del crecimiento de bacterias enterobacterias aeróbicas facultativas, consiguiendo durar este proceso 1 a 2 días.

Láctica. Esta fase comienza al producirse un ambiente anaeróbico. Dura de varios días hasta varias semanas, dependiendo de las características del material ensilado y de las condiciones en el momento del ensilaje. Si la fermentación se

desarrolla con éxito, la actividad de las Bacterias Acido Lácticas (BAC) proliferará y se convertirá en la población predominante. A causa de la producción de ácido láctico y otros ácidos, el pH bajará a valores entre 3,8 a 5,0.

Fase 3 - Fase estable. Mientras se mantenga el ambiente sin aire, ocurren pocos cambios. La mayoría de los microorganismos de la Fase 2 lentamente reducen su presencia. Algunos microorganismos acidófilos sobreviven este período en estado inactivo; otros, como clostridios y bacilos, sobreviven como esporas.

Trujillo (2010), describe cuatro condiciones básicas que son indispensables en todos los ensilajes si discriminación de su origen, estas son:

- **Carbohidratos Solubles:** Incluir ingredientes que contengan carbohidratos altamente fermentables como azúcares (caña de azúcar, melaza, frutas o residuos de estas) y almidones (yuca, banano, plátano).
- **Materia Seca:** La masa a ensilar no debe estar ni muy húmeda ni muy seca. Una masa muy húmeda generará ensilajes avinagrados de muy corta duración, por el contrario, una MS muy alta impedirá el crecimiento de las bacterias benéficas y favorecerá el crecimiento de hongos, dificultando la compactación.
- **Tamaño de partícula (Picado):** A menor fracción de las partículas mejor será la condición compactación y acción de los microorganismos productores de ácido láctico.
- **Anaerobiosis:** Es una de las condiciones más importantes, pues esta garantiza la correcta conservación ya que en ese ambiente se desarrollan las bacterias acido lácticas que conservaran el ensilaje.

3.2.5. Cinética de degradación para la determinación de la calidad de los alimentos para rumiantes.

El consumo y la digestibilidad son temas de gran interés para los nutricionistas, puesto que en la producción animal se requiere de alimentos con alta aceptación y excelente aprovechamiento, con bajas pérdidas de nutriente por excretas (Navarro *et al.*, 2011).

La digestión de los rumiantes es un proceso complejo que involucra múltiples interacciones entre la dieta, los microorganismos ruminales y el hospedero. Separar el proceso en sus distintos componentes, permite un mejor entendimiento de su dinámica y facilita su descripción matemática (Rosero y Posada, 2007). Puesto que la cinética como tal se describe mediante modelos matemáticos de regresión no lineal que se derivan de la degradación de los materiales nutricionales a diferentes tiempos de incubación en el rumen, esta fermentación microbiana se da en tres estados o fracciones obedeciendo a una fase inicial de digestión lenta, seguida de una fase de aceleración y otra de desaceleración hasta alcanzar un valor asintótico, al que se le ha llamado digestibilidad potencial (Naranjo *et al.*, 2005), conforme aumenta el tiempo de exposición en el rumen. Los modelos matemáticos permiten estudiar y estimar parámetros que describen la naturaleza intrínseca de los alimentos y las interacciones de los nutrientes que limitan su digestión (Rosero y Posada, 2007).

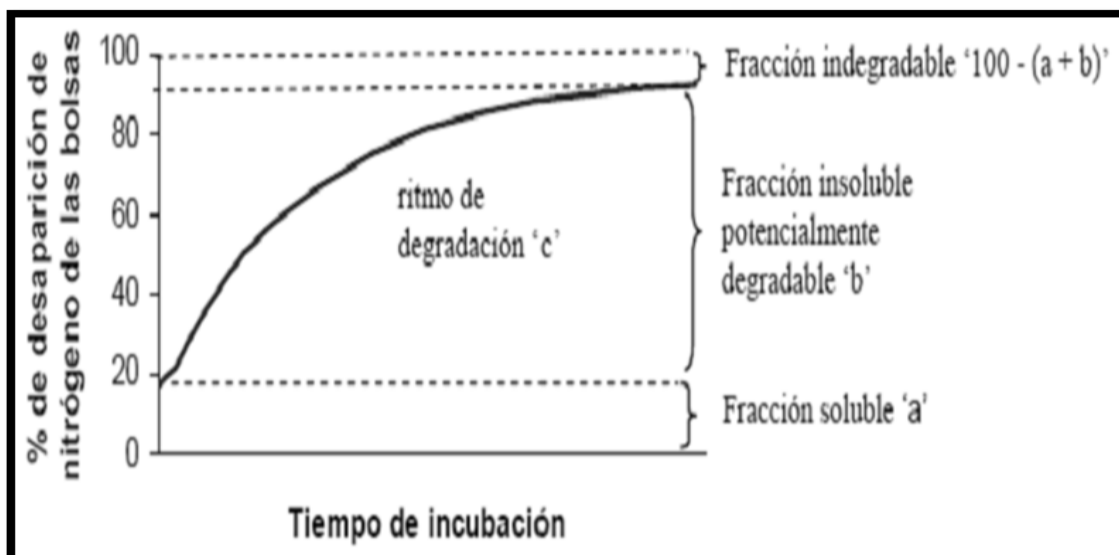


Figura 14. Curva de degradación exponencial típica (Vanegas, 2011).

Uno de los modelos que más se han utilizado es la descrita por Ørskov y McDonald (1979), Correa (2004), Fernández (2004); Naranjo *et al.* (2005); Rosero y Posada (2007); Correa (2009) y Navarro *et al.* (2011).

$$P = A + B(1 - \exp^{-ct})$$

Dónde: **P**: Por ciento de degradación a tiempo *t*; **A**: fracción soluble que se obtiene por lavado de las bolsas a la hora cero. Esta fracción se considera cero para la parte fibrosa, puesto que la fibra no se solubiliza por lavado; **B**: fracción insoluble pero potencialmente degradable; **c**: tasa de degradación de B %h⁻¹; **t**: tiempo de incubación; **A + B**: Degradabilidad potencial de la muestra para *t* igual a 72 horas.

Un cálculo complementario de gran importancia es la Degradabilidad ruminal Efectiva (DE) dado que permite establecer la proporción de fracciones nutricionales que son degradadas y aquellas que escapan a la degradación ruminal. La estimación correcta de la degradabilidad ruminal efectiva en el rumen (DE) de las distintas fracciones

nutricionales de los alimentos es fundamental para el desarrollo de programas eficientes de alimentación para rumiantes (Correa, 2009).

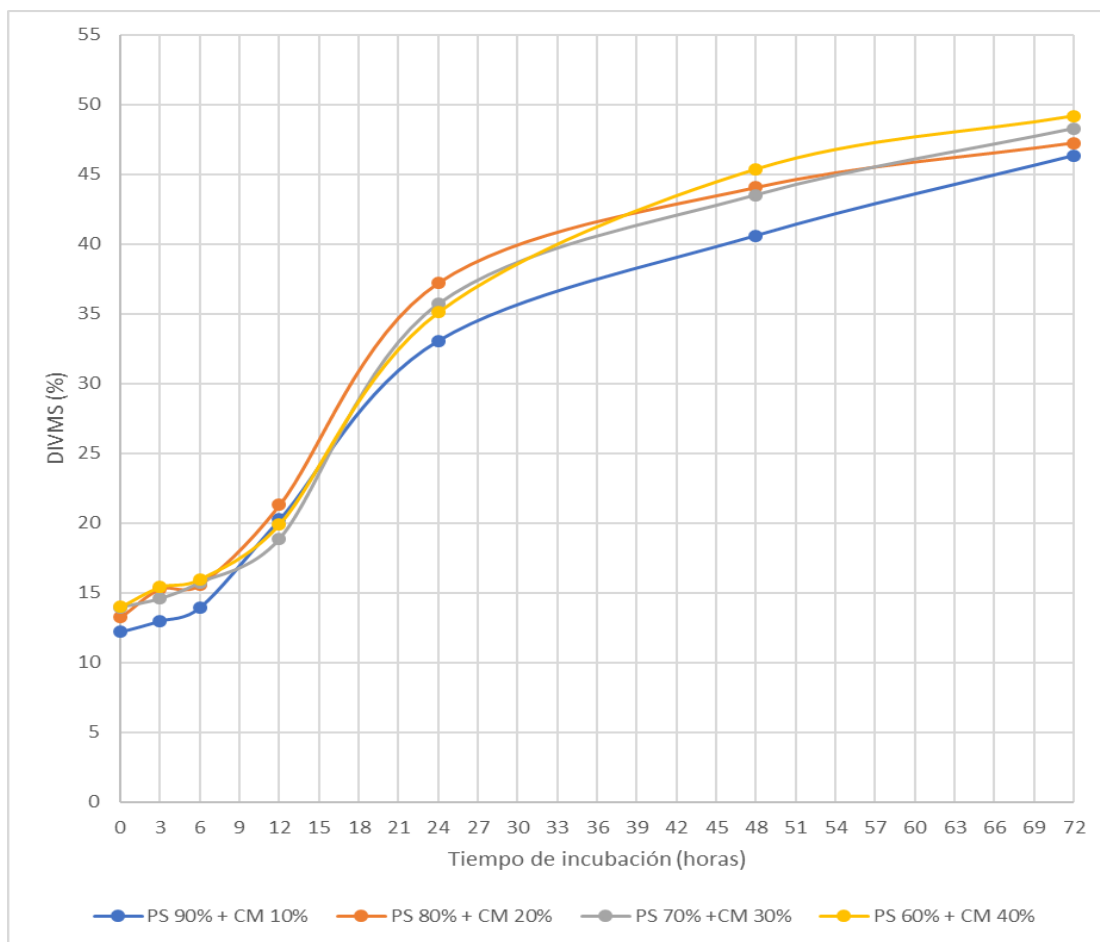


Figura 15. Curva de degradación obtenida con diferentes subproductos.

De manera ilustrativa se presenta la representación gráfica de las fracciones mencionadas (Figuras 14 y 15.). Asimismo, en la Figura 4 se muestran parte de los resultados experimentales obtenidos de acuerdo a la curva de degradación con cuatro tratamientos

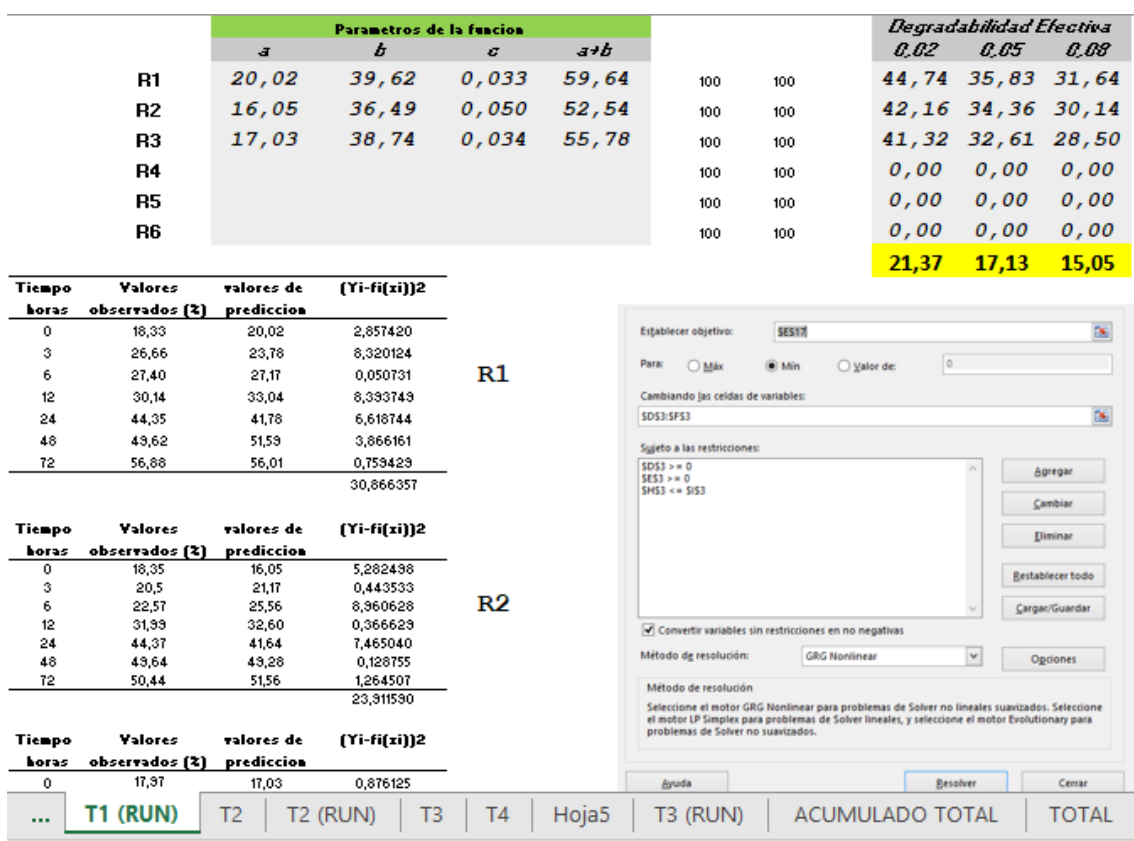


Figura 16. Aplicación elaborada para determinar la cinética.

A partir del modelo de Ørskov y McDonald (1979) se elaboró una función en Excel para la determinación de la cinética (Espinoza et al, 2017).

3.3. Degradabilidad *in vitro*.

En el rumen las bacterias representan entre el 60 y 90% de la masa microbial, los protozoarios entre el 10 y 40% y los hongos entre 5 y 10% con múltiples interacciones entre ellos Van Soest (1994); Vargas *et al.* (2003), que modifican la estructura del sistema, así como la composición bacteriana.

Las características de fermentación de los alimentos en el rumen pueden ser estudiadas por métodos *in vivo*, *in situ* e *in vitro*. Debido a que en los estudios *in vivo* los alimentos sólo pueden ser evaluados en raciones totales y al hecho de que tales estudios requieren considerables recursos y son difíciles de estandarizar, en los últimos años varias técnicas *in situ* e *in vitro* han sido desarrolladas considerando una variante de la metodología *in vitro* la técnica de producción de gases según Posada y Noguera (2005) y el método de digestibilidad enzimática (enzima celulasa del hongo *Penicillium funiculosum*) por Arce *et al.* (2003); Barchiesi *et al.* (2011) y una de la más difundida es la degradabilidad *in vitro* con la metodología DAISY II (ANKOM Technology, 2014).

3.3.1. Metodología DAISY II (ANKOM TECHNOLOGY).

El método de digestibilidad *in vitro* con la utilización de incubadoras DAISY II (ANKOM Technology, 2008) Figura 18 el mismo que ha sido ampliamente difundido y estudiado siendo preciso, confiable y rápido, y representa una ventaja significativa para el análisis del forraje, grano, y muestras mixtas (Holden, 1999), reemplazando las metodologías tradicionales en tubos (Pedercen, *et al.*, 2000; Mabjeesh, *et al.*, 2000; Wilman *et al.*, 2000). El aparato permite la incubación simultánea de un gran número de muestras (para un máximo de 96 bolsas por lote de fermentación), dando ventajas en términos de mano de obra y los costos consumidos por determinación (Spanghero *et al.*, 2003). El uso de bolsas ANKOM F-57 asegura una alternativa más estandarizada y repetible para el método de Tilley y Terry (Adesogan, 2005) y con el método *in vivo* utilizando la degradabilidad ruminal *in situ* o de la bolsa de nylon (Spanghero *et al.*, 2003; Giraldo *et al.*, 2007).



Figura 17. Esquema de la metodología de degradabilidad *in vitro* con incubadora DAISY II.

La incubadora DAISY II consta de 4 jarras, con 4 litros de capacidad cada una, que rotan permanentemente facilitando la agitación constante del material incubado y al interior del sistema se dispone de una temperatura controlada de 39 °C (Ceballos *et al.*, 2008). Con la aplicación de esta metodología, el material que desaparece de las bolsas durante la incubación es considerado digerible (Mabjeesh *et al.*, 2000). El

procesamiento por lotes y la eliminación de la etapa de filtración simplifican ensayos *in vitro*, tales como la digestibilidad verdadera, aparente y enzimática (ANKOM Technology, 2014).

Arce *et al.* (2003) indican en los problemas que mayormente se presentan en los experimentos *in vitro* son: la variación en la actividad del fluido ruminal, variaciones incontrolables que se dan dentro del laboratorio y entre laboratorios, y la disponibilidad de animales ruminalmente canulados, ya que se requiere de una fuente uniforme y confiable de inóculo ruminal. En la Figura (7) se describe el esquema del proceso mediante la utilización del sistema de incubación DAISY II. A) Termos acondicionados a 39°C extracción de líquido ruminal incluido fracción fibrosa; B) licuado de líquido ruminal en presencia de CO₂; C) Forma de gasear con CO₂; D) Filtrado del inóculo; E) Llenado de jarras de incubación; F) Sellado de jarras para digestión (ANKOM Technology, 2008).

3.4. Los sistemas de producción pecuaria en Ecuador.

Los sistemas de producción con bovinos de carne en América Tropical están basados en el uso de pastos como fuente principal de alimentación. Estas pasturas, desde el punto de vista nutricional, presentan al menos cinco limitantes que comprometen su uso eficiente: baja disponibilidad energética, deficiencia de nutrientes esenciales, distensión ruminal, desbalance en los productos finales de la digestión y toxicidad (Escobar 1989).

Valdivieso (2008) sugiere que, para usar materiales en la suplementación del ganado, éstos deben cumplir una serie de requisitos, tales como el bajo costo, palatabilidad por el ganado, no competencia con la alimentación humana, siendo materiales de elección los subproductos o residuos de la agroindustria ecuatoriana: yuca, cítricos, piña, palmito, maracuyá, palmiste, etc.

En el caso de la provincia de Manabí, según Torres (2015), los sistemas de producción del ganado se basan en la explotación de ganado criollo de tipo mixto o de doble propósito (DP) y constituyen la actividad principal de numerosas familias en la provincia ecuatoriana. La explotación tipo desarrolla una modalidad familiar de subsistencia que combina la actividad agrícola con la ganadera. La dimensión media es de 16 vacas en una superficie de 44 ha, consumiendo pastos naturales, subproductos agrícolas y pastos cultivados: principalmente saboya (*Panicum maximum*), gramalote (*Axonopus affinis*) y elefante (*Pennisetum purpureum*). La productividad diaria por explotación se sitúa en torno a 52 litros de leche diarios y tiende a un parto por vaca y año. El perfil de los productores es de 53 años de edad con cinco miembros en la unidad familiar, 24 años de antigüedad en la actividad y el 85% de los productores desean continuar con la actividad. Destaca el elevado número de productores (97,8%) que destinan la mayor parte de la producción a canales comerciales cortos favoreciendo la viabilidad económica.

3.5. Utilización de residuos agroindustriales.

La alimentación constituye la mayor parte de los costos de producción ganadera, con el propósito de minimizar estos gastos se ha buscado la utilización de residuos agroindustriales como un alimento alternativo viable económicamente y

nutricionalmente (Rezende *et al.*, 2005). La industria de procesamiento de productos alimenticios produce grandes cantidades de residuos que son desperdiciados, formando una fuente de contaminación del medio ambiente (Goes *et al.*, 2008). El uso apropiado de estos recursos relativamente baratos es de suma importancia para la producción de una ganadería rentable y el uso eficiente de estos residuos depende de sus propiedades químicas y físicas, por lo tanto, los estudios son esenciales para evaluar los potenciales del subproducto en la alimentación animal (Negesse *et al.*, 2009).



Figura 18. Pastoreo.

Los residuos industriales siguen convirtiéndose en un gran problema ya que los subproductos pueden ser más del 50% del volumen aprovechable en la industria, consecuencias no solo ambientales sino económicas, ya que las mismas empresas tienen que asumir altos costos de disposición de éstos, por tanto, hay que considerar que estos residuos pueden ser aprovechados en la alimentación animal (Yépez *et al.*, 2008). La

utilización de subproductos en la alimentación de rumiantes cumple con la expectativa de contribuir ante los problemas de escases de forraje durante la época crítica y reducir los costos, por lo que toma cada día más importancia en la coyuntura nacional debido a la necesidad de mayor producción en menor espacio físico y tiempo (Almeida *et al.* 2014).

Los residuos de frutas pueden ser utilizados para la alimentación animal dado su alto contenido de carbohidratos estructurales (celulosa, hemicelulosa y pectinas). Este tipo de residuos se caracterizan por su alto contenido de humedad, hecho que dificulta su almacenamiento y preservación. Una alternativa para preservar este tipo de materiales es la elaboración de ensilajes, método que permite almacenar grandes volúmenes de material a bajo costo en época de cosecha y suministrarlo de forma regular a lo largo del año (Noguera *et al.*, 2014).

El déficit de alimentos en el período seco trae como consecuencia la búsqueda de soluciones para equilibrar el suministro de nutrientes durante todo el año y de esta forma lograr aumentar y estabilizar las producciones de leche y carne por hectárea. En la producción de frutas se aprovecha el 50% del procesamiento de las frutas frescas en la obtención de jugo y el resto es residuo sólido no aprovechable por la industria (Montejo *et al.*, 2004).

Debido a las exigencias cada vez más crecientes del mercado, la transformación de los productos agrícolas se ha convertido en parte importante de los procesos industriales dentro de muchas empresas (Sánchez *et al.*, 2010). Para reducir las pérdidas de forraje y la acumulación de residuos post-pastoreo, que dañan la calidad de la dieta del animal y el nuevo crecimiento de la planta, una alternativa sería utilizar los

excedentes de forraje producido en el mejor crecimiento del período de forraje como ensilaje (Ávila, 2003).

En este sentido, Valdivié *et al.*, (2008) en su trabajo caracterizaron el uso del plátano en la alimentación de animales con énfasis en poligástricos. Entre las cualidades presentadas menciona las diferencias entre el uso del fruto y subproductos en estado verde y maduro, resaltando su alto valor nutricional por su contenido de almidón tanto en fruta fresca como en harina 17.56 y 66.62% respectivamente, y una energía metabolizable para rumiantes de 729 y 2649 kcal, no obstante, un contenido bajo de proteína de 1.1 a 4.0%. Mientras, la cáscara, de igual manera verde y madura, reportan 9.5 y 7.0% de proteína bruta, 8.3 y 7.0% de extracto etéreo, 26.7 y 5.7% de fibra bruta y un contenido de cenizas o materia inorgánica de 22.0 y 12.6%.

Da Costa *et al.* (2007), realizaron una comparación de los parámetros físico-químicos y químicos de la cáscara y bagazo de piña encontrando los siguientes valores: humedad 9.92 y 8.05%; proteína 3.27 y 3.18%; extracto etéreo 1.60 y 0.72%; fibras 7.52 y 5.89%; materia inorgánica o cenizas 2.03 y 2.15%; pH 3.98 y 3.66; acidez 2.53% y 2.98%; sólidos solubles 60.38 °Brix y 60.71 °Brix; azúcares reductores 18.95 y 32.94%; azúcares no reductores 18.38 y 3.11%; azúcares totales 37.33 y 36.05% y vitamina C 27.07 mg/100 g y 18.61 mg/100 g.

Cazarin *et al.* (2014) por su parte realizaron un estudio sobre la capacidad antioxidante y composición química de la cáscara de maracuyá, demostrando que posee una característica de alimento fibroso $65.22 \pm 0.27\%$ de las cuales 74% son fibras insolubles. Además, indica un contenido de humedad de $9,48 \pm 0,26\%$; materia mineral

o materia inorgánica $6,88 \pm 0,02\%$; proteína $3,94 \pm 0,18\%$; extracto etéreo $0,31 \pm 0,01\%$; fibra insoluble $48,12 \pm 1,10\%$ y fibra soluble $17,11 \pm 1,36\%$.

Cándido *et al.* (2007) evaluaron las características fermentativas y composición de ensilajes de pasto elefante con la inclusión de varios niveles (0; 3.5; 7.0; 10.5 y 14%) de cáscara de maracuyá. Determinaron que los niveles crecientes de cáscara de maracuyá tuvieron una correlación directa con el contenido de materia seca y una relación inversa en la producción de ácido propiónico y un efecto cuadrático en el contenido de ácido láctico, mientras, en el ácido butírico fueron decrecientes, el contenido de N amoniacal y ácido acético no presentaron cambios. Se incrementó la proteína bruta y extracto etéreo, mientras, la FDN y hemicelulosa decrecieron conforme al aumento de los niveles del subproducto. Recomendando el uso del 14% de inclusión debido a las mejoras en las características fermentativas y nutricionales del ensilaje.

Neiva *et al.* (2006), determinaron el valor nutritivo de ensilajes de pasto elefante con la inclusión de 0; 3.5; 7.0; 10.5 y 14.0% de cáscara de maracuyá, encontraron un incremento de 15.1 a 24.3% de materia seca; de 85.5 a 88.1% de materia orgánica; de 5.8 a 8.3% de proteína y una reducción de 78.6 a 70.3% de FDN, lo que indica un mejoramiento de las cualidades nutricionales.

Un estudio realizado en el ensilaje de *Panicum maximum* en dos estados fisiológicos y con la inclusión de melaza como aditivo (Caraballo *et al.*, 2007) determinaron el contenido nutricional del pasto a los 28 días de corte (prefloración) y 43 días de corte (post-floración) con los valores, 25.6 y 33.0% de materia seca; 12.6 y 7.4% de proteína bruta; 30.6 y 32.9% de fibra cruda 0.3% de calcio, además, 0.27 y 0.20% de fósforo.

Pompeu *et al.*, (2006), evaluaron los niveles de inclusión de 0; 5; 10; 15 y 20% de subproductos de piña, maracuyá y melón en ensilajes de pasto elefante, determinando una mejoría en el valor nutricional con el nivel de 20% incrementando el porcentaje de proteína y reduciendo las fracciones de fibra. Da Cruz *et al.*, (2010) evaluaron la composición bromatológica de ensilajes de pasto elefante con diferentes proporciones (0; 10; 20 y 30%) de cáscara de maracuyá, encontraron un aumento lineal en el contenido de seca de 23,2 a 41,8% para los tratamientos 0 y 30%, respectivamente, favoreciendo la fermentación del ensilaje, de igual manera la proteína bruta en los niveles fue 5,4; 8,5; 10,2 y 11,9%. El porcentaje de fibra detergente neutro, fibra en detergente ácido, hemicelulosa y celulosa se redujeron, indicando que la cáscara de maracuyá deshidratada puede ser utilizada hasta el 30% de en ensilajes de pasto elefante.

Dormond *et al.* (2011) estudiaron el efecto de la inclusión de cáscara de banano maduro en ensilajes de pasto king grass y determinaron que los valores de materia seca varían de 15.01 sin la inclusión a 12,04% con el 80% de subproducto; de igual manera, la proteína bruta de 13.45 a 10.75% y materia mineral de 14.18 a 9.52% respectivamente.

Tavares *et al.*, (2009), estudiaron el efecto de la compactación y la inclusión de aditivos absorbentes y marchitamiento previo en la composición bromatológica del pasto Tanzania, determinaron valores de 20.69 a 21.63% de materia seca; 71.07 y 65.50% de FDN; 45.95 y 42.63% de FDA y 5.43 y 5.08% de lignina para el tratamiento testigo y con la inclusión del 5% de pulpa cítrica respectivamente.

La caracterización físico-química de los subproductos de frutas tropicales realizado por Júnior *et al.* (2006), se evaluaron los residuos de piña, acerola, guayaba, maracuyá y melón. Los resultados de los análisis mostraron que, en la composición de materia seca, proteína bruta, fibra detergente ácido, fibra detergente neutro, hemicelulosa, lignina y carbohidratos totales variaron de 83.33 a 86.33%; 8.35 a 17.33%; 30.74 a 54.70%; 56.15 a 73.45%; 9.92 a 40.65%; 5.29 a 20.11%; 64.84 a 83,68% respectivamente. Viera *et al.*, (1999) realizaron un estudio sobre la composición y degradabilidad *in situ* de la cáscara de tres variedades de maracuyá, entre los valores de interés 10.78% de MS; 9.82% de proteína bruta, 0.35% de calcio; 0.08% de fósforo; 44.16% de FDN y 35.85% de FDA.

Azevedo *et al.* (2011) en su estudio evaluaron el consumo, digestibilidad y producción de proteína microbiana de los subproductos de frutas en sustitución parcial del ensilaje de maíz en cuanto a la composición de los subproductos de piña y maracuyá, 13.91 y 19.53% de materia seca; 95.27 y 96.32% de materia orgánica; 7.09 y 9.97% de proteína bruta; 27.20 y 19.38% de carbohidratos no fibrosos; 34.11 y 42.70 de FDN y 3.71 y 7.79% de lignina, respectivamente. Concluyen, además, que el subproducto de piña tiene un valor energético superior al ensilaje de maíz. En relación al pasto saboya, Razz *et al.* (2004) evaluaron la composición en estado de prefloración encontrando los siguientes valores, 90.22% de materia seca; 11.77% de proteína bruta; 67.63% de FDN; 48.27% de FDA y 7.68% de lignina.

Verdecia *et al.*, (2008) determinaron en el pasto *Panicum maximum* las siguientes características nutricionales: 16.86% de materia seca; 11.62% de proteína bruta; 29.31% de fibra cruda; 0.33% de fósforo y 0.56% de calcio. El estudio fue

realizado en Cuba en el periodo lluvioso. Moncao *et al.* (2014), determinaron la degradabilidad ruminal de la cáscara de plátano tratado con cal viva y en el tratamiento testigo sin incorporación de cal, reportando la siguiente composición química: 78.75% de materia seca; 9.13% de proteína bruta; 50.15% de FDN; 13.38% de materia mineral; 28.67% de FDA; 10.77% de lignina; 72.93% de carbohidratos totales y 15.66% de carbohidratos no fibrosos (Espinoza *et al.*, 2017).

El aceite de palma es un producto de la industrialización de la palma africana que por sus características nutricionales 17,21% \pm 1,41 de proteína cruda (PC) y buena palatabilidad para los bovinos pueden constituir una alternativa de gran interés en alimentación animal.

La deposición de grasa tisular es un proceso importante en bovinos en fase de ceba, el cual puede realizarse vía síntesis de novo o a partir de ácidos grasos dietéticos, esto último con un importante ahorro de energía al ser la síntesis y esterificación de ácidos grasos un proceso demandante de átomos de carbono, cofactores reducidos (NADPH) y glicerol 3-fosfato (Preston y Leng 1989).

Diversos autores señalan que niveles de 3-5 % de lípidos en la dieta de rumiantes permiten un importante incremento en la densidad energética de la ración, sin efectos depresivos sobre la tasa y patrón de fermentación ruminal (Palmquist 1991). Algunos trabajos realizados con vacas lactantes de alta producción han demostrado respuestas positivas en producción y reproducción al adicionar lípidos a la ración (Talavera *et al.* 1985); sin embargo, se carece de estudios realizados con bovinos en ceba a pastoreo.

Todas las grasas presentan una serie de ventajas no estrictamente nutricionales que hacen conveniente su inclusión en piensos pero que dificultan su valoración. Por ejemplo, las grasas controlan la formación de polvo y mejoran la palatabilidad, el consumo, la estructura y el aspecto del pienso. Además, lubrican la maquinaria lo que permite mejorar su rendimiento (caso de la granuladora) y su vida útil.

Por contra, la utilización de grasa exige instalaciones adecuadas, perjudica la calidad del gránulo y el manejo del pienso en harina y puede afectar a la calidad final de los productos ganaderos (Sheehy *et al.* 1993).

