



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL**  
**Sede Santo Domingo**

**DIRECCIÓN GENERAL DE POSGRADOS**  
**MAESTRÍA EN PRODUCCIÓN ANIMAL**

**CARACTERIZACIÓN AGRONÓMICA, Y DIGESTIBILIDAD IN SITU DEL  
PASTO MIEL (*Setaria splendida*) A CUATROS EDADES DE CORTE,  
CANTÓN CARLOS JULIO AROSEMENA TOLA. PROVINCIA DE NAPO**

**TRABAJO DE GRADO PRESENTADO COMO REQUISITO PARCIAL PARA  
OPTAR EL GRADO DE MAGÍSTER EN PRODUCCIÓN ANIMAL**

**AUTOR:**

Janeth María Sánchez Campuzano

**DIRECTOR:**

Juan Avellaneda Cevallos, PhD.

**Santo Domingo, Ecuador**

**MAYO-2015**

**“CARACTERIZACIÓN AGRONÓMICA, Y DIGESTIBILIDAD *IN SITU* DEL PASTO MIEL (*Setaria splendida*) A CUATROS EDADES DE CORTE, CANTÓN CARLOS JULIO AROSEMENA TOLA. PROVINCIA DE NAPO”**

Dr. Juan Humberto Avellaneda Cevallos, Ph.D.

**DIRECTOR DE TESIS**

---

**APROBADO**

Dra. Luz María Martínez, M.Sc.

**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**

---

Ing. José H. Jiménez, M.Sc.

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

---

Ing. Julio Enrique Usca Méndez, M.Sc.

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

---

Santo Domingo, 9 de mayo de 2015.

## **CERTIFICACIÓN DEL ESTUDIANTE DE AUTORÍA DEL TRABAJO**

Yo, Janeth María Sánchez Campuzano, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría, que no ha sido presentado para ningún grado o calificación profesional.

Además, que de acuerdo a la Ley de propiedad intelectual, todos los derechos del presente trabajo de investigación pertenecen a la Universidad Tecnológica Equinoccial, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

---

Janeth María Sánchez Campuzano

**C.I. 1711660199**

## INFORME DE APROBACIÓN DEL DIRECTOR DEL TRABAJO DE GRADO

### APROBACIÓN DEL DIRECTOR

En mi calidad de Director del Trabajo de Grado “Caracterización agronómica, y digestibilidad *in situ* del pasto miel (*setaria splendida*) a cuatros edades de corte, cantón carlos julio arosemena tola. Provincia de napo” realizado por la Ingeniera Janeth María Sánchez Campuzano, para optar por el título de MAGISTER EN PRODUCCIÓN ANIMAL, certifico que dicho trabajo 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 Santo Domingo, a los 9 días del mes de mayo de 2015

---

Juan H. Avellaneda Cevallos; M. C., Dr. C. (Ph.D).

C.I 1202977714

# Agradecimiento

Agradezco a Dios por sobre todas las cosas, a mis padres que con su amor me han guiado por el camino correcto y quienes son los pilares fundamentales de mi vida.

Mi agradecimiento infinito a mi director de tesis Ing. Juan Avellaneda Cevallos Ph.D por impartir sus conocimientos y ayudarme en la elaboración y concepción de este proyecto de tesis.

A la Universidad Tecnológica Equinoccial de Santo Domingo de los Colorados, a la Universidad Estatal Amazónica y a la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, instituciones en donde he adquirido los conocimientos necesarios para convertirme en una profesional.

A los señores miembros del Tribunal de Tesis: Dra. Luz María Martínez M.Sc., Ing. José H. Jiménez, M.Sc., Ing. Julio Enrique Usca Méndez M.Sc. y al Dr. Ismael Leonard Acosta por la colaboración brindada durante la realización de los trabajos experimentales.

Al Dr. Julio César Vargas Burgos por su apoyo y orientación.

Dejo constancia de mi agradecimiento a la MsC. Sandra Soria, Dr, Alina Ramírez y a la Ing. Lola Casanova Ferrín por sus sugerencias e ideas de las que tanto provecho he sacado.

Al Lcdo. Kléver Terán y al Ing. Marco Andino les agradezco su colaboración desinteresada para la realización de este trabajo investigativo.

Debo un especial agradecimiento a todas y cada una de las personas que me dieron su respaldo y amistad para culminar con éxito esta investigación. Este es el esfuerzo de un gran equipo de trabajo. ¡Gracias!

Janeth María Sánchez Campuzano

# Dedicatoria

Dedico el éxito y la satisfacción de esta investigación a Dios quien me regala los dones de la sabiduría y el entendimiento, a mis padres y hermanos quienes aún en la distancia siempre han estado conmigo, a mis grandes amigas Sandra, Tatiana y Nelly por su gran calidad humana, por su apoyo incondicional y porque que no me dejaron desfallecer nunca y me animaron a llevar adelante la culminación de este proyecto.

Janeth María Sánchez Campuzano

## CONTENIDO

<b>CAPÍTULOS</b>	<b>Pág.</b>
Portada.....	i
Índice de tablas .....	ix
Índice de figuras .....	xi
Índice de anexos .....	xii
RESUMEN .....	xv
SUMMARY .....	xvi

### CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN

1.1. Objetivos de la investigación.....	2
1.1.1.  Objetivo general.....	2
1.1.2.  Objetivos específicos.....	2
1.2. Hipótesis .....	3

### CAPÍTULO II REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Antecedentes de la investigación.....	4
2.2. Valor Nutritivo de las especies forrajeras tropicales .....	8
2.3. Madurez de la planta y la calidad del forraje.....	8
2.4. Optimización de la etapa de madurez.....	9
2.5. Características de la Pared Celular .....	9
2.6. Carbohidratos .....	10
2.6.1.  Almidón.....	11
2.6.2.  Celulosa.....	11
2.6.3.  Hemicelulosa .....	12
2.6.4.  Pectinas.....	12
2.6.5.  Componentes fenólicos .....	13
2.7. Degradación en el rumen de los componentes químicos de los pastos .....	13
2.8. Métodos para determinar la digestibilidad.....	14
2.9. Características botánicas de <i>Setaria sphacelata</i> .....	15

2.9.1. Adaptación ecológica.....	15
2.9.2. Manejo agronómico .....	17
2.9.3. Comportamiento productivo de <i>Setaria sphacelata</i> .....	18

### **CAPÍTULO III MATERIALES Y MÉTODOS**

3.1. Sitio de estudio .....	20
3.1.1. Suelo .....	20
3.2. Técnicas, procedimientos, instrumentos y recursos .....	20
3.3. Recursos Humanos, Materiales y Tecnológicos .....	22
3.3.1. Recursos Humanos .....	22
3.3.2. Objeto de Investigación .....	22
3.3.3. Materiales .....	22
3.3.4. Reactivos .....	22
3.3.5. Equipo .....	22
3.4. Diseño experimental y análisis estadístico.....	23
3.5. Manejo del experimento <i>In situ</i> .....	26

### **CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

4.1. Comportamiento agronómico y composición química del pasto Miel cosechado a cuatro edades .....	27
4.1.1. Comportamiento agronómico .....	27
4.1.2. Composición química .....	33
4.2. Degradabilidad <i>in situ</i> de la materia seca (MS), orgánica (MO) e inorgánica (MI) del pasto Miel cosechado a cuatro edades.....	39
4.2.1. Degradabilidad de la Materia Seca.....	39
4.2.2. Degradabilidad de la Materia Orgánica e Inorgánica.....	41

### **CAPÍTULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

5.1. Conclusiones.....	43
5.2. Recomendaciones .....	43
Bibliografía .....	44

ANEXOS .....	50
--------------	----

## INDICE DE TABLAS

<b>Contenido</b>	<b>Pág.</b>
Tabla 3.1. Condiciones meteorológicas del sitio experimental.....	21
Tabla 3.2. Composición química del suelo del área experimental .....	21
Tabla 3.3. Esquema del experimento para la evaluación de las variables de comportamiento agronómico y de composición química.....	24
Tabla 3.4. Análisis de la varianza para el experimento de comportamiento agronómico y composición química proximal .....	24
Tabla 3.5. Esquema del experimento para la evaluación de las variables de degradabilidad ruminal.....	25
Tabla 3.6. Análisis de la varianza para el experimento de degradabilidad ruminal <i>in situ</i> .....	25
Tabla 4.1 Efecto de la edad de cosecha (30, 45, 60 y 75 días) sobre la altura de planta del pasto miel ( <i>Setaria splendida</i> ) .....	28
Tabla 4.2. Efecto de la edad de cosecha (30, 45, 60 y 75 días) sobre la longitud de la hoja del pasto miel ( <i>Setaria splendida</i> ) .....	29
Tabla 4.3. Efecto de la edad de cosecha (30, 45, 60 y 75 días) sobre la longitud de tallos del pasto miel ( <i>Setaria splendida</i> ) .....	30
Tabla 4.4. Efecto de la edad de cosecha (30, 45, 60 y 75 días) sobre la producción de biomasa seca del pasto miel ( <i>Setaria splendida</i> ).....	32
Tabla 4.5. Efecto de la edad de cosecha (30, 45, 60 y 75 días) sobre contenido de materia seca (MS) del pasto miel ( <i>Setaria splendida</i> ).....	34
Tabla 4.6. Efecto de la edad de cosecha (30, 45, 60 y 75 días) sobre contenido de materia orgánica (MO) del pasto miel ( <i>Setaria splendida</i> ).....	35
Tabla 4.7. Efecto de la edad de cosecha (30, 45, 60 y 75 días) sobre contenido de cenizas (C) del pasto miel ( <i>Setaria splendida</i> ).....	35

Tabla 4.8.	Efecto de la edad de cosecha (30, 45, 60 y 75 días) sobre contenido de proteína del pasto miel ( <i>Setaria splendida</i> ).....	36
Tabla 4.9.	Efecto de la edad de cosecha (30, 45, 60 y 75 días) sobre contenido de fibra detergente neutro (FDN) del pasto miel ( <i>Setaria splendida</i> ) .....	38
Tabla 4.10.	Efecto de la edad de cosecha (30, 45, 60 y 75 días) sobre contenido de fibra detergente ácida (FDA) del pasto miel ( <i>Setaria splendida</i> ) .....	38
Tabla 4.11.	Efecto de la edad de cosecha (30, 45, 60 y 75 días) sobre contenido de hemicelulosa del pasto miel ( <i>Setaria splendida</i> ).....	38
Tabla 4.12.	Efecto de la edad de cosecha (30, 45, 60 y 75 días) sobre la degradabilidad <i>in situ</i> de la materia seca del pasto miel .....	40
Tabla 4.13.	Efecto de la edad de cosecha (30, 45, 60 y 75 días) sobre la degradabilidad <i>in situ</i> de la materia orgánica del pasto miel .....	41
Tabla 4.14.	Efecto de la edad de cosecha (30, 45, 60 y 75 días) sobre la degradabilidad <i>in situ</i> de la materia inorgánica del pasto miel .....	42

## INDICE DE FIGURAS

Contenido	Pág.
Figura 4.1. Regresión de la altura de la planta (cm) de <i>Setaria splendida</i> , por efecto de la edad de cosecha .....	28
Figura 4.2 Regresión de la longitud de la hoja (cm) de <i>Setaria splendida</i> por efecto de la edad de cosecha .....	30
Figura 4.3. Regresión de la longitud de tallos (cm) de <i>Setaria splendida</i> . por efecto de la edad de cosecha .....	31
Figura 4.4 Regresión de la biomasa seca (kg ha <sup>-1</sup> ) de <i>Setaria splendida</i> por efecto de la edad de cosecha .....	33
Figura 4.5. Regresión de la materia seca (%) de <i>Setaria splendida</i> , por efecto de la edad de cosecha .....	34
Figura 4.6. Regresión de la proteína (%) de <i>Setaria splendida</i> . por efecto de la edad de cosecha .....	37

## INDICE DE ANEXOS

<b>Contenido</b>	<b>Pág.</b>
Anexo 1. Análisis de la varianza del efecto de la edad de corte del pasto miel ( <i>Setaria splendida</i> ) sobre la altura de la planta (cm).....	50
Anexo 2. Análisis de la varianza del efecto de la edad de corte del pasto miel ( <i>Setaria splendida</i> ) sobre la longitud de la hoja (cm) .....	50
Anexo 3. Análisis de la varianza del efecto de la edad de corte del pasto miel ( <i>Setaria splendida</i> ) sobre la longitud de tallos (cm) .....	51
Anexo 4. Análisis de la varianza del efecto de la edad de corte del pasto miel ( <i>Setaria splendida</i> ) sobre el diámetro de tallos (cm).....	51
Anexo 5. Análisis de la varianza del efecto de la edad de corte del pasto miel ( <i>Setaria splendida</i> ) sobre la producción de biomasa seca (kg MS ha <sup>-1</sup> ).....	52
Anexo 6. Análisis de la varianza del efecto de la edad de corte del pasto miel ( <i>Setaria splendida</i> ) sobre el contenido de materia seca (MS, %) .....	52
Anexo 7. Análisis de la varianza del efecto de la edad de corte del pasto miel ( <i>Setaria splendida</i> ) sobre el contenido de materia orgánica (MO, %) .....	53
Anexo 8. Análisis de la varianza del efecto de la edad de corte del pasto miel ( <i>Setaria splendida</i> ) sobre el contenido de cenizas (C, %) .....	53
Anexo 9. Análisis de la varianza del efecto de la edad de corte del pasto miel ( <i>Setaria splendida</i> ) sobre el contenido de proteína total (PT, %) .....	54
Anexo 10. Análisis de la varianza del efecto de la edad de corte del pasto miel ( <i>Setaria splendida</i> ) sobre el contenido de fibra detergente neutro (FDN, %) .....	54
Anexo 11. Análisis de la varianza del efecto de la edad de corte del pasto miel ( <i>Setaria splendida</i> ) sobre el contenido de fibra detergente ácido (FDA, %) .....	55
Anexo 12. Análisis de la varianza del efecto de la edad de corte del pasto miel ( <i>Setaria splendida</i> ) sobre el contenido de hemicelulosa (%) .....	55

Anexo 13. Análisis de la varianza del efecto de la edad de corte del pasto miel ( <i>Setaria splendida</i> ) sobre la degradabilidad de la materia seca a las cero horas de incubación .....	56
Anexo 14. Análisis de la varianza del efecto de la edad de corte del pasto miel ( <i>Setaria splendida</i> ) sobre la degradabilidad de la materia seca a las tres horas de incubación .....	56
Anexo 15. Análisis de la varianza del efecto de la edad de corte del pasto miel ( <i>Setaria splendida</i> ) sobre la degradabilidad de la materia seca a las seis horas de incubación .....	57
Anexo 16. Análisis de la varianza del efecto de la edad de corte del pasto miel ( <i>Setaria splendida</i> ) sobre la degradabilidad de la materia seca a las doce horas de incubación.....	57
Anexo 17. Análisis de la varianza del efecto de la edad de corte del pasto miel ( <i>Setaria splendida</i> ) sobre la degradabilidad de la materia seca a las veinticuatro horas de incubación .....	58
Anexo 18. Análisis de la varianza del efecto de la edad de corte del pasto miel ( <i>Setaria splendida</i> ) sobre la degradabilidad de la materia seca a las cuarenta y ocho horas de incubación .....	58
Anexo 19. Análisis de la varianza del efecto de la edad de corte del pasto miel ( <i>Setaria splendida</i> ) sobre la degradabilidad de la materia seca a las setenta y dos horas de incubación .....	59
Anexo 20. Análisis de la varianza del efecto de la edad de corte del pasto miel ( <i>Setaria splendida</i> ) sobre la degradabilidad de la materia orgánica a las cero horas de incubación .....	59
Anexo 21. Análisis de la varianza del efecto de la edad de corte del pasto miel ( <i>Setaria splendida</i> ) sobre la degradabilidad de la materia orgánica a las tres horas de incubación .....	60
Anexo 22. Análisis de la varianza del efecto de la edad de corte del pasto miel ( <i>Setaria splendida</i> ) sobre la degradabilidad de la materia orgánica a las seis horas de incubación.....	60
Anexo 23. Análisis de la varianza del efecto de la edad de corte del pasto miel ( <i>Setaria splendida</i> ) sobre la degradabilidad de la materia orgánica a las doce horas de incubación .....	61

