



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO

FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS

CARRERA DE AGROPECUARIA

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

Título de la Unidad de Integración Curricular:

**EFFECTO DE LA FERTILIZACIÓN ORGÁNICA EN LA DEGRADACIÓN Y
DIGESTIBILIDAD *in vitro* DE *Morus alba***

Autor:

Erika Viviana Gutiérrez Zambrano

Tutor de la Unidad de Integración Curricular:

Dr. Gary Alex Meza Bone

**Quevedo – Los Ríos- Ecuador
2021**

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, **Erika Viviana Gutierrez Zambrano**, 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.

Erika Viviana Gutierrez Zambrano

C.I. 0940262807

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 ERIKA VIVIANA GUTIERREZ ZAMBRANO, realizo la Unidad de Integración Curricular, “EFECTO DE LA FERTILIZACION ORGANICA EN LA DEGRADACION Y DIGESTIBILIDAD *IN VITRO* EN *MORUS ALBA*”. 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 **“EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN ORGÁNICA EN LA DEGRADACIÓN Y DIGESTIBILIDAD *in vitro* DE *Morus alba*”**, de autoría de estudiante **ERIKA VIVIANA GUTIERREZ ZAMBRANO**, certifica que el porcentaje de similitud reportado por el sistema URKUND es de **6%** 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 GUTIERREZ ZAMBRANO ERIKA VIVIANA.pdf (D112147230)
Presentado	2021-09-06 16:06 (-05:00)
Presentado por	Meza Bone Gary Alex (gmeza@uteq.edu.ec)
Recibido	gmeza.uteq@analysis.urkund.com
	6% de estas 30 páginas, se componen de texto presente en 9 fuentes.

Dr. Gary Alex Meza Bone.
Tutor Unidad de Integración Curricular



UNIVERSIDAD TECNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
CARRERA AGROPECUARIA

UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Título

**“EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN ORGÁNICA EN LA
DEGRADACIÓN Y DIGESTIBILIDAD *IN VITRO* EN *MORUS ALBA*”**

Presentado a Consejo Directivo como requisito previo a la obtención del título de
Ingeniera Agropecuaria

Aprobador por:

PRESIDENTE DE TRIBUNAL

M.Sc. Adolfo Sánchez Laiño

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Dr. Carlos Meza Bone

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Dr. Orly Cevallos Falquez

Quevedo- Los Ríos-
Ecuador2021

AGRADECIMIENTO

A la culminación del presente trabajo de investigación debo expresar mis agradecimientos a las siguientes personas e instituciones:

A la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, nuestra alma mater.

A la Facultad de Ciencias Agropecuarias.

En lo personal y familiar expreso mi profundo agradecimiento a mi esposo por todo el apoyo y sacrificio, por creer en mi capacidad brindándome su comprensión, cariño y amor, a mis hijas por ser fuente de motivación e inspiración para poder superarme cada día más, a mi madre y hermanos quienes con sus palabras de aliento no me dejaban decaer para que siguiera adelante.

A mis compañeros y amigos presentes y pasados, quienes sin esperar nada a cambio compartieron su conocimiento, alegrías y tristezas y a todas aquellas personas que durante estos cinco años estuvieron a mi lado apoyándome y lograron que este sueño se haga realidad.

Gracias a todos.

DEDICATORIA

Dedico mi trabajo de investigación a las personas que me inspiraron a mis hijas Alaia Yépez Gutierrez y Niah Yépez Gutierrez quienes me esperaron sin preguntar y sin reprochar, a mi esposo Daniel Yépez Cedeño, a quien me dedicó más que tiempo, me dio el amor, paciencia y siempre me brindó su apoyo incondicionalmente; a mi madre y hermanos y finalmente al ser superior que sin él no hubiera existido, a quien todo lo puede y segura que siempre me acompaña; Dios todopoderoso.

Erika Viviana Gutierrez Zambrano

RESUMEN

La *Morus alba* es una alternativa valiosa como fuente alimenticia para la cría de ganado en la región, la producción de este tipo de forraje mediante el uso de abonos orgánicos es una opción que puede contribuir a disminuir el impacto que supone al ambiente. Se propuso el siguiente objetivo “Evaluar la dosis de fertilización orgánica en el valor nutricional de la *M. alba*”, mediante la composición bromatológica y la digestibilidad *in vitro* de la *Morus alba* a dosis de 0, 770, 1540, 2310 g abono orgánico. Para la evaluación estadística se empleó un diseño estadístico completo al azar (DCA) y las comparaciones se realizaron utilizando el test de Tukey al 95 % de probabilidades, se utilizaron cuatro tratamientos más un testigo. De acuerdo con los resultados obtenidos no se logró determinar la incidencia del uso de abono orgánico para ninguno de los factores en estudio; la composición bromatológica, la digestibilidad *in vitro* y la degradación de los nutrientes, fueron todos similares estadísticamente al testigo. Dando como resultado que en la materia seca en el T2 dio un promedio de 26,02 , en la materia organica en el T2 un promedio de 88,15 , en la proteína cruda en el T3 un promedio de 23,19, en la fibra detergente neutra un promedio de 40,85 y en la fibra detergente acida en el T1 un promedio de 24,70. La principal razón de la falta de respuesta se debió al tiempo de corte de la morera requiere para su máximo aprovechamiento versus el tiempo de mineralización y asimilación de los componentes del abono orgánico que se contraponen; la morera solo requiere un máximo de 90 días para su corte y aprovechamiento mientras que el abono orgánico requiere más de 100 días para su mineralización y asimilación por las plantas.

Palabras clave: digestibilidad *in vitro*, fracción insoluble, degradación efectiva, compost.

SUNMARY

Morus alba is a valuable alternative as a food source for cattle breeding in the region, the production of this type of forage through the use of organic fertilizers is an option that can help reduce the impact it has on the environment. The following objective was proposed "Evaluate the dose of organic fertilization in the nutritional value of *M. alba*", through the bromatological composition and *in vitro* digestibility of *Morus alba* at doses of 0.770, 1540, 2310 g organic fertilizer. For the statistical evaluation, a complete randomized statistical design (DCA) was used and the comparisons were made using the Tukey test at 95% probability, four treatments were used plus a control. According to the results obtained, it was not possible to determine the incidence of the use of organic fertilizer for any of the factors under study; the bromatological composition, *in vitro* digestibility and nutrient degradation were all statistically similar to the control. Resulting in dry matter in T2 it gave an average of 26.02, in organic matter in T2 an average of 88.15, in crude protein in T3 an average of 23.19, in fiber neutral detergent an average of 40.85 and in the acid detergent fiber in T1 an average of 24.70. The main reason for the lack of response was due to the mulberry cutting time required for its maximum use versus the mineralization and assimilation time of the opposing organic fertilizer components; the mulberry only requires a maximum of 90 days for its cutting and use, while the organic fertilizer requires more than 100 days for its mineralization and assimilation by the plants.

Keywords: *in vitro* digestibility, insoluble fraction, effective degradation, compost

TABLA DE CONTENIDO

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
SUNMARY	ix
CÓDIGO DUBLIN	xv
INTRODUCCIÓN	1

CAPÍTULO I - CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.1	Problema de investigación.	4
1.1.1	Planteamiento del problema.	4
1.1.2	Formulación del problema	4
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.	Abono orgánico.	9
2.1.2.	Digestibilidad.	9
2.1.3.	Bromatológica.	9
2.1.4.	In vitro.	9
2.2.	Marco referencial.	9
2.2.1.	Morus alba.	9
2.1.1.1.	Características morfo-fisiológicas.	10
2.1.1.2.	Información nutricional.	10
2.1.1.3.	Usos.	11
2.1.1.4.	Clasificación Taxonómica	11

2.1.1.5.	Aspectos Agroecológicos.....	12
2.1.1.6.	Morus alba y su consumo.....	12
2.1.1.7.	Morus alba y la ecología.....	13
2.1.1.8.	Origen distribución.....	13
2.1.1.9.	Plagas y enfermedades.....	14
2.1.1.10.	Morus alba en Ecuador.....	14
2.2.2.	Fertilización orgánica.....	14
2.1.1.11.	Fertilizantes orgánicos.....	15
2.2.3.	Degradabilidad.....	15
2.2.4.	Técnicas in vitro.....	15
2.2.4.1.	Digestibilidad.....	16
2.2.4.2.	Digestibilidad in vitro.....	16

CAPÍTULO III - METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1.	Localización y metodología.....	18
3.1.1.	Condiciones agroclimáticas.....	18
3.2.	Tipo de investigación.....	19
3.3.	Métodos de investigación.....	19
3.3.1.	Método de observación y comparativo.....	19
3.3.2.	Método experimental.....	19
3.3.3.	3.3.3 Método matemático.....	19
3.4.	Fuentes de recopilación de información.....	20
3.4.1.	Fuentes primarias.....	20
3.4.2.	Fuentes secundarias.....	20
3.5.	Diseño de la investigación.....	20
3.6.	Tratamientos bajo estudio.....	21
3.7.	Instrumentos de investigación.....	22
3.7.1.	Variables Evaluadas.....	22
3.7.1.1.	Materia seca (%).....	22
3.7.1.2.	Proteína cruda (%).....	23
3.7.1.3.	Fibra detergente neutra (%).....	23
3.7.1.4.	Fibra ácido detergente (%).....	24
3.7.1.5.	Cenizas (%).....	24
3.7.1.6.	Digestibilidad in vitro.....	25

3.7.1.7.	Degradabilidad ruminal in vitro	25
3.7.2.	Manejo de la investigación.....	26
3.7.2.1.	Recolección de las muestras y la composición bromatológica.....	26
3.7.2.2.	Tratamiento de los datos.....	26
3.8.	Recursos humanos y materiales.	26
3.8.1.	Materiales y equipos.....	27
3.8.1.1.	Materiales y equipos de campo.	27
3.8.1.2.	Materiales y equipos de oficina.....	27
3.8.1.3.	Materiales de laboratorio.....	27
3.8.2.	Reactivos.....	27

CAPÍTULO IV- RESULTADOS

4.1.	Composición bromatológica.....	30
4.2.	Digestibilidad in vitro	30
4.3.	Degradación de los nutrientes.....	31
4.3.1.	Degradación de la materia seca (MS).....	31
4.3.2.	Degradación de materia orgánica (MO).	32
4.3.3.	Degradación de Fibra en detergente neutro (FDN).	33
4.3.4.	Degradación de fibra en detergente ácida (FDA).	34
4.2	Discusión	35