Desde un punto de vista nutricional, las grasas presentan ventajas difíciles de valorar. Así, por ejemplo, permiten incrementar la concentración energética del pienso, reducen el estrés calórico y por su menor incremento de calor, mejoran la eficacia energética neta por kcal de Energía Metabolizable (Sheehy *et al.* 1993). Por tanto, el objetivo de este estudio fue determinar el pH y la degradabilidad *in vitro* de niveles de aceite de la palma en la dieta, para evaluar el nivel de sustitución del maíz. Se evaluó el efecto de la suplementación estratégica con 350 g/animal/día de aceite crudo de Palma Africana (*Elaeis guineensis*) y dos fuentes de carbohidratos (afrechillo de maíz y melaza de caña) en el suplemento concentrado, sobre la función ruminal, el consumo voluntario y la tasa de crecimiento de bovinos en fase de ceba.

IV.- Material y Métodos

IV. MATERIALES Y METODOS

La investigación se realizó en el Laboratorio de Rumiología y Metabolismo Nutricional (RUMEN) de la Facultad de Ciencias Pecuarias (FCP), Universidad Técnica Estatal de Quevedo, finca experimental “La María”, ubicada en el km 7½ de la Vía Quevedo-El Empalme, Recinto San Felipe, cantón Mocache, provincia Los Ríos (Ecuador), entre las coordenadas geográficas de 01° 0’ 6’’ de latitud Sur y 79° 29’ de longitud Oeste, a una altitud de 75 msnm, ubicada en zona bosque húmedo tropical (Bht) con una temperatura media de 25,47°C.

4.1. Plan experimental.

Se realizaron cinco experimentos en los que se utilizaron residuos agroindustriales en diferentes niveles de inclusión en ensilajes de pasto saboya:

Experimento 1: Cinética de la fermentación y degradabilidad ruminal *in vitro* de dietas con diferentes niveles de aceite de palma africana (*Elaeis guineensis Jacq*)

Experimento 2: Composición química y cinética de degradación ruminal *in vitro* del ensilado de pasto saboya (*Panicum maximum Jacq.*) con inclusión de residuos de frutas tropicales



Figura 19. Degradabilidad *in vitro*, laboratorio UTEQ.

Experimento 3: Composición química y cinética de degradación ruminal *in situ* de piña (*Ananas comosus* L.) y palma aceitera (*Elaeis guinensis* Jacq.)”

Experimento 4: Cinética de degradación ruminal del ensilado de pasto saboya (*Panicum maximum*) con niveles crecientes de cáscara de piña (*Ananas comosus*)

Experimento 5: Digestibilidad *in situ* del ensilaje de pasto saboya (*Panicum maximum*) con diferentes niveles de rechazo de piña (*Ananas comosus*)

4.2. Materias primas, manejo de animales y preparación de muestras.

El pasto saboya se obtuvo de una parcela establecida en el Campus Experimental “La María” de Facultad de Ciencias Pecuarias de la UTEQ. Se realizó un corte de igualación y se cosechó a los 45 días, no se realizó fertilización ni riego. Los residuos de maracuyá, plátano y piña se obtuvieron de la empresa TROPIFRUTAS S.A., la empresa ORIENTAL S.A., extractora de aceite vegetal QUEVEPALMA S.A. y el mercado local, respectivamente, en Quevedo (Ecuador). El residuo de maracuyá consistió principalmente en cáscaras mezcladas con cantidades inferiores de pulpa y semillas. Los residuos de plátano y piña fueron exclusivamente la cáscara de la fruta. Muestras representativas del pasto segado y los residuos de frutas se recogieron previamente al ensilaje para la determinación de la composición química.



VALORACIÓN DE SUBPRODUCTOS: Degradabilidad *in situ*



Figura 20. Degradabilidad *in situ*, Laboratorio UTEQ.

Muestras representativas del pasto segado y los residuos de frutas se recogieron previamente al ensilaje para la determinación de la composición química (Tabla 4).

Tabla 4. Composición química del pasto saboya (*Panicum maximum* Jacq.) de 45 días de corte y cáscara de maracuyá (*Passiflora edulis* Sims.).

| Contenido (%) | Pasto saboya (<i>Panicum maximum</i> Jacq.) | Cáscara de maracuyá (<i>Passiflora edulis</i> Sims.) | Cáscara de piña (<i>Ananas cosmosus</i> .) | Efluente de palma (<i>Elaeis guinensis</i> .) | Residuos de cáscara de plátano (<i>Mussa sp</i>) |
|---------------|--|---|---|--|--|
| MSP | 20.59 | 15.1 | 16.35 | 71.13 | 15.37 |
| MO | 82.63 | 88.27 | 84.93 | 84.08 | 91.66 |
| MI | 17.37 | 11.73 | 15.07 | 15.92 | 8.34 |
| PB | 8.38 | 5.02 | 7.6 | 14.21 | 5.05 |
| FDN | 74.08 | 61.54 | 73.16 | 63.16 | 60.47 |
| FDA | 35.29 | 36.39 | 33.07 | 50.98 | 29.63 |

MSP: Materia seca parcial; MO: Materia orgánica; MI: Materia inorgánica; PB: Proteína bruta; FDN: Fibra detergente neutro; FDA: Fibra detergente ácido.

En la preparación de los ensilados, se utilizaron 24 silos experimentales (6 por tratamiento), contruidos con tubos PVC de 30 cm de longitud por 10 cm de diámetro, con una capacidad de almacenamiento de 3 kg (Pereira *et al.*, 2005), modificados para la extracción de efluentes (Dormond *et al.*, 2011).

Tanto el pasto como el residuo se picaron en una picadora de pasto SC Cevacos Trapp® ES 400) para reducir la longitud de las partículas 2 a 5 cm. El material se pesó de acuerdo con los tratamientos y se homogenizó concienzudamente antes de introducirlo en los silos. La compactación fue manual, tipo tornillo, y el sellado bajo presión se realizó con patones PVC, tornillos y cinta de embalaje. Los silos sellados se colocaron en un depósito a temperatura ambiente con iluminación natural, sin radiación solar directa. La apertura de los silos se hizo tras 35 días de almacenamiento y se recogieron muestras representativas de los microsilos de cada uno de los tratamientos

para el estudio de su composición química. Estas muestras se secaron en estufa Memmert[®] a 65 °C durante 48 horas y posteriormente se trituraron en un molino Thomas Willy[®] con criba de 2 mm.

Para determinar la degradabilidad ruminal *in vitro* de la MS, FND y FAD en cada uno de los tratamientos se preparó una muestra compuesta con alícuotas de los microsilos correspondientes a los mismos. Se siguió el protocolo recomendado por el fabricante del sistema de incubación DAISY II[®] (Ankom, 2008), usando bolsas filtro ANKOM F-57 (Ankom Technology, Macedon, NY, EUA) con tamaño de poro de 25 µm y dimensiones de 5 x 4 cm fabricadas de poliéster/polietileno con filamentos extruidos en una matriz de tres dimensiones (Giraldo *et al.*, 2007). En cada bolsa se introdujeron 0,5 g de muestra molida y luego se sellaron con prensa térmica. Por cada tratamiento y tiempo de incubación (0, 3, 6, 12, 24, 48 y 72 horas), se incubaron seis bolsas. Por cada tiempo de incubación, se incluyeron dos bolsas vacías que sirvieron como blancos para determinar el factor de corrección para el efecto del lavado. La relación entre la solución tampón y el líquido ruminal fue 3:2. El inóculo ruminal se obtuvo de tres bovinos Brahman de 500 kg ± 25 kg de peso vivo, castrados y fistulados en el rumen, mantenidos en pastoreo libre sobre pasto saboya. El inóculo ruminal se extrajo con una bomba de vacío en termos aclimatados a 39 °C y se trasladó inmediatamente al laboratorio, donde se filtró y saturó con CO₂ y se colocó junto con la solución tampón en las farras de fermentación. Al final de cada tiempo de incubación, las bolsas correspondientes se lavaron con agua fría hasta obtener un efluente transparente y posteriormente se secaron en estufa a 65 °C durante 48 horas, para determinación de la MS, FND y FAD, como se ha indicado anteriormente. La desaparición de la MS, FND y FAD se ajustó a la ecuación $p = a + b \times (1 - e^{-ct})$

(Orskov) donde p es la desaparición del componente a tiempo t , a es la fracción soluble por lavado de las bolsas a la hora 0 (%), b es la fracción insoluble pero potencialmente degradable (%), y c es la tasa de degradación horaria de b (h^{-1}). La degradabilidad efectiva (DE) de la MS (DEMS), FND (DEFND) y FAD (DEFAD se calculó para una tasa de paso ruminal (k) de $0,05 h^{-1}$ (valor medio en animales en crecimiento), de acuerdo con la ecuación $DE = a + [(b \times c)/(c+k)]$, donde a , b , c y k se han descrito anteriormente. Los parámetros de la cinética de degradación calcularon con el modo de resolución GRG NONLINEAR de la función SOLVER de Microsoft EXCEL®.

En las muestras de pasto saboya, residuo de maracuyá y ensilado se determinó el contenido de materia seca (MS), materia orgánica (MO), cenizas y proteína bruta (PB), de acuerdo con los métodos de AOAC (2000), y de fibra neutro detergente (FND) y fibra ácido detergente (FAD), con el procedimiento de ANKOM Technology (AKOM 2008).

Para determinar la degradabilidad ruminal *in vitro* de la MS en cada uno de los tratamientos se preparó una muestra compuesta con alícuotas de los microsilos correspondientes a los mismos. Se siguió el protocolo recomendado por el fabricante del sistema de incubación DAISY II[®] usando bolsas filtro ANKOM F-57 (Ankom Technology, Macedon, NY, EUA) con tamaño de poro de $25 \mu m$ y dimensiones de 5×4 cm fabricadas de poliéster/polietileno con filamentos extruidos en una matriz de tres dimensiones (Giraldo *et al.*, 2007).

En cada bolsa se introdujeron 0,5 g de muestra molida y luego se sellaron con prensa térmica. Por cada tratamiento y tiempo de incubación (0, 3, 6, 12, 24, 48 y 72 horas), se incubaron seis bolsas. Por cada tiempo de incubación, se incluyeron dos

bolsas vacías que sirvieron como blancos para determinar el factor de corrección para el efecto del lavado. La relación entre la solución tampón y el líquido ruminal fue 3:2. El inóculo ruminal se obtuvo de tres bovinos Brahman de $500 \text{ kg} \pm 25 \text{ kg}$ de peso vivo

4.3. Metodología específica Experiencia 1.

La técnica que se utilizó fue la de Tilley y Terry (1963), a través de la Degradabilidad *In vitro* de la Materia Seca según la obtención del Inóculo e Incubación del líquido ruminal para determinar el pH de la cinética. Se procedió de la siguiente manera: con una bomba de vacío se extrajo el líquido ruminal de dos bovinos Brahman con fístula ruminal permanente, en condiciones estabuladas consumiendo pasto Saboya (*Panicum maximum*), y balanceado, los animales pertenecían a la Unidad Científica y Tecnológica de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo- Ecuador. La recolección de líquido ruminal se realizó a las 06:00 h. y fue extraído manualmente de varias partes del rumen y filtrado en paños de algodón, almacenado en dos termos, y transportados al Laboratorio de Rumiología de la Universidad. El líquido ruminal de cada animal fue nuevamente filtrado y transferido a tres Erlenmeyer de 500 ml, saturados con CO₂ y mantenidos en estufa MEMMERT a 39 °C. El medio (40 ml de saliva, McDougal, y 10 ml de líquido ruminal) se depositó en frascos de 100 ml, donde se insertaron las bolsitas F57 ANKOM con 300 mg de la dieta en estudio. Los frascos con medio de cultivo, muestra e inóculo fueron saturados con CO₂ y sellados con tapón de caucho (14mm), e incubados en Baño María MEMMERT con agitación a 39 °C. La incubación se realizó durante los siguientes intervalos de tiempo 0 – 3 – 6 – 12 – 24 – 48 – 72 h. Los frascos fueron inoculados con 5 ml de líquido ruminal en una proporción de 1:9 en relación al volumen de medio de cultivo utilizado (45 ml) (Theodorou et al., 1994; Mauricio et al., 1999) usando micro pipetas graduadas. Del medio contenido en los frascos se tomó una alícuota de 20 ml, para medir el pH, con el potenciómetro OAKTON - pH/mV/°C meter; para establecer si existe un cambio en los patrones de fermentación ruminal.

Tabla 5. Dietas experimentales con niveles de Palma africana.

| INGREDIENTES | T0 | T1 | T2 | T3 | TOTAL |
|----------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | 100 | 100 | 100 | 100 | |
| | P - E | P - E | P - E | P - E | |
| | 0 | 2% | 2% | 3% | |
| MAIZ SECO | 48,90 | 47,40 | 46,90 | 46,40 | 189,60 |
| AFRECHO DE TRIGO | 25,00 | 25,00 | 25,00 | 25,00 | 100,00 |
| HARINA PESCADO EXPORTACION | 7,00 | 7,00 | 7,00 | 7,00 | 28,00 |
| PASTA DE SOYA | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| ACEITE DE PALMA | 0,00 | 1,50 | 2,00 | 2,50 | 6,00 |
| RESIDUO DE MAIZ | 15,00 | 15,00 | 15,00 | 15,00 | 60,00 |
| PREMIX BROILER | 0,20 | 0,20 | 0,20 | 0,20 | 0,80 |
| CARBONATO DE CALCIO | 1,80 | 1,80 | 1,80 | 1,80 | 7,20 |
| FOSFATO DICALCICO | 0,60 | 0,60 | 0,60 | 0,60 | 2,40 |
| SAL | 1,50 | 1,50 | 1,50 | 1,50 | 6,00 |
| TOTAL (QQ.) | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 400,00 |

Diseño experimental

Se utilizó una serie de frascos como blancos que contenían medio de cultivo e inóculo, pero sin sustrato, con el propósito de corregir la presión generada por el gaseado con CO₂ y la presión producida por la fermentación de los microorganismos ruminales presentes en el líquido (Theodorou *et al.* 1994; López *et al.*, 1998). Dentro de los parámetros a evaluar son: Materia Orgánica (MO), Materia Seca (MS), Fibra detergente acidas (FDA), Fibras detergente neutras (FDN), Cenizas y PH. En los tiempos 0, 3, 6, 12, 24,48 y 72 h. Materia seca y Materia orgánica de las dietas en degradabilidad in vitro, por la técnica de Tilley y Terry (1963). A continuación, se describen las dietas utilizadas con los diferentes niveles de aceite de palma africano (Tabla 1).

Se aplicó un Diseño Completamente al azar, con cuatro dietas y cuatro repeticiones. Los datos se analizaron utilizando el procedimiento GLM del paquete estadístico SAS (2011) y las diferencias de medias se compararon usando la Prueba de Tukey ($p < 0,05$). Los factores de estudio fueron las dietas experimentales con diferentes niveles de aceite de palma africana 0, 1.5, 2.0 y 2.5 %, respectivamente. Los periodos de incubación del inóculo para medir el pH, y la Degradabilidad *in vitro* de la Materia Seca fueron a las 0, 3, 6, 12, 24, 48 y 72 h. respectivamente. Para el cálculo de los parámetros de Cinética Ruminal se utilizó la función Solver de la hoja de cálculo Microsoft Excel®.

4.4. Metodología específica Experiencia 2.

Se investigaron cuatro ensilados: pasto saboya como único producto, y pasto saboya con la inclusión de 15% en base fresca de residuo de maracuyá, piña o plátano. En la preparación de los ensilados, se utilizaron 24 silos experimentales (6 por tratamiento), contruidos con tubos PVC de 30 cm de longitud por 10 cm de diámetro, con una capacidad de almacenamiento de 3 kg, modificados para la extracción de efluentes. Tanto el pasto como los residuos se picaron en una picadora de pasto SC Cevacos Trapp® ES 400 para reducir la longitud de las partículas 5 a 2 cm. El material se pesó de acuerdo con los tratamientos y se homogenizó concienzudamente antes de introducirlo en los silos.

La compactación fue manual, tipo tornillo, y el sellado bajo presión se realizó con patones PVC, tornillos y cinta de embalaje. Los silos sellados se colocaron en un depósito a temperatura ambiente con iluminación natural, sin radiación solar directa. La

apertura de los silos se hizo tras 60 días de almacenamiento y se recogieron muestras representativas de los microsilos de cada uno de los tratamientos para el estudio de su composición química. Estas muestras se secaron en estufa Memmert[®] a 65 °C durante 48 horas y posteriormente se trituraron en un molino Thomas Willy[®] con criba de 2 mm.

En las muestras de pasto saboya, los tres residuos, y los ensilados se determinó el contenido de materia seca (MS), materia orgánica (MO), cenizas y proteína bruta (PB), de acuerdo con los métodos de [4], y de fibra neutro detergente (FND) y fibra ácido detergente (FAD), con el procedimiento de Ankom (2008).

Para determinar la degradabilidad ruminal *in vitro* de la MS, FND y FAD en cada uno de los tratamientos se preparó una muestra compuesta con alícuotas de los microsilos correspondientes a los mismos. Se siguió el protocolo recomendado por el fabricante del sistema de incubación DAISY II[®], usando bolsas filtro ANKOM F-57 (Ankom Technology, Macedon, NY, EUA) con tamaño de poro de 25 µm y dimensiones de 5 x 4 cm fabricadas de poliéster/polietileno con filamentos extruidos en una matriz de tres dimensiones. En cada bolsa se introdujeron 0,5 g de muestra molida y luego se sellaron con prensa térmica. Por cada tratamiento y tiempo de incubación (0, 3, 6, 12, 24, 48 y 72 horas), se incubaron seis bolsas.

Por cada tiempo de incubación, se incluyeron dos bolsas vacías que sirvieron como blancos para determinar el factor de corrección para el efecto del lavado. La relación entre la solución tampón y el líquido ruminal fue 3:2. El inóculo ruminal se obtuvo de tres bovinos Brahman de 500 kg ± 25 kg de peso vivo, castrados y fistulados en el rumen, mantenidos en pastoreo libre sobre pasto saboya. El inóculo ruminal se

extrajo con una bomba de vacío en termos aclimatados a 39 °C y se trasladó inmediatamente al laboratorio, donde se filtró y se saturó con CO₂ y se colocó junto con la solución tampón en las Jarras de fermentación.

Al final de cada tiempo de incubación, las bolsas correspondientes se lavaron con agua fría hasta obtener un efluente transparente y posteriormente se secaron en estufa a 65 °C durante 48 horas, para determinación de la MS, FND y FAD, como se ha señalado más arriba. La desaparición de la MS, FND y FAD se ajustó a la ecuación $p = a + b \times (1 - e^{-ct})$, donde p es la desaparición del componente a tiempo t, a es la fracción soluble por lavado de las bolsas a la hora 0 (%), b es la fracción insoluble pero potencialmente degradable (%), y c es la tasa de degradación horaria de b (h⁻¹). La degradabilidad efectiva (DE) de la MS (DEMS), FND (DEFND) y FAD (DEFAD se calculó para una tasa de paso ruminal (k) de 0,05 h⁻¹ (valor medio en animales en crecimiento), de acuerdo con la ecuación $DE = a + [(b \times c) / (cok)]$, donde a, b, c y k se han descrito anteriormente. Los parámetros de la cinética de degradación calcularon con el modo de resolución GRG NONLINEAR de la función SOLVER de Microsoft EXCEL®.

4.5. Metodología específica Experiencia 3.

Para determinar la degradabilidad ruminal *in situ* de la MS, se preparó una muestra compuesta con alícuotas correspondientes a cada tratamiento. Se introdujeron 10 g de muestra desecada en estufa a 65°C durante 48 h (10% de humedad) y molida en bolsas de nylon de 10 x 20 cm con un tamaño de poro de 50 micras. Por cada tratamiento y tiempo de incubación (0, 3, 6, 12, 24, 48 y 72 h), se incubaron dos bolsas

en cada uno de tres bovinos Brahman castrados (400 ± 20 kg de peso vivo), provistos de fistula ruminal. Los animales fueron alimentados con pasto saboya a discreción y fueron controlados permanentemente por los servicios veterinarios, evitando situaciones de sufrimiento y favoreciendo el comportamiento natural. Pasado el tiempo de incubación, las muestras se extrajeron del rumen, se lavaron con agua destilada, se desecaron a 65°C durante 48 h y se pesaron. La desaparición de la MS se ajustó a la ecuación $p = a + b \times (1 - e^{-ct})$ (Ørskov and McDonald, 1979), donde p es la desaparición de la MS a tiempo t, a es la fracción soluble por lavado de las bolsas a la hora 0 (%), b es la fracción insoluble pero potencialmente degradable (%), y c es la tasa de degradación de b (h^{-1}). La degradabilidad efectiva (DEMS) se calculó para tres tasas de paso ruminal (k): 0,02, 0,05 y 0,08 h^{-1} , de acuerdo con la ecuación $\text{DEMS} = a + [(b \times c) / (c+k)]$, donde a, b, c y k se han descrito anteriormente.

4.6. Metodología específica, experiencia 4.

Se prepararon cuatro ensilados de pasto saboya con la inclusión de 10, 20, 30 y 40% en base fresca de residuo de piña. Para ello, se utilizaron 24 silos experimentales (6 por tratamiento), contruidos con tubos de policloruro de vinilo (PVC) de 30 centímetros (cm) de longitud por 10 cm de diámetro, con una capacidad de almacenamiento de 3 kilos (kg) [21], modificados para la extracción de efluentes [11]. Tanto el pasto como el residuo se picaron en una picadora de pasto (Trapp[®] ES 400, Tapp, Jaraguá do Sul, Brasil), para reducir la longitud de las partículas a 2-5 cm. El material se pesó (MOBBA BS, Mobba, Barcelona, España), de acuerdo con los tratamientos, y se homogenizó manualmente, de forma concienzuda, antes de

introducirlo en los silos. La compactación fue manual, tipo tornillo, y el sellado bajo presión se realizó con patones de PVC, tornillos y cinta de embalaje. Los silos sellados se colocaron en un depósito a temperatura ambiente ($26 \pm 0,6^{\circ}\text{C}$), sin radiación solar directa. La apertura de los silos se hizo tras 35 d de almacenamiento, el contenido de cada silo se homogenizó manualmente y se recogió una muestra de 1 kg de cada uno de ellos para el estudio de su composición química. Estas muestras se secaron en estufa (Memmert UN55, Memmert, Schwabach, Alemania) a 65°C durante 48 h y posteriormente se trituraron en un molino (Model 4 Wiley Mill, Thomas Scientific, Swedesboro, NJ, EUA) con criba de 2 milímetros (mm).

En las muestras de pasto saboya y residuo de piña y de cada uno de los microsilos se determinó el contenido de MS, materia orgánica (MO), cenizas y proteína bruta (PB), de acuerdo con los métodos de la Association of Official Analytical Chemists (AOAC), y de fibra neutro detergente (FND) y fibra ácido detergente (FAD), con el procedimiento de ANKOM Technology.

Para determinar la degradabilidad ruminal *in vitro* de la MS en cada uno de los tratamientos se preparó una muestra compuesta con alícuotas de los microsilos (500 g). Se siguió el protocolo recomendado por el fabricante del sistema de incubación DAISY II[®], usando bolsas filtro ANKOM F-57 (Ankom Technology, Macedon, NY, EUA) con tamaño de poro de 25 micromilímetros (μm) y dimensiones de 5 x 4 cm fabricadas de poliéster/polietileno con filamentos extruidos en una matriz de tres dimensiones [12]. En cada bolsa se introdujeron 0,5 g de muestra molida y luego se sellaron con prensa térmica (Heat Sealer 1915, Ankom Technology, Macedon, NY, EUA). Por cada tratamiento y tiempo de incubación (0; 3; 6; 12; 24; 48 y 72 h), se incubaron seis bolsas.

Por cada tiempo de incubación, se incluyeron dos bolsas vacías que sirvieron como blancos para determinar el factor de corrección para el efecto del lavado. La relación entre la solución tampón y el inóculo ruminal fue 3:2. El inóculo ruminal se obtuvo de tres bovinos, castrados y fistulados en el rumen, de raza Brahman (*Bos indicus*) con 400 kg \pm 20 kg de peso vivo, mantenidos en pastoreo libre sobre pasto saboya. Para la preparación del inóculo, se extrajo líquido ruminal de los animales, a través de la cánula, con una bomba de vacío manual (VACU-H01-001, Laboxx, Mataró, España) en termos aclimatados a 39 °C. Los termos se trasladaron inmediatamente al laboratorio y su contenido se filtró con una cuádruple gasa estéril sobre un matraz continuamente saturado con CO₂. Finalmente, el inóculo se introdujo junto con la solución tampón y las bolsas con las muestras en las jarras de fermentación, que se purgaron durante 30 segundos (s) con CO₂, se sellaron, y se pusieron en incubación. Terminado el periodo de incubación correspondiente a los tiempos de experimentación, las bolsas se extrajeron y se lavaron con agua fría hasta obtener un efluente transparente y, posteriormente, se secaron en estufa a 65 °C durante 48 h. La desaparición de la MS se ajustó a la ecuación $p = a + b \times (1 - e^{-ct})$ [20], donde p es la desaparición de la MS a tiempo t, a es la fracción soluble por lavado de las bolsas a la h 0 (%), b es la fracción insoluble pero potencialmente degradable (%), y c es la tasa de degradación de b (h⁻¹). La degradabilidad efectiva (DEMS) se calculó para tres tasas de paso ruminal (k): 0,02, 0,05 y 0,08 h⁻¹, de acuerdo con la ecuación $DEMS = a + [(b \times c) / (c+k)]$, donde a, b, c y k se han descrito anteriormente.

4.7. Metodología específica, experiencia 5.

Se estudió la digestibilidad *in situ* de cuatros tratamientos a base de pasto Saboya adicionado diferentes niveles de residuo de piña, lo cual será ensilado en microsilos y se realizarán mediciones a los (30 días). Los tratamientos se exponen en la Tabla 6.

Tabla 6. Tratamientos.

| Tratamiento | Descripción |
|-------------|--|
| T1 | Pasto Saboya |
| T2 | cáscara de piña |
| T3 | Pasto saboya 90% + rechazo de piña 10% |
| T4 | Pasto saboya 80% + rechazo de piña 20% |
| T5 | Pasto saboya 70% + rechazo de piña 30% |
| T6 | Pasto saboya 60% + rechazo de piña 40% |

Se empleó un diseño experimental de bloques completamente al azar donde se evaluará la Digestibilidad *in situ* del ensilaje del pasto saboya (*Panicum máximum*) con diferentes niveles de rechazo de piña (*Ananas comosus*)”, en siete tiempos de incubación (0, 3, 6, 12, 24, 48 y 72 horas). Se utilizaron cuatro bovinos fistulados, cada bovino fue utilizado como criterio de bloque, donde se evaluó la degradabilidad de cada muestra.

El modelo estadístico del diseño experimental que se utilizó es el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

Dónde Y_{ij} : Valor de la variable de respuesta; μ : media general; α_i : efecto del tratamiento; β_j : efecto del bloque; ε_{ij} : error experimental

4.8. Análisis estadístico.

El programa SAS 9.1 (SAS Institute Inc., Cary, NC) se utilizó en todos los análisis estadísticos. Los datos de composición química y digestibilidad *in vitro* de la materia orgánica y degradabilidad *in situ* de la materia seca se analizaron con el modelo lineal general y la separación de las medias de mínimos cuadrados se hará mediante el test de Tukey. La evolución de la composición química, temperatura, pH de los ensilados y las medidas de estabilidad aeróbica se analizarán por el procedimiento de medidas repetidas (Littell *et al.*, 2006) y las medias de mínimos cuadrados se compararán mediante la prueba de contrastes. En todos los casos, la probabilidad de las diferencias entre las medias se establecerá en $P < 0,05$. Los valores de $P < 0,10$ se considerarán tendencias.

V. Resultados y Discusión

5. RESULTADOS Y DISCUSION

5.1. EXPERIENCIA 1. CINÉTICA DE LA FERMENTACIÓN Y DEGRADABILIDAD RUMINAL *IN VITRO* DE DIETAS CON DIFERENTES NIVELES DE ACEITE DE PALMA AFRICANA (*Elaeis guineensis Jacq*) (2011-2012).

El aceite de palma contiene una relación 1:1 entre ácidos grasos saturados e insaturados, además es fuente importante de antioxidantes naturales como los tocoferoles, los tocotrienoles, y los carotenos. Se han realizado múltiples estudios sobre los efectos del consumo de aceite de palma en la dieta animal, principalmente relacionados con el perfil lipídico, el retinol sérico (vitamina A). Durante los últimos años se han diseñado sistemas de alimentación animal basados en el aceite de palma africana, utilizando los subproductos resultantes del proceso de extracción del aceite, el aceite crudo y el fruto entero. Se ha mostrado el alto potencial de estos recursos en especies domesticas como los porcinos, aves, ovinos y bovinos; lográndose la substitución de los cereales como base energética de las dietas y diversificándose el manejo de los ácidos grasos.

-Composición química de la Materia Seca del aceite de palma aceitera

En el cuadro tres se detalla el análisis químico de la materia seca de las diferentes dietas utilizando aceites de palma en la que se pudo notar que no hubo diferencia estadística según tukey al 5%, estos resultado concuerda con Ojeda y Escobar

1995 en el consumo voluntario de forraje, suplemento, y degradación ruminal, con aceite de palma aceitera no arrojó diferencias significativas en los patrones de nitrógeno amoniacal (89.9 ± 5.1 mg/L), pH (7.1 ± 0.01) o ácidos grasos volátiles ($8.8 \pm$ mmol/100 mL).

Tabla 7. Promedios de materia seca. Composición química cinética de la fermentación y degradabilidad ruminal invitro de dietas con diferentes niveles de aceite de palma africana en el cantón Quevedo provincia de Los Ríos. 2012

| Dietas | Materia Seca (%) | Significación |
|------------------------|------------------|---------------|
| T0 SA | 90.21 | a |
| T1 1.5 Aceite de Palma | 90.22 | a |
| T2 2.0 Aceite de Palma | 90.18 | a |
| T3 2.5 Aceite de Palma | 90.24 | a |
| Promedio | 90.21 | |
| CV (%) | 0.17 | |

*Los promedios con letras iguales no difieren estadísticamente entre sí, según la prueba de Tukey

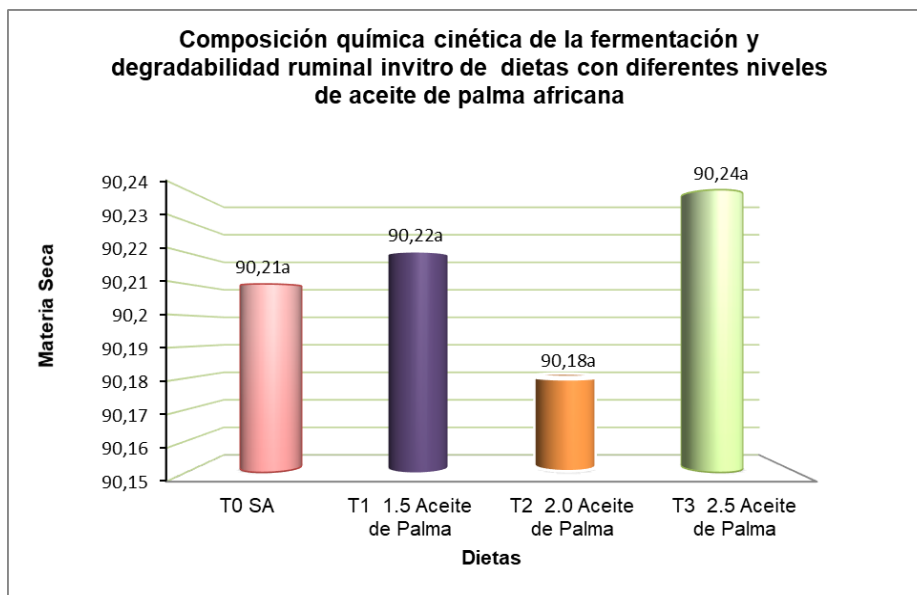


Figura 21. Materia seca.