Anexo 24. Análisis de la varianza del efecto de la edad de corte del pasto miel ( <i>Setaria splendida</i> ) sobre la degradabilidad de la materia orgánica a las veinticuatro horas de incubación.....	61
Anexo 25. Análisis de la varianza del efecto de la edad de corte del pasto miel ( <i>Setaria splendida</i> ) sobre la degradabilidad de la materia orgánica a las cuarenta y ocho horas de incubación.....	62
Anexo 26. Análisis de la varianza del efecto de la edad de corte del pasto miel ( <i>Setaria splendida</i> ) sobre la degradabilidad de la materia orgánica a las setenta y dos horas de incubación.....	62
Anexo 27. Análisis de la varianza del efecto de la edad de corte del pasto miel ( <i>Setaria splendida</i> ) sobre la degradabilidad de la materia inorgánica a las cero horas de incubación .....	63
Anexo 28. Análisis de la varianza del efecto de la edad de corte del pasto miel ( <i>Setaria splendida</i> ) sobre la degradabilidad de la materia inorgánica a las tres horas de incubación .....	63
Anexo 29. Análisis de la varianza del efecto de la edad de corte del pasto miel ( <i>Setaria splendida</i> ) sobre la degradabilidad de la materia inorgánica a las seis horas de incubación.....	64
Anexo 30. Análisis de la varianza del efecto de la edad de corte del pasto miel ( <i>Setaria splendida</i> ) sobre la degradabilidad de la materia inorgánica a las doce horas de incubación.....	64
Anexo 31. Análisis de la varianza del efecto de la edad de corte del pasto miel ( <i>Setaria splendida</i> ) sobre la degradabilidad de la materia inorgánica a las veinticuatro horas de incubación .....	65
Anexo 32. Análisis de la varianza del efecto de la edad de corte del pasto miel ( <i>Setaria splendida</i> ) sobre la degradabilidad de la materia inorgánica a las cuarenta y ocho horas de incubación.....	65
Anexo 33. Análisis de la varianza del efecto de la edad de corte del pasto miel ( <i>Setaria splendida</i> ) sobre la degradabilidad de la materia inorgánica a las setenta y dos horas de incubación .....	66



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL  
Sede Santo Domingo**

**DIRECCIÓN GENERAL DE POSGRADOS  
MAESTRÍA EN PRODUCCIÓN ANIMAL**

**“CARACTERIZACIÓN AGRONÓMICA, Y DIGESTIBILIDAD *IN SITU* DEL  
PASTO MIEL (*Setaria splendida*) A CUATROS EDADES DE CORTE, CANTÓN  
CARLOS JULIO AROSEMENA TOLA. PROVINCIA DE NAPO”**

**Autor: Janeth María Sánchez Campuzano  
Director: Juan H. Avellaneda Cevallos; M. C., Dr. C. (Ph.D).  
Fecha: mayo, 2015**

**RESUMEN**

La presente investigación se la realizó con el objetivo de evaluar al pasto *Setaria splendida* a cuatro edades de cosecha (30, 45, 60 y 75 días). La investigación estuvo constituida por dos ensayos: El primero para evaluar el comportamiento agronómico y composición química; y el segundo, para estudiar los cambios de la degradabilidad *in situ* del pasto por efecto de la edad de cosecha. Para el primer experimento se utilizaron dieciséis parcelas experimentales, distribuidas mediante el empleo de un diseño completamente al azar, mientras que para el segundo, se utilizaron cuatro toros fistulados a rumen, bajo el empleo de un diseño de bloques completos al azar. Se evaluaron cuatro tratamientos con cuatro repeticiones. Los tratamientos fueron, a las cuatro edades de cosecha del pasto *Setaria splendida*. El experimento duró 105 días, el mismo que estuvo dividido en dos fases: La de campo para lo agronómico y que se realizó en 75 días, y la segunda, de laboratorio y que duró 30 días. Se observó, que la altura de planta y longitud de tallos, presentaron diferencias ( $P < 0.05$ ), presentando las mejores respuestas. Se pudo observar que el contenido de material seco (MS), fue mayor para el forraje de mayor edad, mientras que la concentración de proteína se desmejoró con el incremento de la edad, presentando 9.61% a los 75 días, versus el cosechado a los 30 días (13.92 días). Se pudo evidenciar, que a mayor edad de cosecha la degradabilidad de la MS, material orgánica (MO) e inorgánica, fueron mejores para el pasto cosechado a menor edad (30 días), concluyendo, que los pastos con mayor edad fenológica tienden a disminuir en calidad, aunque incrementen su productividad.

**Palabras clave:** Edad de cosecha, *Setaria splendida*, calidad forrajera.



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL**  
**Sede Santo Domingo**

**DIRECCIÓN GENERAL DE POSGRADOS**  
**MAESTRÍA EN PRODUCCION ANIMAL**

**“AGRONOMIC CHARACTERIZATION, AND *IN SITU* DIGESTIBILITY OF  
(*Setaria splendida*) GRASS, UNDER FOUR AGES OF HARVEST, AT CARLOS  
JULIO AROSEMENA TOLA, NAPO PROVINCE”**

**Author: Janeth María Sánchez Campuzano**

**Advisor: Juan H. Avellaneda Cevallos; M. C., Dr. C. (Ph.D).**

**Date: May, 2015**

**SUMMARY**

This research was conducted with the objective of evaluating the behavior of *Setaria splendida* grass, under four harvest ages (30, 45, 60 and 75 days). The research consisted of two trials: The first to evaluate the agronomic performance and chemical composition; and the second, to study the effect of in situ degradability changes related to *Setaria* grass crop harvest age. For the first experiment sixteen experimental plots were used, distributed by using a completely randomized design. The treatments were the four ages of *Setaria splendida* grass harvest. The experiment lasted 105 days, divided into two phases: The field phase for agronomic evaluation was performed in 75 days, and the laboratory one lasted 30 days. It is recorded that the plant height and stems length showed differences ( $P < 0.05$ ), with the best answers. Furthermore, dry matter content (DM) was higher for older fodder, while protein concentration decreased with increasing harvest age, reporting 9.61% at 75 days, versus the one harvested at 30 days (13.92 %). While for the second one, four bulls fistulated in rumen, arranged in a complete randomized block design. It was evident, that the in situ degradability of DM, organic (MO) and inorganic matter were better for grass harvested at a younger age (30 days). It is concluded that the pastures with the mayor phenological age tend to decrease in quality, although increase its productivity.

**Keywords:** Harvest age, *Setaria splendida*, forage quality

## CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN

La región Amazónica se caracteriza por ser una zona con clima tropical húmedo (Nobre, Sellers, & Shukla, 1991), contando con un amplio potencial para la producción agropecuaria, ya que existe alta pluviosidad. Por tal razón, el pasto más expandido en la región lo constituye el gramalote (*Axonopus scoparius*) (Silva & Alquini, 2003), sin embargo, en esta y otras regiones tropicales existe la presencia de grandes áreas cultivadas con otros pastos introducidos de los cuales se desconoce sus características químicas y su potencial degradativo a nivel ruminal, por lo que cada vez más se fortalece el uso de técnicas para evaluar su digestibilidad (Leite, da Silveira, Fernandes, & Gomes, 2002); y así, conocer las bondades de todas las especies que en la región Amazónica están siendo utilizadas; ya que las pasturas constituyen la principal fuente de uso de la tierra en esta región (Grijalba, Ramos, & Vera, 2011).

Por lo cual, además de lo anteriormente expuesto se hace necesario la búsqueda de nuevas alternativas forrajeras, para desarrollar sistemas productivos y sostenibles para la producción animal. Mucho más, sustentados en los resultados obtenidos en países de América tropical, a través de la investigación en forrajes, que han generado y producido gramíneas y leguminosas con potencial, para aumentar el rendimiento animal en sistemas de pastoreo (Holmann, Lascano, & Plazas, 2002); ya que los pastos constituyen la principal fuente de nutrientes para la alimentación del ganado bovino en las regiones tropicales a bajo costo (Giron, Rocha, Cardoso-Pinto, & Muniz, 2002), y por el atributo de producir gran cantidad de materia seca, los hace ideales para suministrar fibra, proteína, energía, minerales y vitaminas al ganado bovino especializado en la producción de leche, así como al de doble propósito leche y carne, debiéndose esta gran capacidad de los forrajes tropicales para producir biomasa (Minson, 1990).

La presente investigación persigue aumentar la cantidad y calidad de los pastos utilizados para la alimentación de los rumiantes en la Amazonía ecuatoriana sin afectaciones al entorno, logrando mantener la sostenibilidad del agro ecosistema

ganadero, con mejora en el impacto económico que produce esta variedad. Actualmente en la Amazonía el pasto utilizado a gran escala lo constituye el gramalote (*Axonopus scoparius*) caracterizado para tener contenido nutricional y de materia seca, solo puede ser utilizado una vez por año dada su avanzada edad de maduración y con carga animal reducida, por lo que a futuro las proyecciones no son halagadoras, si se mantiene este sistema de manejo productivo que provocará la ampliación de la frontera agrícola. Con esta investigación, se posibilitará el conociendo de las características agronómicas y de digestibilidad de otros pastos como los del género *Setaria*.

## **1.1. Objetivos de la investigación**

### **1.1.1. Objetivo general**

Caracterizar desde el punto de vista agronómico, y degradabilidad *in situ* del pasto miel (*Setaria splendida*) a cuatros edades de rebrote, posterior corte de igualación en el cantón Carlos Julio Arosemena Tola. Provincia de Napo.

### **1.1.2. Objetivos específicos**

- Estudiar las características agro productivas de *Setaria splendida* desde 30 hasta 75 días.
- Analizar los cambios en la composición química por efecto de la edad de cosecha (30, 45, 60 y 75 días) del pasto miel (*Setaria splendida*), posterior al corte de igualación.
- Determinar la degradabilidad *in situ* del pasto (*Setaria splendida*) en diferentes edades de rebrote.

## 1.2. Hipótesis

*Ho1:* Las características agroproductivas de *Setaria splendida* no se ve afectada, negativamente, por la edad de cosecha, cuando su corte se realiza entre los 30 y 75 días.

*Ho2:* La composición química de *Setaria splendida* no se ve afectada por la edad de cosecha, negativamente, cuando su corte se realiza entre los 30 y 75 días

*Ho3:* La degradabilidad *in situ* de *Setaria splendida* no se ve afectada por la edad de cosecha, negativamente, cuando su corte se realiza entre los 30 y 75 días.

*Ha1:* Las características agroproductivas de *Setaria splendida* se ve afectada, positivamente, por la edad de cosecha cuando su corte se lo realiza 30 a 75 días.

*Ha2:* La composición química de *Setaria splendida* se ve afectada, positivamente, por la edad de cosecha cuando su corte se lo realiza entre los 30 y 75 días.

*Ha3:* La degradabilidad *in situ* de *Setaria splendida* se ve afectada, positivamente, por la edad de cosecha cuando su corte se lo realiza a los 30 a 75 días.

## CAPÍTULO II

### REVISIÓN DE LITERATURA

#### 2.1. Antecedentes de la investigación

Según Kindomihou, Saidou, & Sinsin (2014), quienes evaluaron la respuesta de dos especies de gramíneas (*Pennisetum polystachion* y *Setarias phacelata*), y una leguminosa *Tephrosia pedicellata* a la fertilización de nitrógeno (N); demostraron que la producción de biomasa fue mayor con la adición de 120 kg ha<sup>-1</sup> de N, con valores que fluctuaron desde 4.98, 2.13 y 1.1 t ha<sup>-1</sup> de MS para *Pennisetum*, *Setaria tephrosia*, respectivamente; presentando también mayores diámetros de las cepas, con valores que van desde 76.4 a 71.9 cm para *Setaria* y *Pennisetum*, respectivamente, demostrando con ello la capacidad de respuesta de las especies estudiadas, y el buen desempeño productivo.

Por su parte Gerdes, Werner, Colozza, Possenti, & Schammass (2000), realizaron un ensayo de campo aplicando un diseño de bloques completos al azar en parcelas divididas con 12 repeticiones, con el objetivo de comparar la proteína cruda (PC), fibra detergente neutra (FDN) y la digestibilidad in vitro materia seca (DIVMS), de la planta completa como de sus fracciones de forrajes de pasto Marandu (*Brachiaria brizantha* Stapf. cv. Marandu), Setaria (*Setarias phacelata* [Schum.] Mosgozar. Sericea [Stapf.] cv. Kazungula) y Tanzania (*Panicum máximum* Jacq. Cv. Tanzania-1) en cortes después de 35 días de crecimiento, en las estaciones de primavera (21/11 al 25/12/97), verano (29/12/97 al 02/02/98), otoño (13/04 al 18/05/98) e invierno (05/28/98 a 07/01/98). Se encontró que el pasto Marandu y Tanzania no fueron diferentes en los niveles de CP y DIVMS, sin embargo, la Setaria mostró niveles de PC superiores al Marandu en el otoño y en invierno, pero inferior DIVMS que este en las cuatro estaciones. Tanzania y Setaria no difirieron en sus niveles de CP y DIVMS en las cuatro estaciones. El contenido de fibra detergente neutra (FDN) fue mayor en Tanzania, pero no varió entre Marandu y Setaria. El valor nutricional más alto, teniendo en cuenta la

concentración más alta de PC y DIVMS y menor contenido de FDN se observó en el otoño, con independencia de especies forrajeras.

Así mismo, Homen, Entrena, Arriojas, & Ramia (2010) con el objetivo de evaluar la Materia Seca de Biomasa (MSB), Altura (A), Relación Hoja: Tallo (H:T), proteína cruda (PC), degradabilidad de la materia seca (DMS), contenido de P y Calcio (Ca), realizaron una investigación empleando un diseño experimental de bloques al azar con 3 repeticiones en arreglo de parcelas divididas. Observaron que el efecto del período del año y la edad de la planta tuvieron efectos significativos sobre la producción de MSB, H y relación H:T. La biomasa aérea promedio de materia seca a partir de la edad de los 42 días superaron los 5000 kg MS ha<sup>-1</sup> en los períodos con altas precipitaciones. La relación H:T disminuyó con el aumento en edad de planta, e igual comportamiento fue para el contenido de PC estando por encima del valor crítico del 7% en todas las edades. El contenido de P bajó con el aumento en la edad superando el nivel mínimo de 0.18% al igual que el Ca, para alimentación animal. La DMS, se redujo con el incremento de la edad variando desde 71 a 54%.

El estudio del efecto de la edad de cosecha, ha sido y sigue siendo muy estudiado por el impacto que este posee sobre el valor nutritivo de los forrajes, por ello, Cerdas & Vallejos (2012), realizaron un ensayo para evaluar el comportamiento productivo de varios pastos tropicales, en Santa Cruz, Guanacaste, localidad situada a 54 m de altitud y con una precipitación anual de 1834 mm. Se evaluó la producción de Fitomasa verde, la Fitomasa seca y el crecimiento de los pastos *Toledo*, *Brizantha*, *Transvala* y *Decumbens*, sometido a tres edades de corte: 20, 40 y 60 días. La producción de Fito masa seca por hectárea varió en los diferentes pastos evaluados, en 2031.9 kg, 1968.88 kg, 1939.34 kg y 1424.0 kg MS ha<sup>-1</sup>, en los pastos *Toledo*, *Brizantha*, *Transvala* y *Decumbens* respectivamente. El rendimiento de fitomasa seca por hectárea, como promedio de los pastos, fue afectado por la edad, reportando valores de 437.64 kg a los 20 días, 2277.31 kg a los 40 días y de 2808.14 kg MS ha<sup>-1</sup> a los 60 días de edad. Todos los pastos alcanzaron el mayor crecimiento del forraje a los 40 días con 64.98 kg, 59.44 kg, 55.43 kg y 47.89 kg MS ha<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup>, para *Toledo*, *Brizantha*,

*Transvala* y *Decumbens*; observándose, que en este caso la mayor edad de cosecha, no está asociada a la mayor producción de forraje.