CAPITULO V - CONCLUSIONES Y RECOMENDACIÓN

4.1.	Conclusiones.....	39
4.2.	Recomendaciones.	40

CAPITULO VI - BIBLIOGRAFÍA

6.1.	Referencias bibliográficas.	42
------	----------------------------------	----

CAPITULO VII - ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Contenido nutricional del fruto	3
Tabla 2.	Condiciones climáticas de la planta	5
Tabla 3.	Condiciones agrometeorológicas del Cantón Mocache	11
Tabla 4.	Composición química del suelo	12
Tabla 5.	Esquema del experimento y la codificación de tratamientos para la composición bromatológica. Campus "La María" 2021.	14
Tabla 6.	Esquema del experimento y la codificación de tratamientos para la digestibilidad y degradabilidad in vitro. Campus "La María" 2021.	14
Tabla 7.	Esquema del análisis de varianza. Campus La María 2021.	14
Tabla 8.	Esquema de Tratamientos	15
Tabla 9.	Análisis de abono orgánico (compost)	15
Tabla 10.	Composición bromatológica de MS, MO, PC, FDN y FDA en <i>M. alba</i> a cuatro dosis de abono orgánico durante la época seca	24
Tabla 11.	Digestibilidad in vitro aparente de <i>M. alba</i> a cuatro dosis de abono orgánico durante la época seca.	24
Tabla 12.	Degradación de la MS (%) de <i>M. alba</i> a cuatro dosis de abono orgánico durante la época seca	25
Tabla 13.	Degradación de la MO (%) de <i>M. alba</i> a cuatro dosis de abono orgánico durante la época seca	26
Tabla 14.	Degradación de la FDN (%) de <i>M. alba</i> a cuatro dosis de abono orgánico durante la época seca	27

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Toma Satelital del Campus "La María"	11
Figura 2.	Cinética de degradación in vitro (CDIV) de la materia seca (MS) de <i>M. alba</i> , a cuatro dosis de abono orgánico (compost durante la época seca	26
Figura 3.	Cinética de degradación in vitro (CDIV) de la materia orgánica (MO) de <i>M. alba</i> , a cuatro dosis de abono orgánico (compost) la época seca	27
Figura 4.	Cinética de degradación in vitro (CDIV) de la fibra detergente neutra (FDN) de <i>M. alba</i> , a cuatro dosis de abono orgánico (compost) durante la época seca	28
Figura 5.	Cinética de degradación in vitro (CDIV) de la fibra detergente ácida (FDA) de <i>M. alba</i> , a cuatro dosis de abono orgánico (compost) durante la época seca	29

CÓDIGO DUBLIN

Título:	“Efecto de la fertilización orgánica en la degradación y digestibilidad in vitro de morus alba”
Autora:	Gutierrez Zambrano Erika Viviana
Palabras claves:	digestibilidad <i>in vitro</i> , fracción insoluble, degradación efectiva, compost.
Fecha de publicación:	
Editorial:	Universidad Técnica Estatal de Quevedo
Resumen:	<p>Resumen: La Morus alba es una alternativa valiosa como fuente alimenticia para la cría de ganado en la región, la producción de este tipo de forraje mediante el uso de abonos orgánicos es una opción que puede contribuir a disminuir el impacto que supone al ambiente. La investigación “Efecto de la fertilización orgánica en la degradación y digestibilidad in vitro de Morus alba se realizó en la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Finca Experimental “La María” (Laboratorio de Rumiología y Metabolismo Nutricional). Se propuso “Evaluar la dosis de fertilización orgánica en el valor nutricional de la M. alba”, mediante la composición bromatológica y la digestibilidad in vitro de la Morus alba a dosis de 0, 770, 1540, 2310 g abono orgánico. Para la evaluación estadística se empleó un diseño estadístico completo al azar (DCA) y las comparaciones se realizaron utilizando el test de Tukey al 95 % de probabilidades, se utilizaron 3 tratamientos más un testigo. De acuerdo a los resultados obtenidos no se logró determinar la incidencia del uso de abono orgánico para ninguno de los factores en estudio; la composición bromatológica, la digestibilidad in vitro y la degradación de los nutrientes, fueron todos similares estadísticamente al testigo. La principal razón de la falta de respuesta se debió al tiempo de corte de la morera requiere para su máximo aprovechamiento versus el tiempo de mineralización y asimilación de los componentes del abono orgánico que se contraponen; la morera solo requiere un máximo de 90 días para su corte y aprovechamiento mientras que el abono orgánico requiere más de 100 días para su mineralización y asimilación por las plantas. Abstract: Morus alba is a valuable alternative as a food source for cattle breeding in the region, the production of this type of forage through the use of organic fertilizers is an option that can help reduce the impact it has on the environment. The research "Effect of organic fertilization on the degradation and in vitro digestibility of Morus alba was carried out at the State Technical University of Quevedo," La María "Experimental Farm (Laboratory of Rumiology and Nutritional Metabolism). It was proposed to "Evaluate the dose of organic fertilization in the nutritional value of M. alba", through the bromatological composition and in vitro digestibility of Morus alba at doses of 0, 770, 1540, 2310 g organic fertilizer. For the statistical evaluation, a randomized complete statistical design (DCA) was used and the comparisons were made using the Tukey test at 95% probabilities, using 3 treatments plus a</p>

	<p>control. According to the results obtained, it was not possible to determine the incidence of the use of organic fertilizer for any of the factors under study; the bromatological composition, in vitro digestibility and nutrient degradation were all statistically similar to the control. The main reason for the lack of response was due to the mulberry cutting time required for its maximum use versus the mineralization and assimilation time of the opposing components of the organic fertilizer; Mulberry only requires a maximum of 90 days for its cutting and use, while organic fertilizer requires more than 100 days for its mineralization and assimilation by the plants.</p>
Descripción:	72 hojas: dimensiones. 29x21 cm+ CM-ROM
URI:	

INTRODUCCIÓN

La producción pecuaria juega un papel fundamental en las economías emergentes para su sostenimiento y tiene una especial relevancia en las culturas de consumo de las economías desarrolladas, por lo que, a nivel mundial, las exportaciones de carne de vacuno en 2021 se mantendrán sin variaciones en 10,8 millones de toneladas, de acuerdo al departamento de agricultura de EEUU (USDA). Todo esto se da, según Zach et al (2017) en un contexto en donde el uso de fuentes de alimentos para ganadería es especialmente importante, pues de ello depende la calidad del producto final.

En muchos países el forraje que se utiliza como fuente de nutrición animal se puede considerar de bajo valor nutricional, su obtención o producción se da en condiciones de poco manejo. En Ecuador un país en el que existe un importante sector productor pecuario y más específicamente es una problemática a tomar en cuenta, según Zach et al (2017), muchas economías locales dependen de ésta actividad.

Según García et al. (2006) hay alternativas valiosas que pueden aportar positivamente en el avance y la búsqueda de fuentes alimenticias de alto valor nutritivo que contribuya a mejorar la calidad del producto final, dichas opciones o alternativas permiten combinar acciones de producción de forraje empleando sistemas de manejo agronómico como la utilización de programas de nutrición vegetal, dirigido a mejorar la producción, la calidad del forraje y facilite su digestibilidad, mediante el uso de abonos de origen natural u orgánico.

La morera (*Morus sp*) es un árbol de uso múltiple, cuyas hojas pueden ser utilizadas en nutrición animal por su alto potencial forrajero. En ese sentido se vienen realizando numerosos estudios que demuestran la versatilidad de la planta tanto en zonas tropicales como subtropicales, destacándose su utilidad como banco de proteínas para potreros con pasturas de baja calidad nutricional, resultando ser comparable con arbustos leguminosos multipropósitos y especialmente recomendados para ser implementados por pequeños y medianos productores. Según González, Delgado, and Cáceres (1995) éstas evaluaciones comenzaron en la década de los ochenta en América Central, indicándose su uso en sistemas de cría de ovinos, caprinos, bovinos y de algunos monogástricos (cerdos, aves y conejos).

Teniendo en cuenta que los pastos por sí solos no cubren los requerimientos nutricionales de los rumiantes, para una adecuada producción de leche y carne, algunos árboles y arbustos son una buena fuente alternativa para su utilización como alimento suplementario. Éstos se caracterizan por presentar elevados contenidos de proteínas y una alta digestibilidad, comparada con la mayoría de los pastos. Existen muchas especies leguminosas con buenas características forrajeras. No obstante, otras plantas que no se agrupan en esta familia botánica, también presentan reconocidas potencialidades. En este sentido, Zach et al. (2017) explica las especies del género *Morus*, sobresale como fuente de forraje por su excelente capacidad de producción de biomasa, composición química alta degradabilidad ruminal, adaptabilidad a diversas condiciones de clima y suelo.

Su follaje se caracteriza por una elevada digestibilidad y un excelente nivel de proteína (de 20 a 24 %), comparables con los de cualquier concentrado comercial. De lo que explica González, Delgado, and Cáceres (1995), las variaciones en su composición bromatológica son producto de la edad del material, la posición de las hojas en la rama y el nivel de fertilización.

Si a estas consideraciones se agrega el factor manejo nutricional del cultivo de la morera, empleando fuentes de nutrientes orgánicas, Para Rodríguez (2008), el panorama sería muy alentador para alcanzar mejores rendimientos finales, un cultivo mejor nutrido producirá un forraje de mayor calidad lo que contribuiría a aumentar la calidad de la carne obtenida al final del proceso.

En el presente trabajo de investigación se busca una combinación entre la nutrición vegetal del cultivo de morera, mediante el uso de compost, y su incidencia en la digestibilidad y degradabilidad al ser empleada como fuente alimenticia para la producción de carne.

CAPÍTULO I

CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 Problema de investigación.

1.1.1 Planteamiento del problema.

La producción de carne de calidad para el mercado de consumo presenta dificultades en algunos aspectos relevantes, por un lado, el poco uso de técnicas de manejo agronómicas de las fuentes de alimentación que garanticen buenos niveles nutritivos del forraje y por otro lado el uso de forrajes de baja calidad nutritiva, lo que sumados conllevan a un deficiente sistema de producción de carne, tanto en cantidad y calidad.

La baja o mala digestibilidad de los forrajes usados comúnmente en la producción pecuaria no están contribuyendo significativamente a obtener un producto de calidad aceptable, esto en gran medida se debe a que no hay una estrategia consistente entre la nutrición del cultivo de forraje y el aprovechamiento de éste en el sistema digestivo de los animales.

Para abordar el problema expuesto en esta investigación se analizará la necesidad de un manejo agronómico del cultivo de Morera, desde la nutrición vegetal, y su incidencia en la calidad de la carne obtenida, cómo la baja calidad nutricional de los forrajes incide en la digestibilidad y degradabilidad del forraje en cuestión.

Diagnóstico. - No se cuenta con mayores referencias sobre el uso de compost en la incidencia de la degradabilidad y digestibilidad de *Morus alba*, al ser empleada como forraje en la crianza de animales para producción de carne en el Ecuador, menos en la zona del litoral, por lo que se espera obtener resultados que permitan recomendar el uso o aprovechamiento de *Morus alba* en la producción de forrajes abundantes y de buena calidad para la alimentación de diversas clases de ganados.

Pronóstico. - Al concluir este proyecto se espera demostrar realmente cuáles son los efectos de la fertilización orgánica en la degradación y la digestibilidad in vitro en *Morus alba*, es decir, se podrá recomendar con las debidas garantías y créditos la aplicabilidad de este sistema de nutrición, o en su defecto por lo menos, recomendar los parámetros de uso.