Aunque en el tratamiento segundo con un 2% de aceite de palma se obtuvieron los menores valores de materia seca, estas diferencias no fueron significativas.

- Composición química de la Materia Orgánica del aceite de palma aceitera

En la Tabla 8 se muestra el análisis químico de la materia orgánica de las diferentes dietas con aceite de palma, sin evidenciar la existencia de diferencias significativas ($p > 0,05$). Estos resultados concuerdan con los presentados por Ojeda y Escobar (1995) en el consumo voluntario de forraje, suplemento, y degradación ruminal, con aceite de palma aceitera no arrojó diferencias significativas en los patrones de nitrógeno amoniacal es decir materia orgánica.

Tabla 8. Promedios de materia orgánica.

| Dietas | Materia Orgánica (%) | Significación |
|------------------------|----------------------|---------------|
| T0 SA | 0.95 | a |
| T1 1.5 Aceite de Palma | 0.93 | a |
| T2 2.0 Aceite de Palma | 0.95 | a |
| T3 2.5 Aceite de Palma | 0.94 | a |
| Promedio | 0.94 | |
| CV (%) | 2.44 | |

*Los promedios con letras iguales no difieren estadísticamente entre sí, según la prueba de Tukey

De acuerdo al análisis estadístico entre las dietas con diferentes niveles de aceite de palma no hubo diferencias singnifactivas en el porcentaje de materia orgánica. (Figura 22).

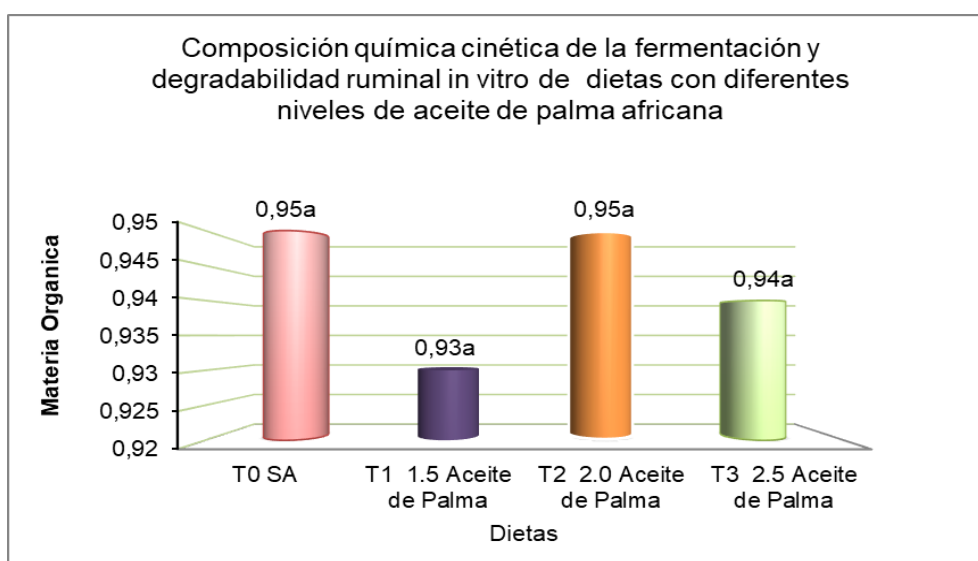


Figura 22. Materia orgánica.

-Composición química de la Fibra detergente acida del aceite de palma aceitera

En la Tabla 9 se comparo la fibra detergente acida de las diferentes dietas con aceite de palma. En este ítem tampoco se encontraron diferncias significativas entre los tratamientos. Estos resultado concuerda con Camacho 1996 en el consumo voluntario de suplemento, y pasto y degradación ruminal, con aceite de palma aceitera.

Tabla 9. Promedios de Fibra detergente acida.

| Dietas | FDA | Significación |
|------------------------|-------|---------------|
| T0 SA | 56.96 | a |
| T1 1.5 Aceite de Palma | 56.96 | a |
| T2 2.0 Aceite de Palma | 56.96 | a |
| T3 2.5 Aceite de Palma | 56.96 | a |
| Promedio | 56.96 | |
| CV (%) | 0.00 | |

*Los promedios con letras iguales no difieren estadísticamente entre sí, según la prueba de Tukey

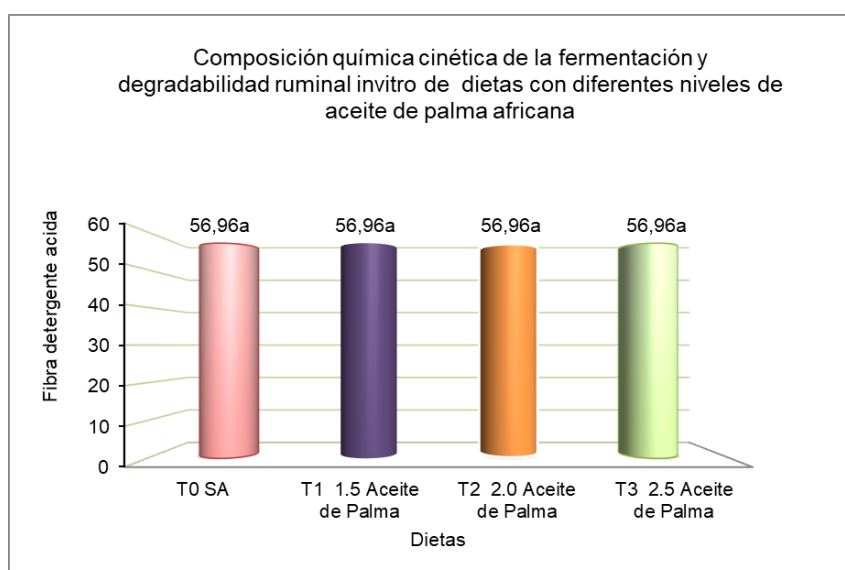


Figura 23. Fibra detergente acida.

-Composición química de la Fibra detergente neutra del aceite de palma aceitera

En el cuadro seis se detalla el análisis químico de la fibra detergente neutra de las diferentes dietas utilizando aceites de palma en la que se pudo notar que si hubo diferencia estadística según tukey al 5%, en que la dieta T 2.5 aceite de palma difieren del resto estos resultado concuerda con Camacho (1996) en la mezcla de pasto con aceite de palma aceitera.

Tabla 10. Fibra Neutro detergente.

| Dietas | FDN | Significación |
|------------------------|-------|---------------|
| T0 SA | 67.04 | a |
| T1 1.5 Aceite de Palma | 67.43 | a |
| T2 2.0 Aceite de Palma | 68.84 | a |
| T3 2.5 Aceite de Palma | 64.23 | b |
| Promedio | 66.88 | |
| CV (%) | 2.33 | |

*Los promedios con letras iguales no difieren estadísticamente entre sí, según la prueba de Tukey

En la Figura 24 se mostró la existencia de diferencias significativas entre T3 y el resto de tratamientos. Se obtuvieron valores inferiores de la FND ante el incremento al 2,5% del aceite de palma en la dieta.

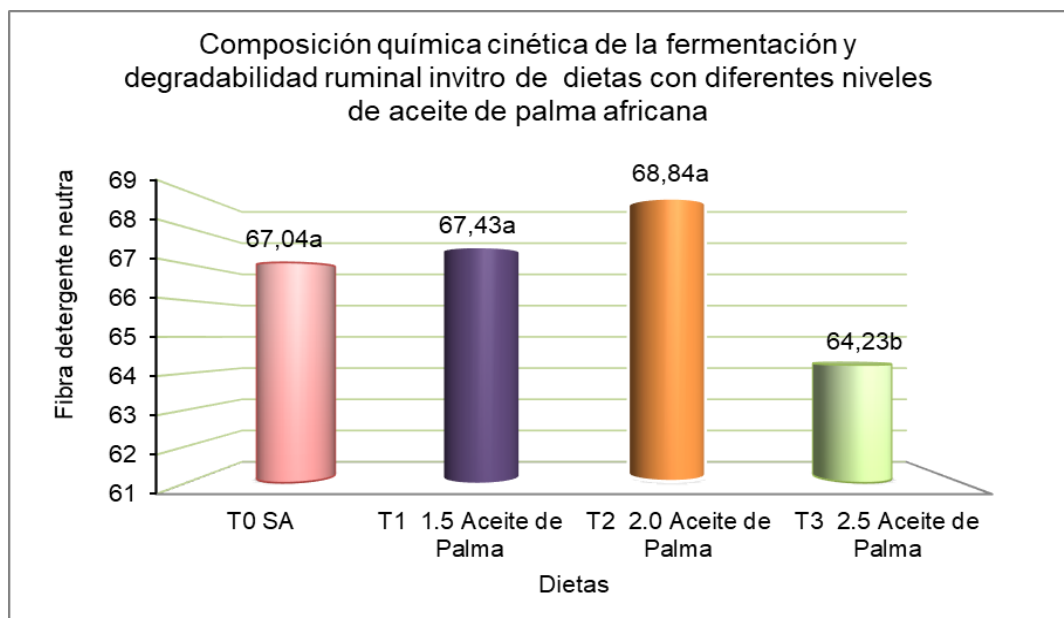


Figura 24. Fibra Neutro Detergente.

-Composición química de la ceniza del aceite de palma aceitera

En la Tabla 11 se detalla el análisis químico de las cenizas totales de las diferentes dietas utilizando aceites de palma. Observando diferencias significativas en cada tratamiento y donde a medida que se incrementa el porcentaje de aceite en la ración disminuye el de cenizas. Resultados acordes con los obtenidos por Ojeda y Escobar (1995).

Tabla 11. Promedios de Cenizas.

| Dietas | Cenizas | Significación |
|------------------------|---------|---------------|
| T0 SA | 9.34 | c |
| T1 1.5 Aceite de Palma | 9.99 | a |

| | | |
|------------------------|------|---|
| T2 2.0 Aceite de Palma | 9.50 | b |
| T3 2.5 Aceite de Palma | 9.96 | d |
| Promedio | 9.45 | |
| CV (%) | 3.47 | |

*Los promedios con letras iguales no difieren estadísticamente entre sí, según la prueba de Tukey

De acuerdo al análisis estadístico en las dietas con aceite de palma, las cenizas fueron diferentes en cada tratamiento, con valores significativamente inferiores con el 2,5% de aceite de palma. (Figura 25).

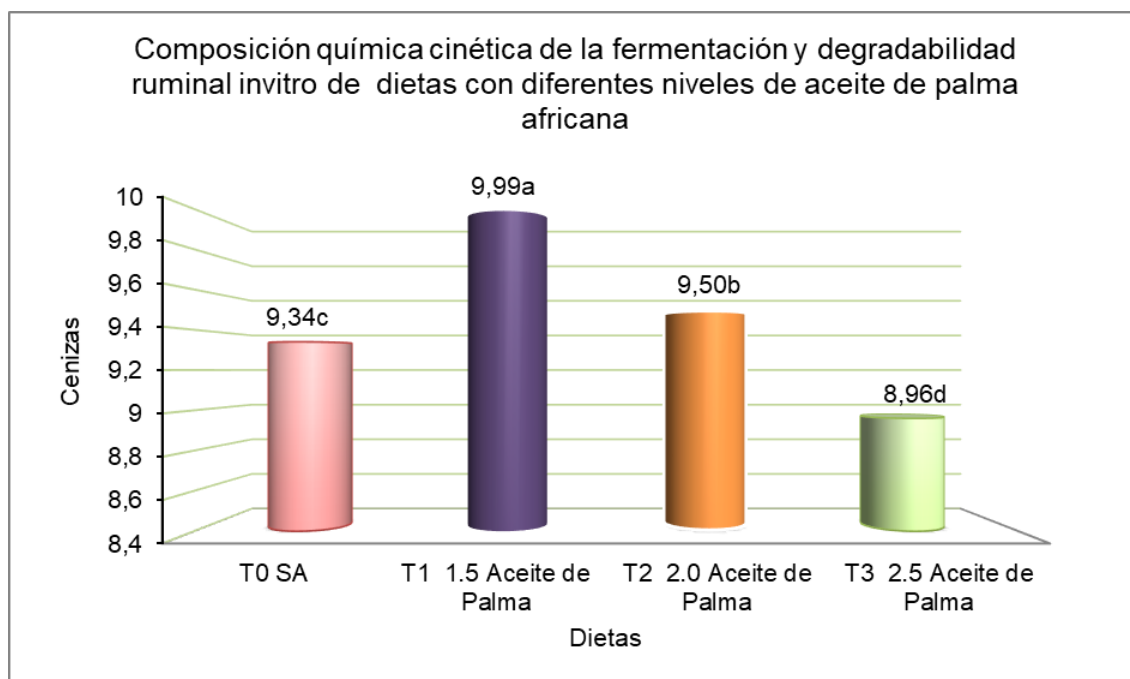


Figura 25. Porcentaje de cenizas.

- pH de la dietas con aceite de palma aceitera a la cero horas.

En la Tabla 12 se muestra la comparación del pH en las tres dietas a la cero horas tras la apertura del silo. No se observan diferencias significativas.

Tabla 12. Promedios de PH cero.

| Dietas | pH 0 h | Significación |
|------------------------|--------|---------------|
| T0 SA | 7.44 | a |
| T1 1.5 Aceite de Palma | 7.41 | a |
| T2 2.0 Aceite de Palma | 7.40 | a |
| T3 2.5 Aceite de Palma | 7.12 | a |
| Promedio | 7.34 | |
| CV (%) | 1.93 | |

*Los promedios con letras iguales no difieren estadísticamente entre sí, según la prueba de Tukey

Aunque T3 mostró los valores inferiores, no hubo diferencias significativas.

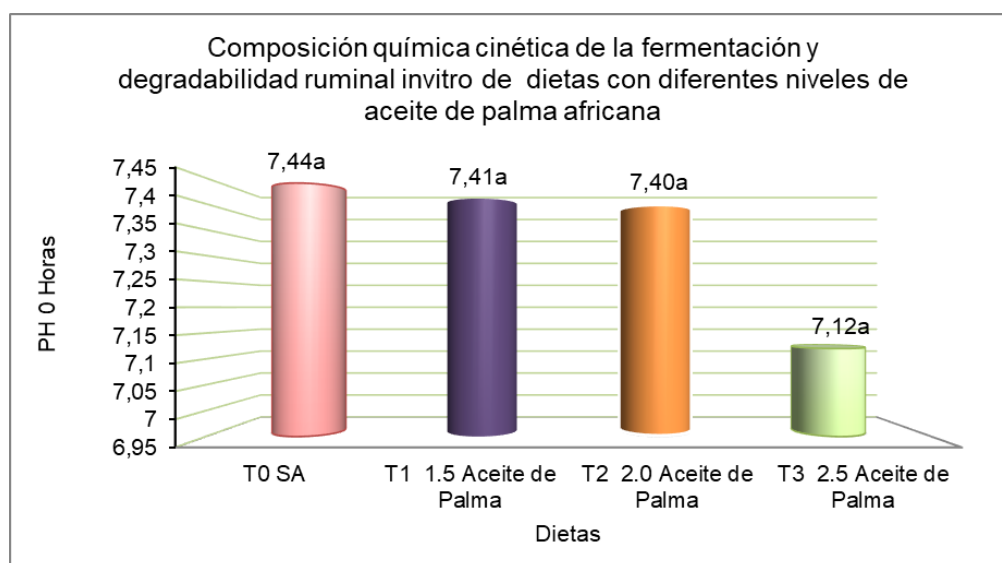


Figura 26. Comparación del pH entre dietas.

-pH de la dietas con aceite de palma aceitera a la tres hora.

A las tres horas de apertura del silo ya se observa como aparecen diferencias a medida que se incrementa el nivel de aceite en la dieta ($p < 0,05$). Resultados similares a

los obtenidos por Camacho con menores valores en la suplementación con aceite de palma roja; tanto en los patrones de nitrógeno amoniacal (89.9 ± 5.1 mg/L), pH (7.1 ± 0.01) y ácidos grasos volátiles.

Tabla 13. Comparación del pH a las tres horas de apertura.

| Dietas | pH 3 h | Significación |
|------------------------|--------|---------------|
| T0 SA | 7.58 | a |
| T1 1.5 Aceite de Palma | 7.54 | b |
| T2 2.0 Aceite de Palma | 7.53 | b |
| T3 2.5 Aceite de Palma | 7.51 | c |
| Promedio | 7.54 | |
| CV (%) | 0.15 | |

*Los promedios con letras iguales no difieren estadísticamente entre sí, según la prueba de Tukey

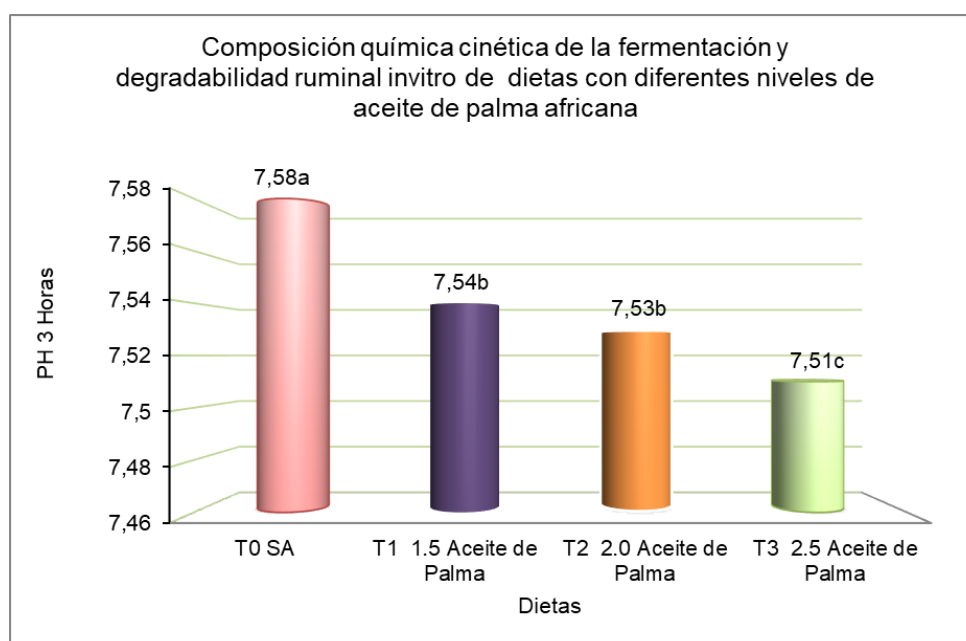


Figura 27. Comparación del pH a las tres horas de apertura del silo.

- Comparación del pH a las 6 horas de apertura del silo.

En la Tabla 14 se muestra la comparación del pH a las seis hora de apertura del silo de las diferentes dietas con niveles crecientes aceites de palma. A las 6 horas ya no se observan diferencias significativas entre tratamientos, de acuerdo a lo obtenido por Ojeda y Escobar con aceite de palma roja.

Tabla 14. Comparación del pH a las seis horas de apertura.

| Dietas | PH 0 Horas | Significación |
|------------------------|------------|---------------|
| T0 SA | 7.53 | a |
| T1 1.5 Aceite de Palma | 7.12 | a |
| T2 2.0 Aceite de Palma | 7.09 | a |
| T3 2.5 Aceite de Palma | 7.08 | a |
| Promedio | 7.20 | |
| CV (%) | 0.47 | |

*Los promedios con letras iguales no difieren estadísticamente entre sí, según la prueba de Tukey

El tratamiento sin aceite de palma presenta los valores superiores, aunque sin diferencias significativas. T1, T2 y T3 muestran valores idénticos de pH.

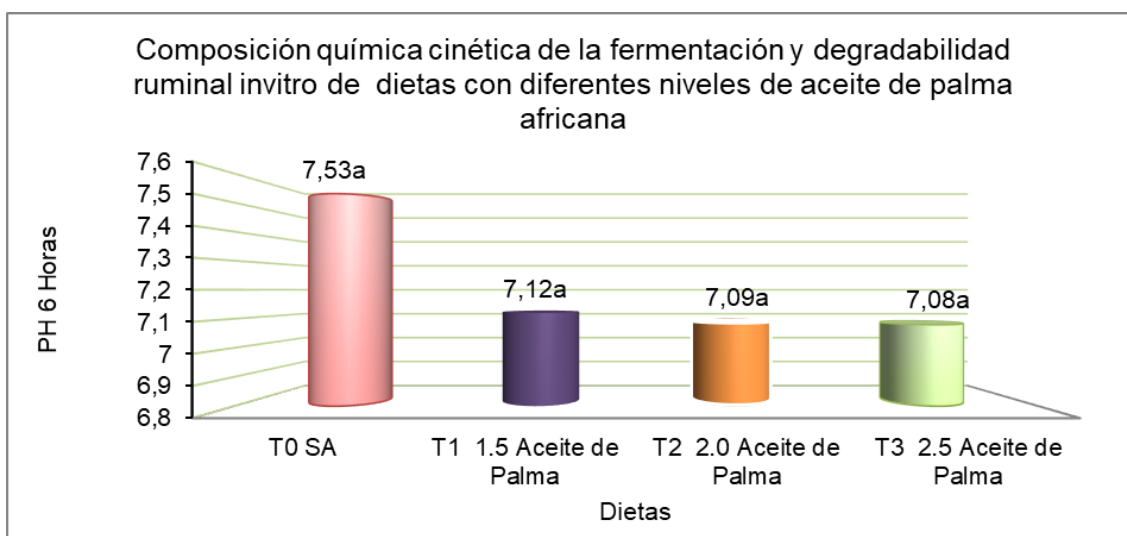


Figura 28. Comparación del pH a las seis horas de apertura.

-pH de las dietas con aceite de palma aceitera a las 12 horas de apertura.

En la tabla 15 se muestran los resultados del pH a las 12 horas de apertura del silo. Hay diferencias significativas según tratamiento ($p < 0,05$). Sin aceite de palma se obtiene los alores superiores, y luego posteriormente a medida que aumenta el nivel en la dieta disminuye el valor de pH.

Tabla 15. Comparación del pH a las doce horas de apertura.

| Dietas | PH 0 Horas | Significación |
|------------------------|------------|---------------|
| T0 SA | 7.11 | a |
| T1 1.5 Aceite de Palma | 7.09 | b |
| T2 2.0 Aceite de Palma | 7.07 | c |
| T3 2.5 Aceite de Palma | 7.05 | c |
| Promedio | 7.08 | |
| CV (%) | 0.23 | |

*Los promedios con letras iguales no difieren estadísticamente entre sí, según la prueba de Tukey

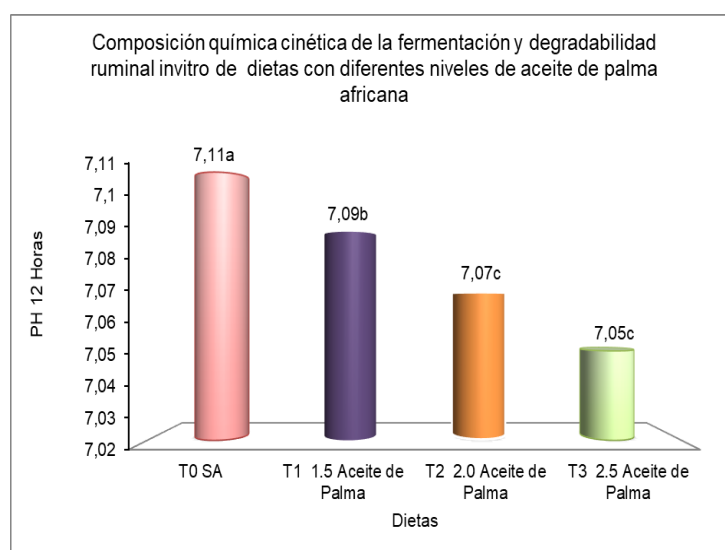


Figura 29. Comparación del pH a las doce horas de apertura.

En la Tabla 29 se remarcan las diferencias existentes en la disminución del pH a las 12 horas de apertura del silo a medida que se incrementa el nivel de aceite de palma en la dieta

- pH a la 24 horas de apertura del silo.

A las 24 horas de apertura del silo el comportamiento es inverso a las 12 horas y ya empieza a incrementarse el pH ($p < 0,05$) a medida que se incrementa el nivel de aceite en la ración.

Tabla 16. Comparación del pH a las veinticuatro horas de apertura.

| Dietas | pH 24 h | Significación |
|------------------------|---------|---------------|
| T0 SA | 6.99 | c |
| T1 1.5 Aceite de Palma | 7.11 | b |
| T2 2.0 Aceite de Palma | 7.17 | b |
| T3 2.5 Aceite de Palma | 7.31 | a |
| Promedio | 7.14 | |
| CV (%) | 0.80 | |

*Los promedios con letras iguales no difieren estadísticamente entre sí, según la prueba de Tukey

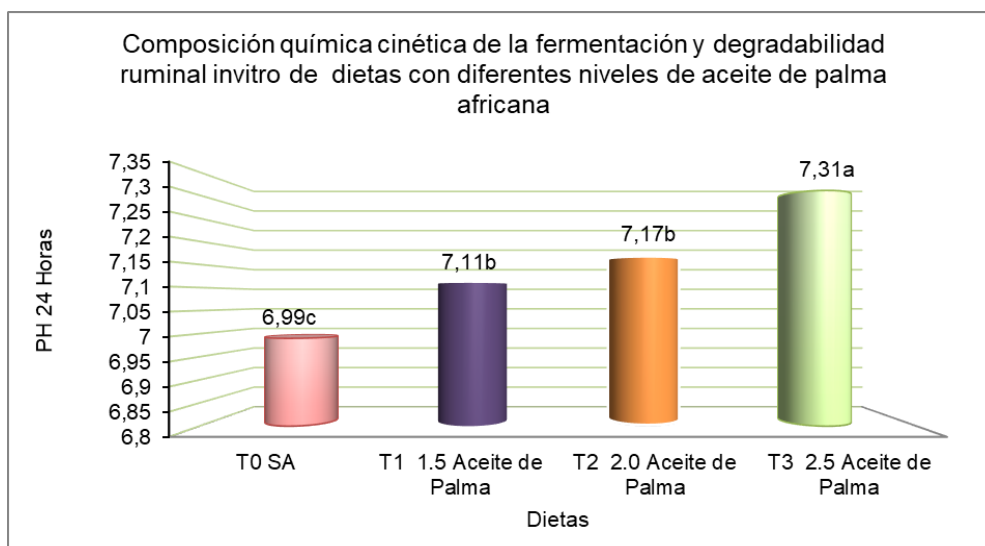


Figura 30. Comparación del pH a las veinticuatro horas de apertura.

-pH a la 48 horas de apertura del silo.

En la Tabla 17 se compara el pH a la 48 horas de apertura del silo. En este periodo desaparecen las diferencia significativas entre los tratamientos ($p>0,05$), de acuerdo a lo indicado por Italo et al. (2017)

Tabla 17. Comparación del pH a las cuarenta y ocho horas de apertura.

| Dietas | pH 48 horas | Significación |
|------------------------|-------------|---------------|
| T0 SA | 7.05 | a |
| T1 1.5 Aceite de Palma | 7.05 | a |
| T2 2.0 Aceite de Palma | 7.05 | a |
| T3 2.5 Aceite de Palma | 7.03 | a |
| Promedio | 7.05 | |
| CV (%) | 0.64 | |

*Los promedios con letras iguales no difieren estadísticamente entre sí, según la prueba de Tukey

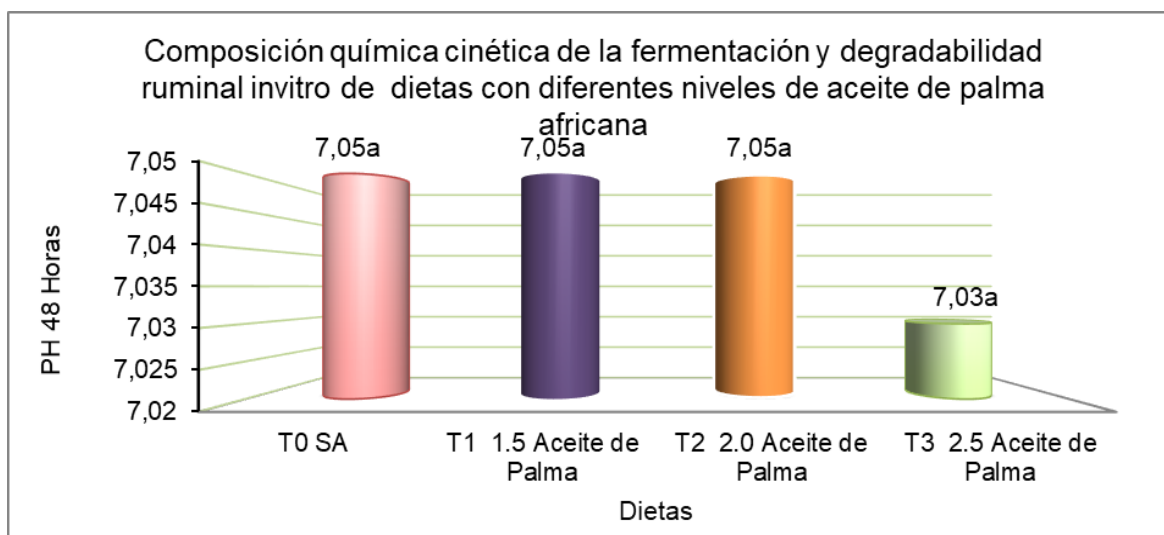


Figura 31. Comparación del pH a las cuarenta y ocho horas de apertura.

-pH a la setenta y dos horas de apertura del silo.

En la Tabla 18 se detalla el pH a la 72 horas de las diferentes dietas utilizando aceites de palma, sin detectar diferencias significativas entre tratamientos.

Tabla 18. Comparación del pH a las setenta y dos horas de apertura.

| Dietas | pH 72 horas | Significación |
|------------------------|-------------|---------------|
| T0 SA | 6.91 | a |
| T1 1.5 Aceite de Palma | 6.77 | a |
| T2 2.0 Aceite de Palma | 6.65 | a |
| T3 2.5 Aceite de Palma | 6.69 | a |
| Promedio | 6.75 | |
| CV (%) | 4.35 | |

*Los promedios con letras iguales no difieren estadísticamente entre sí, según la prueba de Tukey

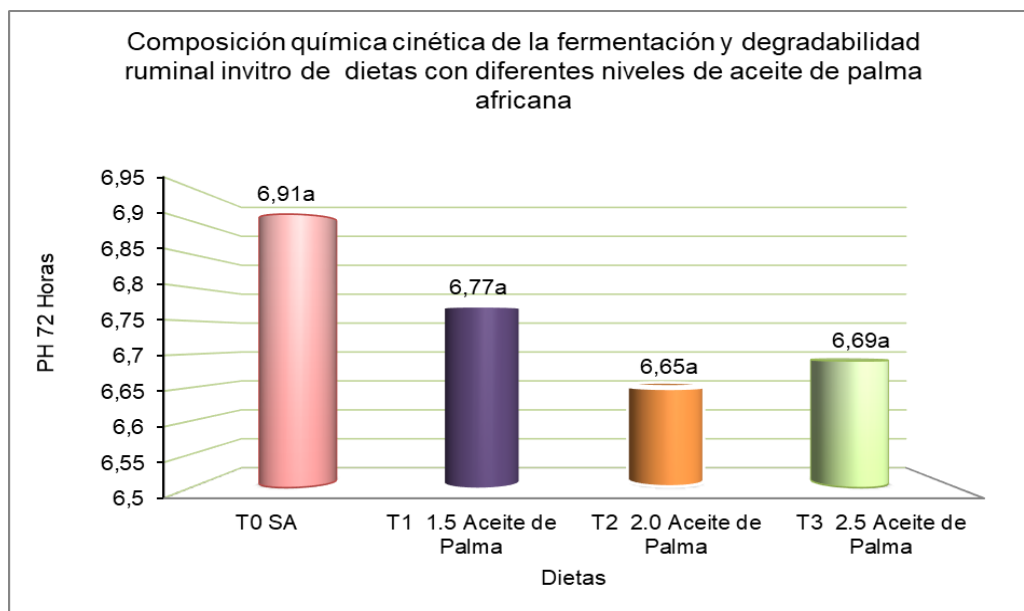


Figura 32. Comparación del pH a las setenta y dos horas de apertura.