Sin embargo, no en todos los casos, la edad de cosecha del forraje tiene efectos positivos sobre la producción de materia seca, ya que como lo demuestran Avellaneda *et al.*(2008), cuando estudiaron el efecto de la variedad (V; *Brachiaria decumbens*, *brizantha* y pasto mulato (*ruzizienzis 44-6 x brizantha cv. Marandú*)) y la edad de cosecha (E; 28, 56, 84 y 112 d) no encontraron diferencias en el comportamiento de esta variable, aunque, en los otros parámetros fisiológicos y agroproductivos como, longitud de raíz (LR, en cm), número de tallos (NT) y hojas (NH) y digestibilidad *in situ* DISMS, si se vieron afectados. Estos investigadores, emplearon un diseño de parcelas divididas. La parcela grande fue la variedad de *brachiaria*, y la parcela pequeña la edad de cosecha. La LR presentó diferencia ( $p < 0.05$ ) entre variedad, la mejor la presentó el pasto mulato para la edad de 28, 56, 84 y 112 d. El mayor NT a los 56, 84 y 112 d, y NH por planta a los 84 d lo obtuvo también el pasto mulato. La digestibilidad *in situ* disminuyó al aumentar la edad. El mayor porcentaje de MS y fibra cruda, y menor contenido de proteína se presentó a los 112 d.

En el mismo sentido, Fernández, Gómez, & Cordoví (2012) con el objetivo de evaluar el efecto de la edad de rebrote en el rendimiento y composición bromatológica del pasto *Brachiaria humidicola* cv. CIAT-679 se utilizó un diseño de bloques al azar y cinco réplicas para comparar siete edades de rebrote (1 a 7 semanas) en períodos trimestrales durante dos años. Se midieron: el rendimiento de materia seca total y hojas, la relación hoja-tallo, material muerto y por ciento de proteína bruta (PB) y fibra bruta (FB) del pasto, condiciones ambientales como: precipitaciones, temperatura (máxima, media y mínima) y humedad relativa. No se empleó riego ni fertilización. En el primer trimestre (mayo a julio) y segundo (agosto a octubre) de la época lluviosa, los mayores rendimientos se alcanzaron en la sexta semana con 2.3 y 1.8 t ha<sup>-1</sup>, respectivamente; mientras que en el tercer trimestre (noviembre a enero) de la época poco lluviosa, el mayor incremento se obtuvo en la séptima semana (1.3 t ha<sup>-1</sup>), sin diferir de la sexta

semana de edad. En el cuarto trimestre (febrero a abril) de esta misma época el rendimiento del pasto fue nulo. En cada trimestre evaluado el por ciento de PB fue significativamente superior ( $P < 0.001$ ) en la tercera semana respecto a las demás edades, con valores que oscilaron entre 9.8 y 10.3% en la época de lluvia y 10.5% en la poca lluviosa, mientras que la fibra bruta se incrementó significativamente con la edad. La edad de rebrote y las condiciones edafo-climáticas predominantes, tuvieron gran efecto en el comportamiento productivo del pasto. Se sugiere utilizar *Brachiaria humidicola* cv. CIAT-679 en la sexta semana en el período lluvioso y primer trimestre de la época de seca; así como buscar alternativas de alimentación durante el segundo trimestre de esta época para suplir el déficit de forraje.

Mediante una prueba continua de digestibilidad “in vivo” se cuantificaron los efectos de diez edades de rebrote (18, 25, 32, 39, 46, 53, 60, 67, 74 y 81 días) en el rendimiento, composición química, digestibilidad de los nutrientes, densidad energética y en el mejor momento de cosecha del forraje napier, considerando integralmente la producción de energía metabolizable y proteína digestible por hectárea en época lluviosa. Se utilizaron cuatro ovinos adultos machos alojados en jaulas de metabolismo, a los que se les suministró dos veces al día el forraje fresco procedente de un área experimental de la Universidad de Granma (Cuba), todo con un diseño totalmente aleatorizado. Los resultados obtenidos corroboraron incrementos estables del rendimiento de biomasa por hectárea (hasta  $2.58 \text{ t corte}^{-1}$ ) y las típicas mermas nutritivas de las gramíneas con la edad. La proteína bruta decreció desde valores cercanos a 14% hasta menos de la mitad a los 81 días, la materia seca (que es baja, 14 a 18) y la fibra bruta (30 a 38%) se incrementaron. Los coeficientes de digestibilidad de todos los nutrientes estudiados y la energía metabolizable estimada ( $9.54$  a  $5.86 \text{ MJ kg}^{-1} \text{ MS}$ ) fueron linealmente menores conforme madura el forraje y como consecuencia de todo lo anterior la producción de energía y proteína digestible se incrementó hasta un límite para luego disminuir, alcanzando su máximo entre los 54 y 60 días de rebrote, que implica finalmente el intervalo recomendado para la cosecha del forraje (Santana, Pérez, & Figueredo, 2010).

## **2.2. Valor Nutritivo de las especies forrajeras tropicales**

Los pastos y forrajes son la base de la alimentación de los diferentes tipo de explotaciones de ganadería de bovinos, de leche, como de carne, y de otros herbívoros. Las plantas forrajeras son fuente de alimento para el ganado que convierte en carne y/o leche; para obtener de manera óptima que el forraje tenga un balance adecuado en su composición química en cuanto a: proteínas, grasas, minerales y vitaminas. Para lograr una producción sostenida es necesario mantener en el suelo y en el forraje los componentes nutricionales adecuados y corregir las deficiencias para proporcionar un manejo apropiado a la relación suelo–planta–animal (Enríquez, Meléndez, & Bolaños, 1999).

## **2.3. Madurez de la planta y la calidad del forraje**

El factor que afecta la morfología y determina la calidad del forraje es el grado de madurez de la planta; la disminución de la calidad del forraje con la edad, resulta, principalmente de la menor relación hoja – tallo y de la menor calidad de los componentes del tallo (Nélson & Moser, 1994). La naturaleza del proceso de crecimiento es importante para conocer el potencial y las limitaciones de las plantas forrajeras en cualquier situación de manejo. En este proceso existen variables vegetales como la biomasa foliar (BF) y el área foliar específica (AFE,  $\text{m}^2 \text{g}^{-1}$ ), los cuales son fáciles de medir y muy correlacionados con la tasa de crecimiento (TC) del cultivo. La AFE es una de las principales variables que afectan el crecimiento de las plantas y la eficiencia fotosintética en el uso del nitrógeno (N) disminuye durante el crecimiento y presenta una alta correlación con la acumulación de materia seca (MS) más que otras variables y para cualquier estado de crecimiento o edad de rebrote (Pérez y otros, 2004).

## **2.4. Optimización de la etapa de madurez**

La calidad de un forraje es determinado por la producción de materia seca y, del valor nutritivo de la misma. Como consecuencia del crecimiento y el estado de madurez del forraje, en la cosecha su valor nutritivo disminuye y, la materia seca se incrementa, en una planta en estado vegetativo de crecimiento, el valor nutritivo del forraje es alto, pero la producción de materia seca es menor. Cuando la planta inicia su floración, la producción de materia seca continúa en aumento. La digestibilidad del forraje maduro disminuye y la máxima cantidad de materia seca digestible producida por unidad de área, se alcanza en edad más tempranamente que la cantidad máxima de materia seca total (Schroeder, 1996).

En algunos casos La selección de los pastos por la apariencia de sus hojas puede mejorar las características de los mismos; mientras que la selección con base en el peso específico y la tasa de elongación de las hojas, tiene poco efecto en la calidad nutritiva de los pastos perennes (Nélson & Moser, 1994).

## **2.5. Características de la Pared Celular**

La conformación de la pared celular de las plantas consiste en, celulosa (40-45%), hemicelulosa (30-35%) y lignina (20-23%). Los forrajes contienen una gran proporción de su materia orgánica (MO) (35-80%) en forma de pared celular, la cual proporciona la integridad estructural de la planta. Los carbohidratos estructurales principalmente la hemicelulosa, la celulosa y la pectina, son degradados por los microorganismos del rumen, lo cual capacita a los rumiantes para utilizar estas fuentes de energía (Jung & Allen, 1995), (Buxton & Redfearn, 1997).

Los forrajes, tanto los tropicales como los de clima templado difieren entre sí en su estructura y composición de la pared celular, dependiendo de sus especies, parte anatómica y fase de desarrollo. En el mismo sentido la estructura de la pared celular es compleja y variable tanto química como histológicamente

(Fondevila, 1998). El más importante de estos factores lo constituyen la distribución del tamaño de los espacios entre los polímeros individuales que constituye la estructura de la pared celular y que es bastante similar en todas las especies de cultivo usadas en los propósitos de la alimentación animal. La medición directa a través de una variable de métodos de comparación, ha demostrado que la mayoría de estos espacios o poros, tiene un diámetro entre 2 a 4 mm (Chesson & Forsberg, 1997).

Se han reportado animales que consumen altos niveles de forraje con elevada concentración de pared celular, tienen baja digestibilidad. Por lo tanto la disponibilidad de energía en su dieta es limitada (Galyean & Goetsch, 1993; Ramírez, Ramírez, & López, 2002). Dependiendo del tipo de tejido y a medida que la célula de la planta madura, la pared celular se ensancha y comúnmente produce una pared secundaria de composición distinta, por lo que ocurren cambios químicos y anatómicos afectando la digestibilidad. La cantidad de lignina puede ser el factor que limite la degradación de la pared celular (Ramírez, Ramírez, & López, 2002).

## **2.6. Carbohidratos**

Los carbohidratos, son la fuente más importante de energía de los animales rumiantes. Los microorganismos en el rumen permiten a los rumiantes obtener energía de los carbohidratos fibrosos (celulosa y hemicelulosa) que son ligados a la lignina en las paredes de las células de plantas de fibra voluminosa y se retiene en el rumen donde la celulosa y hemicelulosa fermentan lentamente. Mientras que madura de planta, el contenido de lignina de la fibra se incrementa, y el grado de fermentación de celulosa y hemicelulosa en el resumen, se reduce (Buxton & Redfearn, 1997).

Los carbohidratos de los alimentos se clasifican en estructurales (fibrosos) y no estructurales (no fibrosos) y de acuerdo con la suspensión a la fermentación ruminal (Beauchemin, Rode, & Sewalt, 1995). La química nutricional describe la

degradación de los carbohidratos estructurales y no estructurales y los factores que influyen en su disponibilidad para la digestión por los animales y los microorganismos (Avellaneda, 2003).

La mayoría de los carbohidratos consumidos por los rumiantes son polímeros de la glucosa que aparecen en forma de celulosa o almidón; la fracción fibrosa de estos contienen fundamentalmente celulosa, hemicelulosa y lignina, los cuales son encargados de enfocar la estructura de la planta, de ahí, el término “carbohidratos estructurales” o “carbohidratos de la pared celular” (Chesson & Forsberg, 1997).

### **2.6.1. Almidón**

El almidón es un polímero que se almacena en amino plastos dentro de la célula de carios órganos de las plantas incluyendo la semilla, rizoma y tubérculos. El almidón también se almacena en gránulos dentro de los cloroplastos cuando la síntesis neta excede las demandas; si la demanda es mayor que la energía disponible por fotosíntesis, el almidón es metabolizado a sucrosa, la cual está en el floema y es transportada para el desarrollo de los tejidos. Los gránulos de almidón aumentan solo de tamaño y está embebido entre una densa matriz y cuerpo proteínico que incrementa en espesor y tamaño con la madurez (Kellems & Church, 1998)

### **2.6.2. Celulosa**

La celulosa se constituye en el principal carbohidrato sintetizado por las plantas. Es un polímero de glucosa lineal unido por enlace  $\beta$  1.4 glucósidos teniendo una estructura simple primaria y otra compleja terciaria. La celulosa es una enzima compleja que se encarga de la degradación de la celulosa y consta de dos unidades importantes como mínimo: C-1, que rompe los enlaces de hidrógeno liberando cadenas de glucosa susceptibles a una posterior hidrólisis, y C-X, que hidroliza estas cadenas hasta celobiosa y glucosa. Las glucosas parecen diferir en su capacidad para adsorber el factor hidrolítico (Wu, Zhao, & Gao, 2006).

### **2.6.3. Hemicelulosa**

Estructuralmente está compuesta principalmente por unidades de D-glucosa, D-galactosa, D-manosa, D-xilosa y L-arabinosa, unidas en diferentes combinaciones y por varios enlaces glicosídicos. Es el segundo polisacárido estructural más abundante de la plantas, está presente en asociaciones con la celulosa en la mayoría de las especies vegetales y puede ser extraída por álcalis. Basado en los principales residuos de azúcares presentes en el esqueleto del polímero, las hemicelulosa pueden ser denominadas xilanos, glucomanenos, galactanos o arabinanos (Bhat & Hazlewood, 2001). Esta fracción de la pared celular de las plantas, está relacionada con las gomas vegetales; se encuentra en menor cantidad que la celulosa y su estructura química es de menor tamaño comparada con la celulosa y fibrillas vegetales. La concentración tanto de xilosa y arabinosa, se ha utilizado como indicador de la calidad del forraje (Van Soest, 1994; Jung, 1997)

### **2.6.4. Pectinas**

Las pectinas son un grupo de polisacáridos solubles en agua caliente y que aparecen como constituyentes de las paredes primarias de las células y las regiones intercelulares de las plantas superiores. Son principalmente abundantes en tejidos blandos como la piel de los frutos cítricos y la pulpa de remolacha (Ridley, O'Neill, & Mohnen, 2001). Desde el punto de vista fisiológico, las pectinas son hidratos de carbono estructurales. Sin embargo, no están unidos de forma covalente con la porción lignificada de la pared celular y son fermentados fácilmente en el rumen (entre el 90 y 100%) (Nocek & Tamminga, 1991).

### **2.6.5. Componentes fenólicos**

La lignina no es un carbohidrato, pero está estrechamente asociado a los compuestos de este grupo; contienen resistencia química y biológica a la pared celular y fortaleza mecánica a la planta. La lignina representa el principal compuesto fenólicos de la pared celular. Es un compuesto fenólico de alto peso molecular, adiciona rigidez a la estructura y limita la disponibilidad de carbohidratos estructurales para los microorganismos ruminales. La lignificación aumenta con la madurez fisiológica con el consecuente aumento de ácidos fenólicos (Moore & Jung, 2001).

### **2.7. Degradación en el rumen de los componentes químicos de los pastos**

En los rumiantes, la digestión de los carbohidratos pueden ser clasificados dentro de dos tipos: Aquellos que son digeridos y absorbidos en el intestino delgado (carbohidratos disponibles) y aquellos que no lo son (carbohidratos no disponibles). Los carbohidratos esenciales disponibles son los monosacáridos (glucosa, fructosa y galactosa) y disacáridos tales como la lactosa y las series de maltosas y los almidones. Los carbohidratos no disponibles son en esencia los polisacáridos no almidonados y los oligosacáridos. Estos carbohidratos no disponibles son mayoritariamente del componente llamado “fibra de los alimentos” (Jung, 1997).

La degradación de, los polisacáridos estructurales como los arabinosilanos que se encuentran entre las paredes celulares de los forrajes y en los endospermos de los cereales, requieren un amplio rango de enzimas trabajando secuencialmente. En esencia las enzimas que destruyen las cadenas de arabinosa, grupo acetyl, ácido ferúlico y ácido glucorónico, actúan primero seguidas por la xilanasa que se encargan de fraccionar las principales cadenas de xileno. La descomposición de la celulosa también requiere una serie de enzimas (Jung, 1997).

## 2.8. Métodos para determinar la digestibilidad

El conocimiento de la degradación y la digestibilidad de los alimentos, son fundamentales para establecer su valor nutritivo y por tanto, para la formulación de raciones para rumiantes (Bochi-Brum, Carro, Valdés, González, & López, 1999). Aunque las determinaciones de digestibilidad “*in vivo*” total, incluye la degradabilidad “*in situ*” o “*in vivo*” parcial o de la **bolsa de nylon** son consideradas las más exactas, este es un proceso laborioso y costoso que requiere el empleo de altas cantidades de alimentos, uso de mano de obra calificada, y la disposición de instalaciones para su ejecución; por lo tanto, se han propuesto distintos métodos alternativos, entre ellos los procedimientos “*in vitro*” para la estimación de la digestibilidad y la degradación, los que pueden realizarse cuando se dispone de pequeñas cantidades de muestras (Bochi-Brum, Carro, Valdés, González, & López, 1999; Giraldo, Gutiérrez, & Rúa, 2007).

