



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
CARRERA DE AGROPECUARIA

**Proyecto de investigación previo a la
obtención del título de Ingeniero
Agropecuario**

Título del Proyecto de Investigación:

“DOSIS DE FERTILIZACIÓN ORGÁNICA EN LA VALORACIÓN NUTRICIONAL *in vitro* EN *Moringa oleífera*”

Autor:

María Eugenia Romero Alarcón

Director del proyecto:

Dr. Gary Alex Meza Bone

Mocache – Los Ríos – Ecuador

2021

Declaración de autoría y cesión de derechos

Yo, **María Eugenia Romero Alarcón**, 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.

María Eugenia Romero Alarcón

C.I. 0928403997

AUTORA

Certificación de culminación del proyecto de investigación

El suscrito, Dr. Gary Alex Meza Bone Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que la estudiante **MARÍA EUGENIA ROMERO ALARCÓN**. Realizo la Unidad de Integración Curricular, “**DOSIS DE FERTILIZACIÓN ORGÁNICA EN LA VALORACIÓN NUTRICIONAL *in vitro* EN *Moringa oleífera***”. Previo a la obtención del título de Ingeniería Agropecuaria, bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

Dr. Gary Alex Meza Bone.

Tutor Unidad de Integración Curricular

Certificación del reporte de la herramienta de prevención de coincidencia y / o plagio académico

Dando cumplimiento al Reglamento de la Unidad de Titulación Especial de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo y a las normativas y directrices establecidas por el SENECYT, el suscrito Dr. Gary Meza Bone; en calidad de Tutor de la Unidad Integradora Curricular titulada **“DOSIS DE FERTILIZACIÓN ORGÁNICA EN LA VALORACIÓN NUTRICIONAL *in vitro* EN *Moringa oleífera*”**, de autoría del estudiante **MARÍA EUGENIA ROMERO ALARCÓN**, certifica que el porcentaje de similitud reportado por el sistema URKUND es de **7%** el mismo que es permitido por el mencionado software y los requerimientos académicos establecidos. Se extiende el presente reporte para que la aspirante continúe con la gestión de titulación respectiva.

Cordialmente;

URKUND	
Documento	TESIS-ROMERO ALARCON MARIA EUGENIA.pdf (D112147174)
Presentado	2021-09-06 16:05 (-05:00)
Presentado por	Meza Bone Gary Alex (gmeza@uteq.edu.ec)
Recibido	gmeza.uteq@analysis.urkund.com
	7% de estas 45 páginas, se componen de texto presente en 16 fuentes.

Dr. Alex Gary Meza Bone

Tutor Unidad de Integración Curricular



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA AGROPECUARIA

UNIDAD DE INTEGRACION CURRICULAR

Título

**“DOSIS DE FERTILIZACIÓN ORGÁNICA EN LA VALORACIÓN
NUTRICIONAL *in vitro* EN *Moringa oleífera*”.**

Presentado a Consejo Directivo como requisito previo a la obtención del título de
Ingeniero Agropecuario.

Aprobado por:

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL
Dr. Bolívar Montenegro Vivas

MIEMBRO DEL TRIBUNAL
Dr. Carlos Meza Bone

MIEMBRO DEL TRIBUNAL
Dr. Ronald Cabezas Congo

Quevedo - Los Ríos - Ecuador
2021

Agradecimiento

Agradezco a Dios por haber hecho realidad unos de mi sueño tan anhelado, por ser el apoyo y fortaleza en aquellos momentos de dificultad y de debilidad.

A mis padres José Tomas Romero Junco y Angela Judith Alarcón Vela, por siempre contar con su apoyo incondicional, que con su esfuerzo y dedicación me ayudaron a culminar mi carrera universitaria y me dieron el apoyo suficiente para no decaer cuando todo parecía complicado e imposible, gracias por brindar siempre lo mejor para mí.

A mi hija Danna Saltos, que es el mayor tesoro de mi vida y mi fuente de motivación, por eso quiero agradecerte cada momento de felicidad con el que me colmas mi vida.

A mis hermanos Jefferson y Haidy a ti hermano que estas en el cielo Jordan. Aunque muchas veces pareciera que estuviéramos peleando, hay momentos donde el fuego desaparece y nos unimos en una sola persona para poder alcanzar todos nuestros objetivos.

De igual forma, agradezco a mi Director de Tesis Dr. Gary Meza Bone, que gracias a sus consejos y correcciones hoy puedo culminar este trabajo. A los docentes de la Universidad Técnica Estatal De Quevedo, que me han visto crecer como persona, y gracias a sus conocimientos hoy puedo sentirme dichosa y contenta.

Dedicatoria

Dedico este trabajo a Dios, por haberme dado la vida y permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional.

A mis padres por su apoyo incondicional. Con mucho amor y cariño, les dedico todo mi esfuerzo, en reconocimiento a todos los sacrificios puestos para que yo pueda estudiar, se merecen esto y mucho más.

A mi pequeña hija que es lo más importante en mi vida, hoy he dado un paso más para servir de ejemplo a la persona que más amo en este mundo, y este logro será una herramienta para guiarte en cada paso del camino.

A mis amigos/as, que han estado conmigo en las buenas y sobre todo en las malas, gracias por haberme pasar momentos inolvidables

María Eugenia Romero Alarcón

Resumen

La *Moringa oleífera* presenta una excelente respuesta en la producción de forraje a la fertilización, con capacidad de adaptación a territorios de climas calurosos y pluviometrías escasas. La importancia del uso del Marango como forraje se deben a sus buenas características nutricionales y a su alto rendimiento de producción de biomasa fresca. El objetivo de este trabajo fue evaluar la dosis de fertilización orgánica en la valoración nutricional *in vitro* de la *Moringa oleífera*. El trabajo experimental se realizó en el Campus “La María” de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Se utilizó un diseño completo al azar (DCA). Se seleccionaron 16 parcelas con los siguientes tratamientos T0= 0 g compost; T1= 770 g compost ha⁻¹ corte⁻¹; T2= 1540 g compost ha⁻¹ corte⁻¹ y T3= 2310 g compost ha⁻¹ corte⁻¹. Luego de 60 días se procedió a la colecta del material forrajero de los tratamientos y se recolectaron de 4 repeticiones de cada parcela. Se realizó los análisis de la composición bromatológica de la MS, MO, PC, FDN y FDA. Para la digestibilidad y la degradabilidad *in vitro* se utilizaron cuatro toros fistulados en el rumen, se siguió el protocolo recomendado por el fabricante para el incubador DaisyII®, (ANKOM Technology, Fairport, NY-USA A220) (ANKOM, 2004) a una temperatura de 39,2 ± 0,5 °C, usando bolsas FN° 57 con un tamaño de poro de 25 µm y dimensiones de 5 x 4 cm fabricadas de poliéster/polietileno y se depositaron 0,30 g de muestra de cada tratamiento y se incubaron por 6, 12, 24, 48, 72 y 96 h. Se determinó la degradación de la materia seca (MS), materia orgánica (MO), fibra detergente neutra (FDN) y fibra detergente ácida (FDA) se determinaron por diferencia de peso, y la digestibilidad *in vitro* se la realizo a las 48 horas de incubación. La composición bromatológica y la digestibilidad *in vitro* (p>0,05) no presentaron variaciones en la dosis del compost. La degradación potencial presentó diferencias entre tratamientos (p<0,05), para la FDN en el T1 (64,15%) y para la degradación efectiva para la FDN y FDA en los tratamientos T0 y T1 (46,47 y 38,70%) respectivamente. Se concluye que las dosis de abono orgánico (compost) no influyó en la composición bromatológica, digestibilidad, los parámetros de degradación de los nutrientes.

Palabras clave: forraje, nutrición animal, arbustiva, compost, cinética.

Abstract

Moringa oleifera has an excellent response in the production of forage to fertilization, with the ability to adapt to territories with hot climates and low rainfall. The importance of using Marango as forage is due to its good nutritional characteristics and its high yield of fresh biomass production. The objective of this work was to evaluate the dose of organic fertilization in the *in vitro* nutritional assessment of *Moringa oleifera*. The experimental work was carried out at the “La María” Campus of the Quevedo State Technical University. A complete randomized design (DCA) was used. 16 plots were selected with the following treatments T0= 0 g compost; T1= 770 g compost ha⁻¹ corte⁻¹; T2= 1540 g compost ha⁻¹ corte⁻¹ y T3= 2310 g compost ha⁻¹ corte⁻¹. After 60 days, the forage material of the treatments was collected and 4 repetitions of each plot were collected. The analysis of the bromatological composition of the MS, MO, PC, FDN and FDA was carried out. For digestibility and *in vitro* degradability, four fistulated bulls were used in the rumen, the protocol recommended by the manufacturer for the DaisyII® incubator was followed, (ANKOM Technology, Fairport, NY-USA A220) (ANKOM, 2004) at a temperature of 39.2 ± 0.5 °C, using FN ° 57 bags with a pore size of 25 µm and dimensions of 5 x 4 cm made of polyester / polyethylene and 0.30 g of sample of each treatment were deposited and incubated for 6, 12, 24, 48, 72 and 96 h. The degradation of dry matter (DM), organic matter (OM), neutral detergent fiber (NDF) and acid detergent fiber (ADF) were determined by weight difference, and *in vitro* digestibility was performed at 48 hours incubation. The bromatological composition and *in vitro* digestibility (p> 0.05) did not show variations in the compost dose. The potential degradation showed differences between treatments (p <0.05), for NDF in T1 (64.15%) and for effective degradation for NDF and ADF in treatments T0 and T1 (46.47 and 38, 70%) respectively. It is concluded that the doses of organic fertilizer (compost) did not influence the bromatological composition, digestibility, the degradation parameters of the nutrients.

Keywords: forage, animal nutrition, shrub, compost, kinetics.

TABLA DE CONTENIDO

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS	ii
CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN..	iii
CERTIFICACIÓN DEL REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y / O PLAGIO ACADÉMICO	iv
AGRADECIMIENTO	vi
DEDICATORIA.....	vii
RESUMEN	viii
ABSTRACT	ix
TABLA DE CONTENIDO	x
ÍNDICE DE FOTO.....	xiv
ÍNDICE DE TABLAS.....	xiv
ÍNDICE DE ECUACIONES	xv
ÍNDICE DE FIGURA	xv
ÍNDICE DE ANEXOS	xv
CÓDIGO DUBLIN	xvi
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I. CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	
1.1. Problema de la investigación	4
1.1.1. Planteamiento del problema	4
1.1.2. Formulación del problema.....	5
1.1.3. Sistematización del problema.....	5
1.2. Objetivos	6
1.2.1. Objetivo general	6
1.2.2. Objetivos específicos.....	6
1.3. Justificación	7

CAPÍTULO II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.	Marco conceptual	9
2.1.1.	Moringa	9
2.1.2.	Forraje verde.....	9
2.1.3.	Degradación y digestibilidad <i>in vitro</i>	9
2.1.4.	Proteína.....	9
2.1.5.	Calidad de forraje	10
2.1.6.	Valor nutritivo	10
2.2.	Marco referencial.....	10
2.2.1.	Origen y distribución.....	10
2.2.2.	Generalidades de la <i>Moringa oleífera</i>	10
2.2.3.	Importancia.....	11
2.2.4.	Taxonomía.....	11
2.2.5.	Descripción botánica	12
2.2.6.	Hábitat	13
2.2.7.	Tipos de siembra.....	14
2.2.10.	La Digestibilidad	15
2.2.11.	Digestibilidad <i>in vitro</i>	16
2.2.12.	Técnicas usadas para la evaluación de la digestibilidad.....	17
2.2.13.	Digestibilidad en el DIGESTOR DAISY	17
2.2.14.	Degradabilidad ruminal	18
2.2.15.	Método (<i>in vitro</i>)	18
2.2.16.	Cinética de la degradación ruminal	21
2.2.17.	Fertilizante	21
2.2.18.	Fertilización orgánica	22
2.2.19.	Efecto de la aplicación de fertilizantes en la producción de biomasa de <i>Moringa oleífera</i>	22

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1.	Localización y metodología.....	24
3.1.1.	Condiciones agroclimáticas	24
3.1.2.	Composición química del suelo al inicio del experimento.....	25
3.2.	Tipo de investigación.....	25
3.3.	Métodos de investigación	25
3.3.1.	Método comparativo.....	25
3.3.2.	Método experimental.....	25
3.4.	Fuentes de recopilación de información	25
3.4.1.	Primarias.....	25
3.4.2.	Secundarias.....	26
3.5.	Diseño de la investigación	26
3.6.	Tratamientos bajo estudio.....	27
3.6.1.	Análisis de abono orgánico (compost)	28
3.7.	Instrumentos de investigación.....	28
3.7.1.	VARIABLES A ESTUDIAR	28
3.7.1.1.	Materia seca (%).....	28
3.7.1.2.	Proteína cruda (%).....	29
3.7.1.3.	Fibra detergente neutra (%)	29
3.7.1.4.	Fibra detergente ácida (%).....	30
3.7.1.5.	Cenizas (%)	30
3.7.2.	Manejo de la investigación	32
3.7.2.1.	Recolección de las muestras, composición química, digestibilidad y degradabilidad <i>in vitro</i>	32
3.8.	Recursos humanos y materiales	33
3.8.1.	Materiales y equipos.....	33
3.8.1.1.	Materiales y equipos de campo	33

3.8.1.2. Materiales y equipos de oficina	33
3.8.1.3. Materiales de laboratorio	33
3.8.1.4. Reactivos	34

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Composición Bromatológica de <i>M. oleífera</i>	36
4.1.1. Materia seca (MS)	36
4.1.2. Materia orgánica (MO)	36
4.1.3. Proteína cruda (PC)	36
4.1.4. Fibra en detergente neutro (FDN)	37
4.1.5. Fibra en detergente ácida (FDA)	37
4.2. Digestibilidad <i>in vitro</i> aparente de <i>M. oleífera</i>	38
4.2.1. Digestibilidad <i>in vitro</i> de materia seca (DIVMS9).....	38
4.2.2. Digestibilidad <i>in vitro</i> de materia orgánica (DIVMO).....	38
4.2.3. Digestibilidad <i>in vitro</i> de fibra en detergente neutro (DIVFDN).....	38
4.2.4. Digestibilidad <i>in vitro</i> de fibra en detergente ácida (DIVFDA).....	39
4.3. Parámetros de degradación ruminal <i>in vitro</i> de la <i>M. oleífera</i>	39
4.3.1. Degradación ruminal <i>in vitro</i> de la <i>M. oleífera</i> de la materia seca	39
4.3.2. Degradación ruminal <i>in vitro</i> de la <i>M. oleífera</i> de la materia orgánica	40
4.3.3. Degradación ruminal <i>in vitro</i> de la <i>M. oleífera</i> de la fibra detergente neutra	41
4.3.4. Degradación ruminal <i>in vitro</i> de la <i>M. oleífera</i> de la Fibra Detergente Ácida...	42

CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIÓN

5.1. CONCLUSIONES.....	48
5.2. RECOMENDACIONES	49

CAPITULO VI. BIBLIOGRAFÍA

6.1. Referencias bibliográficas.	51
---------------------------------------	----

ÍNDICE DE FOTO

Foto 1. Cultivo de <i>Moringa oleífera</i>	12
Foto 2. Hojas de la <i>Moringa oleífera</i>	12
Foto 3. Flores de la <i>Moringa oleífera</i>	13
Foto 4. Semilla de la <i>Moringa oleífera</i>	13
Foto 5. Toma Satelital del Campus "La María".	24

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación taxonómica de la (<i>Moringa oleífera</i>).....	11
Tabla 2. Porcentajes de degradabilidad de los forrajes.....	20
Tabla 3. Condiciones agrometeorológicas del Cantón Mocache	24
Tabla 4. Composición química del suelo al inicio del experimento.....	25
Tabla 5. Esquema del experimento. Campus La María 2021	27
Tabla 6. Esquema del experimento. Campus La María 2021	27
Tabla 7. Esquema del análisis de varianza. Campus La María 2021	27
Tabla 8. Análisis de abono orgánico (compost)	28
Tabla 9. Composición bromatológica de <i>M. oleífera</i> de la materia seca.....	36
Tabla 10. Composición bromatológica de <i>M. oleífera</i> de la materia orgánica.....	36
Tabla 11. Composición bromatológica de <i>M. oleífera</i> de la proteína cruda.....	37
Tabla 12. Composición bromatológica de <i>M. oleífera</i> de la fibra en detergente neutro	37
Tabla 13. Composición bromatológica de <i>M. oleífera</i> de la fibra en detergente acida .	37
Tabla 14. Digestibilidad <i>in vitro</i> aparente de <i>M. oleífera</i> en materia seca	38
Tabla 15. Digestibilidad <i>in vitro</i> aparente de <i>M. oleífera</i> en materia orgánica	38
Tabla 16. Digestibilidad <i>in vitro</i> aparente de <i>M. oleífera</i> en detergente neutro	39
Tabla 17. Digestibilidad <i>in vitro</i> aparente de <i>M. oleífera</i> en detergente acida.....	39
Tabla 18. Degradación ruminal <i>in vitro</i> de la <i>M. oleífera</i> de la materia seca.....	40
Tabla 19. Degradación ruminal <i>in vitro</i> de la <i>M. oleífera</i> de la materia orgánica.....	41
Tabla 20. Degradación ruminal <i>in vitro</i> de la <i>M. oleífera</i> de la fibra detergente neutra	42
Tabla 21. Degradación ruminal <i>in vitro</i> de la <i>M. oleífera</i> de la fibra detergente ácida.	43

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1. Materia seca.....	28
Ecuación 2: Proteína cruda.....	29
Ecuación 3: Fibra detergente neutra.....	29
Ecuación 4: Fibra detergente ácida.....	30
Ecuación 5: Cenizas.....	31
Ecuación 6: Degradabilidad ruminal <i>in vitro</i>	32

ÍNDICE DE FIGURA

Figura 1. Cinética de degradación <i>in vitro</i> (CDIV) de la materia seca (MS) de <i>M. oleífera</i> , a cuatro dosis de abono orgánico (Compost) durante la época seca.....	40
Figura 2. Cinética de degradación <i>in vitro</i> (CDIV) de la materia orgánica (MO) de <i>M. oleífera</i> , a cuatro dosis de abono orgánico (Compost) durante la época seca.....	41
Figura 3. Cinética de degradación <i>in vitro</i> (CDIV) de la fibra detergente neutra (FDN) de <i>M. oleífera</i> , a cuatro dosis de abono orgánico (Compost) durante la época seca.....	42
Figura 4. Cinética de degradación <i>in vitro</i> (CDIV) de la fibra detergente ácida (FDA) de <i>M. oleífera</i> , a cuatro dosis de abono orgánico (Compost) durante la época seca.....	43

