



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL
Sede Santo Domingo

DIRECCIÓN GENERAL DE POSGRADOS
MAESTRÍA EN PRODUCCION ANIMAL

**COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO Y DEGRADABILIDAD *IN SITU* DEL
PASTO KING GRASS MORADO (*PENNISETUM PURPUREUM*) EN CUATRO
ESTADOS FENOLÓGICOS, EN EL CANTON PORTOVIEJO 2014.**

**Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar el Grado de Magister
en Producción Animal**

Autor:

Edith Justina Vera García

Director de Tesis:

Dr. Juan Humberto Avellaneda Cevallos, Ph.D.

Santo Domingo – Ecuador

MAYO, 2015

TUTORÍA

COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO Y DEGRADABILIDAD *IN SITU* DEL PASTO KING GRASS MORADO (*PENNISETUM PURPUREUM*) EN CUATRO ESTADOS FENOLÓGICOS, EN EL CANTON PORTOVIEJO 2014.

Dr. Juan H. Avellaneda Cevallos, Ph.D

DIRECTOR DE TESIS

APROBADO

Dra. Luz María Martínez, MS. C

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Dr. Jorge E. Grijalva Olmedo, Ph.D

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. Hernán P. Guevara Costales, MS. c

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Santo Domingo de los Tsáchilas..... de.....2015.

CERTIFICACIÓN DEL ESTUDIANTE DE AUTORÍA DEL TRABAJO

Yo, Edith Justina Vera García, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría, que no ha sido presentado para ningún grado o calificación profesional.

Además; y, que de acuerdo a la Ley de propiedad intelectual, el presente Trabajo de Investigación pertenecen todos los derechos a la Universidad Tecnológica Equinoccial, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

Dra. Edith Justina Vera García

CI: 1307201820

**INFORME DE APROBACIÓN DEL DIRECTOR DEL TRABAJO DE
GRADO APROBACIÓN DEL DIRECTOR**

Yo, Juan H. Avellaneda Cevallos, Ph.D; en mi calidad de Director del Trabajo de Grado **COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO Y DEGRADABILIDAD *IN SITU* DEL PASTO KING GRASS MORADO (*PENNISETUM PURPUREUM*) EN CUATRO ESTADOS FENOLÓGICOS, EN EL CANTON PORTOVIEJO, 2014;** presentado por la maestrante Dra. Edith Justina Vera García, previo a la obtención del título de **Magister en Producción Animal**, considero que dicho trabajo si reúne los requisitos y disposiciones emitidas por la Universidad Tecnológica Equinoccial por medio de la Dirección General de Posgrado para ser sometido a la evaluación por parte del Tribunal examinador que se designe.

En la Ciudad de Quito, a los.....del mes de..... del.....20...

Dr. Juan H. Avellaneda Cevallos, Ph.D.

C.I. 120297771-4

Agradecimiento

A la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Técnica de Manabí, por permitir la realización de la presente investigación y por permitirme cumplir una meta más en mi vida.

Al Doctor Juan Avellaneda por el gran apoyo recibido en el transcurso de mi maestría como amigo, maestro y director de tesis, gracias por sus enseñanzas, consejos y por su ayuda para que este trabajo se realizara.

A la Universidad Técnica Equinoccial de Quevedo y a su personal en el laboratorio de bromatología.

Al Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) con su extensión en Portoviejo, su director el Ing. Marat Rodríguez y al Ing. Wilmer Ponce por toda la ayuda brindada en el trabajo realizado.

Dedicatoria

A mis padres JUSTINA y ARTURO que supieron guiarme por el camino correcto, porque sin sus cuidados, sin su amor, sin su apoyo y sin la educación que me dieron no sería la persona que hoy en día soy. Pero principalmente porque me enseñaron a luchar siempre por lo que quieres y terminar lo que comiences, que no existe mejor satisfacción que disfrutar lo que has logrado con tu propio esfuerzo. A ambos Gracias por ayudarme a alcanzar mis sueños.

A mi esposo VICTOR que ha sido mi ejemplo de nunca conformarme con lo que pueda lograr, gracias por tu amor, apoyo incondicional y tus consejos que son lo mejor que me has regalado.

A mis hijos VICTOR, ANDRES Y VALESKA; por ser la razón de esforzarme cada día.

ÍNDICE GENERAL

Contenido

ÍNDICE GENERAL.....	vii
ÍNDICE DE TABLAS.....	x
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xi
ÍNDICE DE IMÁGENES.....	xiii
RESUMEN.....	xiv
SUMMARY.....	xv

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Objetivos de la Investigación.....	3
1.1.1. Objetivo General.....	3
1.1.2. Objetivos Específicos.....	3
1.2. Hipótesis.....	4
1.2.1. Hipótesis General.....	4
1.2.2. Hipótesis Específica.....	4

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LA LITERARURA.....	5
2.1. Antecedentes.....	5
2.2. Fundamentaciones.....	6
2.2.1. Gramíneas.....	6
2.2.2. Características botánicas de las gramíneas.....	7
2.2.3. Morfología Reproductiva.....	7

2.2.4. Gramínea más utilizadas en el trópico.....	7
2.2.5. Origen del King Grass Morado	8
2.2.6. Producción de Forraje	8
2.2.7. Valoración nutricional de la calidad de los forrajes.....	9
2.2.8. Métodos de Evaluación Directo.....	9
2.2.9. Métodos de Evaluación Indirectos.....	9
2.2.10. Técnica de Degradación Ruminal <i>in situ</i>	10
2.2.11. Influencias en la Utilización del Método de Degradación <i>in situ</i>	10
2.2.12. Descripción de Muestras y Bolsas para Pruebas de Degradabilidad	11
2.2.13. Características del Animal Fistulado.....	11
2.2.14. Ventajas y Desventajas de la Técnica de Degradabilidad <i>in situ</i>	11

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS.....	13
3.1. Sitio de estudio (localización, características climáticas y edáficas).....	13
3.2. Técnicas, procedimientos, instrumentos y recursos	13
3.3. Técnicas y Procedimientos.....	14
3.3.1. Comportamiento Agronómico y Composición Química	14
3.3.2. Degradabilidad ruminal <i>in situ</i>	16
3.4. Factores y Tratamientos	17
3.4.1. Experimento de Comportamiento Agronómico.....	17
3.4.2. Degradabilidad Ruminal <i>in situ</i>	18
3.5. Diseño Experimental	19
3.6. Métodos Estadísticos.....	20
3.7. Manejo del Experimento	22
3.7.1. Comportamiento Agronómico	23

3.7.2. Degradabilidad <i>in situ</i>	23
--	----

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN	25
------------------------------	----

4.1. Efecto del Comportamiento Agronómico del King Grass Morado.....	25
--	----

4.2. Efecto del Análisis Bromatológico del King Grass Morado (BS).	27
--	----

4.3. Efecto de la Degradación Ruminal <i>in situ</i> del King Grass Morado.....	28
---	----

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	30
-------------------------------------	----

5.1. Conclusiones	30
-------------------------	----

5.2. Recomendaciones.....	31
---------------------------	----

BIBLIOGRAFÍAS.....	32
--------------------	----

ANEXOS.....	39
-------------	----

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1. Composición Bromatológica del <i>Pennisetum Purpureum</i> (King Grass Morado).....	8
Tabla 3.1. Descripción de los factores y niveles del Comportamiento Agronómico	17
Tabla 3.2. Descripción de los tratamientos del Comportamiento Agronómico	17
Tabla 3.3. Descripción de Factores y Niveles de la Degradabilidad Ruminal <i>in situ</i>	18
Tabla 3.4. Descripción de los Tratamientos de la Degradabilidad Ruminal <i>in situ</i>	18
Tabla 3.5. Esquema de Bloques de la Degradabilidad Ruminal <i>in situ</i>	19
Tabla 3.6. Esquema del Adeva para evaluar el comportamiento agronómico	20
Tabla 3.7. Esquema del Adeva para evaluar la degradabilidad ruminal	20
Tabla 4.1. Efecto del Comportamiento Agronómico del King Grass Morado.....	26
Tabla 4.2. Efecto del Análisis Bromatológico del King Grass Morado (BS).....	28
Tabla 4.3. Efecto de la Degradación Ruminal <i>in situ</i> del King Grass Morado.	29

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Sorteo de las parcelas (tratamientos) en el área de investigación.....	39
Anexo 2. Análisis de varianza de altura de planta.....	39
Anexo 3. Análisis de varianza Ancho de Hoja.....	40
Anexo 4. Análisis de varianza de Biomasa Forrajera.....	40
Anexo 5. Análisis de varianza de Diámetro de Tallo.....	40
Anexo 6. Análisis de varianza de Longitud de Hoja.....	41
Anexo 7. Análisis de varianza de Longitud de Tallo.....	41
Anexo 8. Análisis de varianza de Número de Hojas.....	41
Anexo 9. Análisis de varianza de Número de Tallos.....	42
Anexo 10. Análisis de varianza de Peso Seco de Hojas.....	42
Anexo 11. Análisis de varianza de Peso Seco de Planta.....	42
Anexo 12. Análisis de varianza de Peso Seco de Tallos.....	43
Anexo 13. Análisis de varianza de Relación Hoja: Tallo en Número.....	43
Anexo 14. Análisis de varianza de Relación Hoja: Tallo en Peso.....	43
Anexo 15. Análisis de varianza del porcentaje de Extracto Etéreo.....	44
Anexo 16. Análisis de varianza del porcentaje de Cenizas Totales.....	44
Anexo 17. Análisis de varianza del porcentaje de Extracto Libre de Nitrógeno.....	44
Anexo 18. Análisis de varianza del porcentaje de Fibra Bruta.....	45
Anexo 19. Análisis de varianza del porcentaje de Materia Seca.....	45
Anexo 20. Análisis de varianza del porcentaje de Proteína Bruta.....	45
Anexo 21. Análisis de varianza de la incubación a las 96 horas.....	46
Anexo 22. Análisis de varianza de la incubación a las 72 horas.....	46
Anexo 23. Análisis de varianza de la incubación a las 48 horas.....	46
Anexo 24. Análisis de varianza de la incubación a las 24 horas.....	47

Anexo 25. Análisis de varianza de la incubación a las 12 horas.	47
Anexo 26. Análisis de varianza de la incubación a las 6 horas.	47
Anexo 27. Análisis de varianza de la incubación a las 3 horas.	48
Anexo 28. Análisis de varianza de la incubación a las 0 horas.	48

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 1. Corte de igualación e identificación del pasto.....	49
Imagen 2. Evaluación de las variables del comportamiento agronómico	50
Imagen 3. Molienda del material forrajero para composición química de degradación	51
Imagen 4. Procesamiento en el laboratorio para composición química y degradación ruminal.....	52
Imagen 5. Colocación de las muestras a incubar por técnica <i>in situ</i>	53



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL

Sede Santo Domingo

DIRECCIÓN GENERAL DE POSGRADOS

MAESTRÍA EN PRODUCCIÓN ANIMAL

COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO Y DEGRADABILIDAD *IN SITU* DEL PASTO KING GRASS MORADO (*PENNISETUM PURPUREUM*) EN CUATRO ESTADOS FENOLÓGICOS, EN EL CANTON PORTOVIEJO 2014

Autor: Edith Justina Vera García

Director: Dr. Juan Humberto Avellaneda Cevallos, Ph.D.