El método “*in vitro*” que ha sido utilizado más ampliamente desde su introducción, es el de Tilley & Terry (1963) considerado uno de los procedimientos más exactos para la predicción de la digestibilidad en rumiantes (Giraldo, Gutiérrez, & Rúa, 2007). El de Tilley y Terry se considera un método referente para calcular la digestibilidad en alimentos para rumiantes, el cual ha sido modificado y aceptado según el tipo de alimento a analizar, al igual que se han desarrollado y probado diferentes tampones de dilución para ajustar el pH del inóculo. Pese a su exactitud y a todas las modificaciones y adaptaciones, este método sigue siendo un procedimiento que demanda mucho tiempo y trabajo, además cada alimento debe incubarse por separado limitando el número de muestras a ser analizadas por corrida o tanda (Giraldo, Gutiérrez, & Rúa, 2007).

## **2.9. Características botánicas de *Setaria sphacelata***

Según Hacker & Jones (1969), el género *Setaria* incluye aproximadamente 125 especies de clima templado, subtropical y tropical; *Setaria sphacelata* es una gramínea subtropical que presenta una amplia variación de formas y tipos dando lugar a numerosas descripciones de especies afines. Algunos investigadores han propuesto considerarla como una sola especie mientras que otros han presentado diferentes formas de agrupamiento según especies. Algunas variedades conocidas y probadas son Nandi, Kazungulu y Narok. Son plantas perennes, cespitosas, rizomatosas o estoloníferas, con hojas glabras muy suaves al tacto que tienen por lo menos 50 cm de largo por 1 cm de ancho. Las macollas son achatadas con coloración rojiza (según la variedad) y la inflorescencia es una panoja cilíndrica, compactada, de longitud variable entre 5 y 45 cm. Oriunda de África Oriental, seleccionada y mejorada en Australia, muestra un amplio margen de tolerancia para crecer en ambientes diversos y relativamente alejados de las condiciones ideales para la especie (Mas, 2007).

### **2.9.1. Adaptación ecológica**

Suelos: Si bien puede haber diferencias entre variedades, se comporta bien tanto en suelos pobres de textura arenosa, como en arcillosos saturados de agua. Aunque en su centro de origen se la puede encontrar en suelos con valores de pH extremos (4.0–8.5), la mayoría de los materiales colectados se ubican en un rango entre 5.5 y 6.5. La experiencia local iniciada en los últimos años de la década del 60 corroboró estas condiciones de adaptabilidad por el buen comportamiento observado en diversos suelos y zonas tales como planosoles del este; planosoles livianos y ácidos (pH 5.2) en la zona de Pelotas (Brasil), Argisoles de fertilidad baja en Lomadas del este; suelos negros profundos sobre Basalto en Artigas; suelos agrícolas calcáreos en Paysandú y suelos agrícolas pesados de Colonia (Mas, 2007).

Agua: Algunos trabajos desarrollados en el subtrópico indican necesidades mínimas de 750 mm siempre que no ocurran períodos secos prolongados,

mientras que otros llevan ese mínimo a 900 y establecen cantidades elevadas, en el orden de 1800 mm, como condiciones deseables para la gramínea. Otras comunicaciones marcan la tolerancia de la especie tanto a períodos de muy baja disponibilidad de agua en el suelo como a excesos, incluyendo inundaciones periódicas. En el ámbito local se ha comportado bien en ambas situaciones, creciendo tanto en suelos arcillosos susceptibles a las deficiencias estivales como en los hidromórficos de la planicie arrocera del este, donde son frecuentes los períodos de encharcamiento invernal y ocasionales inundaciones (Mas, 2007).

Temperatura: El óptimo de crecimiento se ubica entre los 18 y 22° C indicando claramente su condición de subtropical. La temperatura media de Uruguay estaría en el límite de aptitud con 17.5° C promedio, y una variación relativamente importante entre los extremos norte - sur. Esto no ha impedido el buen comportamiento de esta forrajera en el sur del departamento de Rocha, aunque en esa latitud el régimen térmico puede hacer variar la extensión de la estación productiva en sus dos extremos, primavera y otoño, con incidencia en la distribución estacional del forraje y en la cantidad total producida (Mas, 2007).

En cuanto a las temperaturas mínimas tampoco se han observado limitantes desde el punto de vista de la perennidad de la especie. A pesar que en la mayoría de las evaluaciones se utilizó la variedad Kazungulu, actualmente se ha decidido trabajar exclusivamente con el cultivar Narok, que entre otras ventajas presenta mayor resistencia al frío, no sufriendo daños importantes hasta temperaturas de tres grados bajo cero. Las heladas detienen el crecimiento y dañan parcialmente la planta, particularmente las láminas con mayor exposición, manteniéndose verdes las partes más protegidas por el mismo follaje, por la arquitectura de la planta y por la estructura de la vegetación en su conjunto (Mas, 2007).

### 2.9.2. Manejo agronómico

Además de los aspectos básicos como la adaptación de la planta al medio, las características físico-químicas del suelo, la disponibilidad de agua, etc., el manejo agronómico es la herramienta que permite moldear la expresión productiva del cultivo, desde el momento de la germinación hasta la cosecha y utilización del producto final, ya sea en forma de forraje para pastoreo, heno o semilla.

Implantación: Considerando en primer término el reducido tamaño de semilla, y a los efectos de lograr una buena implantación, parecen adecuadas las clásicas “recomendaciones de libro básico”: tierra bien afinada, buen contacto semilla suelo, eliminación de malezas, etc., a lo que se puede agregar la indicación de ubicar la semilla a una profundidad no mayor a 1 cm. Cualquier método de siembra que observe los puntos anteriores y fundamentalmente que controle competencia, se puede considerar adecuado (Mas, 2007).

Densidad de siembra: Se trata de un tema particularmente sensible debido a la calidad de la semilla normalmente ofrecida en el mercado. El poder germinativo de la misma es muy variable, normalmente bajo, por lo que resulta imprescindible realizar ajustes al respecto en cada caso. En distintos experimentos evaluados durante varios años en el ámbito local, se concluye que se puede lograr un buen stand de plantas con cantidades bajas de semilla viable, en el orden de 100 por metro cuadrado y que no se justificarían densidades mayores a las 300. Suponiendo un 40% de germinación, serían 1,7 y 5 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente (Mas, 2007).

Época de siembra: De acuerdo con el ciclo definitivamente estival de la planta, el tiempo más adecuado es a partir de la primavera, teniendo en cuenta que la temperatura del suelo puede ser más importante que la fecha en sí misma. Otro aspecto a considerar es la competencia que establece el “empuje primaveral” a partir de especies naturalmente presentes en forma vegetativa o de semilla, las que en general se caracterizan por tener un vigor inicial superior al de la *Setaria*. A nivel de campo (sin riego), las siembras de verano dependen de las lluvias que

puedan ocurrir, aumentando el riesgo de fracaso a medida que avanza la estación. La experiencia indica que siembras de diciembre y enero con lluvias oportunas han sido exitosas y algunas de ellas han mostrado la capacidad de producir forraje durante el primer ciclo. También se conocen fracasos cuando las lluvias no llegaron a tiempo o cuando se cometieron errores, principalmente relacionados con la profundidad de siembra (Mas, 2007).

### **2.9.3. Comportamiento productivo de *Setaria sphacelata***

Producción de Forraje: En regiones de clima óptimo para su desarrollo existen registros de hasta 28 toneladas de MS ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> (con 250 kg de N ha<sup>-1</sup> y riego), rendimiento inalcanzable en las condiciones locales. Según mediciones realizadas en suelos de baja fertilidad del departamento de Treinta y Tres en condiciones de riego y fertilización similares, la producción de materia seca en un período de cinco meses varió según experimentos y años entre 8 y 16 toneladas. En el norte del país con fertilidad y clima a favor y en ausencia de datos objetivos comparables, se podría suponer una producción de forraje muy superior a la de la zona este y con mayor estabilidad entre años (Mas, 2007).

El comportamiento productivo en condiciones de secano, tiende a “copiar” las variaciones establecidas por las lluvias. Durante períodos secos, particularmente en los severos, las plantas de *Setaria* detienen su crecimiento manteniendo el color verde. En estos casos es destacable su capacidad de reacción al primer estímulo de humedad, estableciendo ventajas en el crecimiento con respecto a los otros componentes de la comunidad vegetal, logrando controlar las malezas en general y muy especialmente la gramilla. Con manejo adecuado se puede asociar con leguminosas de clima templado, manteniendo rendimientos de forraje importantes además de la mejora que se obtiene en la calidad de la mezcla. En un ensayo que comparó gramíneas estivales en mezcla con leguminosas, el tratamiento “*Setaria* - Lotus” produjo 6.8; 11.1 y 8.6 toneladas MS ha<sup>-1</sup>año<sup>-1</sup> durante el segundo, tercer y cuarto ciclo, siendo la *Setaria* responsable por el 64, 45 y 77% del rendimiento respectivamente (Mas, 2007).

Calidad del Forraje: Estimada a través de la digestibilidad, es afectada por la variedad, el estado fisiológico, el manejo, la temperatura y el nivel de N entre otros factores, pero en términos generales se puede decir que la *Setaria* se enmarca dentro de las características de las gramíneas estivales: valores relativamente bajos de digestibilidad y proteína cruda (PC), aunque considerada dentro de ese grupo se ubica en el estrato superior. Los valores de digestibilidad que se encuentran en la bibliografía van de 50 a 70%, pero la mayoría se ubica entre 55 y 65%. La PC varía entre 5 y 15%. En un análisis reciente realizado sobre una muestra del cultivar Narok en estado vegetativo se obtuvieron valores de 59.7% para digestibilidad y 12.2% para PC (Mas, 2007).

### **3. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. Sitio de estudio**

El trabajo de investigación se desarrolló en la Estación de Investigación de Pastos y Forrajes del Centro de Investigación Posgrado y Conservación Amazónica (CIPCA) de la Universidad Estatal Amazónica, ubicado en el km. 44 vía Puyo - Tena, Cantón Carlos Julio Arosemena Tola, provincia de Napo. Geográficamente se encuentra en las siguientes coordenadas: 01 ° 14' 4,105 ' ' Latitud Sur y 77° 53' 4.27" Longitud Oeste, a una altura de 584 msnm. El trabajo de investigación duró 120 días.

##### **3.1.1. Condiciones meteorológicas y tipo de suelo**

En la tabla 1, se presentan las condiciones meteorológicas del sitio experimental, así como, en la tabla 2 la clasificación y la composición química del suelo, el mismo que es de tipo Inseptisol. Las fuentes de los datos obtenidos, provienen de la Estación meteorológica CIPCA de la Universidad Estatal Amazónica y del análisis de suelo que se lo realizó en los laboratorios de la Universidad Técnica de Ambato en el 2013.

#### **3.2. Técnicas, procedimientos, instrumentos y recursos**

En el área de investigación se tiene instalada una estación meteorológica para la toma de datos sobre los principales parámetros climáticos que afectan el rendimiento y calidad de los pastos es decir precipitación, humedad relativa velocidad del viento, etc.

En el primer experimento se estudió el comportamiento agroproductivo del pasto miel (*Setaria splendida*) en cuatro edades de rebrote 30, 45, 60 y 75 días; al mismo que le siguió el experimento de evaluación de la capacidad degradativa ruminal de los forrajes en estudio.

**Tabla 3.1. Condiciones meteorológicas del sitio experimental**

<b>Mes</b>	<b>Humedad a la intemperie (%)</b>	<b>Temperatura afuera (°C)</b>	<b>Velocidad de viento (m/s)</b>	<b>Punto de rocío (°C)</b>	<b>Precipitación total (mm)</b>
Julio	74.1	6.4	1.1	4.6	505.6
Agosto	74.1	00	0.1	00	557.5
Septiembre	85.48	23.66	0.18	20.79	300.49
Octubre	84.71	22.79	0.28	19.78	414.00
Noviembre	81.37	23.14	0.29	19.37	380.5

**Fuente:** Estación meteorológica CIPCA, (2014)

**Tabla 3.2. Composición química del suelo del área experimental**

<b>Análisis</b>	<b>Valor</b>
pH extracto suelo: agua 1:2.5	5.5
C.E. extracto suelo: agua 1:2.5(us/cm)	51.6
Textura	Franco Arcilloso
Arena. %	44.0
Limo. %	26.0
Arcilla. %	30.0
M.O. %	26.8
N – TOTAL. %	1.3
P. ppm	2.5
K. meq/100 g	0.6
Ca. meq/100 g	7.0
Mg. meq/100 g	6.3
Cu. ppm	6.4
Fe. ppm	94.0
Mn. ppm	3.7
Ca/Mg. meq/100 g	1.1
Mg/K. meq/100 g	10.0
Ca+Mg/K. meq/100 g	21.3

**Fuente:** Laboratorio Universidad Técnica de Ambato (2013)

### **3.3. Recursos Humanos, Materiales y Tecnológicos**

#### **3.3.1. Recursos Humanos**

- Director de Tesis
- Investigador
- Laboratorista

#### **3.3.2. Objeto de Investigación**

- Pasto miel (*Setaria splendida*)

#### **3.3.3. Materiales**

- Pasto miel (*Setaria splendida*)
- Balanza digital
- Flexómetro
- Machete
- Animales fistulados
- Laboratorio para análisis proximal
- Bolsas de nylon 5 x 10 cm
- Materiales de oficina

#### **3.3.4. Reactivos**

- Reactivos necesario para determinar proteína. fibra bruta

#### **3.3.5. Equipo**

- Balanza analítica
- Mufla. estufa
- Baño María
- Molino

- *Equipo de limpieza y desinfección*
- *Crisoles*
- *Matraz*

### **3.4. Diseño experimental y análisis estadístico**

Basado en las características del área experimental para el ensayo de caracterización agronómica se empleó un diseño completamente al azar (DCA) con cuatro tratamientos, donde la edad de cosecha fue el único factor de estudio representado por cuatro niveles de este factor (30, 45, 60 y 75 días de edad) (Tabla 2). Con el fin de incrementar el nivel de confiabilidad experimental se estableció cuatro repeticiones por tratamiento.

Para el establecimiento del ensayo se dispuso de un área de 24.5 m ancho por 44.5m de largo misma que se dividió entre las 16 parcelas experimentales de 5m de ancho 10m de largo, y con un distanciamiento entre parcelas de un metro y medio, que sirvió como pasillo de movilización. A los datos experimentales, se le ejecutó un análisis de varianza para cada una de las variables en estudio, y las medias se compararon utilizando las pruebas de rangos múltiples de Tukey ( $P < 0.05$ ). Para todo este análisis se empleó el programa estadístico SAS.

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

Dónde:

$Y_{ij}$  = Variable de respuesta

$T_i$  = Tratamiento experimental

$E_{ij}$  = Error experimental

**Tabla 3.3. Esquema del experimento para la evaluación de las variables de comportamiento agronómico y de composición química**

Edad de cosecha (días)	Código	Repeticiones	Unidades experimentales por tratamiento	Total unidades por tratamiento
30	E30	4	1	4
45	E45	4	1	4
60	E60	4	1	4
75	E75	4	1	4
			Total	16

Las variables en estudio de este experimento, fueron:

- Composición química proximal y fracciones de fibra (FDN y FDA).
- Las características agroproductivas: Altura de planta, longitud de la hoja, longitud de tallo. diámetro del tallo, producción de bioma seca.