-Composición de la Materia Seca In Vitro del aceite de palma aceitera

En la Tabla 19 se detalla composición de la Materia Seca *in vitro* de las diferentes dietas con aceite de palma. No se observan diferencias significativas entre tratamientos.

Tabla 19. Promedios de Materia Seca In Vitro.

| Dietas | MS In Vitro | Significación |
|------------------------|-------------|---------------|
| T0 SA | 28.23 | a |
| T1 1.5 Aceite de Palma | 27.41 | a |
| T2 2.0 Aceite de Palma | 28.06 | a |
| T3 2.5 Aceite de Palma | 27.70 | a |
| Promedio | 27.85 | |
| CV (%) | 49.46 | |

*Los promedios con letras iguales no difieren estadísticamente entre sí, según la prueba de Tukey

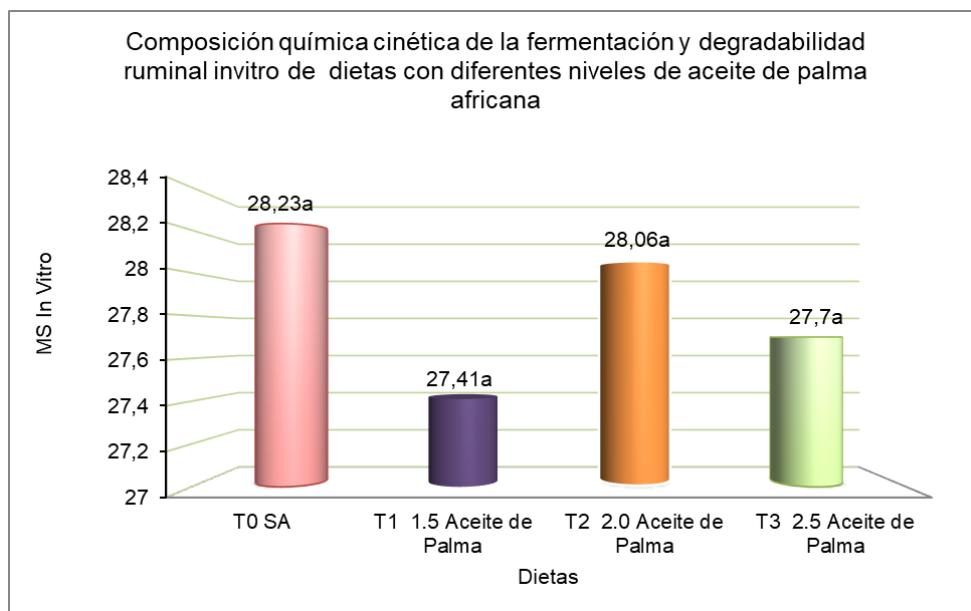


Figura 33. MS In vitro.

Comparación global de resultados.

-A. pH en la cinética ruminal de cuatro dietas con diferentes niveles de aceite de palma en siete periodos de incubación.

En la Tabla 6 se detalla los resultados de la cinética ruminal del pH de las cuatro dietas con diferente de aceite de palma de acuerdo al tiempo a las 0 horas de incubación, no hubo diferencias significativas al ($P>0,05$), las mismas que fueron igual. En lo que respecta a las tres horas de incubación, las cuatro dietas no reportaron diferencias estadísticas al ($P>0,05$), los mismos que alcanzaron a ser iguales.

Tabla 20. Evolución del pH de la cinética de fermentación ruminal de cuatro dietas con diferentes niveles de aceite de palma (UTEQ – 2013).

| Periodo de incubación (horas) | D1 | D2 | D3 | D4 | EEM | P value. |
|-------------------------------|-------|-------|-------|-------|---------|----------|
| 0 | 7,43a | 7,41a | 7,39a | 7,35a | 0,03030 | < 0,4928 |
| 3 | 7,58a | 7,54a | 7,54a | 7,51a | 0,02260 | < 0,2303 |
| 6 | 7,56a | 7,13a | 7,10a | 7,05a | 0,01110 | < 0,0014 |
| 12 | 7,11a | 7,10a | 7,04a | 7,06a | 0,00960 | < 0,0001 |
| 24 | 6,98a | 7,00a | 7,17a | 7,30a | 0,00700 | < 0,1503 |
| 48 | 7,08a | 7,13a | 7,01a | 7,03a | 0,00820 | < 0,5707 |
| 72 | 6,58a | 6,49a | 6,62a | 6,64a | 0,00250 | < 0,0009 |

*D1= testigo, D2= 1.5% aceite de palma, D3= 2% aceite de palma, D 4 2.5% de aceite de palma africana
EEM= Error estándar de la media. Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente, según Tukey ($P>0,05$).

En lo que respecta a las seis horas de incubación, las cuatro dietas no reportaron diferencias estadísticas al ($P>0,05$), los mismos que alcanzaron ser iguales. Los mismo sucedió a las doce horas de incubación, las cuatro dietas no reportaron diferencias estadísticas al ($P>0,05$), los mismos que alcanzaron ser iguales). En lo que respecta a las 24 horas de incubación, las cuatro dietas no reportaron diferencias estadísticas al ($P>0,05$), los mismos que alcanzaron ser iguales. En lo que respecta a las 48 horas de incubación, las cuatro dietas no reportaron diferencias estadísticas ($P>0,05$), los mismos

que alcanzaron ser iguales. En lo que respecta a las 72 horas de incubación, las cuatro dietas no reportaron diferencias estadísticas ($P>0,05$).

Liu et al., (2002) indicaron que el conjunto de ingredientes presentes en la dieta que en la mayoría de las veces los comportamientos entre dietas con cantidades similares nutrientes pero con diferentes ingredientes pueden cambiar los patrones de fermentación *in vitro*, esto se debe en gran parte a una asociación positiva de los ingredientes o balanceo positivo. Por otro lado (Garcianera y Villalba, 2002), revelan que la degradación de los alimentos comenzara con los nutrientes más fácilmente digeribles como es el caso de los carbohidratos solubles y proteínas digestibles en rumen, esta fermentación ocurre durante las primeras horas principalmente cuando son dietas completas o concentrados los que se incuban pues en estos casos los nutrientes son disueltos en el medio y no necesitan ser colonizados por los microorganismos que los degrade.

En la Tabla 21 se detallan los resultados de la Degradabilidad *In vitro* de la Materia Seca según la Técnica de Tilley y Terry (1963), de cuatro dietas con diferentes niveles de aceite de palma africana en siete periodos de incubación de acuerdo al tiempo a las 0, 3, 6, 12, 24, 48 y 72 horas, respectivamente en lo que respecta al periodo de incubación a la tres hora si hubo diferencias significativa al ($P>0,05$), con el resto de los tiempos de incubación las mismas que fueron iguales, esto en la Dieta uno, y en cuanto las fracciones de la cinética ruminal a esta dieta no presento diferencias significativa en cuanto a la solubilidad.

Tabla 21. Degradabilidad *in vitro* de la Materia Seca (MS) y parámetros de cinética ruminal de cuatro dietas con diferentes niveles de aceite de palma africana UTEQ-2013

| Periodo de incubación (horas) | D1 | D2 | D3 | D4 | EEM | P value. |
|--|----------|---------|----------|----------|------|----------|
| 0 | 26.03 a | 25.72 a | 24.71 a | 28.41 a | 0.43 | 0.07 |
| 3 | 28.18 b | 30.99 a | 28.41 ab | 29.88 ab | 0.31 | 0.03 |
| 6 | 31.74 a | 32.52 a | 30.46 a | 32.24 a | 0.41 | 0.34 |
| 12 | 34.37 a | 34.94 a | 33.43 a | 35.05 a | 0.64 | 0.80 |
| 24 | 38.76 a | 40.24 a | 41.25 a | 36.94 a | 0.92 | 0.42 |
| 48 | 56.11 a | 57.19 a | 54.01 a | 53.14 a | 1.04 | 0.53 |
| 72 | 67.07 a | 64.61 a | 65.57 a | 62.30 a | 0.67 | 0.42 |
| Fracciones parámetro de cinética ruminal | | | | | | |
| a | 26.032 a | 27.05 a | 27.06 a | 24.91 a | 0.40 | 0.47 |
| b | 73.37 a | 78.57 a | 36.00 b | 48.15 b | 4.83 | 0.03 |
| kd | 0.01 a | 0.01 a | 0.10 a | 0.13 a | 0.03 | 0.56 |
| c | 39.95 a | 13.94 a | 11.49 a | 31.14 a | 4.83 | 0.18 |

*D1= testigo, D2= 1.5% aceite de palma, D3= 2% aceite de palma, D 4 2.5% de aceite de palma africana EEM= Error estándar de la media. Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente, según Tukey (P>0,05).

En cuanto a la dieta dos con diferentes niveles de aceite de palma africana en siete periodos de incubación de acuerdo al tiempo a las 0, 3, 6, 12, 24, 48 y 72 horas, respectivamente, no hubo diferencia significativa significativas (P>0,05). Igual comportamiento, en las fracciones de la cinética ruminal, sin observarse diferencias significativas respecto a la solubilidad.

En la dieta cuatro con siete periodos de incubación de acuerdo al tiempo a las 0, 3, 6, 12, 24, 48 y 72 horas, no hubo diferencias significativas (P>0,05). Tampoco se obtuvieron diferencias respecto a la solubilidad. La cantidad y la disponibilidad de carbohidratos de rápida fermentación afecta de forma positiva la producción de ácidos grasos volátiles en el rumen, sin embargo, es necesario considerar que altos niveles de carbohidratos fermentables en el rumen pueden exceder la capacidad tampón de la saliva y provocar acidosis ruminal. Esto resultado concuerda con lo expuesto por

Machado *et al.* (2003), quienes evaluaron la cinética de fermentación de diferentes gramíneas y leguminosas, concluyendo que los forrajes con menores porcentajes de FDN tienen mayores volúmenes y tasas de producción de energía, lo cual coincide con lo observado en este ensayo. De igual manera Chai *et al.* (2004) evaluando seis fuentes diferentes de almidón a través de la técnica de producción de *in vitro* concluyeron que el volumen de energía producido es proporcional a la concentración de Carbohidratos no Estructurales presentes en la muestra. Sin embargo, es necesario considerar que sustratos que produzcan mayor cantidad de energía no necesariamente son los que producen mejores perfiles de fermentación. Por ejemplo, sustratos ricos en almidón favorecen la fermentación propiónica, este tipo de fermentación permite utilizar eficientemente las moléculas de glucosa sin que ocurra la pérdida de energía por la producción de CO₂ y metano. Desde este punto de vista, sustratos que favorezcan la fermentación propiónica producirán menos energía que aquellos que promuevan la fermentación acética o butírica (Posada y Noguera 2005).

Existen numerosos factores fisiológicos y nutricionales que pueden modificar las respuestas microbianas tales como, la tasa de pasaje de líquidos y sólidos, pH, producción de saliva, tamaño de partícula, la composición y la tasa de degradación del alimento. Sin embargo, es necesario considerar que para maximizar el crecimiento microbiano las fuentes de carbohidratos y proteína deben poseer similares tasas de degradación. Esta apreciación fue confirmada por Herrera-Saldana *et al.* (1990) quienes comparando fuentes de proteína de lenta y rápida degradación y almidón demostraron un incremento en la producción microbiana cuando las fuentes de proteína y almidón fueron sincronizadas.

5.2. EXPERIENCIA 2. COMPOSICIÓN QUÍMICA Y CINÉTICA DE DEGRADACIÓN RUMINAL IN VITRO DEL ENSILADO DE PASTO SABOYA (*Panicum maximum Jacq.*) CON INCLUSIÓN DE RESIDUOS DE FRUTAS TROPICALES (2015)

La composición química del pasto saboya y los residuos de maracuyá, plátano y piña utilizados en los ensilados (Tabla 22). En este sentido, los contenidos de cenizas, FND y FAD del pasto saboya fueron más altos que los de los residuos. Entre los residuos, el de maracuyá presentó el mayor contenido de proteína y el más bajo de FAD. El residuo de plátano tuvo el menor contenido de FND de los cuatro productos utilizados en el ensilaje. La composición del pasto saboya y del residuo de maracuyá presentó valores similares a los reportados por Castro et al. (2010) y Pompeu et al. (2006), respectivamente. Los valores obtenidos en los residuos de plátano y piña mostraron variaciones con los reportados por otros autores; tales como Dormond et al (2011), López-Herrera et al., (2014), Lousada et al. (2008), Pompeu et al (2006), siendo las diferencias probablemente debidas a las fracciones de la fruta que entraron en la composición de los subproductos investigados en cada trabajo.

Tabla 22. Composición química de los materiales utilizados en el ensilaje.

| Variables | Pasto saboya | Maracuyá | Piña | Plátano |
|-------------------------------|--------------|----------|-------|---------|
| Materia seca (MS), % | 14,57 | 14,00 | 15,17 | 15,37 |
| Materia orgánica, % MS | 84,48 | 93,00 | 95,40 | 91,66 |
| Cenizas, % MS | 15,52 | 7,00 | 4,60 | 8,34 |
| Proteína bruta, % MS | 8,61 | 7,29 | 3,69 | 5,05 |
| Fibra neutro detergente, % MS | 73,70 | 69,77 | 70,18 | 60,47 |
| Fibra ácido detergente, %MS | 33,91 | 26,72 | 32,43 | 29,63 |

La composición química del ensilado de pasto saboya como único producto o con la inclusión de 15% de residuo de maracuyá, plátano o piña (Tabla 5). La ausencia de efecto de la inclusión de los residuos ($P>0,05$) sobre la MS del ensilado era de esperar porque la humedad de los cuatro productos fue similar (Tabla 1). De hecho, los resultados de Neiva et al. (2006), Pompeu et al. (2006), Reis et al (2000), entre otros autores, sugieren que la humedad de los subproductos añadidos al forraje determina la humedad del ensilado obtenido.

El contenido de MO fue mayor y el de cenizas menor ($P<0,05$) en el ensilado con residuo de plátano que en el de pasto saboya, presentando los ensilados con maracuyá y piña valores intermedios. Estos resultados se explicarían por los contenidos de dichos componentes en los productos utilizados (Tablas 22 y 23) y están en coincidencia con los cambios observados en los ensilados de forrajes en respuesta a la inclusión de residuos de frutas (Ferreria et al. (2007), Bonfá (2014). El contenido de PB en los ensilados no se afectó ($P>0,05$) por la inclusión de los subproductos, a diferencia de lo reportado por Bonfá (2014), Pompeu et al. (2006) y en coincidencia con las observaciones de Reis et al. (2000), Dormond et al. (2011).

Las diferentes respuestas observadas podrían deberse a que el contenido de PB de los residuos de maracuyá y piña fue claramente superior al del pasto elefante (el doble en promedio) en los trabajos de (Ferreria et al. (2007), Bonfá (2014) mientras que los productos utilizados en nuestro trabajo (Tabla 8) y los de Reis et al. (2000), Dormond et al. (2011) tuvieron contenidos de PB similares. El ensilado con residuo de plátano tuvo menor contenido de FND y FAD ($P<0,05$), probablemente debido a los menores contenidos de FND y FAD del residuo de plátano en comparación con el pasto

saboya. Los mayores contenidos de FND y FAD ($P < 0,05$) correspondieron al ensilado con residuo de piña, en contraste con los hallazgos de trabajos previos que encontraron una reducción lineal de los contenidos de FND y FAD en el ensilado de pasto elefante al añadir cantidades crecientes de residuo de piña. Esta diferencia se justificaría por los menores contenidos de FND y FAD en el residuo de piña utilizado por dichos autores (en promedio, 57,2 y 24,1%, respectivamente). Los resultados obtenidos y los estudios previos indican que la composición química de los subproductos en relación con la del forraje determina la composición final del ensilado obtenido.

Tabla 23. Composición química de los ensilajes de Pasto de saboya con inclusión de residuos de fruta.

| Variables analizadas | Pasto saboya | Pasto saboya + 15% de residuo de | | | |
|-------------------------------|---------------------|----------------------------------|---------------------|--------------------|-------|
| | | Maracuyá | Piña | Plátano | EEM |
| Materia seca (MS), % | 17,95 | 17,04 | 17,34 | 16,73 | 0,247 |
| Materia orgánica, % MS | 83,70 ^b | 86,14 ^{ab} | 85,39 ^{ab} | 87,03 ^a | 0,292 |
| Cenizas, % MS | 16,29 ^a | 13,85 ^{ab} | 14,60 ^{ab} | 12,96 ^b | 0,289 |
| Proteína bruta, % MS | 5,19 | 5,58 | 5,01 | 5,04 | 0,148 |
| Fibra neutro detergente, % MS | 70,35 ^{ab} | 70,78 ^{ab} | 72,06 ^a | 68,30 ^b | 0,354 |
| Fibra ácido detergente, % MS | 35,18 ^{ab} | 35,63 ^{ab} | 39,59 ^a | 32,49 ^b | 0,831 |

Los valores de degradabilidad ruminal *in vitro* de la MS, FND y FAD. En conjunto, los resultados más favorables se observaron en el ensilado con residuo de piña, seguido por el ensilado con residuo de maracuyá. En el caso del ensilado con residuo de piña, los resultados se debieron a una tasa de degradación horaria más

elevada ($P < 0,05$) ya que la DP de la MS y la FND no difirió ($P > 0,05$) entre ensilados, y la DP de la FAD fue similar entre los ensilados con residuos de frutas. Este comportamiento podría deberse a un menor grado de lignificación del residuo de piña que de los restantes alimentos utilizados en los ensilados [10, 21, 23, 25], lo que pudo favorecer un ataque bacteriano más rápido a la celulosa y la hemicelulosa. Cuando aumenta el grado de lignificación, los carbohidratos de las paredes celulares son menos accesibles a las bacterias y su fermentación se ralentiza.

El ensilado con residuo de maracuyá mostró valores más favorables de DEFND y DEFAD que los ensilados de pasto saboya y con residuo de plátano, a pesar de que no hubo diferencias en las tasas de degradación horaria entre ellos, lo que sugiere que las diferencias se debieron al efecto combinado de las diferencias numéricas y estadísticas en los valores de DP. Igualmente, el hecho de que la DEMS fuera similar ($P > 0,05$) en los ensilados con residuo de maracuyá y piña se explicaría por el efecto combinado de los valores observados en la tasa degradación horaria y la DP.

Bhargava y Orskov sugirieron que la DEMS a 48 h podría utilizarse como una aproximación a la digestibilidad *in vivo* del alimento. De acuerdo con la ecuación de dichos autores, el aumento de la DEMS con la inclusión de los residuos de piña y maracuyá resultó en una mejora del valor energético de los ensilados con residuos de piña y maracuyá de un 14%, respectivamente, en comparación con el ensilado de pasto saboya. Esta mejora esta en coincidencia con las observaciones de otros autores que han medido los cambios en la energía del ensilado de gramíneas tropicales en respuesta a la inclusión de residuos de piña o maracuyá en los mismos.

Tabla 24. Cinética de la degradación *in vitro* de la materia seca, fibra neutro detergente y fibra ácido detergente de ensilajes de pasto de saboya (*Panicum maximum Jacq.*) con inclusión de residuos de fruta.

| | Pasto saboya | Pasto saboya + 15% de residuo de | | | EEM |
|--------------------------------|--------------------|----------------------------------|---------------------|---------------------|--------|
| | | Maracuyá | Piña | Plátano | |
| Materia seca | | | | | |
| a, % MS | 9,47 ^{bc} | 13,73 ^a | 11,64 ^{ab} | 7,60 ^c | 0,568 |
| b, % MS | 50,49 | 51,25 | 49,77 | 52,40 | 0,902 |
| c, h ⁻¹ | 0,023 ^c | 0,030 ^b | 0,035 ^a | 0,025 ^c | 0,0011 |
| DP, % MS | 59,95 | 64,98 | 59,99 | 61,41 | 0,779 |
| DEMS 5% h ⁻¹ | 25,27 ^b | 32,73 ^a | 32,00 ^a | 25,00 ^b | 0,802 |
| Fibra neutro detergente | | | | | |
| a, % MS | 6,52 ^b | 9,81 ^a | 9,72 ^a | 8,32 ^{ab} | 0,352 |
| b, % MS | 46,09 ^a | 42,01 ^b | 42,32 ^{ab} | 41,33 ^b | 0,605 |
| c, h ⁻¹ | 0,026 ^b | 0,028 ^b | 0,045 ^a | 0,024 ^b | 0,0018 |
| DP, % MS | 52,61 | 51,82 | 52,05 | 49,65 | 0,428 |
| DEFND 5% h ⁻¹ | 22,13 ^c | 24,76 ^b | 29,69 ^a | 21,57 ^c | 0,688 |
| Fibra ácido detergente | | | | | |
| a, % MS | 3,43 ^b | 5,09 ^a | 5,04 ^a | 3,28 ^b | 0,292 |
| b, % MS | 40,26 | 43,98 | 42,80 | 42,86 | 0,709 |
| c, h ⁻¹ | 0,024 ^b | 0,028 ^b | 0,034 ^a | 0,024 ^b | 0,0010 |
| DP, % MS | 43,69 ^b | 49,07 ^a | 47,84 ^{ab} | 46,14 ^{ab} | 0,694 |
| DEFAD 5% h ⁻¹ | 16,24 ^c | 20,83 ^b | 22,30 ^a | 16,98 ^c | 0,552 |

EEM: error estándar de la media; MS: materia seca; a: fracción soluble; b: fracción potencialmente degradable; c: tasa de degradación horaria de b; DP: degradabilidad potencial (a+b); DEMS, DEFND y DEFAD: degradabilidad efectiva de la materia seca, fibra neutro detergente y fibra ácido detergente, respectivamente, a una tasa de paso ruminal de 5% h⁻¹.

^{a,b,c}Las medias de mínimos cuadrados sin un superíndice común son significativamente diferentes (P<0,05).

5.3. EXPERIENCIA 3. COMPOSICIÓN QUÍMICA Y CINÉTICA DE DEGRADACIÓN RUMINAL *in situ* DE PIÑA (*Ananas comosus* L.) Y PALMA ACEITERA (*Elaeis sinensis* Jacq.) (2016)

5.3.1. Composición química de los subproductos.

La composición química del residuo de palmiste y piñas utilizados en la prueba de degradabilidad se muestra en la Tabla 25. El subproducto con mayor porcentaje de materia seca parcial (MSP) por su naturaleza fue el emoliente de palma (EP) con 71.73%, menor al obtenido por Azevêdo et al. (2011), quienes determinaron 92,44%. En los residuos de piña se obtuvo valores similares en este parámetro con 15.35% para el rechazo (RP) y 15.02% en la cáscara (CP), los mismos que fueron superiores a los reportados por Cunha et al. (2009) con 13.7%, además, inferiores a los indicados por López et al. (2014) con 29.5% en el RP y 26.6% en la CP, respectivamente.

Tabla 25. Composición química de la cáscara de piña, rechazo de piña (cáscara y pulpa) y emoliente de palma.

| Contenido (%) | Rechazo de Piña (RP) | Emoliente de Palma (EP) |
|---------------|----------------------|-------------------------|
| MSP | 15.02 | 71.73 |
| MST | 97.19 | 96.51 |
| MO | 95.31 | 84.08 |
| MI | 4.69 | 15.92 |
| PB | 3.68 | 14.21 |
| FDN | 37.53 | 63.16 |
| FDA | 21.06 | 50.98 |

MSP: Materia seca parcial; MST: Materia seca total; MO: Materia orgánica; MI: Materia inorgánica; PB: Proteína bruta; FDN: Fibra detergente neutro; FDA: Fibra detergente ácido.

No obstante, en la materia seca total (MST), el porcentaje fue similar entre los subproductos de 96.51 a 97.19, afines a los reportado por Vargas y Zumbado (2003) en subproductos de palma aceitera con 93.80% y superiores en los residuos de piña a los demostrados por Lousada et al. (2008) con 90.08% en la cáscara de piña.

La CP fue superior en el contenido (%) de MO con 95.31%, similar al RP con 94.61%, el EP tuvo el menor porcentaje con 84.08, consecuentemente los subproductos de piña (RP y CP) presentaron los menores valores de MI con 5.39 y 4.69%, en el EP este valor fue de 15.92%, esta característica también fue determinada por quienes reportaron no más del 4% de MI en los subproductos de piña, en el caso del EP comparativamente se establece que este subproducto tiene un mayor contenido relativo de minerales en relación a los otros evaluados, sin embargo, no se puede discriminar los elementos minerales específicos.

El porcentaje de PB fue superior en el EP con 14.21%, mientras, los residuos de piña no alcanzaron el 4% (CP=3.68 y RP=3.45). Esta es una característica similar a la reportada en otros trabajos de Azevêdo et al. (2011) que indican 7.09% para los residuos de piña y 16.10% para los de palma. Por su parte reportaron 14.10 a 16.63% en EP y determinaron 3.27% en la CP. El alto contenido de proteína en el EP se debe principalmente al elevado contenido de nitrógeno.

En las fracciones de fibra, el EP obtuvo los mayores porcentajes (63.16 y 50.98) en relación a la CP (37.53 y 21.06) y RP (35.81 y 21.19) para FDN y FDA respectivamente, resultados superiores a los determinados por Cuesta *et al.* (48) en el EP (FDN= 52.69 y FDA= 41.44) e inferiores en los residuos de piña a los reportados por Cunha et al. (2008) (con FDN= 45.4 y FDA= 25.98). Esta característica se esperaba

por el emoliente de palma que está constituido de la molienda de las semillas de palma, que contiene altos componentes de fracciones de fibra.

Cinética de degradación ruminal

En la Tabla 26, se muestran los parámetros de la cinética de degradación de la materia seca y los valores de degradabilidad potencial y efectiva.

Tabla 26. Cinética de degradación ruminal *in situ* de la materia de la cáscara de piña, rechazo de piña (cáscara y pulpa) y palmiste.

| Parámetro | Residuos agroindustriales | | EEM | P lineal |
|-------------------------|---------------------------|--------------------|-------|----------|
| | Rechazo de piña | Emoliente de palma | | |
| | 1 | 2 | | |
| a, % MS | 52.710 ^a | 5.90 ^b | 0.77 | 0.0001 |
| b, % MS | 26.071 ^b | 75.66 ^a | 1.45 | 0.0002 |
| c, h ⁻¹ | 0.13 ^b | 0.07 ^b | 0.006 | 0.0083 |
| DP, % MS | 79.41 ^a | 81.56 ^a | 1.12 | 0.3856 |
| DEMS 2% h ⁻¹ | 75.51 ^a | 65.66 ^b | 1.01 | 0.0081 |
| DEMS 5% h ⁻¹ | 71.49 ^a | 51.35 ^b | 0.96 | 0.0008 |
| DEMS 8% h ⁻¹ | 68.71 ^a | 42.57 ^b | 0.95 | 0.0003 |

EEM: error estándar de la media; MS: materia seca; a: fracción soluble; b: fracción potencialmente degradable; c: tasa de degradación de b; DP: degradabilidad potencial (a+b); DEMS: degradabilidad efectiva de la materia seca a tasas de paso ruminal del 2, 5 y 8% h⁻¹.

^{a,b,c}. Las medias de mínimos cuadrados sin un superíndice común son significativamente diferentes (P<0,05).

Los valores de la fracción soluble (a) de los residuos de piña (52.71 y 56.42%) que corresponde a la fracción que desaparece rápidamente y que representa a la fracción

que es rápida y completamente degradada en el rumen aumentó linealmente ($P < 0,05$) en relación con el residuo de emoliente de palma (5.9%), estos valores son mayores a los reportados por Espinoza et al. (2016), en trabajo realizados en cinética de degradación ruminal de inclusión de residuos agroindustriales de maracuyá en ensilajes de pasto saboya, en cambio la fracción insoluble (b) pero potencialmente degradable fue superior ($P < 0,05$) en el residuo de emoliente palma (75.66%), mientras, los residuos de piña presentaron valores entre (26.07 y 27.27%). La constante o tasa de degradación e a fracción (c) que se expresa en %/hora fue superior ($P < 0,05$) en los residuos de piña (0.13 y 0.21%), mientras, el residuo emoliente de palma (0.07). La fracción potencialmente degradable no presentó diferencias ($P > 0.05$) entre los tratamientos estudiados.

La eficiencia del rumiante para digerir un alimento depende de dos aspectos críticos en el proceso de fermentación: la velocidad de fermentación o tasa de degradación y la velocidad de paso o tasa de pasaje (Van Soest, 1994; Fox *et al.*, 2000; Arreaza *et al.*, 2005). Para el cálculo de la degradabilidad efectiva (DE) se consideró una tasa de pasaje baja (2%/hora), media (5%/hora) y alta (8%/hora) (Guimarães Jr, *et al.*, 2008). Cabe señalar que a mayor tasa de pasaje menor degradabilidad, debido a la disminución del tiempo de fermentación microbiana o acción enzimática en el rumen (Church & Pond, 1990).

En la degradabilidad efectiva de la materia seca (DEMS) se observa un aumento residuos a base de piña ($P < 0,05$) (37.53 y 35.81%), la menor proporción de FDN en los residuos de piña (21.06 y 21.19%) en comparación con el FDN Y FDA del emoliente de palma (63.16 y 50.98%) explicarían el aumento de los valores de la DEMS. De

hecho, una parte importante de los solubles neutros detergentes debieron ser pectinas en los residuos de piñas, pero no en el emoliente de palma (Espinoza *et al.*, 2016) y la degradabilidad ruminal de las pectinas es prácticamente total. En el mismo sentido, los resultados de estudios de degradabilidad ruminal *in situ* muestran que la fracción soluble de la materia seca y la tasa de degradación ruminal son mayores en los residuos de piñas que el emoliente de palma, seguramente por los bajos contenidos de FDA y FDN en los residuos de piña.

El aumento de la DEMS con los residuos de piña con independencia de la tasa de paso ruminal indicó una mejora del valor nutritivo.

En la degradabilidad efectiva con una tasa de pasaje del 2%/hora (DE2%), 5%/hora (DE5%) y 8%/hora (DE8%), se encontró diferencias ($p > 0.05$), presentando los valores más altos en los residuos de piña en comparación con el palmiste. La degradabilidad efectiva fue alta en los residuos de piña y tasas de pasaje, que se explica por su mayor tasa de degradación (DIVMS) y velocidad de degradación (c) (0.13 a 0.21/hora) mientras, el emoliente de palma (0.07/hora).

5.4. EXPERIENCIA 4. CINÉTICA DE DEGRADACIÓN RUMINAL DEL ENSILADO DE PASTO SABOYA (*Panicum maximun*) CON NIVELES CRECIENTES DE CÁSCARA DE PIÑA (*Ananas cosmosus*) (2017)

La composición química del pasto saboya y el residuo de piña utilizados en los ensilados se muestra en la Tabla 9. Los valores obtenidos de ambos productos están en general de acuerdo con los reportados por trabajos previos. La composición química del ensilado de pasto saboya con la inclusión de niveles crecientes de residuo de piña se muestra en la Tabla 27.

La MS del ensilado disminuyó con la inclusión de cantidades crecientes de residuo de piña. Este cambio era de esperar debido a la mayor humedad del residuo de piña en comparación con el pasto saboya (Tabla 27).