Fecha: 5 Mayo, 2015

RESUMEN

Esta investigación se realizó en la facultad de Ciencias Veterinarias y Zootecias de la Universidad Técnica de Manabí. El objetivo fue evaluar el comportamiento agronómico y degradación *In Situ* del King Grass Morado en cuatro edades de corte (30, 45, 60 y 75 días) en 8 periodos de incubación (0, 3, 6, 12, 24, 48, 72 y 96 horas). El ensayo se realizó con 20 parcelas separadas por 1m entre parcelas. Se evaluaron mediante análisis de varianzas y aplicando la prueba de Tukey al 95%. El Comportamiento Agronómico no reporta diferencias ($p > 0.005$) entre número de hojas, número de tallos y en la relación hoja: tallo (número); entre las edades de corte y se encontró diferencia ($P < 0.05$) en cuanto a: altura de la planta, ancho de la hoja, longitud de hoja, longitud de tallo, diámetro de tallo, biomasa forrajera, peso seco de la planta, peso seco de hojas y peso seco de tallos. Se observó que con el aumento de la edad de corte, se incrementa la altura y circunferencia del tallo, largo y ancho de la hoja y producción de forraje. En la Composición Química no se encontró diferencia ($P > 0.05$) en cuanto a los porcentajes de extracto etéreo y con diferencia ($P < 0.05$) entre: % humedad, % materia seca, % cenizas totales, % proteína bruta, % fibra bruta y % extracto libre de nitrógeno. Se observó que con el aumento de la edad de corte, disminuye el porcentaje de proteína y se incrementa el porcentaje cenizas totales y fibra bruta. En la evaluación de la Degradación *in situ*, se encontró diferencia ($P < 0.05$) entre las edades de corte en todos los tiempos de incubación ruminal. Se observó que con el aumento de tiempo de incubación de la edad de corte, se incrementa el porcentaje de degradación.

Palabras claves: King Grass Morado, comportamiento agronómico, degradación *In Situ*



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL

Sede Santo Domingo

**DIRECCIÓN GENERAL DE POSGRADOS
MAESTRÍA EN PRODUCCIÓN ANIMAL
AGRONOMIC PERFORMANCE AND DEGRADATION IN SITU OF KING
GRASS PURPLE (*PENNISETUM PURPUREUM*)
IN FOUR PHENOLOGIC PHASES, PORTOVIEJO CITY, 2014**

Author: Edith Justina Vera García

Director: Dr. Juan Humberto Avellaneda Cevallos, Ph.D.

Date: May, 5, 2015

SUMMARY

This research was conducted at the Faculty of Veterinary and Zootechnical of the technical University of Manabí. The objective was to evaluate the agronomic performance and degradation, in situ in King Grass purple four cutting ages (30, 45, 60 and 75 days) in 8 incubation periods (0, 3, 6, 12, 24, 48, 72 and 96 hours). The trial was conducted with 20 separated by 1 m between plots plots. They were evaluated by analysis of variance and Tukey test using 95% confidence. The agronomic performance reports no differences ($p > 0,05$) between the number of leaves, number of stem and leaf stalks (number) relationship; cutting ages, and difference was found ($p < 0,05$) in terms of plant height, leaf width, leaf length, stem length, stem diameter, forage biomass, plant dry weight, dry weight of the sheet and dry weight of stems. It was observed that with increasing cutting age, height and stems girth, length and width of the sheet and fodder production increases. In the chemical composition no difference was found ($p > 0,05$) in terms of the percentage difference between etheral and humidity and dry matter, total ash, crude protein, crude fiber and nitrogen-free extract extract. It was observed that with the increasing age of cut decreases the percentage protein and percentage of total ash, and crude fiber is increased. The evaluation of the in situ degradation difference was found between the ages of cut at all times of ruminal incubation was observed that with increasing incubation times of cutting age, the percentage of degradation increases.

Key Words: King Grass Purple, agronomic performance, degradation *in situ*.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

En las regiones tropicales, la ganadería constituye un importante sustento de numerosas familias, además de contribuir en la oferta de productos cárnicos y lácticos (Giraldo et al., 2007). La expansión del sector ganadero está ejerciendo una presión cada vez mayor sobre los recursos naturales mundiales: los pastizales se ven amenazados por el deterioro, los recursos hídricos se están volviendo escasos; la contaminación del aire, el suelo y el agua están aumentando y se están perdiendo los recursos zoogenéticos adaptados a cada lugar (FAO, 2013). Además, la disponibilidad y digestibilidad de los pastos (sobre todo en época de sequía), son algunas de las principales limitantes que inciden negativamente en la productividad animal para hacer frente a ésta preocupación, los ganaderos recurren a la compra de alimentos concentrados, lo que incrementa los costos de producción (Madera et al., 2013).

Nuestro país, localizado en una parte de la línea equinoccial, se caracteriza por tener una sola estación térmica durante todo el año. En cambio existen zonas con un solo tipo de temperatura al año en cada lugar y en contraste 4 temperaturas distintas en las 24 horas. Dependiendo de la altitud y la temperatura que se encuentre en cada zona se desarrollarán las gramíneas así mismo como será la producción forrajera de cada una (Benitez, 1980). La necesidad de aumentar la producción de la tierra disponible para actividades agropecuarias, obliga a los productores a recurrir a alternativas que aporten volumen pero que a su vez impriman calidad para la producción, por lo cual deben implementar pasturas manejadas bajo un régimen de corte, con el fin de suplir las necesidades diarias de los hatos. Una de las variedades de pastos más utilizadas es el King Grass Morado, que se caracteriza por tener una buena producción de biomasa y de calidad nutricional aceptable (Araya & Boschini, 2005).

La utilización de pastos de corte es una de las alternativas en la alimentación animal, ya que son de rápida adaptabilidad, ofrecen una gran cantidad de forraje con alto valor nutritivo para los hatos ganaderos y de bajo costo de producción. A pesar de conocer que estas especies aportan nutrientes al ganado es necesario realizar un estudio minucioso de digestibilidad para conocer cuál es el porcentaje de aprovechamiento de los componentes de la Materia Seca en el organismo animal. La creciente disponibilidad de especies

forrajeras de mayor adaptación y producción ha permitido que el sector ganadero incrementa progresivamente las áreas con pastos mejorados en sus fincas por ello es importante conocer las especies cultivables con mayor potencial de producción así como las prácticas adecuadas para su establecimiento y manejo, por lo que con la reciente introducción de pasto surge la necesidad de evaluar sus características de adaptación, producción de biomasa, bajo diferentes condiciones ambientales como las presentadas en la región costa (Angel, 2006).

Las características climáticas de Manabí hacen que las condiciones de producción y de calidad de los pastos en los diferentes meses del año varíe considerablemente en su composición, ocasionando el interés por generar información relacionada a uno de los materiales forrajeros que sirven como alimento para el ganado bovino, permitiendo proveer de información relevante en relación al aprovechamiento del King Grass Morado en beneficio de la producción animal, de acuerdo con la estacionalidad se obtienen mayores volúmenes de producción de la carne en los meses de octubre a diciembre teniendo su punto más alto en el mes de noviembre, este incremento en la producción se relaciona con la disponibilidad de forraje consecuencia de las épocas de lluvias (Benitez, 1980).

Por ello la necesidad de tener información sobre la composición nutricional y rendimiento del pasto King Grass Morado en Manabí, permitirá sugerir a los nutricionistas y autoridades encargadas del desarrollo de la productividad bovina de Manabí, alternativas en la alimentación con esta fuente forrajera en beneficio del desarrollo agropecuario de la zona, tomando en cuenta esto, el presente trabajo tiene la finalidad de evaluar las características de producción y calidad nutricional del pasto King Grass Morado producido en el cantón Portoviejo provincia de Manabí, como uno de los recursos usados para la alimentación bovina; el mismo que se divide en dos fases. La primera tiene como finalidad el describir el comportamiento agronómico del pasto en diferentes épocas de corte (30, 45, 60 y 75 días), determinando en cuál de estas edades se obtendrá mejores composición química la planta a las diferentes edades de corte y la segunda donde se calculó la degradabilidad ruminal *in situ*.

1.1. Objetivos de la Investigación

1.1.1. Objetivo General

Describir el comportamiento agronómico y la degradabilidad *in situ* del pasto King Grass morado (*Pennisetum Purpureum*) en cuatro edades de corte, en el Cantón Portoviejo.

1.1.2. Objetivos Específicos

- Evaluar el comportamiento agronómico del pasto King Grass Morado (*Pennisetum Purpureum*) cosechado en cuatro estados fenológicos.
- Evaluar la composición química del pasto King Grass Morado (*Pennisetum Purpureum*) cosechado en cuatro estados fenológicos.
- Establecerla degradabilidad ruminal de la materia seca (MS) del pasto King Grass Morado (*Pennisetum Purpureum*) cosechado en cuatro estados fenológicos.

1.2. Hipótesis

1.2.1. Hipótesis General

El estudio del comportamiento agronómico, así como la composición química y la tasa de degradación ruminal *in situ*, permitirá conocer mejor el desempeño del pasto King Grass Morado (*Pennisetum Purpureum*) en varios estados fenológicos.

1.2.2. Hipótesis Específica

- El estudio del comportamiento agronómico del pasto King Grass Morado, permitirá evidenciar que no habrá diferencias productivas entre los estados fenológicos posteriores a los 45 días.
- La evaluación de las variables de composición química del pasto King Grass Morado demostrará que no existen cambios en los diferentes estados fenológicos estudiados.
- No existen cambios en la tasa de degradabilidad *in situ* de la materia seca, del forraje del pasto King Grass Morado en los diferentes estados fenológicos estudiados.

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LA LITERATURA

2.1. Antecedentes

En un estudio realizado en Cuba de las variedades de King Grass estudiadas, entre los 14 y 182 días de edad. A partir de 140 días, disminuyó la intensidad en el incremento de la fitomasa acumulada en las tres variedades, aunque el crecimiento continuó después de los 180 días. Este ciclo es característico de la especie *Pennisetum Purpureum* en áreas tropicales durante períodos lluviosos. El rendimiento promedio por año fue de 89 toneladas de forraje fresco/ha, con contenido promedio de 25 % de MS. Esto equivale a 22.25 toneladas MS/ha/año (Martinez et al., 2010).

En otro estudio dicen que la edad de corte óptima para la cosecha de King Grass es de 60 días; no obstante se le puede dar manejo del material para obtener un poco más de MS cosechando a los 75 días de edad, a partir de ahí la calidad nutricional decreció. La proporción de hojas presentes en las plantas determina los porcentajes de MS, PC, EE, cenizas, FAD, celulosa y lignina, aumentaron su concentración en la planta al incrementarse la cantidad de hoja; mientras que la cantidad de FDN disminuye.

Otra investigación coincide con que la calidad nutricional del *Pennisetum Purpureum*, se ve afectado significativamente por la edad de corte, ya que al aumentar ésta disminuye la calidad el promedio de DIVMS de la planta entera fue de 55,52% se analizó el efecto producido por el tratamiento (60, 75 y 90 de días de crecimiento) y la repetición de (épocas de cosecha) encontrando que existen efectos significativos ($p < 0,01$) para ambos factores; además la interacción entre ambos factores estadísticamente determinantes del porcentaje de DIVMS ($p < 0,05$) (Chacón & Vargas, 2009).

La técnica de degradación *in situ* ha sido ampliamente adoptada para evaluar la tasa y la extensión de la degradación de los alimentos en el rumen. Los nuevos modelos para formulación y evaluación de raciones requieren de la determinación precisa de aspectos dinámicos de la degradación adoptándose la técnica *in situ* para la medición.

En la construcción de estos modelos han sido tenidas en cuenta las características particulares del sustrato en estudio, aspectos anatómicos y fisiológicos del animal y

procesos relacionados con la hidratación y colonización del sustrato por parte de los microorganismos ruminales (Rosero & Posada, 2007).