**Tabla 3.4. Análisis de la varianza para el experimento de comportamiento agronómico y composición química proximal**

Fuente de variación	Grados de libertad	
Tratamiento	t-1	4-1=3
Error	t(r-1)	4(4-1)=12
<b>Total</b>	<b>tr-1</b>	<b>4x4-1=15</b>

Para la prueba de degradabilidad ruminal *in situ*, se empleó cuatro toros fistulados a rumen, pertenecientes al Laboratorio de Rumiología y Metabolismo Nutricional de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, para lo cual se utilizó un diseño de bloques completos al azar (DBCA), y basado en el siguiente modelo estadístico.

$$Y_{ijl} = u + t_i + b_j + E_{ijl}$$

Dónde:

$Y_{ij}$  = Variable de respuesta

$T_i$  = Tratamiento experimental

$B_j$  = Bloques experimentales (animales fistulados)

$E_{ij}$  = Error experimental

**Tabla 3.5. Esquema del experimento para la evaluación de las variables de degradabilidad ruminal**

Edad de cosecha (días)	Código	Repeticiones	Unidades experimentales por tratamiento	Total unidades por tratamiento
30	E30	4	1	4
45	E45	4	1	4
60	E60	4	1	4
75	E75	4	1	4
			Total	16

**Tabla 3.6. Análisis de la varianza para el experimento de degradabilidad ruminal *in situ***

Fuente de variación		Grados de libertad
Tratamiento	t-1	4-1=3
Bloque	b-1	4-1=3
Error	Por diferencia	9
<b>Total</b>	<b>tr-1</b>	<b>4x4-1=15</b>

En este experimento se buscó evaluar la degradabilidad del pasto miel (*Setaria splendida*) en sus cuatro edades de cosechas estudiadas en el ensayo agro productivo. Y las variables experimentales fueron:

- Degradabilidad *in situ* de materia seca (DISMS)
- Degradabilidad *in situ* de materia orgánica (DISMO)

- Biodisponibilidad de ceniza

### **3.5. Manejo del experimento *in situ***

Los tratamientos experimentales fueron sometidos a un proceso de incubación ruminal, en los cuatro toros fistulados de raza Brahman con un peso aproximado de 450 kg que fueron alimentados con una dieta balanceada, cuya constitución forrajera fue el pasto King Grass, además se dispuso de agua y sales minerales ad libitum. Las muestras fueron incubadas a siete tiempos (0, 3, 6, 12, 24, 48 y 72 horas). El pasto *Setaria* fue cortado a las edades de 30, 45, 60, y 75 días, secado en estufa a temperatura 65 grados centígrados y molido a un tamaño de 2 mm, se determinó la materia seca (MS) y orgánica (MO); proteína total (PT; N x 6.25) y cenizas (AOAC. 1990); fibra detergente neutra (FDN) y ácida (FDA) (Van Soestet *al.*, 1991).

## CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. Comportamiento agronómico y composición química del pasto Miel cosechado a cuatro edades

#### 4.1.1. Comportamiento agronómico

La altura de la planta del pasto *Setaria splendida*, demostró diferencias ( $P < 0.05$ ; Tabla 4) por efecto de la edad de cosecha, variable que fue similar entre las edades de 30 y 45, así como entre las de 60 y 75 días respectivamente; este comportamiento asociado a la edad es de aspecto general, ya que las plantas, incluidas las gramíneas forrajeras a mayor edad, presentan mayor altura; estos resultados concuerdan con los reportados por Madera, Ortiz, Bacab, & Magaña (2013), quienes evaluaron la influencia de la edad de corte del pasto morado (*Pennisetum purpureun*) sobre las variables agroproductivas y las de calidad; encontrando que a edades tempranas (45 y 60 días) de estudio, la altura aunque con menor valor, fueron similares; pero diferentes a las de mayor estadio fenológico (75, 90, 105 y 120 días).

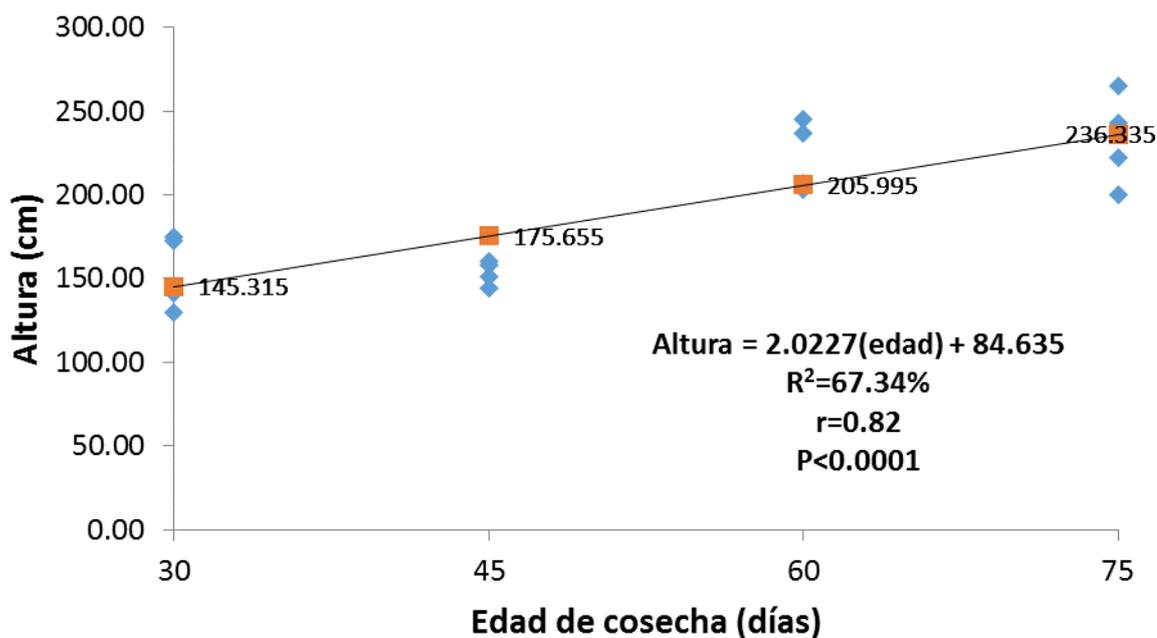
Así mismo. Lara & Ortega (1998), reportaron efectos positivos de la edad de cosecha, sobre la altura de la planta, cuando evaluaron ocho gramíneas forrajeras a diferente edad de rebrote; así como también. Avellaneda et al. (2008) quienes cuando evaluaron el comportamiento de esta variable, evidenciaron un efecto ampliamente marcado y diferenciado por efecto de la edad de cosecha.

El análisis de regresión de la altura de la planta (cm) que se ilustra en la figura 1. determinó una tendencia lineal ( $P < 0.0001$ ), con un coeficiente de determinación del 67.34%, que indica que, en esta proporción la respuesta de la altura de la planta depende de la edad de cosecha, con un nivel de correlación de 0.82 entre estas variables.

**Tabla 4.1 Efecto de la edad de cosecha (30, 45, 60 y 75 días) sobre la altura de planta del pasto miel (*Setaria splendida*)**

Edad de cosecha (días)	Altura de la planta (cm)
30	154.60 b
45	153.25 b
60	222.95 a
75	232.50 a
Probabilidad	0.0002
EEM	10.57

<sup>ab</sup> Promedios con literales idénticos, son estadísticamente iguales según Tukey ( $P < 0.05$ ). EEM= Error estándar de la media.



**Figura 4.1. Regresión de la altura de la planta (cm) de *Setaria splendida*, por efecto de la edad de cosecha**

Por otra parte, en la presente investigación la variable longitud de la hoja presentó diferencias ( $P < 0.05$ ; Tabla 5), aunque con un comportamiento inconsistente, discrepando estos resultados con los reportados por Madera, Ortiz, Bacab, &

Magaña (2013), sobre todo porque estos autores evidenciaron un comportamiento creciente de la longitud de la hoja como respuesta a la mayor edad de cosecha de la planta; tal como también fuera indicado por Ojo et al. (2013) al evaluar esta variable en pasto *Panicum maximum*, aunque las edades de cosecha estudiadas por estos autores fueron mucho mayor a las de la presente investigación.

El análisis de regresión de la longitud de la hoja (cm) que se ilustra en la figura 2. determinó que existió una tendencia lineal no significativa ( $P=0.4970$ ), con un coeficiente de determinación del 3.36%, que indica que, fue casi nula la proporción con la que la respuesta de la altura de la planta depende de la edad de cosecha, por lo menos entre las edades evaluadas.

**Tabla 4.2. Efecto de la edad de cosecha (30. 45. 60 y 75 días) sobre la longitud de la hoja del pasto miel (*Setaria splendida*)**

Edad de cosecha (días)	Longitud de la hoja (cm)
30	53.55 a
45	36.80 a
60	56.00 a
75	52.45 a
Probabilidad	0.0088
EEM	3.51

<sup>ab</sup> Promedios con literales idénticos, son estadísticamente iguales según Tukey ( $P<0.05$ ). EEM= Error estándar de la media.

Por su parte, la longitud de los tallos del pasto *Setaria splendida*, demostró diferencias ( $P<0.05$ ; Tabla 6) por efecto de la edad de cosecha, siendo similar a la altura de la planta en términos de la semejanza del comportamiento estadístico, ya que hubo igualdad entre las edades de 30 y 45, así como entre las de 60 y 75 días, respectivamente, sin embargo, el diámetro de estos no presentó diferencias ( $P>0.05$ ) asociadas a la edad de cosecha del forraje.

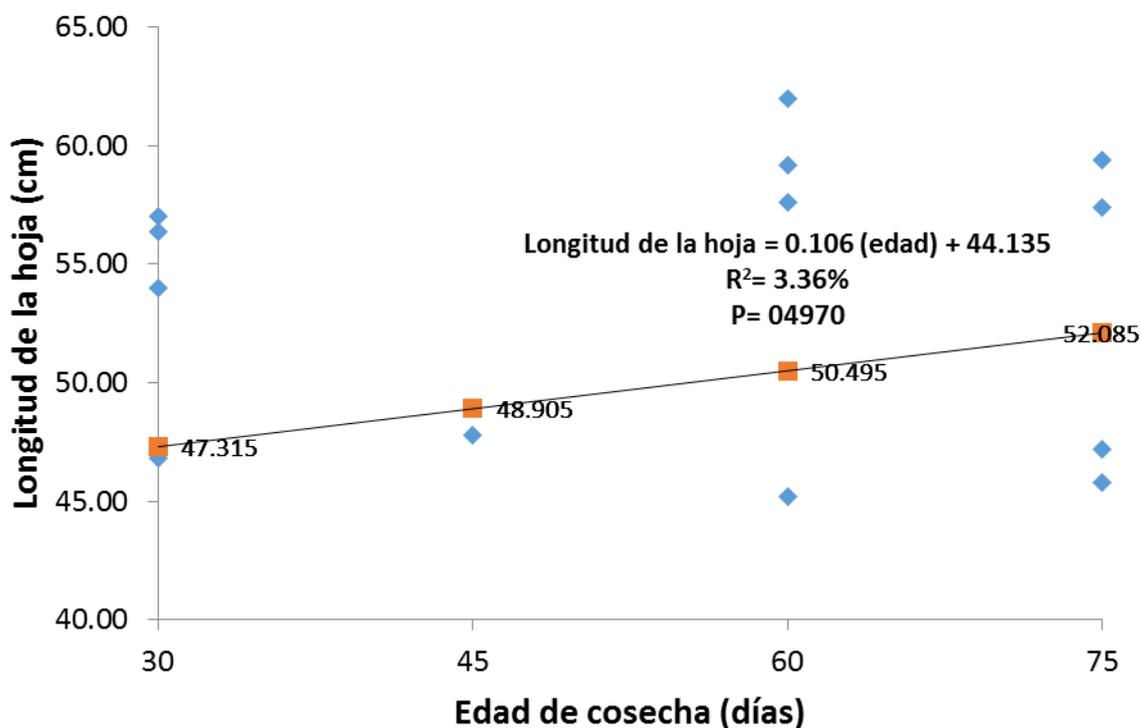


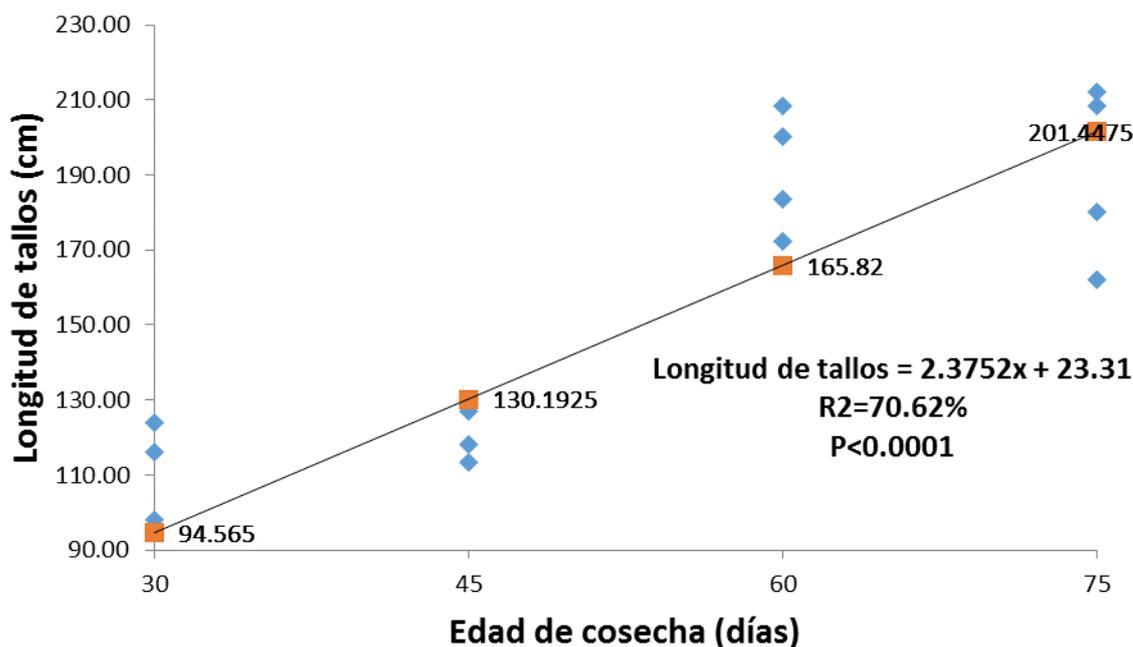
Figura 4.2 Regresión de la longitud de la hoja (cm) de *Setaria splendida* por efecto de la edad de cosecha

Tabla 4.3. Efecto de la edad de cosecha (30, 45, 60 y 75 días) sobre la longitud de tallos del pasto miel (*Setaria splendida*)

Edad de cosecha (días)	Longitud de tallos (cm)
30	98.25 b
45	111.98 b
60	191.20 a
75	190.20 a
Probabilidad	<0.0001
EEM	11.30

<sup>ab</sup> Promedios con literales idénticos, son estadísticamente iguales según Tukey (P<0.05). EEM= Error estándar de la media.

El análisis de regresión de la longitud de tallos (cm) que se ilustra en la figura 3, determinó una tendencia lineal ( $P=0.0001$ ), con un coeficiente de determinación del 70.62%, que indica que, en esta proporción la respuesta de la longitud tallos depende de la edad de cosecha, con un nivel de correlación de 0.84 entre estas variables. Ya que por cada días de edad de cosecha incremento 2.37 cm.



**Figura 4.3. Regresión de la longitud de tallos (cm) de *Setaria splendida*. por efecto de la edad de cosecha**

La respuestas de la producción de biomasa seca, a la edad de cosecha no presentó diferencias ( $P>0.05$ ; Tabla 7), aunque se presentó una tendencia que a mayor edad existió mayor proporción del componente forrajero seco. Esta manifestación de no existir diferencias estadísticas en la producción de forraje seco, aun cuando los márgenes de producción entre una edad y otra fueron altos, pudo deberse al grado de variabilidad que presentaron las respuestas para esta variable en este estudio. Sin embargo, otros autores como Vergara & Araujo (2006), cuando evaluaron esta variable en la respuesta del pasto *Brachiaria humidicola*; Araya & Boschini (2005), en su estudio con variedades de pasto *Pennisetum purpureum*, tampoco obtuvieron respuestas lineales crecientes por efecto de la edad de cosecha.

