



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

Unidad de Integración
Curricular previo a la
obtención del título de
Ingeniero Agropecuario.

Título de la Unidad de Integración Curricular:

“EFECTO DE LA INCLUSIÓN DE CÁSCARA DE PLÁTANO (*Musa balbisiana*)
EN LA DEGRADABILIDAD *IN SITU* DE ENSILAJE DE MAÍZ FORRAJERO (*Zea
mays*)”

Autor:

Harold Jafet Haón Gaybort

Tutor de la Unidad de Integración Curricular:

Dr. Ítalo Fernando Espinoza Guerra

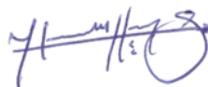
Mocache – Los Ríos – Ecuador

2020

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

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

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



Harold Jafet Haón Gaybort

C.I.: 1727178731

AUTOR



Acreditada

Teléfonos : FCP (Fax) 783 487 UTEQ (593-05) 750 320 / 751 430 / 753 302

Fax UTEQ : (593 -05) 753 300 / 753 303 / 752 177

E.mail.info@uteq.edu.ec /fcp_91@yahoo.es

FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
CAMPUS UNIVERSITARIO LA MARÍA
Km. 7 ½ Vía Quevedo-El Empalme, Entrada a Mocache



CASILLAS

Guayaquil

:10672

Quevedo : 73

Quevedo – Los Ríos – Ecuador

La Primera Universidad Agropecuaria del País. Acreditada

CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

El suscrito, **Dr. Ítalo Fernando Espinoza Guerra**, docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que el estudiante **Harold Jafet Haón Gaybort**, realizó el Proyecto de Investigación de grado titulado “**EFFECTO DE LA INCLUSIÓN DE CÁSCARA DE PLÁTANO (*Musa balbisiana*) EN LA DEGRADABILIDAD *IN SITU* DE ENSILAJE DE MAÍZ FORRAJERO (*Zea mays*)**”, previo a la obtención del título de Ingeniero Agropecuario, bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

Atentamente,

Dr. Ítalo Fernando Espinoza Guerra
TUTORA DE LA UNIDAD INTEGRACIÓN CURRICULAR

Quevedo, 27 de agosto del 2020

Ingeniero
Rommel Ramos Remache
COORDINADOR DE CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

De mi consideración:

Dado que el suscrito es conocedor que el proyecto de investigación titulado **“EFECTO DE LA INCLUSIÓN DE CÁSCARA DE PLÁTANO (*Musa balbisiana*) EN LA DEGRADABILIDAD *IN SITU* DE ENSILAJE DE MAÍZ FORRAJERO (*Zea mays*)”** de autoría del señor **Harold Jafet Haón Gaybort**, estudiante de la carrera de INGENIERÍA AGROPECUARIA, del cual fui designado Profesor Tutor del Trabajo de investigación. Proyecto que ha sido analizado a través de la herramienta URKUND, no incluyendo las listas de fuentes de comparación entre las cuales se encuentran las páginas preliminares de caratula, declaración de auditoria, certificación, agradecimientos, dedicatoria, índices, entre otras fuentes que no son utilizadas en el texto de la tesis.

Por lo expresado, CERTIFICO que el porcentaje validado por el URKUND es del **4% de similitud**, el mismo que es permitido por el mencionado Software, por lo cual solicito la continuación con los trámites pertinentes para solicitar fecha de sustentación del proyecto de investigación del señor **Harold Jafet Haón Gaybort**.



Dr. Ítalo Fernando Espinoza Guerra
TUTOR DE LA UNIDAD INTEGRACIÓN CURRICULAR



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO

FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Título:

“EFECTO DE LA INCLUSIÓN DE CÁSCARA DE PLÁTANO (*Musa balbisiana*) EN LA DEGRADABILIDAD *IN SITU* DE ENSILAJE DE MAÍZ FORRAJERO (*Zea mays*)”,

Presentado a la Comisión Académica como requisito previo a la obtención del título de Ingeniero Agropecuario.

Aprobado por:

**Ing. Geovanny Muñoz Rodríguez
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**

**Dr. Bolívar Montenegro Vivas
MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

**Ing. Guido Álvarez Perdomo
MIEMBRO DEL TRIBUNAL**



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

Unidad de Integración Curricular previo a la
obtención del título de Ingeniero
Agropecuario.

Título de la Unidad de Integración Curricular:

**“EFECTO DE LA INCLUSIÓN DE CÁSCARA DE PLÁTANO (*Musa
balbisiana*) EN LA DEGRADABILIDAD *IN SITU* DE ENSILAJE DE MAÍZ
FORRAJERO (*Zea mays*)”**

Autor:

Harold Jafet Haón Gaybort

Auspicio Académico:

Ing. Ítalo Fernando Espinoza Guerra, PhD.

Quevedo – Los Ríos – Ecuador

2020

AGRADECIMIENTO

Primero agradezco a **Dios** todo poderoso por permitirme terminar este importante logro bajo su bendición en todo momento, gozando de salud y con el apoyo vital de las personas más importantes en cada etapa de esta maravillosa carrera universitaria, a mis padres que son el pilar de mi vida y quienes asentaron las bases de este nuevo profesional.

Un enorme agradecimiento a mi tío el **Ing. Ramiro Gaibor** por su ayuda al matricularme en esta prestigiosa institución, de igual manera al **Ing. David Zapatier** por su paciencia, guía y apoyo incondicional sin importar la hora en todo el proceso de trabajo de campo del proyecto de investigación, es imposible dejar de mencionar a la **Ing. Alexandra Barrera** por su valiosa ayuda de inicio a fin de la tesis aportando con su experiencia en campo y en la redacción de este documento.

Un muy sincero agradecimiento a mi tutor, el **Dr. Ítalo Espinoza** por ser el norte de este trabajo de titulación y por ser parte de los docentes más destacados en mi carrera universitaria, contando con su apoyo, respaldo y la bondad que lo caracteriza, es digno de mi respeto, admiración y una sincera amistad de parte mía.

Agradezco a todos los docentes que formaron parte de este proceso académico aportando con sus cátedras para mi desarrollo profesional desde el primer semestre, contando con su apoyo dentro y fuera de las aulas; a mis amigos **Nick, Kelly** y **Mayra** que de alguna manera u otra tuve siempre su apoyo incondicional y una bonita amistad, a mi hermana Micol que me ha apoyado en la última etapa del proceso.

DEDICATORIA

Dedico este logro antes que nada a Dios, a mis padres **Tito Haón y Pilar Gaybort** por brindarme su apoyo incondicional, por inculcarme valores y enseñanzas que hoy dan sus frutos, son y serán el motivo de superarme cada día y cada etapa de mi vida.

Resumen

El objetivo de la investigación fue determinar la degradabilidad ruminal in situ y la cinética ruminal del ensilaje de maíz forrajero con niveles de inclusión de cáscara de plátano. Los Tratamientos evaluados fueron: T1=100% maíz forrajero (Testigo); T2=75% forraje de maíz con inclusión 25% de cáscara de plátano; T3=50% forraje de maíz con inclusión 50% de cáscara de plátano; T4=25% forraje de maíz con inclusión 75% de cáscara de plátano y T5=100% cáscara de plátano. sometidos a fermentación durante 30 días en tubos de PVC de capacidad de tres kilogramos. Se empleó un Diseño de Bloques Completamente al Azar, las diferencias de medias se agruparon mediante Tukey al 5% de probabilidad. Una vez que los minisilos se abrieron se determinó la degradación in situ de la materia seca en tres bovinos Brahman de 500 kg \pm 25 kg de peso vivo, castrados y fistulados en el rumen a 0; 3; 6, 12, 24; 48 y 72 horas de incubación. La degradabilidad ruminal in situ de la materia seca del ensilaje de maíz forrajero con niveles de inclusión de cáscara de plátano fue aceptado hasta el 25% de inclusión de cáscara de plátano, esto es 75% maíz forrajero+25% cáscara de plátano. La degradabilidad ruminal in situ de la materia orgánica del ensilaje de maíz forrajero con niveles de inclusión de cáscara de plátano fue notorio con similar contenido en todos los tratamientos. Los niveles de inclusión de cáscara de plátano, mostró la mayor desaparición de la materia seca y materia orgánica al incluir hasta 25% de cáscara de plátano en el ensilaje a base de maíz forrajero (T1 y T2), presentando una mejoría en la población microbiana y por ende un mejor ambiente ruminal, lo que facilita la colonización del sustrato utilizado.

Palabras claves: Fermentación, cinética, residuos agrícolas.

Abstract

The aim of the research was to determine in situ ruminal degradability and ruminal kinetics of forage maize silage with levels of banana peel inclusion. The treatments evaluated were: T1 = 100% forage corn (control); T2 = 75% forage corn including 25% banana peel; T3=50% forage corn including 50% Banana Peel; T4=25% forage corn including 75% banana peel and T5=100% banana peel. Subjected to fermentation for 30 days in PVC tubes with a capacity of three kilograms. A completely random block design was employed, mean differences were grouped by Tukey at 5% probability. Once the minisilos were opened, in situ degradation of dry matter was determined in three Brahman cattle of 500 kg \pm 25 kg live weight, castrated and fistulated in the rumen at 0; 3; 6, 12, 24; 48 and 72 hours of incubation. The in situ ruminal degradability of the dry matter of fodder corn silage with banana peel inclusion levels was accepted up to 25% banana peel inclusion, i.e. 75% fodder corn+25% banana peel. The in situ ruminal degradability of organic matter from fodder corn silage with levels of banana peel inclusion was noted with similar content in all treatments. The levels of inclusion of banana peel, showed the greatest disappearance of dry matter and organic matter by including up to 25% of banana peel in silage based on fodder corn (T1 and T2), presenting an improvement in the microbial population and therefore a better ruminal environment, which facilitates the colonization of the substrate used.

Keywords: fermentation, Kinetics, agricultural waste.

TABLA DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTO	vii
DEDICATORIA	viii
Resumen.....	ix
Abstract.....	x
TABLA DE CONTENIDO.....	xi
Índice de Tabla.....	xiii
Índice de figuras.....	xiv
Índice de Anexos.....	xiv
CÓDIGO DUBLIN	1
CAPÍTULO I	6
1 CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	6
1.1 Problema de la investigación.	7
1.1.1 Planteamiento del problema	7
1.1.2 Formulación del problema.	7
1.1.3 Sistematización del problema.	7
1.2 Objetivos.....	7
1.2.1 Objetivo general.....	8
1.2.2 Objetivos específicos.	8
1.3 Justificación.	9
CAPÍTULO II.....	10
2 FUNDAMENTO TEÓRICO DE LA INVESTIGACIÓN.....	10
2.1 Marco conceptual.....	11
2.2 Marco referencial.....	12
2.2.1 Maíz.	12
2.2.2 El ensilado.....	12
2.2.3 Prácticas de manejo.....	15
2.3 Residuos del plátano.	17
2.4 Proceso de ensilaje.....	18
2.5 Investigaciones con maíz y residuos.....	19
2.6 Proceso de degradabilidad.	21
2.6.1 Degradabilidad <i>in situ</i>	21
CAPÍTULO III.....	25
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	25
3.1. Localización.....	26

3.2.	Tipo de investigación.....	26
3.3.	Métodos de investigación.....	26
3.3.1.	Método inductivo.....	27
3.3.2.	Método deductivo.....	27
3.4.	Fuentes de recopilación de información.....	27
3.4.1.	Fuentes primarias.....	27
3.4.2.	Fuentes secundarias.....	27
3.5.	Diseño de la investigación.....	28
3.6.	Modelo Matemático.....	28
3.7.	Esquema del análisis de Varianza.....	28
3.8.	Instrumentos de investigación.....	29
3.8.1.	Equipos y materiales.....	29
3.8.2.	Materiales utilizados en el campo.....	29
3.9.	Tratamientos.....	30
3.9.1.	Esquema del experimento.....	30
3.10.	Variables estudiadas.....	31
3.10.1.	Degradabilidad ruminal <i>in situ</i>	31
3.10.2.	Materia seca.....	31
3.10.3.	Materia Orgánica.....	32
3.10.4.	Materia inorgánica.....	32
3.11.	Procedimiento experimental.....	32
3.12.	Mediciones experimentales.....	33
3.13.	Manejo del experimento.....	33
3.14.	Tratamientos de los datos.....	34
3.15.	Recursos humanos.....	34
CAPITULO IV.....		35
4.	RESULTADOS ESPERADOS.....	35
4.1.	Resultados y discusión.....	36
4.1.1.	Degradabilidad <i>in situ</i> de la materia seca (DISMS).....	36
CAPITULO V.....		42
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	42
5.1.	Conclusiones.....	43
5.2.	Recomendaciones.....	43
CAPITULO VI.....		44
6.	BIBLIOGRAFÍA.....	44
6.1.	Bibliografía.....	45

CAPITULO VII	51
7. ANEXOS	51
7.1. Análisis de varianza de las variables estudiadas.....	52

Índice de Tabla

<i>Tabla 1 Condiciones agro climáticas del Cantón Mocache</i>	<i>26</i>
<i>Tabla 2 Esquema de análisis de varianza.....</i>	<i>28</i>
<i>Tabla 3 Esquema del experimento.....</i>	<i>30</i>
<i>Tabla 4. Degradabilidad ruminal in situ de la materia seca del ensilaje de maíz (Zea mays) con niveles de inclusión de cáscara de plátano (Musa balbisiana).....</i>	<i>36</i>
<i>Tabla 5. Indicadores de la degradación ruminal de la Materia Seca (%) del ensilaje de maíz (Zea mays) con niveles de inclusión de cáscara de plátano (Musa balbisiana).....</i>	<i>38</i>
<i>Tabla 6. Degradabilidad ruminal in situ de la materia orgánica del ensilaje de maíz (Zea mays) con niveles de inclusión de cáscara de plátano (Musa balbisiana)</i>	<i>39</i>
<i>Tabla 7. Indicadores de la degradación ruminal de la Materia Orgánica (%) del ensilaje de maíz (Zea mays) con niveles de inclusión de cáscara de plátano (Musa balbisiana)</i>	<i>41</i>

Índice de figuras

<i>Figura 1. Degradación ruminal de la materia seca de los ensilajes a base de maíz forrajero con inclusiones de cáscara de plátano</i>	<i>37</i>
<i>Figura 2. Degradación ruminal de la materia seca de los ensilajes a base de maíz forrajero con inclusiones de cáscara de plátano</i>	<i>40</i>

Índice de Anexos

<i>Anexo 1: Análisis de varianza de la degradabilidad in situ de la materia seca aplicada a la variable hora 0 de incubación en el Laboratorio de Rumiología del Campus Experimental “La María”, de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo.....</i>	<i>52</i>
<i>Anexo 2: Análisis de varianza de la degradabilidad in situ de la materia seca aplicada a la variable hora 3 de incubación en el Laboratorio de Rumiología del Campus Experimental “La María”, de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo.....</i>	<i>52</i>
<i>Anexo 3: Análisis de varianza de la degradabilidad in situ de la materia seca aplicada a la variable hora 6 de incubación en el Laboratorio de Rumiología del Campus Experimental “La María”, de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo.....</i>	<i>53</i>
<i>Anexo 4: Análisis de varianza de la degradabilidad in situ de la materia seca aplicada a la variable hora 12 de incubación en el Laboratorio de Rumiología del Campus Experimental “La María”, de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo.....</i>	<i>54</i>
<i>Anexo 5: Análisis de varianza de la degradabilidad in situ de la materia seca aplicada a la variable hora 24 de incubación en el Laboratorio de Rumiología del Campus Experimental “La María”, de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo.</i>	<i>¡Error! Marcador no definido.</i>
<i>Anexo 6: Análisis de varianza de la degradabilidad in situ de la materia seca aplicada a la variable hora 48 de incubación en el Laboratorio de Rumiología del Campus Experimental “La María”, de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo.....</i>	<i>55</i>
<i>Anexo 7: Análisis de varianza de la degradabilidad in situ de la materia seca aplicada a la variable hora 72 de incubación en el Laboratorio de Rumiología del Campus Experimental “La María”, de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo.</i>	<i>¡Error! Marcador no definido.</i>
<i>Anexo 8: Análisis de varianza de la cinética ruminal in situ de la materia seca aplicada a la variable Degradación de la fracción soluble en el Laboratorio de Rumiología del Campus Experimental “La María”, de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo.....</i>	<i>57</i>