En un estudio se evaluó diferentes edades de corte de del pasto morado (*Pennisetum Purpureum*) para conocer la influencia de la producción y digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS). Edades de corte 45, 60, 75, 105, 120 días; distribuidos en un diseño bloques de completamente al azar y cuatro repeticiones. Se encontró diferencias ($P < 0.001$) entre las edades de corte de todas las variedades evaluadas, excepto para el número de hijuelos ($P > 0,05$). A medida que se incrementa la edad de corte, la DIVMS disminuye linealmente. El corte ente 75- 90 días la cepa logra mayor altura y circunferencia, y la vez incrementa la producción de biomasa (Madera et al., 2013).

En Costa Rica en un estudio sobre los parámetros y degradabilidad de los forrajes adicionando el ensilaje del fruto de pejibaye se obtuvieron los siguientes resultados que partir de 3 kg/día disminuyo la degradabilidad de la materia seca y pared celular de los forrajes, obteniéndose reducciones promedio de 11,08 y 12,16 unidades porcentuales con el consumo diario de 5 kg de ensilaje el suministro de ensilaje no disminuyo el pH ruminal ni la tasa de pesaje sólidos del rumen; sin embargo redujo en forma significativa los contenidos de amoniaco, por lo que la reducción de amoniaco es la causante de la disminución de la degradabilidad de la materia seca y pared celular de los forrajes cuando se utiliza ensilaje (Hio & Rojas, 1996).

2.2. Fundamentaciones

2.2.1. Gramíneas

Las gramíneas constituyen una familia muy importante en cuanto al número de especies que lo integran y al número de ellas que el hombre emplea para alimento de sí mismo (cereales), o para sus animales domésticos, tanto en forma de pasto como en granos. Las plantas constan esencialmente de una parte subterránea (raíz) y una parte aérea, formada de tallos y hojas lineares y paralelinervadas. En ciertas épocas del ciclo vegetativo, en la parte aérea aparecen las inflorescencias (espigas, panojas, etc.) (Carrillo, 2003).

2.2.2. Características botánicas de las gramíneas

En cuanto a su forma, la familia gramínea se distingue por sus tallos cilíndricos, a veces aplanados, generalmente huecos con nudos macizos. Tiene una doble hilera de hojas alternas, cada hoja está constituida por una vaina de hoja tubular en general abierta por un lado para rodear el tallo y la lámina foliar u hoja propiamente dicha. La inflorescencia de las gramíneas está formada por espiguillas que pueden describirse como un conjunto de flores. El sistema de raíces en las gramíneas no es muy profundo, pero es denso y finamente ramificado. Las gramíneas se encuentran entre las plantas que mejor aprovechan el agua (Estrada, 2002).

2.2.3. Morfología Reproductiva

Una planta entra en estado reproductivo cuando por estímulo de condiciones ambientales bien definidas comienzan a operarse una serie de cambios morfológicos en todos o en algunos de los macollos. En gramíneas de ciclo OIP (otoño-invierno-primavera) esos estímulos corresponden a la vernalización (receptado por la yema apical de los de cada macollo) y al fotoperiodo (receptando por las hojas y transmitido por la yema apical de cada macollo). Cuando un macollo ha entrado a estado reproductivo se operan cambios en su morfología. Los cambios más importantes se los denomina estadios (Maddaloni & Ferrari, 2005).

2.2.4. Gramínea más utilizadas en el trópico

Las plantas forrajeras más utilizadas en América tropical están dentro del género *Brachiaria*, las especies *B. brizantha*, *B. decumbens*, *B. humidicola* y *B. ruziziensis*, además del *Pennisetum Purpureum*, que una forma enana del pasto elefante, son ampliamente conocidos y poseen excelentes cualidades forrajeras. Sin embargo, también tienen limitaciones y su mejoramiento se ha visto frenado porque tienen mecanismos apomícticos de reproducción. La planta produce un clon de ella misma y por lo tanto no hay polinización en el proceso de formación de semilla (Farias, 2006).

2.2.5. Origen del King Grass Morado

Fue introducido en América del Sur en 1974, se cultiva a nivel del mar hasta los 2.100 m.s.n.m. Pertenece al género *Pennisetum* y parece haber sido obtenido de por el cruzamiento de *Pennisetum Purpureum* x *Pennisetum Typhoides*. En algunos países se lo conoce como *Saccharum siense*, por lo cual aún existen algunas dudas sobre su clasificación botánica. Se adapta bien a casi todo tipo de suelo, desde livianos hasta muy pesados, pero no soporta encharcamientos prolongados (Estrada, 2002).

La propagación del King Grass Morado es mediante material vegetativo, con tallos maduros extendidos en los surcos de 2cm. Para la propagación con cepas se realiza en cuadros, a distancias de 50 hasta 100cm; en zonas de ladera, la siembra se lo hace en triangulo de (60cm), empleando curvas de nivel. El manejo de malezas se lo hace a mano de una a dos ocasiones durante el establecimiento y posteriormente cada dos cortes; la fertilización se la hace con fuentes orgánicas, según los análisis de suelo, la aplicación de nitrógeno se hace cada dos o tres cortes, para lo cual se sugiere tomar en cuenta los análisis de suelo (Benitez, 1980).

Tabla 2.1. Composición Bromatológica del *Pennisetum Purpureum* (King Grass Morado)

Estado de Desarrollo	PC %	DIVMS %	FDN %	FDA %	Hemi %	Cel %	Lig %	ED %	EM %	Ca %	P %
45 Días	4,9	71,91	67,94	42,04	25,9	32,6	6,4	2,1	1,73	0,24	0,08
40 Días lluvia	8,8	71,2	61,26	35,04	26,26	30,1	3,5	2,1	1,71	0,41	0,23
40 Dias sequia	6,2	64,35	65,44	40,18	25,26	34,5	4,4	1,8	1,51	0,42	0,28

2.2.6. Producción de Forraje

Bajo condiciones favorables de manejo en climas cálidos, produce entre 50 y 60 t/ha de forraje verde cada 45 o 60 días. Se pueden lograr de seis a ocho cortes al año con una producción de 300 a 400 t de forraje verde, lo cual equivale a una producción de 60 a 80 t/ha./año de forraje seco. La capacidad de carga puede ser entre 10 a 20 animales/ha./año con riego y fertilización (Roncalloet al., 2012).

2.2.7. Valoración nutricional de la calidad de los forrajes

Los forrajes se pueden evaluar mediante análisis de laboratorio y su composición química es muy variable y está afectada por factores de tipo ambiental, biótico y de manejo. El suministro total de los nutrientes de la planta está afectado por 3 factores: consumo voluntario de la materia seca del forraje, digestibilidad de la materia seca del forraje y la eficiencia con la cual el alimento consumido y digerido es transformado en productos útiles (Estrada, 2002).

2.2.8. Métodos de Evaluación Directo

Según lo expone Estrada (2002), la estimación de los compuestos del forraje disponible (materia verde en base seca, materia inerte o muerta, hoja y tallo) puede hacerse por separación manual del material cortado. Esto exige muchas veces tomar submuestra del forraje en marcos utilizados para medir la disponibilidad de forraje. La composición botánica de una planta puede estimarse haciendo mediciones de los siguientes factores:

- Número o densidad de la planta
- Cobertura de las especies
- Pesaje de las especies.

Según Arias (2012), citado por Ibarra y León (2001), quienes indican que al aumentar la edad de rebrote la relación hoja-tallo disminuye, posiblemente debido al efecto de factores como la madurez de la planta, la temperatura, la humedad relativa y el manejo del material.

2.2.9. Métodos de Evaluación Indirectos

Los métodos indirectos son aquellos donde entran factores como: composición química de la planta, degradabilidad y digestibilidad de la planta; los cuales ocurren en el animal, o a su vez, este proceso fisiológico se simula en el laboratorio con la aplicación de diversas técnicas que permitan estimar la capacidad que tiene el alimento de aportar nutrientes necesarios a los rumiantes.

La composición química de los pastos hace referencia sobre el valor nutritivo que tienen las mismas al momento de la evaluación más no en el aprovechamiento del animal, la cual

se la obtiene mediante un análisis proximal. La digestibilidad, hace referencia a la cantidad de alimento que desaparece en el tracto digestivo (Roncallo et al, 2012).

Por otro lado está la degradabilidad que se define como la cantidad de alimento que se descompone en sus elementos integrantes, mediante procesos biológicos o químicos. A diferencia de la degradabilidad, la digestibilidad de los forrajes permite estimar la proporción de nutrientes presentes en el alimento, que tienen potencial de ser absorbidos por el tracto digestivo (Giraldo et al. 2006, citado por Navarro et al., 2011).

2.2.10. Técnica de Degradación Ruminal *in situ*

La evaluación de la digestibilidad supone la determinación de la cantidad de un determinado nutriente que desaparece en el tracto digestivo. Mientras que McDonald (1986), define la digestibilidad de un alimento como la proporción del alimento que no es excretado con las heces y que se supone, por lo tanto, que ha sido absorbido. La digestibilidad es determinada convencionalmente restando de la cantidad consumida de un determinado nutriente la cantidad excretada con las heces (Tobal, 1999).

Anatómicamente el tracto digestivo de los rumiantes puede ser dividido en tres compartimientos, cada uno con características propias y particulares: retículo – rumen, intestino delgado e intestino grueso. En el rumen y en el intestino grueso la digestión ocurre por acción microbiana, mientras que en el intestino delgado diferentes enzimas degradan los componentes del alimento. Además en el contenido ruminal pueden ser distinguidos dos sub compartimientos: una fase líquida y una fase sólida en la que se evidencia la presencia de partículas con rápidas tasas de pasaje y degradación (alimentos concentrados) y partículas que presentan prolongados tiempo de retención y lenta degradación (forrajes) (Rosero & Posada, 2007). Esta técnica funciona suspendiendo las bolsas de nylon en el rumen, que contengan la muestra a analizar. El contenido nutricional que desaparezca de las bolsas es equivalente a los nutrientes que se han aprovechado en el animal.

2.2.11. Influencias en la Utilización del Método de Degradación *in situ*

Existen un gran número de factores que afectan la estimación de la degradabilidad en el rumen cuando se utiliza la técnica *in situ*, por lo tanto todos los factores que influyen

deberán tomarse en cuenta cuando esta se utilice. La porosidad de las bolsas, el tamaño de la muestra, efectos de la dieta, efecto del lavado; entre otros son los factores a considerar (Villalobos et al., 2000).

2.2.12. Descripción de Muestras y Bolsas para Pruebas de Degradabilidad

Las bolsas que se utilizaron inicialmente en el funcionamiento de la técnica de degradabilidad *in situ* fueron cilíndricas de seda muy finas y se las utilizó en ovejas. Posteriormente la seda fue reemplazada por material sintético hasta la actualidad. La selección de la porosidad de la bolsa se hará considerando el riesgo de perder partículas de la muestra, el grado de entrada de contenidos del rumen, limitaciones en la entrada y salida del líquido ruminal, y el riesgo de seleccionar diferentes poblaciones bacterianas. Para decidir el tamaño de muestra se deben tomar en cuenta dos aspectos: una cantidad suficiente de muestra debe quedar para el análisis después de los periodos de incubación, pero la cantidad de la muestra no debe de ser tan grande para que retrase el mezclado instantáneo de las partículas del alimento y el líquido ruminal. El tamaño de la muestra a incubar, en lo posible debería simular el tamaño como el alimento que normalmente está en el rumen (Villalobos et al., 2000).

2.2.13. Características del Animal Fistulado

Según Gonzales et al. (1990), la técnica *in situ* se la aplica en rumiantes (ovinos y bovinos). La edad de los animales utilizados está en promedio de 2 a 5 años, es decir que su actividad ruminal esté completa. La dieta de adaptación que debe recibir el animal no debe ser menor a 14 días y debe de ser similar a la dieta que se va a evaluar.