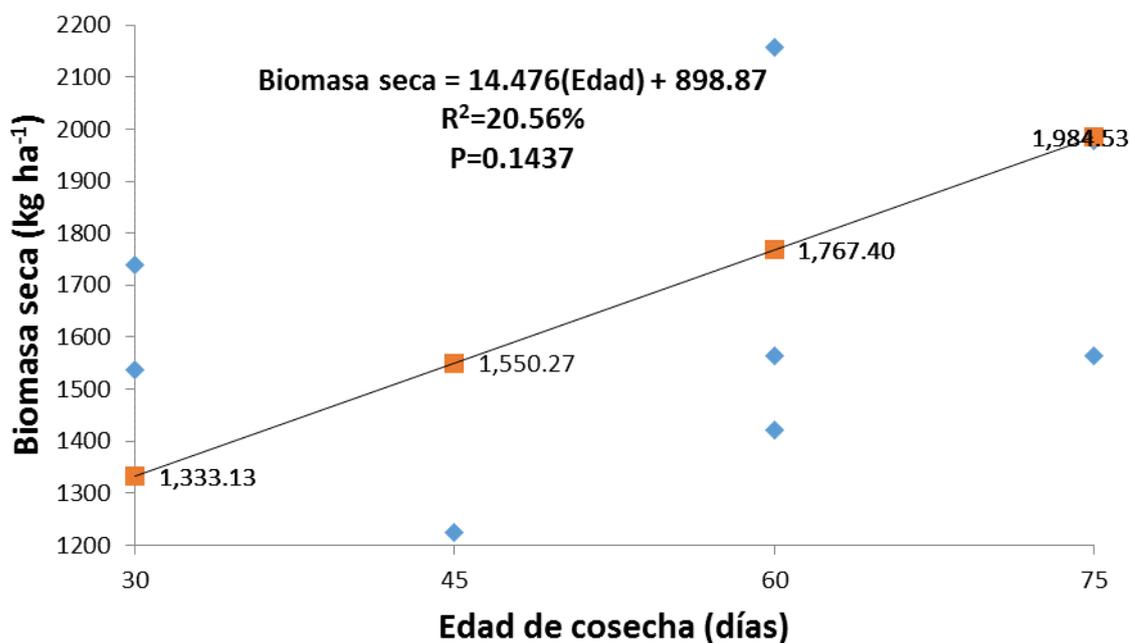
Sin embargo, los resultados anteriores difieren de los reportados por Lara & Ortega (1998), cuando evaluaron ocho diferentes especies de gramíneas; de los presentados por Madera, Ortiz. Bacab, & Magaña (2013); quienes reportaron que existió un fuerte incremento de la producción de biomasa seca del pasto morado (*Penisetum purpureum*) cuando este poseía una edad avanzada; con lo conseguido por Fernández, Benítez, Gómez, & Leonard (2001) quienes estudiaron la dinámica de crecimiento del pasto Tanner; a los reportados por Avellaneda et al. (2008) en la evaluación de tres ecotipos de Brachiarias; también con los indicados por Fernández, Gómez. & Cordoví (2012), quienes evaluaron al pasto *Brachiaria humidicola* cv CIAT-609; por los de Herrera & Hernández (1989), con pasto bermuda cruzada (*Cynodon dactylon* cv. Coastcross-1), y Cerdas & Vallejos (2012) con varias especies tropicales, cuando evaluaron la edad de cosecha sobre la producción de biomasa seca.

**Tabla 4.4. Efecto de la edad de cosecha (30, 45, 60 y 75 días) sobre la producción de biomasa seca del pasto miel (*Setaria splendida*)**

Edad de cosecha (días)	Biomasa seca (kg ha <sup>-1</sup> )
30	1364.70 a
45	1529.30 a
60	1714.70 a
75	2026.70 a
Probabilidad	0.5819
EEM	295.40

<sup>ab</sup> Promedios con literales idénticos, son estadísticamente iguales según Tukey (P<0.05). EEM= Error estándar de la media.

El análisis de regresión de la biomasa seca (kg ha<sup>-1</sup>) que se ilustra en la figura 4, determinó que existió una tendencia lineal no significativa (P=0.1437), con un coeficiente de determinación del 20.56%, que indica que, es baja la proporción con la que la respuesta de la biomasa seca de la planta depende de la edad de cosecha, por lo menos entre las edades evaluadas; pudiéndose deber este comportamiento en esta investigación a una alta variabilidad en las respuestas.



**Figura 4.4** Regresión de la biomasa seca (kg ha<sup>-1</sup>) de *Setaria splendida* por efecto de la edad de cosecha

#### 4.1.2. Composición química

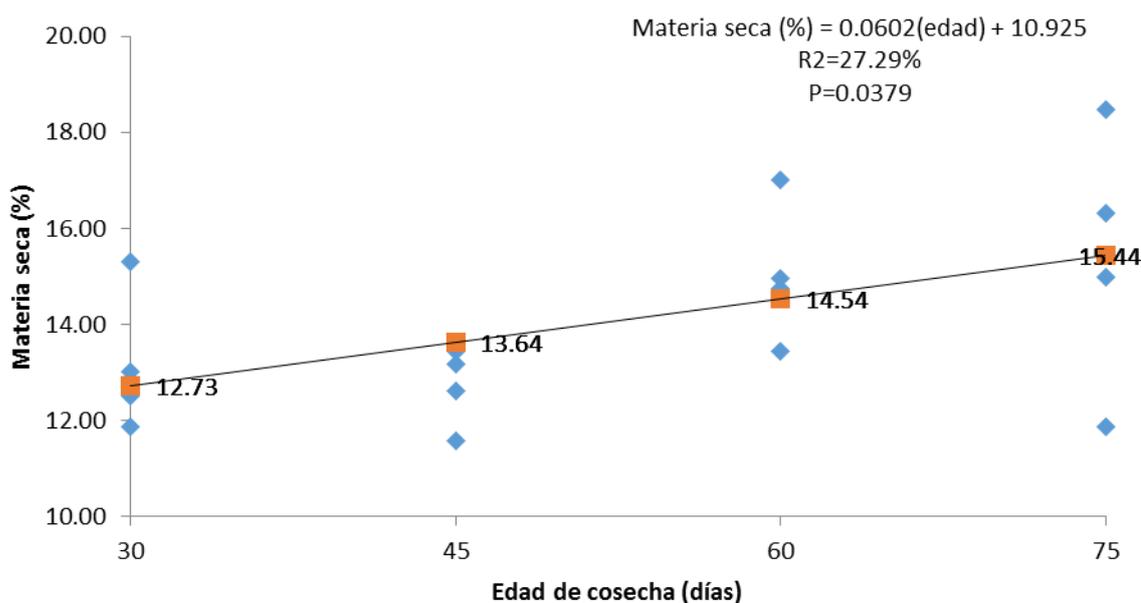
Aunque el contenido de materia seca (MS) presento diferencias ( $P < 0.05$ ; Tabla 8), en las dos primeras edades de cosecha (30 y 45 días), no hubo un comportamiento creciente ni desigual ( $P > 0.05$ ), sin embargo, esta variable presentó un incremento lineal, y estadísticamente diferente a los tiempos anteriores, cuando fue valorada a los 60 y 75 días; aunque en estas dos últimas edades de cosecha, no haya diferido ( $P > 0.05$ ). Por su parte, y para corroborar que generalmente a mayor edad las plantas presentan aumentos lineales en la concentración de MS. Araya & Boschini (2005), Vergara & Araujo (2006), y Verdecia et al. (2013) concuerdan con lo reportado en el presente estudio; aunque hayan otros investigadores como. Ramos, Mendoza, Aranda, Garcia, & Bárcena (1995) y Cárdenas, Bautista, Zegarra, & Ramos (2013) que reportan el no haber encontrado una relación clara de la edad de cosecha y el incremento del contenido de MS.

**Tabla 4.5. Efecto de la edad de cosecha (30, 45, 60 y 75 días) sobre contenido de materia seca (MS) del pasto miel (*Setaria splendida*)**

Edad de cosecha (días)	Materia seca (%)
30	13.16 b
45	12.71 b
60	15.04 ab
75	18.14 a
Probabilidad	0.0035
EEM	0.722

<sup>ab</sup> Promedios con literales idénticos, son estadísticamente iguales según Tukey ( $P < 0.05$ ).  
EEM= Error estándar de la media.

El análisis de regresión de la materia seca (%) que se ilustra en la figura 5, determinó que existió una tendencia lineal significativa ( $P = 0.0379$ ), con un coeficiente de determinación del 27.29%. que indica; la baja proporción con la que la respuesta de la materia seca de la planta depende de la edad de cosecha, por lo menos entre las edades evaluadas.



**Figura 4.5. Regresión de la materia seca (%) de *Setaria splendida*, por efecto de la edad de cosecha**

El contenido de materia orgánica (MO) ( $P>0.05$ ; Tabla 9) y cenizas ( $P>0.05$ ; Tabla 10) del pasto *Setaria splendida*, no fue diferente entre las edades de cosecha estudiadas, datos que fueron similares a los reportados por Soto, Valencia, Galvis, & Correa (2005) en su estudio del pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*), y Cárdenas, Bautista, Zegarra, & Ramos (2013), en su investigación donde evaluaron al pasto estrella (*Cynodon plectostachyus*). Sin embargo, lo indicado anteriormente discrepa con lo logrado por Araya & Boschini (2005); y con lo reportado por Vega, Ramírez, Leonard, & Igarza (2006) quienes estudiaron la composición química y digestibilidad del pasto *Brachiaria decumbens* en época lluviosa, y encontraron incrementos del contenido de MO por efecto de la edad.

**Tabla 4.6. Efecto de la edad de cosecha (30, 45, 60 y 75 días) sobre contenido de materia orgánica (MO) del pasto miel (*Setaria splendida*)**

Edad de cosecha (días)	(MO) (%)
30	91.33 a
45	91.64 a
60	93.26 a
75	92.78 a
Probabilidad	0.0517
EEM	0.494

<sup>ab</sup> Promedios con literales idénticos, son estadísticamente iguales según Tukey ( $P<0.05$ ). EEM= Error estándar de la media.

**Tabla 4.7. Efecto de la edad de cosecha (30, 45, 60 y 75 días) sobre contenido de cenizas (C) del pasto miel (*Setaria splendida*)**

Edad de cosecha (días)	Ceniza (%)
30	8.68 a
45	8.36 a
60	6.74 a
75	7.22 a
Probabilidad	0.0517
EEM	0.494

<sup>ab</sup> Promedios con literales idénticos, son estadísticamente iguales según Tukey ( $P<0.05$ ). EEM= Error estándar de la media.

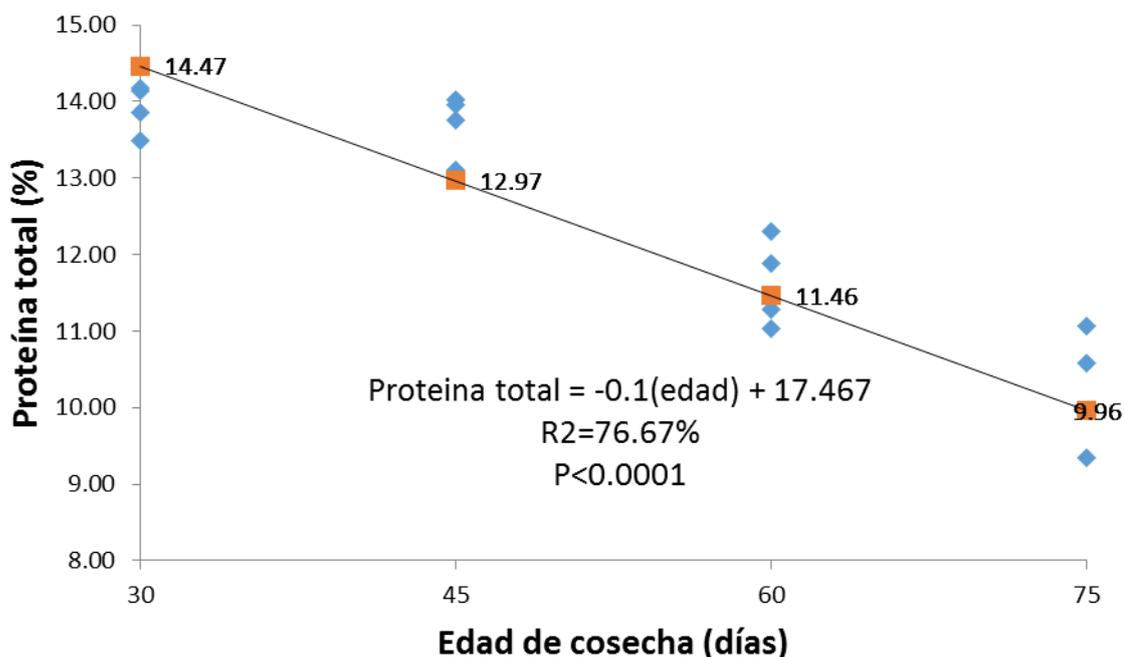
La concentración de proteína total (PT), al comparar todas las edades presentó diferencias ( $P < 0.05$ ; Tabla 11), y una tendencia lineal decrecientes con el incremento de la edad de la planta, sin embargo, hay que puntualizar que, a los 30 y 45 días las respuesta fueron iguales ( $P > 0.05$ ), teniendo la menor concentración el pasto *Setaria splendida* de 75 días (9.61% de PT). Estos resultados, coinciden ampliamente con los encontrados con Araya & Boschini (2005), aunque ellos hayan estudiado el comportamiento de pastos de corte, y no de pastoreo y las edades sean mucho mayores. sin embargo, esto deja demostrado que en términos generales, los pastos de avanzada edad de cosecha, poseen menor contenido de PT. Las respuestas anteriores, también armonizan con lo descubierto por Ramos, Mendoza, Aranda, Garcia, & Bárcena (1995), Boschini (2001), Vega, Ramírez, Leonard, & Igarza (2006), Vergara & Araujo (2006), Verdecia et al. (2013). Aunque hayan algunos autores como Soto, Valencia, Galvis, & Correa (2005) quienes encontrarón respuestas contrarias.

**Tabla 4.8. Efecto de la edad de cosecha (30, 45, 60 y 75 días) sobre contenido de proteína del pasto miel (*Setaria splendida*)**

Edad de cosecha (días)	Proteína (%)
30	13.92 a
45	13.71 a
60	11.63 b
75	9.61 c
Probabilidad	<0.0001
EEM	0.449

<sup>ab</sup> Promedios con literales idénticos, son estadísticamente iguales según Tukey ( $P < 0.05$ ).  
EEM= Error estándar de la media.

El análisis de regresión de la proteína (%) que se ilustra en la figura 5, determinó que existió una tendencia lineal significativa ( $P = 0.0379$ ), con un coeficiente de determinación del 27.29%, que indica; la baja proporción con la que la respuesta de la materia seca de la planta depende de la edad de cosecha. por lo menos entre las edades evaluadas, se disminuyo la proteína por cada edad de cosecha.



**Figura 4.6. Regresión de la proteína (%) de *Setaria splendida*. por efecto de la edad de cosecha**

En lo referente a la concentración de las fracciones de fibra, se evidenció un ligero incremento no significativo ( $P>0.05$ ; Tabla 5) en sus componentes (fibra en detergente neutro, FDN; fibra en detergente ácido, FDA; y hemicelulosa), entre las edades de cosecha de *Setaria splendida* evaluadas; resultados que concuerdan con los reportados por Ramos, Mendoza, Aranda, Garcia, & Bárcena (1995), Soto, Valencia, Galvis, & Correa (2005), Vergara & Araujo (2006) y Jiménez, Granados, Oliva, Quiroz, & Barrón (2010); pero discrepan, con los estudios de autores como Fernández, Benítez, Gómez, & Leonard (2001), Vega, Ramírez, Leonard, & Igarza (2006), Ojo et al. (2013) y Verdecia et al. (2013), quienes claramente evidenciaron el impacto que tiene la edad sobre el incremento de las concentraciones de FDN, FDA y hemicelulosa.

**Tabla 4.9. Efecto de la edad de cosecha (30, 45, 60 y 75 días) sobre contenido de fibra detergente neutro (FDN) del pasto miel (*Setaria splendida*)**

Edad de cosecha (días)	(FDN) (%)
30	75.28 a
45	76.03 a
60	76.08 a
75	78.71 a
Probabilidad	0.2430
EEM	1.190

<sup>ab</sup> Promedios con literales idénticos, son estadísticamente iguales según Tukey ( $P < 0.05$ ).  
EEM= Error estándar de la media.

**Tabla 4.10. Efecto de la edad de cosecha (30, 45, 60 y 75 días) sobre contenido de fibra detergente ácida (FDA) del pasto miel (*Setaria splendida*)**

Edad de cosecha (días)	(FDA) (%)
30	34.13 a
45	34.70 a
60	36.35 a
75	40.42 a
Probabilidad	0.2297
EEM	2.211

<sup>ab</sup> Promedios con literales idénticos, son estadísticamente iguales según Tukey ( $P < 0.05$ ).  
EEM= Error estándar de la media.