<i>Anexo 9: Análisis de varianza de la cinética ruminal in situ de la materia seca aplicada a la variable Fracción insoluble pero potencialmente degradable en el Laboratorio de Rumiología del Campus Experimental “La María”, de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo.....</i>	<i>57</i>
<i>Anexo 10: Análisis de varianza de la cinética ruminal in situ de la materia seca aplicada a la variable Tasa de degradación en % por hora en el Laboratorio de Rumiología del Campus Experimental “La María”, de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo.....</i>	<i>58</i>
<i>Anexo 11: Análisis de varianza de la cinética ruminal in situ de la materia seca aplicada a la variable Potencial de degradación ruminal en el Laboratorio de Rumiología del Campus Experimental “La María”, de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo.....</i>	<i>59</i>
<i>Anexo 12: Análisis de varianza de la cinética ruminal in situ de la materia seca aplicada a la variable Degradación efectiva. k: tasa de pasaje al 0.02% en el Laboratorio de Rumiología del Campus Experimental “La María”, de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo.....</i>	<i>59</i>
<i>Anexo 13: Análisis de varianza de la cinética ruminal in situ de la materia seca aplicada a la variable Degradación efectiva. k: tasa de pasaje al 0.05% de incubación en el Laboratorio de Rumiología del Campus Experimental “La María”, de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo.</i>	<i>60</i>
<i>Anexo 14: Análisis de varianza de la cinética ruminal in situ de la materia seca aplicada a la variable Degradación efectiva. k: tasa de pasaje al 0.08% en el Laboratorio de Rumiología del Campus Experimental “La María”, de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo.....</i>	<i>60</i>
<i>Anexo 15: Análisis de varianza de la degradabilidad in situ de la materia orgánica aplicada a la variable hora 0 de incubación en el Laboratorio de Rumiología del Campus Experimental “La María”, de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo.....</i>	<i>61</i>
<i>Anexo 16: Análisis de varianza de la degradabilidad in situ de la materia orgánica aplicada a la variable hora 3 de incubación en el Laboratorio de Rumiología del Campus Experimental “La María”, de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo.....</i>	<i>61</i>
<i>Anexo 17: Análisis de varianza de la degradabilidad in situ de la materia orgánica aplicada a la variable hora 6 de incubación en el Laboratorio de Rumiología del Campus Experimental “La María”, de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo.....</i>	<i>¡Error! Marcador no definido.</i>

<i>Anexo 18: Análisis de varianza de la degradabilidad in situ de la materia orgánica aplicada a la variable hora 12 de incubación en el Laboratorio de Rumiología del Campus Experimental “La María”, de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo.....</i>	<i>63</i>
<i>Anexo 19: Análisis de varianza de la degradabilidad in situ de la materia orgánica aplicada a la variable hora 24 de incubación en el Laboratorio de Rumiología del Campus Experimental “La María”, de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo.....</i>	<i>67</i>
<i>Anexo 20: Análisis de varianza de la degradabilidad in situ de la materia orgánica aplicada a la variable hora 48 de incubación en el Laboratorio de Rumiología del Campus Experimental “La María”, de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo.....</i>	<i>65</i>
<i>Anexo 21: Análisis de varianza de la degradabilidad in situ de la materia orgánica aplicada a la variable hora 72 de incubación en el Laboratorio de Rumiología del Campus Experimental “La María”, de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo.....</i>	<i>66</i>
<i>Anexo 22: Análisis de varianza de la cinética ruminal in situ de la materia seca aplicada a la variable Degradación de la fracción soluble en el Laboratorio de Rumiología del Campus Experimental “La María”, de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo.....</i>	<i>67</i>
<i>Anexo 23: Análisis de varianza de la cinética ruminal in situ de la materia seca aplicada a la variable Fracción insoluble pero potencialmente degradable en el Laboratorio de Rumiología del Campus Experimental “La María”, de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo.</i>	<i>68</i>
<i>Anexo 24: Análisis de varianza de la cinética ruminal in situ de la materia seca aplicada a la variable Tasa de degradación en % por hora en el Laboratorio de Rumiología del Campus Experimental “La María”, de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo.....</i>	<i>68</i>
<i>Anexo 25: Análisis de varianza de la cinética ruminal in situ de la materia seca aplicada a la variable Potencial de degradación ruminal en el Laboratorio de Rumiología del Campus Experimental “La María”, de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo.....</i>	<i>69</i>
<i>Anexo 26: Análisis de varianza de la cinética ruminal in situ de la materia seca aplicada a la variable Degradación efectiva. k: tasa de pasaje al 0.02% en el Laboratorio de Rumiología del Campus Experimental “La María”, de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo.....</i>	<i>69</i>

<i>Anexo 27: Análisis de varianza de la cinética ruminal in situ de la materia seca aplicada a la variable Degradación efectiva. k: tasa de pasaje al 0.05% de incubación en el Laboratorio de Rumiología del Campus Experimental “La María”, de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo.</i>	<i>70</i>
<i>Anexo 28: Análisis de varianza de la cinética ruminal in situ de la materia seca aplicada a la variable Degradación efectiva. k: tasa de pasaje al 0.08% en el Laboratorio de Rumiología del Campus Experimental “La María”, de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo.....</i>	<i>70</i>
<i>Anexo 29: Picado de forraje de maíz y cáscara de plátano</i>	<i>71</i>
<i>Anexo 30: Compactación y sellado de los microsilos.....</i>	<i>71</i>
<i>Anexo 31: Sellado de los microsilos</i>	<i>72</i>
<i>Anexo 32: Pesaje de la materia húmeda post-ensilado</i>	<i>72</i>
<i>Anexo 33: Secado de las muestras para obtención de materia seca</i>	<i>73</i>
<i>Anexo 34: Molida y tamizado de la materia seca para bolsas ANKOM</i>	<i>73</i>
<i>Anexo 35: Secado de bolsas ANKOM.....</i>	<i>74</i>
<i>Anexo 36: Pesaje de las bolsas y 5 gramos de muestra.....</i>	<i>74</i>
<i>Anexo 37: Amarre de las bolsas e ingreso al rumen de los animales.....</i>	<i>75</i>
<i>Anexo 38: Ingreso de las bolsas con las muestras en todos los tiempos establecidos</i>	<i>75</i>
<i>Anexo 39: Extracción de las bolsas del rumen de los animales y posterior lavado</i>	<i>76</i>
<i>Anexo 40: Secado de las bolsas para posterior pesaje.....</i>	<i>76</i>
<i>Anexo 41: Muestras en crisoles para obtención de ceniza.....</i>	<i>77</i>

CÓDIGO DUBLIN

Título:	“Efecto de la inclusión de cáscara de plátano (<i>Musa balbisiana</i>) en la degradabilidad <i>in situ</i> de ensilaje de maíz forrajero (<i>Zea mays</i>)”
Autor:	Harold Jafet Haón Gaybort
Palabras clave:	Fermentación, cinética, residuos agrícolas.
Fecha de Publicación:	
Editorial:	
Resumen	<p>El objetivo de la investigación fue determinar la degradabilidad ruminal <i>in situ</i> y la cinética ruminal del ensilaje de maíz forrajero con niveles de inclusión de cáscara de plátano. Los Tratamientos evaluados fueron: T1=100% maíz forrajero (Testigo); T2=75% forraje de maíz con inclusión 25% de cáscara de plátano; T3=50% forraje de maíz con inclusión 50% de cáscara de plátano; T4=25% forraje de maíz con inclusión 75% de cáscara de plátano y T5=100% cáscara de plátano. sometidos a fermentación durante 30 días en tubos de PVC de capacidad de tres kilogramos. Se empleó un Diseño de Bloques Completamente al Azar, las diferencias de medias se agruparon mediante Tukey al 5% de probabilidad. Una vez que los minisilos se abrieron se determinó la degradación <i>in situ</i> de la materia seca en tres bovinos Brahman de 500 kg \pm 25 kg de peso vivo, castrados y fistulados en el rumen a 0; 3; 6, 12, 24; 48 y 72 horas de incubación. La degradabilidad ruminal <i>in situ</i> de la materia seca del ensilaje de maíz forrajero con niveles de inclusión de cáscara de plátano fue aceptado hasta el 25% de inclusión de cáscara de plátano, esto es 75% maíz forrajero+25% cáscara de plátano. La</p>

degradabilidad ruminal *in situ* de la materia orgánica del ensilaje de maíz forrajero con niveles de inclusión de cáscara de plátano fue notorio con similar contenido en todos los tratamientos. Los niveles de inclusión de cáscara de plátano, mostró la mayor desaparición de la materia seca y materia orgánica al incluir hasta 25% de cáscara de plátano en el ensilaje a base de maíz forrajero (T1 y T2), presentando una mejoría en la población microbiana y por ende un mejor ambiente ruminal, lo que facilita la colonización del sustrato utilizado.

Palabras claves: Fermentación, cinética, residuos agrícolas.

Abstract

The objective of the research was to determine the ruminal degradability *in situ* and the ruminal kinetics of forage corn silage with inclusion levels of banana peel. The treatments evaluated were: T1 = 100% forage corn (Control); T2 = 75% corn forage including 25% banana peel; T3 = 50% corn forage including 50% banana peel; T4 = 25% corn forage including 75% banana peel and T5 = 100% banana peel. fermented for 30 days in PVC tubes with a capacity of three kilograms. A Completely Random Block Design was used, the mean differences were grouped by Tukey at 5% probability. Once the minisilos were opened, the *in-situ* degradation of the dry matter was determined in four Brahma cattle weighing 500 kg \pm 25 kg of live weight, castrated and fistulated in the rumen at 0; 3; 6, 12, 24; 48 and 72 hours of incubation. The ruminal degradability *in situ* of the dry matter of the forage corn silage with inclusion levels of banana peel was accepted up to 25% inclusion of banana peel, that is, 75% forage corn + 25% banana peel. The ruminal degradability *in situ* of the organic matter of the

	<p>forage corn silage with inclusion levels of banana peel was notorious with similar content in all treatments. The inclusion levels of banana peel, showed the highest disappearance of dry matter and organic matter when including up to 25% of banana peel in the silage based on forage corn (T1 and T2), presenting an improvement in the microbial population and therefore a better ruminal environment, which facilitates the colonization of the substrate used.</p> <p>Keywords: Fermentation, kinetics, agricultural residues.</p>
Descripción	87 hojas: dimensiones, 29 x 21 cm + CD-ROM
URI:	(en blanco hasta cuando se dispongan los repositorios)

INTRODUCCIÓN

La producción de los sistemas para alimentación de los rumiantes en condiciones tropicales, está asociada a la calidad de los recursos forrajeros con que cuenta el productor, estos recursos a su vez pueden ser afectados por diferentes factores, tales como: la radiación solar, la precipitación, el tipo de suelo y el manejo que reciben por parte de los productores (1). La utilización del silaje de planta entera de maíz creció de manera significativa desde la década de los noventa, como consecuencia de la importante adopción de tecnología que significó la intensificación de los sistemas ganaderos pastoriles y dadas las ventajas que reportan de su uso cuando se compara con otros forrajes conservados. Se trata de un forraje esencialmente energético, ya que su tenor proteico es bajo y poco variable (2).

También, el uso de los subproductos agroindustriales en la alimentación o suplementación de bovinos ha originado un proceso que permite dar una opción de manejo a los desechos productivos. Este uso de los desechos o remanentes agroindustriales ha resultado ser una excelente opción como alternativa de solución, y se han generado muchos estudios para la búsqueda de fuentes de alimentación alternativa (3). Por lo referido, el plátano es uno de los cultivos más comunes en los países con clima tropical, y lo único que es consumido por el humano es la pulpa, provocando grandes cantidades de cáscara como desperdicio, que son colocados en basureros municipales y aportan a la existencia de problemas ambientales (4).

La reducción de los costos en la producción de animales se ha orientado hacia el uso racional de todos los alimentos disponibles de uso agroindustrial o subproductos del agro en la alimentación de los rumiantes. Además, uno de los aspectos importantes de su uso está asociado con la reducción de estas sustancias en la naturaleza. Por consiguiente, por su alto contenido de humedad, es necesario el procesamiento de este material para aumentar el contenido nutritivo e inhibir el deterioro por la proliferación de microorganismos. Estudios indican que la sustitución de 60% del ensilaje de sorgo por cáscara de plátano puede ser una alternativa viable ya que no altera la producción en vacas con producción media de leche (16,49 kg) con 3,5% de grasa al día (5).

Asimismo, el forraje con los subproductos agroindustriales o de desecho, mejora el contenido proteico, así, el ensilaje de maíz alcanza valores de 11,27%, mientras, la producción de leche en sistema con ensilaje, resulta significativamente superior (9,6 kg/vaca/día) (6). Esto significa que los productores de leche toman en cuenta este sistema como un rol fundamental en la nutrición de los animales y constituyen un alimento económico y de fácil aprovechamiento por los rumiantes.

Investigaciones revelan que el contenido total de compuestos fenólicos en la cáscara de plátano (*Musa balbisiana*) varía de 0,9 a 3 g/100 g en base seca e identificaron la galocatequina en concentraciones de 160 mg/100 g en base seca, siendo este compuesto al que se relaciona con la capacidad antioxidante de la cáscara (7).

Por los antecedentes expuestos, el objetivo de este proyecto es establecer la degradabilidad ruminal *in situ* de ensilajes de maíz forrajero (100, 75, 50 y 25%) con diferentes niveles de inclusión de cáscara de plátano (100, 25, 50 y 75%) para la alimentación de rumiantes.

CAPÍTULO I

1 CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 Problema de la investigación.

1.1.1 Planteamiento del problema.

Las épocas secas y lluviosas no favorecen la obtención de alimento forrajero para todo el ganado vacuno. En los últimos años se ha incrementado la demanda de forraje por la inestabilidad del clima, lo que recae en la venta de ganado y por lo tanto en el nivel de ingresos que reciben, principalmente los pequeños agricultores. En Ecuador, existe una gran cantidad de desechos agroindustriales que se pueden utilizar como suplemento en la alimentación animal. Sin embargo, no se fomenta, las actividades productivas sobre los factores que afectan a los sistemas de producción de pequeños productores de la provincia de Los Ríos, Manabí, Guayas y otras; en este sentido, la cáscara de plátano y el maíz forrajero ensilado pueden suplir en parte las necesidades del ganado vacuno.

1.1.2 Formulación del problema.

¿Cuál será el efecto de la inclusión de cáscara de plátano (*Muza balbisiana*) en la degradabilidad y cinética ruminal *in situ* de ensilaje de maíz forrajero (*Zea mays*)?

1.1.3 Sistematización del problema.

- ¿Qué efectos genera la degradabilidad ruminal *in situ* de la materia seca (MS) del ensilaje de maíz forrajero (*Z. mays*) con niveles de inclusión de cáscara de plátano (*M. balbisiana*)?
- Qué efectos genera la degradabilidad ruminal *in situ* de la materia orgánica (MO) del ensilaje de maíz forrajero (*Z. mays*) con niveles de inclusión de cáscara de plátano (*M. balbisiana*).
- Cuál es la relación de la Cinética ruminal del ensilaje de maíz forrajero (*Z. mays*) con niveles de inclusión de cáscara de plátano (*M. balbisiana*).

1.2 Objetivos.

1.2.1 Objetivo general.

Establecer el efecto de la inclusión de cáscara de plátano (*Muza balbisiana*) en la degradabilidad y cinética ruminal *in situ* de ensilaje de maíz forrajero (*Zea mays*).

1.2.2 Objetivos específicos.

- Determinar la degradabilidad ruminal *in situ* de la materia seca (MS) del ensilaje de maíz forrajero (*Z. mays*) con niveles de inclusión de cáscara de plátano (*M. balbisiana*).
- Determinar la degradabilidad ruminal *in situ* de la materia orgánica (MO) del ensilaje de maíz forrajero (*Z. mays*) con niveles de inclusión de cáscara de plátano (*M. balbisiana*).
- Evaluar la Cinética ruminal del ensilaje de maíz forrajero (*Z. mays*) con niveles de inclusión de cáscara de plátano (*M. balbisiana*).