Los resultados coinciden con los de Reis et al. (2000) que adicionaron niveles crecientes de residuo de piña fresco (19% MS) al ensilado de pasto elefante, mientras que Neiva et al. (2006), Pompeu et al. (2006), Cândido et al. (2007) y Da Cruz et al. (2010) encontraron resultados opuestos, trabajando con residuo de piña desecado al sol (en torno a un 84% MS). Por tanto, la MS del residuo de piña utilizado justifica las diferencias en los diferentes estudios. El contenido de MO aumentó y el de cenizas disminuyó, ambos linealmente ($P < 0,05$), con el nivel de inclusión de residuo de piña en el ensilado. Esta tendencia se justifica porque el contenido de cenizas del residuo de piña fue un 32% inferior al del pasto saboya. El contenido de PB no aumentó ($P > 0,05$) con el nivel de inclusión de residuo de piña en coincidencia con lo observado por Reis et al. (2000).

Tabla 27. Composición química de ensilaje de pasto de saboya con diferentes niveles de inclusión de residuos de piña.

| Composición | TRATAMIENTOS | | | |
|--------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| | Pasto Saboya 90% + Piña 10% | Pasto Saboya 80% + Piña 20% | Pasto Saboya 70% + Piña 30% | Pasto Saboya 60% + Piña 40% |
| Humedad | 8.3 | 8.0 | 8.2 | 8.2 |
| Cenizas | 15.4 | 14.9 | 14.2 | 14.6 |
| Proteína bruta | 5.5 | 6.4 | 6.4 | 6.7 |
| Fibra bruta | 38.7 | 39.0 | 37.7 | 36.8 |
| Grasa bruta | 1.8 | 1.7 | 1.8 | 1.6 |
| Calcio | 0.25 | 0.24 | 0.25 | 0.24 |
| Fósforo | 0.24 | 0.22 | 0.21 | 0.21 |
| Insoluble en ácido Clorhídrico | 8.86 | 8.38 | 8.02 | 8.35 |
| Fibra neutro detergente | 64.8 | 64.1 | 64.4 | 63.7 |
| Fibra ácido detergente | 49.2 | 48.3 | 47.7 | 47.8 |
| Lignina | 5.7 | 5.5 | 5.8 | 5.7 |
| Proteína Pura | 3.84 | 4.31 | 4.17 | 4.64 |

Fuente: MasterLab: Trouw Nutrition España, S.A. 22-10-2014

Por el contrario, otros autores observaron aumentos de los contenidos de PB en el ensilado con la inclusión de residuo de piña. Las diferentes respuestas observadas se explicarían porque el contenido de PB del residuo fue claramente superior al del pasto elefante en dichos trabajos (el doble en promedio), mientras que los productos utilizados en el presente estudio y el de Reis y et al. (2000) obtuvieron contenidos de PB prácticamente iguales entre sí. Hubo diferencias significativas ($P < 0,05$) en los contenidos de FND entre tratamientos en concordancia con lo reportado en diferentes trabajos, lo que se justificaría porque el contenido de FND del residuo de piña fue entre 16 y 44% inferior al del forraje en el conjunto de los trabajos. El contenido de FAD disminuyó linealmente ($P < 0,05$) con la inclusión de cantidades crecientes de residuo de

piña en el ensilado, en coincidencia con los trabajos anteriormente mencionados y difiere de los trabajos de Reis et al. (2000), Neiva et al (2006), Pompeu et al. (2006) y Cândido et al. (2007). Al igual que lo señalado anteriormente para la MS, la PB y la FND, los resultados encontrados por los diferentes autores se explican por los contenidos de FAD en el forraje y el residuo de piña utilizados. Claramente, los resultados del presente estudio y los de trabajos previos indican que la composición del residuo de piña y la del forraje utilizado son los principales determinantes de la composición del ensilado obtenido.

Tabla 28. Cinética de degradación ruminal *in vitro* de la materia seca del ensilado de pasto de saboya con diferentes niveles de inclusión de residuo de piña. (*Ananas comusus*).

| Parámetro | Nivel de rechazo de piña (%) | | | | EEM | P |
|-------------------------|------------------------------|---------------------|---------------------|--------------------|---------|--------|
| | 10 | 20 | 30 | 40 | | |
| a, % MS | 18,53 | 17,36 | 17,51 | 15,66 | 1,92 | >0,77 |
| b, % MS | 36,71 ^b | 39,29 ^b | 38,50 ^b | 46,48 ^a | 0,89 | <0,028 |
| c, h ⁻¹ | 0,04 ^b | 0,05 ^{ab} | 0,05 ^a | 0,04 ^b | 2,9E-03 | <0,055 |
| DP, % MS | 55,24 ^b | 56,57 ^{ab} | 56,01 ^b | 62,14 ^a | 1,73 | <0,078 |
| DEMS 2% h ⁻¹ | 43,02 ^b | 44,96 ^{ab} | 45,43 ^{ab} | 47,34 ^a | 1,08 | <0,115 |
| DEMS 5% h ⁻¹ | 34,87 | 36,47 | 37,30 | 37,16 | 0,910 | >0,285 |
| DEMS 8% h ⁻¹ | 30,79 | 31,98 | 32,84 | 31,95 | 0,097 | >0,552 |

EEM: Error Estándar de la Media; **MS:** Materia Seca; **a:** fracción soluble; **b:** fracción potencialmente degradable; **c:** tasa de degradación de b; **DP:** Degradabilidad Potencial (a+b); **DEMS:** Degradabilidad Efectiva de la Materia Seca a tasas de paso ruminal del 2, 5 y 8% h⁻¹.

^{a,b,c} Las medias de mínimos cuadrados sin un superíndice común son significativamente diferentes (P<0,05).

Los parámetros de la cinética de degradación de la MS y los valores de degradabilidad potencial y efectiva de MS se muestran en la Tabla 28. La inclusión de residuo de piña en el ensilado aumentó linealmente ($P < 0,05$) las fracciones soluble y potencialmente degradable y la degradabilidad potencial, mientras que redujo linealmente ($P < 0,05$) la tasa de degradación horaria, siendo los efectos mencionados más evidentes en los dos niveles más altos de inclusión.

La disminución del valor de la tasa de degradación horaria con los niveles crecientes de residuo de piña no influyó negativamente en la DEMS, que aumentó linealmente ($P < 0,05$). La mayor proporción de solubles en detergente neutro (SND = $100 - \text{FND}$) en la MS del residuo de maracuyá (38,5% MS) en comparación con el pasto saboya (25,9% MS) explicarían el aumento de los valores de degradabilidad potencial.

De hecho, de acuerdo con otros investigadores, hay evidencia de que una parte importante de los SND debieron ser pectinas en el residuo de piña, pero no en el pasto saboya y la degradabilidad ruminal de las pectinas es prácticamente total. En el mismo sentido, los resultados de estudios de degradabilidad ruminal *in situ* muestran que la fracción soluble de la MS y la tasa de degradación ruminal son mayores en el residuo de maracuyá que en el pasto saboya ($0,22$ y $0,11 \text{ h}^{-1}$ vs. $0,15$ y $0,04 \text{ h}^{-1}$), mientras que la fracción potencialmente degradable es prácticamente igual, con un valor en torno 0,58.

El aumento de la DEMS con el nivel más alto de inclusión de residuo de piña con independencia de la tasa de paso ruminal indicó una mejora del valor nutritivo del ensilado, estimada en un 5% entre los niveles 10 y 40% de acuerdo con la ecuación de Bhargava y Orskov (Tabla 29).

Tabla 29. Cinética de degradación ruminal *in vitro* de la materia orgánica del ensilado de pasto de saboya con diferentes niveles de inclusión de rechazo de piña (*Ananas comusus*).

| Parámetro | Nivel de rechazo de piña (%) | | | | EEM | P |
|-------------------------|------------------------------|---------------------|---------------------|--------------------|---------|--------|
| | 10 | 20 | 30 | 40 | | |
| a, % MO | 13,25 | 11,03 | 9,93 | 9,33 | 2,450 | >0,693 |
| b, % MO | 37,53 ^b | 43,17 ^{ab} | 42,34 ^b | 48,85 ^a | 1,780 | <0,014 |
| c, h ⁻¹ | 0,05 | 0,05 | 0,06 | 0,05 | 4,7E-03 | >0,227 |
| DP, % MO | 50,79 ^b | 54,20 ^{ab} | 52,27 ^{ab} | 58,18 ^a | 1,980 | <0,124 |
| DEMO 2% h ⁻¹ | 39,56 | 41,90 | 41,45 | 43,25 | 1,640 | >0,500 |
| DEMO 5% h ⁻¹ | 31,47 | 32,70 | 32,72 | 32,63 | 1,720 | >0,943 |
| DEMO 8% h ⁻¹ | 27,20 | 27,74 | 27,78 | 27,09 | 1,810 | >0,989 |

EEM: Error Estándar de la Media; **MS:** Materia Seca; **a:** fracción soluble; **b:** fracción potencialmente degradable; **c:** tasa de degradación de b; **DP:** Degradabilidad Potencial (a+b); **DEMS:** Degradabilidad Efectiva de la Materia Seca a tasas de paso ruminal del 2, 5 y 8% h⁻¹.

^{a,b,c} Las medias de mínimos cuadrados sin un superíndice común son significativamente diferentes (P<0,05).

5.5. EXPERIENCIA 5. DIGESTIBILIDAD IN SITU DEL ENSILAJE DEL PASTO SABOYA (*Panicum máximum*) CON DIFERENTES NIVELES DE RECHAZO DE PIÑA *Ananas Comosus*.

(Trabajo Previo publicado en el Congreso de Ciencia y técnica de la Universidad Estatal de Bolívar en 2017)

5.5.1. Digestibilidad de la materia seca

En la tabla 19, se muestran los resultados de la digestibilidad in situ de la materia seca del ensilaje del pasto Saboya (*Panicum máximum*), asociado con diferentes niveles de rechazo de piña (*Ananas comosus*), donde existen diferencias estadísticas ($P > 0.05$) entre los tratamientos a las 0, 3, 6, 24, 48 y 72 horas de incubación ruminal, el tratamiento 2 de rechazo de piña obtuvo los mejores porcentajes de digestibilidad a las 0 horas (21,94), 3 horas (43,47), 6 horas (63,79), 12 horas (85,36), 24 horas (88,86), 48 horas (90,36) y 72 horas (91,17) debido a su alto contenido de carbohidratos de fácil digestión, mientras que en los niveles de incorporación en el ensilaje del pasto saboya más rechazo de piña a las 48 y 72 horas de incubación ruminal el que mejor comportamiento presento fue el tratamiento 6 (pasto saboya al 60% y rechazo de piña al 40%), estos mayores porcentajes pueden deberse al insuficiente contenido de hidratos de carbono disponibles, mientras que en los niveles de incorporación en el ensilaje del pasto saboya más rechazo de piña a las 48 y 72 horas de incubación ruminal el tratamiento 6 presento un comportamiento similar al tratamiento 2 a las 48 horas (54,58), 72 horas (62,64) estos mayores porcentajes pueden deberse al tiempo de la digestibilidad y al contenido de hidratos de carbono disponibles.

El rechazo de piña se degrada más rápido que los demás tratamientos; ya que, esta formulación presenta una mayor cantidad de carbohidratos solubles de fácil digestión y se encuentran en mayor disponibilidad para los microorganismos ruminales (Pulido y Leavep, 2000). Es de gran importancia en la alimentación del ganado bovino, aunque una tasa de degradabilidad demasiado rápida puede ocasionar problemas digestivos, en especial la acidosis ruminal (Owens *et al.*, 1998).

Estos resultados son superiores a los reportados por Chacha *et al.*, (2015), quienes investigaron la degradabilidad ruminal in situ de la materia inorgánica del pasto King grass (*Pennisetum purpureum* cv. *King grass*), cáscara de piña (*Ananas comosus* L.) y emoliente de palma (*Elaeis sinensis* Jacq.), encuentran valores inferiores en la digestibilidad in situ de la materia seca, la DISMS a las 0, 3, 6, 12, 24, 48, 72 horas fue de 31.42, 32.73, 38.82, 50.11, 58.74, 65.84, 77.64 % respectivamente, el T3 fue superior ($p < 0.05$) a los demás tratamientos.

Tabla 30. Digestibilidad in situ de la materia seca del ensilaje del pasto Saboya (*Panicum máximum*), asociado con diferentes niveles de rechazo de piña (*Ananas comosus*).

| Incubación ruminal (número de horas) | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 | EEM | P value |
|---|--------------------|--------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|------|----------|
| 0 | 9,35 ^b | 21,94 ^a | 18,21 ^{ab} | 19,21 ^{ab} | 19,84 ^{ab} | 16,17 ^{ab} | 0,72 | 0,0628 |
| 3 | 12,39 ^b | 43,47 ^a | 22,86 ^{ab} | 21,71 ^b | 22,40 ^{ab} | 22,20 ^{ab} | 1,25 | 0,0107 |
| 6 | 16,25 ^b | 63,79 ^b | 24,07 ^b | 25,52 ^b | 25,02 ^b | 24,22 ^b | 1,34 | 0,0004 |
| 12 | 27,39 ^c | 85,36 ^a | 30,28 ^{bc} | 33,66 ^b | 35,24 ^b | 35,09 ^b | 0,34 | < 0,0001 |
| 24 | 33,63 ^d | 88,86 ^a | 42,97 ^c | 45,38 ^{bc} | 47,53 ^b | 45,77 ^{bc} | 0,25 | < 0,0001 |
| 48 | 45,16 ^d | 90,36 ^a | 49,13 ^{cd} | 52,83 ^{bc} | 53,08 ^{bc} | 54,58 ^b | 1,55 | < 0,0001 |
| 72 | 51,53 ^c | 91,17 ^a | 53,09 ^c | 56,57 ^{bc} | 56,01 ^c | 62,64 ^b | 2,10 | < 0,0001 |

T1: Pasto de saboya; T2: Cáscara de piña; T3: Pasto de saboya (90%) + residuo de piña (10); T4: Pasto de saboya (80%) + residuo de piña (20); T5: Pasto de saboya (70%) + residuo de piña (30); T6: Pasto de saboya (60%) + residuo de piña (40); EEM=Error estándar de la media; 1/2 las medidas letras iguales no difieren estadísticamente según tukey 0,05%

De la misma manera en la (DISMS) encontró diferencias estadísticas hasta las 12 horas de incubación en los subproductos de piña 57.07, 79.28 y 54.71, 72.65% (RP-CP) respectivamente, consecuentemente a estos registros no existió diferencia estadística hasta las siguiente 72 horas de incubación. Cuesta *et al.*, (2000) con 20.23% inferior a los reportados en esta investigación.

Materia Orgánica

En la Tabla 31, se muestran los resultados de la Digestibilidad in situ de la materia orgánica del ensilaje del pasto Saboya (*Panicum máximum*), asociado con diferentes niveles de rechazo de piña (*Ananas comosus*). Donde existen diferencias estadísticas (>0.05) entre los tratamientos a las 0, 3, 6, 24, 48 y 72 horas de incubación ruminal, La DISMI fue superior ($p \leq 0.05$) en el Pasto saboya al 60% y el Rechazo de piña al 40% (60%RP- PS40%), teniendo una alta degradación ruminal inicial (0 horas) con 6.52%, seguido del pasto Saboya al 70% más el rechazo de piña al 30% (70%PS-RP30%) con 6,15%, para el segundo periodo de degradación (3 horas) fue representativa (60%RP- PS40%) con 9,82% y 8,14% con (70%RP- PS30%); comportándose de mejor manera existiendo una mínima variabilidad en la degradación en estos periodos. La materia orgánica es aquella que se encuentra conformada por moléculas orgánicas resultantes de los seres vivos y la podemos hallar en las raíces, en los animales, en los organismos muertos y en los restos de alimentos.

Tabla 31. Digestibilidad in situ de la materia orgánica del ensilaje del pasto Saboya (*Panicum máximum*), asociado con diferentes niveles de rechazo de piña (*Ananas comosus*).

| Incubación ruminal (número de horas) | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 | EEM | P value |
|---|--------------------|---------------------|----------------------|---------------------|---------------------|--------------------|------|---------|
| 0 | 5,10a | 3,63 ^a | 4,59 ^a | 6,11 ^a | 6,15 ^a | 6,52 ^a | 0,17 | 0,0436 |
| 3 | 7,26 ^a | 6,95 ^a | 8,39 ^a | 8,91 ^a | 8,14 ^a | 9,82 ^a | 0,26 | 0,3109 |
| 6 | 13,07 ^a | 13,38 ^a | 12,69 ^a | 14,79 ^a | 16,51 ^a | 18,12 ^a | 0,38 | 0,0919 |
| 12 | 17,12 ^c | 20,76 ^{bc} | 23,16 ^{abc} | 25,41 ^{ab} | 26,66 ^{ab} | 28,84 ^a | 0,43 | 0,0028 |
| 24 | 29,52 ^b | 29,13 ^b | 29,90 ^b | 31,69 ^{bc} | 33,47 ^{ba} | 36,69 ^a | 0,29 | 0,0027 |
| 48 | 42,08 ^a | 41,85 ^a | 42,87 ^a | 44,46 ^a | 43,62 ^a | 45,39 ^a | 0,33 | 0,2877 |
| 72 | 54,17 ^a | 52,04 ^a | 54,79 ^a | 54,84 ^a | 54,13 ^a | 54,23 ^a | 0,29 | 0,4697 |

T1: Pasto de saboya; T2: Cáscara de piña; T3: Pasto de saboya (90%) + rechazo de piña (10); T4: Pasto de saboya (80%) + rechazo de piña (20); T5: Pasto de saboya (70%) + rechazo de piña (30); T6: Pasto de saboya (60%) + rechazo de piña (40); EEM=Error estándar de la media; 1/2 las medidas letras iguales no difieren estadísticamente según tukey 0,05%

Por otra parte, la molécula orgánica, es un compuesto químico que contiene carbono y forma enlaces carbono-carbono y carbono-hidrógeno y en algunos casos también pueden contener nitrógeno, azufre, fósforo, oxígeno, entre otros. Se destaca especialmente por ser grande, compleja, diversa, tal es el caso de: glúcidos, proteínas, grasas y ácido nucleicos (Ferrer, 2007).

La DISMS del Pasto Saboya al 70% Y Rechazo de piña 30% (PS-RP) en los periodos de incubación ruminal desde las 6,12, 24, 48 y 72 horas fueron superiormente representativas ($p \leq 0.05$) teniendo una elevada degradación, es decir representados con un 6,52%, 9,82%, 18,12%, 28,84%, 36,69% respectivamente, sin embargo, a las 72 horas existe una variación mínima de 54,23% con (RP), a diferencia de la (PS) con 54,17%. Respectivamente, el Tratamiento 6 fue superior ($p < 0.05$) a los demás tratamientos.

Estos resultados son inferiores a los reportados por a los reportados por Tinitana *et al.*, (2013), describe que la tasa de desaparición de la MO se reduce a las 12 y 24 (29.23, 38.90 %) horas de incubación respectivamente, mientras que a las 48 horas aumenta (52.57 %) esta variabilidad de degradabilidad se da por el tiempo de cosecha lo que nos da como perspectiva que la disminución de degradabilidad de la MO, pero inferior a (Pérez, 2015).

Quien investigó sobre la Degradabilidad ruminal in vitro de ensilajes de pasto saboya (*Panicum maximum* Jacq.) con diferentes niveles de inclusión de cáscara de maracuyá (*Passiflora edulis* Sims.), presentaron valores superiores de 97,25% a las 72 horas, dicho resultado se presentó en base a los parámetros nutricionales de los subproductos (Cunha Moe Rjam, 2009).

Materia Inorgánica

En la Tabla 32, se muestran los resultados de la digestibilidad in situ de la materia inorgánica del ensilaje del pasto Saboya (PS), asociado con diferentes niveles de rechazo de piña (RP), donde se observan diferencias estadísticas ($< 0,05$) entre los tratamientos a las 0, 3, 6, 24, 48 y 72 horas de incubación ruminal.

La DISMI fue superior ($p \leq 0,05$) en el RP, teniendo una alta degradación ruminal inicial (0 horas) con 3.89 %, seguido del PS al 60% más el rechazo de piña al 40% (PS-RP) con 4.02%, para el segundo periodo de degradación (3 horas) fue representativa (RP) con 7.14% y 7.44% con (RP-PS); comportándose de mejor manera existiendo una mínima variabilidad en la degradación en estos periodos. La DISMS de RP en los periodos de incubación ruminal desde las 6,12,24,48 y 72 horas fueron superiormente representativas ($p \leq 0,05$) teniendo una elevada degradación, es decir representados con un 10,43%, 18,47%, 23,16%, 29,14%, 47,30% respectivamente, sin embargo, a las 72 horas existe una variación mínima de 47,30% con (RP), a diferencia de la (RP-PS) con 47,38%. Dichos valores son inferiores a los obtenidos por Pérez *et al.*, (2015), presentaron valores similares de 97,25% y 49,25%, a las 72 horas, dichos resultados se presentaron en base a los parámetros nutricionales de los subproductos, también los resultados reportados por Acaro *et al.*, (2016), quienes investigaron la degradabilidad in situ de la materia inorgánica del silaje del pasto Saboya (*Panicum maximum J*) con la inclusión de cuatro subproductos agroindustriales, encontraron valores superiores en la degradabilidad in situ en los periodos de incubación ruminal desde las 6, 12, 24, 48 y 72 horas fueron superiormente representativas ($p \leq 0,05$) teniendo una elevada degradación, es decir representados con un 21,26%, 28,40%, 43,38% y 52% proporcionalmente.

Tabla 32. Digestibilidad in situ de la materia inorgánica del ensilaje del pasto Saboya (*Panicum máximum*), asociado con diferentes niveles de rechazo de piña (*Ananas comosus*).

| Incubación ruminal (número de horas) | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 | EEM | P value |
|---|--------------------|---------------------|---------------------|----------------------|---------------------|--------------------|------|---------|
| 0 | 2,80 ^a | 3,89 ^a | 3,60 ^a | 3,73 ^a | 3,52 ^a | 4,02 ^a | 0,16 | 0,7217 |
| 3 | 5,59 ^a | 7,14 ^a | 6,84 ^a | 5,89 ^a | 6,813 ^a | 7,44 ^a | 0,23 | 0,5739 |
| 6 | 9,07 ^a | 10,43 ^a | 11,41 ^a | 11,15 ^a | 11,02 ^a | 11,79 ^a | 0,25 | 0,3615 |
| 12 | 17,44 ^a | 18,47 ^a | 18,11 ^a | 18,76 ^a | 19,47 ^a | 21,07 ^a | 0,34 | 0,4065 |
| 24 | 21,89 ^c | 23,16 ^c | 23,79 ^{bc} | 25,09 ^{abc} | 27,91 ^{ab} | 28,83 ^a | 0,27 | 0,0022 |
| 48 | 27,17 ^b | 29,14 ^{ab} | 29,54 ^{ab} | 31,44 ^{ab} | 32,85 ^a | 33,44 ^a | 0,29 | 0,0114 |
| 72 | 47,41 ^a | 47,30 ^a | 46,95 ^a | 46,97 ^a | 47,91 ^a | 48,38 ^a | 0,19 | 0,6400 |

T1: Pasto de saboya; T2: Cáscara de piña; T3: Pasto de saboya (90%) + rechazo de piña (10); T4: Pasto de saboya (80%) + rechazo de piña (20); T5: Pasto de saboya (70%) + rechazo de piña (30); T6: Pasto de saboya (60%) + rechazo de piña (40); EEM=Error estándar de la media; 1/2 las medidas letras iguales no difieren estadísticamente según tukey 0,05%

VI. Consideraciones e Implicaciones futuras

VI. CONSIDERACIONES E IMPLICACIONES FUTURAS

Finalizo, la redacción de este manuscrito con 58 años. Su elaboración constituye *per se* un testimonio vital de mi trayectoria en la Universidad Técnica Estatal de Quevedo y me permite desde la reflexión elaborar una proyección de futuro aunando el conocimiento adquirido y las experiencias vividas.

Cuando en 2011 se inicia el postgrado en Zootecnia y Gestión sostenible, parto de una visión lineal donde cada uno desarrollaba “su investigación” e intentaba solventar tanto los requerimientos académicos incipientes en el sistema universitario ecuatoriano, como las inquietudes investigadoras propias.

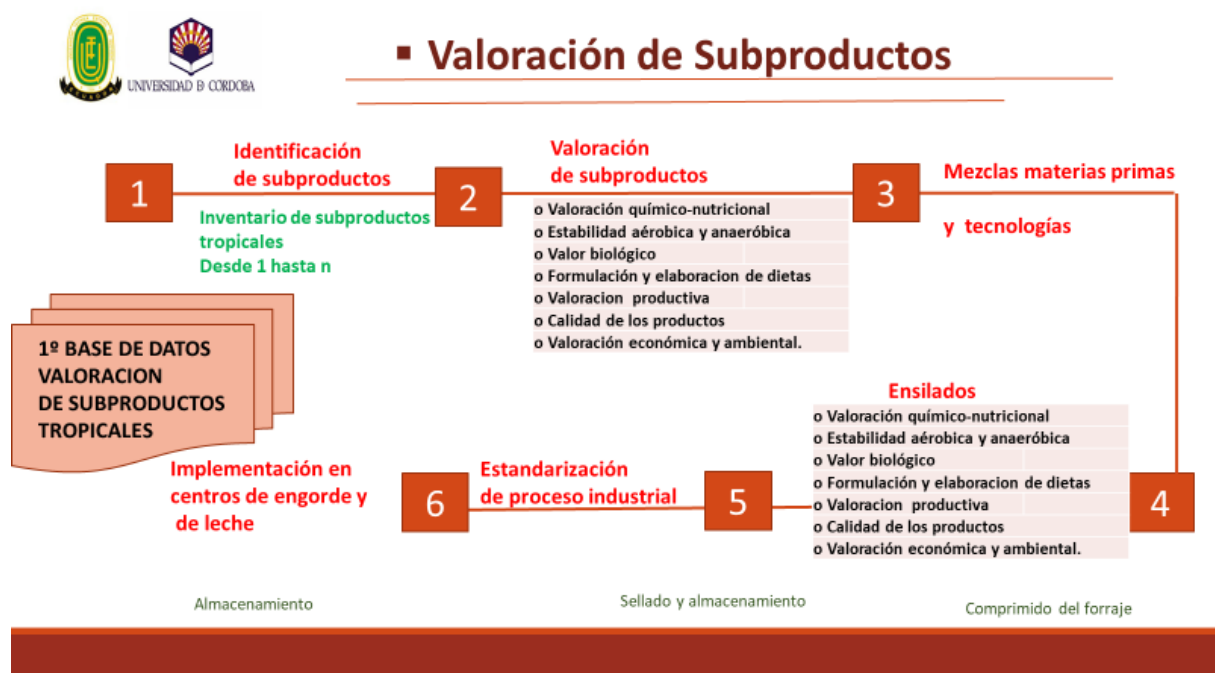


Figura 34. Esquema de valoración de subproductos.

Cada uno de los miembros del Laboratorio de Ruminología de la UTEQ seleccionamos una materia prima y comenzamos la labor de investigación, pensando en cerrar un círculo. Esta concepción simple cambia cuando en 2014 se aprueba el proyecto FOCICYT y empiezo a vislumbrar la profundidad de la temática y su importancia para el desarrollo del sector. Surge con la primera pregunta: ¿Dónde está el inventario de subproductos tropicales? - ¿Dónde están las tablas de valoración de cada uno, similares a las NRC, pero desarrolladas para nuestros subproductos tropicales? En ese momento empezamos a vislumbrar que falta la cimentación donde construir las pautas de alimentación para hacer una ganadería competitiva en la costa de Ecuador.

¿Inventario de subproductos y residuos...? ¿Economía circular?

Los desechos agropecuarios y agroindustriales constituyen un problema serio de residuos debido a dos factores principales: un aumento en la producción y al surgimiento de leyes ambientales más estrictas. Por ello, surge la necesidad de conversión de los mismos en un producto útil y de mayor valor agregado (Jurado, 2003). Unos 19 millones de toneladas de residuos agrícolas se producen en Ecuador (CELEC, 2015) que no son aprovechados de manera eficiente y que en la mayoría de los casos no recibe una disposición final apropiada. Al ser agricultura una actividad fundamental después del petróleo, es necesario conocer los subproductos que se generan en los cultivos tropicales; plantear nuevas alternativas para el manejo de estos residuos y así evitar problemas de degradación ambiental. El presente trabajo, apuntó al cumplimiento de los Objetivos y Políticas del Plan Nacional para el Buen Vivir 2017 – 2021; mediante el desarrollo de las capacidades productivas y del entorno para lograr la

soberanía alimentaria y el desarrollo rural, promoviendo también la competitividad y calidad de los productos primarios, la disposición de servicios conexos y otros insumos, para el desarrollo de la industria agrícola, pecuaria, acuícola y pesquera sostenible con enfoque a satisfacer la demanda nacional y de exportación con responsabilidad social y ambiental, promoviendo el manejo eficiente de los recursos naturales garantizando el abastecimiento de bienes y servicios de calidad (SEMPLADES, 2017).

Por tanto, sería necesario desarrollar una pauta con las siguientes acciones:

- Establecer un inventario de subproductos tropicales y residuos agroindustriales de las provincias de la costa
- Determinar su valoración químico-nutricional de los diferentes productos (nuevas materias primas)
- Determinar y cuantificar la estabilidad aeróbica y anaeróbica de los diferentes subproductos (ensilados, henilajes, etc.)
- Determinar el valor biológico de cada materia prima (consumo, digestibilidad, etc.)
- La formulación y elaboración de dietas alimenticias para rumiantes y no rumiantes.
- la valoración productiva de las dietas en animales (diferentes especies y estados fisiológicos)
- Determinación de la calidad de los productos (leche y carne)
- Finalmente, la valoración económica y ambiental de las propuestas y sus consecuencias en el sector.

Esta tesis intenta ser una contribución a una parte del problema, una de las piezas del puzle. Se han valorado distintas mezclas (Pasto de saboya con diferentes subproductos), pero a la vez que avanzo evidencio las limitaciones del estudio y soy consciente de la necesidad de un enfoque sistémico e integrado de la investigación.

5.1. Base de Datos de Subproductos país (BdRed-LIFE).

El primer paso para que la investigación sea útil es construir las tablas de valoración química nutricional de los diferentes subproductos tropicales en Ecuador. Esa es la herramienta práctica que necesitamos para garantizar un desarrollo sostenible de la ganadería; nuestra piedra Roseta y nuestro desafío estratégico.

Todo el grupo de investigadores de Nutrición Animal de la UTEQ nos impusimos esta ardua tarea, sabiendo que no era un resultado de “nadie” pero iba a ser de todos.

Constituimos un grupo de investigación abierto (innovación abierta), donde cada investigación se agregue a la base de datos.

*** Base de Datos de Subproductos y Residuos Tropicales (BdRed-LIFE)**

La estructura de la base de datos surge a partir del conocimiento de los residuos y subproductos de los cultivos tropicales que constituyen nuevas materias primas en alimentación animal. En la base de datos se han incorporado:

1. La Composición química-nutricional en intervalos semanales desde el día 7 al 56. Las variables recogidas fueron: pH, temperatura, proteína bruta, materia seca, materia orgánica, FND, FAD, hemicelulosa.
2. Estabilidad aeróbica en los días 7, 14, 21, 28, 35, 42, 49 y 56. En un intervalo de horas desde la apertura de cada silo desde las 0 horas, 24 h, 48 h, 72 h, 96, 120 h y 144 h. Se ha medido el ph, la temperatura y los ácidos volátiles (láctico, acético, propiónico y butírico)
3. La microbiología para cada momento de apertura desde el día 7 al 56 d
4. Digestibilidad in situ y degradabilidad a partir de la cinética.