2.2.14. Ventajas y Desventajas de la Técnica de Degradabilidad *in situ*

- Esta técnica requiere de mínimos equipos de laboratorio (balanza analítica, y estufa de secado).
- Requiere una cantidad pequeña de muestra.
- Requiere de poco tiempo para realizarla.
- No requiere de personal altamente entrenado.

- Esta técnica no toma en cuenta la digestión de los forrajes que se lleva a cabo en el tracto digestivo posterior, por lo que los resultados obtenidos son invariablemente mayores a los obtenidos con otros métodos.
- Los resultados obtenidos son muy variables.
- La precisión de esta técnica no ofrece una buena confiabilidad en los datos para calcular el consumo de forraje.
- Permitir el estudio de la evolución de la degradabilidad en función del tiempo de permanencia en el rumen, y de medir los efectos de diferentes factores ruminales sobre la tasa de digestibilidad de los distintos nutrientes.
- Estudios indican que la varianza entre animales es mayor que entre las bolsas dentro de un animal, y algo inferior entre series de repeticiones (Gonzales et al., 1990).

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Sitio de estudio (localización, características climáticas y edáficas)

El presente trabajo experimental se realizó en el Departamento de Investigación Animal de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Técnica de Manabí, ubicada en la Provincia de Manabí, Cantón Portoviejo; a una Altitud de 44 M.S.N.M; temperatura de 24 - 32 Grados Celsius, una Humedad Atmosférica de 65 a 70%. Ubicada 1° 2' 8'' de latitud sur, y a 80° 27' 2'' de latitud Oeste, Precipitación de 600-800 mm 3/Año; la cual facilitó las áreas de pastizales establecidos para los experimentos que corresponden a esta investigación.

El área de pastizales del departamento de producción posee tres variedades de pastos, King Grass Verde, King Grass Morado y Saboya, todos constan de un sistema de riego por aspersión adaptados a una bomba trifásica de 7,71lts/seg con una presión de 85 PSI (libra-fuerza por pulgada cuadrada). El riego del área de pastizales está proporcionado por aspersores tipo agrícola de caudal medio-alto, alcance de 37 a 50mts, caudal operativo de 12.000 a 16.000lts/h y ciclo total de riego (rotación a 360°) de 8 minutos.

3.2. Técnicas, procedimientos, instrumentos y recursos

El trabajo de tesis “Comportamiento agronómico y degradabilidad *in situ* del pasto King Grass Morado (*Pennisetum Purpureum*) en cuatro estados fenológicos, realizado en el cantón Portoviejo, 2014”; estuvo conformado por dos fases; en la primer fase, se evaluó el comportamiento agronómico, así como también, la composición química del pasto; en la segunda fase, nos permitió determinar el tiempo y la velocidad de motricidad y degradabilidad ruminal del pasto King Grass Morado en cuatro edades de corte (30, 45, 60 y 75 días) en ocho tiempos de incubación ruminal (0, 3, 6, 12, 24, 48, 72, 96). La evaluación del comportamiento agronómico se la realizó en el área de pastos de la Facultad de Ciencias Veterinaria de la Universidad Técnica de Manabí, en un área aproxima 483m² de pasto King Grass Morado establecido.

En los trabajos que corresponden a la determinación de la degradabilidad ruminal también se contó con la colaboración de la Facultad de Ciencias Veterinaria tanto en la utilización de los animales ruminofistulados, así como también, de la disposición del laboratorio de bromatología para los análisis correspondientes para la investigación.

3.3. Técnicas y Procedimientos

El presente trabajo a investigar estará enfocado a determinar la calidad nutricional del pasto King Grass Morado (*Pennisetum Purpureum*) por medio de la evaluación de cuatro edades de cortes. Para lo cual se utilizó métodos directos para evaluar el comportamiento agronómico de la planta, composición química y se utilizó métodos indirectos donde se estudió la degradabilidad ruminal mediante la técnica *in situ*.

3.3.1. Comportamiento Agronómico y Composición Química

En esta primera parte del trabajo se evaluó las siguientes variables de estudio, tomando en cuenta las siguientes recomendaciones:

3.3.1.1. Altura de la planta (cm)

Con la ayuda de un flexómetro se mide la planta desde el suelo hasta las hojas más sobresalientes de la misma, tomando aproximadamente 3 plantas por cada edad y por parcela, seleccionadas al azar (Cruz, 2008).

3.3.1.2. Biomasa forrajera (BF) (Kg/MS/ha)

Para determinar esta variable se considera el peso total de la planta expresado en kg en cada edad de rebrote; los tallos y las hojas serán pesados antes y después de haberse secado al sol, para esto se utilizara una balanza de tipo reloj (Cruz, 2008).

Para la toma del material se colecta aproximadamente 2m² dentro de la parcela útil, de cada repetición y de cada edad, se lo coloca en tendales de plásticos separadas y correctamente identificadas de acuerdo a la edad, para luego ser sometido a secado por exposición natural al sol para determinar la humedad parcial por diferencia de peso (Cruz, 2008).

3.3.1.3. Peso seco del tallo (g)

Las plantas seleccionadas para la altura de la planta, pueden servir para el peso seco del tallo y las otras variables del comportamiento agronómico. Se procede a pesar las plantas secas seleccionadas al azar dentro de cada parcela, repetición y frecuencia de corte, para esto se utiliza una balanza gramera (Cruz, 2008).

3.3.1.4. Longitud (cm), ancho (cm) y peso de hojas (g)

Se procedió a evaluar el largo, ancho y peso seco de las plantas seleccionadas de cada parcela, repetición y frecuencia de corte, para este procedimiento se utilizara un flexómetro y una balanza gramera (Cruz, 2008).

3.3.1.5. Diámetro de tallo (mm)

Con la ayuda de un calibrador se toma el diámetro del tallo de las plantas seleccionadas de cada parcela, repetición y frecuencia de corte, y sacar un promedio (Cruz, 2008).

3.3.1.6. Relación hoja: tallo (h: t)

Para determinar esta variable se utiliza los pesos de las hojas y tallos de la planta presente en el muestreo y con ellos se calcula los kg de hoja y de los tallos, para cada tratamiento y cada edad de corte. De esa manera se establece la relación tallo – hoja (Cruz, 2008).

3.3.1.7. Análisis bromatológico (valor nutritivo)

Para este propósito se procede a sub-muestrear el material recolectado de la obtención de la humedad parcial; aproximadamente 1 kg de cada parcela (5 kg en total) que se llevó a la estufa a una temperatura de 65°C durante 48 horas, posteriormente se procede a moler en molino tipo Wiley de criba de 2 mm. Se determinara la composición química mediante el análisis proximal propuesto por la (AOAC, 1990).

La humedad se obtuvo por medio de secado en estufa, El contenido de humedad de los alimentos y pastos varía enormemente. El porcentaje de cenizas totales se obtuvo por medio de la incineración de la muestra, la cual pasa a destruir toda la materia orgánica hasta que queda libre de carbón, cambiando su naturaleza, las sales metálicas de los ácidos orgánicos se convierten en óxidos o carbonatos, o reaccionan durante la incineración para formar fosfatos, sulfatos o haluros. El porcentaje de extracto etéreo se obtuvo por medio de la extracción semicontinua con un disolvente orgánico. El porcentaje de proteína bruta se obtuvo por medio de la determinación de la materia nitrogenada total por un factor de conversión (6,25).

El porcentaje de fibra bruta se obtuvo por medio de la digestión de la muestra, separando la parte digerible de la muestra, a los polisacáridos vegetales y la lignina que no se digieren las enzimas del tracto gastrointestinal (AOAC, 1990).

Luego de este procedimiento se utiliza una cantidad de muestra de 300gr aproximadamente por cada parcela experimental y por cada edad del pasto, lo que nos deja un total de 1.5kg de muestra por edad de corte, la que posteriormente será utilizada para el experimento 2 en lo que respecta a la degradabilidad ruminal.

3.3.2. Degradabilidad ruminal *in situ*

La digestibilidad está directamente proporcionada al consumo de alimentos de y condicionado a la biodisponibilidad de los nutrientes de los mismos. Los procesos de digestibilidad que se dan en el rumen son los que producen el 60% de la energía y el 60-80% de la proteína que es sintetizada por los microorganismos del rumen, los que serán utilizados para el mantenimiento y producción, así lo indica (Santini, 1995) citado por (Blanco, 1999).

Para la realización de la degradabilidad ruminal *in situ* se utilizó cuatro bovinos hembras fistuladas ruminalmente, de raza mestiza, de aproximadamente 450 kg de peso vivo. Antes de iniciar las pruebas de campo los cuatro animales cumplieron una fase de pre-experimentación, durante 15 días, período en el cual fueron desparasitados y alimentados con una ración de mantenimiento a base de pasto, a fin de mantener estable el ambiente ruminal. La determinación de la degradabilidad ruminal *in situ* se hizo en base al residuo que quedó en las bolsas de nylon luego de cada período de incubación dentro del rumen:

$$\% \text{ Degradabilidad} = \frac{\text{Cantidad inicial}(g) - \text{cantidad residual}(g)}{\text{Cantidad inicial}(g)} * 100$$

Para los análisis bromatológicos, la MS será determinada por secado de las muestras de peso constante en una Estufa a 65° C por 48h. La degradación de la materia seca (MS) estuvo sujeta a una ecuación exponencial $p = a + b(1 - e^{-kd \cdot t})$ donde p (degradabilidad potencial) es la desaparición de MS (g.g-1) en el tiempo t. Las características de degradación de los alimentos fueron definidos como a= fracción degradable rápidamente, b= fracción degradable lentamente, y kd= tasa de degradación de b por hora.

3.4. Factores y Tratamientos

3.4.1. Experimento de Comportamiento Agronómico

En la primera parte de la investigación correspondiente a la fase uno, estuvo conformada por un solo factor que corresponde a la edad de cosecha (E) del pasto King Grass Morado (*Pennisetum Purpureum*); los tratamientos correspondieron a las edades de rebrote del pasto (30, 45, 60 y 75 días). El detalle de cada uno de los factores y niveles se presenta en el siguiente cuadro:

Tabla 3.1. Descripción de los factores y niveles del Comportamiento Agronómico

FACTORES	NIVELES	SIMBOLOGIA
EDAD DE COSECHA (E)	30 Días de Rebrote (e1)	Ee1
	45 Días de Rebrote (e2)	Ee2
	60 Días de Rebrote (e3)	Ee3
	75 Días de Rebrote (e4)	Ee4

De la combinación de los factores y niveles resultan los siguientes tratamientos:

Tabla 3.2. Descripción de los tratamientos del Comportamiento Agronómico

Nº	SIMBOLOS	DESCRIPCIÓN
1	Ee1	30 días de rebrote
2	Ee2	45 días de rebrote
3	Ee3	60 días de rebrote
4	Ee4	75 días de rebrote

3.4.2. Degradabilidad Ruminal *in situ*

Representa la fase dos del presente trabajo, que estuvo formado por las cuatro edades (E) de cosecha (30, 45, 60 y 75 días) del pasto King Grass Morado (*Pennisetum Purpureum*), donde se evaluó el tiempo y la velocidad de motricidad y degradabilidad ruminal *in situ*, en cuatro bovinos fistulados, los mismos que representará un bloque. Se evaluó la degradabilidad de cada muestra independientemente con una muestra de repetición, en ocho tiempos de incubación (0, 3, 6, 12, 24, 48, 72 y 96 horas).