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexos 1. ANDEVA.....	60
Anexos 2. Desarrollo de la investigación.....	74
Anexos 3. Registro del peso de las muestras.....	76
Anexos 4. Proceso de proteína.....	77
Anexos 5. Determinación de FDN y FDA.....	75
Anexos 6. Secado en estufa.....	76
Anexos 7. Desecador de las muestras.....	78
Anexos 8. Digestibilidad y degradabilidad ruminal <i>in vitro</i>	76
Anexos 9. Cenizas.....	79

CÓDIGO DUBLIN

Título:	“Dosis de fertilización orgánica en la valoración nutricional <i>in vitro</i> en <i>Moringa oleífera</i> ”
Autora:	Romero Alarcón María Eugenia
Palabra clave:	forraje, nutrición animal, arbustiva, compost, cinética.
Fecha de publicación:	
Resumen:	<p>La <i>Moringa oleífera</i> presenta una excelente respuesta en la producción de forraje a la fertilización, con capacidad de adaptación a territorios de climas calurosos y pluviometrías escasas. La importancia del uso del Marango como forraje se deben a sus buenas características nutricionales y a su alto rendimiento de producción de biomasa fresca. El objetivo de este trabajo fue evaluar la dosis de fertilización orgánica en la valoración nutricional <i>in vitro</i> de la <i>Moringa oleífera</i>. El trabajo experimental se realizó en el Campus “La María” de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Se utilizó un diseño completo al azar (DCA). Se seleccionaron 16 parcelas con los siguientes tratamientos T0= 0 g compost; T1= 770 g compost ha⁻¹ corte⁻¹; T2= 1540 g compost ha⁻¹ corte⁻¹ y T3= 2310 g compost ha⁻¹ corte⁻¹. Luego de 60 días se procedió a la colecta del material forrajero de los tratamientos y se recolectaron de 4 repeticiones de cada parcela. Se realizó los análisis de la composición bromatológica de la MS, MO, PC, FDN y FDA. Para la digestibilidad y la degradabilidad <i>in vitro</i> se utilizaron cuatro toros fistulados en el rumen, se siguió el protocolo recomendado por el fabricante para el incubador DaisyII®, (ANKOM Technology, Fairport, NY-USA A220) (ANKOM, 2004) a una temperatura de 39,2 ± 0,5 °C, usando bolsas FN° 57 con un tamaño de poro de 25 µm y dimensiones de 5 x 4 cm fabricadas de poliéster/polietileno y se depositaron 0,30 g de muestra de cada tratamiento y se incubaron por 6, 12, 24, 48, 72 y 96 h. Se determinó la degradación de la materia seca (MS), materia orgánica (MO), fibra detergente neutra (FDN) y fibra detergente ácida (FDA) se determinaron por diferencia de peso, y la digestibilidad <i>in vitro</i> se la realizo a las 48 horas de incubación. La composición bromatológica y la digestibilidad <i>in vitro</i> (p>0,05) no presentaron variaciones en la dosis del compost. La degradación potencial presentó diferencias entre tratamientos (p<0,05), para la FDN en el T1 (64,15%) y para la degradación efectiva para la FDN y FDA en los tratamientos T0 y T1 (46,47 y 38,70%) respectivamente. Se concluye que las dosis de abono orgánico (compost) no influyo en la composición bromatológica, digestibilidad, los parámetros de degradación de los nutrientes.</p> <p>Palabras clave: forraje, nutrición animal, arbustiva, compost, cinética.</p>

	<p>Abstract: <i>Moringa oleifera</i> has an excellent response in the production of forage to fertilization, with the ability to adapt to territories with hot climates and low rainfall. The importance of using Marango as forage is due to its good nutritional characteristics and its high yield of fresh biomass production. The objective of this work was to evaluate the dose of organic fertilization in the <i>in vitro</i> nutritional assessment of <i>Moringa oleifera</i>. The experimental work was carried out at the “La María” Campus of the Quevedo State Technical University. A complete randomized design (DCA) was used. 16 plots were selected with the following treatments T0= 0 g compost; T1= 770 g compost ha⁻¹ corte⁻¹; T2= 1540 g compost ha⁻¹ corte⁻¹ y T3= 2310 g compost ha⁻¹ corte⁻¹. After 60 days, the forage material of the treatments was collected and 4 repetitions of each plot were collected. The analysis of the bromatological composition of the MS, MO, PC, FDN and FDA was carried out. For digestibility and <i>in vitro</i> degradability, four fistulated bulls were used in the rumen, the protocol recommended by the manufacturer for the DaisyII® incubator was followed, (ANKOM Technology, Fairport, NY-USA A220) (ANKOM, 2004) at a temperature of 39.2 ± 0.5 °C, using FN ° 57 bags with a pore size of 25 µm and dimensions of 5 x 4 cm made of polyester / polyethylene and 0.30 g of sample of each treatment were deposited and incubated for 6, 12, 24, 48, 72 and 96 h. The degradation of dry matter (DM), organic matter (OM), neutral detergent fiber (NDF) and acid detergent fiber (ADF) were determined by weight difference, and <i>in vitro</i> digestibility was performed at 48 hours incubation. The bromatological composition and <i>in vitro</i> digestibility (p> 0.05) did not show variations in the compost dose. The potential degradation showed differences between treatments (p <0.05), for NDF in T1 (64.15%) and for effective degradation for NDF and ADF in treatments T0 and T1 (46.47 and 38, 70%) respectively. It is concluded that the doses of organic fertilizer (compost) did not influence the bromatological composition, digestibility, the degradation parameters of the nutrients.</p> <p>Keywords: forage, animal nutrition, shrub, compost, kinetics.</p>
Descripción:	112 hojas: dimensiones. 29x21 cm+ CM-ROM
URI:	

INTRODUCCIÓN

Moringa oleifera, un árbol primitivo del sur del Himalaya, está ampliamente distribuida por todo el planeta. Presenta rápido crecimiento, unos 3 m en su primer año pudiendo llegar a 5 m en condiciones ideales; adulto llega a los 10 o 12 m de altura máxima (Becker, 2012). Además de la plasticidad que puede adaptarse a diversos tipos de ambientes y zonas climáticas, la importancia de utilizar esta planta como especie forrajera radica en sus propiedades nutricionales y alto rendimiento de biomasa fresca.

Las cualidades nutritivas de las hojas de *Moringa* están entre las mejores de los vegetales perennes, pues presenta 27% de proteína cruda y cantidades importantes de calcio, hierro, fósforo, y vitamina A y C. Las hojas de moringa pueden cosecharse durante la época seca, cuando no hay otros vegetales frescos disponibles (Delgado, 2016). Las hojas de los árboles aportan más del 50% de lo que los rumiantes pueden comer en la estación seca, gracias a la recolección de ramas de plantas forrajeras.

El aporte a partir del follaje de los árboles puede representar más del 50% del alimento disponible para los rumiantes en la estación seca, con la práctica de cosecha de las ramas de las especies forrajeras; asimismo, en las regiones de altas precipitaciones, donde las gramíneas constituyen la principal fuente de materia seca (MS) consumible por rumiantes, las hojas y los frutos de los árboles representan un importante elemento en la dieta para pequeños rumiantes (Chacón, 2018). En las zonas áridas, donde ocurren limitaciones por el déficit hídrico, producción de hojas y brotes de árboles y arbustos, el crecimiento de plantas herbáceas puede representar más del 50% de la producción de biomasa vegetal en las tierras de pastoreo.

Durante el proceso digestivo, una porción de los carbohidratos estructurales puede ser hidrolizados, fermentados y degradados por microorganismo ruminales, lo que permite al animal aprovechar los productos finales como los ácidos grasos y el amoníaco principalmente, así como una parte de la proteína dietética (Krause.D, 2003). además, parte de los microorganismos ruminales que son aprovechadas en el tracto digestivo del rumiante, como proteína de origen microbiano.

Los valores altos de digestibilidad en las leguminosas se deben a que esta posee bajos contenidos de pared celular y la digestibilidad puede ser limitada por falta de tiempo para realizar la acción digestiva completa en sustancias que son de lenta digestión, o bien, por falta de absorción completa; tal efecto aumenta por el rápido tránsito del alimento a través del tracto digestivo.

La degradación ruminal de la proteína alimentaria depende del tiempo, y la tasa de la degradación que va en relación con la tasa de paso, esta última es la dinámica crucial que afecta a la cantidad de proteína que escapa del rumen sin haber sido degradada (L. Maynard, 1989). Los principales factores que influyen en la síntesis de proteína microbiana ruminal encierran: la disponibilidad de carbohidrato alimentario, proteína degradable en el rumen, además es conocido que el objetivo de la nutrición proteica es proveer cantidades adecuadas de proteína degradable en el rumen para garantizar la eficiencia ruminal óptima y obtener la productividad animal deseada con el suministro mínimo de proteína evitando la oferta excesiva

CAPÍTULO I

CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Problema de la investigación

1.1.1. Planteamiento del problema

El ganado vacuno es considerado el pilar básico de la producción ganadera, gracias a su particularidad en el tracto digestivo, que le permite convertir materiales vegetales en proteínas de alto valor biológico. La alimentación de las vacas que producen leche y carne se enfrenta a problemas muy serio como es la escasez de pasto, durante la época seca, los animales se alimentan con recursos de bajo valor nutritivo, poco palatable, bajo contenido de nitrógeno y consecuentemente provoca un bajo consumo (Mendieta A, 2011).

La alimentación de rumiantes es basada primordialmente en el pastoreo de gramíneas, pero estas no abastecen por completo los requerimientos de los animales principalmente en época seca y es por ello necesario la asociación con especies forrajeras que tengan gran potencial por su calidad y disponibilidad de nutrientes en todas las épocas del año por la capacidad de rebrotar y ofrecer biomasa de buena calidad. (Church & Pond, 2002).

Diagnóstico

En la época del verano existe la escasez de pasto para el alimento del ganado, y por ende provoca problemas de desnutrición y una baja producción de leche y carne afectando a la economía de los productores ganaderos en la zona.

Pronóstico

La baja disponibilidad de pastos obliga a los ganaderos a vender sus animales por la excesiva demanda de carne. Esta situación causa un aumento en la cantidad de animales en el mercado provocando un precio de venta bajo. El consumo de *Moringa oleífera* como producto de suplemento nutricional en ganado bovino, ha tenido un crecimiento de comportamiento exponencial, debido a las propiedades que se ha demostrado tiene la planta y el interés de varias organizaciones de convertir a la moringa en un recurso primario que combata la desnutrición, desarrolladas por la carencia de ciertas vitaminas en la alimentación.

1.1.2. Formulación del problema

¿Cuánto afecta la dosis de fertilización orgánica en *Moringa oleífera* en la composición bromatológica, degradabilidad y digestibilidad en rumiantes?

1.1.3. Sistematización del problema

¿Cuál es la composición bromatológica de la dosis de fertilización orgánica en *Moringa oleífera*?

¿Qué porcentaje tendrá la degradación y digestibilidad *in vitro* en la dosis de fertilización orgánica?

1.2. Objetivo

1.2.1. Objetivo general

Evaluar la dosis de fertilización orgánica en la valoración nutricional *in vitro* en *Moringa oleífera*.

1.2.2. Objetivos específicos

- Determinar la dosis de abono orgánico en la composición bromatológica en la “*Moringa oleífera*.”
- Evaluar la dosis de abono orgánico en la digestibilidad *in vitro* de la “*Moringa oleífera*.”
- Analizar la dosis de abono orgánico en la degradabilidad *in vitro* de la “*Moringa oleífera*.”

1.3. Justificación

La información de este estudio, será de beneficio para los ganaderos y agricultores que busca una alternativa a la producción de forraje, ya que contribuirá en la toma de decisiones favorables para su economía de producción. Hacer un mayor uso de los recursos naturales para estudiar los tipos de forrajes locales es una buena opción para proporcionar forraje a nuestro ganado (Benítez, 2010).

Por tanto, algunas de ellas son muy sensibles a la sequía en verano, lo que hace que la pradera sea casi árida, pero algunas especies forrajeras tienen buenas características nutricionales y buenos rendimientos, como la *Moringa oleífera*, que puede adaptarse a las condiciones climáticas adversas en verano debido al número de plantas, la distancia de siembra permite obtener rendimientos forrajeros que dependen del tamaño entre plantas y surcos.

La frecuencia de corte provoca que la producción de forrajes incida en su calidad y peso de biomasa. Además, la altura de rebrote es muy importante en la velocidad de crecimiento de la planta por las reservas de carbohidratos que almacena en el tallo cortado. Ante esta situación, es necesario investigar esta planta con el fin de aprovechar al máximo su rendimiento y nutrientes (Benítez, 2010).

CAPÍTULO II

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Marco conceptual

2.1.1. Moringa

Moringa oleífera es una planta arbustiva arbórea originaria del Norte de la India y el Sur de África que pertenece a la familia de la Moringácea, es de crecimiento rápido ya que puede alcanzar una altura de 3 m en su primer año de vida pero como adulta promedia lo 15 a 18 m de altura y su edad productiva es de 20 años (Alfaro, 1972).

2.1.2. Forraje verde

La Moringa (*Moringa oleífera*) se puede emplear en programas para la producción de forraje por su nivel de nutrientes (Reyes Sánchez, Rodríguez, Mendieta Araica, & Mejía Sovalbarro, 2009). Pruebas en Centroamérica han determinado una densidad mínima de 500 plantas/ha, para producir 210.000 kg de forraje/ha/año, con propiedades antihelmínticas, sinergismo de suma o de potenciación con medicamentos, condicionador metabólico contra enfermedades permanentes o endémicas, buena fuente de proteínas y micronutrientes (Perez A. B., 2010).

2.1.3. Degradación y digestibilidad *in vitro*

La degradabilidad y digestibilidad de los alimentos es fundamental para establecer su valor nutricional, por lo que se formulan raciones para rumiantes (Bochi-Brum, 1999). La digestibilidad se refiere a la cantidad de alimento que desaparece en el tracto digestivo o procedimientos de laboratorio debido a su disolución o ataque por microorganismos anaerobios del rumen. La degradabilidad se refiere a la cantidad de alimento que se descompone en sus elementos constituyentes mediante procesos biológicos o químicos (Giraldo, 2006).

2.1.4. Proteína

Son un grupo de compuestos orgánicos, de aproximadamente 20 aminoácidos diferentes, siendo estas las partes principales de cada célula viva. El árbol de Marango (*Moringa oleífera*), posee un alto contenido de proteínas en sus hojas, ramas y tallos. Sus frutos y flores contienen vitaminas A, B y C y proteínas. Las semillas tienen entre 30 y 42% de aceite y su torta contiene un 60% de proteína (Arenales, 1978).

2.1.5. Calidad de forraje

Las pasturas presentan una gran variación en calidad en sus distintas etapas de crecimiento y en las diferentes fracciones de la planta. Estas diferencias se deben además a la variabilidad en las condiciones ambientales (suelo-clima), al material genético y al manejo (riego-fertilización). Cuando se hace referencia a forrajes de alta calidad, es porque los mismo tienen moderados a elevados tenores proteicos (más del 12%) y bajos a moderados niveles de fibra (28% a 60%) pero cuya digestión es elevada (más del 60% de digestibilidad). Los forrajes de baja calidad se encuadran en una caracterización opuesta (bajos niveles proteicos y elevados tenores de fibra poco digestible). Por manejo pueden perder nutrientes, digestibilidad y consumo en poco tiempo (Almeida, 2015).

2.1.6. Valor nutritivo

El forraje puede ser una buena fuente de proteína para la alimentación animal ya que contiene entre 15.6 y 29% en base seca con un alto contenido de proteína sobre pasante, 47%, de la proteína total y la DIVMS es de 79% (Almeida, 2015).

2.2. Marco referencial

2.2.1. Origen y distribución

La *Moringa oleífera* es originaria del sur del Himalaya, noreste de la India, Pakistán, Bangladesh, Arabia Saudita y Afganistán y se ha naturalizado en la mayoría de los países tropicales. La *Moringa oleífera* fue introducida en América por el intercambio de plantas realizado por los españoles con la Nao de Filipinas habiéndose encontrado referencias a esta especie en envíos de 1782, 1793, 1797 y 1872. En la actualidad su cultivo en Iberoamérica está en auge, abarcando desde California, hasta Argentina, pasando por Chile, Arizona y Florida (Sabín, 2014).

2.2.2. Generalidades de la *Moringa oleífera*

La *Moringa oleífera* Lam es un árbol caducifolio, de crecimiento rápido, con raíces tuberosas y gruesas, hoja verde claro, de floración abundante, con frutos en cápsulas alargadas y colgantes y que contienen semillas oscuras (Doménech Asensi, 2017). La *Moringa oleífera*

perteneciente a la familia Moringaceae es uno del arbusto forrajero que gracias a la polémica que genera en el mundo por las propiedades curativas y a la fuente de proteína que este puede aportar como alimento para rumiantes (Mendoza Ortiz, 2005). Crece hasta 12 metros de altura y sus especies se caracterizan por tener hojas pinnadas grandes y cada hoja dividida en muchos folíolos, que se disponen sobre un armazón al cual llaman raquis. Los frutos forman una cápsula larga y leñosa que al alcanzar la madurez se abre en 3 valvas que son separadas la una de la otra por su longitud, quedando unidas sólo en la base. En la mayoría de las especies, las semillas tienen 3 alas longitudinales (Olson, 2016).

2.2.3. Importancia

Moringa oleifera es un árbol con alto potencial para suplir deficiencias alimenticias en sistemas productivos tropicales, especialmente en rumiantes, ya que cuenta con aceptables valores nutricionales, buena palatabilidad, adaptabilidad a condiciones agrestes y alta producción de biomasa (Reyes S. , 2006). La morera ha sido usada para reemplazar exitosamente los concentrados de granos en vacas en lactación. Los rendimientos de leche no disminuyeron cuando se reemplazó el 75% del concentrado con morera, la producción de leche de las cabras se incrementó con los niveles de morera en sustitución del pasto King. Una característica importante de la moringa es el alto contenido de proteína en sus hojas, constituyendo hasta el 30% de su peso seco (Pérez A, 2010).