En la actualidad fruto de un consorcio conformado por los investigadores para compartir los resultados de cada investigación sin perder la autoría de los mismos ya se han valorado las siguientes mezclas:

Tabla 33. Listado de materias primas/mezclas evaluadas.

| |
|--|
| 1. Ensilaje de rastrojo de maíz asociado con 4 niveles de urea mas melaza. |
| 2. Ensilaje de pasto saboya con cascaras de piña, maracuyá, plátano y banano completo. |
| 3. Digestibilidad in situ del pasto saboya con niveles crecientes de rechazo de piña. |
| 4. Comp. Química y degradabilidad in situ del pasto kingras con inclusión de piña y emoliente de palma africana. |
| 5. Características microbianas y fermentativas del ensilaje de pasto saboya mas rechazo de piña. |
| 6. Digestibilidad in situ del ensilaje de piña y palma aceitera. |
| 7. Digestibilidad in situ de dietas con niveles de harina de maracuyá en reemplazo del maíz. |
| 8. Degradabilidad in situ del pasto king gras de 40 días y niveles de fertilización |
| 9. Degradabilidad in vitro de dietas con aceite de palma africana. |

- 10. Degradabilidad in vitro de levadura viva en dietas para bovinos
- 12. Digestibilidad in situ del pasto saboya con niveles crecientes de banano.
- 13. Digestibilidad in situ del pasto saboya con niveles crecientes de palma aceitera

| | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N | O |
|----|----------|------|------|------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---|---|---|
| 1 | Producto | Trat | Dias | pH | TP | PB | MS | C | MO | FDN | FDA | H | | | |
| 2 | 1 | 1A | 7 | 4,31 | 23,00 | 4,13 | 70,13 | 13,33 | 86,67 | 66,44 | 38,09 | 28,35 | | | |
| 3 | 1 | 1A | 7 | 4,24 | 23,29 | 4,01 | 69,20 | 13,37 | 86,63 | 66,82 | 38,92 | 27,90 | | | |
| 4 | 1 | 1A | 7 | 4,28 | 22,71 | 4,34 | 69,70 | 14,49 | 85,51 | 68,46 | 37,94 | 30,53 | | | |
| 5 | 1 | 1A | 7 | 4,31 | 23,00 | | | | | | | | | | |
| 6 | 1 | 1B | 7 | 7,29 | 23,29 | | | | | | | | | | |
| 7 | 1 | 1B | 7 | 7,32 | 22,57 | | | | | | | | | | |
| 8 | 1 | 1B | 7 | 7,24 | 23,14 | | | | | | | | | | |
| 9 | 1 | 1B | 7 | 7,33 | 23,29 | | | | | | | | | | |
| 10 | 1 | 1C | 7 | 8,52 | 22,86 | | | | | | | | | | |
| 11 | 1 | 1C | 7 | 8,65 | 23,14 | | | | | | | | | | |
| 12 | 1 | 1C | 7 | 8,49 | 22,71 | | | | | | | | | | |
| 13 | 1 | 1C | 7 | 8,53 | 22,71 | | | | | | | | | | |
| 14 | 1 | 1D | 7 | 8,75 | 22,14 | | | | | | | | | | |
| 15 | 1 | 1D | 7 | 8,71 | 23,00 | | | | | | | | | | |
| 16 | 1 | 1D | 7 | 8,71 | 22,71 | | | | | | | | | | |
| 17 | 1 | 1D | 7 | 8,74 | 23,00 | 7,38 | 71,37 | 10,36 | 89,64 | 63,51 | 38,66 | 24,85 | | | |
| 18 | 1 | 1A | 14 | 4,14 | 22,71 | 5,81 | 70,07 | 9,40 | 90,60 | 67,82 | 31,74 | 36,07 | | | |
| 19 | 1 | 1A | 14 | 4,25 | 23,43 | 5,77 | 70,33 | 10,84 | 89,16 | 66,95 | 31,86 | 35,09 | | | |
| 20 | 1 | 1A | 14 | 4,04 | 24,00 | 5,30 | 70,63 | 10,06 | 89,94 | 67,69 | 33,36 | 34,33 | | | |
| 21 | 1 | 1A | 14 | 4,29 | 23,86 | 5,44 | 67,07 | 11,47 | 88,53 | 67,95 | 30,59 | 37,36 | | | |
| 22 | 1 | 1B | 14 | 6,83 | 22,43 | 6,40 | 74,00 | 10,19 | 89,81 | 68,50 | 32,82 | 35,68 | | | |
| 23 | 1 | 1B | 14 | 6,81 | 22,00 | 6,06 | 72,27 | 10,44 | 89,56 | 68,00 | 32,87 | 35,12 | | | |

1. Ensilaje de rastrojo de maiz asociado con 4 niveles de urea mas melaza.
 2. Ensilaje de pasto saboya con cascaras de piña, maracuya, platano y banano completo.
 3. Digestibilidad in situ del pasto saboya con niveles de rechazo de piña.
 4. Comp. Quimica y degradabilidad in situ del pasto king Grass con inclusion de piña y emoliente de palma africana.
 5. Caracteristicas microbianas y fermentativas del ensilaje de pasto saboya mas rechazo de piña.
 6. Digestibilidad in situ del ensilaje de piña y palma aceitera.
 7. Digestibilidad in situ de dietas con harina de maracuya en reemplazo del maiz
 8. Digestibilidad in situ del pasto king grass y niveles de fertilizacion.
 9. digestibilidad in vitro de dietas con aceite de palma africana.
 10. Digestibilidad in vitro de levadura viva en dietas para bovinos.
 11. V. Godoy

Figura 35. Composición química nutricional.

| | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J |
|----|----------|------|------|-------|------|-------|----|----|----|----|
| 1 | Producto | Trat | Dias | Horas | pH | Tp | AL | AC | AP | AB |
| 2 | 1 | 1A | 7 | 0 | 4,15 | 23,00 | | | | |
| 3 | 1 | 1A | 7 | 0 | 3,90 | 24,00 | | | | |
| 4 | 1 | 1A | 7 | 0 | 3,90 | 22,00 | | | | |
| 5 | 1 | 1A | 7 | 0 | 3,95 | 21,00 | | | | |
| 6 | 1 | 1B | 7 | 0 | 7,91 | 23,00 | | | | |
| 7 | 1 | 1B | 7 | 0 | 7,91 | 23,00 | | | | |
| 8 | 1 | 1B | 7 | 0 | 7,35 | 22,00 | | | | |
| 9 | 1 | 1B | 7 | 0 | 8,03 | 22,00 | | | | |
| 10 | 1 | 1C | 7 | 0 | 8,50 | 21,00 | | | | |
| 11 | 1 | 1C | 7 | 0 | 8,40 | 21,00 | | | | |
| 12 | 1 | 1C | 7 | 0 | 8,50 | 20,00 | | | | |
| 13 | 1 | 1C | 7 | 0 | 8,51 | 20,00 | | | | |
| 14 | 1 | 1D | 7 | 0 | 8,70 | 22,00 | | | | |
| 15 | 1 | 1D | 7 | 0 | 8,71 | 23,00 | | | | |
| 16 | 1 | 1D | 7 | 0 | 8,71 | 22,00 | | | | |
| 17 | 1 | 1D | 7 | 0 | 8,74 | 23,00 | | | | |
| 18 | 1 | 1A | 7 | 24 | 4,35 | 24,00 | | | | |
| 19 | 1 | 1A | 7 | 24 | 4,27 | 24,00 | | | | |
| 20 | 1 | 1A | 7 | 24 | 4,29 | 23,00 | | | | |
| 21 | 1 | 1A | 7 | 24 | 4,30 | 24,00 | | | | |
| 22 | 1 | 1B | 7 | 24 | 7,15 | 24,00 | | | | |
| 23 | 1 | 1B | 7 | 24 | 7,17 | 24,00 | | | | |

Figura 36. Estabilidad de los silos.

| | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | AK | AL | AM | AN | AO | BQ | BR | BS | BT | BU | BV | | |
|----|----------|-------|-------|----------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|----------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|-----|----|
| 2 | Producto | Repet | Silos | Dilucion | T1B7D | T2B7D | T3B7D | T4B7D | T1B14D | T2B14D | T3B14D | T1BAL7D | T2BAL7D | T3BAL7D | T4BAL7D | T1BAL14D | T1HL7D | T2HL7D | T3HL7D | T4HL7D | T1HL14D | T2HL14D | | |
| 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 2 | 25 | 2 | 300 | 8 | | |
| 4 | 1 | 2 | 1 | 1 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 4 | 14 | 1 | 42 | 15 | | |
| 5 | 1 | 3 | 1 | 1 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 5 | 12 | 1 | 39 | 8 | | |
| 6 | 1 | 1 | 1 | 2 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 6 | 0 | 0 | 0 | 2 | 4 | |
| 7 | 1 | 2 | 1 | 2 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 7 | 0 | 0 | 0 | 4 | 5 | |
| 8 | 1 | 3 | 1 | 2 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 8 | 0 | 1 | 0 | 6 | 7 | |
| 9 | 1 | 1 | 1 | 3 | 140 | 300 | 300 | 300 | 9 | 1 | 7 | 134 | 72 | 300 | 70 | 300 | 300 | 9 | 0 | 0 | 1 | 19 | 0 | |
| 10 | 1 | 2 | 1 | 3 | 172 | 300 | 300 | 300 | 13 | 1 | 0 | 182 | 48 | 300 | 62 | 300 | 300 | 10 | 0 | 1 | 0 | 9 | 3 | |
| 11 | 1 | 3 | 1 | 3 | 208 | 300 | 300 | 300 | 17 | 0 | 0 | 208 | 26 | 300 | 58 | 300 | 300 | 11 | 0 | 0 | 1 | 21 | 0 | |
| 12 | 1 | 1 | 1 | 4 | 66 | 300 | 300 | 65 | 4 | 0 | 0 | 80 | 26 | 300 | 5 | 300 | 300 | 12 | 0 | 1 | 0 | 8 | 1 | |
| 13 | 1 | 2 | 1 | 4 | 68 | 214 | 300 | 70 | 5 | 0 | 0 | 112 | 0 | 300 | 10 | 300 | 300 | 13 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | |
| 14 | 1 | 3 | 1 | 4 | 60 | 208 | 300 | 75 | 2 | 1 | 0 | 86 | 0 | 300 | 7 | 112 | 300 | 14 | 0 | 2 | 0 | 8 | 0 | |
| 15 | 1 | 1 | 1 | 5 | 47 | 88 | 65 | 37 | 0 | 1 | 0 | 100 | 0 | 15 | 6 | 75 | 300 | 15 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | |
| 16 | 1 | 2 | 1 | 5 | 19 | 32 | 95 | 30 | 0 | 0 | 0 | 80 | 0 | 17 | 2 | 29 | 300 | 16 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 | |
| 17 | 1 | 3 | 1 | 5 | 26 | 64 | 80 | 43 | 0 | 0 | 0 | 66 | 0 | 23 | 1 | 89 | 300 | 17 | 0 | 0 | 0 | 3 | 9 | |
| 18 | 1 | 1 | 1 | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 24 | 0 | 20 | 1 | 18 | 300 | 18 | 0 | 10 | 4 | 2 | 1 | |
| 19 | 1 | 2 | 1 | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 60 | 0 | 21 | 0 | 14 | 300 | 19 | 0 | 0 | 10 | 26 | 1 | |
| 20 | 1 | 3 | 1 | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 19 | 0 | 11 | 300 | 20 | 0 | 0 | 10 | 0 | 1 | |
| 21 | 1 | 1 | 2 | 1 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 21 | 300 | 4 | 4 | 1 | 300 | 14 |
| 22 | 1 | 2 | 2 | 1 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 22 | 300 | 1 | 3 | 0 | 300 | 10 |
| 23 | 1 | 3 | 2 | 1 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 23 | 300 | 0 | 3 | 0 | 300 | 10 |
| 24 | 1 | 1 | 2 | 2 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 24 | 300 | 0 | 1 | 0 | 35 | 2 |

Figura 37. Microbiología de los silos.

| | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N | O | P | Q | R | S | T | U | V | W | X | Y | |
|----|----------|------|-------|------------------|------------------|------------------|------------------|-------------------|-------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|-------------------|-------------------|-----------------|-----------------|-----------------|------------------|--------|--------|--------|----------------|----------------|----------------|---|
| 1 | Producto | Trat | Horas | MS _{IS} | PB _{IS} | MO _{IS} | MI _{IS} | FDN _{IS} | FDA _{IS} | MS _{IV} | PB _{IV} | MO _{IV} | MI _{IV} | FDN _{IV} | FDA _{IV} | a _{MS} | b _{MS} | c _{MS} | DP _{MS} | DEMS2H | DEMS5H | DEMS8H | a _P | b _P | c _P | D |
| 2 | 1,00 | 1A | 0,00 | 32,20 | 7,57 | 29,03 | 35,84 | 12,48 | 21,15 | 21,27 | 16,22 | 15,97 | 31,74 | 3,45 | 3,48 | 30,05 | 23,99 | 0,04 | 54,04 | 45,41 | 40,02 | 37,43 | 13,77 | 38,64 | 0,02 | 5 |
| 3 | 1,00 | 1A | 0,00 | 31,93 | 4,17 | 29,47 | 43,46 | 12,29 | 10,70 | 22,11 | 27,47 | 15,81 | 33,50 | 2,51 | 2,76 | 25,35 | 30,15 | 0,03 | 55,50 | 44,51 | 37,74 | 34,50 | 11,75 | 21,55 | 0,08 | 3 |
| 4 | 1,00 | 1A | 0,00 | 33,90 | 16,98 | 31,64 | 41,02 | 12,76 | 3,27 | 21,71 | 25,53 | 16,18 | 34,11 | 3,03 | 3,38 | 24,22 | 27,62 | 0,08 | 51,84 | 46,18 | 41,02 | 37,82 | 14,20 | 14,04 | 0,46 | 2 |
| 5 | 1,00 | 1A | 0,00 | 27,01 | 15,99 | 32,44 | 38,92 | 11,10 | 29,10 | 23,67 | 23,98 | 16,33 | 38,42 | 3,48 | 4,48 | 26,70 | 26,87 | 0,03 | 53,57 | 43,67 | 37,63 | 34,76 | 15,62 | 21,54 | 0,03 | 3 |
| 6 | 1,00 | 1B | 0,00 | 25,43 | 10,27 | 22,33 | 35,77 | 5,96 | 16,44 | 24,43 | 41,75 | 15,86 | 32,55 | 3,48 | 4,09 | 31,13 | 31,01 | 0,03 | 62,14 | 48,92 | 41,98 | 38,94 | 7,26 | 49,22 | 0,05 | 5 |
| 7 | 1,00 | 1B | 0,00 | 33,40 | 18,85 | 31,47 | 36,29 | 13,75 | 18,88 | 22,29 | 49,59 | 16,11 | 32,39 | 3,90 | 4,07 | 31,53 | 27,43 | 0,03 | 58,96 | 47,52 | 41,36 | 38,63 | 17,99 | 25,64 | 0,06 | 4 |
| 8 | 1,00 | 1B | 0,00 | 29,96 | 14,31 | 28,15 | 29,69 | 12,25 | 25,72 | 22,57 | 45,63 | 16,68 | 34,84 | 4,76 | 2,93 | 33,84 | 26,01 | 0,03 | 59,85 | 49,25 | 43,40 | 40,77 | 19,87 | 28,42 | 0,11 | 4 |
| 9 | 1,00 | 1B | 0,00 | 33,43 | 14,95 | 31,92 | 39,11 | 11,97 | 24,90 | 23,95 | 42,14 | 15,63 | 38,48 | 3,35 | 4,56 | 31,50 | 27,03 | 0,03 | 58,53 | 46,79 | 40,76 | 38,14 | 30,13 | 17,05 | 0,10 | 4 |
| 10 | 1,00 | 1C | 0,00 | 21,28 | 14,12 | 18,12 | 22,54 | 2,98 | 15,66 | 27,69 | 39,11 | 22,28 | 34,34 | 4,79 | 2,28 | 32,44 | 30,05 | 0,03 | 62,49 | 51,35 | 44,59 | 41,39 | 15,76 | 47,43 | 0,02 | 6 |
| 11 | 1,00 | 1C | 0,00 | 35,54 | 20,80 | 32,38 | 38,19 | 16,90 | 21,37 | 25,29 | 42,88 | 20,38 | 28,84 | 4,19 | 2,31 | 28,97 | 33,81 | 0,04 | 62,78 | 50,59 | 43,00 | 39,36 | 13,82 | 36,91 | 0,03 | 5 |
| 12 | 1,00 | 1C | 0,00 | 32,84 | 21,10 | 32,44 | 41,12 | 15,06 | 27,42 | 24,18 | 42,68 | 23,62 | 28,78 | 5,61 | 2,53 | 32,05 | 30,01 | 0,04 | 62,06 | 52,45 | 45,83 | 42,46 | 19,09 | 33,18 | 0,11 | 5 |
| 13 | 1,00 | 1C | 0,00 | 36,98 | 27,96 | 34,95 | 37,12 | 13,48 | 26,94 | 29,12 | 52,35 | 23,84 | 30,54 | 5,37 | 3,44 | 28,09 | 32,96 | 0,03 | 61,05 | 48,57 | 41,16 | 37,68 | 28,95 | 16,55 | 0,12 | 4 |
| 14 | 1,00 | 1D | 0,00 | 22,73 | 15,77 | 20,16 | 31,90 | 3,04 | 12,51 | 23,07 | 43,96 | 20,12 | 25,42 | 6,46 | 5,53 | 27,91 | 39,91 | 0,04 | 67,82 | 54,41 | 45,53 | 41,11 | 16,13 | 45,12 | 0,03 | 6 |
| 15 | 1,00 | 1D | 0,00 | 33,70 | 30,22 | 31,19 | 39,75 | 13,14 | 21,36 | 27,43 | 46,03 | 19,78 | 24,86 | 6,95 | 3,20 | 31,54 | 34,25 | 0,03 | 65,79 | 52,97 | 45,27 | 41,64 | 15,55 | 34,55 | 0,04 | 5 |
| 16 | 1,00 | 1D | 0,00 | 25,58 | 29,02 | 26,21 | 19,26 | 4,12 | 6,81 | 26,33 | 43,74 | 18,96 | 33,98 | 6,81 | 5,45 | 35,54 | 28,41 | 0,04 | 63,95 | 54,67 | 48,39 | 45,21 | 25,82 | 28,80 | 0,09 | 5 |
| 17 | 1,00 | 1D | 0,00 | 25,67 | 23,80 | 25,93 | 23,07 | 2,16 | 24,83 | 25,68 | 46,18 | 20,19 | 31,25 | 6,79 | 1,60 | 28,88 | 31,88 | 0,05 | 60,75 | 52,11 | 45,39 | 41,69 | 25,64 | 26,61 | 0,08 | 5 |
| 18 | 1,00 | 1A | 3,00 | 32,55 | 19,28 | 29,39 | 36,64 | 13,61 | 27,48 | 24,15 | 31,52 | 18,99 | 34,24 | 4,35 | 4,49 | | | | | | | | | | | |
| 19 | 1,00 | 1A | 3,00 | 33,44 | 13,88 | 30,58 | 45,51 | 13,09 | 13,05 | 25,65 | 31,29 | 20,17 | 36,52 | 3,21 | 6,79 | | | | | | | | | | | |
| 20 | 1,00 | 1A | 3,00 | 35,73 | 19,00 | 34,73 | 42,78 | 14,87 | 15,98 | 25,85 | 25,73 | 20,37 | 34,32 | 3,87 | 3,39 | | | | | | | | | | | |
| 21 | 1,00 | 1A | 3,00 | 33,41 | 16,38 | 34,44 | 39,83 | 11,30 | 31,45 | 23,73 | 26,55 | 16,78 | 39,60 | 4,71 | 6,05 | | | | | | | | | | | |
| 22 | 1,00 | 1B | 3,00 | 27,58 | 18,59 | 24,62 | 41,17 | 11,46 | 20,92 | 24,65 | 45,10 | 18,58 | 34,29 | 4,01 | 4,10 | | | | | | | | | | | |
| 23 | 1,00 | 1B | 3,00 | 24,44 | 21,20 | 23,47 | 41,21 | 16,02 | 20,89 | 25,68 | 50,40 | 18,75 | 34,26 | 4,52 | 4,88 | | | | | | | | | | | |

Figura 38. Digestibilidad y cinética.

VII.- Conclusiones

VII. CONCLUSIONES

Primera. La inclusión de aceite de palma hasta un nivel de 2,5% no modifica significativamente la fermentación del ensilado. Asimismo, su inclusión no altera la cinética ruminal respecto a la degradación de la materia seca y el pH.

Segunda. El valor nutritivo del ensilado de pasto de saboya mejoró con la inclusión de residuos de piña y, en menor medida, con el de maracuyá, si bien el residuo de plátano tuvo un efecto neutro.

Tercera. La combinación de pasto saboya con residuos de piña y maracuyá para la elaboración de ensilados podría ser una forma eficiente de utilización y aprovechamiento de dichos residuos agroindustriales, reduciendo el riesgo medioambiental y contribuyendo a la mejora de la alimentación del ganado.

Cuarta. El rechazo de piña muestra una degradabilidad ruminal *in situ* mayor al emoliente de palma, así como también se muestra superior en cuanto a la fracción soluble de la materia seca, seguramente debido a los bajos contenidos de FDA y FDN existentes en el residuo de piña.

Quinta. La inclusión de residuo de piña en el ensilado de pasto saboya a un nivel del 40% sobre materia fresca se traduciría en una mejora del valor energético del ensilado obtenido para los rumiantes de en torno a 0,3 megajulios (MJ) por kg de MS en comparación con el ensilado de pasto saboya con un 10% de residuo de piña.

Sexta. La inclusión de residuo de piña en el ensilado mejora la digestibilidad *in situ* de la materia seca a medida que se incrementa el tiempo de incubación desde 0 hasta 72 horas. Asimismo, se evidencia mejora de la digestibilidad de la materia

orgánica en el periodo de incubación de 12 a 24 horas y de la materia inorgánica en el periodo de 24 a 48 horas, manifestando dichas variables un comportamiento homogéneo a partir de ese momento, por cuanto se hace necesario seguir profundizando en el conocimiento del comportamiento del silo y la adición de otras materias primas que favorezcan los parámetros de digestibilidad.

VIII. Resumen

VIII. RESUMEN

Este estudio se basó en el análisis de las características de fermentación y nutritivas de ensilajes de forrajes tropicales con diferentes niveles de inclusión de subproductos agroindustriales. Todas las experiencias se realizaron en el Laboratorio de Ruminología y Metabolismo Nutricional de la Facultad de Ciencias Pecuarias, Universidad Técnica Estatal de Quevedo (Ecuador). En primer lugar, se evaluó la composición química y cinética de la fermentación y degradabilidad ruminal in vitro en dietas con diferentes niveles de aceite de palma africana, el experimento se realizó aplicando un diseño completamente al azar (DCA), utilizándose cuatro dietas con diferentes niveles de inclusión de palma aceitera (0; 1,5; 2,0 y 2,5 %). Se observaron diferencias estadísticas ($P < 0,05$) entre las dietas en la composición química donde se utilizó la técnica de Tilley y Terry con los siguientes promedios: MS: 90,24, MO: 0,94, FDN: 66,88, FDA: 56,96 y Cenizas: 9,45. En la degradabilidad ruminal in vitro se evaluaron los siguientes tiempos de incubación (0; 3; 6; 12; 24; 48 y 72 horas, respectivamente). No se observaron diferencias ($P > 0,05$) para la DIVMS ni para el pH (6,49-7,6), sin embargo, los valores están dentro de los establecidos, considerando que una de las características fisicoquímicas del medio ruminal necesarias para el desarrollo microbiano, es un pH entre 6,2 a 7,0, el cual es regulado por la saliva y la degradación de productos de la fermentación (AGV y aminoácidos) o por absorción ruminal. Los resultados indican un mayor coeficiente de determinación con respecto a los valores de la técnica in vivo, donde se utiliza más pienso, forraje, tiempo y un mayor número de animales y jaulas metabólicas. La inclusión de aceite de palma africana no produjo una disminución en la degradación de la MS.

En segundo lugar, se estudió el efecto de combinar tres residuos de frutas tropicales (maracuyá, piña y plátano) con pasto saboya sobre la composición química y la degradación ruminal *in vitro* del ensilado obtenido. El forraje y los residuos fueron picados y homogeneizados y se prepararon cuatro combinaciones: pasto saboya como único material a ensilar y pasto saboya mezclado con un 15% sobre base fresca de residuo de maracuyá, piña y plátano. El ensilaje se realizó en microsilos experimentales (6 réplicas por tratamiento). Tras 60 días, los microsilos se abrieron y se tomaron muestras representativas para determinación de la composición química y la degradación ruminal *in vitro* de la materia seca (MS), la fibra neutro detergente (FND) y la fibra ácido detergente (FAD), a 0, 3, 6, 12, 24, 48 y 72 horas. Los residuos de frutas tuvieron relativamente pocos efectos sobre la composición química de los ensilados. La degradabilidad efectiva de la MS no mostró diferencias entre los ensilados con residuo de piña y maracuyá ($P > 0,05$), y fue mayor que en los otros ensilados ($P < 0,05$). El ensilado con residuo de piña y, en menor medida, el que incluyó residuo de maracuyá mostraron valores más elevados de degradabilidad efectiva de la FND y la FAD en comparación con los ensilados de pasto saboya o pasto saboya con residuo de plátano ($P < 0,05$). Estos resultados sugieren que la combinación de pasto saboya con residuos de piña y maracuyá para la elaboración de ensilados podría ser una forma eficiente de disponer de estos, reduciendo el riesgo medioambiental y contribuyendo a la mejora de la alimentación del ganado.

En tercer lugar, se estudió la composición química y cinética de degradación ruminal *in situ* de los residuos de cáscara de piña, rechazo de piña (cáscara y pulpa) y palmiste, a través del análisis de las siguientes variables: contenido de materia seca

(MS), materia orgánica (MO), cenizas y proteína bruta (PB), y de fibra neutro detergente (FND) y fibra ácido detergente (FAD). Se realizó la degradabilidad ruminal *in situ* de la MS, por cada tratamiento y tiempo de incubación (0, 3, 6, 12, 24, 48 y 72 h), se incubaron dos bolsas en cada uno de tres bovinos Brahman castrados (400±20 kg de peso vivo), provistos de fistula ruminal. Los valores de la fracción soluble (a) de los residuos de piña (52,71 y 56,42%) aumentó linealmente ($P<0,05$) en relación con el residuo de emoliente de palma (5,9% en cambio la fracción insoluble (b) pero potencialmente degradable fue superior ($P<0,05$) en el residuo de emoliente palma (75,66%) mientras que los residuos de piña presentaron valores entre (26,07 y 27,27%). La constante o tasa de degradación e a fracción (c) que se expresa en % hora fue superior ($P<0,05$) en los residuos de piña (0,13 y 0,21%) mientras que el residuo de palmiste (0,07). La fracción potencialmente degradable no presento diferencias ($P>0,05$) entre los tratamientos estudiados. La degradabilidad efectiva de la materia seca (DEMS) se puede observar un aumento residuos a base de piña ($P<0,05$).

Posteriormente, se evaluó la digestibilidad *in situ* del ensilaje del pasto Saboya (*Panicum máximum*), asociado con diferentes niveles de rechazo de piña (*Ananas comosus*). Para el presente estudio se empleó un diseño experimental de bloques completamente al azar donde se evaluará siete tiempos de incubación (0, 3, 6, 12, 24, 48 y 72 horas). Se utilizará cuatro bovinos fistulados, cada bovino fue utilizado como criterio de bloque, donde se evaluará la degradabilidad de cada muestra. Mediante el empleo del paquete estadístico SAS versión 9.0 y las diferencias entre tratamientos se compararon usando la prueba de Tukey ($p\leq 0,05$). El que mejor comportamiento presento fue el tratamiento 2 de rechazo de piña obtuvo los mejores porcentajes de

digestibilidad (91,17%), a las 72 horas de incubación ruminal mejor digestibilidad se observa a los 72 horas ($p \leq 0.05$) con los mayor porcentajes de digestibilidad para el T6 tratamiento (pasto saboya al 60% y rechazo de piña al 40%), presento valores altos de digestibilidad a las 48 horas (54,58) y 72 horas (62,64), no existió diferencias estadísticas ($p \leq 0,05$) entre los tratamientos, comportándose de mejor manera los tratamientos 2 y 6 con porcentaje altos de digestibilidad. En la DISMI del Rechazo de Piña al 100% reporta datos superiores en todos los tiempos de incubación a diferencia de los otros tratamientos en estudio.

IX.- Abstract

IX. ABSTRACT

This study was based on the analysis of the fermentation and nutritive characteristics of tropical forage silages with different levels of inclusion of agro-industrial by-products. All the experiences were carried out in the Nutritional Metabolism and Ruminology Laboratory of the Faculty of Animal Sciences, State Technical University of Quevedo (Ecuador). First, the chemical composition and fermentation kinetics and in vitro ruminal degradability in diets with different levels of palm oil was evaluated, the experiment was conducted using completely randomized design (DCA), using four different diets inclusion levels of oil palm (0, 1.5, 2.0 and 2.5%). Statistical differences ($P < 0.05$) between diets were observed in the chemical composition wherein the Tilley and Terry technique with the following averages are used: MS: 90.24, MO: 0.94, FDN: 66.88, FDA: 56.96 and Ashes: 9.45. For ruminal degradability in vitro following incubation times (0; 3; 6; 12; 24; 48 and 72 hours, respectively 0) were evaluated. No differences ($P > 0.05$) for DIVMD or for the pH (6.49-7.6) were observed, however, the values are within established, whereas physicochemical characteristics of ruminal means necessary to microbial growth is a pH between 6.2 to 7.0, which is regulated by saliva and degradation of fermentation products (AGV and amino acids) or ruminal absorption. The results indicate a higher coefficient of determination with respect to the values of the in vivo technique, where it is used more feed, forage, time and a larger number of animals and metabolic cages. The inclusion of palm oil did not produce a decrease in MS degradation.

Second, the effect of combining three tropical fruit residues (passion fruit, pineapple or banana by-products) with 45-day-old Guinea grass at 15% as fresh matter

prior to silaging was studied. All products were chopped and thoroughly mixed and introduced in experimental micro-silos (6 replicates per treatment) for 60 days. After opening the micro-silos, chemical composition and *in vitro* dry matter, NDF and ADF degradation at 0, 3, 6, 12, 24, 48 and 72 h were determined. The fruit by-products have few effects on silage composition. Effective degradability of dry matter was not different ($P>0.05$) between silages with pineapple peels or passion fruit rind, both showing higher values ($P<0.05$) than the guineas grass silage and that with banana peels. Effective degradability of NDF and ADF were higher ($P<0.05$) in the silage that included pineapple peels and to a lesser extent in that with passionfruit rind than in the other silages. In tropical countries, ensiling can be a viable way of preserving forages collected during the growing season and an effective method to dispose of agro-industrial by-products.

In third place, the chemical and kinetic composition of *in situ* ruminal degradation of pineapple peel residues, rejection of pineapple (peel and pulp) and palm kernel was studied, through the analysis of the following variables: dry matter content (MS), organic matter (MO), Ashes and crude protein (PB), and neutral detergent fiber (FND) and detergent acid fiber (FAD). *In situ* ruminal degradability of MS was performed, for each treatment and incubation time (0, 3, 6, 12, 24, 48 and 72 h), two pouches were incubated in each of three castrated Brahman bovine animals (400 ± 20 kg of live weight), provided with ruminal fistula. The values of the soluble fraction (a) of the pineapple residues (52.71 and 56.42%) increased linearly ($P < 0.05$) in relation to the palm emollient residue (5.9%, on the other hand, insoluble fraction (b) but potentially degradable was higher ($P < 0.05$) in the palm emollient residue (75.66%)

while the pineapple residues had values between (26.07 and 27.27%). constant or rate of degradation ea fraction (c) that is expressed in% hour was higher ($P < 0.05$) in pineapple residues (0.13 and 0.21%) while palm kernel residue (0.07) The potentially degradable fraction did not present differences ($P > 0.05$) between the studied treatments. The effective degradability of the dry matter (DEMS) can be observed an increase pineapple-based residues ($P < 0.05$).