Tabla 3.3. Descripción de Factores y Niveles de la Degradabilidad Ruminal *in situ*

FACTORES	NIVELES	SIMBOLOGIA
EDAD DE COSECHA (E)	30, 45, 60 y 75 DIAS DE REBROTE (e1,e2,e3,e4)	Ee1e2e3e4
	30, 45, 60 y 75 DIAS DE REBROTE (e1,e2,e3,e4)	Ee1e2e3e4
	30, 45, 60 y 75 DIAS DE REBROTE (e1,e2,e3,e4)	Ee1e2e3e4
	30, 45, 60 y 75 DIAS DE REBROTE (e1,e2,e3,e4)	Ee1e2e3e4

De la combinación de los factores y niveles resultan los siguientes tratamientos:

Tabla 3.4. Descripción de los Tratamientos de la Degradabilidad Ruminal *in situ*

Nº	SIMBOLOS	DESCRIPCIÓN
1	Ee1e2e3e4	30, 45, 60 y 75 días de rebrote
2	Ee1e2e3e4	30, 45, 60 y 75 días de rebrote
3	Ee1e2e3e4	30, 45, 60 y 75 días de rebrote
4	Ee1e2e3e4	30, 45, 60 y 75 días de rebrote

Tabla 3.5. Esquema de Bloques de la Degradabilidad Ruminal *in situ*

N° TRATAMIENTOS	BLOQUES				DESCRIPCIÓN
	I	II	III	IV	
1	Ee1	Ee1	Ee1	Ee1	30días de rebrote
2	Ee2	Ee2	Ee2	Ee2	45 días de rebrote
3	Ee3	Ee3	Ee3	Ee3	60 días de rebrote
4	Ee4	Ee4	Ee4	Ee4	75 días de rebrote

3.5. Diseño Experimental

Experimento 1. Comportamiento agronómico

El trabajo que se realizó estuvo direccionado a evaluar las edades de cosecha del pasto King Grass Morado (30, 45, 60 y 75 días), con la finalidad de determinar la edad óptima al corte en el sitio que se realizó el estudio. Se utilizó el diseño completamente al azar debido a que previa observación del terreno donde está sembrado el pasto, las plantas no expresan diferencias en el crecimiento y presentan una altura uniforme, por esta razón, la falta de variación en el pasto y debido a que el terreno no existe una pendiente considerable, no se hace recomendable el utilizar el diseño en bloques completamente al azar. Por tratarse de un terreno plano en esta etapa se aplicó un diseño de completamente al azar con cuatro tratamientos y cinco repeticiones por tratamiento; siendo el factor en estudio, la edad del rebrote (30, 45, 60 y 75 días), cada una con 5 repeticiones, conformando así 20 unidades experimentales correspondientemente a la edad de corte.

Los resultados de cada componente se interpretaron a través del correspondiente análisis de variancia por medio del programa estadístico Minitab 17. Para la comparación de medias entre tratamientos se utilizó la Prueba de Tukey al 5%.

Se estableció la parcela experimental, la cual estuvo conformada de acuerdo al factor de estudio, es decir las edades del pasto (30, 45, 60 y 75 días). Los resultados de cada componente se interpretaron a través del correspondiente análisis de variancia presentado en el Tabla 7.

Tabla 3.6. Esquema del Adeva para evaluar el comportamiento agronómico

Fuentes de variación	Grados de libertad
Total	19
Edad de corte (30,45,60,75)	3
Error	16

Experimento 2. Degradabilidad ruminal *in situ*

Se aplicó un diseño en bloque completamente al azar (DBCA), en donde los tratamientos fueron las diferentes edades del pasto (cuatro en total), evaluados en cada animal en ocho tiempos dentro del rumen; el criterio de bloque estuvo representado por cada animal y la independencia del rumen de cada uno (cuatro animales), cada uno de los factores fueron introducidos en el rumen en duplicado (aunque las dos representaran una muestra) lo que nos deja un total de 64 muestras por animal dando al final un total de 256 unidades experimentales (cada bolsita).

Tabla 3.7. Esquema del Adeva para evaluar la degradabilidad ruminal

Fuentes de variación	Grados de libertad
Total	15
Tratamientos (30,45,60,75)	3
Bloques (4 animales)	3
Error	9

3.6. Métodos Estadísticos

La presente investigación está fundamentada en el método de investigación científica con carácter experimental, se utilizó para probar la relación entre causa y efecto de las variables investigadas. Por tratarse de un conjunto de procedimientos racionales y sistemáticos encaminados a hallar solución a un problema.

Fue utilizado un muestreo no probabilístico, considerando que para la toma de muestras se seleccionó un pastizal y se establecieron parcelas según el criterio del investigador. Además se utilizó la investigación explicativa y de monitoreo del desempeño porque permitió medir la biodisponibilidad de los nutrientes del pasto de acuerdo a la edad de corte del mismo, por consecuente esto nos llevó a la obtención de resultados de tipo cuantitativo y cualitativo de la relación causa-efecto entre las variables evaluadas en el comportamiento agronómico, la composición química del pasto y la degradabilidad *in situ* de materia seca (MS).

Comportamiento agronómico

En esta parte de la investigación correspondiente al experimento uno, el mismo que estuvo conformada por un solo factor que corresponde a la edad de cosecha (E) del pasto King Grass Morado (*Pennisetum Purpureum*); los tratamientos correspondieron a las edades de rebrote del pasto (30, 45, 60 y 75 días). Siendo el modelo lineal aditivo el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + t_i + \varepsilon_{ij}$$

Dónde:

Y_{ij} = Valor estimado de la variable

μ = Media general

t_i = Tratamientos (edades de corte)

ε_{ij} = Efecto del error

Para el análisis estadístico de datos en el primer y segundo experimento correspondiente a al comportamiento agronómico y degradación *in situ* se usó en los procedimientos los modelos lineales generales del programa estadístico Minitab 17 (Minitab, 2013).

Degradabilidad *in situ*

La degradabilidad ruminal se estudió a través de la degradación de la materia seca (MS). En esta parte de la investigación se utilizó un diseño de bloques completamente al azar, donde se evaluó el pasto, en ocho tiempos de incubación (0, 3, 6, 12, 24, 48, 72 y 96 h); se utilizó cuatro bovinos ruminofistulados, representando un bloque, donde se calculó la degradabilidad de las muestras. Siendo el modelo lineal aditivo el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + t_i + b_i + \varepsilon_{ijk}$$

Dónde:

Y_{ijk} = Valor estimado de la variable

μ = Media general

t_i = Tratamientos (edades de corte)

b_i = Efecto del yeísmo bloque

ε_{ijk} = Efecto de error

3.7. Manejo del Experimento

Este trabajo estuvo compartido en dos fases, el primero está dirigido a evaluar el comportamiento agronómico del pasto King Grass Morado en cuatro edades de corte analizando las variables mencionadas anteriormente en relación a la composición química en cada edad. El tipo de suelo del área en donde se encuentra sembrado el pasto King Grass Morado fue clasificado de acuerdo a los resultados que remita el laboratorio, el cual se realizó previo al inicio del trabajo de campo.

3.7.1. Comportamiento Agronómico

Para la evaluación del comportamiento agronómico se estimó 20 parcelas de 4,5m x 3m divididas por pasillos de 1m entre cada parcela y por un total del área que fue de 367,5m². Una vez que se preparó el área de trabajo, se realizó el corte de igualación de las parcelas a una altura de 10cm desde el suelo; para posteriormente sortear las edades y repeticiones, seleccionadas al azar.

Una vez comenzado el desarrollo del pasto y luego de 30 días se procedió a la evaluación del primer rebrote del pasto y consecutivamente a los días 45, 60 y 75. El material que se utilizó para la evaluación de las variables correspondientes al comportamiento agronómico fueron tomadas de la “parcela útil” que se la determinó eliminando el efecto de borde, reduciendo el tamaño de cada parcela 0,5m hacia el interior, quedando una parcela útil de 3.5m x 2m respectivamente, la cual servirá para la evaluación de las variables. Para este trabajo fue necesario realizar trabajos de control de maleza, antes y durante la investigación, mediante labores programadas para reducir cualquier efecto de competitividad entre plantas.

3.7.2. Degradabilidad *in situ*

Se utilizó cuatro bovinos ruminofistulados, de aproximadamente 450 kg de peso vivo. Antes de iniciar las pruebas de campo los cuatro animales cumplieron una fase de pre-experimentación, de 15 días, período en el cual fueron desparasitados y alimentados con una ración de mantenimiento a base de pasto King Grass Morado, a fin de mantener estable el ambiente ruminal. Las muestras para degradabilidad *in situ* fueron colectadas y preparadas para la incubación a los 30, 45, 60 y 75 días de rebrote del pasto King Grass Morado (*Pennisetum Purpureum*), con los siguientes procedimientos:

Una vez obtenida la muestra se procedió a la extracción de la humedad en una estufa, a 65° C por 48 h, junto con las bolsas de nylon; transcurrido el tiempo y con la muestra al ambiente procedimos a preparar cada muestra del forraje y reportando el peso. Las muestras fueron colocadas por duplicado, en bolsas de nylon de marca Ankom de 10cm x5cm y tamaño de poro de 45µm, en cantidad de 5g por bolsa que fueron selladas utilizando bandas de goma, seguidamente, fueron sujetadas a una cadena de acero inoxidable, la cual fue colocada dentro del rumen de cada uno de los cuatro animales

fistulados para ser incubados durante ocho tiempos: 0, 3, 6, 12, 24, 48, 72 y 96 horas respectivamente; las muestras fueron introducidas en el rumen en orden decreciente de tiempo. Posteriormente las bolsas de nylon fueron lavadas en agua corriente fría, hasta que el lavado las limpiara y descoloriera; secadas primeramente al ambiente, y luego fueron colocadas dentro de la estufa a 65° C por 48 horas, posteriormente fueron pesadas en balanza analítica, registrando su peso seco.

La degradabilidad ruminal se estudió a través de la degradación de la materia seca (MS), para lo cual se utilizó los pesos registrados de las muestras antes y después del tiempo de la incubación:

$$MS(\text{Post Incubación}) = \frac{(PI - PF) - PB}{(PI - PB)} \times 100$$

Dónde:

(PI – PF)= Peso Inicial – Peso Final

(PI – PB)= Peso Inicial – Peso Bolsa

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1.Efecto del Comportamiento Agronómico del King Grass Morado.

Se pudo determinar que el pasto King Grass Morado en el Comportamiento Agronómico no reporta diferencias ($p>0.005$) en cuanto a número de hojas, número de tallos y en la relación hoja: tallo (número); en las 4 edades de corte y se encontró diferencia ($P<0.05$) en las variables: altura de la planta, ancho de la hoja, longitud de hoja, longitud de tallo, diámetro de tallo, biomasa forrajera, peso seco de la planta, peso seco de hojas y peso seco de tallos. Poniendo en evidencia que se incrementa la altura y circunferencia del tallo, largo y ancho de la hoja y producción de forraje.

La mayor altura del pasto, número de hojas, número de tallos, en la relación hoja: tallo (número), altura de la planta, ancho de la hoja, longitud de hoja, longitud de tallo, diámetro de tallo, biomasa forrajera, peso seco de la planta, peso seco de hojas y peso seco de tallos se alcanzó a los 75 días de edad; los datos obtenidos estuvieron en los rangos señalados por Patiño (2006); FAO (2002), quien menciona que el pasto King Grass Morado es una especie perenne de porte alto, crece en macollos, los tallos presentan una altura que varía de 2-3 m y diámetro del entrenudo de 2-4 cm.