1.1.2 Formulación del problema.

Uno de los problemas más serios de la ganadería es la drástica disminución la disponibilidad, calidad y baja producción de los forrajes, la baja calidad nutricional, mejor digestibilidad y menor degradabilidad. Entre las alternativas utilizadas está el uso de forraje de la *Morus alba*

que permite alimentar a los animales durante la época de sequía. Utilizada, fresca o ensilada, como suplemento para rumiantes puede estimular altos niveles de producción de leche y ganancias de peso. Con los antecedentes anotados, cabe una reflexión ¿Será posible solucionar las deficiencias en la calidad forrajera para rumiantes o no rumiantes con la fertilización orgánica en la degradación y la digestibilidad *in vitro* en *Morus Alba*? Resolver este problema es la principal preocupación de esta investigación.

1.1.3 Sistematización del problema.

- ¿Será que el uso del abono orgánico influirá en la composición bromatológica de la

Morus alba?

- ¿El uso del abono orgánico elevará la digestibilidad y la degradación *in vitro* en la *Morus alba*?

1.2 Objetivos.

1.2.1 Objetivo General.

- Evaluar la dosis de fertilización orgánica en el valor nutricional de la Morera (*Morus alba*)

1.2.2 Objetivos Específicos.

- Analizar la composición bromatológica de la *Morus alba* a diferentes dosis de abono orgánico
- Evaluar la digestibilidad *in vitro* de la *Morus alba* a diferentes dosis de abono orgánico
- Determinar los parámetros de degradación *in vitro* de la *Morus alba* a diferentes dosis de abono orgánico

1.3 Justificación.

Con la presente investigación se pretende analizar la composición química, degradación y digestibilidad *in vitro* de los rumiantes mediante el suministro de la *Morus Alba* con diferentes dosis de compost. Considerando que esta planta es rústica y se adapta a diferentes condiciones agroecológicas, debido a sus excelentes cualidades nutricionales, entre las que se destaca su alto contenido de proteína y de energía. Además, es utilizada en varias regiones del mundo para la alimentación del ganado. (Martín et al. 2007), cabe señalar que una plantación manejada con un concepto agronómico basado en la nutrición, mediante el uso de una fuente orgánica de nutrientes, asegurará una mejor respuesta del follaje y sus resultados serán de gran importancia en la producción de leche y carne de mayor calidad para el consumo y por su puesto para la comercialización, esto apunta al beneficio de aquellos productores dedicados a la producción de carne como una alternativa económica y eficiente.

CAPÍTULO II

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Marco conceptual.

2.1.1. Abono orgánico.

Es el material resultante de la descomposición natural de la materia orgánica por acción de los microorganismos presentes en el medio, los cuales digieren los materiales, transformándolos en otros benéficos que aportan nutrientes al suelo y, por tanto, a las plantas que crecen en él.

2.1.2. Digestibilidad.

Es una forma de medir el aprovechamiento de un alimento, es decir, la facilidad con que es convertido en el aparato digestivo en sustancias útiles para la nutrición, Comprende dos procesos, la digestión que corresponde a la hidrólisis de las moléculas complejas de los alimentos, y la absorción de pequeñas moléculas (aminoácidos, ácidos grasos) en el intestino.

2.1.3. Bromatológica.

Estudio de los cambios químicos y bioquímicos producidos durante la manipulación, industrialización, almacenamiento (pérdidas en vitaminas, minerales, desnaturalización de proteínas), etc. Mejoramiento de los alimentos con respecto al color, olor, sabor, textura, valor nutritivo y funcionalidad.

2.1.4. *In vitro*.

El término *in vitro* es de origen latín que significa “dentro del vidrio”. En consideración de lo anterior, *in vitro* es la técnica que se realiza fuera del organismo, dentro de un tubo de ensayo, en un medio de cultivo, o en cualquier otro ambiente artificial.

2.2. Marco referencial.

2.2.1. *Morus alba*.

El *Morus alba* es un árbol de tronco erecto muy ramificado, copa abierta, corteza lisa gris de joven y gruesa y agrietada de viejo, hojas verdes ovaladas, nervadas y pecioladas de hasta

22 cm de longitud, dentada en sus bordes y con uno o dos lóbulos, con rabillo peloso que al troncharse suelta látex, con limbo de 4-6 por 4-5 cm, acorazonadas en su nacimiento y puntiagudas en su extremo, tiene flores verdes unisexuales y fruto soso conocido como mora, de 2,5 por 1 cm que puede ser blanco, rosa o violeta; su altura va desde los 15 a los 18 metros, lo utilizan para la producción de seda, preferentemente crece en terrenos frescos y necesita del influjo del sol (Rodríguez 2008).

Estos árboles son de origen de las zonas templadas de Asia central, de China y Corea, es muy cultivado en Asia, pero ahora también se lo cultiva en Europa y América, comúnmente es conocido como morera, pertenece al género *Morus* y es de la familia de las moráceas, su nombre científico es *Morus alba*, se clasifica superiormente entre las Morera y su categoría está entre los árboles del orden de las Urticales. En algunos países toma otros nombres comunes: Amoreira en Brasil, Maulbeerbaum en Alemania, Mulberry en el Reino Unido (Rodríguez 2008).

2.1.1.1. Características morfo-fisiológicas.

El tallo está conformado por el tronco y sus ramas, la coloración puede ser gris blanco o marrón, dependiendo de la especie y su variedad, las ramas jóvenes son herbáceas, mientras que las ramas maduras son leñosas y quebradizas, las plantas en estado natural llegan a tener un tallo de dimensiones importantes. En el cultivo, según el sistema de producción elegido, se pueden mantener las plantas como arbustos con tallos pequeños (Bash 2015).

Las hojas son alternas pecioladas, con forma variable su tamaño puede alcanzar dimensiones de hasta 25 por 20 cm, son lisas en el haz y pubescentes en el envés, su grosor depende, entre otros factores, de la variedad y de esto dependerá la resistencia al ataque de plagas y la palatabilidad hacia esta especie.

Las flores son dioicas o monoicas según su variedad, son pequeñas, de apenas 2 cm, son unisexuales, tienen cuatro sépalos, se agrupan en racimos llamados amentos, de ovario súpero unilocular y bicarpelar; el fruto de la morera es una infrutescencia llamada sorosis provenientes del perianto que junto con el ovario forma el fruto, por tanto, constituye un fruto verdadero, la semilla es de forma ovalada y muy pequeña, está compuesta del embrión y el endosperma que contiene gran cantidad de grasas, cenizas y proteínas (Bash 2015).

2.1.1.2. Información nutricional.

Tiene un fruto pequeño al que se conoce como Moras en la tabla 1 se puede apreciar que por cada 100 gramos nutricionalmente puede aportar con (Bash 2015).

Tabla 1. Contenido nutricional del fruto

CANTIDAD POR PORCIÓN (100 g)	
Calorías	43 calorías
Grasas totales	0.4 g
Ácidos grasos saturados	0 g
Ácidos grasos poliinsaturados	0.2 g
Ácidos grasos mono insaturados	0 g
Colesterol	0 mg
Sodio	10 mg
Potasio	194 mg
Carbohidratos	10 g
Fibra alimenticia	1.7 g
Azúcares	8 g
Proteínas	1.4 g
Vitamina A	25 IU
Vitamina D	0 IU
Vitamina B12	0 µg
Vitamina C	36.4 mg
Hierro	1.9 mg
Vitamina B6	0.1 mg
Magnesio	18 mg

Fuente:(Bash 2015)

2.1.1.3. Usos.

Históricamente esta especie se la cultiva para aprovechar sus hojas como alimento de los gusanos de seda, cuyos capullos se utilizan para la fabricación de seda, también se los cultiva como árboles ornamentales en parques, calles y jardines; aunque su fruto es comestible, es muy suave, soso y de poco aroma (Benavides 1995).

2.1.1.4. Clasificación Taxonómica

Reino:	Plantae
División:	Spermatophyta
Filo:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Orden:	Rosales-
urtales Familia:	Moraceae
Tribu:	Moreae
Género:	Morus
Especie:	<i>Morus alba</i>

Fuente:(Benavide 1995)

2.1.1.5. Aspectos Agroecológicos.

En la Tabla 2 se puede ver las condiciones climáticas en las que mejor se adapta este cultivo son:

Tabla 2.Condiciones climáticas de la planta

Datos meteorológicos	Promedios
Temperatura	18 a 38°C
Precipitaciones	De 600 a 2500 mm
Fotoperiodo	De 9 a 13 horas de luz al día
Humedad relativa	De 65% a 80%
Altitud	De 0 a 4000 msnm
Suelo	No compactado
Drenaje del suelo	Perenne
Fertilizacion	Aplicación

Fuente: (Martín et al. 2007)

2.1.1.6. Morus alba y su consumo.

Como la Morera tiene altos niveles proteicos entre el 20% y 24%, con excelente valor nutricional sobre todo en su follaje y una digestibilidad de 75% a 85%, efectivamente podría reemplazar a concentrados comerciales en la dieta de vacas lecheras, tenemos por ejemplo que su contenido de materia seca va de 19% y 25%, su composición bromatológica depende de la edad del material, de la posición de las hojas en las ramas y del nivel de fertilización

que se le dé (Avendaño et al. 2018).

Ya se lo utiliza en bovinos como suplemento nutricional de animales en pastoreo, reemplaza muy bien a los alimentos concentrados que hay en el mercado, por ejemplo, la morera puede reemplazar a los concentrados comerciales en vacas con producción de hasta 15 kg, en la ración para un animal lechero se puede agregar follaje en base seca entre el 1 y el 1.5% de su peso corporal, así mismo, a vacas que producen hasta 14 kg de leche al día y pesan entre 300, 400 y 500 kg se les debe suministrar respectivamente hoja y tallo tierno de morera verde entre 20, 24 y 32 kg cada día (Avendaño et al. 2018).

El consumo total de morera y pasto en especies menores como cabras lactantes puede ser muy elevado cuando se suministra morera como suplemento a pasto de corte, con consumo de materia seca en un 5,6% del peso corporal, al suministrar 10kg de forraje verde en cabras lactantes alimentadas con King gras fortificadas con hojas de morera, su rendimiento de leche diario aumentó ostensiblemente, la fórmula recomendada es suministrar unos 6 kg de hoja de morera más 6 kg de King gras de buena calidad diariamente; este beneficio se observa también en la alimentación de corderos, con ganancia de peso muy significativo (Avendaño et al. 2018).

2.1.1.7. Morus alba y la ecología.

La morera se adapta mejor a los suelos fértiles y profundos, sin embargo, puede cultivarse muy bien en cualquier tipo de suelo a excepción de los muy ácidos, soporta bien la contaminación, la poda severa y los rigores del clima frío o caluroso, pero no las sequías muy prolongadas (Mora-Valverde 2009).

2.1.1.8. Origen distribución.

Se sabe que el *Morus alba* es originaria de los países Orientales y no es fácil ubicarlo en un área geográficamente puntual ya que desde siempre sus semillas se han transportado por aves, puede ser originaria de Asia central o del Este, China, Corea, Mongolia o del norte de la India; desde el siglo VI se cultiva a orillas del mediterráneo, unos monjes lo plantaron (Mora-Valverde 2009).

En algunas partes como la Península Ibérica y Baleares se lo cultiva como planta ornamental en parques y jardines, para dar sombra en alineaciones de calles, paseos, carreteras, y como linderos de los huertos, el verdor y la frescura de su follaje en verano y el tono amarillo o color del oro de sus hojas en otoño, lo convierten en bellísimo

árbol decorativo (Medina et al. 2010).