2.2.4. Taxonomía

Moringa oleifera, comúnmente llamado Marango miembro de la familia moringácea teniendo de esta familia una amplia variedad de especies de las cuales encontramos las siguientes según su origen (Colmeiro, 1871).

Tabla 1. Clasificación taxonómica de la (*Moringa oleifera*)

Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Orden	Brassicales
Clase	Eudicotyledoneae
Familia	Moringaceae
Género	<i>Moringa</i>
Especie	<i>Moringa oleifera</i>

Fuente: (Lyndad, 2018).

2.2.5. Descripción botánica

La moringa es un pequeño árbol que puede alcanzar una altura de 10 a 12 metros, como se lo puede observar en la (Foto 1) (Finqueros, 2015). Se caracteriza por tener una copa en forma de sombrilla, raíces profundas, corteza grisácea con apariencia de corcho y ramas frágiles (Finqueros, 2015). Las raíces principales son pivotantes y esféricas, y tienen varios metros de longitud, lo que le confiere un cierto grado de resistencia a la sequía (Alonzo, 2008). Las hojas de este árbol pueden fluctuar entre 7 a 60 cm de largo y elípticas, como se muestra en la (Foto 2) (Finqueros, 2015). Los frutos maduros contienen entre 15 a 20 semillas oleosas de poco más de un centímetro de diámetro (Finqueros, 2015). Florece a los siete meses de su plantación. Las flores son fragantes, de color blanco o blanco crema, de 2,5 cm de diámetro como se lo muestra en la, (Foto 3) (Duke, 1987).

Produce vainas colgantes color marrón, triangulares, de 30 a 120 cm de largo por 1,8 cm de ancho, divididas longitudinalmente en 3 partes cuando se secan; cada una contiene aproximadamente veinte semillas incrustadas en la médula. Semillas de color marrón oscuro, con tres alas como se lo muestra en la, (Foto 4) (Duke, 1987). Su rusticidad lo hace muy fácil de cultivar (Duke, 1987).



Foto 1. Cultivo de *Moringa oleifera* (Finqueros, 2015).



Foto 2. Hojas de la *Moringa oleifera* (Finqueros, 2015).



Foto 3. Flores de la *Moringa oleífera* (Duke, 1987)



Foto 4. Semilla de la *Moringa oleífera* (Duke, 1987).

2.2.6. Hábitat

La moringa es una planta que se adapta principalmente a las regiones cálidas, donde no hay heladas y se adapta a los climas tropicales y subtropicales. Como planta tropical, crece en un clima semiárido, semihúmedo y húmedo.

La moringa crece bien en altitudes desde el nivel del mar hasta los 1200 m y crece a altas temperaturas, siendo considerada la mejor opción para un buen desempeño a temperaturas de 24 a 32 °C (Reyes S. , 2004). El agua afecta el crecimiento y desarrollo de las plantas porque es un componente que constituye un solvente celular y regula su temperatura, por lo que la cantidad, frecuencia e intensidad de las lluvias determinan en gran medida la adaptabilidad de un forraje específico a un ambiente específico.

Moringa necesita por lo menos 700 mm por año, aunque hay reportes en la región del Pacífico de Nicaragua donde 300 mm crece muy bien. Se observa buen comportamiento en lugares donde la precipitación anual es de 2000 mm (Godino M, 2013). La moringa crece en varios tipos de suelo, ya sea duro o pesado, de ácido a alcalino (pH 4.5-8), tiene poca capacidad de retención de agua, o incluso en suelos sin actividad biológica; sin embargo, en suelos neutros o débilmente alcalinos, la mejor respuesta de desarrollo y

productividad se puede obtener en suelos bien drenados o arenosos y en suelos con niveles elevados de agua subterránea. (Freire, 1991).

2.2.7. Tipos de siembra

La *Moringa oleífera* se establece fácilmente por material vegetativo o por semillas. Las semillas pueden ser plantadas directamente en el campo o en viveros y no requieren de un tratamiento anterior y las plantaciones mediante material vegetativo se utilizan para cosechar los brotes posteriormente. La propagación por semillas es la manera más común y apropiada de sembrar la Moringa (*Moringa oleífera*) (Duarte FJ, 2004).

La viabilidad del surgimiento de la planta depende, en general, del grado de fertilidad de los árboles productores, para éstos árboles el poder germinativo es de 99.5% y la vigorosidad es de 90% (Armengol, 2010).

2.2.8. *Moringa oleífera* como alimentación para ganado bovino

La *Moringa oleífera*, es considerada multipropósito para el ganado bovino porque es altamente nutritiva, sirve de alimento mediante el ramoneo, proporciona sombra, se usa para cercas vivas, regenera los suelos y almacena agua. (Perez, 2017). La alimentación del ganado bovino, ya sea en ganadería de cría, leche o doble propósito, genera en los productores una alta inversión para lograr óptimos rendimientos, por lo que se han visto en la necesidad de buscar alternativas en lo que respecta en la alimentación animal, y que ésta cubra los requerimientos nutricionales de la dieta diaria. Cuando se recomienda alimentar con *Moringa oleífera*, puede ser necesario un período de adaptación para mezclarlo con otros alimentos proporcionados al ganado (Bastardo, 2011).

El Moringa se puede utilizar como un complemento proteínico o sustituto completo. En las investigaciones del uso de *Moringa oleífera* como forraje fresco para la alimentación de ganado, es de un 10% con respecto al concentrado (Foidl, 1999). Se ha constatado que suministrando hojas de moringa en un porcentaje del 40-50%, sobre la ración total, la producción de leche en vacas y el incremento de peso en terneros aumentaban en un 30%. También los animales recién nacidos pesaban entre un 13 y un 22% más (Mayorga, 2002). Los árboles forrajeros tienen proteína de calidad, alta digestibilidad, proporcionan nutrientes que se encuentran deficientes en las dietas y mejoran el crecimiento de la población de

microbios del rumen, además son una fuente importante de proteína de sobrepaso debido al bajo contenido de taninos, y buenos niveles de minerales (Clavero, 2011).

2.2.9. Producción forrajera y valor nutritivo

La producción forrajera de *Moringa oleífera* es entre 24 y 99 ton MS/ha/año, las hojas frescas contienen entre 17 y 27.4% de PB, 2.73 Mcal de EM/kg MS, y son ricas en vitaminas A, B y C, calcio, hierro y en aminoácidos esenciales.

Se consideran 500 mil plantas por hectárea con cortes cada 45 días en épocas de lluvia y cada 60 días en época seca como las óptimas para la producción de biomasa fresca obteniendo una producción de forraje verde de 68 t/ha equivalentes a 15 t de MS/ha/año; sin riego y sin fertilizar en el caso de densidad con más de un millón plantas/ha se crea una mayor competencia entre las plantas vía fototropismo resultando pérdidas de plántula de hasta 20-30% por corte lo que produce pérdidas de material productivo por área (Reyes, 2006).

2.2.10. La Digestibilidad

La digestibilidad de los alimentos se define con mayor precisión como la proporción de alimentos que no se excreta en las heces y, por lo tanto, se absorbe. La digestibilidad del forraje y la paja por parte de los animales depende de su contenido de fibra cruda, que aumenta paralelamente al desarrollo de la planta por contener los tallos de las especies gramíneas de prado, y ciertas leguminosas como la alfalfa en particular, una mayor impregnación de lignina y cutina, haciéndolos menos digestibles (McDonald, 1969).

La digestibilidad es una forma de medir el aprovechamiento de un alimento, es decir, la facilidad con que es convertido dentro del aparato digestivo en sustancias útiles para la nutrición. Comprende dos procesos, la digestión que corresponde al hidrólisis de las moléculas complejas de los alimentos, y la absorción de pequeñas moléculas (aminoácidos, ácidos grasos) en el intestino, mientras que, la degradabilidad hace referencia a la cantidad de alimento que se descompone en sus elementos integrantes, mediante procesos biológicos o químicos. La energía es limitante en todo sistema de alimentación, de allí la importancia de su valoración en los alimentos. El valor energético se establece mediante: ensayos de

digestibilidad directa o de forma indirecta estimando digestibilidades con técnicas *in situ* e *in vitro*, o empleando enzimas celulolíticas (Chávez-García, 2006).

2.2.11. Digestibilidad *in vitro*

La digestibilidad de la MS depende del contenido de FDN y de la digestibilidad de la FDN. Esta última varía entre láminas y vainas, con el estado ontogénico de la hoja, con el período en que las hojas permanecen vivas y con el largo foliar. Esta información, conjuntamente con el método utilizado para estimar la digestibilidad, forma de expresarla (verdadera o aparente) y período de incubación, es importante para interpretar y comparar información de distinta procedencia (Saravia, 2011).

Existen diferentes técnicas o procedimientos para medir o estimar la digestibilidad de los forrajes y distintas formas de expresarla, que pueden o no guardar relación con la digestibilidad del animal.

En actualidad el procedimiento en el Digestor Daisy está reemplazando la técnica de Tilley y Terry en muchos laboratorios del país y del mundo. En este aparato se puede medir la digestibilidad verdadera, la digestibilidad de la FDN y la desaparición *in vitro*. También se puede calcular la digestibilidad aparente, que a 48 h de incubación da resultados comparables con la técnica de TT. No obstante, hay que tener en cuenta que en la actualidad muchas publicaciones presentan información de digestibilidad verdadera o aparente a tiempos de incubación de 24, 30 o 48 h (Saravia, 2011).

También algunos laboratorios no determinan la digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS) y la estiman con una fórmula a partir de la fibra detergente ácida (FDA). Se considera que un forraje tiene alta calidad cuando tiene aproximadamente 70% de digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS), menos de 50% de fibra detergente neutra (FDN) y más de 15% de proteína bruta (PB). Por lo contrario, en uno de baja calidad la DIVMS disminuye a menos del 50%, la FDN sube a más del 65% y la PB baja a menos del 8%. El uso más común de la DIVMS es para estimar el contenido de energía metabolizable (EM) del alimento, Según las normas inglesas de alimentación dicha conversión se realiza en forma simplificada con la siguiente ecuación (Marco O. , 2011).

$$\% \text{ DIVMS} = 88.9 - (\% \text{ FDA} \times 0.779) = \text{EM} = 3.61 \times \text{DIVMS}$$

2.2.12. Técnicas usadas para la evaluación de la digestibilidad

La técnica más usada y difundida en el mundo, con excepción de EE.UU., es la de Tilley y Terry. Cada procedimiento tiene sus ventajas y limitaciones que hay que tener en cuenta al momento de interpretar la información. La principal limitante de TT (Tilley y Terry), es el tiempo que requiere el análisis y la demanda de mano de obra. Tiene un período de incubación con licor ruminal de 48 h, seguido de otro con pepsina ácida de igual tiempo, lo cual hace que el análisis lleve una semana completa. En la última década esta técnica está siendo reemplazada por el procedimiento en el digestor Daisy, que ahorra tiempo y mano de obra. Este procedimiento se ha difundido aceleradamente en EE.UU., que mayormente utiliza la predicción de la digestibilidad a partir del contenido de FDA del alimento, si bien existen numerosas publicaciones que advierten sobre las limitaciones de esta última estimación. (Bavera, 2011).

La estimación a partir de la producción de gas *in vitro* se utiliza en muchos países con distintas variantes. Es adecuada para estudiar la cinética *in vitro* de los alimentos, tiene alta repetibilidad entre determinaciones, pero tiene sus inconvenientes al momento de convertir la producción de gas en porcentaje de digestibilidad. Por su parte, la metodología enzimática que usa celulosas en lugar de líquido ruminal, es muy citada en publicaciones provenientes de Francia y Australia, este procedimiento se calibra con respecto al TT y no tiene desarrollo en el país.

Podría ser importante en el futuro, si las normas de bienestar animal prohíben el uso de animales con cánulas ruminales para proveer líquido ruminal. La determinación de digestibilidad con NIRS aún es incipiente en el país, pero hay un interés creciente en calibrar esta metodología, el problema es que requiere muestras estándares de digestibilidad conocida para su calibración. La incubación *in situ* se utiliza más bien con fines de investigación y no en análisis de rutina, es de gran utilidad para estudiar la cinética de la degradación en el rumen y estimar la degradabilidad (Oscar, 2011).

2.7.13. Digestibilidad en el DIGESTOR DAISY

En este aparato se mide la digestibilidad verdadera de la MS (DvMS) y la digestibilidad de la FDN (DFDN). De la DvMS se puede calcular la digestibilidad aparente (DaMS) restando

el factor metabólico de Van Soest de 11.9, El aparato también permite estudiar la cinética *in vitro*, o calcular la desaparición MS a un tiempo fijo.

Según el manual del aparato la incubación es de 48 horas al igual que en la técnica de TT, Con este tiempo de incubación ambos procedimientos dan resultados comparables. A diferencia de la técnica de TT, en el DIGESTOR DAISY se puede variar el tiempo de incubación, y existe una tendencia creciente a utilizar tiempos de 24 o 30 horas. Se pueden obtener desde 8-10 toneladas de proteína bruta por hectárea por año, cuando se siembra para producción de forraje de altas densidades de plantación y 4 a 6 cortes al año siendo superior a cualquier otro tipo de forraje (Giraldo L. , 2007).

2.2.14. Degradabilidad ruminal

El valor de la degradabilidad ruminal depende de dos aspectos básicos, como la tasa de degradación y la tasa de pasaje ruminal, que depende de la solubilidad, la estructura molecular y la actividad de los microorganismos afectados por el pH, el tamaño de partícula y la proporción de forrajes, (Concentración) y otros factores, como la ingesta de agua o materia seca, alteran la degradabilidad del rumen (Noguera R. S., 2007).

La degradabilidad se define como la cantidad de alimento que no puede ser eliminado por las heces, por lo que se considera alimento de uso animal, generalmente expresado en materia seca. (Donald, 1988). Para conocer la degradabilidad de los alimentos existen métodos matemáticos que, propone fijar una tasa de pasaje y sumar paso a paso la ración de alimento que se degrada durante el periodo de incubación. La estimación de la degradabilidad efectiva (DE) de la fracción potencialmente degradable en el rumen, es quizá el cálculo más importante en el estudio de la cinética ruminal dado que permite establecer la proporción de fracciones nutricionales que son degradadas y aquellas que no son aprovechadas en la degradación ruminal (Noguera R. S., 2007).

2.2.15. Método (*in vitro*)

La degradabilidad de los alimentos puede ser estimada por métodos que simulen el proceso de digestión, uno de ellos es el método *in vitro* que sirve para estimar a nivel de laboratorio la digestibilidad de los alimentos (Makkar, 2003).

La degradabilidad *in vitro*, es el método por el cual. los alimentos son digeridos por preparaciones de microorganismos o enzimas que ejercen una función análoga a aquellos presentes en el tracto digestivo del animal es una técnica que aparenta la digestibilidad del tracto digestivo del rumiante mediante un proceso de laboratorio, realizando esta técnica lo más real posible. Los métodos *in vitro* para evaluar la digestibilidad son útiles porque presentan resultados más rápidos, sencillos y a su vez menos costosos que los métodos de digestibilidad *in vivo* (Tilley J., 1963).

La técnica *in vitro* de (Tilley J., 1963). consisten en tubos o botellas de vidrio en los que se incuba durante cierto tiempo un sustrato determinado con una solución mezcla de inóculo microbiano y distintas proporciones de tampón para mantener constante el pH adecuado para la actividad microbiana, minerales y una solución reductora para disminuir la concentración de oxígeno en el medio, estimando la fermentación por desaparición gravimétrica del sustrato.

El procedimiento propuesto por (Tilley J., 1963). con ligeras modificaciones ampliamente utilizado en la mayoría de los laboratorios, sin embargo, la técnica desarrollada por Van Soest y sus colaboradores supone una alternativa al método de Tillé y Terry, ya que permite una valoración más rápida de los alimentos sin afectar negativamente a la precisión del valor obtenido. El procedimiento consiste en una incubación de los alimentos con líquido ruminal durante 48 h a 39°C, seguida del tratamiento del residuo obtenido con una solución neutro-detergente durante una hora a 100°C, y los valores obtenidos se consideran una estimación de la digestibilidad real de los alimentos (Soest, 1994).

El procedimiento *in vitro* consiste en una incubación de los alimentos con líquido ruminal durante 48 horas a 39°C, seguida del tratamiento del residuo obtenido con una solución neutro-detergente durante una hora a 100 °C y los valores obtenidos se consideran una estimación de la degradabilidad real de los alimentos. El inconveniente de la técnica *in vitro* reside en la variabilidad de sus resultados, debido a que la microflora ruminal está influenciada por el tipo y cantidad de dieta proporcionada al animal (González Álvarez J, 1999). El principio de estas determinaciones es la extracción del nitrógeno soluble en el alimento con un solvente en un determinado periodo de tiempo y la degradación puede estar influenciada por varios factores asociados con el solvente y el procedimiento de extracción, razón principal de la poca relación entre la solubilidad y la degradación en el rumen se debe

a una combinación de tres factores:

- a) potencial de contaminación microbial del alimento no digerido
- b) las fracciones de N que varían considerablemente en su degradabilidad
- c) la degradabilidad relacionada a la configuración y estructura de la proteína.

La calidad de los nutrientes en un alimento está determinada por la composición química de dicho alimento, pero se requiere adicionalmente un análisis que estime la digestibilidad (Soest, 1994). Según (Orskov E, 1979), las particularidades de la curva de degradación se describen por medio de la fórmula:

$$P = a + b (1 - e^{-ct})$$

Donde:

P = degradabilidad potencial

t = tiempo de incubación

a = intercepto con el eje "Y" en el tiempo cero. Representa el sustrato soluble y completamente degradable que sale rápidamente de la bolsa

b = la diferencia entre el intercepto (a) y la asíntota, representa la fracción insoluble pero potencialmente degradable del sustrato el cual es degradado por los microorganismos

c = tasa constante de la degradación de la fracción b

$(a+b)$ = simboliza la fracción potencialmente degradable de la muestra

La ecuación supone la existencia de tres fracciones en el alimento,

- a) Una fracción no degradable que representa la fracción del alimento que permanece en el saco después de un prolongado tiempo de incubación.
- b) Fracción insoluble pero potencialmente degradable por los microorganismos ruminales.
- c) Fracción rápidamente degradable que además del material soluble incluye pequeñas partículas que pueden salir de los sacos de nylon (Rosero R, 2007).