**Tabla 4.11. Efecto de la edad de cosecha (30, 45, 60 y 75 días) sobre contenido de hemicelulosa del pasto miel (*Setaria splendida*)**

Edad de cosecha (días)	Hemicelulosa (%)
30	41.69 a
45	41.49 a
60	39.42 a
75	38.29 a
Probabilidad	0.1725
EEM	1.172

<sup>ab</sup> Promedios con literales idénticos, son estadísticamente iguales según Tukey ( $P < 0.05$ ).  
EEM= Error estándar de la media.

## 4.2. Degradabilidad *in situ* de la materia seca (MS), orgánica (MO) e inorgánica (MI) del pasto Miel cosechado a cuatro edades

### 4.2.1. Degradabilidad de la Materia Seca

Los resultados experimentales para esta variable (Tabla 6), demuestran que durante todos los tiempos de incubación ruminal, la degradabilidad *in situ* de la materia seca (DIMS), presentó cambios ( $P < 0.05$ ) por efecto de la edad de cosecha del pasto *Setaria splendida*, evidenciándose que a mayor edad (75 días) la DIMS fue fuertemente afectada, al ser comparada con las dos primeras edades evaluadas (30 y 45 días); excepto en el último tiempo de incubación (72 horas), donde la DIMS del pasto cosechado a las 45, 60 y 75 días fue similar ( $P > 0.05$ ) y contrarios al de 30 días ( $P < 0.05$ ). Esta disminución de DIMS asociada a la edad de cosecha, concuerda con Vega, Ramírez, Leonard, & Igarza (2006), Avellaneda et al. (2008), Verdecia et al. (2013); pero discrepa con lo reportado por Slanac, Kucseva, Balbuena, & Rochinotti (2011).

Es pertinente indicar que se observó un incremento rápido de la degradación con el tiempo de incubación hasta alrededor de las 48 horas, sin embargo, posterior a ello se evidenció un aumento más lento hasta las 72 horas; efecto mucho más marcado con relación a la edad de cosecha. Este resultado puede estar relacionado tanto con el aumento de la concentración de los constituyentes estructurales de la pared celular, así como con los incrementos en la concentración y la modificación de los componentes monoméricos fenólicos de la pared celular del material vegetal evaluado con el avance de la edad de rebrote, tal como lo demostró Valenciaga, Herrera, Simoes, Chongo, & Torres (2009) y lo corroboró Valenciaga et al. (2010).

Estos cambios en la composición química y estructural de la pared celular pueden propiciar la formación de enlaces covalentes entre los polisacáridos estructurales y la lignina, cada vez más fuertes, en la medida que aumenta la edad del pasto, lo que impide la acción de las enzimas de los microorganismos ruminales durante la degradación de los carbohidratos, al alterar tanto el acceso como el adecuado

acoplamiento enzima–sustrato (Forano y Bera 2003; citado por Valenciaga et al., 2010).

Además, con la edad se producen diferentes cambios en las características anatómicas de la planta por su crecimiento y maduración fisiológica, tales como disminución de las láminas foliares, aumento de los haces vasculares e incremento de la cantidad de tejido de sostén (Mari et al., 2004, citados por Valenciaga et al., 2010), Los cambios morfo anatómicos, químicos y estructurales desempeñan un importante papel en la disminución de la accesibilidad de los microorganismos ruminales a los carbohidratos de las paredes celulares con la consiguiente disminución de la degradación microbiana ruminal del forraje (Valenciaga et al., 2010).

**Tabla 4.12. Efecto de la edad de cosecha (30, 45, 60 y 75 días) sobre la degradabilidad *in situ* de la materia seca del pasto miel**

Tiempo de incubación ruminal	Edad de cosecha (días)				EEM	Prob.
	30	45	60	75		
0	18.49 a	14.43 b	10.43 c	9.29 c	0.870	0.0001
3	20.11a	16.32 b	12.70 bc	11.82 c	0.834	0.0002
6	24.47a	17.85 b	15.76 c	13.35 d	0.442	<0.0001
12	35.84a	25.63 b	27.09 b	17.52 c	1.611	0.0002
24	51.02a	36.00 b	35.68 b	25.94 c	1.603	<0.0001
48	57.87a	48.14a	49.35a	34.29 b	2.474	0.0007
72	72.96a	52.73 b	52.88 b	43.72 b	3.279	0.0015

<sup>a,b,c</sup> Promedios con literales idénticos, son estadísticamente iguales según Tukey (P<0.05).

EEM: Error estándar de la media.

#### 4.2.2. Degradabilidad de la Materia Orgánica e Inorgánica

El comportamiento de las variables degradabilidad *in situ* de la materia orgánica (DIMO) y biodisponibilidad *in situ* de cenizas (BIC) se evidencian en las Tabla 7 y 8, demostrado que durante todos los tiempos de incubación ruminal, de igual manera se presentó cambios ( $P<0.05$ ) por efecto de la edad de cosecha del pasto *Setaria splendida*, observándose que a mayor edad (75 días) estas fueron detrimentalmente afectadas, al ser comparada con las tres primeras edades evaluadas (30, 45 y 60 días), Respuestas que pueden ser sustentadas por el asocio de la disminución de la degradabilidad de los componentes orgánicos con el contenido de fibra. Y en el caso del componente inorgánico, por una menor disponibilidad ruminal de esta fracción; respuestas que son parecidas a las reportadas por Correa (2006) quien evaluó la cinética de la liberación ruminal de macrominerales en pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) cosechado a dos edades de rebrote, encontrado menor liberación mineral por efecto de la edad.

**Tabla 4.13. Efecto de la edad de cosecha (30, 45, 60 y 75 días) sobre la degradabilidad *in situ* de la materia orgánica del pasto miel**

Tiempo de incubación ruminal	Edad de cosecha (días)				EEM	Prob.
	30	45	60	75		
0	14.79a	11.90 b	8.89 c	8.88 c	0.339	<0.0001
3	17.58a	12.54 b	10.39 bc	9.40 c	0.576	<0.0001
6	20.84a	14.01 b	11.71 bc	11.45 c	0.523	<0.0001
12	33.10a	22.44 b	23.41 b	16.36 b	1.858	0.0010
24	49.35a	33.93 b	33.85 b	25.81 c	1.614	<0.0001
48	62.01a	47.29 b	49.26 b	36.30 c	1.658	<0.0001
72	73.49a	54.89 bc	56.47 b	43.17 c	2.867	0.0003

a.b.c Promedios con literales idénticos, son estadísticamente iguales según Tukey ( $P<0.05$ ).

**Tabla 4.14. Efecto de la edad de cosecha (30, 45, 60 y 75 días) sobre la degradabilidad *in situ* de la materia inorgánica del pasto miel**

Tiempo de incubación ruminal	Edad de cosecha (días)				EEM	Prob.
	30	45	60	75		
0	51.18a	47.91 a	52.48a	25.81 b	2.413	<0.0001
3	56.17a	53.98a	53.91a	32.21 b	1.494	<0.0001
6	59.74a	55.18 b	57.28ab	38.60 c	0.966	<0.0001
12	62.50a	57.06a	58.23a	43.37 b	1.458	<0.0001
24	66.76a	58.79 b	59.62 b	47.45 c	1.164	<0.0001
48	69.20a	61.79 b	61.15 b	50.79 c	1.576	<0.0001
72	77.58a	64.94 b	61.95 b	55.94 b	2.454	0.0010

<sup>a,b,c</sup> Promedios con literales idénticos, son estadísticamente iguales según Tukey (P<0.05).

EEM: Error estándar de la media.

## CAPÍTULO V

### Conclusiones y Recomendaciones

#### 5.1. Conclusiones

Se puede concluir que la edad de cosecha del pasto *Setaria splendida*, no demostró efectos determinantes en la referente a la producción de biomasa seca y diámetro de los tallos de las plantas, aunque, si se vio un cambio sobre las otras variables agronómicas.

En relación a lo observado con las variables de composición química, estas presentaron que el mejor desempeño de la producción de biomasa seca, fue en los mayores estudios fenológicos de las plantas del pasto *Setaria splendida*; sin embargo, en las otras variable no se evidenció efecto de las edad.

Por otra parte, fue marcadamente evidente que las mejores característica degradación ruminal, se las encontró en las plantas del pasto *Setaria splendida* en los estudios fenológico más temprano.

#### 5.2. Recomendaciones

Con base en los resultados, se puede recomendar el uso de esta especie preferentemente a los 30 días de cosecha ya que es cuando hay una muy buena cantidad de materia seca disponible, además de ser esta altamente degradable a nivel ruminal. De igual manera, los protocolos y métodos aplicados en la presente investigación, se recomiendan sean aplicados para la evaluación de otras fuentes forrajeras de cortes y pastoreo

## Bibliografía

- Araya, M. & Boschini, C. (2005). Producción de forraje y calidad nutricional e variedades de *Pennisetum purpureum* en la meseta central de Costa Rica. *Agronomía Mesoamericana*. 16(1). 37-43.
- Avellaneda, J. (2003). *Efecto de enzimas fibrolíticas exógenas en las características nutritivas de gramíneas tropicales*. Tesis de Doctor en Ciencias. Montecillos-Texcoco: Colegio de Postgraduados.
- Avellaneda, J., Cabezas, F., Quintana, G., Luna, R., Montañez, O., Espinoza, I. (2008). Comportamiento agronómico y composición química de tres variedades de *Brachiaria* en diferentes edades de cosecha. *Ciencia y Tecnología*. 1(1). 87-94.
- Avellaneda, J., Cabezas, F., Quintana, G., Luna, R., Montañez, O., Espinoza, I. (2008). Comportamiento agronómico y composición química de tres variedades de *Brachiaria* en diferentes edades de cosecha. *Ciencia y Tecnología*. 1(1). 87-94.
- Beauchemin, K., Rode, L., & Sewalt, H. (1995). Fibrolytic enzymes increase fiber digestibility and growth of steers fed dry forages. *Canadian Journal of Animal Science*. 75. 641-644.
- Bhat, M., & Hazlewood, G. (2001). Enzymology and other characteristics of cellulases and xylanases. En M. Bedford. & C. Partridge. *Enzymes in farm animal nutrition* (págs. 11-60). Wallingford: CAB-International .
- Bochi-Brum, O., Carro, M., Valdés, C., González, J., & López, S. (1999). Digestibilidad in vitro de forrajes y concentrados: efecto de la ración de los animales donantes de líquido ruminal. *Archivos Zootecnia*. 48. 51-61.
- Boschini, C. (2001). Degradabilidad in situ de la materia seca, proteína y fibra del forraje de morera (*Morus alba*). *Agronomía Mesoamericana*. 12(1). 79-88.
- Buxton, D., & Redfearn, D. (1997). Plant Limitations to Fiber Digestion and Utilization<sup>1</sup>. *Journal of Nutrition*. 127. 814S–818S.
- Cárdenas, L., Bautista, J., Zegarra, J., & Ramos, R. (2013). Degradabilidad ruminal de la fibra del follaje Pisonay (*Erythrina* sp.). *Revista Complutense de Ciencias Veterinarias*. 7(1). 42-49.

- Cerdas, R., & Vallejos, E. (2012). Comportamiento productivo de varios pastos tropicales a diferentes edades de cosecha en Guanacaste. Costa Rica. *InterSedes*. 8. 8-22.
- Cerdas, R., & Vallejos, E. (2012). Comportamiento productivo de varios pastos tropicales a diferentes edades de cosecha en Guanacaste. Costa Rica. *InterSedes*. 13. 6-22.
- Chesson, A., & Forsberg, C. (1997). Polysaccharide degradation by rumen microorganism. En P. Hobson. & C. Stewart. *The Rumen Microbial Ecosystem* (págs. 329-381). London: Elsevier Science Publishers.
- Correa, H.J. (2006). Cinética de la liberación ruminal de macrominerales en pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) cosechado a dos edades de rebrote. *Livestock Research for Rural Development*. 18(2).
- Enríquez, J., Meléndez, F., & Bolaños, E. (1999). *Tecnología para la producción y manejo de forrajes tropicales en México*. Veracruz. México: INIFAP-CIRGOC.
- Fernández, J.L., Gómez, I., & Cordoví, E. (2012). Efecto de la edad de rebrote en el rendimiento y contenido proteico del pasto *Brachiaria humidicola* cv CIAT-609 en un suelo vertisol. *Revista de Producción Animal*. 24(1). S/P.
- Fernández, J., Benítez, D., Gómez, I., & Leonard, I. (2001). Dinamica de crecimiento del pasto *Brachiaria radicans* Vc Tanner en las condiciones edafoclimáticas del valle del Cauto en la provincia Gramma. *Revista Cubana de Ciencias Agrícolas*. 35(4). 399-405.
- Fernández, J., Gómez, I., & Cordoví, E. (2012). Efecto de la edad de rebrote en el rendimiento y contenido proteico del pasto *Brachiaria humidicola* cv CIAT-609 en un suelo vertisol. *Revsita de Producción Animal*. 24(1).
- Fondevila, M. (1998). Procesos implicados en la digestión microbiana de los forrajes de baja calidad. *Revista de la Facultad de Agronomía (LUZ)*. 15. 87-106.
- Galyean, M., & Goetsch, A. (1993). Utilization of forage fiber by ruminants. En H. Jung. D. Buxton. R. Hatfield . & J. Ralph. *Forage Cell Wall Structure and Digestibility* (págs. 33-62). Madison: ASA-CSSA-SSSA.
- Gerdes, L., Werner, J., Colozza, M., Possenti, R., & Schammas, E. (2000). Avaliação de características de valor nutritivo das gramíneas forrageiras

- Marandu. Setária e Tanzânia nas estações do ano. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 29(4). 955-963.
- 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*. 20. 269-279.
- Giron, J., Rocha. G., Cardoso-Pinto. J., & Muniz, J. (2002). Valor nutritivo e composição mineral de gramíneas forrageiras tropicais em diferentes idades. *Pasturas Tropicales*. 24(3). 33-38.
- Grijalba, J., Ramos, R., & Vera, A. (Julio de 2011). *Pasturas para Sistemas Silvopastoriles. Alternativas para el desarrollo sostenible de la ganadería en la Amazonía Baja del Ecuador*. (B. T.-E. Programa Nacional de Forestería del INIAP. Ed.) Obtenido de <http://www.iniap.gob.ec/nsite/images/documentos/Pasturas%20para%20Sistemas%20Silvopastoriles.%20Alternativas%20para%20el%20desarrollo%20sostenible%20de%20la%20ganader%C3%ADa%20en%20la%20Amazon%C3%ADa%20Baja..pdf>
- Hacker, J., & Jones, R. (1969). The *Setaria sphacelata* complex- A review. *Tropical Grasslands*. 3(1). 13-34.
- Herrera, R., & Hernández, Y. (1989). Efecto de la edad de rebrote en algunos indicadores de la calidad de la bermuda cruzada-1. III. Porcentaje de hojas y rendimiento de materia seca y proteína bruta. *Pastos y Forrajes*. 12(1). 77-81.
- Holmann, F., Lascano, C., & Plazas, C. (2002). Evaluación ex-antes de *Cratylia argentea* en sistemas de producción de doble propósito en el Piedemonte de los Llanos Orientales de Colombia. *Pasturas Tropicales*. 24(2). 2-11.
- Homen, M., Entrena, I., Arriojas, L., & Ramia, M. (2010). Biomasa y valor nutritivo del pasto Guinea *Megathyrsus maximus* (Jacq.) B. K. Simon & S. W. L. Jacobs. 'Gamelote' en diferentes períodos del año en la zona de bosque húmedo tropical. Barlovento. estado Miranda. *Zootecnia Tropical*(2). 255-265.
- Jiménez, O., Granados, L., Oliva, J., Quiroz, J., & Barrón, M. (2010). Calidad nutritiva de *Brachiaria humidicola* con fertilización orgánica e inorgánica en suelos ácidos. *Archivos de Zootecnia*. 59. 561-570.