En Murcia y Granada, se cultivaba para la producción de la seda; ahora se la cultiva principalmente para la sericultura y su uso comercial en la alimentación del gusano de seda, pero también como buen forraje para el ganado, la madera de la morera es de tonalidad clara y amarillenta, es de buena calidad sobre todo por no deformarse por los cambios de humedad, por eso se la usa en tornería, carretería, ebanistería y para elaborar mangos de herramientas y aperos de labranza (Medina et al. 2010).

El *Morus alba*, conocido como el árbol de los gusanos de seda es resistente, poco exigente y de crecimiento rápido, es una especie muy sencilla de cultivar y el costo de mantenimiento muy bajo, sus aspectos principales son los siguientes:

- Prefiere sitios soleados y aguanta vientos fuertes y la brisa del mar.
- Tolera ambientes contaminados y temperaturas extremas, puede vivir en áreas muy frías o en temperaturas muy elevadas en verano.
- Se cultiva en cualquier tipo de suelo, terreno poco fértil o muy ácido, prefiere suelos profundos, ricos en materia orgánica y con un buen drenaje.
- Es resistente a la sequía en largas jornadas sin agua.
- Se multiplica por semillas y por esquejes, este método es más rápido (Medina et al. 2010).

2.1.1.9. Plagas y enfermedades.

Probablemente lo único preocupante son los pulgones, pequeños insectos que se alimentan de la savia del árbol y producen el denominado hongo negrilla, capaz de paralizar la fotosíntesis de la planta; existe una gran cantidad de variedades de excelente producción de biomasa con calidad nutritiva y alta resistencia al ataque de plagas y enfermedades en rango amplio de condiciones climáticas y edafológicas, tenemos así las especies *Morus alba*, *M. nigra*, *M. indica*, *M. la evigata* y *M. bombycis*, de las cuales se han originado innumerables variedades e híbridos con una intensiva selección y mejoramiento genético (Pentón et al. 2012).

2.1.1.10. Morus alba en Ecuador.

Las especies de *Morus alba* que se dan en el Ecuador son tres: La *Morus alba* que la utilizan

para la producción de frutas y como planta ornamental; *Morus alba* de hoja arrugada que es la más difundida en parques y jardines de la Sierra por su adaptación hasta los 2800 m.s.n.m. considerada como criolla; asimismo la *Morus indica*, que se la utiliza eminentemente para la sericultura, pero también se la usa para alimentación animal, por su alto contenido proteico que mejora la nutrición de los animales en combinación con pastos o cualquier forraje (Cholo and Delgado 2011).

2.2.2. Fertilización orgánica.

La fertilización orgánica ayuda a la mayor fertilidad del suelo para obtener mejores resultados en los cultivos, es claro que las plantas absorben del suelo agua y nutrientes para desarrollarse, de tal manera que al mismo tiempo hacen que el suelo pierda riqueza mineral y fertilidad, debido a esto la tierra necesita ser abonada o fertilizada para recuperar lo que pierde en cada ciclo de cultivo, pero la idea es no devolverle fertilizantes químicos (Cholo and Delgado 2011).

Lo ideal es abonarla con nutrientes naturales a los cuales se los conoce como abonos orgánicos, esta es la fertilización orgánica, que debe realizarse por lo menos una vez cada año en los huertos de alimentos, es muy sencillo, simplemente se debe agregar al suelo del cultivo, el compost o la tierra de hojas, la fertilización orgánica evita la aplicación de fertilizantes químicos sobre la tierra al tiempo que le da una mayor fertilidad al suelo con abonos naturales (Cholo and Delgado 2011).

2.1.1.11. Fertilizantes orgánicos.

Los abonos orgánicos son los que se obtienen a partir de restos vegetales como hortalizas, frutas, excrementos de animales herbívoros y plantas muertas; existen variados abonos orgánicos pero el que más se utiliza es el compost, pero también se utiliza frecuentemente es lo que se conoce como “tierra de hojas” que no es sino tierra que resulta de la degradación de las hojas que caen de los árboles al suelo con el transcurso del tiempo y la acción de microorganismos de la naturaleza que descomponen la materia orgánica (Garro and Sierra Tobón 2017).

Se debe aclarar que fertilizantes orgánicos no son aquellos que pueden emplearse en agricultura ecológica simplemente de acuerdo con alguna norma internacional, europea, norteamericana o japonesa, y certificado por alguna empresa externa acreditada; no,

fertilizantes orgánicos son aquellos cuyos nutrientes se obtienen de material orgánico, de origen animal o vegetal orgánico natural constituido por compuestos donde los principales nutrientes forman parte de una matriz orgánica que aporta nutrientes a las plantas, los cuales proceden de materiales carbonados de origen animal o vegetal.(Garro and Sierra Tobón 2017).

2.2.3. Degradabilidad.

Es el proceso de la transformación de una sustancia en otra sustancia más simple. La degradabilidad *in situ* tiene por objetivo proporcionar información del alimento referente a las fracciones solubles y lentamente degradables (Alfonso Cordero et al. 2018).

2.2.4. Técnicas *in vitro*.

Puntos de vista de carácter ético han puesto reparos a la aplicación de técnicas *in vitro* en la reproducción y mejoramiento genético en humanos, de ahí que se han desarrollado técnicas sobre modelos *in vitro* aplicables en procesos denominados “*in vivo*”. En general lo que le sucede a las proteínas durante el proceso de digestión ha sido estudiado en sistemas *in vitro* usando proteasas; en el caso de los métodos *in vitro* que simulan procesos de digestión son utilizados masivamente para estudiar el comportamiento gastrointestinal de alimentos o en elaboración de productos farmacéuticos, son métodos más rápidos, menos costosos porque utilizan menos mano de obra y otros recursos y además, no tiene restricciones éticas, sólo consideran la presencia de enzimas digestivas y sus concentraciones en cuanto a pH, tiempo de digestión y concentraciones salina (M. Yolanda Beatriz, E. Carlos, and M. 2000).

2.2.4.1. Digestibilidad.

El sistema de digestibilidad permite medir el aprovechamiento de un alimento en el metabolismo, observa la facilidad con que el alimento se transforma en sustancias útiles para la nutrición dentro del aparato digestivo; se desarrolla en dos procesos, la digestibilidad por hidrólisis de las moléculas complejas de los alimentos, o por absorción de pequeñas moléculas como aminoácidos, ácidos grasos, etc. en el intestino (Parra and Gómez 2009).

2.2.4.2. Digestibilidad *in vitro*.

Es una técnica que se realiza en un tubo de ensayo, en un medio de cultivo o en cualquier

ambiente artificial estéril, fuera del organismo vivo (FAO 1994).

El método *in vitro* empleado consiste en una incubación de los alimentos con líquido ruminal durante 48 h, seguida del tratamiento del residuo con una solución neutro detergente. Por el contrario, el tipo de inóculo no afectó a la DIV de ninguno de los alimentos concentrados (Molina Ureste 2001).

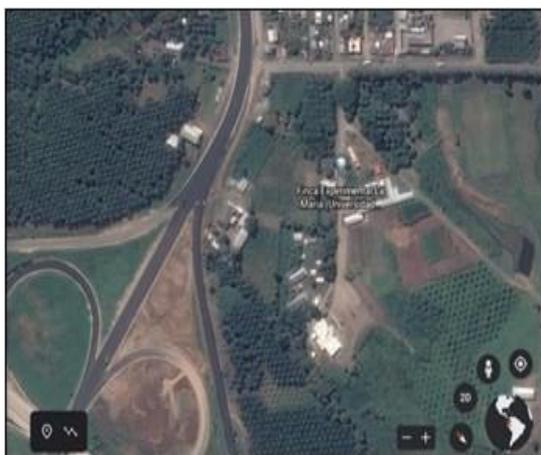
CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Localización y metodología.

La presente investigación se realizó en la Finca Experimental “La María”, en el Laboratorio de Rumorología y Metabolismo Nutricional “RUMEN” de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo (Ilustración 1), instalaciones que se encuentran ubicadas en el cantón Quevedo de la Provincia de Los Ríos, en el km. 7 de la vía Quevedo-El Empalme, a 73 metros sobre el nivel del mar (m.s.m.m) con temperatura promedio de 24,70 °C, precipitación 1.640,90 mm año⁻¹, una humedad relativa del 84,54% y una topografía plana (INIAP, 2020). El trabajo de investigación tuvo una duración de 60 días.

Figura 1. Toma Satelital del Campus "La María"



Fuente: Google Earth.

3.1.1. Condiciones agroclimáticas.

En la tabla 3, se describen las condiciones agroclimáticas y edafológicas donde se desarrolló la investigación.

Tabla 3. Condiciones agrometeorológicas 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: (INAMHI 2015)

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.

	meq/100ml				ppm			
pH	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 es de tipo exploratoria con la que buscó determinar la forma que influye la dosis del abono orgánico (Compost) en la *Morus alba*, en la composición química, la digestibilidad y los parámetros de degradación *in vitro*, lo que contribuye a la línea de investigación haciendo enfoque en el comportamiento agronómico, así como a la evaluación y mejoramiento de las características nutricionales y métodos de conservación de gramíneas, leguminosas, subproductos agropecuarios y residuos agroindustriales con fines para la alimentación de los animales.

3.3. Métodos de investigación.

Los métodos de investigación empleados son:

- Método de observación
- Método experimental
- Método matemático estadístico

3.3.1. Método de observación y comparativo.

El método comparativo permitió hacer un reconocimiento para comparar los resultados obtenidos entre tratamientos, el cual permitió determinar la mayor composición química, digestibilidad y los parámetros de degradación *in vitro* óptima.

3.3.2. Método experimental.

Este método se aplicó para dar mayor confiabilidad a los resultados que se obtuvieron en las distintas variables evaluadas, mediante el análisis de varianza, por otra parte, en la

comparación de medias de Tukey ($p \leq 0,05$) para establecer los intervalos de confianza.

3.3.3. Método matemático.

Este método se aplicó para encontrar y exponer los resultados cuantitativos de la investigación

3.4. Fuentes de recopilación de información.

3.4.1. Fuentes primarias.

La información primaria se obtuvo en el desarrollo de la investigación, son los resultados que se obtuvieron a través de los distintos análisis bromatológicos, de digestibilidad y los parámetros de degradación *in vitro* quienes brindaron los datos requeridos, para así determinar el desempeño presente en cada uno de los tratamientos.

3.4.2. Fuentes secundarias.

Las fuentes secundarias correspondieron a los diferentes medios de donde se extraiga la información para complementar el apartado teórico del ensayo, tales como: libros, artículos científicos, tesis, informes, sitios web, entre otros, los datos que se extraigan serán seleccionados a través de búsquedas no sistemáticas en base a teoría académica.

3.5. Diseño de la investigación.

Para las variables evaluadas se empleó un diseño completamente aleatorio, donde se utilizó 4 tratamientos (T1: 0 g Compost ha⁻¹ corte⁻¹; T2: 770 g Compost ha⁻¹ corte⁻¹; T3: 1540 g Compost ha⁻¹ corte⁻¹ y T4: 2310 g Compost ha⁻¹ corte⁻¹) con 4 repeticiones.