Tabla 2. Porcentajes de degradabilidad de los forrajes

Piensos	Digestibilidad (%)
Forraje de buena calidad	65 – 70
Forraje de calidad intermedia	55 – 65
Forraje de baja calidad	Menor de 55
Balanceado	75 – 85

Fuente: (Castillo G, 2007).

2.2.16. Cinética de la degradación ruminal

Según (Galyean M, 1995), la tasa de pasaje de las partículas del rumen puede tener un efecto importante en el consumo y digestibilidad de la ración alimenticia. Los forrajes picados y peletizados tienden a incrementar la tasa de pasaje, seguido por un aumento en el consumo voluntario de alimento. Al mismo tiempo es a menudo reducida por el picado y peletizado de los forrajes, pues las partículas tienen oportunidad para sufrir fermentación. Además, los cambios en la digestibilidad pueden tener efecto en la tasa de pasaje, si el alimento es reducido a partículas más pequeñas, la tasa de pasaje puede incrementarse y subsecuentemente, el consumo se incrementa (Galyean M, 1995).

Según (Owens F, 1992), la cinética ruminal es muy importante para comprender y en su caso manipular los procesos digestivos del ganado. La remoción de los residuos del rumen determina el tiempo disponible para la fermentación y por lo tanto el llenado ruminal y eficiencia en síntesis de proteína microbial. Los fluidos pasan más rápido que las partículas pequeñas, y estos más rápidos que las partículas más grandes (Galyean M, 1995). Según (Rosero R, 2007), indican en un ensayo que la cinética de degradación es solo una de las fuentes de variación que pueden afectar la tasa y la extensión de la degradación.

2.2.17. Fertilizante

Los fertilizantes son sustancias ricas en nutrientes que se utilizan para mejorar las características del suelo para un mayor desarrollo de los cultivos agrícolas. Con ellos se pueden producir más alimentos y cultivos comerciales de mejor calidad. Dentro de los beneficios del uso de fertilizantes en la agricultura encontramos que proveen los nutrientes que le hacen falta a la tierra o sustratos, mejoran el rendimiento de los cultivos y permiten tener una mayor producción agrícola (IFA, 1992).

2.2.18. Fertilización orgánica

La fertilización orgánica se define como la aplicación de nutrientes al cultivo de acuerdo a las necesidades que tenga la planta y el resultado del análisis del suelo, las funciones que desempeñan los fertilizantes son las siguientes: aportan para lograr el desarrollo y crecimiento de los tallos, raíces y hojas. Es importante, debido a que almacenan una cantidad de los componentes del nitrógeno dentro de sí mismo, y a su vez el suelo también almacena los elementos del mismo (Verhulst N, 2013).

2.2.19. Efecto de la aplicación de fertilizantes en la producción de biomasa de *Moringa oleífera*

La producción de forrajes con alta productividad de biomasa por unidad de superficie y calidad suficiente para el consumo animal es fundamental para lograr la sostenibilidad de la ganadería. Es por ello que estudios recientes han evaluado varias especies tropicales promisorias, entre las que destaca *Moringa oleífera*, esta planta puede ser cultivada como abono verde, para el consumo humano o para el ganado (Suárez, 2014).

Según (Pérez A. S., 2010), y (Bonal, 2014), se puede cultivar intensivamente, con rendimientos entre 78 y 259 t MV ha⁻¹, cuando se utilizaron densidades entre 1 millón y 16 millones de plantas ha⁻¹ y se cortó cada 45 días.

(Reyes N. , 2004), aseguró que aporta gran cantidad de nutrientes, pero consecuentemente, sus extracciones al suelo también son elevadas. En las condiciones edafoclimáticas de Cuba no se han informado estudios que indiquen el comportamiento de *Moringa oleífera*, por sus aportes o por sus extracciones, ni por su respuesta a diferentes fertilizaciones (Martínez, 2016).

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Localización y metodología

La presente investigación se realizó en el Campus “La María”, en el Laboratorio de Rumiología y Metabolismo Nutricional “RUMEN” de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, (foto 5). Se encuentra en la Provincia de Los Ríos, del Cantón Mocache, ubicado en el km 7 ½ de la vía Quevedo-El Empalme, a una altura de 73 msnm, temperatura promedio de 24,70 °C, precipitación 1640,90 mm año-1, una humedad relativa del 84,54% y una topografía plana. El trabajo de investigación se realizó en una duración de 45 días (INIAP, 2016).



Foto 5. Toma Satelital del Campus "La María".

3.1.1. Condiciones agroclimáticas

En la siguiente tabla 3, se describen las condiciones agroclimáticas donde se desarrolló la presente investigación.

Tabla 3. Condiciones agroclimáticas del Cantón Mocache

Parámetros	Promedios
Temperatura ° C	25.47
Humedad relativa, %	85.84
Precipitación, anual. Mm	2223.85
Heliofanía, horas/ luz/ año	898.66
Evaporación, promedio anual (%)	78.30
Zona ecológica	Bosque tropical Húmedo (bh-T)

Fuente: (Loayza, 2012).

3.1.2. Composición química del suelo al inicio del experimento

En la tabla 4 se presenta la composición química del suelo.

Tabla 4. Composición química del suelo al inicio del experimento

Ph	meq/100ml			Ppm				
	Ca	Mg	K	P	S	Zn	Cu	Fe
6,4	14,0	3,5	1,84	45,0	5,0	21,0	5,1	201

3.2. Tipo de investigación

La investigación está relacionada con el campo de la investigación exploratoria. Para determinar la dosis de fertilizante orgánico de Compost en Marango *Moringa oleífera*, en términos de composición bromatológica, digestibilidad y parámetros de degradación *in vitro*. Comportamiento agronómico, evaluación y mejoramiento de las características nutricionales y métodos de conservación de gramíneas, leguminosas, árboles forrajeros, subproductos agropecuarios y residuos agroindustriales con fines de alimentación de los animales (INIAP, 2016).

3.3. Métodos de investigación

3.3.1. Método comparativo

El método de comparación permitió identificar y comparar los resultados obtenidos entre tratamientos, y el proceso determino la mayor composición bromatología, digestibilidad y parámetros óptimos de degradación en la *Moringa oleífera*.

3.3.2. Método experimental

Mediante la aplicación del análisis de varianza, se utilizó métodos experimentales para mejorar la confiabilidad de los resultados obtenidos en las diferentes variables evaluadas, para la comparación de medias de Tukey ($p \leq 0,05$).

3.4. Fuentes de recopilación de información

3.4.1. Primarias

La información principal se obtuvo a través de la investigación, que son los resultados obtenidos en fertilización orgánica con diferentes dosis de composición bromatológica,

parámetros de digestibilidad y degradación, este resultado proporcionó los datos necesarios para determinar el desempeño de cada método de tratamiento.

3.4.2. Secundarias

Las fuentes secundarias corresponden a diferentes medios que extraen información para complementar la parte teórica de este artículo, tales como: libros, artículos científicos, trabajos, reportajes, sitios web, etc. La selección se realizó mediante búsquedas no sistemáticas en bases de datos académicas.

3.5. Diseño de la investigación

Se utilizó un diseño completamente al azar para todas las variables., donde se utilizó 4 tratamientos, T0: *M. oleífera* 0 g Compost ha⁻¹; T1: *M. oleífera* 770 g Compost ha⁻¹ corte⁻¹; T2: *M. oleífera* 1540 g Compost ha⁻¹ corte⁻¹ y T3: *M. oleífera* 2310 g Compost ha⁻¹ corte⁻¹.

Las variables se analizaron según el diseño empleado utilizando PROC GLM del SAS. La comparación de medias mediante la prueba de Tukey. Excepto la cinética de degradación ruminal *in vitro* de la MS, MO, FDN y FDA, se analizó con el programa Graphpad Prism 6.

Modelo matemático:

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

Dónde:

Y_{ij} = Total de una observación.

μ = La media de la población de los datos del experimento.

T_i = Efecto “iesimo” de los tratamientos

ϵ_{ij} = Error experimental.

En la Tabla 5 se muestra el esquema del experimento y la codificación de tratamientos para la composición química.

Tabla 5. Esquema del experimento. Campus La María 2021

Tratamiento	Descripción	Rep.	UE	Total
T0	0 g Compost ha ⁻¹	4	1	4
T1	770 g Compost ha ⁻¹ corte ⁻¹	4	1	4
T2	1540 g Compost ha ⁻¹ corte ⁻¹	4	1	4
T3	2310 g Compost ha ⁻¹ corte ⁻¹	4	1	4
Total				16

Rep: repeticiones; UE: unidades experimentales

En la Tabla 6 se muestra el esquema del experimento y la codificación de tratamientos para la digestibilidad y degradabilidad *in vitro*.

Tabla 6. Esquema del experimento. Campus La María 2021

Tratamiento	Descripción	Rep.	T.I	Total
T0	0 g Compost ha ⁻¹	4	6	24
T1	770 g Compost ha ⁻¹ corte ⁻¹	4	6	24
T2	1540 g Compost ha ⁻¹ corte ⁻¹	4	6	24
T3	2310 g Compost ha ⁻¹ corte ⁻¹	4	6	24
Total				96

Rep: repeticiones; T. I: tiempo de incubación

En la Tabla 7, se indica el esquema del análisis de varianza.

Tabla 7. Esquema del análisis de varianza. Campus La María 2021

Fuente de variación	Fórmula	Grados de libertad
Tratamientos	$t - 1$	3
Error experimental	$t (r-1)$	12
Total	$t.r-1$	15

3.6. Tratamientos bajo estudio

Los tratamientos fueron:

T0: 0 g Compost ha⁻¹

T1: 770 g Compost ha⁻¹ corte⁻¹

T2: 1540 g Compost ha⁻¹ corte⁻¹

T3: 2310 g Compost ha⁻¹ corte⁻¹

3.6.1. Análisis de abono orgánico (compost)

En la tabla 8 se muestra el análisis de abono orgánico (compost).

Tabla 8. Análisis de abono orgánico (compost)

Concentración %						Ppm				
N	P	K	Ca	Mg	S	B	Zn	Cu	Fe	Mn
3,50	0,52	0,28	1,05	0,24	0,23	22,00	107,00	49,00	980,00	459,00

3.7. Instrumentos de investigación

3.7.1. Variables a estudiar

Composición bromatológica:

3.7.1.1. Materia seca (%)

Antes y después de 60 días de corte del forraje, el porcentaje de materia seca se pudo obtener mediante la extracción de muestras, que se colocó en una estufa a 65°C durante 48 horas (Sánchez, 2016).

Los cálculos correspondientes se utilizó la siguiente fórmula.

Ecuación 1. Materia seca.

$$MS(\%) = \frac{M_{Inicial} - M_{Final}}{M_{Inicial}} \times 100$$

Donde:

MS (%): Porcentaje de materia seca

MInicial: Muestra inicial antes del secado

MFinal: Muestra final posterior al secado.

3.7.1.2. Proteína cruda (%)

Se obtuvo mediante el método de Kjeldahl, donde se utilizó la siguiente fórmula (Ponce, 2019).

Ecuación 2: Proteína cruda

$$**Proteína bruta (%) = Nitrógeno en la muestra x 6,25**$$

3.7.1.3. Fibra detergente neutra (%)

El método implementado con Tecnología ANKOM se realizó lavando a 100 °C durante 1 hora a los 60 – 65 °C se colocó 20 g de sulfito de sodio y 4 ml de alfa amilasa con tres enjuagues de 5 minutos con agua a temperatura 80 °C, posterior a ello se sumergió en acetona por un periodo de 5 minutos, con un reposo de 10 minutos, luego se procedió a ser secado en una estufa durante 48 horas a 65 °C para finalmente pesarse.

El cálculo de esta variable se realizó ejecutando la siguiente ecuación (Ganchozo, 2019).

Ecuación 3: Fibra detergente neutra.

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

Donde:

FDN (%): Porcentaje de fibra detergente neutro

W1: Peso de la bolsa

W2: Peso de la muestra

W3: Peso posterior a la extracción

MS (%): Porcentaje de la materia seca.

3.7.1.4. Fibra detergente ácida (%).

Se ejecutó mediante el protocolo implantado por ANKOM Technology, el cual consistió lavar la muestra con una solución ácida a una temperatura de 100 °C, con tres enjuagues de 5 minutos con agua a una temperatura de 80 °C, posterior a esto se sumergieron en acetona durante 5 minutos, se reposaron durante 10 minutos y se secó con la ayuda de una estufa durante 48 horas a una temperatura de 65 °C.

Para su cálculo se utilizó la siguiente ecuación (Ganchozo, 2019).

Ecuación 4: Fibra detergente ácida.

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

Donde:

FDA (%): Porcentaje de fibra detergente ácida

W1: Peso de la bolsa

W2: Peso de la muestra

W3: Peso posterior a la extracción

MS (%): Porcentaje de la materia seca

3.7.1.5. Cenizas (%)

Para determinar el contenido de cenizas, el crisol se utilizó con la muestra seca, se colocó en una mufla a una temperatura de 600°C durante 3 horas. A continuación, estos crisoles se retiraron y se secaron durante 20 minutos para registrar posteriormente el peso.

Para obtener dichos datos se empleó la siguiente expresión matemática:

Ecuación 5: Cenizas.

$$\% \text{ Cenizas} = \frac{(\text{peso crisol} + \text{cenizas}) - (\text{peso crisol vacío})}{\text{peso muestra seca}} \times 100$$

Digestibilidad *in vitro*

La digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS), materia orgánica (DIVMO), fibra detergente neutra (DIVFDN) y fibra detergente ácida (DIVFDA), se utilizó la técnica de Tilley y Terry (1963), que consiste en incubar por un tiempo 48 horas las muestras de forraje molido, con microorganismos del rumen (líquido ruminal) y una mezcla de saliva artificial de McDougal (1948), utilizando cuatro toros Brahman de 250,0 ± 20,5 kg de peso vivo, dotados de una fistula con cánula el rumen (Marco O. , 2011). La incubación se la realizó utilizando un DaisyII® (ANKOM Technology, Fairport, NY-USA 2000), con, bolsas FN° 57, tamaño de poro de 25 µm. (Marco, 2011).

Degradabilidad ruminal *in vitro*

El contenido ruminal (líquido y fracciones solidas) se realizó por separado para cada toro (cuatro animales por repeticiones). El contenido ruminal se recolectó antes de salir a pastoreo a los animales y se conservará a 39 °C en un termo de plástico sellado durante el transporte al laboratorio (Pulido, 2000). Se realizó la valoración de la degradabilidad ruminal *in vitro* de la MS, MO, FDN y FDA de la especie *Moringa oleífera*, cosechada a los 60 días para la época seca. La solución buffer utilizada estuvo compuesta por minerales, fuentes de nitrógeno y agentes reductores según el procedimiento descrito por Menke y Steingass (1988).

El inóculo (70:30 medio; saliva artificial/inóculo; contenido ruminal) bajo constante flujo de CO₂. Se siguió el protocolo recomendado por el fabricante para el incubador DaisyII®, a una temperatura de 39,2 ± 0,5 °C, usando bolsas FN° 57 con un tamaño de poro de 25 µm y dimensiones de 5 x 4 cm fabricadas de poliéster/polietileno y se depositó 0,30 g de muestra de cada tratamiento y se incubaron por 6, 12, 24, 48, 72 y 96 h (Technology, 2004). Las bolsas se removieron al final de los tiempos de incubación, lavadas con agua corriente y secadas a 60 °C. La desaparición de los nutrientes se calculó como una proporción del

material incubado y residual. Posteriormente, se determinó la FDN y FDA con la metodología de ANKOM® FIBER ANALYZER A220 (Technology, 2004).

Los datos fueron ajustados a la ecuación:

Ecuación 6: Degradabilidad ruminal *in vitro*.

$$Y = a + b (1 - e^{-ct}) \text{ (Ørskov y McDonald, 1979).}$$

Donde:

Y = degradabilidad potencial

t = tiempo de incubación

a = intercepto con el eje “Y” en el tiempo cero. Representa el sustrato soluble y completamente degradable que sale rápidamente de la bolsa

b = la diferencia entre el intercepto (a) y la asíntota, representa la fracción insoluble pero potencialmente degradable del sustrato el cual es degradado por los microorganismos

c = tasa constante de la degradación de la fracción b (% h⁻¹)

(a+b) = simboliza la fracción potencialmente degradable de la muestra

3.7.2. Manejo de la investigación

3.7.2.1. Recolección de las muestras, composición química, digestibilidad y degradabilidad *in vitro*

Las muestras que se utilizó fue recolectadas del comportamiento agronómico, se evaluó la composición química para ser realizada en el Laboratorio de Rumiología de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Se procedió a la cosecha del forraje verde (rama completa) de *Moringa oleífera* 0, 770, 1540 y 2310 g Compost^{ha-1} corte⁻¹, cosechada a los 60 días de edad, en la época seca, para luego ser secada al sol por 10 días (voltear el forraje cada 2 horas), tiempo en la cual el forraje se deshidratará (Loor, 2013). Luego que este henificado el forraje se procedió a la molienda a 1 mm, luego se llevó una muestra de 500 g para ser enviado al laboratorio para los respectivos análisis químicos bromatológicos (análisis proximal y pared celular) (Loor, 2013).

3.8. Recursos humanos y materiales

Talento humano que contribuyó en la realización de la presente Unidad de Integración Curricular:

- Director del proyecto de investigación Dr. Gary Alex Meza Bone.
- Estudiante y autor del Proyecto de Investigación: María Eugenia Romero Alarcón.