Los resultados de altura de la planta, corrobora con otra investigación, donde mencionan que en zonas con suelos pobres en materia orgánica, clima relativamente seco, con pH 4.5 – 5 y una altura aproximada de 1.750 msnm; se han obtenido cosechas de 75 días con una altura de la planta de 2.50mts (Cruz, 2008). Las hojas tienen de 30-70 cm de largo y entre 2-3 cm de ancho; aunque pudiesen encontrarse plantas que alcancen valores superiores en altura, longitud y ancho de las hojas. Mientras tanto Avellaneda et al. (2008); menciona que la disponibilidad de material forrajero en la pradera crece paulatinamente en relación al aumento de la edad del pasto, aunque podrían ser afectada por factores medioambientales, tal como lo indican Obispo et al. (2008); quien se refiere al efecto de la luz solar sobre las características morfo-estructurales y agroproductivas del pasto *Panicum Maximun*.

Tabla 4.1. Efecto del Comportamiento Agronómico del King Grass Morado.

Variables	Efecto de las Edades				EEM	Prob.
	30	45	60	75		
Altura de Planta (cm)	105.10 c	130.70 bc	177.70ab	213.00 a	13,390	<0.001
Número de Hojas	201.70 a	320.20 a	281.80 a	325.70 a	60,982	0.472
Ancho de Hojas (cm)	1.48 b	1.85 b	2.58 a	2.55 a	0,159	<0.001
Longitud de Hojas (cm)	47.23 b	56.52ab	62.41ab	71.55 a	4,164	0.004
Número de Tallos	26.00 a	34.40 a	32.20 a	34.20 a	6,740	0.797
Longitud de Tallos (cm)	16.40 c	20.60 c	33.59 b	60.23 a	2,789	<0.001
Diámetro de Tallos (cm)	0.86 c	0.89 c	1.13 b	1.49 a	0,045	<0.001
BF (kg MS ha ⁻¹)	636.00 b	837.00 b	2295.00 ab	3669.00 a	665,118	0.018
PSP (g)	75.90 b	115.00 b	241.00 ab	396.00 a	60,905	0.008
PSH (g)	49.40 b	74.60 b	135.80 ab	207.50 a	30,143	0.009
PST (g)	26.50 b	40.40 b	105.20 ab	188.80 a	31,260	0.008
Relación hoja : tallo (Peso)	0.93 b	1.28 b	1.49 ab	2.13 a	0,180	0.002
Relación hoja : tallo (Número)	7.82 a	9.18 a	8.72 a	10.27 a	0,688	0.129

Promedios con letras iguales en las filas no difieren estadísticamente (Tukey, p>0.05).

PSP: Peso Seco de la Planta

PSH: Peso Seco de la Hojas

PST: Peso Seco de Tallos

4.2. Efecto del Análisis Bromatológico del King Grass Morado (BS).

En la Composición Química del King Grass Morado no se encontró diferencia ($P>0.05$) entre las edades de corte en la variable de extracto etéreo sin embargo de: % materia seca, % cenizas totales, % proteína bruta, % fibra bruta y % extracto libre de nitrógeno; presentaron diferencia de ($P<0.05$) por efecto de la edad de corte. Se observó que con el aumento de la edad, disminuye el porcentaje de proteína y se incrementa el porcentaje cenizas totales y fibra bruta. El porcentaje de materia seca entre las cuatro edades fue mayor a los 75 días, mientras que el contenido de elementos libres de nitrógeno fue superior a los 30 y 45 días de rebrote; lo cual nos conlleva a confirmar lo mencionado por (Estrada, 2002); quien dice que las gramíneas crecen y maduran rápidamente, disminuyendo su valor nutritivo debido al incremento de la lignificación de la pared celular y a la más rápida actividad metabólica que decrece los contenidos celulares, los cuales son factores que afectan en el consumo de las gramíneas además de la baja digestibilidad de los mismos; a su vez estos factores son los que conllevan a los productores a la búsqueda de alternativas que aporten cantidad y calidad en las pasturas supliendo así las necesidades diarias de los hatos.

En cuanto a los porcentajes de materia seca y cenizas totales existe un altibajo entre las edades de corte; y existe una estable aproximación del porcentaje de extracto etéreo, entre las mismas; con estos datos obtenidos se confirma lo mencionado por (Pirela, 2005); quien menciona que son muchos los factores determinantes de la composición química de los pastos, así tenemos: factores propios de la planta (especie, edad, morfología, etc.), factores ambientales (temperatura, radiación solar, precipitación, fertilidad y tipo de suelo) y factores de manejo que el hombre ejerce sobre la pastura. Además (Morrison, 1951); menciona que el aumento de cenizas está asociado a la calidad y la edad del pasto.

Tabla 4.2. Efecto del Análisis Bromatológico del King Grass Morado (BS).

Variables	Efecto de las Edades				EEM	Prob.
	30	45	60	75		
%MS	13.44 b	10.70 d	12.48 c	15.87 a	0.1153	<0.000
% CT	18.90 b	19.47 b	23.38 a	21.75 a	0.4878	<0.000
% PB	6.69 a	6.63 a	6.28 a	5.14 b	0.2437	0.001
% EE	1.09 a	0.97a	1.08 a	1.01 a	0.0481	0.240
% FB	23.24 c	23.95 bc	24.70 b	28.23 a	0.1955	<0.000
% FDN	41.11 a	38.85a	40.83 a	39.98 a	2.8416	0.942
% FDA	66.62 a	64.54 a	65.99 a	65.34 a	2.5144	0.944
% ELN BS	50.06 a	48.99 a	44.56 b	43.88 b	0.6495	<0.000

Promedios con letras iguales en las filas no difieren estadísticamente (Tukey, $p>0.05$)

4.3. Efecto de la Degradación Ruminal *in situ* del King Grass Morado.

En la evaluación de la Degradación Ruminal *in situ* del King Grass Morado, se encontró diferencia ($P<0.05$) entre las edades de corte en todos los tiempos de incubación ruminal. Apreciándose que el valor más alto de degradación ruminal *in situ* de la MS fue a las 96 horas y se presentó a la edad de crecimiento de 30 días, notándose que conforme la edad del pasto aumentaba, la degradación fue en descenso y a su vez; a medida que disminuía el tiempo de incubación se observaron menores porcentajes de degradación.

En la hora 0 de incubación, se puede observar claramente un porcentaje de degradación ruminal, en lo cual, como lo reportó (Ørskov, 1980); esta es la parte del alimento incubado que escapa de la bolsa y no necesariamente se puede hablar de una degradación completa; por lo tanto, los resultados deben ser tratados con el preciso cuidado y ser usados como indicadores cualitativos de los principios generales de la actividad microbiana (Lino et al., 2012).

Tabla 4.3. Efecto de la Degradación Ruminal *in situ* del King Grass Morado.

Variables	Efecto de las Edades				EEM	Prob.
	30	45	60	75		
0 Horas	14.38 a	12.75 a	11.54 ab	8.06 b	0.8382	0.006
3 Horas	23.21 a	18.24 b	17.87 b	13.59 c	0.6547	<0.001
6 Horas	25.42 a	20.99 b	19.58 b	15.25 c	0.3261	<0.001
12 Horas	31.63 a	25.36 b	23.93 b	19.65 c	0.5995	<0.001
24 Horas	41.63 a	35.65 b	33.11 b	25.54 c	0.7668	<0.001
48 Horas	55.53 a	46.67 b	46.84 b	41.29 b	1.5356	0.002
72 Horas	56.96 a	51.28 b	50.51 b	47.32 b	0.9243	0.001
96 Horas	57.67 a	51.59 b	49.08 b	43.58 c	1.0458	<0.001

Promedios con letras iguales en las filas no difieren estadísticamente (Tukey, $p>0.05$)

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- De las cuatro edades de corte del pasto King Grass Morado evaluado, los mejores resultados reportados tanto en comportamiento agronómico, composición nutricional y degradación ruminal se dieron cuando se realizó el corte a los 45 días después del corte de igualación.
- La altura de la planta, ancho de hoja, longitud de hoja, ancho y diámetro de tallo se comprobó que aumentaba al avanzar las edades de corte; obteniendo como mejores resultados a los 75 días de corte.
- Las variables número de hojas y número de tallo, no alcanzaron significancia estadística entre las edades de corte estudiados.
- Los porcentajes de materia seca, proteína bruta y extracto libre de nitrógeno en la composición nutricional del pasto King Grass Morado disminuye a medida que aumenta la edad del pasto; mientras que los porcentajes de cenizas y fibra bruta aumentan.
- Se comprobó que la degradación ruminal *in situ* es mayor conforme avanza el tiempo de incubación y la edad con la mayor degradación fue a los 30 días.

5.2.Recomendaciones

- Utilizar el pasto King Grass Morado para la alimentación en bovinos a los 45 días tomando en cuenta el comportamiento agronómico, la composición química y la degradación ruminal *in situ*.
- Realizar nuevas investigaciones utilizando los mismos pastos de corte y edades, empleando fertilizantes químicos y orgánicos.
- Continuar con la investigación utilizando el diseño desarrollado en la presente investigación en ambas épocas del año con la finalidad de mejorar los pastizales de la institución y la comunidad manabita.

BIBLIOGRAFÍAS

- Akers, M., & Denbow, M. (2008). *Anatomy & Physiology of Domestic Animals* (Primera ed.). Ames, Iowa, United States : Blackwell Publishing.
- Angel. (2006). Contribución de los forrajes mejorados a la productividad ganadera en sistemas de doble propósito. San José, Costa Rica.
- AOAC. (1990). *Official Methods of Analysis* (15th Ed. ed.). Arlington, Virginia, USA.
- Araya, M., & Boschini, C. (2005). Producción de Forraje y Calidad Nutricional de Variedades de Pennisetum Purpureum en la Meseta Central de Costa Rica. *Agronomía Mesoamericana*, XVI, 37-43.
- Araya, M., & Boschini, C. (2005). Producción de Forraje y Calidad Nutricional de Variedades de Pennisetum Purpureum en la Meseta Central de Costa Rica. *Agronomía Mesoamericana*, XVI(1), 37-43.
- Arce, C., Arbaiza, T., Carcelén, F., & Lucas, O. (2003). Estudio Comparativo de la Digestibilidad de Forrajes Mediante dos Métodos de Laboratorio. *Revista de Investigaciones Veterinarias Del Perú*, XIV(1), 7-12.
- Avellaneda, J., Cabezas, F., Quintana, G., Luna, R., Montañez, O., Espinoza, I., . . . Pinargote, E. (2008). Comportamiento Agronómico y Composición Química de tres Variedades de Brachiaria en Diferentes Edades de Cosecha. *Ciencia y Tecnología*, I(2), 87-94.
- Bach, Á., & Calsamiglia, S. (2006). Fibra en los Rumiantes: ¿Química o Física. XXII *Curso de Especialización en FEDNA*, (págs. 99 - 113). España.
- Benitez, A. (1980). *Pastos y Forrajes*. Quito.
- Blanco, M. (1999). El alimento y los Procesos Digestivos del Rumen. *Producción Animal*, 9 - 10.
- Boschini, C. (2001). Degradabilidad *In Situ* de la Materia Seca, Proteína y Fibra del Forraje de Morera (*Morus Alba*). *Agronomía Mesoamericana*, XII(1), 79-87.