Las variables se analizaron según el diseño empleado utilizando PROC GLM del SAS (2018). 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 (San Diego, EEUU).

Ecuación 1. Modelo matemático

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

Donde:

Y_{ij} = Total de una observación

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

T_i = Efecto "iesimo" de los tratamientos

E_{ij} = Error experimental.

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

Tabla 5. Esquema del experimento y la codificación de tratamientos para la composición bromatológica. Campus "La María" 2021.

Tratamientos	Descripción	Rep.	UE	Total
T1	0 g Compost ha ⁻¹ corte ⁻¹	4	1	4
T2	770 g Compost ha ⁻¹ corte ⁻¹	4	1	4
T3	1540 g Compost ha ⁻¹ corte ⁻¹	4	1	4
T4	2310 g Compost ha ⁻¹ corte ⁻¹	4	1	4
Total				16

Rep.: repeticiones; UE: unidades experimentales

Tabla 6. Esquema del experimento y la codificación de tratamientos para la digestibilidad y degradabilidad in vitro. Campus "La María" 2021.

Tratamiento	Descripción	Rep.	T.I	Total
T1	0 g Compost ha ⁻¹ corte ⁻¹	4	6	24
T2	770 g Compost ha ⁻¹ corte ⁻¹	4	6	24
T3	1540 g Compost ha ⁻¹ corte ⁻¹	4	6	24
T4	2310 g Compost ha ⁻¹ corte ⁻¹	4	6	24
Total				96

Rep: repeticiones; T. I: tiempo de incubación (horas)

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 considerados para el presente trabajo de investigación son:

Tabla 8. Esquema de Tratamientos

Tratamiento	Compost
T1	0 g Compost ha ⁻¹ corte ⁻¹
T2	770 g Compost ha ⁻¹ corte ⁻¹
T3	1540 g Compost ha ⁻¹ corte ⁻¹
T4	2310 g Compost ha ⁻¹ corte ⁻¹

Análisis de abono orgánico (compost).

En el cuadro 9, podemos observar la composición mineral del abono orgánico obtenida mediante laboratorio.

Tabla 9. Análisis de abono orgánico (compost)

Concentración										
%							ppm			
<u>N</u>	<u>P</u>	<u>K</u>	<u>Ca</u>	<u>Mg</u>	<u>S</u>	<u>B</u>	<u>Zn</u>	<u>Cu</u>	<u>Fe</u>	<u>Mn</u>
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.

Los instrumentos que se han considerado válidos y confiables para cumplir con los objetivos de este proyecto, para recolectar información relevante y establecer las variables medibles en la investigación del objeto de estudio para valorar los sucesos para su posterior análisis son: observación directa, procedimientos experimentales, análisis de documentos y registros.

3.7.1. Variables Evaluadas

A continuación, se describen las variables evaluadas durante el presente trabajo de investigación.

Composición bromatológica:

3.7.1.1. Materia seca (%).

El porcentaje de materia seca, se obtuvo mediante la extracción de muestras antes y después del tiempo del corte (60 días), estas se sometieron a temperaturas de 65° C por 48 horas en una estufa. Para realizar el respectivo cálculo se empleará la siguiente ecuación.

Ecuación 2

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

Donde

MS (%): Porcentaje de materia seca

M. Inicial: Muestra inicial antes del secado

M. Final: Muestra final posterior al secado.

3.7.1.2. Proteína cruda (%).

Se obtuvo mediante el método de Kjeldahl utilizando la siguiente fórmula:

Ecuación 3

$$Proteína\ bruta\ (\%) = Nitrógeno\ en\ la\ muestra \times 6,25(3)$$

3.7.1.3. Fibra detergente neutra (%).

Se llevo a cabo mediante el método implementado por ANKOM Technology por lavado a 100°C durante 1 hora a los 60 – 65 °C se aplicó 20 g de sulfito de sodio y 4 ml de alfa amilasa con tres enjuagues de 5 minutos con agua a temperatura de 80°C, posterior a ello se sumergió en acetona por un periodo de 5 minutos, con un reposo de 10 minutos, para luego secarse en una estufa durante 48 horas a 65°C para finalmente pesarse. El cálculo de esta variable se realizará mediante la implementación de la siguiente ecuación:

Ecuación 4

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

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 ácido detergente (%).

Se ejecuto mediante el protocolo implantado por ANKOM Technology, el cual consisten lavar la muestra con una solución ácida a temperatura de 100°C, con tres enjuagues de 5 minutos con agua a temperatura de 80°C, para posteriormente sumergirse en acetona durante 5 minutos, luego se dejó en reposo durante 10 minutos para secarse con la ayudade una estufa durante 48 horas a una temperatura de 65°C. Para su cálculo se empleará la siguiente ecuación:

Ecuación 5

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

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 se necesitó emplear crisoles con las muestras secas, se procedió a colocarlas en una mufla por un periodo de 3 horas a una temperaturade 600°C. Luego se extrajeron dichos crisoles y se desecarán durante 20 minutos para posteriormente registrar el peso. Para obtener dichos datos se empleará la siguiente expresión matemática:

Ecuación 6

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

3.7.1.6. 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 tiempo de 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 pesovivo, dotados de una fistula con cánula en el rumen. La incubación se la realizo utilizandoun DaisyII®” (ANKOM Technology, Fairport, NY-USA 2000), con, bolsas FN° 57, tamaño de poro de 25 µm.

3.7.1.7. 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 recolecto 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.

Se realizo la valoración de la degradabilidad ruminal *in vitro* de la MS, MO, FDN y FDAde la *Morus alba*, cosechada a los 60 días en la época seca. La solución buffer utilizada será 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. Siguiendo 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 depoliéster/polietileno y se depositarán 0,30 g de muestra de cada tratamiento con incubaciónpor 6, 12, 24, 48, 72 y 96 h. Las bolsas serán removidas al final de los tiempos de incubación, lavadas con agua corriente y secadas a 60°C. La desaparición de los nutrientes será calculada como una proporción del material incubado y residual. Posteriormente, se determinará la FDN y FDA con la metodología de ANKOM® FIBER ANALYZER A220Technology Method de Van

Soest et al. (1991).

Los datos se ajustaron a la ecuación:

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

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 y la composición bromatológica

Las muestras fueron recolectadas del comportamiento agronómico, se evaluó la composición química, posteriormente se realizó en el Laboratorio de Ruminología de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Se procedió a la cosecha del forraje verde (rama completa) de *Morus alba*, 0, 770, 1540, 2310 g Compost ha⁻¹ corte⁻¹, que se cosechará a los 60 días de edad, en la época seca, para luego ser secada al sol por 10 días (voltar el forraje cada 2 horas), tiempo en la cual el forraje se deshidratará.

Luego que estuvo henificado el forraje se procedió a la molienda a 1 mm, para luego llevar una muestra de 500 g para enviarse al laboratorio para los respectivos análisis químicos bromatológicos (análisis proximal y pared celular).

3.7.2.2. Tratamiento de los datos.

Las operaciones y tratamiento de los datos, su clasificación, registro, tabulación y codificación se lo hace en EXCEL para expresar los resultados en tablas y cuadros estadísticos para relacionar las variables y hacer conclusiones.

3.8. Recursos humanos y materiales.

Corresponde al talento humano que colabora en la realización de la investigación y la construcción del proyecto, básicamente serán.

- El director del proyecto de investigación.
- La autora del Proyecto de Investigación.
- Voluntarios que colaboran aportando información.

3.8.1. Materiales y equipos.

3.8.1.1. Materiales y equipos de campo.

- Material vegetativo (*Morus alba*)
- Machete
- Botas
- Carretón

3.8.1.2. Materiales y equipos de oficina.

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

3.8.1.3. Materiales de laboratorio

- Estufa
- Balanza
- Desecador
- Mufla
- Bomba calorimétrica
- Espátula pequeña
- Micro silos
- Bolsas de polietileno y de papel
- Pinzas
- Crisoles
- Hilo de algodón
- Tijeras
- Balanza analítica

- Gasas
- Guantes descartables
- Mascarillas
- Mecheros de Bunsen
- Algodón
- Envases de plástico

3.8.2. 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

4.1. Composición bromatológica.

La Materia Seca, Materia Orgánica, Proteína Cruda, Fibra en Detergente Neutro y Fibra en Detergente Acido no presentaron diferencias estadísticas ($P>0,05$) para las medias de los tratamientos evaluados, de acuerdo a la prueba de Tukey. (Tabla 10).

Tabla 10. Composición bromatológica de MS, MO, PC, FDN y FDA en *M. alba* a cuatro dosis de abono orgánico durante la época seca.

Tratamientos	MS	MO	PC	FDN	FDA
T1	23,30 a	88,02 a	21,75 a	39,96 a	24,70 a
T2	26,02 a	88,15 a	22,26 a	38,07 a	22,38 a
T3	23,91 a	87,42 a	23,19 a	40,85 a	23,46 a
T4	24,44 a	87,08 a	23,01 a	40,76 a	23,03 a
EEM	1,33	0,47	0,61	1,29	1,18
Valor P	0,5304	0,3783	0,3566	0,4230	0,5721

^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

La Digestibilidad *in Vitro* de Materia Seca, Digestibilidad *In Vitro* Materia Orgánica, Digestibilidad *In Vitro* Fibra Detergente Neutra y la Digestibilidad *In Vitro* Fibra Detergente Ácida no registraron diferencias estadísticas ($P>0,05$) entre los tratamientos estudiados (Tabla 11).

Tabla 11. Digestibilidad in vitro aparente de *M. alba* a cuatro dosis de abono orgánico durante la época seca.