3.8.1. Materiales y equipos

3.8.1.1. Materiales y equipos de campo

- Material vegetativo (*Moringa Oleífera*)
- Machete
- Botas
- Carretón

3.8.1.2. Materiales y equipos de oficina

- Esfero
- Libreta de apuntes
- Computadora
- Impresora
- Vehículo
- Cámara

3.8.1.3. Materiales de laboratorio

- Estufa
- Balanza gramera
- Desecador
- Mufla
- Bomba calorimétrica
- Espátula pequeña
- Microsilos

- Fundas plásticas y de papel
- Pinzas
- Crisoles
- Hilo de algodón
- Tijeras
- Balanza analítica
- Gasas
- Guantes descartables
- Mascarillas
- Mecheros de Bunsen
- Algodón
- Envases de plástico

3.8.1.4. Reactivos

- Ácido sulfúrico concentrado 96-98%
- Solución de hidróxido de sodio al 40%
- Solución de ácido bórico al 2%
- Solución de ácido clorhídrico 0,1 N, Estandarizada
- Tabletas catalizadoras
- Indicador Kjeldahl
- Agua destilada
- Acetona
- Indicador para titulación de proteína
- Solución FDA ANKOM
- Fosfato Dibásico
- Bicarbonato de Sodio
- Cloruro de Sodio
- Cloruro de Potasio
- Cloruro de Calcio
- Cloruro de Magnesio
- Sulfito de Sodio
- Alfamilasa

CAPÍTULO IV
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Composición Bromatológica de *M. oleífera*

4.1.1. Materia seca (MS)

La MS, no registraron diferencias estadísticas ($P>0,05$) para los tratamientos evaluados (ver tabla 9).

Tabla 9. Composición bromatológica de *M. oleífera* de la materia seca

Tratamientos	MS
T0	14,38 a
T1	15,53 a
T2	16,80 a
T3	14,62 a
EEM	0,70
Valor P	0,1148

^a Medias con letras distintas dentro de columna difieren significativamente ($p<0.05$); EEM: error estándar de la media: †= materia seca

4.1.2. Materia orgánica (MO)

La MO no registraron diferencias estadísticas ($P>0,05$) para los tratamientos evaluados (ver tabla 10).

Tabla 10. Composición bromatológica de *M. oleífera* de la materia orgánica

Tratamientos	MO
T0	89,45 a
T1	89,84 a
T2	88,86 a
T3	90,15 a
EEM	0,73
Valor P	0,6362

^a Medias con letras distintas dentro de columna difieren significativamente ($p<0.05$); EEM: error estándar de la media: †= materia seca

4.1.3. Proteína cruda (PC)

La PC no registraron diferencias estadísticas ($P>0,05$) para los tratamientos evaluados (ver tabla 11).

Tabla 11. Composición bromatológica de *M. oleífera* de la proteína cruda

Tratamientos	PC
T0	23,32 a
T1	24,18 a
T2	25,40 a
T3	24,66 a
EEM	0,77
Valor P	0,3183

^a Medias con letras distintas dentro de columna difieren significativamente ($p < 0.05$); EEM: error estándar de la media: †= materia seca

4.1.4. Fibra en detergente neutro (FDN)

FDN no registraron diferencias estadísticas ($P > 0,05$) para los tratamientos evaluados (Tabla 12).

Tabla 12. Composición bromatológica de *M. oleífera* de la fibra en detergente neutro

Tratamientos	FDN
T0	46,37 a
T1	47,27 a
T2	43,42 a
T3	45,48 a
EEM	1,73
Valor P	0,4686

^a Medias con letras distintas dentro de columna difieren significativamente ($p < 0.05$); EEM: error estándar de la media: †= materia seca

4.1.5. Fibra en detergente ácida (FDA)

La FDA no registraron diferencias estadísticas ($P > 0,05$) para los tratamientos evaluados (ver tabla 13).

Tabla 13. Composición bromatológica de *M. oleífera* de la fibra en detergente acida

Tratamientos	FDA
T0	33,36 a
T1	34,37 a
T2	32,21 a
T3	32,67 a
EEM	1,87
Valor P	0,8580

^a Medias con letras distintas dentro de columna difieren significativamente ($p < 0.05$); EEM: error estándar de la media: †= materia seca.

4.2. Digestibilidad *in vitro* aparente de *M. oleífera*

4.2.1. Digestibilidad *in vitro* de materia seca (DIVMS9)

La DIVMS no registraron diferencias estadísticas ($P>0,05$) para los tratamientos evaluados (ver tabla 14).

Tabla 14. Digestibilidad *in vitro* aparente de *M. oleífera* en materia seca

Digestibilidad <i>in vitro</i> (%)	
Tratamientos	DIVMS
T0	68,71 a
T1	64,30 a
T2	69,88 a
T3	68,17 a
EEM	1,79
Valor P	0,1970

^a Medias con letras distintas dentro de columna difieren significativamente ($p<0.05$); EEM: error estándar de la media

4.2.2. Digestibilidad *in vitro* de materia orgánica (DIVMO)

La DIVMO no registraron diferencias estadísticas ($P>0,05$) para los tratamientos evaluados (ver tabla 15).

Tabla 15. Digestibilidad *in vitro* aparente de *M. oleífera* en materia orgánica

Digestibilidad <i>in vitro</i> (%)	
Tratamientos	DIVMO
T0	66,28 a
T1	60,50 a
T2	63,93 a
T3	64,83 a
EEM	1,83
Valor P	0,2009

^a Medias con letras distintas dentro de columna difieren significativamente ($p<0.05$); EEM: error estándar de la media

4.2.3. Digestibilidad *in vitro* de fibra en detergente neutro (DIVFDN)

La DIVFDN no registró diferencias estadísticas ($P>0,05$) para los tratamientos evaluados (ver tabla 16).

Tabla 16. Digestibilidad *in vitro* aparente de *M. oleífera* en detergente neutro

Digestibilidad <i>in vitro</i> (%)	
Tratamientos	DIVFDN
T0	55,46 a
T1	57,48 a
T2	56,62 a
T3	54,69 a
EEM	1,43
Valor P	0,5456

^a Medias con letras distintas dentro de columna difieren significativamente ($p < 0.05$); EEM: error estándar de la media

4.2.4. Digestibilidad *in vitro* de fibra en detergente ácida (DIVFDA)

La DIVFDA no registraron diferencias estadísticas ($P > 0,05$) para los tratamientos evaluados (ver tabla 17).

Tabla 17. Digestibilidad *in vitro* aparente de *M. oleífera* en detergente ácida.

Digestibilidad <i>in vitro</i> (%)	
Tratamientos	DIVFDA
T0	41,30 a
T1	43,36 a
T2	40,85 a
T3	39,09 a
EEM	2,08
Valor P	0,5646

^a Medias con letras distintas dentro de columna difieren significativamente ($p < 0.05$); EEM: error estándar de la media

4.3. Parámetros de degradación ruminal *in vitro* de la *M. oleífera*

4.3.1. Degradación ruminal *in vitro* de la *M. oleífera* de la materia seca

La degradación de la MS no registro diferencias estadísticas ($P > 0,05$) para la fracción soluble (a), la fracción insoluble pero potencialmente degradable (b), la tasa de degradación (c), la degradación potencial (a+b) y la degradación efectiva a tasas de pasaje por el rumen (DE) 0.02; 0.05 y 0.08 *k* (Tabla 16 y Figura 1).

Tabla 18. Degradación ruminal *in vitro* de la *M. oleífera* de la materia seca

	Tratamientos				EEM	Valor P
	T0	T1	T2	T3		
Degradación de la MS (%)						
a	13,47 a	10,47 a	19,95 a	11,26 a	2,88	0,1372
b	56,67 a	55,40 a	50,19 a	59,00 a	2,91	0,2325
c	0,08 a	0,10 a	0,07 a	0,08 a	0,01	0,3059
a+b	70,15 a	65,87 a	70,14 a	70,27 a	1,76	0,2657
DE						
0.02 k	59,13 a	56,39 a	59,57 a	58,96 a	1,21	0,2912
0.05 k	48,87 a	47,10 a	50,19 a	48,33 a	1,20	0,3768
0.08 k	42,38 a	40,96 a	44,46 a	41,58 a	1,34	0,3239

^{abc} Medias con letras distintas entre filas difieren significativamente ($p < 0,05$); EEM: error estándar de la media
a: fracción soluble; b: fracción insoluble pero potencialmente degradable; c: tasa de degradación en % h; a+b: degradación potencial %; DE: degradación efectiva; k: tasa de pasaje por el rumen 0.02; 0.05; 0.08 % h⁻¹

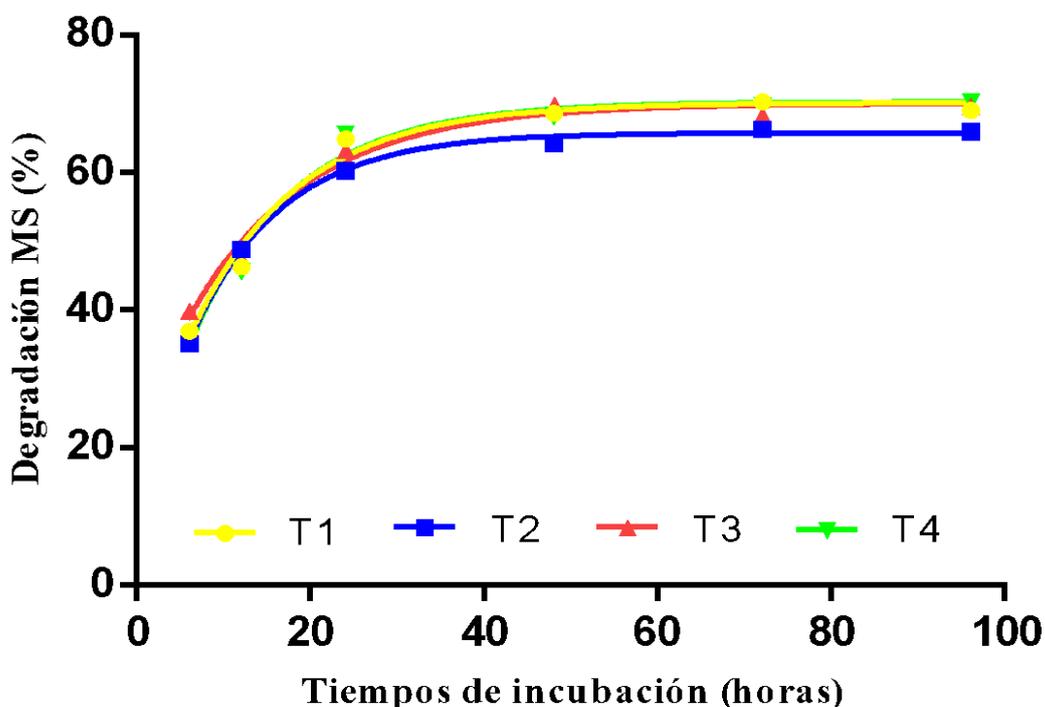


Figura 1. Cinética de degradación *in vitro* (CDIV) de la materia seca (MS) de *M. oleífera*, a cuatro dosis de abono orgánico (Compost) durante la época seca.

4.3.2. Degradación ruminal *in vitro* de la *M. oleífera* de la materia orgánica

La degradación de la MO no registro diferencias estadísticas ($P > 0,05$) para la fracción soluble (a), la fracción insoluble pero potencialmente degradable (b), la tasa de degradación (c), la degradación potencial (a+b) y la degradación efectiva a tasas de pasaje por el rumen (DE) 0.02; 0.05 y 0.08 k (Tabla 17 y Figura 2).

Tabla 19. Degradación ruminal *in vitro* de la *M. oleífera* de la materia orgánica.

	Tratamientos				EEM	Valor P
	T0	T1	T2	T3		
Degradación de la MO (%)						
a	8,76 a	10,68 a	13,56 a	7,20 a	3,12	0,5326
b	59,14 a	53,90 a	52,37 a	59,95 a	2,75	0,1887
c	0,08 a	0,07 a	0,07 a	0,07 a	0,01	0,9868
a+b	67,91 a	64,58 a	65,93 a	67,15 a	1,98	0,6649
DE						
0.02 k	56,26 a	52,79 a	54,48 a	54,82 a	1,66	0,5525
0.05 k	45,46 a	42,62 a	44,73 a	43,67 a	1,87	0,7276
0.08 k	38,67 a	36,50 a	38,83 a	36,78 a	1,96	0,7628

^{abc} Medias con letras distintas entre filas difieren significativamente ($p < 0,05$); EEM: error estándar de la media; a: fracción soluble; b: fracción insoluble pero potencialmente degradable; c: tasa de degradación en % h; a+b: degradación potencial %; DE: degradación efectiva; k: tasa de pasaje por el rumen 0.02; 0.05; 0.08 % h⁻¹

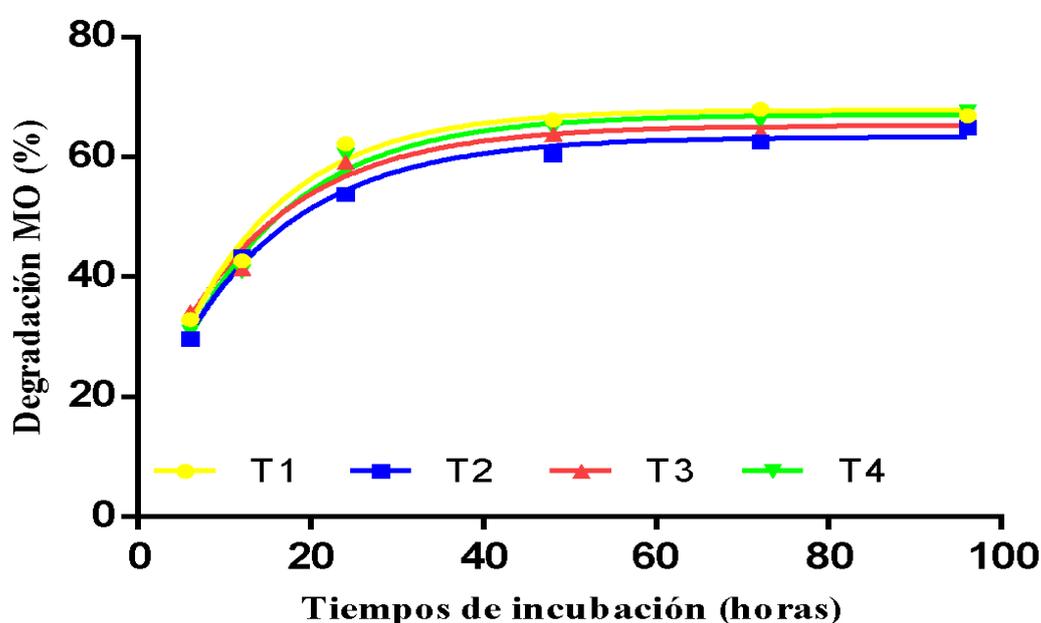


Figura 2. Cinética de degradación *in vitro* (CDIV) de la materia orgánica (MO) de *M. Oleífera*, a cuatro dosis de abono orgánico (Compost) durante la época seca

4.3.3. Degradación ruminal *in vitro* de la *M. oleífera* de la fibra detergente neutra

La degradación de la FDN no registro diferencias estadísticas ($P > 0,05$) para la fracción soluble (a) y la fracción insoluble pero potencialmente degradable (b) (Cuadro 3 y Figura 3). Sin embargo, existe diferencias estadísticas ($P < 0,05$) para la tasa de degradación (c) en el T0 (0,06), la degradación potencial (a+b) en el T1 (64,15%) y la degradación efectiva a tasas de pasaje por el rumen (DE) 0.02; 0.05 y 0.08 k para el T0 (46,47; 35,56 y 29,21%) respectivamente (Tabla 18 y Figura 3).

Tabla 20. Degradación ruminal *in vitro* de la *M. oleífera* de la fibra detergente neutra

	Tratamientos				EEM	Valor P
	T0	T1	T2	T3		
Degradación de la FDN (%)						
a	5,18 a	4,46 a	3,93 a	3,69 a	1,91	0,9477
b	54,38 a	59,69 a	58,08 a	55,30 a	2,09	0,3001
c	0,06 a	0,03 b	0,05 ab	0,05 ab	0,01	0,0082
a+b	59,56 b	64,15 a	62,01 ab	59,00 b	0,09	0,0073
DE						
0.02 k	46,47 a	43,75 b	45,42 ab	43,74 b	0,60	0,0182
0.05 k	35,56 a	30,48 c	33,11 b	32,05 bc	0,53	0,0002
0.08 k	29,21 a	23,93 c	26,46 b	25,65 bc	0,59	0,0003

abc Medias con letras distintas entre filas difieren significativamente ($p < 0,05$); EEM: error estándar de la media
a: fracción soluble; b: fracción insoluble pero potencialmente degradable; c: tasa de degradación en % h; a+b: degradación potencial %; DE: degradación efectiva; k: tasa de pasaje por el rumen 0.02; 0.05; 0.08 % h⁻¹

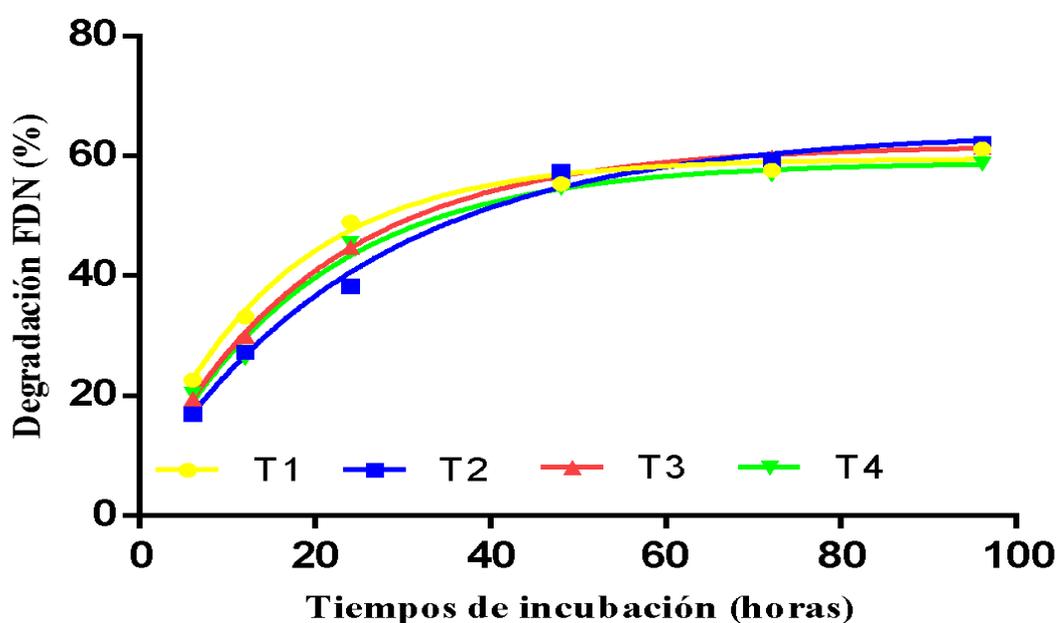


Figura 3. Cinética de degradación *in vitro* (CDIV) de la fibra detergente neutra (FDN) de *M. oleífera*, a cuatro dosis de abono orgánico (Compost) durante la época seca

4.3.4. Degradación ruminal *in vitro* de la *M. oleífera* de la Fibra Detergente Ácida.

La degradación de la FDA no registro diferencias estadísticas ($P > 0,05$) para la tasa de degradación (c) y la degradación potencial (a+b) (Cuadro 3 y Figura 4). Sin embargo, existe diferencias estadísticas ($P < 0,05$) para la fracción soluble (a) en el T2 (22,71%), la fracción insoluble pero potencialmente degradable (b) en el T0 (40,91%) y para la degradación efectiva a tasas de pasaje por el rumen (DE) 0.02; 0.05 y 0.08 k para el T1 (38,70; 32,17 y 29,39%) respectivamente (Tabla 19 y Figura 4).