Subsequently, the in situ digestibility of Saboya grass silage (*Panicum maximum*) was evaluated, associated with different levels of rejection of pineapple (*Ananas comosus*) digestibility. For the present study, an experimental design of randomized complete block where seven incubation times (0, 3, 6, 12, 24, 48 and 72 hours) were evaluated employment. S fistulated cattle and use four, each bovine was used as a criterion block where the degradability of each sample was evaluated. By using the statistical package SAS version 9.0 and differences between treatments they were compared using the Tukey test ($p \leq 0.05$). The best performance was presented rejection treatment 2 pineapple obtained the best percentages of digestibility (91.17%), after 72 hours of incubation ruminal digestibility best observed at 72 hours ($p \leq 0.05$) with higher digestibility percentages for the T6 treatment (60% and savoy rejection of 40% pineapple grass), presented higher digestibility values at 48 hours (54.58) and 72 hours (62.64), there was no statistical difference ($p \leq 0.05$) between treatments, behaving better treatments 2 and 6 with high percentage of digestibility. Rejecting the reduc Pineapple 100% higher data reported in all incubation times unlike other treatments under study.

X. Bibliografía

X. BIBLIOGRAFIA

- Abbeddou, S., Riwahi, S., Iñiguez, L., Zaklouta, M., Hess, H.D., and Kreuzer, M. 2011. Ruminant degradability, digestibility, energy content, and influence on nitrogen turnover of various Mediterranean by-products in fat-tailed Awassi sheep. *Animal Feed Science and Technology*. 163: 99-110.
- Abidi, S., Ben Salem, H., Martín-García, A.I. and Molina-Alcaide, E. (2009). Ruminant fermentation of spiny (*Opuntia amyclae*) and spineless (*Opuntia ficus indica* f. *inermis*) cactus cladodes and diets including cactus. *Animal Feed Science and Technology* 149:333-340.
- Adesogan, A. (2005). Effect of bag type on the apparent digestibility of feeds in ANKOM Daisy II incubators. *Animal Feed Science and Technology*, 119, 333-334.
- Aganga, AA; Tshwenyane, S. (2004). Potentials of guinea grass (*Panicum maximum*) as forage crop in livestock production. *Pakistan J. Nutr.* 3, 1-4.
- Almeida, J., Neto, L., Paiva, K., Zaiden, R., Neto, OBC. (2014). Utilização de subprodutos de frutas na alimentação animal. *Revista Electronica Nutritime*. Mar; 11(3): 3430– 3443.
- Almeida, J., Neto, L., Paiva, K., Zaiden, R., Neto, OBC. (2014). Utilização de subprodutos de frutas na alimentação animal. *Revista Electronica Nutritime*. 11(3), 3430–3443.
- Alves, R., Fontes, A., Processi, F., Fernandes, A. Oliveira, T. y Glória, L. (2015). Performance and digestibility of steers fed by-product of fresh passion fruit or sorghum silage, with and without concentrate supplementation. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 44(9), 314-320.
- Ankom Technology. (2008). *In vitro* True Digestibility with DAISY II Incubator. ANKOM Technology, Macedon, NY. <https://www.ankom.com/analytical-methods-support/daisy-incubators>. Fecha de consulta: 02/03/2018.
- ANKOM Technology. (2008). *In vitro* True Digestibility with DAISY II Incubator.
- Ankom Techonology. (2008). Method for Determining Neutral Detergent Fiber (aNDF). ANKOM Technology, Macedon, NY. Pp 1-2.
- AOAC - Association Official Analytical Chemists.. (2000). Official methods of analysis AOAC international, 17th ed., AOAC: Arlington.
- AOAC. Association of Official Analytical Chemists. (1990). Official Methods of Analysis. XIII Ed. Washington, EUA. 771 pp.
- Arce, C., Arbaiza, T., Carcelén, F., & Lucas, O. (2003). Estudio Comparativo de la digestibilidad de forrajes mediante dos métodos de laboratorio. *Rev. Inv. Vet. Perú.*, 14(1), 7-12.
- Arreaza, L., Sánchez, D., & Abadía, B. (2005). Degradabilidad ruminal de Fracciones de Carbohidratos en Forrajes Tropicales determinada por Métodos *in vitro* e *in situ*. *Revista CORPOICA*, 6(1), 1-10.

- Ashbell, G. y Weinberg, Z. 2001. Ensilaje de cereales y cultivos forrajeros en el trópico. In: Uso del ensilaje en el trópico privilegiando opciones para pequeños campesinos; Mannetje, L.t, (ed.). Estudio FAO producción y protección vegetal, N°161. FAO, Roma.
- Awawdeh, M.S. 2011. Alternative feedstuffs and their effects on performance of Awassi sheep: a review. *Tropical Animal Health and Production*. 43:1297–1309.
- Azevêdo, J., Filho, S., Pina, D., Detmann, E., Valadares, R., Pereira, L., *et al.* (2011). Consumo, digestibilidade total, produção de proteína microbiana e balanço de nitrogênio em dietas com subprodutos de frutas para ruminantes. *Revista Brasileira de Zootecnia*. Sep-Oct; 40(5): 1052-1060.
- Azevêdo, J., Valadares-Filho, S., Pina, D., Edenio, Valadares, Rilene Ferreira Diniz, Pereira, Luiz Gustavo Ribeiro, Souza, Natália Krish de Paiva, & Silva, Luiz Fernando Costa e. (2011). Consumo, digestibilidade total, produção de proteína microbiana e balanço de nitrogênio em dietas com subprodutos de frutas para ruminantes. *Revista Brasileira de Zootecnia*. Sep-Oct; 40(5), 1052-1060.
- Bampidis V.A., and Robinson P.H. 2006. Citrus by-products as ruminant feeds: a review. In: *Animal Feed Science and Technology*. 3-4:175-217.
- Barchiesi, C., Alomar, D., & Miranda, H. (2011). Pepsin-Cellulase digestibility of pasture silages: Effects of pasture type, maturity stage, and variations in the enzymatic method. *Chilean Journal of Agricultural Research*, 71(2), 249-257.
- Belewu, M.A., Ademilola, A.A. 2002. Digestibility response of WAD goat to Mushroom (*Volvariella volvacea*) treated cotton waste. *Moor Journal of Agricultural Research*. 3:83-86.
- Bem-Salem, H., Smith, T. (2008). Feeding strategies to increase small ruminant production in dry environments. *Small Ruminant Research*, 77, 174-194.
- Ben Salem, H. and Nefzaoui, A. 2003. Feed blocks as alternative supplements for sheep and goats. *Small Ruminant Research*. 49: 275-288.
- Benjamin, S., and Spener, F. 2009. Conjugated linoleic acids as functional food: An insight into their health benefits. *Nutrition and Metabolism Journal*. (Lond.) 6:36.
- Bhargava, PK., Ørskov, ER. (1987). Manual for the use of nylon bag technique in the evaluation of feedstuffs. The Rowett Research Institute. Bucksburn. Aberdeen. Scotland 1-21.
- Bolsen, KK., Ashbell, G., Weinberg, ZG. (1996). Silage fermentation and silage additives-Review. *Asian-Australas. J. Anim. Sci.* (9), 483-494.
- Bonfá, CS. (2014). Silagem de capim-elefante adicionada de coprodutos de frutas. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri. Brasil.
- Bonfá, CS. (2015). Silagem de capim-elefante adicionada de casca de maracujá. *Arq. Bras. Med. Vet. Zoot.* 67:801-808.

- Boucque, CHV., Fiems, LO. (1988). II. 4. Vegetable by-products of agro-industrial origin. *Livest. Prod. Sci.* (19), 97-135.
- Cándido, M., Neiva, J., Rodriguez, N., & Ferreira, A. (2007). Características fermentativas e composição química de silagens de capim-elefante contendo subproduto desidratado do maracujá. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 36(5), 1489-1494.
- Canesin, EA., de Oliveira, CC., Matsushita, M., Dias, LF., Pedrão, MR. y de Souza, NE. (2014). Characterization of residual oils for biodiesel production. *Electronical Journal Biotechnology* 17, 39-45.
- Cantalapiedra Hijar, G., Yáñez Ruiz, D.R., Newbold, C.J. and Molina Alcaide, E. (2011). The effect of the feed-to-buffer ratio in bacterial diversity and ruminal fermentation in single-flow continuous-culture fermenters. *Journal of Dairy Science* 94:1374-1834.
- Cantalapiedra-Híjar, G., Yáñez-Ruiz, D.R., Martín-García, A.I. and Molina-Alcaide, E. (2009). Effects of forage: concentrate ratio and forage type on apparent digestibility, ruminal fermentation, and microbial growth in goats. *Journal of Animal Science* 87:622-631.
- Caraballo, A., Betacourt, M., y Florio, J. (2007). Efecto de la melaza, estado fisiológico del pasto y tamaño del material cosechado sobre el ensilado de pasto guinea (*Panicum maximum*, Jacq.). *Ciencias*, 15(1), 35-46.
- Carrasco, C., Fuentaja, A., Medel, P. and Carro, M.D. (2012). Effect of malate form (acid or disodium/calcium salt) supplementation on performance, ruminal parameters and blood metabolites of feedlot cattle. *Animal Feed Science and Technology* 176: 140–149.
- Carro, M.D., Cantalapiedra-Hijar, G., Ranilla, M.J. and Molina-Alcaide, E. (2012). Urinary excretion of purine derivatives, microbial protein synthesis, nitrogen use, and ruminal fermentation in sheep and goats fed diets of different quality. *Journal of Animal Science* 90: 3963-3972.
- Carro, M.D., Ranilla, M.J., and Tejido, M.L. 2005. Using the in vitro gas production technique to test feed additives: effects of correcting values for different blanks. *Animal Feed Science and Technology*. 123:173-184.
- Carro, M.D., Ranilla, M.J., Martín-García, A.I. and Molina-Alcaide, E. (2009). Comparison of microbial fermentation of high- and low-forage diets in Rusitec, single-flow continuous-culture fermenters and sheep rumen. *Animal* 3:527-534.
- Castro, G., Rodriguez, N., Gonçalves, L., y Maurício, R. (2010). Características produtivas, agronômicas e nutricionais do capim-tanzânia em cinco diferentes dades ao corte. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.* 62(3), 654-666.
- Cazarin, C., Da Silva, J., Colomeu, T., Zollner, R. y Junior, M. (2014). Capacidade antioxidante e composição química da casca de maracujá (*Passiflora edulis*). *Ciência Rural*, 44(9), 1699-1704.
- Ceballos, A., Noguera, R., Bolívar, D., y Posada, S. (2008). Comparación de las técnicas *in situ* de los sacos de nylon e *in vitro* (DaisyII) para estimar la cinética de degradación de alimentos para rumiantes. *Livestock Research for Rural Development*, 20(7).

- Chai W Z, Van Gelder A H and Cone J W 2004. Relationship between gas production and starch degradation in feed samples. *Animal Feed Science and Technology* 114: 195-204.
- Chedly, K., y Lee, S. (2001). Ensilaje de subproductos agrícolas como opción para los pequeños campesinos. In FAO, & L. 'tMannetje (Ed.), *Uso del ensilaje en el trópico privilegiando opciones para pequeños campesinos: Memorias de la Conferencia Electrónica de la FAO sobre el Ensilaje en los Trópicos 1 septiembre a 15 diciembre 1999* (pp. 87-97). FAO.
- Chilliard, Y., Glasser, F., Ferlay, A., Bernard, L., Rouel, J., and Doreau, M. 2007. Diet, rumen biohydrogenation and nutritional quality of cow and goat milk fat. *European Journal of Lipid Science and Technology*. 109:828-855.
- Chiofalo, B., Liotta, L., Zumbo, A., and Chiofalo, V. 2004. Administration of olive cake for ewe feeding: Effect on milk yield and composition. *Small Ruminant Research*. 55:169–176.
- Chizzotti, M., Filho, S., Leao, M., Valadares, R., Chizzoti, F., Magalhaes, K., y Marcondes, M. 2005. Casca de algodão em substituição parcial à silagem de capim- elefante para novilhos. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 34(06), 2093-2102.
- Church, D., Pond, W. (1990). *Fundamentos de nutrición y alimentación de animales*. Primera ed. Mexico, DF. Limusa.
- Coan, R., Reis, R., Garcia, G., Schocken-Iturrino, R., Ferreira, D., Resende, F., Gurgel, F. (2007). Dinâmica fermentativa e microbiológica de silagens dos capins tanzânia e marandu acrescidas de polpa cítrica peletizada. *Rev. Bras. Zootec.* (36), 1502-1511.
- Conil, P., Lugo, E. (2013). Las condiciones de la sostenibilidad de un cultivo energético: El debido manejo de los subproductos. *Palmas*. 34(número especial), 147-154.
- Correa, H. (2004). Rumenal: procedimiento para estimar los parametros de cinética ruminal mediante la funcion Solver de Microsoft Excel. *Rev. Col. Cienc. Pec.*, 17(3), 250-254.
- Correa, H. (2009). Estimación de la degradabilidad efectiva en el rumen mediante métodos numéricos. *Rev Colomb Cienc. Pec.* 22, 19-24.
- Cortés, C., Cayón, DAV., Chavez, B. (2006). Respuesta de palmas de vivero a la aplicación de residuos de la planta extractora. *Palmas*. May-Jun; 27(3), 23-32.
- Cuesta, A., Conde, A. y Moreno, M. (2000). Tratamiento y calidad nutritiva de subproductos fibrosos de palma de aceite (*Elaeis guineensis*, Jacq.). *Palmas*. 21(número especial): 264-274.
- Cunha, E., Ramos, J., Alcântara, M. (2009). Conservação e utilização do resíduo de abacaxi na alimentação de ovinos no Curimataú Ocidental da Paraíba. *Tecnol. & Ciên. Agropec.* May-Jun; 3(3), 55-62.
- Da Costa, JMC., de Freitas, ÉM., Maia, GA., Brasil, IM., y Hernandez, FFH. (2007). Comparação dos parâmetros físico-químicos e químicos de pós alimentícios obtidos de resíduos de abacaxi. *Revista Ciência Agronômica* 38(2), 228-232.

- Da Cruz, B., Dos Santos, C., Pires, A., Rocha, J., Dos Santos, S., Bastos, M. (2010). Composição bromatológica da silagem de capim-elefante com diferentes proporções de casca desidratada de maracujá (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa*). *Rev. Bras. Cien. Agr.* 5, 434-440.
- Da Cruz, B., Dos Santos, C., Pires, A., Rocha, J., Dos Santos, S., & Bastos, M. (2010). Composição bromatológica da silagem de capim-elefante com diferentes proporções de casca desidratada de maracujá (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa*). *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, 5(3), 434-440.
- De Pablos Heredero, C. López Berzosa, D. 2012. El sistema español de trasplantes, un sistema de excelencia. *Revista Interciencia*, 37(5), 35-46.
- De Pablos Heredero, C. López Berzosa, D. 2012. La importancia de los mecanismos de coordinación organizativa en la excelencia del sistema español de trasplantes. *Intangible Capital*, 8(1), 17-42
- De Pablos Heredero, C.; López Berzosa, D.; Santos Santos, R. 2010. The implementation of free software at firms: an empirical analysis. *The International Journal of Digital Accounting Research*, 10, 113-130.
- De Pablos, C. (editora). 2012. *Open innovation at firms and Public Administrations: technologies for value creation* (ISBN: 978-1-61350-341-6). 1-569
- De Pablos, C.; Bermejo, L; Montes, J.L. 2010. Investments in Intelligent Transport Systems and final performance. *Issues in Informing Science and Information Technology* , 7-265-284.
- De Pablos, C.; Bezosa, D. 2010. The adoption of open source systems in Public Administrations, In: *Enterprise Information Systems Design, Communications in Computer and Information Science* (ISBN: 978-3-642-16401-9), 138-146.
- De Pablos, C.; De Pablos, M. 2010. An Exploratory analysis for ERPs value creation. In: *Enterprise Information Systems for Business Integration in SMEs, Technological, Organisational and Social Dimensions* (ISBN: 9781616920203). 253-269.
- De Pablos, C.; De Pablos, M. 2010. Elements that can explain the degree of success of ERP systems implementation. In: *Enterprise Information Systems for Business Integration in SMEs: Social, Managerial and Organizational Dimensions of Enterprise Information Systems* (ISBN: 9781605668925), 468-498.
- De Pablos, C.; De Pablos, M. 2010. Tools for the decision making process in the management information system of the organization. In: *Handbook on Business Information Systems* (ISBN: 9789812836069), 765- 789.
- De Pablos, C.; López, D. 2010. Free software experiences for the promotion of the liquid society. *International Journal of Digital literacy and digital competence*, 1. 36-47.
- Di, H.J., and Cameron, K.C. 2007. Nitrate leaching losses and pasture yields as affected by different rates of animal urine nitrogen returns and application of a nitrification inhibitor—A lysimeter study. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*. 79:281–290.

- Dormond, H., Rojas, A., Boschini, C., Mora, G. y Sibaja, G. (2011). Evaluación preliminar de la cáscara de banano maduro como material de ensilaje, en combinación con pasto king grass (*Pennisetum purpureum*). *InterSedes*. 12(23), 17-31.
- Escobar A (1989). Principios y estrategias para la suplementación alimenticia en rumiantes. Seminario del postgrado en Producción Animal Facultades de Agronomía y Ciencias Veterinarias, UCV (mimeo) 65 p Formato HTML. Disponible en: <http://www.produccion65> Marcando la Ganadería ASOGAN-SD. Edición N° 16. 32-33 p.
- Espinosa, I., Montenegro, L., Rivas, J., Romero, M., Garcia, A., Martínez, A. (2017). Características microbianas, estabilidad aeróbica y cinética de degradación ruminal del ensilado de Pasto Saboya (*Megathyrsus maximus*) con niveles crecientes de cáscara de maracuyá (*Passiflora edulis*). *Rev. Cientif. FCV-LUZ*. XXVII (4), 178–185.
- Espinosa-Guerra, I., Perez-Oñate, C., Montenegro-Vivas, L., Sanchez-Laiño, A., Garcia-Martinez, A., Martinez-Marin, A. (2016). Composición química y cinética de degradación ruminal *in vitro* del ensilado de Pasto Saboya (*Megathyrsus maximus*) con niveles crecientes de inclusión de residuos de maracuyá (*Passiflora edulis Sims*). *Rev. Cientif. FCV-LUZ*. XXVI (6), 402-407.
- Espinoza, I., Carranza, P., Romero, D., Quintana, J., Pérez, C., y Angón, E. (2015). Composición química del ensilaje de pasto saboya con diferentes niveles de inclusión de residuos agroindustriales (residuos de maracuyá, piña y plátano). Libro de Proceedings III Congreso Internacional de Ciencia Tecnología, Innovación y Emprendimiento. Guaranda, Ecuador.
- Espinoza, I., Montenegro, B., Rivas, J., Romero, M., García, A., y Martínez, A. (2017). Características microbianas, estabilidad aeróbica y cinética de degradación ruminal del ensilado de pasto saboya (*Megathyrsus maximus*) con niveles crecientes de cáscara de maracuyá (*Passiflora edulis*). *Revista Científica Facultad Ciencias Veterinarias, Universidad de Zulia*, 27(4), 241-248.
- Espinoza, I., Pérez, C., Montenegro, L., Sánchez, A., Garcia, A. y Martínez, A. (2016): Composición química y cinética de degradación ruminal *in vitro* del ensilado de pasto saboya (*Megathyrsus maximus*) con niveles crecientes de inclusión de residuos de maracuyá (*Passiflora edulis Sims*). *Revista Científica Facultad Ciencias Veterinarias, Universidad de Zulia*, 26(6), 402-407.
- Fernández, H. (2004). Un procedimiento simple para estimar parámetros de funciones en producción animal usando Solver de Excel. *Rev. Arg. Prod. Anim.*, 24(1-2), 75-81.
- Ferrari, R., Colussi, F., & Ayub, R. (2004). Caracterização de subprodutos da industrialização do maracujá- aproveitamento das sementes. *Rev. Bras. Frutic.*, 26(1), 101-102.
- Ferreira, ACH., Neiva, JNM., Rodriguez, NM., Campos, WE., Borges, I. (2009). Avaliação nutricional do subproduto da agroindústria de abacaxi como aditivo de silagem de capim-elefante. *Rev. Bras. Zoot.* 38, 223-229.
- Ferreira, ACH., Rodriguez, NM., Neiva, JNM., Campos, WE., Borges, I. (2007). Características químico-bromatológicas e fermentativas do capim-elefante ensilado com níveis crescentes de subproduto da agroindústria do abacaxi. *Ceres* (54), 98-106

- Fondevila, M., Guada, J., Gasa, J., and Castrillo, C. 1994. Tomato pomace as a protein supplement for growing lambs. *Small Ruminant Research*. 13: 117-126.
- Fox, DG., Tylutki, TP., Tedeschi, LO., Van Amburgh, ME., Chase, LE., Pell, AN., Overton, TR. y Russell, JB. (2000). The Net Carbohydrate and Protein System for Evaluating Herd Nutrition and Nutrient Excretion: Model Documentation. Mimeo No. 213, Animal Science Department, Cornell University, Ithaca, NY.
- Garcés, A., Suarez, E., Guillermo, J. y Ruiz, S. (2006). Evaluación de la calidad bromatológica del ensilaje de pasto kikuyo y maní forrajero. *Revista Lasallista de Investigación. Corporación Universitaria Lasallista*, 3(2), 34-37.
- Garcés, I., Cuéllar, M. (1997). Productos derivados de la industria de la palma de aceite. *Usos. Palmas*. 18(1), 33-48.
- García-Martínez, Antón Rafael. 2012. The expression of birth weight is modulated by the breeding season in a goat. *ANNALS ANIMAL SCIENCE*. 12, 237-245
- García-Martínez, Antón Rafael; Acero-De La Cruz, Raquel. 2011. Technical efficiency and viability of organic dairy sheep farming systems in a traditional area for sheep production in Spain. *Small Ruminant Research*. 100, 89-95.
- García-Martínez, Antón Rafael; Avilez-,J.P. 2010. Caracterización productiva de explotaciones lecheras empleando metodología de análisis multivariado. *Revista científica (Maracaibo)*. 74-80.
- García-Martínez, Antón Rafael; Peña-Blanco, Francisco; Perea-Muñoz, José Manuel; Domenech-Garcia, Valeriano; Acero-De La Cruz, Raquel. 2008. Efecto de sistemas de crianza (leche de cabra vs. Sustitutivo lacteo) y sexo del cabrito florida sobre su crecimiento y características de la canal. *Revista científica (Maracaibo)*. XVIII, 1-10.
- García-Martínez, Antón Rafael; Perea-Muñoz, José Manuel; Angón-Sánchez De Pedro, Elena; Barba-Capote, Cecilio. 2011. Organic dairy sheep farms in south-central Spain: typologies according to livestock management and economic variables. *Small Ruminant Research*, 1-9.
- Garcianera, A. D. y S.E. Villalba. 2002. Producción de gas in vitro. Estimación de la degradación de los alimentos para ruminantes. *WWIV Congreso de Producción Animal. INTA. EEA. C. del Uruguay. Facultad de Bromatología UNER. Marcando la Ganadería ASOGAN-SD. Edición N° 16. 32-33 p.*
- Giraldo, L., Gutiérrez, L., & Rúa, C. (2007). Comparación de dos técnicas *in vitro* e *in situ* para estimar la digestibilidad verdadera en varios forrajes tropicales. *Rev Col Cienc Pec*, 20, 269-279.
- Giraldo, L.A., Tejido, M.L., Ranilla, M.J. and Carro, M.D. (2008). Effects of exogenous fibrolytic enzymes on in vitro ruminal fermentation of substrates with different forage:concentrate ratios. *Animal Feed Science and Technology*, 141: 306-325.
- Giraldo, L.A., Tejido, M.L., Ranilla, M.J., Ramos, S. and Carro, M.D. (2008). Influence of direct-fed fibrolytic enzymes on diet digestibility and ruminal activity in sheep fed a grass hay based diet. *Journal of Animal Science*, 86:1617-162

- Goes, RHTB., Tramontini, RCM., Almeida, GD., Cardim, ST., Ribeiro, J., Oliveira, LA., Morotti, F., Brabes, KCS. y Oliveira, ER. (2008). Degradabilidad de ruminal da matéria seca e proteína bruta de diferentes subprodutos agroindustriais utilizados na alimentação de bovinos. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, 9(3), 715-725.
- Grabber, JH., Mertens, DR., Kim, H., Funk, C., Lu, F., Ralph, J. (2009). Cell wall fermentation kinetics are impacted more by lignin content and ferulate cross-linking than by lignin composition. *J. Sci, Food Agr.* (89), 122-129.
- Greenwood, S.L., Edwards, G.R., and Harrison, R. 2012. Short communication: Supplementing grape marc to cows fed a pasture-based diet as a method to alter nitrogen partitioning and excretion. *Journal of Dairy Science*. 95: 755-758.
- Guimarães Jr., R., Gonçalves, LC., Maurício, RM., Pereira, LGR., Tomich, TR., Pires, DAA., Jayme, DG., & Sousa, LF. (2008). Cinética de fermentação ruminal de silagens de milho. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, 60(5), 1174-1180.
- Gutiérrez, F., Rojas-Bourillón, A., Dormond, H., Poore, M., WingChing-Jones, R. (2003). Características nutricionales y fermentativas de mezclas ensiladas de desechos de piña y avícolas. *Agron Costarric*. 27, 78-89.
- Haddy, J. (2013). Cero lagunas: una tecnología totalmente ecológica para el tratamiento de efluentes en las plantas de beneficio, asequible y rentable. *Palmas*; 34(Especial), 155-159.
- Haider, S.; de Pablos Heredero, C. 2012. Determinants of R&D Cooperation: an Institutional Perspective. *Revista de Economía Mundial*, nº 32, 239-257.
- Happi-Emaga, T., Robert, C., Ronkart, SN., Wathelet, B., Paquot, M. (2008). Dietary fibre components and pectin chemical features of peels during ripening in banana and plantain varieties. *Bioresource Technol.* (99), 4346-4354.
- Herrera-Saldana R, Gomez-luarcon R, Torabi M and Huber J T 1990 Influence of synchronizing protein and starch degradation in the rumen on nutrient utilization and microbial protein synthesis. *Journal of Dairy Science* 73:142 <http://jds.fass.org/cgi/reprint/73/1/142>
- Holden, L. (1999). Comparison of Methods of *In vitro* Dry Matter Digestibility for Ten Feeds. *Journal of Dairy Science*, 82(8).
- Homen, M., Entrena, I., Arriojas, L., & Ramia, M. (2010). Biomasa y valor nutritivo del pasto Guinea *Megathyrus maximus* (Jacq.) BK. Simon & SWL. Jacobs. 'Gamelote' en diferentes períodos del año en la zona de bosque húmedo tropical, Barlovento, estado Miranda. *Zootecnia Tropical*, 28(2), 255-265.
- INEC-ESPAC. (2013). Maracuyá Fruta fresca, Superficie, Resumen General. Recuperado el 18 de Noviembre de 2014, de Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua: <http://www.ecuadorencifras.com/cifras-inec/main.html>
- ISO-IDF (2002a) Milk fat-Preparation of fatty acid methyl esters. International Standard ISO 15884-IDF 182:2002.

- Júnior, J., Costa, J., Neiva, J., & Rodríguez, N. (2006). Caracterização físico-química de subprodutos obtidos doprocessamento de frutas tropicais visando seu aproveitamento na alimentação animal. *Revista Ciência Agronômica*. 37(1), 70-76.
- Kamel, C., Greathead, H.M.R., Tejido, M.L., Ranilla, M.J. and Carro, M.D. (2008). Effect of allicin and diallyl disulfide on in vitro rumen fermentation of a mixed diet. *Animal Feed Science and Technology*, 145: 351-363.
- Landívar, N., Jácome, G., Macías, M. (2011). La palma africana en la provincia de Los Ríos: negocio agro-empresarial, prebendas estatales y violaciones de derechos campesinos. *EUTOPIA, Revista de Desarrollo Económico Territorial*. (2), 101-111.
- Ley, A., Posada, S., Nájera, W. (2014). Aprovechamiento de los subproductos de la palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq). In Ley A., Marroquín F., Gehrke M., Nájera W. *Memorias del 1er Foro Internacional y Curso a Productores: Situación actual de la palma de aceite, problemática y perspectiva de desarrollo*. Tapachula, Chiapas, México: Universidad Autónoma de Chiapas; p. 55-61.
- Littell, RC., Milliken, GA., Stroup, WW., Wolfinger, RD., and Schabenberger, O. (2006). *SAS for Mixed Models*, 2nd Edition, Cary, NC: SAS Institute Inc.
- Liu Jian Xin, A. Susenbeth, y K.H. Südekum. 2002. In vitro production measurements to evaluated interactions between untreated and chemically treated rice straws, grass hay, and mulberry leaves. *J. Anim. Sci.* 80:517-523
- Lock, A.L., and Bauman, D.E. 2004. Modifying milk fat composition of dairy cows to enhance fatty acids beneficial to human health. *Lipids*. 39:1197-1206.
- López S, Carro M D, González J S and Ovejero F J 1998 Comparison of different in vitro and in situ methods to estimate the extent and rate of degradation of hays in the rumen. *Animal Feed Science and Technology*. 73: 99-113
- Lopez, D., Davila, J.A.M., de Pablos, C. 2012. Business Model Transformation in the Mobile Industry: Co-Creating Value with Customers. *Transformations in Business & Economics*, Vol. 11, No 2 (26), pp.134-148.
- López, D.; De Pablos, C.; De la Puerta, E. 2010. Measuring performance in knowledge intensive healthcare services. In: *Competitive and sustainable manufacturing products and services*, 354-360.
- López, D.; De Pablos, C.; De la Puerta, E. 2011. Managing healthcare: a service systems approach. *Service Science* (ISBN: 978-1-4276-2091-0). 1-36.
- López, D.; De Pablos, C.; Santos, R. 2010. Profiling F/OSS adoption modes: an interpretive approach In: *IFIP Advances in information and Communication Technology* (ISBN: 978-3-642-13244-5-31), 319:354-360.
- López, M., WingChing, R., & Rojas, A. (2009). Características Fermentativas y Nutricionales del ensilaje de rastrojo de piña (*Ananas comosus*). *Agronomía Costarricense*, 33(1), 1-15.