Tratamientos	Digestibilidad <i>in vitro</i> (%)			
	DIVMS	DIVMO	DIVFDN	DIVFDA
T1	74,22 a	72,23 a	64,61 a	47,09 a
T2	76,55 a	74,83 a	65,43 a	47,28 a
T3	73,56 a	71,55 a	60,26 a	47,94 a
T4	74,53 a	72,21 a	62,94 a	44,47 a
EEM	0,83	0,0891	0,2110	0,5762
Valor P	0,1163	0,88	1,73	1,84

^a Medias con letras distintas dentro de columna difieren significativamente ($p < 0.05$); EEM: error estándar de la media DIVMS: digestibilidad *in vitro* materia seca; DIVMO: digestibilidad *in vitro* materia orgánica; DIVFDN: digestibilidad *in vitro* fibra detergente neutra; DIVFDA: digestibilidad *in vitro* fibra detergente ácida

4.3. Degradación de los nutrientes.

4.3.1. Degradación de la materia seca (MS).

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 degradación potencial (a+b) y la degradación efectiva a tasas de pasaje por el rumen (DE) 0.05 y 0.08 *k*. Sin embargo, existe diferencias estadísticas ($P < 0.05$) para la tasa de degradación (*c*) para el T1 (0,09) y para la degradación efectiva a tasas de pasaje por el rumen (DE) 0.02 *k* para el T1 y T2 (66,87 y 65,41%) respectivamente (Tabla 12 y Figura 2)

Tabla 12. Degradación de la MS (%) de *M. alba* a cuatro dosis de abono orgánico durante la época seca

Degradación de la MS (%)	Tratamientos				EEM	Valor P
	T1	T2	T3	T4		
a	16,61 a	19,38 a	24,51 a	23,20 a	4,60	0,6190
b	61,98 a	59,29 a	55,12 a	54,42 a	4,75	0,6480
<i>c</i>	0,09 a	0,07 ab	0,06 ab	0,05 b	0,01	0,0404
a+b	78,58 a	78,67 a	79,63 a	77,62 a	1,13	0,6709
DE						
0.02 <i>k</i>	66,87 a	65,41 a	64,67 ab	62,66 b	0,57	0,0017
0.05 <i>k</i>	55,87 a	53,98 a	53,24 a	51,17 a	1,12	0,0722
0.08 <i>k</i>	48,87 a	47,15 a	46,93 a	44,87 a	1,51	0,3601

^{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

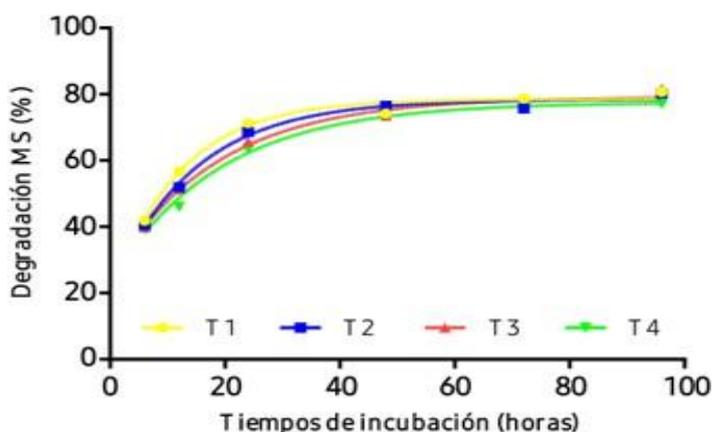


Figura 2. Cinética de degradación *in vitro* (CDIV) de la materia seca (MS) de *M. alba*, a cuatro dosis de abono orgánico (compost durante la época seca

4.3.2. Degradación de materia orgánica (MO).

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) y la degradación efectiva a tasas de pasaje por el rumen (DE) 0.02; 0.05 y 0.08 *k*. Sin embargo, existe diferencias estadísticas ($P<0,05$) para la degradación potencial (a+b) para el T3 (80,21%) (Tabla 13 y Figura 3)

Tabla 13. Degradación de la MO (%) de *M. alba* a cuatro dosis de abono orgánico durante la época seca

Degradación de MO (%)	T1	T2	T3	T4	EEM	Valor P
a	16,86 a	17,23 a	24,17 a	18,70 a	2,24	0,1303
b	60,57 a	60,29 a	56,04 a	55,81 a	2,57	0,4147
c	0,08 a	0,07 a	0,05 a	0,07 a	0,01	0,1305
a+b	77,43 ab	77,52 ab	80,21 a	74,51 b	1,01	0,0147
DE						
0.02 <i>k</i>	65,06 a	63,32 a	62,97 a	61,32 a	1,06	0,1570
0.05 <i>k</i>	53,82 a	51,33 a	50,82 a	50,45 a	1,58	0,4619
0.08 <i>k</i>	46,85 a	44,38 a	44,49 a	44,10 a	1,74	0,6643

^{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

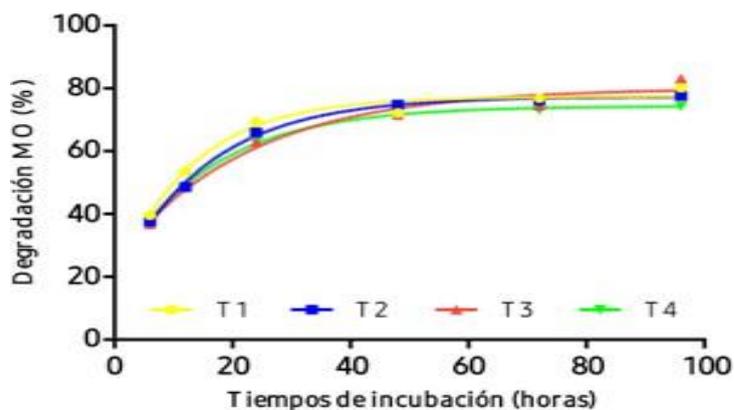


Figura 3. Cinética de degradación *in vitro* (CDIV) de la materia orgánica (MO) de *M. alba*, a cuatro dosis de abono orgánico (compost) la época seca

4.3.3. Degradación de Fibra en detergente neutro (FDN).

La degradación de la FDN 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 14 y Figura 4)

Tabla 14. Degradación de la FDN (%) de *M. alba* a cuatro dosis de abono orgánico durante la época seca

Degradación de la FDN	T1	T2	T3	T4	EEM	Valor P
a	14,56 a	20,10 a	11,93 a	20,02 a	3,40	0,2791
b	55,01 a	54,04 a	53,26 a	47,79 a	3,34	0,4509
c	0,06 a	0,05a	0,08 a	0,06 a	0,01	0,3424
a+b	69,57 a	74,14 a	65,19 a	67,81 a	2,70	0,1753
DE						
0.02 k	55,34 a	57,11 a	53,69 a	54,96 a	1,49	0,4726
0.05 k	44,25 a	45,76 a	43,63 a	45,45 a	1,65	0,7857
0.08 k	38,00 a	39,85 a	37,61 a	40,14 a	1,74	0,6621

^{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}

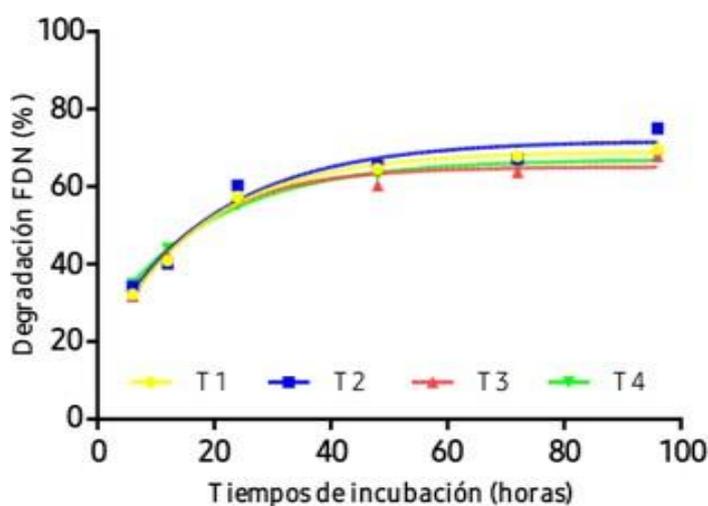


Figura 4. Cinética de degradación *in vitro* (CDIV) de la fibra detergente neutra (FDN) de *M. alba*, a cuatro dosis de abono orgánico (compost) durante la época seca

4.3.4. Degradación de fibra en detergente ácida (FDA).

La degradación de la FDA 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 15 y Figura 5)

Tabla 15. Degradación de la FDA (%) de *M. alba* a cuatro dosis de abono orgánico durante la época seca.

Degradación de FDA (%)	T1	T2	T3	T4	EEM	Valor P
a	14,33 a	10,48 a	12,33 a	12,78 a	3,59	0,8974
b	38,85 a	40,40 a	40,36 a	38,11 a	2,59	0,8996
c	0,05 a	0,06 a	0,04 a	0,04 a	0,01	0,6608
a+b	53,19 a	50,88 a	52,70 a	50,89 a	1,48	0,5904
DE						
0.02 k	40,28 a	39,95 a	39,74 a	38,21 a	2,26	0,9187
0.05 k	32,04 a	31,67 a	30,85 a	30,05 a	2,72	0,9551
0.08 k	27,87 a	27,08 a	26,32 a	25,93 a	2,85	0,9637

^{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}

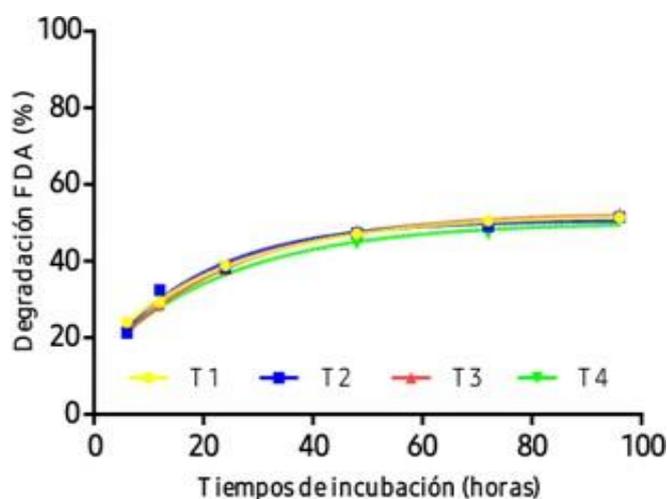


Figura 5. Cinética de degradación *in vitro* (CDIV) de la fibra detergente ácida (FDA) de *M. alba*, a cuatro dosis de abono orgánico (compost) durante la época seca.

4.2 Discusión

La composición bromatológica no presentó una respuesta diferente para los tratamientos aplicados en ninguna de las variables evaluadas; Materia Seca (MS), Materia Orgánica (MO), Proteína Cruda (PC), Fibra Detergente Neutro (FDN), Fibra en detergente Acido (FDN), estos resultados concuerdan con los reportados por (Elizondo-Salazar 2010), quien concluyó que los niveles de nitrógeno orgánicos aplicados en *M. alba*, no mostraron respuestas notables en la producción de biomasa total, ni se evidenciaron alteraciones importantes en las proporciones estructurales de la planta que manifestaran un cambio en el rendimiento de las hojas y los tallos. Sin embargo, para (Vásquez and Maraví 2017), la mayor producción de materia seca se encontró cuando se fertilizó con biol y compost a razón de 5 y 10 tha^{-1} respectivamente.

La proteína cruda de las hojas de morera, varía entre 15 y 28 %, dependiendo de la variedad, edad de las hojas y condiciones de crecimiento (Manterola 2000). El aprovechamiento de mayor del potencial de la morera como forraje para ganado se dan entre los 60 y 90 días de corte; en este sentido (Boschini-Figueroa, Dormond, and Castro 2016; Boschini, Dormond-H, and Castro-R 2006; Garcia 2003) han señalado que la frecuencia de 90 días es un punto de inflexión en los procesos fisiológicos de esta especie; en las plantas, las cadenas carbonadas se transforman para la síntesis de material leñoso y esos procesos necesitan una elevada cantidad de compuestos endógenos, razón por la cual pudiera disminuir el contenido de nitrógeno en las hojas. Con el aumento de la edad de la planta disminuye la relación hoja- tallo, lo cual indica que se favorece más la formación de compuestos estructurales. Sin embargo, para (Albanell and Caja 2002), el incremento de la frecuencia de corte, contrario a lo que pudiera esperarse, elevó el contenido de PB y EE en el forraje, al parecer por una mejora en la capacidad metabólica y fotosintética de la planta con el aumento de la edad.