Tabla 21. Degradación ruminal *in vitro* de la *M. oleífera* de la fibra detergente ácida.

	Tratamientos				EEM	Valor P
	T0	T1	T2	T3		
Degradación de la FDA (%)						
a	10,83 b	22,30 ab	22,71 a	13,11 ab	2,76	0,0183
b	40,91 a	30,14 b	29,33 b	36,76 ab	2,44	0,0167
c	0,03 a	0,02 a	0,01 a	0,03 a	0,01	0,5822
a+b	51,75 a	52,44 a	52,05 a	49,87 a	1,61	0,6906
DE						
0.02 k	35,13 b	38,70 a	37,13 ab	33,88 b	0,84	0,0081
0.05 k	26,58 b	32,17 a	30,94 a	26,34 b	0,83	0,0005
0.08 k	22,61 b	29,39 a	28,47 a	22,92 b	0,92	0,0002

^{abc} Medias con letras distintas entre filas difieren significativamente ($p < 0,05$); EEM: error estándar de la media

a: fracción soluble; b: fracción insoluble pero potencialmente degradable; c: tasa de degradación en % h;

a+b: degradación potencial %; DE: degradación efectiva; k: tasa de pasaje por el rumen 0.02; 0.05; 0.08 %

h⁻¹

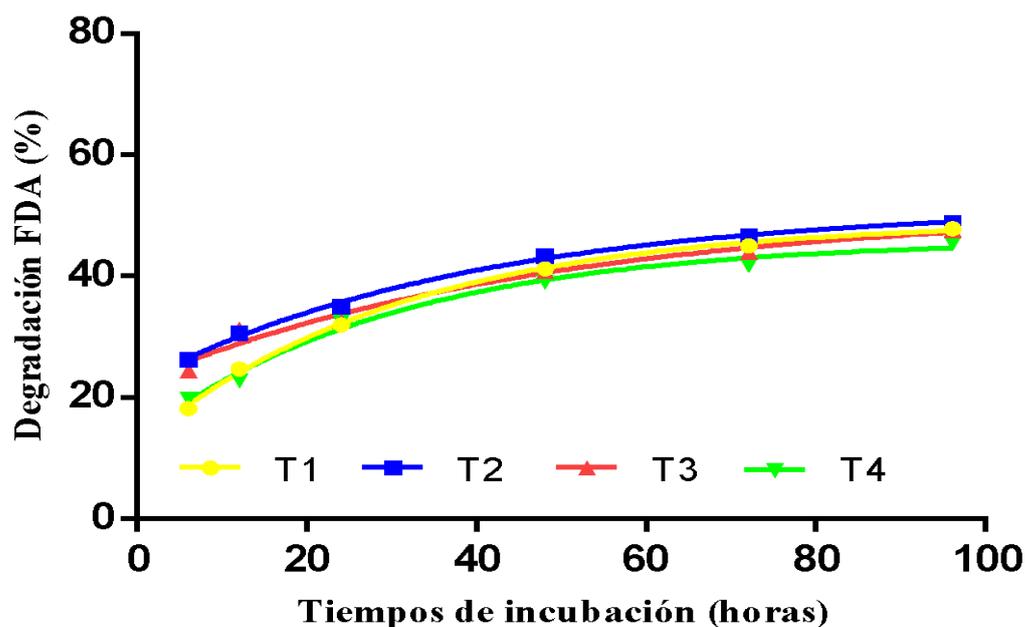


Figura 4. Cinética de degradación *in vitro* (CDIV) de la fibra detergente ácida (FDA) de *M. oleífera*, a cuatro dosis de abono orgánico (Compost) durante la época seca.

Discusión

En la Digestibilidad *in vitro* aparente de *M. Oleífera* de (MS, MO, FDN, FDA). No se encontraron diferencias significativas tanto los nutrientes de la degradación de la digestión debido al compost (abono orgánico) son de lenta degradación y al ser de lenta degradación significa que la plantas no está asimilando de una mejor manera, debido al que compost primero debe de mineralizarse para que esta sea absorbida por la planta tiempo la cual tarda 100 a 120 días, resultados que no se vieron reflejados en nuestro estudio ya que el forraje fue cosechado a los 60 días.

La producción de un forraje depende, en gran medida, del manejo agronómico adecuado que se realice (Noda y Martín, 2014). Así mismo, entre otros aspectos influye la densidad de plantación, la altura, la frecuencia de corte, así como la dosis y la fuente de fertilización determinan el rendimiento agronómico y la composición bromatológica del cultivo (Martín *et al.*, 2007).

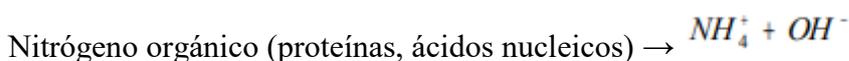
Martín, (2011); Noda *et al.*, (2013); Kamimura *et al.* (1997) y Manterola (2013) plantearon que *M. oleífera* es una planta extractora de nutrientes, y que expresa su mayor potencial de producción cuando se le suministran los elementos o minerales necesarios para su máximo desarrollo mediante la fertilización. Además, varios científicos han demostrado que el contenido de nitrógeno en el suelo es el factor principal para el crecimiento de la planta (Martín, 2004; Boschini y Vargas, 2009).

Se evidencia que la composición bromatológica de los nutrientes (MS, MO, PC, FDN y FDA), a pesar de obtener mayores valores con el incremento del abono orgánico (compost), no reflejo significancia entre las dosis. Concordando con Noda y Martín (2014) quienes al evaluar la fertilización química NH_4NO_3 en la *Morus alba* en el contenido de FB y PB para las hojas y tallos no presentaron variaciones. Así mismo, Boschini y Vargas (2009) mencionan que la calidad de un forraje depende de las características edafoclimáticas, específicas de cada región y al comportamiento genético que caracteriza a cada variedad, ya que el contenido de PB es inherente a cada una de estas y el incremento de las dosis de fertilizante no necesariamente determina que aumente su composición bromatológica. De igual forma, la fertilización nitrogenada no produjo cambios importantes en el contenido de MS, PC, FDN y FDA en la calidad de la morera (Espinosa y Benavides, 1998). Bangash y

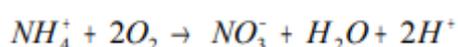
Sheikh (1980) no encontraron cambios significativos en el contenido de PC en hojas de morera con diferentes combinaciones de NPK. Así mismo, Se observó un ligero incremento en la PC al aumentar la dosis de nitrógeno (Espinosa y Benavides, 1998).

La PC y las fracciones fibrosas (FDN y FDA) están dentro de nuestros rangos. En este sentido, Manterola (2013) destacó que los valores de PC de la morera son similares a los de la mayoría de los follajes de leguminosas. Asimismo, Noda y Martín (2014) mencionan que las fracciones fibrosas son consideradas bajas si se comparan con el follaje de otras plantas utilizadas para la alimentación del ganado.

El fertilizante orgánico para ser asimilado y utilizado por las plantas, debe de mineralizarse (Elizondo, 2007). El nitrógeno contenido en los abonos orgánicos y aquel presente en el suelo se encuentran en forma orgánica e inorgánica, con 95% o más presente en forma orgánica (White 2006). Elizondo (2010) manifiesta que el nitrógeno inorgánico es obtenido durante la descomposición microbiana de la materia orgánica en el proceso de amonificación, de acuerdo a la siguiente reacción:



Sujeto a cualquier limitación impuesta por la temperatura, humedad y aireación del suelo, el NH_4 es oxidado a NO_3 en el proceso de nitrificación, representado por la siguiente reacción:



Las dos reacciones anteriores describen el proceso conocido como mineralización (White 2006). Dicho proceso se acelera con un incremento en la temperatura y aumenta con una adecuada humedad y una buena disponibilidad de oxígeno (Jarvis *et al.* 1995). Una vez que el N orgánico ha sido mineralizado, las plantas lo puedan utilizar (Elizondo 2010). La cantidad de N orgánico que se puede mineralizar, es el N orgánico multiplicado por un factor de mineralización que puede oscilar entre 0,25 y 0,35 (Van y Reeves 2000). La falta de respuesta de la *Moringa oleífera* a la fertilización orgánica (compost) en este trabajo experimental puede atribuirse a un bajo nivel de mineralización del nitrógeno orgánico en el compost, a la falta de riego, al fraccionamiento 2 veces durante el experimento, a la época seca y a la edad de corte de 60 días del forraje, limitando la cantidad del nitrógeno inorgánico disponible para las plantas al nitrógeno presente en el suelo, aprovechando de la misma

forma el tratamiento testigo, por lo que, la digestibilidad y los parámetros de degradación de los nutrientes (MS, MO, FDN y FDA), no influyó en las dosis del abono orgánico (compost)

Los niveles de abonos orgánico (estiércol) no influyó en la digestibilidad de la MS (Benavides *et al.*, 1994). Concordando con Espinosa y Benavides (1998) quienes al evaluar fertilizantes nitrogenados no hubo diferencias estadísticas en la DIVMS. Sin embargo, la DIVMS de las hojas en la variedad Morera Tigrada encontraron promedio de 74.4% (Rojas y Benavides 1994).

Flores *et al.*, (2012) al evaluar el efecto de la fertilización orgánica en el cultivo de la alfalfa mencionan que una enmienda orgánica para tener respuestas favorables en la producción del forraje y su calidad nutricional, el compostaje debe fraccionarse 4 veces al año, aplicar riego, condiciones climáticas y la temperatura, tiene un efecto después de los 90 días de su aplicación.

Se asume que la acumulación de la hojarasca de las hojas y tallos de la *M. oleífera* en el sitio experimental se evidencio un gran aporte de la composición química del suelo (tabla 4) y al compostaje (tabla 8), para todos los tratamientos evaluados, lo que no influyo las dosis del fertilizante orgánico sobre la composición bromatológica, la digestibilidad y degradabilidad *in vitro* de los nutrientes. La *Moringa oleífera* es una planta puede realizar altas extracciones de Nt (nitrógeno total) sin tener que utilizar la aplicación de fertilizantes, para mejorar la producción de biomasa y su valor biológico (Lok y Suarez, 2014).

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIÓN

5.1. CONCLUSIONES

- La composición bromatológica (MS, MO, PC, FDN, FDA) no se vio afectado por las dosis de la fertilización orgánica.
- La digestibilidad *in vitro* de los nutrientes (MS, MO, PC, FDN, FDA) no presentó variaciones al incluir las dosis de la fertilización orgánica.
- La degradación potencial presentó variaciones para la FDN en el T1 (64,15%) y para la degradación efectiva en la FDN y FDA en los tratamientos T0 y T1 (46,47 y 38,70%) respectivamente.

5.2. RECOMENDACIONES

- Evaluar de la fertilización orgánica de la *Moringa Oleífera* en la época lluviosa, para futuras investigaciones.
- Evaluar dosis de fertilización orgánica mayores de 60 días.
- Evaluar el comportamiento productivo en rumiantes y no rumiantes para futuras investigaciones.
- Evaluar los gases de la *Moringa Oleífera* de efecto invernadero (CH_4 y CH_2) en la alimentación de rumiantes y no rumiantes.

CAPITULO VI
BIBLIOGRAFÍA

6.1. Referencias bibliográficas.

Bibliografía

- Almeida, R. (2015). Sistema de producción y calidad del forraje. Retrieved from Forrajes de calidad
- Alonzo, A. (2008). Rendimiento y uso potencial de Paraíso Blanco, *Moringa oleifera Lam*, en la producción de alimentos de alto valor nutritivo para su utilización en comunidades de alta vulnerabilidad alimenticia-nutricional de Guatemala.
- Arenales. (1978, mayo 23). Utilización del marango (*Moringa oleifera*) como forraje fresco para ganado. Retrieved from [http://www.agrobit.com/Documentos/E_3_Producci/477_ga000012pr\[1\].htm](http://www.agrobit.com/Documentos/E_3_Producci/477_ga000012pr[1].htm)
- Armengol, N. (2010, diciembre). Características y potencialidades de *Moringa oleifera*, Lamark. Retrieved from http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03942010000400001
- Bastardo, Y. (2011). Alimentación y Suplementos Orgánicos. Estudio de la Moringa.
- Bavera, G. (2011, abril 18). Digestibilidad de algunos forrajes empleados en bovinos a pastoreo. Retrieved from http://www.produccion-animal.com.ar/tablas_composicion_alimentos/00-tablas_composicion_alimentos.htm
- Becker, K. (2012). Efecto del nivel de inclusión de soya en la digestibilidad *in vitro*. Matanzas, Cuba. Retrieved from Studies on utilization of Moringa
- Benavides, J., Lachaux, M., & Fuentes, M. (1994). Efecto de la aplicación de estiércol de cabra en el suelo sobre la calidad y producción de biomasa de Morera (*Morus sp.*). en Árboles y arbustos forrajeros en América Central. Serie Técnica. Informe Técnico No. 236. Vol. II, p. 495.
- Benítez, D. L. (2010). Cultivares de pastos y forrajes tolerantes a los entornos adversos y degradados de la región oriental cubana. Editorial ARGAF, Holguín, CUB.
- Bonal, R. R. (2014, mayo). *Moringa oleifera*: a healthy option for the well-being. : http://www.bvs.sld.cu/revistas/san/vol_16_10_12/san141012.

- C, K. (1907). Studies on the factors influencing the mulberry (*Morus alba*) productivity in fields. Journal of Sericultural Science of Japan.
- Castillo G, V. M. (2007). Calidad de los pastos en la alimentación del ganado. Taller Principios y prácticas manejo forrajes en el trópico húmedo para la Prod Bov.
- Cerdas, R. (2011). Programa de fertilización de forrajes. Retrieved from <https://www.redalyc.org/pdf/666/66622581007.pdf>
- Chacón, V. y. (2018, febrero 9). Extracción de nutrientes y productividad de moringa (*moringa oleifera*) con varias dosis de fertilización nitrogenada. Retrieved from <https://www.redalyc.org/jatsRepo/666/66655467008/html/index.html>
- Chávez-García, D. A.-L. (2006). digestibilidad *in vivo* sobre el efecto de frecuencia de corte de *moringa oleifera* en caprinos.
- Church, D., & Pond, E. (2002). Fundamento de nutrición e alimentación animales. tercera. Mexico.
- Clavero, T. (2011). Agroforestería en la alimentación de rumiantes en América Tropical. Universidad del Zulia, <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:JD97yZqBCqsJ:revista-agroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/download/130/109/+&cd=1&hl=es&ct=clnk&gl=ec>.
- Colmeiro, M. (1871). Diccionario de los diversos nombres vulgares de muchas plantas usuales ó notables del antiguo y nuevo mundo. Madrid.
- Correa, H. (2009). Estimación de la degradabilidad efectiva en el rumen mediante métodos numéricos. Rev Fac Nac Agron.
- Delgado, M. (2016, Octubre 8). ¿Cuál es el efecto de la *Moringa oleifera* sobre la dinámica ruminal. Retrieved from http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1609-91172017000100004
- Doménech Asensi, G. D. (2017). *Moringa oleifera*: Revisión sobre aplicaciones y usos en alimentos. Retrieved from Latinoamericanos de Nutrición, 67(2). : <http://www.alanrevista.org/ediciones/2017/2/art-3/>.

- Donald, M. (1988). Nutrición animal. Ed Acribia, S. A. Zaragoza, España.
- Duarte FJ, F. (2004). Producción de Biomasa de *Moringa oleífera* sometida a diferentes densidades de siembra y frecuencia de corte, en el trópico seco de Managua,. Universidad Nacional Agraria, Facultad de Ciencia Animal,.
- Duke, J. A. (1987). Retrieved 2013, from)*Moringa oleifera* Lam.; Handbook of Energy Crops. Purdue University.
- Elizondo, J. (2007). Producción y calidad de la biomasa de morera (*Morus alba*) fertilizada con diferentes abonos. Agronomía Mesoamericana. : 18 (2):255. .
- Elizondo-Salazar, J. A. (2010). Respuesta de la morera (*Morus alba*) a niveles crecientes de nitrógeno orgánico. Pastos y Forrajes, 33(3). http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03942010000300004&lng=es&tlng=es.
- Finqueros. (2015). Retrieved from ABC del Finkero es una publicación de Finkeros.com: <http://abc.finkeros.com/moringa-caracteristicas-y-distribucion/#:~:text=La%20moringa%20es%20un%20peque%C3%B1o,cm%20de%20largo%20y%20el%C3%ADpticas>.
- Flores J Lok, S. y. (2012). Efecto de la aplicación de fertilizantes en la producción de biomasa de *Moringa oleífera* y en algunos indicadores del suelo durante el establecimiento. . (4. 399-403, Ed.) Revista Cubana de Ciencia Agrícola. .
- Foidl, N. (1999). Utilización del marango (*Moringa oleifera*) como forraje fresco para ganado.
- Freire, C. (1991). especie *Moringa oleífera*. Retrieved from http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/2013/1/CD775_TESIS.pdf
- Galyean M, M. T. (1995). Extremal and internal markers for appraising site and extent of digestion in ruminants.
- Ganchozo, J. (2019). Composición química del ensilaje de pasto.
- Giraldo. (2006). Resúmenes IV Congreso Latinoamericano de Agroforestería. EEPF “Indio Hatuey”.
- Giraldo, L. (2007). In comparación de dos técnicas *in vitro*. Medellín, Colombia.