1.3 Justificación.

Los rumiantes en el trópico basan su alimentación en el consumo de forrajes, por ello es necesario determinar tanto el contenido nutricional como la digestibilidad de los alimentos, con el fin de estimar nutrientes y la cantidad aprovechada por el animal. Sin embargo, su crecimiento y productividad está influida por las condiciones climáticas existentes, principalmente, por la distribución anual de las lluvias, que, unido a otros factores del medio ambiente y de manejo, repercuten en estos que no reflejen totalmente su potencialidad productiva y nutritiva (8).

Además, el principal subproducto del proceso industrial del plátano, es la cáscara la cual representa aproximadamente el 30% del peso del fruto; es rica en fibra dietética, proteínas, aminoácidos esenciales, ácidos grasos poliinsaturados y potasio; entre los esfuerzos para utilizar la cáscara se han obtenido proteínas, metanol, etanol, pectinas y enzimas (9). En base a los antecedentes expuestos, la presente investigación tiene como finalidad comprobar la inclusión de niveles de residuos de cáscara de plátano como una fuente suficiente de aporte nutricional y la estabilidad aeróbica del ensilaje de maíz.

CAPÍTULO II

2 FUNDAMENTO TEÓRICO DE LA INVESTIGACIÓN

2.1 Marco conceptual.

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 (10).

Cáscara

Los residuos agroindustriales son un tipo de biomasa generada principalmente por el procesamiento de materiales orgánicos, que provienen del manejo de animales, cultivo de plantas y procesamiento de frutas y verduras (11).

Maíz

El maíz (*Zea mays*), es una planta anual originaria de México y Centroamérica. Actualmente se cultiva en todo el mundo y es utilizado tanto para la alimentación humana como animal (12)

Degradabilidad *in situ*

La degradabilidad hace referencia a la cantidad de alimento que se descompone en sus elementos integrantes, mediante procesos biológicos o químicos (13).

Cinética ruminal

La cinética de la degradación y de pasaje de las fracciones nutricionales en el rumen es similar a la de los cuerpos que se desplazan con una aceleración variable (14).

2.2 Marco referencial.

2.2.1 Maíz.

El ensilaje de forraje verde es una técnica de conservación que se basa en procesos químicos y biológicos generados en los tejidos vegetales en un medio de anaerobiosis adecuada, a través del cual es posible obtener un alimento succulento y con valor nutritivo muy similar al forraje original. Así, las producciones ganaderas intensivas a pasto requieren disponer de un mayor capital de trabajo para lograr cumplir al menos con dos objetivos: el incremento de la carga animal en los sistemas y la producción durante todo el año. En la época invernal, el crecimiento de las pasturas perennes descende marcadamente por las bajas temperaturas y la escasa radiación solar, situación que puede remediarse, entre otras opciones, con la inclusión de ensilaje (14).

2.2.1.1 El maíz para ensilaje.

El maíz para ensilaje presenta una alta demanda de nutrientes y agua, por lo que a la hora de planificar su cultivo se requiere de un planteo técnico que permita cubrir estas necesidades. Los requerimientos de fertilización de un maíz destinado a ensilaje son los mismos que los de grano, pero es importante tener en cuenta que se está picando la planta entera, por lo que la exportación de nutrientes a través de la materia seca es mayor que si sólo se cosecha grano, debiendo ajustarse la misma para evitar un balance negativo. La alta calidad de materia seca está compuesta por una parte vegetativa (tallos más hojas) y una reproductiva (espiga). La producción de granos es fisiológicamente mucho más exigente que la de tallos y hojas, por lo tanto, se debe optimizar todos los factores que permitan expresar el máximo rendimiento ya que ante una limitación, la componente reproductiva será la más afectada en comparación con la de tallos y hojas (15).

2.2.2 El ensilado.

El ensilaje es un método de preservación para el forraje húmedo y su objetivo es la conservación del valor nutritivo del alimento durante el almacenamiento. En las ganaderías modernas los forrajes son segados en la fase donde el rendimiento y el valor

nutritivo están al máximo y se ensilan para asegurar un suministro continuo de alimento durante el año (16).

Los resultados indican que a medida que avanza el porcentaje de materia seca, la digestibilidad de la planta entera de maíz observa un incremento sostenido, pasando de 65% a 69% durante todo el periodo evaluado (desde 30% MS hasta 42% MS). A medida que la ventana de picado avanza hacia el 40% de MS, se produce una constante caída de la FDA y un incremento del almidón en la espiga. Esto nos indica claramente que a medida que avanza el porcentaje de MS, se incrementa la oferta de energía (Mcal EM/kg MS) por el aporte de almidón que hacen los granos. Se debe considerar que en los años donde el rendimiento en grano no se ve afectado por condiciones agroclimáticas, el mayor incremento de digestibilidad observada en la planta entera se debe al aporte realizado por el grano y el contenido de almidón que aumenta en éste (10).

A medida que el cultivo va perdiendo humedad y avanza el estadio fenológico del cultivo, se logra un incremento en la oferta de materia seca por hectárea. A partir de estos resultados se puede indicar que, picando en estadios más avanzados, es posible incrementar la energía de las dietas sin la necesidad de aumentar la proporción de grano extra incorporado a las mismas, aumentando directamente el aporte de energía ofrecido por el ensilaje utilizado. De esta manera, aun en casos en que la digestibilidad de la parte vegetativa de la planta (stover) observe una leve reducción, lo que determina un incremento en la digestibilidad de planta entera y en la Materia Seca obtenida por hectárea es el grano, reportando siempre ventajas nutricionales en la medida que se avanza en el estadio vegetativo (10).

Esta tecnología permite aumentar la rentabilidad mediante la disminución de los costos. Analizando económicamente la viabilidad de aplicación de esta tecnología de ensilaje seco, si se tiene en cuenta el incremento de MS que llega a la boca de los animales sumado a la factibilidad y facilidad de consumo de este forraje, el aumento en el contenido de MS del 30% al 42%, arrojaría el resultado que detallamos a continuación. Considerando un caso de 40 hectáreas con un rendimiento de 25.000 kg de MV/ha picadas al 30% de MS, arrojan 300.000 kg de forraje con 2,34 Mcal EM/kg/MS y un potencial de producción de 37.950 kg de carne con ese forraje (10).

Si el momento de cosecha, en cambio, se lleva a 42% de MS, se obtendrán 420.000 kg/MS con más energía por acumulación de almidón en grano y más digestibilidad, 2,49 Mcal/kg/MS, con lo que el potencial de producción se incrementa a 56.500 kg de carne con ese forraje. Este diferencial de cantidad más calidad de forraje, arroja una diferencia de potencial de producción de 463 kg de carne por hectárea. Si bien la estimación de energía disponible para producción se incrementa cuando se avanza en el estadio de madurez del cultivo y este dato es irrefutable como lo demuestran los ensayos realizados, es probable que el incremento de MS/ha no sea siempre lineal, pero nunca quedan dudas de la ventaja en términos energéticos. Aún con una cuantificación económica reducida o con un año en donde los cultivos solamente incrementen energía y no (MS) masa seca por hectárea, la conveniencia de demorar el momento de picado es indiscutible por dos razones: (17)

- Se necesita menos kg de ensilaje para producir la misma cantidad de Kg de carne/ha
- Se necesita menos kg de grano extra aportados para alcanzar la misma proporción energética en las dietas elaboradas a base de ensilajes cosechados en estadios avanzados de maduración (17).

2.2.2.1 Ventajas.

Las principales ventajas del ensilado son:

- La cantidad de comida disponible para suministrar de forma inmediata y constante durante todos los días del año (18).
- Para los animales es muy digestible y palatable, y tiene efectos beneficiosos sobre el aparato digestivo (18).
- La calidad del alimento es por lo general estable, de este modo se cosechan los forrajes en su punto óptimo de nutrientes y se puede almacenar en este estado por varios meses y aun años (18).
- El ensilaje permite que los carbohidratos (azúcares) sufran transformaciones, las cuales forman dióxido de carbono y ácidos orgánicos (como ácido propiónico producto de la digestión) de muy fácil absorción por el animal. Permite el uso más racional del suelo (18).

- La distribución del forraje puede hacerse muy fácilmente. Los días de lluvia no son problema para la distribución inmediata y puntual de la comida.
- Se reducen las pérdidas por mal tiempo o estado de desarrollo del cultivo (18).

2.2.2.2 Desventajas.

- Requiere la selección de forraje apropiado. (18)
- Se trabaja con material con alto contenido en humedad, pesado, lo cual dificulta las operaciones, especialmente si deben realizarse a mano, en ausencia de máquinas (18).
- El forraje debe cortarse con una humedad apropiada, para evitar una fermentación butírica no deseable, causadas por bacterias Clostridium (18).
- Se debe suministrar rápidamente después de retirado del sitio para evitar pudriciones (18).

2.2.3 Prácticas de manejo.

Las prácticas de manejo como la elección del ciclo del híbrido, fecha y densidad de siembra, fertilización y el riego tendrán una acción directa sobre la producción de follaje, la capacidad de interceptar la radiación incidente y en consecuencia sobre la cantidad (rendimiento de materia seca) y la calidad de materia seca producida. A la hora de determinar qué híbrido sembrar, primero habría que definir cuál es el requerimiento de nuestro sistema de producción. Sobre la base de esto, algunos sistemas requieren ensilajes que posean una alta concentración energética, otros precisan lograr el mayor volumen de materia seca producida (ensilajes voluminosos) y existen aquellos que buscan ensilajes equilibrados en cuanto a grano y hoja más tallo (17).

En un ensayo realizado en la EEA Valle Inferior, llevado a cabo en conjunto con la Universidad Nacional de Lomas de Zamora, se evaluó la aptitud forrajera de 40 híbridos de maíz implantados en Viedma sin limitaciones hídricas ni nutricionales sembrados a mediados de octubre. El rendimiento medio de materia seca para todos los híbridos se ubicó en 23 toneladas por hectárea, con un valor de materia verde promedio de 65 toneladas por hectárea, presentando diferencias principalmente debido

a si los ciclos de los híbridos son largos, intermedios o cortos. Con respecto a la aptitud forrajera se analizó la digestibilidad, la proteína bruta, la energía y la fibra detergente ácida y neutra de tallos, hojas y mazorca del forraje en el momento óptimo de corte (35% de materia seca) y observándose que los que más energía digestible rindieron no son, principalmente, los que más materia seca produjeron. El rendimiento por hectárea está muy influenciado por el ciclo del híbrido, por la densidad de siembra, la altura de la planta y el momento de cortapicado. El mayor aporte de energía del ensilaje (megacalorías por kg) está dado, principalmente, por la cantidad de grano y por el contenido de almidón del mismo. Las condiciones ambientales durante el crecimiento del cultivo son el principal factor de influencia sobre la digestibilidad de la fibra detergente neutro (FDN) (17).

Es por esto que debemos elegir aquellos híbridos que mejor se ajusten a nuestro planteo productivo, seleccionando aquellos con una alta producción de materia seca por hectárea con destino cría y para la terminación de novillos o vacas lactantes los que posean la mayor concentración de energía digestible por hectárea con bajos valores de FDN. Conocer estos parámetros para la elección de híbridos es primordial. Sin embargo, es una información que, por el momento, no siempre se encuentra disponible. Es importante tener en cuenta que, si se tiene un ensilaje de excelente calidad, pero de baja producción de materia seca, cuando en los valles existen las condiciones óptimas para la plena expresión de los híbridos, no permitirá maximizar la rentabilidad de nuestro sistema de producción. Obtener ensilajes con la mayor cantidad de materia seca y de óptima calidad ayudará a reducir considerablemente los costos de alimentación e incrementar la producción de carne o leche (17).

2.2.3.1 Picado.

Un punto clave para conservar la calidad que posee la planta de maíz en el campo y mantenerla en el ensilaje es la cosecha, que en su gran mayoría en la zona se realiza a través de contratistas, por lo que el momento de picado está altamente influenciado por la disponibilidad de éstos en tiempo y forma y por las condiciones meteorológicas, incurriéndose normalmente en pérdidas de calidad por atrasos en dicho momento. La alternativa de equipo propio sólo es viable para productores de gran escala o para aquellos que logran algún nivel de asociativismo compartiendo la maquinaria (en su

mayoría equipos usados en buen estado) además de tener una adecuada planificación de las tareas (15).

Los contratistas rurales especializados en la confección de ensilaje disponen de equipos de mayor escala. (17) Por lo general cuentan con picadoras autopropulsadas de tracción hidrostática con un ancho de trabajo que al menos triplica la capacidad en relación con los equipos de arrastre, el traslado del material picado lo realizan con camiones volcadores de mayor cubicaje y agilidad que los vagones forrajeros, además de disponer de embolsadoras autopropulsadas de al menos 9 pies. Los tiempos operativos del picado por las condiciones en que se cultiva en los valles son superiores a otras zonas, situación que eleva sus costos. Sin embargo, las altas tarifas tienden a disminuir cuando los rendimientos obtenidos son altos (17).

2.3 Residuos del plátano.

El plátano es uno de los cultivos más importantes en el mundo. En el año 2013 se produjeron 106 millones de toneladas y la mayoría de la producción se concentró en dos continentes, Asia (57%) y América (26%), pero se le conoce y consume a nivel mundial por su disponibilidad a lo largo de todo el año (19).

En la cosecha se corta la planta para descender el racimo, generándose como residuos lignocelulósicos el tallo y las hojas. Una vez que el racimo llega a la planta de empaquetado se genera otro residuo, el raquis del racimo. (19) La relación entre residuo y producto de plátano es de 2:1. Los residuos lignocelulósicos se dejan sobre el suelo o se llevan a vertederos a cielo abierto. Además, se genera otro residuo, que es el fruto descartado que no ha logrado alcanzar los estándares de calidad para la venta y la exportación. El índice de rechazo puede variar entre el 8% y el 20% (19).

Los investigadores de la UPM, analizaron el caso de estudio de Ecuador por ser este país el mayor exportador de plátanos (cubre el 29% de las exportaciones a nivel mundial). Para realizar la investigación se emplearon sistemas de información geográfica. El muestreo y el levantamiento de datos se realizó en campo, en la provincia de El Oro, para determinar la relación de residuo y producto; y la

composición química de la biomasa y su poder calorífico inferior se estudió en laboratorio (19).

Con toda esta información se determinó que Ecuador cuenta con 224.137 hectáreas dedicadas al cultivo, de las cuales 59.914 se encuentran concentradas en la zona noroccidental de la provincia de El Oro. A través de información secundaria se estimó que el transporte de la biomasa es viable hasta una distancia máxima de 20 kilómetros, se restringió la cantidad de biomasa que se puede utilizar con fines energéticos y finalmente, se fijaron dos puntos candidatos de emplazamiento de plantas de generación de energía eléctrica a partir de la biomasa lignocelulósica y de producción de bioetanol a partir del rechazo de plátano (19).

Propiedades funcionales de la cáscara de plátano El principal subproducto del proceso industrial del plátano, es la cáscara la cual representa aproximadamente el 30% del peso del fruto; (20) las aplicaciones potenciales para la cáscara de plátano dependen de su composición química (21).

2.4 Proceso de ensilaje.

El proceso de ensilaje puede ser dividido en cuatro fases principales:

- Aeróbica: la respiración y proteólisis por parte de las enzimas propias de la planta. Estos pueden ser reducidos optimizando la longitud de la partícula y logrando una buena compactación del material. Esta fase toma cerca de 3 días bajo condiciones normales de ensilaje (22).
- Fermentación: la acidificación es causada principalmente por el ácido láctico producido por las bacterias acidolácticas (LAB). Esta fase toma entre 2 y 3 semanas. Bajo condiciones de anaerobiosis, las bacterias ácido lácticas producen cantidades considerables de ácido láctico, haciendo que el pH disminuya, inhibiendo así el crecimiento de microorganismos indeseables. Las LAB pueden fermentar el sustrato homofermentativo (solo ácido láctico) o heterofermentativo (ácido láctico + ácido acético) (22). Sin embargo, las LAB representan sólo entre el 0,1 al 1,0% de la microflora normal epifítica. Es por ello que el uso de inoculantes bacterianos, para asegurar la fermentación ha incrementado en los últimos años (ver debajo Inoculantes de ensilados) (22).