El proceso de mineralización del nitrógeno, tomando en cuenta que es el primer y principal macro elemento a ser aportado y asimilado por las plantas, ocurre de manera muy lenta, indistintamente de la fuente orgánica, (Martín Olmedo 1993) habla de 40 semanas para un compost de alpechín (residuos líquidos y sólidos del proceso para obtener aceite de Oliva), la materia orgánica en los suelos tratados con compost de alpechín se mineralizaría mayoritariamente (96%) con una velocidad muy baja: k s.

arenoso= 0.02 sem⁻¹ k s. calcáreo= 0.006 sem⁻¹. La mineralización de la materia orgánica de los suelos, así como la descomposición de restos de plantas tiene lugar más rápidamente en suelos arenosos que en aquellos con un mayor contenido en arcillas (Hassink 1992; Ladd et al. 1990; Verberne et al. 1990). Esto explica las razones en la respuesta obtenida a pesar de utilizar diferentes dosis de compost en morera, por qué la planta no mostró diferencias entre las dosis, el corte del forraje fue a los 60 días, mientras que la disponibilidad de los nutrientes en fuentes orgánicas se da mucho después de ese periodo, por lo tanto, las plantas no pueden tomar dichos nutrientes.

Otro factor para considerar es la presencia de materia orgánica presente en el suelo del ensayo, de acuerdo a la tabla 3 (ver pág. 35 y 36) los niveles encontrados de acuerdo al Iniap 2021 son del 20 %. Para (Martín Olmedo 1993), la relación C/N puede determinar la competencia de la microflora y microfauna por el N disponible. Así cuando residuos orgánicos con una alta relación C/N son adicionados a los suelos, la flora heterótrofa- bacterias, hongos y actinomicetos- se multiplican rápidamente produciendo grandes cantidades de dióxido de carbono. Bajo estas condiciones el nitrato soluble desaparece prácticamente del medio siendo utilizado en el metabolismo de los microorganismos y tiene lugar una inmovilización neta (Paul and Clark 1989), en estudios realizados con un amplio número de residuos orgánicos, observó que la inmovilización del N tenía lugar cuando la relación C/N era superior a 23: 1.

Para la Digestibilidad *in vitro*, no se encontraron diferencias estadísticas entre los valores de los tratamientos comparados con diferentes dosis de compost. Esto concuerda con (Rodríguez- Zamora and Elizondo-Salazar 1969), quien determinó que los niveles de fertilización nitrogenada (fuente de gallinaza) no parecen determinar una variación o efecto importante sobre los componentes estructurales del forraje evaluado y la proporción de los componentes de la pared celular en el forraje comestible integral de la morera estuvo determinada por los efectos de la época del año (mayor concentración en seca que en lluvia) y por la frecuencia de corte.

En la evaluación de la degradación *in vitro*, ninguno de los factores evaluados presentó diferencias estadísticas para la aplicación de abono orgánico en diferentes dosis, aunque, para la tasa de degradación de la M.O. los promedios obtenidos (ver tabla 12, pág. 48) superaron a los reportados por (Rodríguez-Zamora and Elizondo-Salazar 1969); quien reportó

que la degradabilidad efectiva de la materia orgánica fue del 48 %, sin embargo, la fibra neutral detergente (FND) se degradó en un 80 % hasta las 72 horas de incubación; porcentaje superior a la FND obtenida en la presente investigación (tabla 12), para (Rodríguez-Zamora and Elizondo-Salazar 1969) los resultados permitieron inferir que existió una alta velocidad de pasaje, con un efectivo vaciado ruminal y el consiguiente estímulo del consume voluntario, lo que demuestra las amplias posibilidades de empleo de esta especie como suplemento en la alimentación de rumiantes.

Finalmente, no se pudo determinar una respuesta al uso de abono orgánico en *M. alba*, la disponibilidad de los elementos (mineralización) de fuentes orgánicas es lenta en comparación con la frecuencia del corte del forraje de *M. alba*, que fue de 60 días, lo que se traduce como factores inversos, es decir; la morera no requiere mayor tiempo para ser aprovechada en su máximo potencial mientras que el abono orgánico requiere, por sus características, un tiempo mayor a 100 días para ser aprovechado por los cultivos.

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIÓN

4.1. Conclusiones.

De acuerdo con los resultados obtenidos se llegó a las siguientes conclusiones:

- La composición bromatológica, *no se vió afectada por el uso de abono orgánico en diferentes dosis*, esto se debió principalmente al hecho de que el proceso de mineralización de las fuentes orgánicas toman un tiempo considerablemente mayor al tiempo del corte del forraje recomendado.
- La digestibilidad *in vitro* *no* presentó una respuesta favorable a las diferentes dosis de abono orgánico, este hecho también se sustenta en la afirmación anterior.
- No se pudieron determinar los parámetros de dagraación *in vitro* de la *morus alba* después del uso de abono orgánico en diferentes dosis, puesto que no se logró medir el impacto de las fuentes orgánicas sobre el forraje por las razones expuestas anteriormente.

4.2. Recomendaciones.

- Ampliar los periodos de tiempo de evaluación sobre los 100 días, empleando fuentes orgánicas siguiendo los mismos procedimientos en cuanto a la variable “composición bormatológica” para que los procesos de descomposición y mineralización de los compuestos orgánicos se cumplan y permitan expresar su incidencia en las diferentes dosis sobre el cultivo de *M. alba*.
- Establecer parámetros estacionales como la época del año (seca y lluviosa) en el uso de abonos orgánicos, así como otras fuentes de materia orgánica y diferentes dosis a las empleadas.

CAPITULO VI
BIBLIOGRAFÍA

6.1. Referencias bibliográficas.

1. Albanell, E, and G Caja. 2002. “Composición Nutritiva Del Forraje de Morera (Morus Alba Var. Tigreada) Ante Diferentes Frecuencias de Corte y Niveles de Fertilización. II. Pared Celular *.” Alfonso Cordero, F. et al. 2018. “Degradability and Estimation of the Intake of Forages and Concentrates in Alpacas (Vicugna Pacos).” *Revista de Investigaciones Veterinarias del Peru* 29(2): 429–37. http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1609-91172018000200005&lng=es&nrm=iso&tlng=es (September 9, 2021).
2. Avendaño, Jorge Enrique et al. 2018. “experiencias del cultivo de la morera morus alba. l., 1753 (rosales: moraceae) y su utilización en la alimentación de tilapia nilótica oreochromis niloticus, trew, 1984 (Perciformes: Cichlidae) para Programas De Seguridad Alimentaria En El Trópico.” *Boletín Científico del Centro de Museos* 22(2):51–75.
3. Bash, E. 2015. 1 PhD Proposal ““evaluación del enraizamiento de Morus indica var. kanva 2 en función del sustrato y momento de utilización.”” <https://repositorio.uea.edu.ec/handle/123456789/74> (September 9, 2021).
4. Benavides, J. 1995. “La Agroforestería Ha Incorporado La Morera (Morus Alba) Como Alimento Para Animales de Alta Producción.” *Area* (7): 30–33. Boschini-Figueroa, Carlos, Herbert Dormond, and Álvaro Castro. 2016. “Producción de Biomasa de La Morera (Morus Alba) En La Meseta Central de Costa Rica.” *Agronomía Mesoamericana* 9(2): 31.
5. Boschini, Carlos, Herbert Dormond-H, and Álvaro Castro-R. 2006. “Respuesta de La Morera (Morus Alba) a La Fertilización Nitrogenada, Densidades de Siembra y a La Defoliación.” *Agronomía Mesoamericana* 10(2): 7.
6. Cholo, Luis, and Hugo Delgado. 2011. *Formación de Callos En El Cultivo de La Morera (Morus Alba L.)*. <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/946> (September 9, 2021). Elizondo-Salazar, J A. 2010. “Respuesta de La Morera (Morus Alba) a Niveles Crecientes de Nitrógeno Orgánico Response of Mulberry (Morus Alba) to Increasing Rates of Organic Nitrogen.” *Pastos y Forrajes* 33(3): 0–0.

7. FAO. 1994. "Control De La Calidad En Insumos Y Dietas Acuicolas." : 269. <http://www.fao.org/3/ab482s/AB482S00.htm> (September 9, 2021). García, D. et al. 2006. "La Morera: Una Alternativa Viable Para Los Sistemas de Alimentación Animal En El Trópico." *Avances en Investigación Agropecuaria* 10(1): <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=83710105> (September 9, 2021).
8. García, D.E. 2003. "Efecto de Los Principales Factores Que Influyen En La Composición Fitoquímica de Morus Alba."
9. Garro, Jorge, and Diana Sierra Tobón. 2017. "El Suelo y Los Abonos Orgánicos." *Sector Agro Alimentario*: 182. <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/F04-10872.pdf>.
10. González, E, Denia Delgado, and O Cáceres. 1995. "Calidad y degradabilidad Ruminal de los principales nutrientes en el forraje de morera (Morus Alba) c + K." https://www.researchgate.net/publication/259479947_Calidad_y_degradabilidad_ruminal_de_los_principales_nutrientes_en_el_forraje_de_Morera_Morus_alba (September 9, 2021).
11. Hassink, J. 1992. "Effects of Soil Texture and Structure on Carbon and Nitrogen Mineralization in Grassland Soils." *Biology and Fertility of Soils* 14(2): 126–34. INAMHI. 2015. Republica Del Ecuador Instituto Nacional De Meteorologia E Hidrologia Boletin Climatologico Anual 2015. [Http://Www.Serviciometeorologico.Gob.Ec/Wp-content/uploads/anuarios/meteorologicos/Am 2012.pdf](Http://Www.Serviciometeorologico.Gob.Ec/Wp-content/uploads/anuarios/meteorologicos/Am_2012.pdf) (September 9, 2021).
12. Ladd, J. N., M. Amato, L. Jocteur-Monrozier, and M. van Gestel. 1990. "Soil Microhabitats and Carbon and Nitrogen Metabolism." *Transactions 14th International Congress of Soil Science: Kyoto, Japan, August 1990* 3: 82–87.
13. M. Yolanda Beatriz, E. Carlos, and Rosalba M. 2000. "Técnicas Para Estimar La Degradación de Proteína y Materia Orgánica En El Rumen y Su Importancia En Rumiantes En Pastoreo." *Técnica Pecuaria en México* 38(2): 119–34. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=61338207> (September 9, 2021).
14. Manterola, Hector. 2000. "La Morera, Una Interesante Alternativa Forrajera Para La Ganaderia Mayor Y Menor En Chile." *Fao*: 1–10.