- Godino M, T. (2013). Estudio de la incidencia de los factores ecológicos abióticos en la germinación y desarrollo de la *Moringa oleifera* Lam. Sociedad Española de ciencia forestal.
- González Álvarez J, L. P.-B. (1999). Digestibilidad *in vitro* de forrajes y concentrados.
- I, B. S. (1980). Effect of NPK fertilizers on foliage yield and nutritive value of Mulberry . (Japanese source). : Pakistan Journal of Forestry 30(3): 137- 138.
- IFA. (1992). Los fertilizantes y sus usos. In FAO. World Fertilizer use Manual.
- INIAP. (2016). Retrieved from Estación Experimental Tropical Pichilingue. Laboratorio de suelos, tejidos vegetales y aguas. Km 5 carretera Quevedo-El Empalme-Ecuador.
- INIAP. (2016). estacion experimental tropical de pichilingue.
- J, F. A. (2012). Efecto de fertilizante orgánico, inorgánico y su combinación en la producción de alfalfa y propiedades químicas del suelo. (30:(3) 213-220. ed.). Terra Latinoamericana.
- JARVIS, S., SCHOLEFIELD, D., & PAIN, B. (1995). . Nitrogen cycling in grazing systems. In: Bacon, P. ed. Nitrogen fertilization in the environment. . Marcel Dekker, Inc. N.Y, USA. Marcel Dekker, Inc.
- Jiménez, D. A. (2017). “comportamiento agronómico y evaluación química del botón de oro (*tithonia diversifolia*) cosechados a diferentes edades en la zona de mocache, provincia de los ríos”. Quevedo.
- Krause, D, (2003). Opportunities to improve fiber degradation in the rumen: microbiology, ecology and genomics ..Microb.Review.
- L. Maynard, J. L. (1989). Procesos digestivos en diferentes especies animales de nutrición Animal . Mexico.
- Loayza, E. (2012). “Evaluación del efecto de los anabólicos. escuela superior politécnica de chimborazo facultad de ciencias pecuarias escuela de ingeniería zootécnica.
- Lok, S. y. (2014). Efecto de la aplicación de fertilizantes en la producción de biomasa de *Moringa oleifera* y en algunos indicadores del suelo durante el establecimiento. Revista Cubana de Ciencia Agrícola. 48(4) 399-403.

- Loor, J. (2013). Efecto de la aplicación de inoculantes bacterianos en la composición química y fermentativas de ensilados.
- Lyndad. (2018, Noviembre 16). Taxonomía Vegetal. Retrieved from <http://danyenede.blogspot.com/2018/11/moringa.html>
- Makkar, H. (2003). Table of Contents Recent advances in *in vitro* gas method for evaluation of nutritional quality of feed resources.
- Manterola, H. ([10/9/2013]). La morera: una interesante alternativa forrajera para la ganadería mayor y menor. Chile: http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pasturas%20artificiales/44-morera.pdf.
- Martín, G. J. (2009). Rendimiento y calidad de la morera (*Morus alba*) fertilizada con nitrógeno, fósforo y potasio. . *Agronomía Mesoamericana*: 20 (2):285-293.
- Martínez, F. L. (2016). Efecto de la fertilización orgánica y mineral en el cultivo de la moringa. Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas.
- Mayorga, L. (2002). Utilización del Marango (*Moringa oleifera*) Lam como forraje fresco para el ganado. *América latina: Conferencia electrónica de la FAO sobre Agroforestería para la producción animal*.
- McDonald, P. (1969). *Nutrición Animal*. Aurora Pérez: Editorial Aribia Zaragoza, España.
- Medina, J. R. (2012). Caracterización de tres extractos de *Moringa oleífera* y evaluación de sus condiciones de infusión en sus características fisicoquímicas. Zamorano, Honduras.
- Mendieta A, B. (2011). Alimentación de vacas lecheras con *Moringa oleifera* fresco o ensilado y su efecto sobre la producción, composición y calidad de leche. Managua.
- Mendoza Ortiz, J. A. (2005). Características agronómicas de la moringa (*Moringa oleifera* Lam.) y su posible adaptación a las condiciones de Chile.
- Muñoz., A. C. (2019). Digestibilidad fecal en caprinos criollos alimentados con moringa (*Moringa oleifera lam*), como base forrajera de dietas integrales. La Libertad .
- Noda, Y. &. (2014). Influencia de la densidad de plantación y la fertilización nitrogenada en el rendimiento de *Morus alba* var. tigreada. *Pastos y forrajes*

(http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864- ed.) (R. e. 2021, Ed.)
37(3), 291-297. .

Noguera, R. y. (2007). Modelación de la cinética de degradación de alimentos para rumiantes. Colombiana de Ciencias Pecuarias .

Noguera, R., & S., P. (2007). Modelación de la cinética de degradación de alimentos para rumiantes. . Colombiana de Ciencias Pecuarias. .

Olson, M. E. (2016). Where to grow the miracle tree, *Moringa oleifera*, in Mexico? An analysis of its potential distribution. . Revista Mexicana de Biodiversidad, 87(3), 1089–1102: <https://doi.org/10.1016/j.rmb.2016.07.007>.

Orskov E, M. (1979). The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. .

Owens F, H. C. (1992). Extremal and internal markers for appraising site and extent of digestion in ruminants. .

Perez. (2017, diciembre 27). El Árbol Moringa es nutritivo y multipropósito. Retrieved from CONtexto ganadero

Pérez A, S. (2010, diciembre). Características y potencialidades de *Moringa oleifera*,.

Perez, A. B. (2010). *Moringa oleifera*, una alternativa forrajera para Sinaloa. Culiacán, Sinola, México: 1–30.

Pérez, C. (2012). Trabajo de Fin de Carrera: *Moringa oleifera* Lam., especie forestal de usos múltiples. Revisión bibliográfica. E.U.I.T. Forestal (U.P.M.).

Perla, G. (2012). Tasa de degradación ruminal de follaje de *Moringa oleifera* en vacas Reyna. Nicaragua: Ruminal degradation rate of *Moringa oleifera* foliage in reyna cattle using in sacco technique.

Ponce, J. (2019). Composición química, degradabilidad y cinética ruminal in situ del botón de oro (*Tithonia diversifolia*) en diferentes periodos de corte. Universidad Técnica Estatal de Quevedo.

Pulido, R. (2000). Degradabilidad ruminal del forraje disponible en la pradera y del aparentemente consumido por vacas lecheras.

- Reyes. (2006, mayo). *Moringa oleifera* and *Cratylia argentea*. Retrieved from <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/5282/1/T-UTEQ-0084.pdf>
- Reyes Sánchez, N., Rodríguez, R., Mendieta Araica, B., & Mejía Sovalbarro, L. y. (2009). Efecto de la suplementación con *Moringa oleifera* sobre el comportamiento productivo de ovinos alimentados con una dieta basal de pasto guinea. *La Calera*: 9 (13). pp. 60-69. ISSN 1998-7846.
- Reyes, N. (2004). : Cultivo y utilización en la alimentación animal. Nicaragua.: Editor Freddy Alemán. Serie Técnica. UNA. p-89.
- Reyes, S. (2004). Cultivo y utilización en la alimentación animal. Universidad Nacional Agraria y Dirección de Investigación, Extensión y Posgrado.
- Reyes, S. (2006). *Moringa oleifera* and *Cratylia argentea*. Potential fodder species for ruminantes in Nicaragua.
- Rojas, H. y. (1994). Producción de leche en cabras alimentadas con pasto suplemento con altos niveles de Morera (*Morus alba*). In: Árboles y arbustos forrajeros. (CATIE, Ed.) América Central. Turrialba, Costa Rica: Volumen 1. p. 305-320.
- Rosero R, P. S. (2007). Modelación de la cinética de degradación de alimentos para rumiantes. .
- Sabín, A. (2014, febrero). Estudio de las posibles zonas de introducción de la *Moringa oleifera* Lam.
- Sánchez. (2016). Composición química y degradabilidad ruminal in situ. Quevedo.
- Saravia, G. (2011). Calidad de los forrajes. Facultad de Ciencias Agrarias. Unidad Integrada Balcarce INTA Balcarce. .
- Soest, P. V. (1994). Nutritional ecology of the ruminant. En: Associates. CP, editor. 2nd ed. Ithaca,. New York.
- Suárez, S. L. (2014). Efecto de la aplicación de fertilizantes en la producción de biomasa. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 48(4).
- Technology, A. (2004, noviembre 16). Procedures for fiber and in vitro.
- Tilley J., T. R. (1963). A two-stage technique for the in vitro digestión of forage crops. *J Brit Grass Soc.*

- Torres-Acosta, J. F. (2008). . Alternative or improved methods to limit gastro-intestinal parasitism in grazing sheep and goats. .
- Valle, J. d. (2007). Calidad de los pastos en la alimentación del ganado.
- Valles, M. (2007). Calidad de los pastos en la alimentación del ganado. Taller Principios y prácticas manejo forrajes en el trópico húmedo para la Prod Bov.
- VAN, J., & REEVES, J. (2000). On farm quick tests for estimating nitrogen in dairy manure. *Journal of Dairy Science*. (83): 1837-1844.
- Verhulst N, G. K. (2013). Eficiencia del uso de nitrógeno y optimización de la fertilización nitrogenada en la agricultura de conservación. . *CAB Rev Perspect Agric Vet Sci Nutr Nat Resour*.
- WHITE, R. (2006). Principles and practice of soil science: The soil as a natural resource. (4 ed. ed.). Great Britain. Blackwell Publishing.

CAPITULO VII

ANEXOS

Anexos I. ANDEVA

Análisis de la varianza

MS

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
MS	16	0,38	0,22	9,14

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	14,38	3	4,79	2,44	0,1148
TRATAMIENTOS	14,38	3	4,79	2,44	0,1148
Error	23,57	12	1,96		
Total	37,94	15			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=2,94190

Error: 1,9638 gl: 12

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.
MORINGA 1540 COMPOST POR PLANTA CORTE ⁻¹	16,80	4	0,70 A
MORINGA 770 COMPOST POR PLANTA CORTE ⁻¹	15,53	4	0,70 A
MORINGA 2310 COMPOST POR PLANTA CORTE ⁻¹	14,62	4	0,70 A
MORINGA 0 COMPOST	14,38	4	0,70 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

MO

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
MO	16	0,13	0,00	1,62

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	3,71	3	1,24	0,59	0,6362
TRATAMIENTOS	3,71	3	1,24	0,59	0,6362
Error	25,35	12	2,11		
Total	29,06	15			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=3,05153

Error: 2,1129 gl: 12

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.
MORINGA 2310 COMPOST POR PLANTA CORTE-1	90,15	4	0,73 A
MORINGA 770 COMPOST POR PLANTA CORTE-1	89,84	4	0,73 A
MORINGA 0 COMPOST	89,45	4	0,73 A
MORINGA 1540 COMPOST POR PLANTA CORTE-1	88,86	4	0,73 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

PC

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
PC	16	0,25	0,06	6,28

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	9,17	3	3,06	1,30	0,3183
TRATAMIENTOS	9,17	3	3,06	1,30	0,3183
Error	28,12	12	2,34		
Total	37,28	15			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=3,21346

Error: 2,3431 gl: 12

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.
MORINGA 1540 COMPOST POR PLANTA CORTE ⁻¹	25,40	4	0,77 A
MORINGA 2310 COMPOST POR PLANTA CORTE ⁻¹	24,66	4	0,77 A
MORINGA 770 COMPOST POR PLANTA CORTE ⁻¹	24,18	4	0,77 A
MORINGA 0 COMPOST	23,32	4	0,77 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

FDN

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
FDN	16	0,18	0,00	7,60

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	32,54	3	10,85	0,90	0,4686
TRATAMIENTOS	32,54	3	10,85	0,90	0,4686
Error	144,25	12	12,02		
Total	176,79	15			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=7,27859

Error: 12,0208 gl: 12

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.
MORINGA 770 COMPOST POR PLANTA CORTE ⁻¹	47,27	4	1,73 A
MORINGA 0 COMPOST	46,37	4	1,73 A
MORINGA 2310 COMPOST POR PLANTA CORTE ⁻¹	45,48	4	1,73 A
MORINGA 1540 COMPOST POR PLANTA CORTE ⁻¹	43,42	4	1,73 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

FDA

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
FDA	16	0,06	0,00	11,28

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	10,59	3	3,53	0,25	0,8580
TRATAMIENTOS	10,59	3	3,53	0,25	0,8580
Error	167,69	12	13,97		
Total	178,28	15			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=7,84769

Error: 13,9740 gl: 12

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.
MORINGA 770 COMPOST POR PLANTA CORTE ⁻¹	34,37	4	1,87 A
MORINGA 0 COMPOST	33,36	4	1,87 A
MORINGA 2310 COMPOST POR PLANTA CORTE ⁻¹	32,67	4	1,87 A
MORINGA 1540 COMPOST POR PLANTA CORTE ⁻¹	32,21	4	1,87 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Análisis de la varianza

DIGESTIBILIDAD MS

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
DIGESTIBILIDAD MS	16	0,31	0,14	5,29

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	70,17	3	23,39	1,82	0,1970
TRATAMIENTO	70,17	3	23,39	1,82	0,1970
Error	154,13	12	12,84		
Total	224,30	15			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=7,52379

Error: 12,8443 gl: 12

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
MORINGA 1540 COMPOST POR PLANTA CORTE ⁻¹	69,88	4	1,79 A
MORINGA 0 COMPOST	68,71	4	1,79 A
MORINGA 2310 COMPOST POR PLANTA CORTE ⁻¹	68,17	4	1,79 A
MORINGA 770 COMPOST POR PLANTA CORTE ⁻¹	64,30	4	1,79 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

DIGESTIBILIDAD MO

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
DIGESTIBILIDAD MO	16	0,31	0,14	5,73

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	72,24	3	24,08	1,80	0,2009
TRATAMIENTO	72,24	3	24,08	1,80	0,2009
Error	160,61	12	13,38		
Total	232,85	15			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=7,68031

Error: 13,3843 gl: 12

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
MORINGA 0 COMPOST	66,28	4	1,83 A
MORINGA 2310 POR PLANTA CORTE ⁻¹	64,83	4	1,83 A
MORINGA 1540 POR PLANTA CORTE ⁻¹	63,93	4	1,83 A
MORINGA 770 POR PLANTA CORTE ⁻¹	60,50	4	1,83 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

DIGESTIBILIDAD FDN

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
DIGESTIBILIDAD FDN	16	0,16	0,00	5,10

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	18,27	3	6,09	0,75	0,5456
TRATAMIENTO	18,27	3	6,09	0,75	0,5456
Error	98,06	12	8,17		
Total	116,33	15			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=6,00123

Error: 8,1718 gl: 12

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
MORINGA 770 COMPOST POR PLANTA CORTE ⁻¹	57,48	4	1,43 A
MORINGA 1540 COMPOST POR PLANTA CORTE ⁻¹	56,62	4	1,43 A

MORINGA 0 COMPOST	55,46	4	1,43	A
MORINGA 2310 COMPOST POR PLANTA CORTE ⁻¹	54,69	4	1,43	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

DIGESTIBILIDAD FDA

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
DIGESTIBILIDAD FDA	16	0,15	0,00	10,13

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	36,99	3	12,33	0,71	0,5646
TRATAMIENTO	36,99	3	12,33	0,71	0,5646
Error	208,49	12	17,37		
Total	245,48	15			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=8,75051

Error: 17,3742 gl: 12

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.		
MORINGA 770 COMPOST POR PLANTA CORTE ⁻¹	43,36	4	2,08	A	
MORINGA 0 COMPOST	41,30	4	2,08	A	
MORINGA 1540 COMPOST POR PLANTA CORTE ⁻¹	40,85	4	2,08	A	
MORINGA 2310 COMPOST POR PLANTA CORTE ⁻¹	39,09	4	2,08	A	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Análisis de la varianza

A

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
A	16	0,553	0,442	32,071

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	454,584	3	151,528	4,956	0,0183
TRATAMIENTO	454,584	3	151,528	4,956	0,0183
Error	366,913	12	30,576		
Total	821,498	15			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=11,60839

Error: 30,5761 gl: 12

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.		
MORINGA 1540 COMPOST POR PLANTA CORTE ⁻¹	22,715	4	2,765	A	
MORINGA 770 COMPOST POR PLANTA CORTE ⁻¹	22,303	4	2,765	A	B
MORINGA 2310 COMPOST POR PLANTA CORTE ⁻¹	13,111	4	2,765	A	B
MORINGA 0 COMPOST	10,838	4	2,765	B	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

B

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
B	16	0,560	0,451	14,282

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	366,898	3	122,299	5,099	0,0167
TRATAMIENTO	366,898	3	122,299	5,099	0,0167

Error	287,801	12	23,983
Total	654,699	15	

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=10,28102

Error: 23,9834 gl: 12

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.		
MORINGA 0 COMPOST	40,915	4	2,449	A	
MORINGA 2310 COMPOST POR PLANTA CORTE ⁻¹	36,765	4	2,449	A	B
MORINGA 770 COMPOST POR PLANTA CORTE ⁻¹	30,145	4	2,449		B
MORINGA 1540 COMPOST POR PLANTA CORTE ⁻¹	29,338	4	2,449		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

c

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
c	16	0,145	0,000	58,808

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,001	3	1,7E-04	0,678	0,5822
TRATAMIENTO	0,001	3	1,7E-04	0,678	0,5822
Error	0,003	12	2,6E-04		
Total	0,004	15			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,03366

Error: 0,0003 gl: 12

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.		
MORINGA 0 COMPOST	0,035	4	0,008	A	
MORINGA 2310 COMPOST POR PLANTA CORTE ⁻¹	0,030	4	0,008	A	
MORINGA 770 COMPOST POR PLANTA CORTE ⁻¹	0,025	4	0,008	A	
MORINGA 1540 COMPOST POR PLANTA CORTE ⁻¹	0,019	4	0,008	A	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

A+B

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
A+B	16	0,111	0,000	6,273

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	15,613	3	5,204	0,498	0,6906
TRATAMIENTO	15,613	3	5,204	0,498	0,6906
Error	125,414	12	10,451		
Total	141,027	15			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=6,78676

Error: 10,4511 gl: 12

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.		
MORINGA 770 COMPOST POR PLANTA CORTE ⁻¹	52,448	4	1,616	A	
MORINGA 1540 COMPOST POR PLANTA CORTE ⁻¹	52,053	4	1,616	A	
MORINGA 0 COMPOST	51,753	4	1,616	A	
MORINGA 2310 COMPOST POR PLANTA CORTE ⁻¹	49,875	4	1,616	A	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