- López-Herrera, M., WingChing-Jones, R., Rojas-Bourrillón, A. (2014). Meta-análisis de los subproductos de piña (*Ananas comosus*) para la alimentación animal. *Agron. Mesoam.* (25), 383-392.
- Lousada, J., Costa, J., Neiva, J. y Rodriguez, N. (2006). Caracterização físico-química de subprodutos obtidos do processamento de frutas tropicais visando seu aproveitamento na alimentação animal. *Revista Ciência Agronômica*, 37(1), 70-76.
- Luna, P., Bach, A., Juárez, M., and de la Fuente, M.A. 2008. Influence of diets rich in flax seed and sunflower oil on the fatty acid composition of ewes' milk fat especially on the level of conjugated linoleic acid, n-3 and n-6 fatty acids. *International Dairy Journal*. 18: 99-107.
- Luna, P. J Fontecha, M Juárez & M A de la Fuente (2005). Effects of a Diet Supplemented with Linseed on the CLA Content in Ewes Milk Fat. *Lipids* 40, 445–454.
- Mabjeesh, S., Cohen, M., & Arieli, A. (2000). *In vitro* Methods for Measuring the Dry Matter Digestibility of Ruminant Feedstuffs: Comparison of Methods and Inoculum Source. *Journal of Dairy Science* , 83(10), 2289-2294.
- Machado J C, González R, Barrios U y Fondevila M 2003. Determinación de la fermentación microbiana de gramíneas y leguminosas forrajeras mediante la producción de gas in vitro. ITEA. X Jornadas sobre Producción Animal. Zaragoza. 286 p
- Machín, D. (1999). El uso potencial del ensilaje en el trópico para la producción animal en la zona tropical, especialmente como una opción para los pequeños campesinos. En: t'Mannetje L. (Ed.). *Uso del ensilaje en el trópico privilegiando opciones para pequeños campesinos: Memorias de la Conferencia de la FAO sobre el Ensilaje en los Trópicos*. 1/09 a 15/12/1999. FAO. Pp.73-80. 2001.
- Mahnken, C.L. 2010. Utilization of wet brewers grains as a replacement for corn silage in lactating dairy cow diets. Master of Science Thesis, Kansas State University.
- Martín Dávila, JAM; Lopez Berzosa, D.; De Pablos Heredero, C. 2012. El sector de la telefonía móvil como modelo de negocio abierto en un contexto de innovación sistémica. *Universia Business Review*, 4º trimestre, pp. 48-62.
- Martín García, A.I. and Molina Alcaide, E. (2008). Effect of different drying procedures on the nutritive value of olive (*Olea europaea* var. *europaea*) leaves for ruminants. *Animal Feed Science and Technology* 142:317-329.
- Martínez, M.E., Ranilla, M.J., Ramos, S., Tejido, M.L. and Carro, M.D. (2009). Effects of dilution rate and retention time of concentrate on efficiency of microbial growth, methane production, and ruminal fermentation in Rusitec fermenters. *Journal of Dairy Science*, 92:3930–3938.
- Martínez, M.E., Ranilla, M.J., Ramos, S., Tejido, M.L., Saro, C. and Carro, M.D. (2009). Evaluation of procedures for detaching particle-associated microbes from forage and concentrate incubated in Rusitec fermenters: efficiency of recovery and representativeness of microbial isolates. *Journal of Animal Science*, 87:2064–2072.

- Martínez, M.E., Ranilla, M.J., Tejido, M.L. Ramos, S., and Carro, M.D. (2010). The effect of the diet fed to donor sheep on in vitro methane production and ruminal fermentation of diets of variable composition. *Animal Feed Science and Technology* 158: 126–135.
- Martínez, M.E., Ranilla, M.J., Tejido, M.L. Ramos, S., and Carro, M.D. (2010). Comparison of Fermentation of Diets of Variable Composition in the Rumen of Sheep and Rusitec Fermenters: I. Digestibility, Fermentation Parameters and Efficiency of Microbial Protein Synthesis. *Journal of Dairy Science* 93: 3684-3698.
- Martínez, M.E., Ranilla, M.J., Tejido, M.L. Saro, C., and Carro, M.D. (2010). Comparison of Fermentation of Diets of Variable Composition in the Rumen of Sheep and Rusitec Fermenters: II. Protozoa Populations and Diversity of Bacterial Communities. *Journal of Dairy Science* 93: 3699-3712.
- Mateos, I., Ranilla, M.J., Tejido, M.L., Saro, C., Kamel, C. and Carro, M.D. (2013). The influence of diet on the effectiveness of garlic oil and cinnamaldehyde to manipulate in vitro ruminal fermentation and methane production. *Animal Production Science* 53: 299-307.
- Mateus, H., y Cuesta, P. (2005). Tecnologías para el establecimiento de praderas en las regiones Caribe y Valles Interandinos. En P. Cuesta (Ed.), *Producción y utilización de recursos forrajeros en sistemas de producción bovina de las regiones Caribe y Valles Interandinos* (págs. 13-28). CORPIOCA.
- Mauricio RM, Mould FL, Dhanoa MS, Owen E, Channa KS, Theodorou MK. A semi-automated in vitro gas production technique for ruminant feedstuff evaluation. *A Feed Sci and Tech* 1999; 79:320-330.
- McDonald, P., Edwards, R., Greenhalf, J., Morgan, C. (2006). *Nutrición Animal*. Sexta ed. Zaragoza, España: ACRIBIA S.A.
- Medina, M. (2015). Degradabilidad ruminal *in situ* de ensilajes de pasto saboya con diferentes niveles de inclusión de cáscara de maracuyá. Tesis Magister en Producción Animal, Universidad Tecnológica Equinoccial, Santo Domingo, Ecuador.
- Megías, M., Hernández, F., Madrid, J. y Martínez, A. (2002). Feeding value, *in vitro* digestibility and *in vitro* gas production of different by-products for ruminant nutrition, *J. Sci. Food Agric.* 82, 567
- Meneses, J., Corrales, C. y Valencia, M. (2007). Síntesis y caracterización de un polímero biodegradable a partir del almidón de yuca. *Revista Escuela Ingeniería Antioquia* 8, 57-67.
- Miranda M., M. Sicilia, J. Bartolomé, E. Molina-Alcaide, L. Gálvez-Bravo, J. Cassinello. (2012). Foraging sexual segregation in a Mediterranean environment: Summer drought modulates sex-specific resource selection. *Journal of Arid Environments* 85:97-104.
- Miranda M., M. Sicilia, J. Bartolomé, E. Molina-Alcaide, L. Gálvez-Bravo and J. Cassinello. (2012). Contrasting feeding patterns of native red deer and two exotic ungulates in a Mediterranean ecosystem. *Wildlife Research* 39:171-182.

- Molina Alcaide, E. and Yáñez Ruiz, D.R. (2008). Potential use of olive by-products in ruminant feeding: A review. *Animal Feed Science and Technology* 147:247-264.
- Molina Alcaide, E., Morales García, E.Y., Martín García, A.I., Ben Salem, H., Nefzaoui, A. and Sanz Sampelayo, M.R. (2010). Effects of partial replacement of concentrate with feed blocks on nutrient utilization, microbial N flow, and milk yield and composition in goats. *Journal of Dairy Science* 93:2076-2087.
- Molina Alcaide, E., Moumen, A. and Martín García, A.I. (2008). By-products from viticulture and the wine industry: Potential as sources of nutrients for ruminants. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 88:587-604.
- Molina, A., Roa, L., Alzate, S., de León, J. y Arango, A. (2004). Ensilaje como fuente de alimentación para el ganado. *Red Revista Lasallista de Investigación*, 1(1), 66-71.
- Molina, Leonardo Luis; Perea-Muñoz, José Manuel; Meglia-, Guillermo; Angón-Sánchez De Pedro, Elena; García-Martínez, Antón Rafael. 2013. Spatial and temporal epidemiology of bovine trichomoniasis and bovine genital campylobacteriosis in La Pampa province (Argentina). *Preventive Veterinary Medicine* 1-7.
- Molina-Alcaide, E., Martín-García, A.I., Moumen, A. and Carro, M.D. (2010). Ruminant fermentation, microbial growth and amino acid flow in single-flow continuous culture fermenters fed a diet containing olive leaves. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition* 94:227-236.
- Molina-Alcaide, E., Morales-García, E.Y., Martín-García, A.I., Ben Salem, H., Nefzaoui, A., and Sanz-Sampelayo, M.R. 2010a. Effects of partial replacement of concentrate with feed blocks on nutrient utilization, microbial N flow, and milk yield and composition in goats. *Journal of Dairy Science*. 93: 2076-2087.
- Molina-Alcaide, E., Moumen, A., Martín-García, I. and Carro, M.D. (2009). Comparison of bacterial pellets and microbial markers for the estimation of the microbial nitrogen and amino acids flows from single flow continuous culture fermenters fed diets containing two-stage olive cake. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition* 93:527-537.
- Molina-Alcaide, E., Moumen, A., Martín-García, I., and Carro, M.D. 2010b. Ruminant fermentation, microbial growth and amino acid flow in single-flow continuous culture fermenters fed a diet containing olive leaves. *Journal of animal physiology and animal nutrition*. 94: 227-236.
- Molina-Alcaide, E., Pascual, M.R., Cantalapiedra-Híjar, G., Morales-García, E.Y. and Martín-García, A.I. (2009). Effects of concentrate replacement by feed blocks on ruminal fermentation and microbial growth in goats and single-flow continuous-culture fermenters. *Journal of Animal Science* 87:1321-1333.
- Montejo, I., Lamela, L., Sánchez, T. y López, O. (2008). Nota técnica: Producción de leche con ensilaje de hollejo de cítrico. *Pastos y Forrajes*, 31(2).
- Moumen, A., Yáñez Ruiz, D.R., Martín García, A.I. and Molina Alcaide, E. (2008). Fermentation characteristics and microbial growth promoted by diets including two-phase olive cake in continuous fermenters. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition* 92:9-17.

- Nambi-Kasozi, J., Sabiiti, EM., Bareeba, FB., Sporndly, E., Kabi, F. (2016). Effects of inclusion levels of banana (*Musa spp.*) peelings on feed degradability and rumen environment of cattle fed basal elephant grass. *Trop. Anim. Health Pro.* (48), 693-698.
- Naranjo, J., Cuartas, C., & Correa, H. (2005). Comparación de cuatro modelos matemáticos para la caracterización de la cinética de degradación ruminal de algunos recursos forrajeros. *Livestock Research for Rural Development*, 17(9).
- Navarro, C., Díaz, J., Roa, M., y Cuellar, E. (2011). Comparación de la técnica de digestibilidad *in vitro* con la *in situ* de diez forrajes en bovinos rumino-fistulados en el piedemonte llanero del Meta. *Rev Sist Prod Agroecol*, 2(2), 2-24.
- Negesse, T., Makkar, S. y Becker, K. (2009). Nutritive value of some non-conventional feed resources of Ethiopia determined by chemical analyses and an *in vitro* gas method. *Animal Feed Science and Technology.* (154), 204-217.
- Neiva, J., Nunes, F., Cândido, M., Rodriguez, N., Lôbo, R. (2006). Valor nutritivo de silagens de capim-elefante enriquecidas com subproduto do processamento do maracujá. *Rev. Bras. Zootec.* (35), 1845-1851.
- Nocker, J.E., Tamminga, S. (1991). Site of digestion of starch in the gastrointestinal tract of dairy cows and its effect on milk yield and composition. *J. Dairy Sci.* 74(10), 3598-3629. 1991.
- Noguera, R., Valencia, S. y Posada, S. (2014). Efecto de diferentes aditivos sobre la composición y el perfil de fermentación del ensilaje de cáscara de maracujá (*Passiflora edulis*). *Rev. Livestock Research for Rural Development.* 26(168).
- O'Donovan PB. (1975). Potential for by-product feeding in tropical areas. *Wrld. Anim. Rev.* (13), 32-37
- Olfaz, M., Ocak, N., Erener, G., Cam, M.A., and Garipoglu, A.V. 2005. Growth, carcass and meat characteristics of Karayaka growing rams fed sugar beet pulp, partially substituting for grass hay as forage. *Meat Science.* 70:7-14
- Oliveira, L., Nascimento, M., Borges, S., Ribeiro, P., y Ruback, V. (2002). Aproveitamento alternativo da casca do maracujá- amarelo (*Passiflora edulis* F. Flavicarpa) para produção de doce em calda. *Cien. Tecnol. Aliment.*, 22(3), 259-262.
- Orellana-Pieroni, Carlos Roberto; Peña-Blanco, Francisco; Garcia-, A.; Perea-,J.; García-Martínez, Antón Rafael; Martos-,J; Perea-Muñoz, José Manuel; Martos-,Jose; Domenech-García, Valeriano; Acero-,R.; Acero-De La Cruz, Raquel. 2009. Carcass characteristics, fatty acid composition, and meat quality of criollo argentino and braford steers raised on forage in a semi-tropical region of Argentina. *Meat science.* 81, 57-64.
- Ørskov, E., McDonald, I. (1979). The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. *J. Agric. Sci.* (92), 499-503.
- Otagaki, KK., Matsumoto, H. (1958). Nutritive values and utility of passion fruit by-products. *Agric. Food Chem.* 6, 54-57.

- Oude, S., Driehuis, F., Gottschal, J., & Spoelstra, S. (2001). Los procesos de fermentación del ensilaje y su manipulación. En FAO, & L. 't Mannetje (Ed.), *Uso del ensilaje en el trópico privilegiando opciones para pequeños campesinos* (págs. 17-31). FAO.
- Pablos, C. 2009. ICT and the virtual organization In: the Encyclopedia of information Communication Technology (ISBN: 9781599048451), 365-370.
- Palmquist D. (1991). Influence of source and amount of dietary fat on digestibility in lactating cows. *Journal Dairy Science* 74: 1354-1360. *Pasturas tropicales. Aspectos nutricionales, productivos y económicos.*
- Pariza, M.W., Park, Y., and Cook, M.E. 2001. The biologically active isomers of conjugated linoleic acid. *Progress in Lipid Research*. 40:283-298.
- Pedercen, J., Milton, T., & Mass, R. (2000). A Twelve-Hour *In vitro* Procedure for Sorghum Grain Feed Quality Assessment. *Crop Science*, 40, 204-208.
- Peña-Blanco, Francisco; Bonvillani-, A; Freire-,B.; Juárez-,M.; Perea-Muñoz, José Manuel; Gómez-Castro, Antonio Gustavo. 2009. Effects of genotype and slaughter weight on the meat quality of criollo cordobes and anglonubian kids produced under extensive feeding conditions. *Meat science*. 83, 417-423.
- Peña-Blanco, Francisco; Domenech-Garcia, Valeriano; Acero-De La Cruz, Raquel; Perea-Muñoz, José Manuel. 2009. Efecto de sistemas de crianza (leche de cabra vs. Sustitutivo lácteo) y sexo en cabritos de raza florida sobre su crecimiento y características de la canal. *Revista científica (Maracaibo)*. XIX, 619-629.
- Perea-Muñoz, José Manuel. 2010. Carcass characteristics of Criollo Cordobés kid goats under an extensive management system: Effects of gender and liveweight at slaughter. *Meat Science*, I, 651-659.
- Perea-Muñoz, José Manuel; Giorgis-,Alberto; García-Martínez, Antón Rafael; Larrea-,Angel; Mata-,Hugo; Gómez-Castro, Antonio Gustavo. 2011. Estructura de las explotaciones lecheras de la pampa (ARGENTINA). *Revista científica (Maracaibo)*. 21, 243-255.
- Perea-Muñoz, José Manuel; Mata-,Hugo; García-Martínez, Antón Rafael; Castaldo-, Ariel Osvaldo; Acero-De La Cruz, Raquel; Gómez-Castro, Antonio Gustavo. 2010. Aspectos técnicos y sociales de las explotaciones ecológicas bovinas lecheras del noroeste de España. *Revista científica (Maracaibo)*. 6, 633-639.
- Pereira, L., Gonçalves, L., Tomich, T., Borges, I., Rodríguez, N. (2005). Silos experimentais para avaliação da silagem de três genótipos de girassol (*Helianthus annuus* L.). *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.* (57), 690-696.
- Philippidis, G., Sanjuán, A., Ferrari, E., M'barek, R. (2014). Employing social accounting matrix multipliers to profile the bioeconomy in the EU member states: is there a structural patter. *Spanish Journal of Agricultural Research* 12(4), 913-926.
- Piquer, O., Ródenas, L., Casado, C., Blas, E., and Pascual, J.J. 2009. Whole citrus fruits as an alternative to wheat grain or citrus pulp in sheep diet: Effect on the evolution of ruminal parameters. *Small Ruminant Research*, 83: 14–21.

- Pirmohammadi, R., Rouzbehan, Y., Rezayazdi, K., and Zahedifar, M. 2006. Chemical composition, digestibility and in situ degradability of dried and ensiled apple pomace and maize silage. *Small Ruminant Research*. 66:150-155.
- Pompeu, R., Neiva, J., Cândido, M., Filho, G., Aquino, D., Lôbo, R. (2006). Valor nutritivo de silagens de capim-elefante (*Pennisetum purpureum Schum.*) com adição de subprodutos do processamento de frutas tropicais. *Rev. Cien. Agron.* 37, 77-83.
- Posada, S., y Noguera, R. (2005). Técnica *in vitro* de producción de gases: Una herramienta para la evaluación de alimentos para rumiantes. *Livestock Research for Rural Development*, 17(36).
- Preston, T. (1986). Better utilization of crop residues and by-products in animal feeding: research guidelines. 2. A practical manual for research workers. FAO Animal Production and Health Paper. 50(2). FAO: Rome. 166 pp.
- PROEcuador. (2012). Análisis Sectorial de Frutas No Tradicionales. Recuperado el 17 de Noviembre de 2014, de Instituto de Promoción de Exportaciones e Inversiones: <http://www.proecuador.gob.ec/wp->
- Pulina, G., Nudda, A., Battacone, G., and Cannas, A. 2006. Effects of nutrition on the contents of fat, protein, somatic cells, aromatic compounds, and undesirable substances in sheep milk. *Animal Feed Science and Technology*. 131:255-291.
- Ramírez, R., Hernández, G., Carneiro, D., Pérez, P., Enríquez, Q., Quero, C., Herrera, H., y Cervantes, N. (2009). Acumulación de forraje, crecimiento y características estructurales del pasto Mombaza (*Panicum maximum* Jacq.) cosechado a diferentes intervalos de corte. *Técnica Pecuaria Mexicana*, 47(2), 203-213.
- Ramos Morales, E., de la Torre Adarve, G., Molina Alcaide, E. and Sanz Sampelayo, M.R. (2010). Nitrogen and energy utilization in lactating dairy goats fed diets with different legume seeds. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition* 94:659-664.
- Ramos Morales, E., Molina Alcaide, E. and Sanz Sampelayo, M.R. (2008). Milk production of dairy goats fed diets with different legume seeds: Effects of amino acid composition of the rumen undegradable protein fraction. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 88:2340-2349.
- Ramos Morales, E., Sanz Sampelayo, M.R. and Molina Alcaide, E. (2010). Nutritive evaluation of legume seeds for ruminant feeding. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition* 94:55-64.
- Ramos, S., Tejido, M.L., Martínez, M.E., Ranilla, M.J., and Carro, M.D. (2009). Microbial protein synthesis, ruminal digestion, microbial populations, and N balance in sheep fed diets varying in forage to concentrate ratio and type of forage. *Journal of Animal Science*, 87: 2924-2934.
- Ranilla, M.J., Tejido, M.L., Giraldo, L.A., Tricçarico, J.M. and Carro, M.D. (2008). Effects of an exogenous fibrolytic enzyme preparation on in vitro ruminal fermentation of three forages and their isolated cell walls. *Animal Feed Science and Technology*, 145: 109-121.

- Razzz, R., Clavero, T., Vergaram J. (2004). RAZZ, R.; CLAVERO, T.; VERGARA, J. Cinética de degradación *in situ* de la *Leucaena leucocephala* y *Panicum maximum*. Rev. Científ. FCV-LUZ. XIV (5): 424-430.
- Rego, A., Cândido, M., Pereira, E., Feitosa, J. y Rego. M. (2010). Degradação de silagens de capim-elefante contendo subproduto do urucum. Revista Ciencia Agrônoma, 41(3), 482-489.
- Reis, J., Paiva, PCA., Tiesenhausen, IMEVV., Rezende, CAP. (2000). Composição química, consumo voluntário e digestibilidade de silagens de resíduos do fruto de maracujá (*Passiflora edulis* Sims f. flavicarpa) e de capim-elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum.) cv. Cameroon e suas combinações. Ciênc. Agrotéc. (241), 213-224.
- Rezende, V., Paiva, P., Barcelos, A., Teixeira, J. y Nogueira, D. (2005). Degradabilidad ruminal de silages de pasto elefante con diferentes nivles de cascra de patata. Ciencias Agrotecnias, Lavras, 31(2), 485-491.
- Rodriguez-Alcala, L. M. and J. Fontecha. 2007. Hot Topic: Fatty Acid and Conjugated Linoleic Acid (CLA) Isomer Composition of Commercial CLA-Fortified Dairy Products: Evaluation After Processing and Storage. Journal of Dairy Science. 90:2083-2090.
- Rodríguez-Alcalá, L. M., M. V. Calvo, and J. Fontecha. 2013. A Quick, Optimized Method for Routine Analysis of Essential and Trans-Octadecenoic Acids in Edible Fats and Oils by GLC. Journal of Chromatography Science. 51:70-81
- Rodríguez-Estévez, Vicente; Sanchez-Rodríguez, Manuel; García-Martínez, Antón Rafael; García-Martínez, Antón Rafael; Gómez-Castro, Antonio Gustavo. 2011. Average daily weight gain of Iberian fattening pigs when grazing natural resources. Livestock Science. 137, 292-295.
- Romano, R., Masucci, F., Giordano, A., Musso, S.S., Naviglio, D., and Santini, A. 2010. Effect of tomato by-products in the diet of Comisana sheep on composition and conjugated linoleic acid content of milk fat. International Dairy Journal. 20: 858-862.
- Romero-Huelva M. and E. Molina-Alcaide. (2013). Nutrient utilization, ruminal fermentation, microbial nitrogen flow, microbial abundances, and methane emissions in goats fed diets including tomato and cucumber waste fruits. Journal of Animal Science 90:914–923.
- Romero-Huelva M., E. Ramos-Morales, and E. Molina-Alcaide. (2012). Nutrient utilization, ruminal fermentation, microbial abundances, and milk yield and composition in dairy goats fed diets including tomato and cucumber waste fruits. Journal of Dairy Science 95:6015-6026.
- Romero-Huelva, M., and Molina-Alcaide, E. 2013. Nutrient utilization, ruminal fermentation, microbial nitrogen flow, microbial abundances, and methane emissions in goats fed diets including tomato and cucumber waste fruits. Journal of Animal Science. 91:914-923.
- Romero-Huelva, M., Ramos-Morales, E., and Molina-Alcaide, E. 2012. Nutrient utilization, ruminal fermentation, microbial abundances, and milk yield and composition in dairy

- goats fed diets including tomato and cucumber waste fruits. *Journal of Dairy Science*. 95:6015-6026.
- Rosero, R., y Posada, S. (2007). Modelación de la cinética de degradación de alimentos para rumiantes. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 20, 174-182.
- Sánchez, W., Murillo, E., y Méndez, J. (2010). Potencial antioxidante de residuos agroindustriales de tres frutas de alto consumo en el tolima. *Scientia Et Technica*, 17(46), 138-143.
- Saro, C., Ranilla, M.J., Tejido, M.L. and Carro, M.D. (2012). Postprandial evolution of the microbial community in the rumen of sheep fed diets varying in type of forage as assessed by real-time PCR and ARISA. *Journal of Animal Science* 90: 4487-4494.
- SAS (2001). *Statistical Analysis System - SAS. System for Microsoft Windows: release 8.2. Cary:1 CD-ROM. Raleigh, North Caroline, USA.*
- SAS. *Statistical Analysis Software. (2011). Institute Inc. SAS Online Doc. Versión 9.3. USA.*
- Sheehy, P., Morrisey, P. y A. Flynn. 1993. *Br. Poultry Sci.* 34, 367-381. [suplementacion_sobre_pasturas_tropicales.htm](#).
- Shimada A. (2003). *Nutrición Animal. Primera ed. México: Trillas S.A.*
- Shingfield, K.J., Chilliard, Y., Toivonen, V., Kairenius, P., and Givens, D.I. 2008. Trans fatty acids and bioactive lipids in ruminant milk. *Advances in Experimental Medicine and Biology*. 606:3-65.
- Siró, I., Kápolna, E., Kápolna, B., and Lugasi, A. 2008. Functional food. Product development, marketing and consumer acceptance - A review. *Appetite*. 51:456- 467.
- Sitthiwong, J., Mikled, C., Vearasilp, T., Meulen, U., Kunaporn, V. (2001). Nutritive values and utilisation of passion fruit peel silage for dairy cows in Thailand. In *Deutscher Tropentag, Agrikulturchem. Inst., Univ. Bonn (ed ATSAF). Margraf Publ. Sci. Books, Weikersheim, Germany.*
- Soret, I.; De Pablos, C.; Montes, J.L. 2008. Efficient consumer response (ECR) practices as responsible for the creation or knowledge and sustainable competitive advantages in the grocery industry. *Issues in Informing Science and Information Technology*, 5. 24-36.
- Soret, I.; De Pablos, C.; Montes, J.L. 2010. Intellectual capital measure and competitive advantages, a practical application in the Efficient Consumer Response Initiative (ECR). *Esic-Market*, 137. 27- 64
- Soto E. C., D. R. Yáñez-Ruiz, G. Cantalapiedra-Hijar, A. Vivas and E. Molina-Alcaide. (2012). Changes in ruminal microbiota due to rumen content processing and incubation in single-flow continuous culture fermenters. *Animal Production Science* 52:813–822.
- Spanghero, M., Boccalon, S., Gracco, L., y Gruber, L. (2003). NDF degradability of hays measured *in situ* and *in vitro*. *Animal Feed Science and Technology*, 104, 201-208.
- Statistical Analysis System. (2004). *Versión 9.0. User's guide. Cary, Estados Unidos.*

- Suksathit, S., Wachirapakorn, C., Opatpatanakit, Y. (2001). Effects of levels of ensiled pineapple waste and pangola hay fed as roughage sources on feed intake, nutrient digestibility and ruminal fermentation of Southern Thai native cattle. *Sonklanakarín J. Sci. Technol.* (33), 281-289.
- Talavera F, Park C y Williams G 1985 Relationship among dietary lipid intake, serum cholesterol and ovarian function in Holstein heifers. *Journal Anima; Science* 60: 1045-1051
- Tavares, V., Pinto, J., Evangelista, A., Figueiredo, H., y Ávila, C. (2009). Efeitos da compactação, da inclusão de aditivo absorvente e do emurchecimento na composição bromatológica de silagens de capim-tanzânia. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 38(1), 40-49.
- Theodorou MK, William BA, Dhanoa MS, McAllan AB, France. J. A. (1994). simple gas production method using a pressure transducer to determine the fermentation kinetics of ruminal feeds. *Anim Feed Sci and Technol.* 48:185-197.
- Tilley J M And Terry R A .(1963) A two stage technique for the in vitro digestion of forage crops. *Journal of British Grassland Society.* 18: 104-111.
- Toro P.; A. Catrileo; C. Aguilar; R. Vera. 2009. Modelling supplementation strategies for beef steer rearing and fattening systems in southern Chile. *Chilean Journal of Agricultural Research* 69(2):207-213.
- Toro-, Paula; García-Martínez, Antón Rafael; Gómez-Castro, Antonio Gustavo; Acero-De La Cruz, Raquel; Perea-Muñoz, José Manuel; Rodríguez-Estévez, Vicente; AGUILAR-,CLAUDIO; VERA-,R. 2011. Technical efficiency and viability of organic dairy sheep farming systems in a traditional area for sheep production in Spain. *Small Ruminant Research.* 100, 89-95
- Toro-Mujica P., A. García, A.G. Gómez-Castro, R. Acero, J. Perea, V. Rodríguez-Estévez, C. Aguilar, R. Vera. 2011. Technical efficiency and viability of organic dairy sheep farming systems in a traditional area for sheep production in Spain. *Small Ruminant Research*, 100:89-95.
- Trujillo, G. (2010). Guía para la utilización de recursos forrajeros tropicales para la alimentación de bovinos. SENA-Comité de Ganaderos de Huila- Fondo Ganadero de Huila.
- Tsiplakou, E., and Zervas, G. 2008. Comparative study between sheep and goats on ruminic acid and vaccenic acid in milk fat under the same dietary treatments. *Livestock Science.* 119:87-94.
- Valerio-, D.; García-Martínez, Antón Rafael; Perea-Muñoz, José Manuel; Acero-De La Cruz, Raquel; Gómez-Castro, Antonio Gustavo. 2009. Caracterización social y comercial de los sistemas ovinos y caprinos de la región noroeste de República Dominicana. *Interciencia.* 637-644
- Van Soest PJ. (1994). *Nutritional ecology of the ruminant.* 2a edition. United States. Cornell University Press.Ithaca, N.Y. 475.

- Vargas E, Zumbado M. (2003). Composición de los subproductos de la industrialización de la palma africana utilizados en la alimentación de animal en Costa Rica. *Agronomía Costarricense. Ene*; 27(1), 7-18
- Vargas, J., Leonard, I., Uvidía, H., Ramírez, J., Torres, V., Andino, M., y Benítez, D. (2014). El crecimiento del pasto *Panicum maximum* vs Mombaza en la Amazonía Ecuatoriana. *REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria*, 15(9), 1-7.
- Vargas, L., Ku, J. y Medina, S. (2003). Modelo Dinámico Mecánico para la Estimación de Parámetros de Crecimiento Bacteriano Ruminal: Descripción del Modelo. *Biomatemática XIII*, 129–143.
- Ventura, M.R., Pieltain, M.C., and Castanon, J.I.R. 2009. Evaluation of tomato crop by-products as feed for goats. *Animal Feed Science and Technology*. 154: 271-275
- Vera R., C. Aguilar, P. Toro, F. Squella, P. Perez. 2013. Performance of lambs grazing an anual pasture or fed supplements based on olive oil cake or maize and its influence on system outputs. *Animal Production Science*. (ANI2053, online 2 April 2013).
- Vera, R. R., C. Aguilar, R. Lira, P. Toro, L. Barrales, I. Peña, F. Squella, P. Pérez, J. Quenaya, H. Yutronic and I. Briones. 2009. Feeding dry olive cake modifies subcutaneous fat in lambs, noting cake resistance to degradation and peroxidation. *Chilean Journal of Agricultural Research* 69(4):548-559.
- Vera, R; Aguilar, C.; Lira, R. 2009. Differentiation of sheep milk and cheese based on quality and composition. *Ciencia Inv. Agr.* 36(3):307-328.
- Verdecia D, Ramírez J, Leonard I, Pacual Y, López Y. (2008). Rendimiento y componentes del valor nutritivo del *Panicum maximum* cv. Tanzania. *REDVET* (9), 1-9.
- Vieira C, Vasquez H, Silva J. (1999). Composição químico-bromatológica e degradabilidade *in situ* da matéria seca, proteína bruta e fibra em detergente neutro da casca do fruto de três variedades de maracujá (*Passiflora* spp). *Rev. Bras. Zootec.* (28), 1148-1158
- WHO. 2003. Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases. Report of a joint WHO/FAO expert consultation. In: World Health Organization Technical Reports Series. Vol. 916. World Health Organization, Geneva, Switzerland.
- Wilman, D. y Adesogan, A. (2000). A comparison of filter bag methods with conventional tube methods of determining the *in vitro* digestibility of forages. *Animal Feed Science and Technology*, 84, 33-47.
- Wong, C. (2001). El papel del ensilaje en la producción de rumiantes en los trópicos húmedos. En: t'Mannetje L. (Ed). *Uso del ensilaje en el trópico privilegiando opciones para pequeños campesinos. Memorias de la Conferencia Electrónica de la FAO sobre el Ensilaje en los Trópicos 1/09 a 15/12/1999*.FAO. Pp. 5-6.
- Yáñez Ruiz, D.R. and Molina Alcaide, E. (2008). A comparative study of nutrients utilization alkaline phosphatase activity and creatinine concentration in the serum of sheep and goats fed diets based on olive leaves. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition* 92:141-148.

- Yáñez-Ruiz, D.R., Martín-García, A.I., Weisbjerg, M.R., Hvelplund, T. and Molina-Alcaide, E. (2009). A comparison of different legume seeds as protein supplement to optimise the use of low quality forages y ruminants. *Archives of Animal Nutrition* 63:39-55.
- Yepes S, Montoya L, Orozco F. (2008). Valoración de residuos agroindustriales-frutas-en Medellín y el sur del Aburrá, Colombia. *Rev.Fac.Nal.Agr.Medellín*. Feb; 61(1), 4422-4431.
- Yitbarek, M., Tamir, B. (2014). Silage Additives. **Review. Open J. Appl. Sci.** 4: 258-274. 2014.
- Yu, L., Adams, D., and Watkins, B.A. 2003. Comparison of commercial supplements containing conjugated linoleic acids. *Journal of Food Composition and Analysis*. 16:419-428.