15. Martín, G.J.; et al. 2007. La morera (*Morus alba*, Linn.): una especie de interés para la alimentación animal Pastos y Forrajes, vol. 30, diciembre, 2007 Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey" Matanzas, Cuba
16. Martín Olmedo, Piedad. 1993. "Mineralización Del Nitrógeno Orgánico En Suelos Tratados Con Compost de Alpechín y Vinaza Concentrada de Melaza de Remolacha." *Journal of Chemical Information and Modeling* 8(9): 1–58.
17. Medina, María G., Danny E García, Pedro Moratinos, and Luis J Cova. 2010. "La Morera (*Morus Spp.*) Como Recurso Forrajero: Avances y Consideraciones de Investigacion." *Zootecnia Tropical* 27(4): 343–62.
http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-72692009000400001&lng=es&nrm=iso&tlng=es (September 10, 2021).
18. Molina Ureste, Ester. 2001. "Ingestión de Alimento, Digestibilidad y Cinética de Tránsito En Ovino Lechero. Estudio Comparativo Entre Ovejas Manchega y Lacaune." : 135.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=4160&info=resumen&idioma=SPA> (September 9, 2021).
19. Mora-Valverde, David. 2009. "usos de La Morera (*Morus Alba*) En La Alimentación Del Conejo. El Rol de La Fibra y La Proteína En El Tracto Digestivo." *Agronomía Mesoamericana* 21(2): 357.
http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1659-13212010000200017&lng=en&nrm=iso&tlng=es (September 10, 2021).
20. Parra, Jaime S, and Andrés Z Gómez. 2009. 14 Rev.MVZ Córdoba. *Importancia de la utilización de diferentes técnicas de digestibilidad en la nutrición y formulación porcina importance of the use of different digestibility techniques in pig nutrition and food formulation.* universidad de córdoba.
http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=s0122-02682009000100012&lng=en&nrm=iso&tlng=es (September 10, 2021).
21. Paul, E.A., and F.E. Clark. 1989. "Transformation of Nitrogen between the Organic and Inorganic Phase and to Nitrate." *Soil Microbiology and Biochemistry*: 131–46.
22. Pentón, Gertrudis et al. 2012. "Crecimiento de *Morus Alba* L. Durante La Etapa de

- Establecimiento, a Partir Del Trasplante de Posturas Growth of *Morus Alba* L. during the Establishment Stage, since Seedling Transplant.” *Pastos y Forrajes* 35(2): 139–52.
23. Rodríguez-Zamora, Jessie, and Jorge Alberto Elizondo-Salazar. 1969. “Consumo, Calidad Nutricional y Digestibilidad Aparente de Morera (*Morus Alba*) y Pasto Estrella (*Cynodon Nlemfuensis*) En Cabras.” *Agronomía Costarricense*.
24. Rodriguez, Milera. 2008. “Morera: Un Nuevo Forraje Para La Alimentación Del Ganado.” *Editorial Universitaria*: 382.
25. Vásquez, Héctor V., and César Maraví. 2017. “Efecto de Fertilización Orgánica (Biol y Compost) En El Establecimiento de Morera (*Morus Alba* L.)” *Revista de Investigación en Ciencia y Biotecnología Animal* 1(1).
26. Verberne, E. L.J. et al. 1990. “Modelling Organic Matter Dynamics in Different Soils.” *Netherlands Journal of Agricultural Science* 38(3 A): 221–38.
27. Zach, A. et al. 2017. “Degradación Ruminal de Materia Seca de *Morus* Sp En Caprinos En Diferentes Estaciones Del Año.” *Revista Veterinaria* 28(2): 141–44. <https://revistas.unne.edu.ar/index.php/vet/article/view/2541> (September 9, 2021).

CAPITULO VII

ANEXOS

Fotografía 1: Rotulación de las fundas



Fotografía 2: Pesaje de las fundas



Fotografía 3: Pesaje de las muestras



Fotografía 4: Registro del peso de las muestras

0.5179	241	0.5693
0.5155	242	0.5663
0.5113	243	0.5551
0.5001	244	0.5353
0.5028	245	0.5380
0.5043	246	0.5394
0.5085	247	0.5463
0.5013	248	0.5473
0.5040	249	0.5424
0.5040	250	0.5430
0.5023	251	0.5394
0.5021	252	0.5394
0.5034	253	0.5381
0.5024	254	0.5381
0.5035	255	0.5415
0.5022	256	0.5402
0.5022	257	0.5419
0.5054	258	0.5434
0.5031	259	0.5391
0.5032	260	0.5392
0.5034	261	0.5392
0.5025	262	0.5390
0.5034	263	0.5394
0.5034	264	0.5394
0.5031	265	0.5394
0.5031	266	0.5394
0.5031	267	0.5394
0.5031	268	0.5394
0.5031	269	0.5394
0.5031	270	0.5394
0.5031	271	0.5394
0.5031	272	0.5394
0.5031	273	0.5394
0.5031	274	0.5394
0.5031	275	0.5394
0.5031	276	0.5394
0.5031	277	0.5394
0.5031	278	0.5394
0.5031	279	0.5394
0.5031	280	0.5394
0.5031	281	0.5394
0.5031	282	0.5394
0.5031	283	0.5394
0.5031	284	0.5394
0.5031	285	0.5394
0.5031	286	0.5394
0.5031	287	0.5394
0.5031	288	0.5394
0.5031	289	0.5394
0.5031	290	0.5394
0.5031	291	0.5394
0.5031	292	0.5394
0.5031	293	0.5394
0.5031	294	0.5394
0.5031	295	0.5394
0.5031	296	0.5394
0.5031	297	0.5394
0.5031	298	0.5394
0.5031	299	0.5394
0.5031	300	0.5394

Fotografía 5: Disolución de ácido bórico



Fotografía 6: Destilador de proteína



Fotografía 7: Pesaje de sulfito de sodio



Fotografía 7: Determinación de FDN y FDA



Fotografía 7: Enjuague de muestras con agua en temperatura de 80 °C



Fotografía 7: Muestras sumergidas en acetona



Fotografía 8. Secado en estufa



Fotografía 9. Desechado de las muestras



Fotografía 10. Licuado de liquido



Fotografía 11. Cenizas





ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL "PICHILINGUE"
LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS
 Km. 5 Carretera Quevedo - El Empalme; Apartado 24
 Quevedo - Ecuador Teléf: 052 783044 suelos.eetp@iniap.gob.ec

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DEL PROPIETARIO	
Nombre	: CAGUA MEZA ROCHELLY
Dirección	: QUEVEDO / LOS RIOS
Ciudad	: QUEVEDO
Teléfono	: 0960703328
Fax	:

DATOS DE LA PROPIEDAD	
Nombre	: S/N
Provincia	: Los Ríos
Cantón	: Quevedo
Parroquia	: San Camilo
Ubicación	:

PARA USO DEL LABORATORIO	
Cultivo Actual	: Tithonia
N° Reporte	: 8358
Fecha de Muestreo	: 01/06/2021
Fecha de Ingreso	: 03/06/2021
Fecha de Salida	: 22/06/2021

N° Muest. Laborat.	Datos del Lote		pH	ppm			meq/100ml			ppm				
	Identificación	Area		NH ₄	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Fe	Mn	B
102953	Rochelly Cagua		6,4 LAc	14 B	45 A	1,84 A	14 A	3,5 A	5 B	21,0 A	5,1 A	201 A	12,7 M	0,25 B



La muestra será guardada en el laboratorio por tres meses. Tiempo en el que se aceptará reemplazar los resultados.

INTERPRETACION			
pH		Elementos: de N a B	
MAc = Muy Acido	LAc = Liger. Acido	LAI = Lige. Alcalino	RC = Requiere Cal
Ac = Acido	PN = Prac. Neutro	MeAl = Media. Alcalino	B = Bajo
MeAc = Media. Acido	N = Neutro	Al = Alcalino	M = Medio
			A = Alto

METODOLOGIA USADA	EXTRACTANTES
pH = Suelo: agua (1:2,5)	Olsen Modificado
N,P,B = Colorimetría	N,P,K,Ca,Mg,Cu,Fe,Mn,Zn
S = Turbidimetría	Fosfato de Calcio Monobásico
K,Ca,Mg,Cu,Fe,Mn,Zn = Absorción atómica	B,S

RESPONSABLE DPTO. SUELOS Y AGUAS

RESPONSABLE LABORATORIO



ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL "PICHILINGUE"

LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS

Km. 5 Carretera Quevedo - El Empalme; Apartado 24
Quevedo - Ecuador Teléf: 052 783044 suelos.eetp@iniap.gob.ec

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DEL PROPIETARIO	
Nombre	: CAGUA MEZA ROCHELLY
Dirección	: QUEVEDO / LOS RIOS
Ciudad	: QUEVEDO
Teléfono	: 0960703328
Fax	:

DATOS DE LA PROPIEDAD	
Nombre	: S/N
Provincia	: Los Ríos
Cantón	: Quevedo
Parroquia	: San Camilo
Ubicación	:

PARA USO DEL LABORATORIO	
Cultivo Actual	: Tithonia
N° de Reporte	: 8358
Fecha de Muestreo	: 01/06/2021
Fecha de Ingreso	: 03/06/2021
Fecha de Salida	: 22/06/2021

N° Muest. Laborat.	meq/100ml			dS/m	(%)	Ca	Mg	Ca+Mg	meq/100ml	(meq/l)½	ppm	Textura (%)			Clase Textural
	Al+H	Al	Na	C.E.	M.O.	Mg	K	K	Σ Bases	RAS	Cl	Arena	Limo	Arcilla	
102953						4,0	1,90	9,51	19,34						



La muestra será guardada en el Laboratorio
por tres meses. Tiempo en el que se aceptarán
reclamos en los resultados.

INTERPRETACION					
AH+H, Al y Na		C.E.		M.O. y Cl	
B = Bajo	NS = No Salino	S = Salino	B = Bajo	M = Medio	A = Alto
M = Medio	LS = Lig. Salino	MS = Muy Salino			
T = Tóxico					

ABREVIATURAS	
C.E.	= Conductividad Eléctrica
M.O.	= Materia Orgánica
RAS	= Relación de Adsorción de Sodio

METODOLOGIA USADA	
C.E.	= Conductímetro
M.O.	= Titulación de Welkey Black
Al+H	= Titulación con NaOH

X. W. [Signature]
RESPONSABLE DPTO. SUELOS Y AGUA

[Signature]
RESPONSABLE LABORATORIO



ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL "PICHILINGUE"
LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS

Km 5 Carretera Quevedo - El Empalme
Mocache - Ecuador Teléfono: 2783044 Ext. 201

Nombre del Propietario :	ROMERO ALARCON MARIA EUGENIA	Telf 042113413	Reporte N° :	8521
Nombre de la Propiedad :	Hcda. San Juan	Cultivo: Abonos	Fecha de muestreo :	20-07-2021
Localización :	El Carmen	La Maná	Fecha de ingreso:	22-07-2021
	Parroquia	Cantón	Provincia	Fecha salida resultados:

RESULTADOS E INTERPRETACION DE ANÁLISIS ESPECIAL DE ABONOS ORGÁNICOS

Número de Laboratorio	Identificación de las Muestras	Concentración %						ppm				
		N	P	K	Ca	Mg	S	B	Zn	Cu	Fe	Mn
76859	María Romero	3.5	0.52	0.28	1.05	0.24	0.23	22	107	49	980	459

Observaciones: _____


Dr. Manuel Carrillo Zepleno
RESPONSABLE DPTO.




LABORATORISTA

La muestra será guardada en el Laboratorio por tres meses. Tiempo en el que se aceptarán reclamos en los resultados.