- Estabilidad: la fermentación se detiene debido a la falta de sustratos fermentables como los carbohidratos, y el pH permanece constante, dependiendo de las condiciones de anaerobiosis creadas (22).
- Apertura del silo: una vez abierto el silo, y durante la etapa de suministro del mismo a los animales, determinadas capas de ensilado quedan expuestas al oxígeno. Los microorganismos aeróbicos, principalmente levaduras y hongos, crecen y consumen materia seca (azúcar, ácido láctico y otras sustancias químicas), produciendo calor y altas pérdidas (CO₂ y H₂O). Esta fase es decisiva porque las pérdidas de nutrientes pueden ser considerablemente altas. Los ácidos alifáticos (acético, propiónico y butírico) de cadena corta inhiben el crecimiento de levaduras y hongos, y esta es la razón por la cual son utilizados los inoculantes biológicos que contienen bacterias heterofermentativas (22).

La respuesta a los aditivos no sólo depende del tipo de forraje que va a ser tratado, sino también del contenido de material seco (MS), del contenido de azúcares y la capacidad buffer del material original. Las características principales de los inoculantes incluyen: tasa de crecimiento rápida (para competir con otros microorganismos), tolerancia a bajos valores de pH, habilidad para reducir el pH rápidamente, ausencia de acción sobre los ácidos orgánicos, habilidad para tolerar un amplio rango de temperatura, habilidad para crecer en materias primas con alto contenido de materia seca, ausencia de actividad proteolítica y habilidad para hidrolizar el almidón. (23).

2.5 Investigaciones con maíz y residuos.

a) Producción de materia seca

La conservación de la planta entera de maíz bajo forma de silo se basa en la fermentación por bacterias de los carbohidratos solubles en agua y en la degradación de componentes proteicos en compuestos nitrogenados no proteicos. La tasa y frecuencia con la cual se producen estos procesos está afectada principalmente por el contenido de materia seca del cultivo. En el momento de ensilar, el contenido de materia seca de la planta entera de maíz está determinada por el genotipo y densidad de plantación, entre otros, que a su vez se relaciona con el momento fisiológico de

cosecha. El rendimiento de materia seca del maíz crece a medida que avanza el estado de madurez del cultivo (24).

Expresado como porcentaje de materia verde, la cantidad de material ensilado tiende a aumentar desde el estado de grano lechoso a grano pastoso - duro, y a decrecer a partir del estado de grano maduro, con un efecto negativo sobre las características del ensilaje. La planta de maíz acumula materia seca rápidamente después del desarrollo inicial de las hojas, alcanzando un máximo cuando la planta llega a su madurez fisiológica (24).

La máxima acumulación de materia seca en planta completa se obtiene cuando el maíz tiene un 44% de materia seca, observando además que, la digestibilidad permanece relativamente constante en un rango de 34 a 44% de la materia seca (25).

La acumulación de materia seca por hectárea aumenta, desde el estado de grano lechoso a estado pastoso, principalmente por un incremento en el peso de las mazorcas, lo que indica que existe una transferencia de productos de la fotosíntesis para el desarrollo de ellos (25).

Existen evidencias que la disminución del aporte de las cañas a la materia seca total de las plantas de maíz se debe a la translocación de los productos de la fotosíntesis, principalmente carbohidratos solubles en agua, como glucosa, sacarosa y fructosa, que se mueven del tallo a la mazorca, donde se depositan como almidón durante el período de llenado de grano (26).

Algunos autores evaluaron en plantas espigadas que, la contribución del tallo al rendimiento de materia seca en la planta entera declina desde un 42 por ciento, a los 30 días luego de la antesis, hasta un 26 por ciento en el momento de la cosecha. En varios estudios se determinó que las hojas y la chala representan aproximadamente el 24% del total de la materia seca en la planta entera. Por otro lado, la materia seca del grano, incrementa desde un 20 a 25 por ciento, en el mismo período, hasta llegar a representar el 50% del total de la materia seca de la planta entera al momento de la cosecha. El máximo consumo de materia seca por animal se obtiene cuando el ensilaje tiene entre 30 y 40 por ciento de materia seca (27).

2.6 Proceso de degradabilidad.

2.6.1 Degradabilidad *in situ*.

La estimación de la degradabilidad *in situ* a través de las diferentes metodologías propuestas a nivel mundial, tiene como objetivo evaluar algunas características como la tasa y magnitud de la ingestión de alimentos, las cuales están relacionadas con la calidad nutritiva de los forrajes, y puede dar un indicativo del aporte de nutrientes de las diferentes fuentes alimenticias utilizadas en los rebaños bovinos (28).

La degradabilidad *in situ* tiene como objetivo medir la desaparición de la materia seca y materia orgánica, el nitrógeno u otro nutriente de los alimentos sometidos al efecto del ambiente ruminal; pues, los alimentos son colocados en bolsas que se incuban en el rumen, a través de una cánula permanente en el saco dorsal de este órgano (González, Lozano, Hernández, Orozco, & Holguín, 2015). La utilización de este método para evaluar el rango de degradabilidad ruminal de las proteínas, incubando varias bolsas para obtener una evaluación cinética de la degradación (Mehrez & Ørskov, 1977). Los datos de la cinética de degradación permiten mejorar la estimación del valor nutritivo de los alimentos, tanto, *in vitro* como *in sacco* (Ørskov, Reid, & Kay, Prediction of Intake of Cattle from Degradation Characteristics of Roughages, 1988). Esta consideración dinámica mejoró marcadamente el potencial de esta técnica, en la evaluación de forrajes (Ørskov, DeB-Hovell, & Mould, 1980).

El método *in situ* se asemeja al método *in vivo* en todo, excepto en la falta de masticación, la rumia y el paso del alimento a través del tracto posterior. La parte del alimento que desaparece más rápidamente durante las primeras horas de incubación *in situ* corresponde a la parte soluble y a partículas más finas de dicho alimento (González, Lozano, Hernández, Orozco, & Holguín, 2015). Esta parte soluble puede representar una proporción considerable de nutrimentos, en particular de nitrógeno en el caso de forrajes fermentados (Nocek & Grant, Characterization of In Situ Nitrogen and Fiber Digestion and Bacterial Nitrogen Contamination of Hay Crop Forages Preserved at Different Dry Matter Percentages, 1987). Por ello, varios investigadores han optado por lavar las bolsas con la muestra, previa fermentación, para eliminar la

fracción soluble y, además, simular la salivación (González, Lozano, Hernández, Orozco, & Holguín, 2015)

La degradación de muestras incubadas, en ovinos como en bovinos, no tiene diferencia, sin embargo, el uso de bovinos tiene la ventaja de permitir un mayor número de bolsas y de más tamaño por periodos (Ørskov, 1992). El método de digestión *in situ* ha sido utilizado en diferentes especies de animales incluyendo vacas, novillos, borregos, caprinos, caballos y conejos (French, Prine, & Kroude, 1987) conociendo que los ovinos tienen una mayor proporción de nitrógeno en el rumen proveniente del amoníaco y menor contenido de ácidos grasos volátiles, mientras, el pH ruminal y la tasa de dilución de líquidos son similares a los bovinos. Empero, valores promedio mayores de retención de sólidos se encuentra en el rumen de bovinos que en ovinos (26 y 17.4 h, respectivamente) (Prigge, Baker, & Varga, 1984). Mientras, las diferencias específicas en la digestibilidad entre y dentro de las especies están relacionadas con el tiempo de retención en el rumen del animal utilizado, siendo la mayor fuente de variación en esta técnica (Mehrez & Ørskov, 1977).

Por otro lado, una muestra debe ser incubada como mínimo en tres animales para ofrecer una estimación precisa en un tiempo de incubación. Para ajustar y reducir la variación en la digestibilidad con el método *in situ* entre animales donantes o huéspedes debe considerarse el estado fisiológico, la dieta y la variación asociada al tiempo de incubación. Se debe utilizar un alimento estándar y seguir una secuencia fija al remover las bolsas del rumen, cuando la incubación se efectúa comparando diferentes tiempos. Pues, se pretende que la dieta de los animales sea igual al alimento evaluado, pero como eso no siempre es posible, lo correcto es garantizar un ambiente ruminal estable (González, Lozano, Hernández, Orozco, & Holguín, 2015).

En este sentido, algunos investigadores han demostrado que la población microbiana, específica del rumen de acuerdo a lo que el animal ingiere, aumenta de forma curvilínea con el tiempo de incubación ruminal. Esto indica que las bacterias están continuamente adhiriéndose a las partículas de alimento hasta un momento en

particular durante la exposición ruminal (Nocek, In Situ and Other Methods to Estimate Ruminant Protein and Energy Digestibility: a Review, 1988). En el método *in situ* las bacterias entran en las bolsas más rápidamente y en mayor número cuando los animales huéspedes (vacas fistuladas) son alimentados frecuentemente (Meyer & Mackie, 1986).

La dieta es el principal factor que determina la cantidad y tipo de microorganismos que se encuentran en el rumen y, por lo tanto, el grado de digestión de los nutrientes dietarios; por ejemplo, la alimentación con dietas altas en concentrados con un elevado contenido de carbohidratos fermentables reduce el pH ruminal y causa un cambio en la población microbiana, aumentando los organismos amilolíticos y disminuyendo los celulolíticos (Lindberg, The Effect of Basal Diet on the Ruminant Degradation of Dry Matter, Nitrogenous Compounds and Cell Walls in Nylon Bags, 1981).

Las muestras de alimento que se someten a pruebas de digestibilidad *in situ* están en íntimo contacto con los microorganismos ruminales, por tal motivo, es muy importante que se encuentren en el rumen aquellos microorganismos capaces de digerir el tipo de alimento evaluado, por lo cual, es necesario proporcionar una dieta adecuada para favorecer su crecimiento (Nocek, 1988)..

El grado de digestión de la pared celular de diferentes forrajes disminuyó al aumentar el contenido de almidón en la dieta de 0 a 80%. Algunos estudios (Lindberg, The Effect of Basal Diet on the Ruminant Degradation of Dry Matter, Nitrogenous Compounds and Cell Walls in Nylon Bags, 1981; Lindberg, 1983) indican que dietas altas en concentrados disminuyen la digestibilidad de la fibra, en el caso de forrajes también puede disminuir la digestibilidad del nitrógeno; sin embargo, los residuos bacterianos también pueden afectar esta interpretación (Nocek & Grant, Characterization of In Situ Nitrogen and Fiber Digestion and Bacterial Nitrogen Contamination of Hay Crop Forages Preserved at Different Dry Matter Percentages, 1987).

La curva debe mostrar la degradación de la muestra contra el tiempo; pues, se asume que desaparición es sinónimo de degradación. Sin embargo, hay casos en que esta asunción no es válida; por los sustratos muy solubles en agua (Ørskov, 1992). Por

tanto, se han informado algunas ecuaciones para describir la curva de degradación ruminal, la primera y más utilizada es la planteada (Ørskov & McDonald, 1979)

Los valores de a, b y c son la base para determinar el potencial alimenticio de los forrajes, y para recomendar las estrategias de alimentación. El potencial alimenticio indica el consumo de energía digestible relativo al mantenimiento de un bovino de carne de razas europeas (Ørskov, 1993; IFRU (International Feed Resources Unit) , 1997). Este potencial puede equipararse a un índice, valor que indica el consumo relativo o productividad posible de los alimentos; no obstante, se requiere de mayor información para dar validez a este enfoque; sin embargo, parece ser prometedor al analizar información de diferentes lugares con grandes diferencias de recursos alimenticios y tipos de animales (Ørskov, 1998).

Para determinar la digestibilidad *in situ* de alimentos en el rumen, proponen utilizar bolsas con tamaño de poro de 40 a 60 μm , que el tamaño de partícula de la muestra se encuentre entre 1 y 2 mm antes de ser incubada y que la relación entre la superficie de la bolsa y el tamaño de la muestra sea de 10 a 20 mg/cm^2 . En cuanto a los animales empleados, deben ser homogéneos en el peso, edad y sexo. Si no es posible proporcionar la dieta evaluada, se debe ofrecer una con 50% de forrajes y 50% de concentrados. Además, las bolsas se deben colocar a una distancia adecuada dentro del rumen, de acuerdo a la especie empleada y permanecer el tiempo necesario para permitir su degradación ruminal. En cereales y suplementos proteínicos, se considera conveniente incubarlos hasta por 24 a 48 h y en forrajes hasta por 72 a 96 h, para determinar la máxima degradación del alimento a nivel ruminal (González, Lozano, Hernández, Orozco, & Holguín, 2015).

CAPÍTULO III
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Localización.

La presente investigación se realizó en el laboratorio de Rumiología del Campus Experimental “La María”, Facultad de Ciencias Pecuarias, Universidad Técnica Estatal de Quevedo (FCP-UTEQ). Localizada en el kilómetro siete de la vía Quevedo – El Empalme, Provincia de Los Ríos, se encuentra ubicada entre las coordenadas geográficas: 01°, 06’ de latitud sur y 79°, 29’ de longitud oeste, a una altitud de 73 msnm.

Tabla 1 Condiciones agroclimáticas del Cantón Mocache, Provincia de Los Ríos.

Parámetros	Promedio
Temperatura °C	25.80
Humedad relativa,%	85.84
Precipitación, anual. Mm	2223.78
Heliofanía, horas/ luz /año	898.77
Evaporación, promedio anual (%)	78.30
Zona ecológica	bh – T
Topografía	Ligeramente Ondulada

Fuente: Departamento Agro meteorológico del INIAP. Estación Experimental Tropical Pichilingue.

3.2. Tipo de investigación.

Investigación de campo. - El objetivo se centró en controlar el fenómeno a estudiar, emplea el razonamiento hipotético-deductivo. Emplea muestras representativas, mediante técnica estadística paramétrica como estrategia de control y metodología cuantitativa para analizar los datos.

3.3. Métodos de investigación.

Para este proyecto investigativo se utilizó los métodos inductivos, deductivos y de síntesis, con el fin de establecer los lineamientos más idóneos para determinar diferencias de la degradabilidad *in situ* entre los niveles de inclusión de cáscara de plátano.

Se realizaron pruebas de degradabilidad ruminal *in situ* de la materia seca (MS), materia orgánica (MO) y materia inorgánica (MI).

3.3.1. Método inductivo.

Mediante este método se realizó la recolección de información de manera independiente de varias fuentes académicas y publicaciones de archivos científicos netamente confiables.

3.3.2. Método deductivo.

El método de deducción fue indagar sobre el tema y principios desconocidos enfocándose a los parámetros conocidos y aplicar sobre la base de la descripción de toda la investigación realizada.

3.4. Fuentes de recopilación de información.

3.4.1. Fuentes primarias

La observación directa y el análisis de los datos obtenidos en campo permitieron obtener información precisa sobre el problema de la investigación, este tipo de información está considerada como fuente primaria de información.

3.4.2. Fuentes secundarias

Las fuentes secundarias de información corresponden a la información recopilada de fuentes confiables de revistas indexadas e internet, además de información de libros y manuales de acuerdo a la sistematización de la investigación.

3.5. Diseño de la investigación.

Al considerar que los animales fistulados de raza brahman que se usaron en la investigación presentaron condiciones heterogéneas tales como edad, peso y alimentación en pastoreo, para el estudio se aplicó un diseño de bloques completamente al azar (DBCA), con cinco tratamientos y tres bloques donde cada animal representa el bloque, para determinar las diferencias de las medias se utilizó el proceso de rango múltiple de Tukey ($P \leq 0,05$), y el modelo estadístico del diseño que se aplicó, es el siguiente:

3.6. Modelo Matemático.

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

Donde:

Y = variable de respuesta de interés.