- Canchila, E., Soca, M., Wencomo, H., Ojeda, F., Mateus, H., Romero, E., . . . Canchila, N. (2011). Comportamiento agronómico de siete accesiones de *Brachiaria humidicola* durante la fase de establecimiento . *Pastos y Forrajes*, XXXIV(2), 155-166.
- Carrillo, J. (2003). *Manejo de Pasturas*. Argentina.
- Chacón, P. A., & Vargas, C. F. (2009). Digestibilidad y calidad del *Pennisetum purpureum* CV. King Grass a tres edades de rebrote. *Agronomica Mesoamericana*, 399 - 408.
- Chacón, P., & Vargas, C. (2009). Digestibilidad y Calidad del *Pennisetum Purpureum* Cv. King Grass a tres Edades de Rebrote. *Agronomía Mesoamericana*, XX(2), 400-408.
- Cruz, D. (2008). *Evaluación del Potencial Forrajero del pasto Maralfalfa con Diferentes Niveles de Fertilización de Nitrogeno y Fosforo con una Base Estándar de Potasio*. Robamba: Universidad Superior Politécnica de Robamba.
- Cunningham, J., & Klein, B. (2009). *Fisiología Veterinaria* (Cuarta ed.). Barcelona, España: Elsevier.
- Dos Santos, E., da Silva, D., & de Queiroz, J. (2001). Composição Química do Capim-Elefante cv. Roxo Cortado em Diferentes Alturas. *Revista Brasileira de Zootecnia*, XXX(1), 18-23.
- Echeverri, J., Restrepo, L., & Parra, J. (2010). Evaluación comparativa de los parámetros productivos y agronómicos del pasto kikuyo *Pennisetum clandestinum* bajo dos metodologías de fertilización. *Revista Lasallista de Investigación*, VII(2), 94-100.
- Espinoza, F., Argenti, P., Gil, J., León, L., & Perdomo, E. (2001). Evaluación del pasto King grass (*Pennisetum purpureum* cv. King grass) en asociación con leguminosas forrajeras. *Zootecnia Tropical*, XIX(1), 59-71.
- Estrada, J. (2002). *Pastos y Forrajes para el Tropicó Colombiano*. Colombia.
- Estrada, J. (2002). *Pastos y Forrajes para el Tropicó Colombiano*. Manizales: Universidad de Caldas.
- FAO. (2002). *Buenas Prácticas de Agricultura*.
- FAO. (2004). Perfiles por País del Recurso Pastura/Forraje. ECUADOR. Recuperado el 30 de Noviembre de 2013, de

<http://www.fao.org/ag/AGP/AGPC/doc/Counprof/PDF%20files/Ecuador-Spanish.pdf>

FAO. (2013). Aporte de Alimentos Mejor Balanceado (Ajuste de Alimentación).

FAO. (22 de Noviembre de 2013). *Ganado y Medio Ambiente*. Obtenido de <http://www.fao.org/ag/againfo/themes/es/Environment.html>

Farias, J. (2006). Manejo de Pastos y Forrajes en la Ganadería de Doble Propósito. *X Seminario de Pastos y Forrajes*. Maracaibo, Venezuela.

Gagliostro, G., & Gaggiotti, M. (2002). *produccionbovina.com.ar*. Recuperado el 11 de Marzo de 2014, de http://www.produccionbovina.com.ar/tablas_composicion_alimentos/14-evalalimentos.pdf

Giraldo, L. A., Gutierrez, L. A., & Rúa, C. (2007). Comparación de dos técnicas in vitro e in situ para estimar la digestibilidad verdadera en varios forraje tropicales. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 269 - 279.

Giraldo, L., Gutiérrez, L., & Rúa, C. (2007). Comparación de dos técnicas in vitro e in situ para estimar la digestibilidad verdadera en varios forrajes tropicales. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, XX, 269-279.

Gojon, H., Siqueiros, D., & Hernández, H. (Agosto de 1998). Digestibilidad Ruminal y Degradabilidad In Situ de *Macrocystis Pyrifera* y *Sargassum* spp. en Gando Bovino. *Ciencias Marinas*, XXIV(4), 463-481.

Gonzales, D., Ruiz, M., Romero, F., & Pezo, D. (1990). Recomendaciones Sobre la Utilización de los Métodos In Vitro, In Situ y Enzimático en el Estudio de la Digestión de los Alimentos. En M. Ruiz, & A. Ruiz, *Nutrición de Rumiantes* (Primera ed., págs. 127-139). San José, Costa Rica: Red de Investigación en Sistemas de Producción Animal en Latinoamérica.

Gonzales, D., Ruiz, M., Romero, F., & Pezo, D. (1990). *Recomendaciones Sobre La Utilización De Los Métodos In Vitro, In Situ Y Enzimático En El Estudio De La Digestión De Los Alimentos En Nutrición De Rumiantes*. Obtenido de <https://books.google.com.ec/books?isbn=9290391626>

- Herrera, R. (2009). Mejoramiento de *Pennisetum purpureum* en Cuba. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, XLIII(4), 345-349.
- Hio, S., & Rojas, A. (1996). Parametros Ruminales y Degradabilidad de Forrajes en Toretes Consumiendo Ensilaje de Fruto de Pejibaye. *Agronomica Costarricense*, 159 - 165.
- Hio, S., & Rojas-Bourrilón, A. (Marzo de 1996). Parametros Ruminales y Degradabilidad de Forrajes en Toretesconsumiendo Ensilaje de Fruto de Pejibaye. *AgronomiaCostarricense*, XX(2), 159-165.
- INEC. (2011). Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC). Quito, Pichincha, Ecuador.
- López, S. (2005). In vitro and in situ techniques for estimating digestibility. En E. Dijkstra, J. Forbes, & J. Francia, *Quantitative Aspects of Ruminant Digestion and Metabolism* (Segunda ed., págs. 87-121). CABI.
- Maddaloni, J., & Ferrari, L. (2005). *Forrajeras y Pasturas del Ecosistema Templado Húmedo de la Argentina*. Argentina.
- Madera, N. B., Ortiz, B., Bacab, H. M., & Magaña, H. (2013). Influencia de la edad de corte del pasto morado (*Pennisetum purpureum*) en la producción y digestibilidad in vitro de la materia seca. *Avances en Investigacion Agropecuaria*, 41 - 52.
- Martinez, R., Tuero, R., Torres, V., & Herrera, R. (2010). Modelos de acumulación de biomasa y calidad en las variedades de hierba elefante, Cuba CT-169, OM – 22 y king grass durante la estación lluviosa en el occidente de Cuba. *Revista Cubana de Ciencias Agrícolas*, 189-193.
- McDonald, P. (1999). *Nutricion Animal* (Quinta ed.). ACRIBIA, S.A.
- Medina, M., García, D., Lamela, L., Domínguez, C., Baldizán, A., & Torres, A. (2006). Producción de biomasa forrajera de morera (*Morus alba* Linn.) asociada con gramínea en condiciones de pastoreo simulado. *Pastos y Forrajes*, XXIX(3), 269-275.
- Mejía, J. (2002). Consumo Voluntario de Forraje por Rumiantes en Pastoreo. *Acta Universitaria*, XII(3), 56-63.
- Minitab Inc. (2013). Minitab® 17.1.0.

- Mora, I. (1991). *Nutricion Animal*. San Jose, Costa Rica: EUNED.
- Navarro, C., Diaz, J., Roa, M., & Cuellar, E. (2011). Comparación de la técnica de digestibilidad in vitro con la in situ de diez forrajes en bovinos rumino-fistulados en el piedemonte llanero del Meta. *Revista Sistemas de Produccion Agroecologicos*, II(2), 2-24.
- Orskov, E., DeB Hovell, F., & Mould, F. (1980). The Use of the Nylon Bag Technique for the Evaluation of Feedstuffs. *Tropical Animal Production*, V(3), 195-2132.
- Osorio, W., & Rodriguez, J. (2010). Efecto de fertilizacion y frecuencia de corte en la digestibilidad y contenido de fibra de Pennisetum purpureum. *Tierra Tropical*, VI(1), 51-61.
- Patiño, A. (2006). *Caracterización de producción de forrajes tropicales para alimentación de conejos*. Quindio: Universidad de Quindío, Facultad de Ciencias Agroindustriales, Tecnología Agropecuaria.
- Pereira, V., Machado, M., Sousa, A., Souza, C., Campos, A., & Da Silva, F. (2008). Diversidade genética entre acessos de capim-elefante obtida com marcadores moleculares. *Revista Brasileira de Zootecnia*, XXXVII(7), 1216-1221.
- Pirela, M. (2005). Valor Nutritivo de los Pastos Tropicales. En I. N. Agrícolas.
- Pulido, R., & Leaver, J. (2000). Degradabilidad Ruminal del Forraje Disponible en la Pradera y del Aparentemente Consumido por Vacas Lecheras. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira*, XXXV(5), 1003-1009.
- Quin, J., Wath, G., & Myburgh, S. (1938). Studies on the alimentary canal of Merino sheep in South Africa. *Onderstepoort Journal of Veterinary Science and Animal Industry*(11), 341-360.
- Ramirez, R., Martell, A., & Lozano, F. (Julio de 2001). Valor nutricional y degradabilidad ruminal del zacate buffel y nueve zacates nativos del NE de México. *Ciencia UANL*, IV(3), 314-321.
- Ramos, O., Canul, J., & Duarte, F. (Enero de 2012). Produccion de tres variedades de Pennisetum purpureum fertilizadas con dos diferentes fuentes nitrogenadas en Yucatan, Mexico. *Revista Bio Ciencias*, II(2), 60-68.

- Razz, R., Clavero, T., & Vergara, J. (2004). Cinética de Degradación In Situ de la Leucaena Leucocephala y Panicum Maximum. *Revista Científica*, XIV(5), 424-430.
- Romero, F. (1990). Utilización de la Técnica de Digestión In Situ para la Caracterización de Forrajes. En M. Ruiz, & A. Ruiz, *Nutrición de Rumiantes: Guía Metodológica de la Investigación* (Primera ed., págs. 105-114). San José, Costa Rica: Red de Investigación en Sistemas de Producción Animal en Latinoamérica.
- Roncallo, F., Sierra, A., & Castro, E. (2012). *Rendimiento de forraje de gramíneas de corte y efecto sobre calidad composicional y producción de leche en el Caribe seco*. Carpioca.
- Rosero, R., & Posada, S. (2007). Modelación de la cinética de degradación de alimentos para rumiantes. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 174-182.
- Rosero, R., & Posada, S. (2007). Modelación de la cinética de degradación de alimentos para rumiantes. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 174 - 182.
- SAS. (1999). *User's guide: Statistics [CD-ROM Computer file]* (Version 8 ed.). Cary, NC: Institute Statistical Analysis System.
- Tobal, C. (1999). *Evaluación de los Alimentos a través de los Diferentes Métodos de Digestibilidad*.
- Torres, G., Arbaiza, T., Carcelén, F., & Lucas, O. (2009). Comparación de las Técnicas In Situ, In Vitro Y Enzimática (Celulasa) para Estimar la Digestibilidad de Forrajes en Ovinos. *Revista de Investigaciones Veterinarias Del Perú*, XX(1), 5-9.
- Udén, P., & Van Soest, P. (1984). Investigations of the In Situ Bag Technique and a Comparison of the Fermentation in Heifers, Sheep, Ponies and Rabbits. *Journal of Animal Science*, LVIII(1), 213-221.
- Valenciaga, D., Chongo, B., & La O, O. (2001). Caracterización del clon Pennisetum CUBA CT-115. Composición química y degradabilidad ruminal de la materia seca. *Revista Cubana de Ciencias Agrícolas*, XXXV(4), 349-354.
- Vargas, C. (2005). Valoración Nutricional y Degradabilidad Ruminal de Genotipos de Sorgo Forrajero (Sorghum Sp). *Agronomía Mesoamericana*, XVI(2), 215-223.

Villalobos, C., Gonzales, E., & Ortega, J. (Mayo de 2000). Técnicas para estimar la degradación de proteína y materia orgánica en el rumen y su importancia en rumiantes en pastoreo. *Tecnica Pecuaria en Mexico*, XXXVIII(2), 119-134.