EFFECTIVA 0,02

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
EFFECTIVA	0,02	16	0,613	0,516 4,682

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	54,570	3	18,190	6,327	0,0081
TRATAMIENTO	54,570	3	18,190	6,327	0,0081
Error	34,500	12	2,875		
Total	89,070	15			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=3,55958

Error: 2,8750 gl: 12

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
MORINGA 770 COMPOST POR PLANTA CORTE ⁻¹	38,703	4	0,848 A
MORINGA 1540 COMPOST POR PLANTA CORTE ⁻¹	37,130	4	0,848 A B
MORINGA 0 COMPOST	35,130	4	0,848 B
MORINGA 2310 COMPOST POR PLANTA CORTE ⁻¹	33,883	4	0,848 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

EFFECTIVA 0,05

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
EFFECTIVA	0,05	16	0,761	0,701 5,775

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	107,012	3	35,671	12,710	0,0005
TRATAMIENTO	107,012	3	35,671	12,710	0,0005
Error	33,679	12	2,807		
Total	140,691	15			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=3,51699

Error: 2,8066 gl: 12

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
MORINGA 770 COMPOST POR PLANTA CORTE ⁻¹	32,178	4	0,838 A
MORINGA 1540 COMPOST POR PLANTA CORTE ⁻¹	30,940	4	0,838 A
MORINGA 0 COMPOST	26,583	4	0,838 B
MORINGA 2310 COMPOST POR PLANTA CORTE ⁻¹	26,345	4	0,838 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

EFFECTIVA 0,08

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
EFFECTIVA	0,08	16	0,790	0,738 7,144

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	153,960	3	51,320	15,050	0,0002
TRATAMIENTO	153,960	3	51,320	15,050	0,0002
Error	40,920	12	3,410		
Total	194,881	15			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=3,87668

Error: 3,4100 gl: 12

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
MORINGA 770 COMPOST POR PLANTA CORTE ⁻¹	29,390	4	0,923 A
MORINGA 1540 COMPOST POR PLANTA CORTE ⁻¹	28,475	4	0,923 A
MORINGA 2310 COMPOST POR PLANTA CORTE ⁻¹	22,923	4	0,923 B

MORINGA 0 COMPOST 22,610 4 0,923 B
 Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Análisis de la varianza

A

Variable N R² R² Aj CV
 A 16 0,029 0,000 88,634

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	5,192	3	1,731	0,118	0,9477
TRATAMIENTO	5,192	3	1,731	0,118	0,9477
Error	175,834	12	14,653		
Total	181,026	15			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=8,03603

Error: 14,6528 gl: 12

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
MORINGA 0 COMPOST	5,181	4	1,914 A
MORINGA 770 COMPOST	4,464	4	1,914 A
MORINGA 1540 COMPOST POR PLANTA CORTE ⁻¹	3,931	4	1,914 A
MORINGA 2310 COMPOST POR PLANTA CORTE ⁻¹	3,699	4	1,914 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

B

Variable N R² R² Aj CV
 B 16 0,255 0,068 7,384

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	72,250	3	24,083	1,366	0,3001
TRATAMIENTO	72,250	3	24,083	1,366	0,3001
Error	211,538	12	17,628		
Total	283,789	15			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=8,81424

Error: 17,6282 gl: 12

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
MORINGA 770 COMPOST POR PLANTA CORTE ⁻¹	59,690	4	2,099 A
MORINGA 1540 COMPOST POR PLANTA CORTE ⁻¹	58,083	4	2,099 A
MORINGA 2310 COMPOST POR PLANTA CORTE ⁻¹	55,300	4	2,099 A
MORINGA 0 COMPOST	54,385	4	2,099 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

c

Variable N R² R² Aj CV
 c 16 0,612 0,515 15,813

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
------	----	----	----	---	---------

Modelo	0,001	3	4,2E-04	6,310	0,0082
TRATAMIENTO	0,001	3	4,2E-04	6,310	0,0082
Error	0,001	12	6,6E-05		
Total	0,002	15			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,01709

Error: 0,0001 gl: 12

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.		
MORINGA 0 COMPOST	0,064	4	0,004	A	
MORINGA 1540 COMPOST POR PLANTA CORTE ⁻¹	0,053	4	0,004	A	B
MORINGA 1540 COMPOST POR PLANTA CORTE ⁻¹	0,051	4	0,004	A	B
MORINGA 770 COMPOST POR PLANTA CORTE ⁻¹	0,039	4	0,004		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

A+B

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
A+B	16	0,619	0,524	3,043

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	67,617	3	22,539	6,504	0,0073
TRATAMIENTO	67,617	3	22,539	6,504	0,0073
Error	41,587	12	3,466		
Total	109,205	15			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=3,90815

Error: 3,4656 gl: 12

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.		
MORINGA 770 COMPOST POR PLANTA CORTE ⁻¹	64,155	4	0,931	A	
MORINGA 1540 COMPOST POR PLANTA CORTE ⁻¹	62,013	4	0,931	A	B
MORINGA 0 COMPOST	59,565	4	0,931		B
MORINGA 2310 COMPOST POR PLANTA CORTE ⁻¹	59,000	4	0,931		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

EFFECTIVA 0,02

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
EFFECTIVA 0,02	16	0,554	0,442	2,687

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	21,598	3	7,199	4,959	0,0182
TRATAMIENTO	21,598	3	7,199	4,959	0,0182
Error	17,423	12	1,452		
Total	39,020	15			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=2,52956

Error: 1,4519 gl: 12

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.		
MORINGA 0 COMPOST	46,478	4	0,602	A	
MORINGA 1540 COMPOST POR PLANTA CORTE ⁻¹	45,425	4	0,602	A	B
MORINGA 770 COMPOST POR PLANTA CORTE ⁻¹	43,758	4	0,602		B
MORINGA 2310 COMPOST POR PLANTA CORTE ⁻¹	43,743	4	0,602		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

EFFECTIVA 0,05

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
EFFECTIVA 0,05	16	0,799	0,749	3,253

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	54,487	3	18,162	15,948	0,0002
TRATAMIENTO	54,487	3	18,162	15,948	0,0002
Error	13,666	12	1,139		
Total	68,152	15			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=2,24029

Error: 1,1388 gl: 12

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.			
MORINGA 0 COMPOST	35,560	4	0,534	A		
MORINGA 1540 COMPOST POR PLANTA CORTE ⁻¹	33,113	4	0,534		B	
MORINGA 2310 COMPOST POR PLANTA CORTE ⁻¹	32,053	4	0,534		B	C
MORINGA 770 COMPOST POR PLANTA CORTE ⁻¹	30,488	4	0,534			C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)**EFFECTIVA 0,08**

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
EFFECTIVA 0,08	16	0,777	0,721	4,488

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	58,228	3	19,409	13,911	0,0003
TRATAMIENTO	58,228	3	19,409	13,911	0,0003
Error	16,744	12	1,395		
Total	74,972	15			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=2,47979

Error: 1,3953 gl: 12

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.			
MORINGA 0 COMPOST	29,215	4	0,591	A		
MORINGA 1540 COMPOST POR PLANTA CORTE ⁻¹	26,468	4	0,591		B	
MORINGA 2310 COMPOST POR PLANTA CORTE ⁻¹	25,655	4	0,591		B	C
MORINGA 770 COMPOST POR PLANTA CORTE ⁻¹	23,930	4	0,591			C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)**Análisis de la varianza****A**

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
A	16	0,161	0,000	62,069

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	89,926	3	29,975	0,770	0,5326
TRATAMIENTO	89,926	3	29,975	0,770	0,5326
Error	467,144	12	38,929		
Total	557,070	15			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=13,09832

Error: 38,9287 gl: 12

	TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
MORINGA	1540 COMPOST POR PLANTA CORTE ⁻¹	13,560	4	3,120 A
MORINGA	770 COMPOST POR PLANTA CORTE ⁻¹	10,682	4	3,120 A
MORINGA	0 COMPOST	8,765	4	3,120 A
MORINGA	2310 COMPOST POR PLANTA CORTE ⁻¹	7,202	4	3,120 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

B

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
B	16	0,318	0,148	9,787

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	170,489	3	56,830	1,869	0,1887
TRATAMIENTO	170,489	3	56,830	1,869	0,1887
Error	364,930	12	30,411		
Total	535,420	15			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=11,57698

Error: 30,4109 gl: 12

	TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
MORINGA	2310 COMPOST POR PLANTA CORTE ⁻¹	59,953	4	2,757 A
MORINGA	0 COMPOST	59,148	4	2,757 A
MORINGA	770 COMPOST POR PLANTA CORTE ⁻¹	53,905	4	2,757 A
MORINGA	1540 COMPOST POR PLANTA CORTE ⁻¹	52,370	4	2,757 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

c

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
c	16	0,011	0,000	27,620

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	6,3E-05	3	2,1E-05	0,045	0,9868
TRATAMIENTO	6,3E-05	3	2,1E-05	0,045	0,9868
Error	0,006	12	4,7E-04		
Total	0,006	15			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,04570

Error: 0,0005 gl: 12

	TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
MORINGA	0 COMPOST	0,082	4	0,011 A
MORINGA	2310 COMPOST POR PLANTA CORTE ⁻¹	0,078	4	0,011 A
MORINGA	1540 COMPOST POR PLANTA CORTE ⁻¹	0,078	4	0,011 A
MORINGA	770 COMPOST POR PLANTA CORTE ⁻¹	0,077	4	0,011 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

A+B

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
A+B	16	0,119	0,000	5,979

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	25,455	3	8,485	0,538	0,6649

TRATAMIENTO	25,455	3	8,485	0,538	0,6649
Error	189,100	12	15,758		
Total	214,555	15			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=8,33366

Error: 15,7583 gl: 12

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.		
MORINGA 0 COMPOST	67,913	4	1,985	A	
MORINGA 2310 COMPOST POR PLANTA CORTE ⁻¹	67,155	4	1,985	A	
MORINGA 1540 COMPOST POR PLANTA CORTE ⁻¹	65,930	4	1,985	A	
MORINGA 770 COMPOST POR PLANTA CORTE ⁻¹	64,588	4	1,985	A	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

EFFECTIVA 0,02

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
EFFECTIVA 0,02	16	0,155	0,000	6,116

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	24,485	3	8,162	0,732	0,5525
TRATAMIENTO	24,485	3	8,162	0,732	0,5525
Error	133,765	12	11,147		
Total	158,250	15			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=7,00907

Error: 11,1470 gl: 12

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.		
MORINGA 0 COMPOST	56,268	4	1,669	A	
MORINGA 1540 COMPOST POR PLANTA CORTE ⁻¹	54,825	4	1,669	A	
MORINGA 1540 COMPOST POR PLANTA CORTE ⁻¹	54,480	4	1,669	A	
MORINGA 770 COMPOST POR PLANTA CORTE ⁻¹	52,790	4	1,669	A	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

EFFECTIVA 0,05

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
EFFECTIVA 0,05	16	0,099	0,000	8,481

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	18,543	3	6,181	0,441	0,7276
TRATAMIENTO	18,543	3	6,181	0,441	0,7276
Error	168,030	12	14,003		
Total	186,574	15			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=7,85568

Error: 14,0025 gl: 12

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.		
MORINGA 0 COMPOST	45,468	4	1,871	A	
MORINGA 1540 COMPOST POR PLANTA CORTE ⁻¹	44,730	4	1,871	A	
MORINGA 2310 COMPOST POR PLANTA CORTE ⁻¹	43,675	4	1,871	A	
MORINGA 770 COMPOST POR PLANTA CORTE ⁻¹	42,620	4	1,871	A	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

EFFECTIVA 0,08

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
EFFECTIVA	0,08	16	0,089	0,000 10,417

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	18,018	3	6,006	0,389	0,7628
TRATAMIENTO	18,018	3	6,006	0,389	0,7628
Error	185,090	12	15,424		
Total	203,108	15			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=8,24484

Error: 15,4242 gl: 12

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
MORINGA 1540 COMPOST POR PLANTA CORTE ⁻¹	38,835	4	1,964 A
MORINGA 0 COMPOST	38,678	4	1,964 A
MORINGA 2310 COMPOST POR PLANTA CORTE ⁻¹	36,788	4	1,964 A
MORINGA 770 COMPOST POR PLANTA CORTE ⁻¹	36,505	4	1,964 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Análisis de la varianza

A

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
A	16	0,358	0,198	41,761

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	221,989	3	73,996	2,231	0,1372
TRATAMIENTO	221,989	3	73,996	2,231	0,1372
Error	398,028	12	33,169		
Total	620,017	15			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=12,09058

Error: 33,1690 gl: 12

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
MORINGA 1540 COMPOST POR PLANTA CORTE ⁻¹	19,955	4	2,880 A
MORINGA 0 COMPOST	13,472	4	2,880 A
MORINGA 2310 COMPOST POR PLANTA CORTE ⁻¹	11,267	4	2,880 A
MORINGA 770 COMPOST POR PLANTA CORTE ⁻¹	10,470	4	2,880 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

B

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
B	16	0,291	0,113	10,530

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	166,880	3	55,627	1,639	0,2325
TRATAMIENTO	166,880	3	55,627	1,639	0,2325
Error	407,169	12	33,931		
Total	574,049	15			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=12,22862

Error: 33,9307 gl: 12

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
-------------	--------	---	------

MORINGA 2310	COMPOST POR PLANTA CORTE ⁻¹	59,005	4	2,913	A
MORINGA 0	COMPOST	56,678	4	2,913	A
MORINGA 770	COMPOST POR PLANTA CORTE ⁻¹	55,403	4	2,913	A
MORINGA 1540	COMPOST POR PLANTA CORTE ⁻¹	50,193	4	2,913	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

c

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
c	16	0,252	0,065	19,076

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,001	3	3,7E-04	1,346	0,3059
TRATAMIENTO	0,001	3	3,7E-04	1,346	0,3059
Error	0,003	12	2,7E-04		
Total	0,004	15			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,03468

Error: 0,0003 gl: 12

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
MORINGA 770 COMPOST POR PLANTA CORTE ⁻¹	0,100	4	0,008 A
MORINGA 2310 COMPOST	0,085	4	0,008 A
MORINGA 0 COMPOST	0,083	4	0,008 A
MORINGA 1540 COMPOST POR PLANTA CORTE ⁻¹	0,078	4	0,008 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

A+B

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
A+B	16	0,272	0,090	5,110

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	55,963	3	18,654	1,496	0,2657
TRATAMIENTO	55,963	3	18,654	1,496	0,2657
Error	149,665	12	12,472		
Total	205,629	15			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=7,41397

Error: 12,4721 gl: 12

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
MORINGA 2310 COMPOST POR PLANTA CORTE ⁻¹	70,273	4	1,766 A
MORINGA 0 COMPOST	70,150	4	1,766 A
MORINGA 1540 COMPOST POR PLANTA CORTE ⁻¹	70,148	4	1,766 A
MORINGA 770 COMPOST POR PLANTA CORTE ⁻¹	65,873	4	1,766 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

EFFECTIVA 0,02

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
EFFECTIVA 0,02	16	0,259	0,074	4,150

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	24,726	3	8,242	1,398	0,2912

TRATAMIENTO	24,726	3	8,242	1,398	0,2912
Error	70,754	12	5,896		
Total	95,480	15			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=5,09761

Error: 5,8962 gl: 12

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.			
MORINGA 1540 COMPOST POR PLANTA CORTE ⁻¹	59,570	4	1,214	A		
MORINGA 0 COMPOST	59,135	4	1,214	A		
MORINGA 2310 COMPOST	58,963	4	1,214	A		
MORINGA 770 COMPOST POR PLANTA CORTE ⁻¹	56,398	4	1,214	A		

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

EFFECTIVA 0,05

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
EFFECTIVA 0,05	16	0,220	0,025	4,972

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	19,776	3	6,592	1,128	0,3768
TRATAMIENTO	19,776	3	6,592	1,128	0,3768
Error	70,153	12	5,846		
Total	89,929	15			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=5,07590

Error: 5,8461 gl: 12

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.			
MORINGA 1540 COMPOST POR PLANTA CORTE ⁻¹	50,198	4	1,209	A		
MORINGA 0 COMPOST	48,870	4	1,209	A		
MORINGA 2310 COMPOST POR PLANTA CORTE ⁻¹	48,333	4	1,209	A		
MORINGA 770 COMPOST POR PLANTA CORTE ⁻¹	47,100	4	1,209	A		

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

EFFECTIVA 0,08

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
EFFECTIVA 0,08	16	0,243	0,054	6,344

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	27,842	3	9,281	1,286	0,3239
TRATAMIENTO	27,842	3	9,281	1,286	0,3239
Error	86,615	12	7,218		
Total	114,457	15			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=5,64011

Error: 7,2179 gl: 12

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.			
MORINGA 1540 COMPOST POR PLANTA CORTE ⁻¹	44,463	4	1,343	A		
MORINGA 0 COMPOST	42,385	4	1,343	A		
MORINGA 2310 COMPOST POR PLANTA CORTE ⁻¹	41,585	4	1,343	A		
MORINGA 770 COMPOST POR PLANTA CORTE ⁻¹	40,968	4	1,343	A		

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

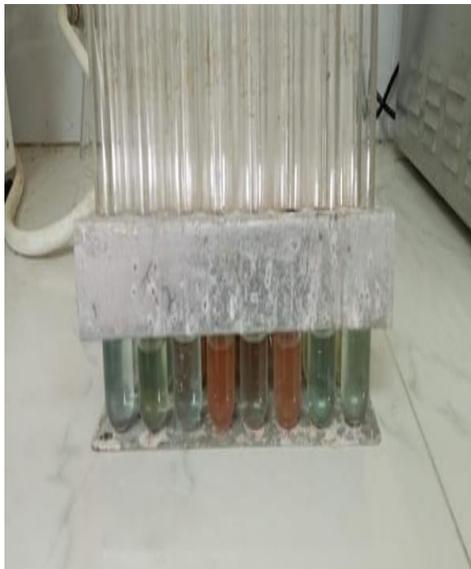
Anexos 2. Desarrollo de la investigación



Anexos 3. Registro del peso de las muestras



Anexos 4. Proceso de proteína



Anexos 5. Determinación de FDN y FDA



Anexos 6. Secado en estufa



Anexos 7. Deseccador de las muestras



Anexos 8. Digestibilidad y degradabilidad ruminal *in vitro*



Anexos 9. Cenizas