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

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

β = es el efecto del bloque j -ésimo,

ε = es el error experimental o perturbación,

i = i -ésimo tratamiento

j = j -ésima repetición

3.7. Esquema del análisis de Varianza.

Tabla 2 Esquema de análisis de varianza

Fuente de variación	Grados de libertad	
Tratamientos	$t - 1$	4
Bloque	$b - 1$	2
Error experimental	$(t - 1)(b - 1)$	8
Total	$tb - 1$	14

3.8. Instrumentos de investigación

3.8.1. Equipos y materiales

- Prensa hidráulica
- Balanza gramera electrónica
- Balanza analítica (0,0001g)
- Mufla Thermo Scientific (600 °C)
- Desecador con silica gel
- Estufa Memmert (65 °C)
- Molino Thomas Willy-2mm criba
- Picadora de pasto eléctrica
- Tamiz de 500 micrómetros
- Desecador

3.8.2. Materiales utilizados en el campo.

- 3 bovinos brahman fistulados
- 200 kg maíz forrajero (*Zea mays*)
- 200 kg de cáscara de plátano (*Musa balbisiana*)
- 25 microsilos de tubos de PVC
- 25 crisoles
- 280 bolsas Ankon 10x5cm
- 25 bandejas de aluminio
- 500 ligas
- 1 rollo de fundas
- 1 marcador de tela
- 1 rollo de piola
- 1 mandil
- Guantes quirúrgicos
- Botiquín de primeros auxilios

3.9. Tratamientos.

Se estudiaron cinco tratamientos con diferentes niveles de cáscara de plátano en tres bloques, en esta investigación se empleó para conocer el nivel de cáscara de plátano más apropiado y cual obtiene mayor degradabilidad en cada uno de los siete tiempos de inserción de las bolsas dentro del rumen de los animales.

3.9.1. Esquema del experimento.

Tabla 3 *Esquema del experimento*

TRATAMIENTO	NIVELES DE RESIDUO	NÚMEROS DE REPETICIONES
T1	100 % Maíz forrajero	3
T2	75% Maíz forrajero + 25% Cáscara de plátano	3
T3	50% Maíz forrajero + 50% Cáscara de plátano	3
T4	25% Maíz forrajero + 75% Cáscara de plátano	3
T5	100% Cáscara de plátano	3

Elaborado: Autor

3.10. Variables estudiadas.

3.10.1. Degradabilidad ruminal *in situ*.

Se determinó la degradación ruminal *in situ* de la materia seca (MS), materia orgánica (MO) y materia inorgánica (MI) de cada tratamiento en los siete tiempos de incubación con la siguiente fórmula:

$$\%DIS_{MS;MO;MI} = \frac{M_{pre} - M_{post}}{M_{pre}} \times 100$$

Donde:

$\%DIS_{MS;MO;MI}$: Porcentaje de degradación *in situ* de la MS, MO o MI

M_{pre} : Materia pre-incubada

M_{post} : Materia post-incubada

3.10.2. Materia seca.

Se determinó el porcentaje de materia seca de cada tratamiento antes y después de la incubación sometiendo a las muestras al secado en estufa de aire forzado a 65°C por 48 horas.

Para la composición y cálculos de degradabilidad el porcentaje se calculó con la siguiente fórmula:

$$\%MS = \frac{M_{inicial} - M_{final}}{M_{inicial}} \times 100$$

Donde:

$\%MS$: porcentaje de materia seca

$M_{inicial}$: Muestra inicial antes del secado

M_{final} : Muestra final posterior al secado

3.10.3. Materia Orgánica.

El análisis químico proximal (AQP) se realizó de acuerdo a los métodos descritos por la (31) por el método de incineración en seco en mufla hasta 600°C por tres horas, posterior al análisis de MS. El porcentaje de materia orgánica se determinó con la siguiente formula:

$$\%MO = \frac{W_{MS} - W_{mcal}}{MS} \times 100$$

Donde:

$\%MO$: Porcentaje de materia orgánica

W_{MS} : Crisol más muestra seca

W_{mcal} : Crisol más muestra calcinada

3.10.4. Materia inorgánica.

Cenizas. - El análisis químico proximal (AQP) se realizó de acuerdo a los métodos descritos por la (31) por el método de incineración en seco en mufla hasta 600°C. El porcentaje se determinó empleando la siguiente formula:

$$\%MI: 100 - \%MO$$

Donde:

$\%MI$: Porcentaje de materia inorgánica

$\%MO$: porcentaje de materia orgánica

3.11. Procedimiento experimental.

Para el efecto de la investigación se recolectó el material a ensilar a los 60 días de edad. Se utilizó cáscara de plátano como aditivo en niveles de 25, 50, 75 y 100% por silos experimentales.

Los silos experimentales fueron construidos de tubos PVC (10 cm de diámetro por 30 cm de alto) provistos con una válvula Bunsen en la tapa y una manguera para extracción de efluentes en la base. La compactación se realizó con una compresora de

tipo prensa giratoria, se selló con tornillos y cinta de embalaje para evitar el ingreso de aire. Se colocaron sobre pallets de madera y se colocaron botellas con agua, en la manguera para la recolección de efluentes.

El proceso de fermentación anaeróbica tuvo una duración de 80 días, posteriormente se extrajeron muestras que luego fueron secadas en una estufa con aire forzado a 65°C por 48 horas para determinar la humedad y materia seca parcial, para posteriormente molerlos en un molino Thomas Willy con criba de 2mm, se almacenó en fundas plásticas con su respectiva rotulación para luego realizar los análisis químicos de materia seca, materia orgánica, materia inorgánica, proteína bruta, fibra detergente neutra, fibra detergente ácida respectivamente.

3.12. Mediciones experimentales.

Las variables que se utilizaron fueron evaluadas antes y después de ser destapados los microsilos, estas son: degradabilidad, materia seca (MS), Materia Orgánica (MO), Materia Inorgánica y Cinética Ruminal.

3.13. Manejo del experimento.

La presente investigación se realizó en el Campus Experimental “La María”, Facultad de Ciencias Pecuarias, Universidad Técnica Estatal de Quevedo (FCP-UTEQ). Localizada en el km siete de la vía Quevedo – El Empalme; después del corte del forraje de maíz se usó la picadora de pastos al igual que la cáscara de plátano, para mayor eficiencia en la compactación, se mezcló uniformemente de acuerdo a cada tratamiento, para el ensilado se utilizó microsilos construidos de tubos PVC (10 cm de diámetro por 30 cm de alto) provistos con una tapa conteniendo una válvula Bunsen, se utilizó maíz forrajero con diferentes niveles de inclusión de cáscaras de plátano durante los meses de marzo, abril y mayo del año 2019, los microsilos se realizaron bajo un diseño de bloques completo al Azar en el que se evaluó un tiempo de ensilados, se elaboraron cinco tratamientos con tres bloques. Cada microsililo al ser llenado se compactó para expulsar el aire contenido, para el sellado se empleó la tapa con cinta

de seguridad para evitar la entrada de aire, que fueron evaluados a los 90 días. Para la prueba de degradabilidad ruminal *in situ* de la materia seca (DISMS), se preparó una muestra correspondiente a cada tratamiento. La muestra se deseco en estufa (Memmert UN55, Memmert, Schwabach, Alemania) a 65 °C por 48 h. La DISMS se determinó utilizando la técnica de bolsa de nylon en tres bovinos castrados y fistulados del rumen de 500 kg±de peso vivo. Para cada corrida se utilizaron siete bolsas de nylon 10 x 21 cm y 53 mm de tamaño de poro, que contenían cada una 10 g de muestra molida, seis bolsas se suspendieron en la parte ventral del rumen, con una secuencia de incubación de 0, 3, 6, 12, 24, 48 y 72 h. La desaparición del material en la hora cero, fue estimada en la séptima bolsa sin incubar en el rumen, lavándola de la misma manera que las demás. Durante la prueba los bovinos fueron alimentados con pasto saboya a libre acceso. Posteriormente las bolsas fueron secadas en una estufa a 60 °C durante 48 h; el residuo de cada bolsa en cada periodo de incubación se determinó su contenido de MS, cuyo porcentaje de desaparición se estimó por diferencia

3.14. Tratamientos de los datos.

La información obtenida se tabuló en Excel y luego se importó al software estadístico InfoStat, aquí se evaluaron los tratamientos aplicados.

3.15. Recursos humanos.

- Director del proyecto de investigación Ing. Ítalo Fernando Espinoza Guerra, PhD.
- Estudiante y autor del Proyecto de Investigación: Harold Jafet Haón Gaybort

CAPITULO IV

4. RESULTADOS ESPERADOS

4.1. Resultados y discusión

4.1.1. Degradabilidad *in situ* de la materia seca (DISMS)

La degradabilidad *in situ* de la materia seca (DISMS) del ensilaje de maíz forrajero con niveles decrecientes (100, 75, 50 y 25%) de inclusión más niveles crecientes de cáscara de plátano (0, 25, 50, 75 y 100%) se presentan (Tabla 4), la DISMS a la hora 0 y 6 de incubación ruminal fue superior ($p < 0.05$) en el T1=ensilaje maíz 100% que obtuvo 31.49 y 54.74%, y en el T2=75% ensilaje maíz y 25% residuos de plátano obtuvo 28.63 y 53.18 %, seguido el T3=50% ensilaje maíz y 50% residuos de plátano con valores de 23.87 y 45.91%, pues, el T4=25% ensilaje maíz y 75% residuos de plátano obtuvo 20.04 y 42.20% y el T5=100% residuos de plátano fue inferior con 14 y 32.93%. En la hora 3 de incubación ruminal el T1 sobresalió con 36.12%, siendo significativo ($p < 0.05$) comparados con los tratamientos T2, T3, T4 y T5 (32.69, 29.80, 27.74 y 19.89% respectivamente). En el tiempo de incubación ruminal de 12 y 24 horas no presentaron diferencias significativas entre tratamientos ($p > 0.05$). A las 48 horas de incubación ruminal, los tratamientos T1, T2, T3 y T4 (70.85, 71.56, 70.59 y 70.37% respectivamente) presentaron diferencias ($p < 0.05$) con el T5 (66.46%), y por último a las 72 horas de incubación ruminal los T2 y T1 (72.16 y 72.08% respectivamente) presentaron diferencias frente a los T3, T4 y T5 (70.37, 69.80 y 67.62%). Los resultados obtenidos permiten determinar que a medida que se incrementa el nivel de residuo de cáscara de plátano disminuye la degradabilidad *in situ* de la materia seca, pues, a mayor cantidad de cáscara de plátano menor degradabilidad (Figura 1).

Tabla 4. Degradabilidad ruminal *in situ* de la materia seca del ensilaje de maíz (*Zea mays*) con niveles de inclusión de cáscara de plátano (*Musa balbisiana*)

Tiempo incubación (horas)	T1 Ensilaje Maíz 100%	T2 Ensilaje Maíz 75% + CP 25%	T3 Ensilaje Maíz 50% + CP 50%	T4 Ensilaje Maíz 25% + CP 75%	T5 Ensilaje CP 100%	EEM	CV (%)	P<
0	31.49a	28.63a	23.87b	20.04c	14.00d	0.65	4.76	<0.0001
3	36.12a	32.69ab	29.80bc	27.74c	19.89d	0.92	5.46	<0.0001
6	54.74a	53.18a	45.91b	42.20b	32.93c	1.03	3.88	<0.0001
12	59.85a	59.19a	59.04a	57.26a	56.22a	1.40	4.16	0.3930
24	67.98a	67.53a	66.88a	66.31a	65.90a	1.04	2.70	0.6306

48	70.85a	71.56a	70.59a	70.37a	66.46b	0.31	0.77	<0.0001
72	72.08a	72.16a	70.37ab	69.80b	67.62c	0.40	0.99	0.0002

CP: Cáscara de plátano; EEM: Error Estándar de la Media; CV: Coeficiente de Variación; ^{abcd}.; P<: Probabilidad Promedios en cada fila con superíndices de letras iguales no difieren estadísticamente (Tukey $p>0.05$).

Elaborado: Autor

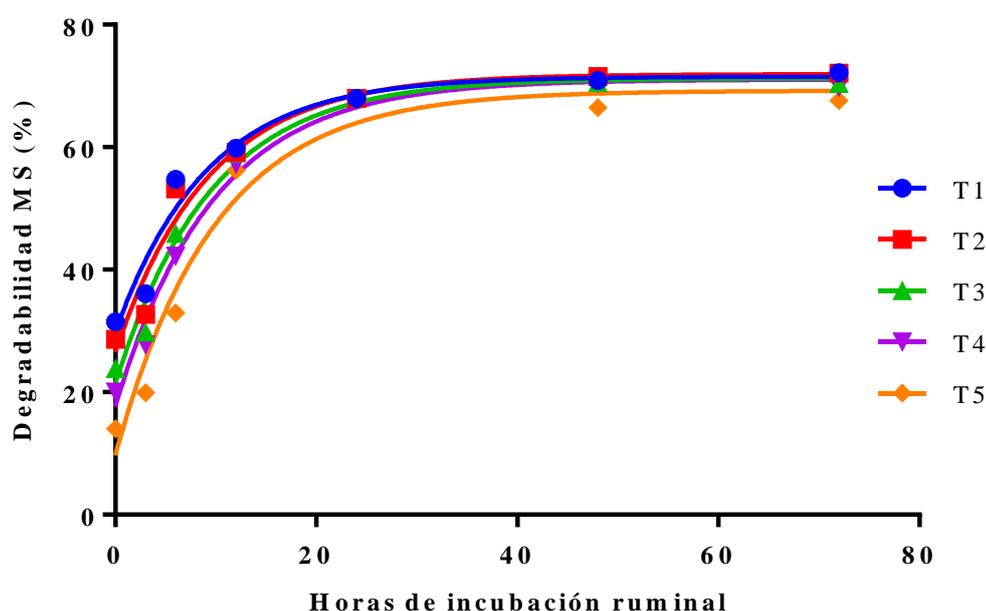


Figura 1. Degradación ruminal de la materia seca de los ensilajes a base de maíz forrajero con inclusiones de cáscara de plátano

Sin embargo, en la fracción soluble (A) de los ensilados a base de maíz forrajero con niveles crecientes de cáscara de plátano varió significativamente ($p<0.05$) entre tratamientos, obteniendo 29.38% para el T1 (100% maíz forrajero) (Tabla 5). No obstante, en la fracción degradable (B) fue afectada por la inclusión de cáscara de plátano ($p<0.05$), su tasa de degradación se incrementó a medida que se agregó inclusiones de cáscara de plátano, difiriendo significativamente el T5 (58.91%) con 100% cáscara de plátano, seguido del T4 (53.10%) a base de 25% maíz forrajero+75% cáscara de plátano, T3 (49.44%) y T2 (45.40%). Entre tanto, la degradación potencial de los ensilajes (A+B) si fue afectada ($p<0.05$) por los niveles de inclusión de cáscara

de plátano hasta el 75% de adición, obteniendo valores similares desde T1, T2, T3 y T4 (71.58%, 71.96%, 70.98% y 70.92%, sucesivamente) a diferencia ($p>0.05$) del T5 (100% cáscara de plátano). Empero, la velocidad de degradación en el rumen ($c=0.11$) de todos los tratamientos evaluados, fueron similares ($p>0.05$), lo que significa, igual vaciado del rumen, igual consumo, igual ganancia de peso.

En las características de degradación de la materia seca, se observó degradabilidad efectiva superior en los ensilajes de T1 y T2, siendo afectada ($p<0.05$) por los niveles a base de 100% maíz forrajero, así como, 75% maíz forrajero+25% cáscara de plátano. Esto es, que el tránsito en la degradación efectiva del alimento ensilado tuvo 65.10% y 64.76% en 2 horas de permanencia ($k0.02$), también, en las tasas de pasaje $k0.05$ (58.49 y 57.45%) y $k0.08$ (53.99 y 52.51%). determinada por una máxima velocidad degradación promedio de MS en el rumen ($c=0,10$) y una fracción soluble (A) superior, esto obedece a la naturaleza propia de los microorganismos ruminales y su capacidad de invadir, unirse, preparar su mecanismo enzimático y degradar finalmente el sustrato (Mertens & Ely, 1982). Así mismo, en el estudio de cáscara de banano maduro con pastos kikuyo y estrella africana, presentó incremento en la fracción degradable al incluir 7 kg de este residuo en los dos pastos (Donnondl, Boschini, Rojas-Bourrill, & Zuiiiga, 1998), lo que indica, un mejoramiento en el ambiente ruminal, esto es, que la cáscara de banano maduro contiene una fibra altamente fermentable y digestible que provoca mayor energía disponible a nivel de rumen, favoreciendo una mejoría en la población microbial y por consiguiente un excelente ambiente ruminal, lo que facilita la colonización del sustrato forrajero (ARC (Agricultural Research Council), 1984; Oeskov, 1991).