Villalobos, C., Gonzales, E., & Ortega, J. (2000). *Técnicas para Estimar la Degradabilidad de Proteína y Materia Orgánica en el Rumen y su Importancia en Rumiente en Pastoreo.*

ANEXOS

Anexo 1.Sorteo de las parcelas (tratamientos) en el área de investigación

Sorteo de los Tratamientos

1 KGM 30 Días	2 KGM 60 Días	3 KGM 45 Días	4 KGM 75 Días	5 KGM 60 Días
6 KGM 60 Días	7 KGM 75 Días	8 KGM 30 Días	9 KGM 45 Días	10 KGM 75 Días
11 KGM 30 Días	12 KGM 45 Días	13 KGM 75 Días	14 KGM 30 Días	15 KGM 60 Días
16 KGM 75 Días	17 KGM 30 Días	18 KGM 60 Días	19 KGM 45 Días	20 KGM 45 Días

Anexo 2.Análisis de varianza de altura de planta.

FUENTE	GL	SC Ajustado	MC Ajustado	Valor F	Valor p
EDADES	3	34.746	11582.0	12.92	0.000
Error	16	14342	896.4		
Total	19	49088			

Anexo 3. Análisis de varianza Ancho de Hoja.

FUENTE	GL	SC Ajustado	MC Ajustado	Valor F	Valor p
EDADES	3	4.402	1.4673	11.61	0.000
Error	16	2.022	0.1264		
Total	19	6.424			

Anexo 4. Análisis de varianza de Biomasa Forrajera.

FUENTE	GL	SC Ajustado	MC Ajustado	Valor F	Valor p
EDADES	3	30029207	10000973	4.53	0.000
Error	16	35390519	2211907		
Total	19	65419726			

Anexo 5. Análisis de varianza de Diámetro de Tallo.

FUENTE	GL	SC Ajustado	MC Ajustado	Valor F	Valor p
EDADES	3	1.2666	0.422195	42.57	0.000
Error	16	0.1587	0.009918		
Total	19	1.4253			

Anexo 6. Análisis de varianza de Longitud de Hoja.

FUENTE	GL	SC Ajustado	MC Ajustado	Valor F	Valor p
EDADES	3	1691	563.54	6.50	0.004
Error	16	1387	86.68		
Total	19	3077			

Anexo 7. Análisis de varianza de Longitud de Tallo.

FUENTE	GL	SC Ajustado	MC Ajustado	Valor F	Valor p
EDADES	3	5853.1	1951.04	50.17	0.000
Error	16	622.2	38.89		
Total	19	6475.3			

Anexo 8. Análisis de varianza de Número de Hojas.

FUENTE	GL	SC Ajustado	MC Ajustado	Valor F	Valor p
EDADES	3	49083	16361	0.88	0.472
Error	16	297498	18594		
Total	19	346581			

Anexo 9. Análisis de varianza de Número de Tallos.

FUENTE	GL	SC Ajustado	MC Ajustado	Valor F	Valor p
EDADES	3	231.4	77.13	0.34	0.797
Error	16	3634.8	227.17		
Total	19	3866.2			

Anexo 10. Análisis de varianza de Peso Seco de Hojas.

FUENTE	GL	SC Ajustado	MC Ajustado	Valor F	Valor p
EDADES	3	74555	24852	5.47	0.000
Error	16	72681	4543		
Total	19	147237			

Anexo 11. Análisis de varianza de Peso Seco de Planta.

FUENTE	GL	SC Ajustado	MC Ajustado	Valor F	Valor p
EDADES	3	313208	104403	5.63	0.008
Error	16	296751	18547		
Total	19	609959			

Anexo 12. Análisis de varianza de Peso Seco de Tallos.

FUENTE	GL	SC Ajustado	MC Ajustado	Valor F	Valor p
EDADES	3	82423	27474	5.62	0.008
Error	16	78170	4886		
Total	19	160594			

Anexo 13. Análisis de varianza de Relación Hoja: Tallo en Número.

FUENTE	GL	SC Ajustado	MC Ajustado	Valor F	Valor p
EDADES	3	15.54	5.180	2.19	0.129
Error	16	37.82	2.364		
Total	19	53.36			

Anexo 14. Análisis de varianza de Relación Hoja: Tallo en Peso.

FUENTE	GL	SC Ajustado	MC Ajustado	Valor F	Valor p
EDADES	3	3.812	1.2705	7.82	0.002
Error	16	2.600	0.1625		
Total	19	6.412			

Anexo 15. Análisis de varianza del porcentaje de Extracto Etéreo.

FUENTE	GL	SC Ajustado	MC Ajustado	Valor F	Valor p
Edad de Corte	3	0.05378	0.01793	1.55	0.240
Error	16	0.18513	0.01157		
Total	19	0.23891			

Anexo 16. Análisis de varianza del porcentaje de Cenizas Totales.

FUENTE	GL	SC Ajustado	MC Ajustado	Valor F	Valor p
Edad de Corte	3	64.48	21.495	18.07	0.000
Error	16	19.04	1.190		
Total	19	83.52			

Anexo 17. Análisis de varianza del porcentaje de Extracto Libre de Nitrógeno.

FUENTE	GL	SC Ajustado	MC Ajustado	Valor F	Valor p
Edad de Corte	3	144.96	48.320	22.91	0.000
Error	16	33.74	2.109		
Total	19	178.70			

Anexo 18. Análisis de varianza del porcentaje de Fibra Bruta.

FUENTE	GL	SC Ajustado	MC Ajustado	Valor F	Valor p
Edad de Corte	3	73.448	24.4828	128.13	0.000
Error	16	3.057	0.1911		
Total	19	76.506			

Anexo 19. Análisis de varianza del porcentaje de Materia Seca.

FUENTE	GL	SC Ajustado	MC Ajustado	Valor F	Valor p
Edad de Corte	3	69.754	23.2513	349.69	0.000
Error	16	1.064	0.0665		
Total	19	70.818			

Anexo 20. Análisis de varianza del porcentaje de Proteína Bruta.

FUENTE	GL	SC Ajustado	MC Ajustado	Valor F	Valor p
Edad de Corte	3	7.773	2.5910	8.72	0.001
Error	16	4.752	0.2970		
Total	19	12.525			

Anexo 21. Análisis de varianza de la incubación a las 96 horas.

FUENTE	GL	SC Ajustado	MC Ajustado	Valor F	Valor p
Tratamiento	3	410.22	136.739	25.01	0.000
Bloques	3	30.18	10.061	1.84	0.210
Error	9	49.21	5.468		
Total	15	489.62			

Anexo 22. Análisis de varianza de la incubación a las 72 horas.

FUENTE	GL	SC Ajustado	MC Ajustado	Valor F	Valor p
Tratamiento	3	193.30	64.435	15.08	0.001
Bloques	3	173.73	57.912	1356	0.001
Error	9	38.44	4.272		
Total	15	405.48			

Anexo 23. Análisis de varianza de la incubación a las 48 horas.

FUENTE	GL	SC Ajustado	MC Ajustado	Valor F	Valor p
Tratamiento	3	416.5	138.84	11.77	0.002
Bloques	3	269.2	89.74	7.61	0.008
Error	9	106.1	11.79		
Total	15	791.9			

Anexo 24. Análisis de varianza de la incubación a las 24 horas.

FUENTE	GL	SC Ajustado	MC Ajustado	Valor F	Valor p
Tratamiento	3	533.61	177.872	60.50	0.000
Bloques	3	146.07	48.690	16.56	0.001
Error	9	26.46	2.940		
Total	15	706.15			

Anexo 25. Análisis de varianza de la incubación a las 12 horas.

FUENTE	GL	SC Ajustado	MC Ajustado	Valor F	Valor p
Tratamiento	3	294.74	98.248	54.66	0.000
Bloques	3	37.23	12.410	6.90	0.010
Error	9	16.18	1.797		
Total	15	348.15			

Anexo 26. Análisis de varianza de la incubación a las 6 horas.

FUENTE	GL	SC Ajustado	MC Ajustado	Valor F	Valor p
Tratamiento	3	210.766	70.2555	132.13	0.000
Bloques	3	35.572	11.8572	22.30	0.000
Error	9	4.786	0.5317		
Total	15	251.124			

Anexo 27. Análisis de varianza de la incubación a las 3 horas.

FUENTE	GL	SC Ajustado	MC Ajustado	Valor F	Valor p
Tratamiento	3	185.79	61.931	28.90	0.000
Bloques	3	34.95	11.651	5.44	0.021
Error	9	19.29	2.143		
Total	15	240.03			

Anexo 28. Análisis de varianza de la incubación a las 0 horas.

FUENTE	GL	SC Ajustado	MC Ajustado	Valor F	Valor p
Tratamiento	3	86.36	28.786	8.19	0.006
Bloques	3	119.88	39.959	11.37	0.002
Error	9	31.62	3.513		
Total	15	237.85			

ARCHIVOS DE IMAGENES

Imagen 1. Corte de igualación e identificación del pasto.



Imagen 2. Evaluación de las variables del comportamiento agronómico

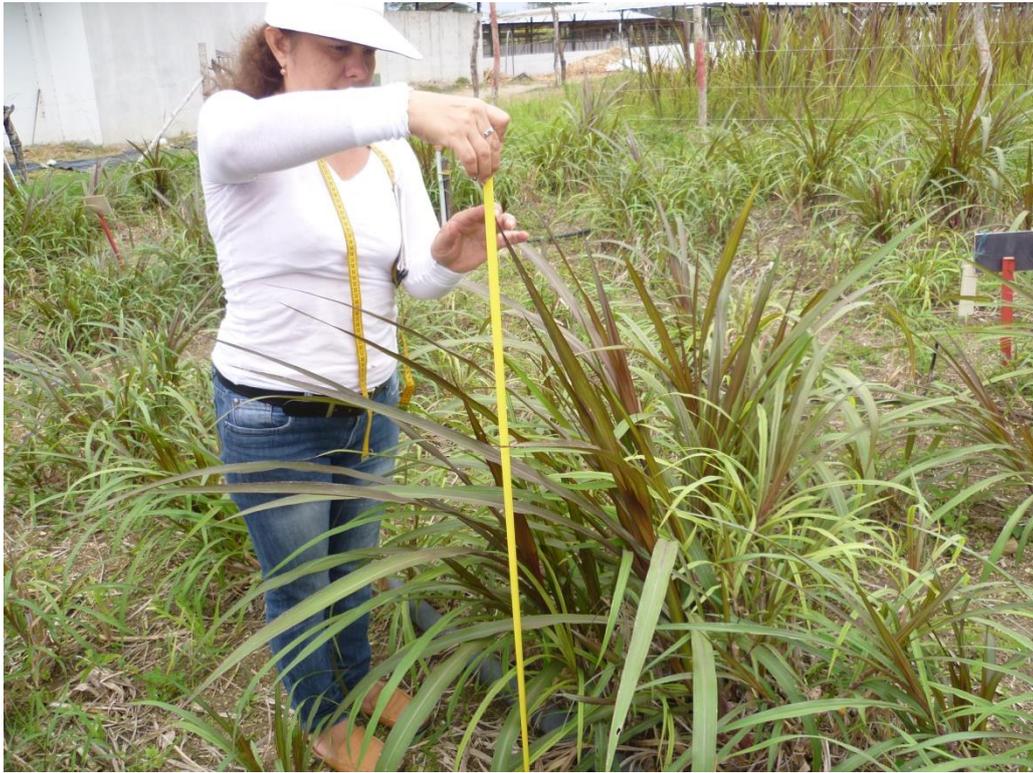


Imagen 3. Molienda del material forrajero para composición química de degradación



Imagen 4. Procesamiento en el laboratorio para composición química y degradación ruminal



Imagen5. Colocación de las muestras a incubar por técnica *in situ*