Tabla 5. *Indicadores de la degradación ruminal de la Materia Seca (%) del ensilaje de maíz (Zea mays) con niveles de inclusión de cáscara de plátano (Musa balbisiana)*

Parámetros	Tratamientos evaluados					EEM	P
	T1ENSIL MAÍZ100	T2ENSILM AÍZ+CP25	T3ENSIL MAÍZ+CP 50	T4ENSIL MAÍZ+CP 75	T5CPLÁTA NO100		
A	29,68 a	26,56 b	21,54 c	17,82 d	9,90 e	0,58	<0,0001
B	41,90 e	45,40 d	49,44 c	53,10 b	58,91 a	0,66	<0,0001
c	0,11 a	0,11 a	0,10 a	0,10 a	0,10 a	0,01	0,6217
A+B	71,58 a	71,96 a	70,98 a	70,92 a	68,81 b	0,28	<0,0001
DE							
k 0.02	65,10 a	64,76 a	62,95 b	62,13 b	58,96 c	0,29	<0,0001
k 0.05	58,49 a	57,45 a	54,87 b	53,35 b	49,14 c	0,47	<0,0001
k 0.08	53,99 a	52,51 a	49,45 b	47,48 b	42,60 c	0,54	<0,0001

abcd Medias con letras diferentes entre filas difieren ($p < 0.05$). A: Degradación de la fracción soluble (%). B: Fracción insoluble pero potencialmente degradable (%). c: Tasa de degradación en % por hora. A+B: Potencial de degradación ruminal. DE: Degradación efectiva. k: tasa de pasaje al 0.02. 0.05 y 0.08%

La degradabilidad ruminal en los cinco tratamientos evaluados, muestra similares contenidos de materia orgánica desde las cero horas hasta las 72 horas de incubación. Los valores diferenciados de degradabilidad ruminal de la materia orgánica fueron notables a las 48 horas de incubación con mayor disponibilidad de MO para el T3 (90.23%) (Tabla 6). Sin embargo, a las 72 horas todos los tratamientos tuvieron similar disponibilidad de su utilización por la microflora ruminal ($p > 0,005$) (Figura 2), con un promedio de 89.88%, pudiéndose considerar que la causa de este comportamiento es por el mejor aprovechamiento ruminal, además, los mayores valores pueden deberse al sustrato utilizado.

Tabla 6. Degradabilidad ruminal in situ de la materia orgánica del ensilaje de maíz (*Zea mays*) con niveles de inclusión de cáscara de plátano (*Musa balbisiana*)

Tiempo de incubación (horas)	T1	T2	T3	T4	T5	E.E	C.V.	P
0	72.59a	72.17a	74.55a	70.84a	70.28a	2.06	4.96	0.6414
3	74.76a	75.92a	78.55a	76.34a	72.60a	1.58	3.61	0.2021
6	81.83a	82.51a	81.70a	80.97a	81.23a	1.25	2.64	0.9160
12	85.46a	86.69a	85.20a	84.48a	84.58a	1.19	2.43	0.7027
24	88.85a	89.18a	86.74a	89.01a	88.18a	0.85	1.67	0.3235
48	88.28a	89.48a	90.23a	89.61a	87.51a	0.58	1.14	0.0599
72	90.73a	90.11a	88.80a	90.37a	89.37a	0.93	1.79	0.6116

CP: Cáscara de plátano; EEM: Error Estándar de la Media; CV: Coeficiente de Variación; ^{abcd}.; P<: Probabilidad Promedios en cada fila con superíndices de letras iguales no difieren estadísticamente (Tukey $p > 0.05$).

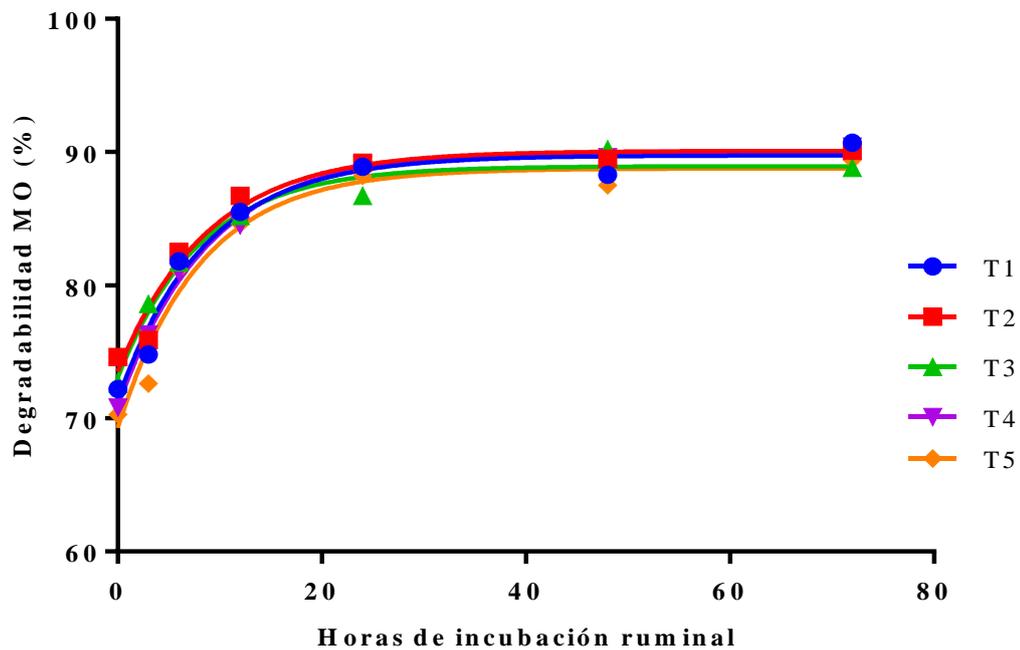


Figura 2. Degradación ruminal de la materia seca de los ensilajes a base de maíz forrajero con inclusiones de cáscara de plátano

Las constantes de degradación *in situ* de MO en los cinco tratamientos de ensilaje de maíz forrajero con inclusiones de cáscara de plátano, tuvo efecto ($P < 0,05$) para los valores medios de degradabilidad inicial (fracción soluble A), fracción insoluble pero potencialmente degradable (B), Potencial de degradación ruminal (A+B) y Degradabilidad efectiva (DE), excepto ($p > 0,05$) la tasa de degradación (c) (Tabla 7). El tratamiento T0 (100% ensilaje de maíz forrajero) y T3 (50% maíz forrajero+50% cáscara de plátano) tuvo un incremento en los valores de la tasa de degradación inicial (74.34% y 74.31%), la fracción insoluble pero potencialmente degradable fue superado por el T5 (100% cáscara de plátano) con 21.18%, mientras, la tasa de degradación en %/hora tuvo un promedio de 0.12, o sea, similar pasaje del sustrato a través del rumen, similar consumo voluntario (Choque, Huaita, Cárdenas, & Ramos, 2018). Sin embargo, el potencial de degradación ruminal (A+B) fue superado por el T1 100% maíz forrajero con 90.80%, seguido del T4 (90.01%) y T2 (89.98%). La degradabilidad efectiva con k : tasa de pasaje al 0.02, 0.05 y 0.08% demuestra que los microorganismos ruminales aprovechan de manera eficiente los nutrientes del ensilaje hasta con la inclusión del 25% de cáscara de plátano

Tabla 7. Indicadores de la degradación ruminal de la Materia Orgánica (%) del ensilaje de maíz (*Zea mays*) con niveles de inclusión de cáscara de plátano (*Musa balbisiana*)

	Tratamientos evaluados					EEM	P
	T1ENSIL MAÍZ100	T2ENSIL MAÍZ+CP 25	T3ENSIL MAÍZ+CP 50	T4ENSIL MAÍZ+CP 75	T5CPLÁT ANO100		
A	74.34 a	72.80 ab	74.31 a	69.30 bc	66.58 c	0.86	<0,0001
B	16.46 bc	17.18 abc	14.79 c	20.71 ab	21.18 a	1.03	0.0006
c	0.11 a	0.14 a	0.11 a	0.13 a	0.13 a	0.01	0.5830
A+B	90.80 a	89.98 ab	89.10 b	90.01 ab	87.76 c	0.32	<0,0001
DE							
k 0.02	88.22 a	87.72 a	86.79 b	86.96 b	84.90 c	0.15	<0,0001
k 0.05	85.60 a	85.29 a	84.49 ab	83.82 b	81.82 c	0.29	<0,0001
k 0.08	83.81 a	83.56 a	82.94 ab	81.67 b	79.64 c	0.40	<0,0001

abc Medias con letras diferentes entre filas difieren ($p < 0.05$). A: Degradación de la fracción soluble (%). B: Fracción insoluble pero potencialmente degradable (%). c: Tasa de degradación en % por hora. A+B: Potencial de degradación ruminal. DE: Degradación efectiva. k: tasa de pasaje al 0.02. 0.05 y 0.08%

CAPITULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- La degradabilidad ruminal *in situ* de la materia seca (MS) del ensilaje de maíz forrajero (*Zea mays*) con niveles de inclusión de cáscara de plátano (*Musa balbisiana*) fue aceptado hasta el 25% de inclusión de cáscara de plátano, esto es 75% maíz forrajero+25% cáscara de plátano.
- La degradabilidad ruminal *in situ* de la materia orgánica (MO) del ensilaje de maíz forrajero (*Zea mays*) con niveles de inclusión de cáscara de plátano (*Musa balbisiana*) fue notorio con similar contenido en todos los tratamientos.
- Los niveles de inclusión de cáscara de plátano (*Musa balbisiana*), mostró la mayor desaparición de la materia seca y materia orgánica al incluir hasta 25% de cáscara de plátano en el ensilaje a base de maíz forrajero (T1 y T2), presentando una mejoría en la población microbial y por ende un mejor ambiente ruminal, lo que facilita la colonización del sustrato utilizado.

5.2. Recomendaciones

- Las inclusiones de 25% de cáscara de plátano en la elaboración de ensilajes de maíz forrajero tienen valores aceptables degradables en el rumen, por tanto, es una opción favorable para la alimentación de rumiantes por su capacidad de suministrar nutrientes degradables a los microorganismos ruminales y al propio animal, por tanto, se sugiere agregar cáscara de plátano en otros subproductos de cosecha agrícola para mejorar el aporte de nutrientes, sin dejar de lado, el consumo voluntario.
- Realizar una socialización con productores ganaderos de la zona, mediante capacitaciones o proyectos de vinculación relacionados al aprovechamiento de residuos agroindustriales y de cosecha.

CAPITULO VI

6. BIBLIOGRAFÍA

6.1. Bibliografía.

- Acosta, Y. (2011). El proceso de ensilaje. *BIOMIN Ne.*, 5(49).
- Agropecuarias, I. N. (2019). Información agrometeorológica de la Finca Experimental "La María" Agrometeorológico D., Quevedo.
- AOAC. (1990). *Official Methods of Analysis* (13ra ed.). Washington, EUA: Association of Official Analytical Chemists.
- Araiza, E., Delgado, E., Carrete, F., Medrano, H., Solís, A., Murillo, M., & Haubi, C. (2011). Degradabilidad ruminal in situ y digestibilidad in vitro de diferentes formulaciones de ensilados de maíz-manzana adicionados con melaza. *Avances en investigaciones agropecuarias*, 17(2), 79-96.
- ARC (Agricultural Research Council). (1984). The nutrient requirements of ruminant livestock. *Supplements Commonwealth Agricultural Bureaux*, 43.
- Avellaneda, J., Molina, C., Briones, W., Tubay, M., & Coello, S. (2015). Cinética de degradabilidad in vitro de cuatro variedades de *Panicum maximum* cosechadas a cuatro edades. *ESPAMCIENCIA*, 6(2), 81-85.
- Batista, C., Detmann, E., Lazzarini, I., Augusto de Souza, M., Fonseca, M., & de Campos, S. (2009). Rumen dynamics of neutral detergent fiber in cattle fed low-quality tropical forage and supplemented with nitrogenous compounds. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 38(3), 560-569.
- Bernal, H. C. (2000). *El ensilaje en la alimentación de ganado vacuno* (primera ed.).
- Bertolia, L. (2007). Algunos conceptos sobre ensilaje. *Engormix*, 1.
- Blasco, G., & Gómez, F. (2014). Propiedades funcionales del plátano (*Musa sp.*). *Revista Médica de la Universidad Veracruzana*.
- BUNTING, E. S. (1976). *Effects of grain formation of dry matter distribution and forage quality. Experimental agriculture. Vol. 12.*
- Burns, H., Piltz, J., Kaiser, A., & Blackwood, I. y. (2005). Making high quality silage. Research Update for Growers- Southern Region (High Rainfall).

- Cardona, H. (2009). Estimación de la degradabilidad efectiva en el rumen mediante métodos numéricos. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 22(1), 19-24.
- Castillo, M., Rojas-Bourrillón, A., & WingChing-Jones, R. (2009). Valor nutricional del ensilaje de maíz cultivado en asocio con vigna (*Vigna radiata*). *Agronomía Costarricense*, 33(1), 133-146.
- Cázares, L. (1991). *Técnicas actuales de investigación documental*. México: Trillas.
- Choque, D., Huaita, P., Cárdenas, V., & Ramos, Z. (2018). Efecto de la edad de rebrote en la degradación ruminal del pisonay (*Erythrina* sp) en el valle interandino de Abancay. *Journal of High Andean Research*, 20(2), 189–202.
- Donnondl, H., Boschini, C., Rojas-Bourrill, A., & Zuiiiga, A. (1998). Efecto de cuatro niveles de cáscara de banano maduro sobre la degradabilidad ruminal de la materia seca de los pastos kikuyo y estrella africana en vacas jersey. *Agronomía Costarricense*, 22(2), 163-172.
- Emaga T, A. R. (2007). Effects oft he stage of maturation and varieties on the chemical composition of banana and plantain peels.
- Estrada, J., Aranda, E. M., Pichard, G., & Henao, F. (2013). Ensilaje de caña de azúcar integral enriquecido con porcinoza fresca. *Revista Orinoquía*. *Orinoquía*, 17, 38-49.
- French, E., Prine, G., & Kroude, L. (1987). *International Conference on Livestock and Poultry in the Tropics*. Florida Extension Service: .Perennial Peanut: Developments in Animal Research.
- Fuentes, J., Cruz, A., L., C., G., G., S., R., & B., O. (2001). Evaluación de variedades e híbridos de maíz (*Zea mays* L.) para. *Agronomía mesoamericana*, 12(2), 193-197.
- Garcés, A., & Berrio, L. (2004). Ensilaje como fuente de alimentación para el ganado. *Revista Lasallista de Investigación*, 66-71.
- Garcés, A., Berrio, L., Ruíz, S., Serna, J., & Builes, A. (2004). Ensilaje como fuente de alimentación para el ganado. *Revista lasallista de investigación*, 1(1), 66-71.

- González, H., Lozano, G., Hernández, H., Orozco, A., & Holguín, C. (2015). *Degradabilidad ruminal de subproductos alimenticios en borregos. Efecto de la relación forraje-concentrado en la dieta* (Primera edición ed.). Juárez, Chihuahua, México: Universidad Autónoma de Ciudad Juárez.
- González-Montelongo R, L. G. (2010). Antioxidant activity in banana peel extracts.
- Guerrero, A., Aguado, P., Sánchez, J., & Curt, M. (2016). GIS-Based Assessment of Banana Residual Biomass Potential for Ethanol Production and Power Generation: A Case Study.
- IFRU (International Feed Resources Unit) . (1997). *A Report 1991-1997*. Aberdeen, uk: Rowett Research Institute.
- Iglesias, J., Pereira, E., & Fernandez, E. (1991). Utilización de cultivos temporales conservados en forma de ensilaje en sistema de secano para la producción de leche. *Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey" Matanzas, Cuba*, 1-6.
- INEC (Instituto Nacional de estadísticas y censos). (2011). *Visualizador de Estadísticas Agropecuarias en el Ecuador*.
- Lindberg, J. (1981). The Effect of Basal Diet on the Ruminant Degradation of Dry Matter, Nitrogenous Compounds and Cell Walls in Nylon Bags. *Swed. J. Agric. Res*(11), 159.
- Lindberg, J. (1983). Factors Affecting Predictions of Rumen Degradability using the Nylon Bag (In Sacco) Technique and a Comparison between In Vivo and In Vitro Degradability Measurements. *Nutr. Abst. Rev. Ser. B*(53), 715-716.
- López-Herrera, M., Rojas-Bourrillon, A., & Zumbado-Ramírez, C. (2017). Características nutricionales y fermentativas de ensilados de pasto Camerún con plátano Pelipita. *Agron. Mesoam*, 28(3), 629-642.
- McDonald, P. H. (1991). (The Biochemistry of Silage. 2nd ed. Chalcombe Publ., Bucks., England.
- Mehrez, A., & Ørskov, E. (1977). A Study of the Artificial Fibre Bag Technique for Determining the Digestibility of Feeds in the Rumen. *J. Agric. Sci.*(88), 645.

- Mertens, D., & Ely, L. (1982). Relationship of rate and extent of digestion to forage utilization-a dynamic model evaluation. *J. Anim. Sci.*, 895-905.
- Meyer, J., & Mackie, R. (1986). Microbiological Evaluation of the Intraruminal in Sacculus Digestion Technique. *Appl. Environ. Microbiol.*(41).
- Nguyen, T., Saichol, K., & Wouter, G. (2003). Relationship between browning and the activities of polyphenol oxidase and phenylalanine ammonia lyase in banana peel during low temperature storage. *Biology and Technology*, 30(2), 187-193.
- Nocek, J. (1988). In Situ and Other Methods to Estimate Ruminal Protein and Energy Digestibility: a Review. *J. Dairy Sci.*(71), 2051-2069.
- Nocek, J., & Grant, A. (1987). Characterization of In Situ Nitrogen and Fiber Digestion and Bacterial Nitrogen Contamination of Hay Crop Forages Preserved at Different Dry Matter Percentages. *J. Anim. Sci.*(64), 552-564.
- Oeskov, E. (1991). Manipulation of fiber digestion in the sacco of cell wall by ruminants Animal Feed Scien. *Proceedings of Nutrition Society*, 50, 187-196.
- Ørskov, E. (1992). *Protein Nutrition in Ruminants* (2.a edición ed.). Wisconsin - Madison: Academic Press.
- Ørskov, E. (1993). Appropriate Roughage Evaluation Systems and its Relevance to Upgrading, and Supplementation and Evaluation of Animal Potential. En *Increasing Livestock Production through Utilization of Local Resources. Proceedings of the International Conference on Increasing livestock production through utilization of local resources*. Beijing, China: Ministry of Agriculture.
- Ørskov, E. (1998). Feed Evaluation with Emphasis on Fibrous Roughages and Fluctuating Supply of Nutrients: a Review. *Small Ruminant Res*(28), 1-8.
- Ørskov, E., & McDonald, E. (1979). The Estimation of Protein Degradability in the Rumen from Incubation Measurements Weighted According to Rate of Passage. *J. Agric. Sci.*(92), 499-503.

- Ørskov, E., DeB-Hovell, F., & Mould, F. (1980). The Use of the Nylon Bag Technique for the Evaluation of Feedstuffs. *Trop. Anim. Prod.*(5), 195-213.
- Ørskov, E., Reid, G., & Kay, M. (1988). Prediction of Intake of Cattle from Degradation Characteristics of Roughages. *Anim. Prod.*(46), 29-34.
- Phipps, R., & Weller, R. (1979). *The development of plant components and their effects of the composition of fresh and ensiled forage maize,1, The accumulation of dry matter, chemical composition and nutritive value of fresh maize.*
- Prigge, E., Baker, M., & Varga, G. (1984). Comparative Digestion, Rumen Fermentation and Kinetics of Forage Diets by Steers and Wethers. *J. Anim. Sci.*(59), 237-245.
- Razz, R., Clavero, T., & Vergara, J. (2004). Cinética de degradación in situ de la leucaena leucocephala y panicum maximum. . *Revista Científica, FCV-LUZ,* 14(5), 424-430.
- Reinoso, L., Gallego, J., & Servera, J. (2015). Obtenido de Instituto nacional de tecnología agropecuaria: <https://inta.gob.ar/noticias/silaje-de-maiz-y-sorgo-apuntar-a-la-calidad>
- Reinoso, L., Gallego, J., & Servera, A. (2015). Silaje de maíz y sorgo: apuntar a la calidad.
- Rojas, A., Floréz, C., & López, D. (2019). Prospectivas de aprovechamiento de algunos residuos agroindustriales. *Revista Cubana de Química,* 31(1), 31-52.
- Silveira, E., & Franco, R. (2006). Conservación de forrajes: segunda parte. *REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria,* 7(11), 1-37.
- Silveira, P., Ribeiro, J., Parrela de Melo, M., Mendes, J., Santos, L., Mendes, N., . . . de Albuquerque, C. (2017). Banana peel in the diet for F1 Holstein x Zebu cows Semina. *Ciências Agrárias,* 38(2), 969-980.
- Someya, S., Yoshiki, Y., & Okubo, K. (2002). Antioxidant compounds from bananas (Musa Cavendish). *Food Chemistry,* 79(3), 351-354.

- Verdecia, D., Ramírez, J., Bodas, R., González, J., & López, S. (2011). Influencia de los factores climáticos y la edad sobre la calidad del pasto: *Pennisetum purpureum* cv. Mott en la región oriental de Cuba. *Trabajo presentado a las Actas del I Congreso en Investigación en Agricultura para el Desarrollo* (págs. 76-77). Madrid, España: Agrícola Española.
- Wachirasiri, P., Julakarangka, S., & Wanlapa, S. (2009). The effects of banana peel preparations on the properties of banana peel dietary fiber concentrate. *Songklanakarin J. Sci. Technol.*, 31(6), 605–611.
- Wiersma, D., Carter, P., Albrecht, K., & Coors, J. (2013). Kernel Milkline Stage and Corn Forage Yield, Quality, and Dry Matter Content. *Journal of Production Agriculture*, 6(1), 94-99.

CAPITULO VII

7. ANEXOS

7.1. Análisis de varianza de las variables estudiadas.

Anexo 1: Análisis de varianza de la degradabilidad in situ de la materia seca aplicada a la variable hora 0 de incubación en el Laboratorio de Rumiología del Campus Experimental “La María”, de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo.

0

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
0	15	0.98	0.97	4.76

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	587.44	6	97.91	77.41	<0.0001
tratamiento	577.41	4	144.35	114.13	<0.0001
animal	10.04	2	5.02	3.97	0.0635
Error	10.12	8	1.26		
Total	597.56	14			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=3.17241

Error: 1.2648 gl: 8

tratamiento	Medias	n	E.E.			
T1 ENSILAJE MAÍZ 100%	31.49	3	0.65	A		
T2 ENSILAJE MAÍZ +CP25%	28.63	3	0.65	A		
T3 ENSILAJE MAÍZ +CP50%	23.87	3	0.65		B	
T4 ENSILAJE MAÍZ +CP75%	20.04	3	0.65			C
T5 C. PLÁTANO 100%	14.00	3	0.65			D

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

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=2.03248

Error: 1.2648 gl: 8

animal	Medias	n	E.E.	
3.00	24.28	5	0.50	A
2.00	24.08	5	0.50	A
1.00	22.45	5	0.50	A

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

Elaborado: autor

Anexo 2: Análisis de varianza de la degradabilidad in situ de la materia seca aplicada a la variable hora 3 de incubación en el Laboratorio de Rumiología del Campus Experimental “La María”, de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo.

3

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
3	15	0.96	0.93	5.46

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	501.67	6	83.61	32.74	<0.0001
tratamiento	447.84	4	111.96	43.84	<0.0001
animal	53.84	2	26.92	10.54	0.0057
Error	20.43	8	2.55		

Total 522.10 14

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=4.50792

Error: 2.5539 gl: 8

tratamiento	Medias	n	E.E.			
T1 ENSILAJE MAÍZ 100%	36.12	3	0.92	A		
T2 ENSILAJE MAÍZ +CP25%	32.69	3	0.92	A	B	
T3 ENSILAJE MAÍZ +CP50%	29.80	3	0.92		B	C
T4 ENSILAJE MAÍZ +CP75%	27.74	3	0.92			C
T5 C. PLÁTANO 100%	19.89	3	0.92			D

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

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=2.88811

Error: 2.5539 gl: 8

animal	Medias	n	E.E.	
3.00	31.75	5	0.71	A
2.00	28.82	5	0.71	B
1.00	27.17	5	0.71	B

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

Elaborado: autor

Anexo 3: Análisis de varianza de la degradabilidad in situ de la materia seca aplicada a la variable hora 6 de incubación en el Laboratorio de Rumiología del Campus Experimental “La María”, de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo

6

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
6	15	0.97	0.96	3.88

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	964.56	6	160.76	50.89	<0.0001
tratamiento	938.77	4	234.69	74.30	<0.0001
animal	25.79	2	12.89	4.08	0.0600
Error	25.27	8	3.16		
Total	989.83	14			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=5.01348

Error: 3.1589 gl: 8

tratamiento	Medias	n	E.E.			
T1 ENSILAJE MAÍZ 100%	54.74	3	1.03	A		
T2 ENSILAJE MAÍZ +CP25%	53.18	3	1.03	A		
T3 ENSILAJE MAÍZ +CP50%	45.91	3	1.03		B	
T4 ENSILAJE MAÍZ +CP75%	42.20	3	1.03		B	
T5 C. PLÁTANO 100%	32.93	3	1.03			C

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

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=3.21201

Error: 3.1589 gl: 8

animal	Medias	n	E.E.	
3.00	46.81	5	0.79	A
1.00	46.63	5	0.79	A
2.00	43.94	5	0.79	A

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

Elaborado: autor

Anexo 4: Análisis de varianza de la degradabilidad in situ de la materia seca aplicada a la variable hora 12 de incubación en el Laboratorio de Rumiología del Campus Experimental “La María”, de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo.

12

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
12	15	0.73	0.52	4.16

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
Modelo.		124.43	6	20.74	3.53	0.0520
tratamiento		27.49	4	6.87	1.17	0.3930
animal		96.93	2	48.47	8.24	0.0114
Error		47.06	8	5.88		
Total		171.49	14			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=6.84166

Error: 5.8828 gl: 8

tratamiento	Medias	n	E.E.	
T1 ENSILAJE MAÍZ 100%	59.85	3	1.40	A
T2 ENSILAJE MAÍZ +CP25%	59.19	3	1.40	A
T3 ENSILAJE MAÍZ +CP50%	59.04	3	1.40	A
T4 ENSILAJE MAÍZ +CP75%	57.26	3	1.40	A
T5 C. PLÁTANO 100%	56.22	3	1.40	A

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

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=4.38327

Error: 5.8828 gl: 8

animal	Medias	n	E.E.	
3.00	60.16	5	1.08	A
2.00	60.05	5	1.08	A
1.00	54.72	5	1.08	B

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

Elaborado: autor

Anexo 5: Análisis de varianza de la degradabilidad in situ de la materia seca aplicada a la variable hora 24 de incubación en el Laboratorio de Rumiología del Campus Experimental “La María”, de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo.

24

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
24	15	0.40	0.00	2.70

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
Modelo.		17.40	6	2.90	0.89	0.5457
tratamiento		8.77	4	2.19	0.67	0.6306
animal		8.63	2	4.31	1.32	0.3200
Error		26.18	8	3.27		
Total		43.58	14			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=5.10238

Error: 3.2719 gl: 8

tratamiento	Medias	n	E.E.		
T1 ENSILAJE MAÍZ 100%	67.98	3	1.04	A	
T2 ENSILAJE MAÍZ +CP25%	67.53	3	1.04	A	
T4 ENSILAJE MAÍZ +CP75%	66.88	3	1.04	A	
T3 ENSILAJE MAÍZ +CP50%	66.31	3	1.04	A	
T5 C. PLÁTANO 100%	65.90	3	1.04	A	

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

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=3.26896

Error: 3.2719 gl: 8

animal	Medias	n	E.E.	
3.00	67.79	5	0.81	A
2.00	67.03	5	0.81	A
1.00	65.94	5	0.81	A

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

Elaborado: autor

Anexo 6: Análisis de varianza de la degradabilidad in situ de la materia seca aplicada a la variable hora 48 de incubación en el Laboratorio de Rumiología del Campus Experimental “La María”, de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo.

48

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
48	15	0.96	0.92	0.77

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	50.35	6	8.39	28.88	0.0001
tratamiento	48.51	4	12.13	41.75	<0.0001
animal	1.83	2	0.92	3.15	0.0978
Error	2.32	8	0.29		
Total	52.67	14			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=1.52041

Error: 0.2905 gl: 8

tratamiento	Medias	n	E.E.		
T2 ENSILAJE MAÍZ +CP25%	71.56	3	0.31	A	
T1 ENSILAJE MAÍZ 100%	70.85	3	0.31	A	
T3 ENSILAJE MAÍZ +CP50%	70.59	3	0.31	A	
T4 ENSILAJE MAÍZ +CP75%	70.37	3	0.31	A	
T5 C. PLÁTANO 100%	66.46	3	0.31		B

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

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.97409

Error: 0.2905 gl: 8

animal	Medias	n	E.E.	
3.00	70.46	5	0.24	A
1.00	69.72	5	0.24	A
2.00	69.72	5	0.24	A

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

Elaborado: autor

Anexo 7: Análisis de varianza de la degradabilidad in situ de la materia seca aplicada a la variable hora 72 de incubación en el Laboratorio de Rumiología del Campus Experimental “La María”, de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo.

72

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
72	15	0.92	0.86	0.99

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
Modelo.		44.95	6	7.49	15.54	0.0005
tratamiento		42.01	4	10.50	21.79	0.0002
animal		2.94	2	1.47	3.05	0.1037
Error		3.86	8	0.48		
Total		48.80	14			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=1.95843

Error: 0.4820 gl: 8

tratamiento	Medias	n	E.E.		
T2 ENSILAJE MAÍZ +CP25%	72.16	3	0.40	A	
T1 ENSILAJE MAÍZ 100%	72.08	3	0.40	A	
T3 ENSILAJE MAÍZ +CP50%	70.37	3	0.40	A	B
T4 ENSILAJE MAÍZ +CP75%	69.80	3	0.40		B
T5 C. PLÁTANO 100%	67.62	3	0.40		C

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

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=1.25472

Error: 0.4820 gl: 8

animal	Medias	n	E.E.	
3.00	70.94	5	0.31	A
1.00	70.42	5	0.31	A
2.00	69.86	5	0.31	A

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

Elaborado: autor

Anexo 8: *Análisis de varianza de la cinética ruminal in situ de la materia seca aplicada a la variable Degradación de la fracción soluble en el Laboratorio de Rumiología del Campus Experimental “La María”, de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo.*

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
a	15	0.97	0.96	6.79

Cuadro de Análisis de la Varianza. (SC Tipo III)

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
bloques	17.80	2	8.90	4.33	0.0253
tratamiento	1438.56	4	359.64	175.16	<0,0001
Error	47.22	23	2.05		
Total	1503.58	29			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=2.44545

Error: 2.0532 gl: 23

Elaborado: autor

Anexo 9: *Análisis de varianza de la cinética ruminal in situ de la materia seca aplicada a la variable Fracción insoluble pero potencialmente degradable en el Laboratorio de Rumiología del Campus Experimental “La María”, de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo.*

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
b	30	0.95	0.93	3.27

Cuadro de Análisis de la Varianza. (SC Tipo III)

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
bloques	6.32	3	3.16	1.19	0.3211
tratamiento	1054.22	4	263.55	99.63	<0,0001
Error	60.84	12	2.65		
Total	1121.37	19			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=1.82156

Error: 2.6453 gl: 23

Elaborado: autor

Anexo 10: *Análisis de varianza de la cinética ruminal in situ de la materia seca aplicada a la variable Tasa de degradación en % por hora en el Laboratorio de Rumiología del Campus Experimental “La María”, de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo.*

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
c	30	0.78	0.73	2.34

Cuadro de Análisis de la Varianza. (SC Tipo III)

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
bloques	3.21	3	1.60	3.45	0.0490
tratamiento	35.69	4	8.92	19.19	<0,0001
Error	10.69	12	0.46		
Total	49.59	19			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.76371

Error: 0.4650 gl: 23

Elaborado: autor

Anexo 11: *Análisis de varianza de la cinética ruminal in situ de la materia seca aplicada a la variable Potencial de degradación ruminal en el Laboratorio de Rumiología del Campus Experimental “La María”, de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo.*

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
d. potencial	30	0.78	0.73	0.96

Cuadro de Análisis de la Varianza. (SC Tipo III)

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
bloques	3.21	3	1.60	3.45	0.0490
tratamiento	35.69	4	8.92	19.19	<0,0001
Error	10.69	12	0.46		
Total	49.59	19			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.76371

Error: 0.4650 gl: 23

Elaborado: autor

Anexo 12: *Análisis de varianza de la cinética ruminal in situ de la materia seca aplicada a la variable Degradación efectiva. k: tasa de pasaje al 0.02% en el Laboratorio de Rumiología del Campus Experimental “La María”, de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo.*

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
DE2%	30	0.93	0.92	1.13

Cuadro de Análisis de la Varianza. (SC Tipo III)

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
bloques	14.83	3	7.42	14.72	0.0001
tratamiento	146.04	4	36.51	72.47	<0,0001
Error	11.59	12	0.50		
Total	172.46	19			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.79493

Error: 0.5038 gl: 23

Elaborado: autor

Anexo 13: Análisis de varianza de la cinética ruminal in situ de la materia seca aplicada a la variable Degradación efectiva. k: tasa de pasaje al 0.05% de incubación en el Laboratorio de Rumiología del Campus Experimental “La María”, de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
DE5%	30	0.92	0.90	2.12

Cuadro de Análisis de la Varianza. (SC Tipo III)

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
bloques	29.11	3	14.55	10.81	0.00015
tratamiento	328.19	4	82.05	60.97	<0,0001
Error	30.95	12	1.35		
Total	388.25	19			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=1.29923

Error: 1.3457 gl: 23

Elaborado: autor

Anexo 14: Análisis de varianza de la cinética ruminal in situ de la materia seca aplicada a la variable Degradación efectiva. k: tasa de pasaje al 0.08% en el Laboratorio de Rumiología del Campus Experimental “La María”, de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
DE8%	30	0.93	0.91	2.70

Cuadro de Análisis de la Varianza. (SC Tipo III)

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
bloques	36.75	3	18.38	10.41	0.0006
tratamiento	482.29	4	120.57	68.27	<0,0001
Error	40.62	12	1.77		
Total	559.66	19			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=1.48834

Error: 1.7660 gl: 23

Elaborado: autor

Anexo 15: *Análisis de varianza de la degradabilidad in situ de la materia orgánica aplicada a la variable hora 0 de incubación en el Laboratorio de Rumiología del Campus Experimental “La María”, de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo.*

0

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
0	15	0.25	0	4.96

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	34.35	6	5.73	0.45	0.8281
tratamiento	33.34	4	8.33	0.65	0.6414
animal	1.02	2	0.51	0.04	0.9612
Error	102.22	8	12.78		
Total	136.57	14			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=10.08285

Error: 12.7769 gl: 8

tratamiento	Medias	n	E.E.	
T3 ENSILAJE MAÍZ +CP50%	74.55	3	2.06	A
T1 ENSILAJE MAÍZ 100%	72.59	3	2.06	A
T2 ENSILAJE MAÍZ +CP25%	72.17	3	2.06	A
T4 ENSILAJE MAÍZ +CP75%	70.84	3	2.06	A
T5 C. PLÁTANO 100%	70.28	3	2.06	A

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

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=6.45982

Error: 12.7769 gl: 8

animal	Medias	n	E.E.	
2	72.44	5	1.6	A
3	72	5	1.6	A
1	71.82	5	1.6	A

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

Elaborado: autor

Anexo 16: *Análisis de varianza de la degradabilidad in situ de la materia orgánica aplicada a la variable hora 3 de incubación en el Laboratorio de Rumiología del Campus Experimental “La María”, de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo.*

3

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
3	15	0.53	0.18	3.61

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	68.41	6	11.4	1.53	0.2827
tratamiento	57.08	4	14.27	1.91	0.2021
animal	11.33	2	5.66	0.76	0.4994
Error	59.75	8	7.47		
Total	128.15	14			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=7.70865

Error: 7.4682 gl: 8

tratamiento	Medias	n	E.E.	
T3 ENSILAJE MAÍZ +CP50%	78.55	3	1.58	A
T4 ENSILAJE MAÍZ +CP75%	76.34	3	1.58	A
T2 ENSILAJE MAÍZ +CP25%	75.92	3	1.58	A
T1 ENSILAJE MAÍZ 100%	74.76	3	1.58	A
T5 C. PLÁTANO 100%	72.6	3	1.58	A

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

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=4.93873

Error: 7.4682 gl: 8

animal	Medias	n	E.E.	
3	76.81	5	1.22	A
2	75.35	5	1.22	A
1	74.74	5	1.22	A

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

Elaborado: autor

Anexo 17: *Análisis de varianza de la degradabilidad in situ de la materia orgánica aplicada a la variable hora 6 de incubación en el Laboratorio de Rumiología del Campus Experimental “La María”, de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo.*

6

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
6	15	0.17	0	2.64

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	7.44	6	1.24	0.27	0.9378
tratamiento	4.22	4	1.05	0.23	0.916
animal	3.23	2	1.61	0.35	0.7173
Error	37.25	8	4.66		
Total	44.69	14			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=6.08664

Error: 4.6560 gl: 8

tratamiento	Medias	n	E.E.	
T2 ENSILAJE MAÍZ				
+CP25%	82.51	3	1.25	A
T1 ENSILAJE MAÍZ 100%	81.83	3	1.25	A
T3 ENSILAJE MAÍZ				
+CP50%	81.7	3	1.25	A
T5 C. PLÁTANO 100%	81.23	3	1.25	A
T4 ENSILAJE MAÍZ				
+CP75%	80.97	3	1.25	A

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

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=3.89955

Error: 4.6560 gl: 8

animal	Medias	n	E.E.	
3	82.03	5	0.96	A
1	81.92	5	0.96	A
2	80.99	5	0.96	A

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

Elaborado: autor

Anexo 18: *Análisis de varianza de la degradabilidad in situ de la materia orgánica aplicada a la variable hora 12 de incubación en el Laboratorio de Rumiología del Campus Experimental “La María”, de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo.*

12

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
12	15	0.37	0	2.43

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	19.74	6	3.29	0.77	0.6155
tratamiento	9.48	4	2.37	0.55	0.7027
animal	10.26	2	5.13	1.2	0.3508
Error	34.26	8	4.28		
Total	54	14			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=5.83741

Error: 4.2825 gl: 8

tratamiento	Medias	n	E.E.	
T2 ENSILAJE MAÍZ +CP25%	86.69	3	1.19	A
T1 ENSILAJE MAÍZ 100%	85.46	3	1.19	A
T3 ENSILAJE MAÍZ +CP50%	85.2	3	1.19	A
T5 C. PLÁTANO 100%	84.58	3	1.19	A
T4 ENSILAJE MAÍZ +CP75%	84.48	3	1.19	A

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

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=3.73988

Error: 4.2825 gl: 8

animal	Medias	n	E.E.	
2	85.94	5	0.93	A
3	85.79	5	0.93	A
1	84.11	5	0.93	A

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

Elaborado: autor

Anexo 19: Análisis de varianza de la degradabilidad in situ de la materia orgánica aplicada a la variable hora 24 de incubación en el Laboratorio de Rumiología del Campus Experimental “La María”, de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo.

24

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
24	15	0.44	0.01	1.67

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	13.38	6	2.23	1.03	0.4715
tratamiento	11.95	4	2.99	1.38	0.3235
animal	1.42	2	0.71	0.33	0.7296
Error	17.36	8	2.17		
Total	30.73	14			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=4.15481

Error: 2.1695 gl: 8

tratamiento	Medias	n	E.E.
-------------	--------	---	------

T2 ENSILAJE MAÍZ					
+CP25%	89.18	3	0.85	A	
T4 ENSILAJE MAÍZ					
+CP75%	89.01	3	0.85	A	
T1 ENSILAJE MAÍZ 100%	88.85	3	0.85	A	
T5 C. PLÁTANO 100%	88.18	3	0.85	A	
T3 ENSILAJE MAÍZ					
+CP50%	86.74	3	0.85	A	

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

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=2.66188

Error: 2.1695 gl: 8

animal	Medias	n	E.E.	
3	88.81	5	0.66	A
2	88.27	5	0.66	A
1	88.08	5	0.66	A

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

Elaborado: autor

Anexo 20: Análisis de varianza de la degradabilidad in situ de la materia orgánica aplicada a la variable hora 48 de incubación en el Laboratorio de Rumiología del Campus Experimental “La María”, de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo.

48

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
48	15	0.64	0.38	1.14

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	14.86	6	2.48	2.41	0.124
tratamiento	14.59	4	3.65	3.55	0.0599
animal	0.27	2	0.14	0.13	0.8773
Error	8.21	8	1.03		
Total	23.07	14			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=2.85811

Error: 1.0266 gl: 8

tratamiento	Medias	n	E.E.	
T3 ENSILAJE MAÍZ				
+CP50%	90.23	3	0.58	A
T4 ENSILAJE MAÍZ				
+CP75%	89.61	3	0.58	A
T2 ENSILAJE MAÍZ				
+CP25%	89.48	3	0.58	A

T1 ENSILAJE MAÍZ				
100%	88.28	3	0.58	A
T5 C. PLÁTANO 100%	87.51	3	0.58	A

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

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=1.83112

Error: 1.0266 gl: 8

animal	Medias	n	E.E.	
3	89.21	5	0.45	A
2	88.93	5	0.45	A
1	88.92	5	0.45	A

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

Anexo 21: *Análisis de varianza de la degradabilidad in situ de la materia orgánica aplicada a la variable hora 72 de incubación en el Laboratorio de Rumiología del Campus Experimental “La María”, de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo.*

72

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
72	15	0.27	0	1.79

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	7.78	6	1.3	0.5	0.7933
tratamiento	7.3	4	1.82	0.7	0.6116
animal	0.48	2	0.24	0.09	0.912
Error	20.76	8	2.6		
Total	28.54	14			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=4.54402

Error: 2.5950 gl: 8

tratamiento	Medias	n	E.E.	
T1 ENSILAJE MAÍZ				
100%	90.73	3	0.93	A
T4 ENSILAJE MAÍZ				
+CP75%	90.37	3	0.93	A
T2 ENSILAJE MAÍZ				
+CP25%	90.11	3	0.93	A
T5 C. PLÁTANO 100%	89.37	3	0.93	A
T3 ENSILAJE MAÍZ				
+CP50%	88.8	3	0.93	A

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

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=2.91123

Error: 2.5950 gl: 8

animal	Medias	n	E.E.	
3	90.12	5	0.72	A
2	89.79	5	0.72	A
1	89.7	5	0.72	A

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

Elaborado: autor

Anexo 22: *Análisis de varianza de la cinética ruminal in situ de la materia seca aplicada a la variable Degradación de la fracción soluble en el Laboratorio de Rumiología del Campus Experimental “La María”, de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo.*

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
a	15	0.73	0.66	2.95

Cuadro de Análisis de la Varianza. (SC Tipo III)

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
bloques	1.41	3	0.70	0.16	0.8540
tratamiento	280.41	4	70.10	15.80	<0,0001
Error	102.03	12	4.44		
Total	383.86	19			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=2.35893

Error: 4.4362 gl: 23

Elaborado: autor

Anexo 23: *Análisis de varianza de la cinética ruminal in situ de la materia seca aplicada a la variable Fracción insoluble pero potencialmente degradable en el Laboratorio de Rumiología del Campus Experimental “La María”, de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo.*

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
b	30	0.56	0.44	13.94

Cuadro de Análisis de la Varianza. (SC Tipo III)

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor
bloques	0.19	3	0.09	0.01	0.9854
tratamiento	184.60	4	46.15	7.28	0,0006
Error	145.82	12	6.34		
Total	330.60	19			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=2.82001

Error: 6.3400 gl: 23

Elaborado: autor

Anexo 24: *Análisis de varianza de la cinética ruminal in situ de la materia seca aplicada a la variable Tasa de degradación en % por hora en el Laboratorio de Rumiología del Campus Experimental “La María”, de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo.*

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
c	30	0.70	0.63	7.41

Cuadro de Análisis de la Varianza. (SC Tipo III)

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor
bloques	0.58	3	0.29	0.48	0.6245
tratamiento	32.27	4	8.07	13.39	0,0001
Error	13.86	12	0.60		
Total	46.71	19			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.86943

Error: 0.6026 gl: 23

Elaborado: autor

Anexo 25: *Análisis de varianza de la cinética ruminal in situ de la materia seca aplicada a la variable Potencial de degradación ruminal en el Laboratorio de Rumiología del Campus Experimental “La María”, de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo.*

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
d. potencial	30	0.70	0.63	0.87

Cuadro de Análisis de la Varianza. (SC Tipo III)

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
bloques	0.58	3	0.29	0.48	0.6245
tratamiento	32.27	4	8.07	13.39	<0,0001
Error	13.86	12	0.60		
Total	46.71	19			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.86943

Error: 0.6026 gl: 23

Elaborado: autor

Anexo 26: *Análisis de varianza de la cinética ruminal in situ de la materia seca aplicada a la variable Degradación efectiva. k: tasa de pasaje al 0.02% en el Laboratorio de Rumiología del Campus Experimental “La María”, de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo.*

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
DE2%	30	0.93	0.91	0.73

Cuadro de Análisis de la Varianza. (SC Tipo III)

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
bloques	2.25	3	1.13	7.93	0.0024
tratamiento	38.60	4	9.65	68.01	<0,0001
Error	3.26	12	0.14		
Total	44.12	19			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.42188

Error: 0.1419 gl: 23

Elaborado: autor

Anexo 27: *Análisis de varianza de la cinética ruminal in situ de la materia seca aplicada a la variable Degradación efectiva. k: tasa de pasaje al 0.05% de incubación en el Laboratorio de Rumiología del Campus Experimental “La María”, de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo.*

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
DE5%	30	0.83	0.79	0.85

Cuadro de Análisis de la Varianza. (SC Tipo III)

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
bloques	3.99	3	2.00	3.94	0.0338
tratamiento	54.06	4	13.51	26.68	<0,0001
Error	11.65	12	0.51		
Total	67.90	19			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=79709

Error: 0.5065 gl: 23

Elaborado: autor

Anexo 28: *Análisis de varianza de la cinética ruminal in situ de la materia seca aplicada a la variable Degradación efectiva. k: tasa de pasaje al 0.08% en el Laboratorio de Rumiología del Campus Experimental “La María”, de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo.*

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
DE8%	30	0.77	0.71	1.19

Cuadro de Análisis de la Varianza. (SC Tipo III)

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
bloques	4.72	3	2.36	2.45	0.1086
tratamiento	70.55	4	17.64	18.29	<0,0001
Error	22.18	12	0.96		
Total	97.45	19			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=1.09985

Error: 0.9644 gl: 23

Elaborado: autor

Fotografías de la investigación

Anexo 29: *Picado de forraje de maíz y cáscara de plátano*



Anexo 30: *Compactación y sellado de los microsilos*



Anexo 31: *Sellado de los microsilos*



Anexo 32: *Pesaje de la materia húmeda post-ensilado*



Anexo 33: *Secado de las muestras para obtención de materia seca*



Anexo 34: *Molida y tamizado de la materia seca para bolsas ANKOM*



Anexo 35: Secado de bolsas ANKOM



Anexo 36: Pesaje de las bolsas y 5 gramos de muestra



Anexo 37: *Amarre de las bolsas e ingreso al rumen de los animales*



Anexo 38: *Ingreso de las bolsas con las muestras en todos los tiempos establecidos*



Anexo 39: *Extracción de las bolsas del rumen de los animales y posterior lavado*



Anexo 40: *Secado de las bolsas para posterior pesaje*



Anexo 41: *Muestras en crisoles para obtención de ceniza*