- Jung, H., & Allen, M. (1995). Characteristics of plant cell walls affecting intake and digestibility of forages by ruminants. *Journal of Animal Science*. 73. 2774–2790.
- Jung, H.J. (1997). Analysis of Forage Fiber and Cell Walls in Ruminant Nutrition. *Journal of Nutrition*. 127. 810S–813S.
- Kellems, R., & Church, D. (1998). *Livestock Feeds and Feeding*. New Jersey. USA: Prentice Hall.
- Kindomihou, V., Saidou, A., & Sinsin, A. (2014). Response to fertilizer of native grasses (*Pennisetum polystachion* and *Setaria sphacelata*) and legume (*Tephrosia pedicellata*) of savannah in Sudanian Benin. *Agriculture, Forestry and Fisheries*. 3(3). 142-146.
- Lara, M., & Ortega, L. (1998). Rendimiento de ocho pastos cosechados a diferentes edades de rebrote durante tres años en escarcega. Campeche. *Técnica Pecuaria en México*. 36(2). 141-150.
- Leite, G., da Silveira, F., Fernandes, F., & Gomes, A. (2002). Crecimiento e composição química de *Paspalum atratum* cv. Pojuca. *Pasturas Tropicales*. 24(3). 26-32.
- Madera, N., Ortiz, B., Bacab, H., & Magaña, H. (2013). Influencia de la edad de corte del pasto moradp (*Pennisetum purpureum*) en la producción y digestibilidad in vitro de la materia seca. *Avances en Investigación Agropecuaria*. 17(2). 41-52.
- Mas, C. (2007). *Setaria sphacelata*. Una gramínea. *Revista INIA*. 10. 33-36.
- Minson, D. (1990). *Forage in ruminant nutrition*. San Diego: Academic Press.
- Moore, K., & Jung, H.J. (2001). Lignin and fiber digestion. *Journal Range of Management*. 54. 420–430.
- Nélson, C., & Moser, L. (1994). Plant factors affecting forage quality. En G. Fahey. *Forage quality. Evaluation and utilization*. (págs. 229-280). Wisconsin. USA.
- Nobre, C., Sellers, P., & Shukla, J. (1991). Amazonian deforestation and regional climate change. *Journal of Climate*. 4. 957-988.
- Nocek, J., & Tamminga, S. (1991). Site of digestion of starch in the gastrointestinal tract of dairy cows and its effect on milk yield and composition. *Journal of Dairy Science*. 74. 3598-3629.

- Ojo, V., Dele, P., Amole, T., Anele, U., Adeoye, S., Hassan, O. (2013). Effect of intercropping *Panicum maximum* var. Ntchisi and *Lablab purpureus* on the growth, herbage yield and chemical composition of *panicum maximum* var Ntchisi at different harvesting times. *Pakistan Journal of Biological Sciences*. 16(22). 1605-1608.
- Pérez, J., Moya, E., Enríquez, J., Quero, A., Pérez, J., & Hernández, A. (2004). Análisis de crecimiento, área foliar específica y concentración de nitrógeno en las hojas de pasto Mulato. *Técnica Pecuaria en México*. 42. 447-458.
- Ramírez, R., Ramírez, R., & López, F. (2002). Factores estructurales de la pared celular del forraje que afectan su digestibilidad. *Ciencia*. 5(2). 180-189.
- Ramos, J., Mendoza, G., Aranda, E., Garcia, C., & Bárcena, R. (1995). Caracterización del nitrógeno del pasto estrella con dos sistemas: proteína metabolizable y proteína cruda digestible. *Revista de la facultad de Agronomía-LUZ*. 12. 209-220.
- Ridley, B., O'Neill, M., & Mohnen, D. (2001). Pectins: structure, biosynthesis, and oligogalacturonide-related signaling. *Phytochemistry*. 929–967.
- Santana, Á., Pérez, A., & Figueredo, M. (2010). Efectos del estado de madurez en el valor nutritivo y momento óptimo de corte del forraje napier (*Pennisetum purpureum* Schum.) en época lluviosa. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*. 1(3). 277-286.
- Schroeder, J. (1996). *Quality forage. For maximum production and return*. North Dakota: NDSU Extension Service.
- Silva, L., & Alquini, Y. (2003). Anatomía comparativa de hojas e caules de *Axonopus scoparius* (Flügge) Kuhl. e *Axonopus fissifolius* (Raddi) Kuhl. (Poaceae). *Revista Brasileira de Botânica*. 26(2). 185-192.
- Slanac, A., Kucseva, C., Balbuena, O., & Rochinotti, D. (2011). Degradación ruminal en bovinos de la materia seca de *Sorghastrum setosum* a diferentes edades en época otoñal. *Revista Veterinaria*. 22(2). 105-108.
- Soto, C., Valencia, A., Galvis, R., & Correa, H. (2005). Efecto de la edad de corte y del nivel de fertilización nitrogenada sobre el valor energético y proteico del pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*). *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*. 18(1). 17-25.

- Tilley, J., & Terry, R. (1963). A two stage technique for the in vitro digestion of forage crops. *Journal British Grassland Society*. 18. 104-111.
- Valenciaga, D., Chongo, B., O la, O., Oramas, A., Cairo, J., & Pompa, N. (2010). Degradabilidad ruminal in situ de la materia seca y los constituyentes de la pared celular de Pennisetum purpureum vc. CUBA CT-115 con diferentes edades de rebrote en búfalos de río (*Bubalus bubalis*). *Livestock Research for Rural Development*. 22(6).
- Valenciaga, D., Herrera, R., Simoes, E., Chongo, B., & Torres, V. (2009). Composición monomérica de la lignina de Pennisetum purpureum vc. Cuba CT-115 y su variación con la edad de rebrote. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*. 43(3). 315-319.
- Van Soest, P. (1994). *Nutritional Ecology of the Ruminant*. Ithaca. New York. USA: Cornell University Press.
- Vega, M., Ramírez, J., Leonard, I., & Igarza, A. (2006). Rendimiento. caracterización química y digestibilidad del pasto *Brachiaria decumbens* en las actuales condiciones edafoclimáticas del valle del Cauto. *Revista Electrónica de Veterinaria REDVET*. 7(5).
- Verdecia, D., Herrera, R., Ramírez, J., Leonard, I., Bodas, R., Andrés, S., y otros. (2013). Efecto de la edad de rebrote en la calidad nutritiva de la *Neonotonia wightii* en el valle del Cauto. Cuba. *Revista Cubana de Ciencias Agrícolas*. 47(1). 89-95.
- Vergara, J., & Araujo, O. (2006). Producción. composición química y degradabilidad ruminal in situ de *Brachiaria humidicola* (Rendle) Schweick en el bosque seco tropical. *Revista Científica FCV-LUZ*. 16(3). 239-248.
- Wu, B., Zhao, Y., & Gao, P. (2006). A new approach to measurement of saccharifying capacities of crude cellulase. *Bioresources*. 1(2). 189-200.

## ANEXOS

## COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO

Anexo 1. Análisis de la varianza del efecto de la edad de corte del pasto miel (*Setaria splendida*) sobre la altura de la planta (cm)

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	21971.81000	7323.93667	16.38	0.0002
Error	12	5366.18000	447.18167		
Total correcto	15	27337.99000			
	<b>R-cuadrado</b>	<b>Coef Var</b>	<b>Raiz MSE</b>	<b>DIMS0 Media</b>	
	0.803710	11.08171	21.14667	190.8250	
Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Tratamiento	3	21971.81000	7323.93667	16.38	0.0002

Anexo 2. Análisis de la varianza del efecto de la edad de corte del pasto miel (*Setaria splendida*) sobre la longitud de la hoja (cm)

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	913.940000	304.646667	6.17	0.0088
Error	12	592.380000	49.365000		
Total correcto	15	1506.320000			
	<b>R-cuadrado</b>	<b>Coef Var</b>	<b>Raiz MSE</b>	<b>DIMS3 Media</b>	
	0.606737	14.13687	7.026023	49.70000	
Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Tratamiento	3	913.9400000	304.6466667	6.17	0.0088

**Anexo 3. Análisis de la varianza del efecto de la edad de corte del pasto miel (*Setaria splendida*) sobre la longitud de tallos (cm)**

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	29815.45187	9938.48396	19.46	<.0001
Error	12	6129.33750	510.77813		
Total correcto	15	35944.78938			
	<b>R-cuadrado</b>	<b>Coef Var</b>	<b>Raiz MSE</b>	<b>DIMS0 Media</b>	
	0.829479	15.26990	22.60040	148.0063	
Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Tratamiento	3	29815.45187	9938.48396	19.46	<.0001

**Anexo 4. Análisis de la varianza del efecto de la edad de corte del pasto miel (*Setaria splendida*) sobre el diámetro de tallos (cm)**

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	0.12681875	0.04227292	0.62	0.6173
Error	12	0.82257500	0.06854792		
Total correcto	15	0.94939375			
	<b>R-cuadrado</b>	<b>Coef Var</b>	<b>Raiz MSE</b>	<b>DIMS3 Media</b>	
	0.133579	11.56242	0.261817	2.264375	
Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Tratamiento	3	0.12681875	0.04227292	0.62	0.6173

**Anexo 5. Análisis de la varianza del efecto de la edad de corte del pasto miel (*Setaria splendida*) sobre la producción de biomasa seca (kg MS ha<sup>-1</sup>)**

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	725169.000	241723.000	0.69	0.5819
Error	8	2792378.667	349047.333		
Total correcto	11	3517547.667			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	DIMS0 Media
0.206158	35.61553	590.8023	1658.833

Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Tratamiento	3	725169.0000	241723.0000	0.69	0.5819

## COMPOSICIÓN QUÍMICA

**Anexo 6. Análisis de la varianza del efecto de la edad de corte del pasto miel (*Setaria splendida*) sobre el contenido de materia seca (MS. %)**

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	49.70432500	16.56810833	7.96	0.0035
Error	12	24.99225000	2.08268750		
Total correcto	15	74.69657500			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	DIMS3 Media
0.665416	9.939919	1.443152	14.51875

Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
EDAD	3	49.70432500	16.56810833	7.96	0.0035

**Anexo 7. Análisis de la varianza del efecto de la edad de corte del pasto miel (*Setaria splendida*) sobre el contenido de materia orgánica (MO. %)**

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	10.09212500	3.36404167	3.45	0.0517
Error	12	11.71385000	0.97615417		
Total correcto	15	21.80597500			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	DIMS0 Media
0.462815	1.070994	0.988005	92.25125

Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
EDAD	3	10.09212500	3.36404167	3.45	0.0517

**Anexo 8. Análisis de la varianza del efecto de la edad de corte del pasto miel (*Setaria splendida*) sobre el contenido de cenizas (C. %)**

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	10.09212500	3.36404167	3.45	0.0517
Error	12	11.71385000	0.97615417		
Total correcto	15	21.80597500			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	DIMS0 Media
0.462815	12.75051	0.988005	7.748750

Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
EDAD	3	10.09212500	3.36404167	3.45	0.0517

**Anexo 9. Análisis de la varianza del efecto de la edad de corte del pasto miel (*Setaria splendida*) sobre el contenido de proteína total (PT. %)**

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	49.07695000	16.35898333	20.33	<.0001
Error	12	9.65665000	0.80472083		
Total correcto	15	58.73360000			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	DIMS3 Media
0.835586	7.343941	0.897062	12.21500

Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
EDAD	3	49.07695000	16.35898333	20.33	<.0001

**Anexo 10. Análisis de la varianza del efecto de la edad de corte del pasto miel (*Setaria splendida*) sobre el contenido de fibra detergente neutro (FDN. %)**

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	27.05147500	9.01715833	1.59	0.2430
Error	12	67.98790000	5.66565833		
Total correcto	15	95.03937500			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	DIMS0 Media
0.284634	3.110288	2.380264	76.52875

Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
EDAD	3	27.05147500	9.01715833	1.59	0.2430

**Anexo 11. Análisis de la varianza del efecto de la edad de corte del pasto miel (*Setaria splendida*) sobre el contenido de fibra detergente ácido (FDA. %)**

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	96.9253688	32.3084563	1.65	0.2297
Error	12	234.6021250	19.5501771		
Total correcto	15	331.5274938			
	<b>R-cuadrado</b>	<b>Coef Var</b>	<b>Raiz MSE</b>	<b>DIMS3 Media</b>	
	0.292360	12.14693	4.421558	36.40063	
Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
EDAD	3	96.92536875	32.30845625	1.65	0.2297

**Anexo 12. Análisis de la varianza del efecto de la edad de corte del pasto miel (*Setaria splendida*) sobre el contenido de hemicelulosa (%)**

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	32.45216875	10.81738958	1.97	0.1725
Error	12	65.92392500	5.49366042		
Total correcto	15	98.37609375			
	<b>R-cuadrado</b>	<b>Coef Var</b>	<b>Raiz MSE</b>	<b>DIMS0 Media</b>	
	0.329879	5.827497	2.343856	40.22063	
Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
EDAD	3	32.45216875	10.81738958	1.97	0.1725

## DEGRADABILIDAD RUMINAL *IN SITU*

### Anexo 13. Análisis de la varianza del efecto de la edad de corte del pasto miel (*Setaria splendida*) sobre la degradabilidad de la materia seca a las cero horas de incubación

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	6	215.0840875	35.8473479	11.84	0.0008
Error	9	27.2523062	3.0280340		
Total correcto	15	242.3363937			
	<b>R-cuadrado</b>	<b>Coef Var</b>	<b>Raiz MSE</b>	<b>DIMS0 Media</b>	
	0.887543	13.22723	1.740125	13.15563	
Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
ANIMAL	3	5.3322687	1.7774229	0.59	0.6386
EDAD	3	209.7518188	69.9172729	23.09	0.0001

### Anexo 14. Análisis de la varianza del efecto de la edad de corte del pasto miel (*Setaria splendida*) sobre la degradabilidad de la materia seca a las tres horas de incubación

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	6	185.2246500	30.8707750	11.09	0.0010
Error	9	25.0423250	2.7824806		
Total correcto	15	210.2669750			
	<b>R-cuadrado</b>	<b>Coef Var</b>	<b>Raiz MSE</b>	<b>DIMS3 Media</b>	
	0.880902	10.94449	1.668077	15.24125	
Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
ANIMAL	3	13.5227250	4.5075750	1.62	0.2525
EDAD	3	171.7019250	57.2339750	20.57	0.0002

**Anexo 15. Análisis de la varianza del efecto de la edad de corte del pasto miel (*Setaria splendida*) sobre la degradabilidad de la materia seca a las seis horas de incubación**

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	6	274.7744375	45.7957396	58.55	<.0001
Error	9	7.0395563	0.7821729		
Total correcto	15	281.8139938			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	DIMS0 Media
0.975021	4.953091	0.884405	17.85563

Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
ANIMAL	3	1.3177687	0.4392562	0.56	0.6537
EDAD	3	273.4566687	91.1522229	116.54	<.0001

**Anexo 16. Análisis de la varianza del efecto de la edad de corte del pasto miel (*Setaria splendida*) sobre la degradabilidad de la materia seca a las doce horas de incubación**

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	6	737.9391000	122.9898500	11.85	0.0008
Error	9	93.4074000	10.3786000		
Total correcto	15	831.3465000			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	DIMS3 Media
0.887643	12.14890	3.221583	26.51750

Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
ANIMAL	3	61.8007500	20.6002500	1.98	0.1869
EDAD	3	676.1383500	225.3794500	21.72	0.0002

**Anexo 17. Análisis de la varianza del efecto de la edad de corte del pasto miel (*Setaria splendida*) sobre la degradabilidad de la materia seca a las veinticuatro horas de incubación**

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	6	1307.886150	217.981025	21.20	<.0001
Error	9	92.556850	10.284094		
Total correcto	15	1400.443000			
	<b>R-cuadrado</b>	<b>Coef Var</b>	<b>Raiz MSE</b>	<b>DIMS0 Media</b>	
	0.933909	8.629931	3.206882	37.16000	
Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
ANIMAL	3	21.895650	7.298550	0.71	0.5702
EDAD	3	1285.990500	428.663500	41.68	<.0001

**Anexo 18. Análisis de la varianza del efecto de la edad de corte del pasto miel (*Setaria splendida*) sobre la degradabilidad de la materia seca a las cuarenta y ocho horas de incubación**

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	6	1194.141838	199.023640	8.13	0.0032
Error	9	220.399406	24.488823		
Total correcto	15	1414.541244			
	<b>R-cuadrado</b>	<b>Coef Var</b>	<b>Raiz MSE</b>	<b>DIMS3 Media</b>	
	0.844190	10.43833	4.948618	47.40813	
Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
ANIMAL	3	50.562769	16.854256	0.69	0.5816
EDAD	3	1143.579069	381.193023	15.57	0.0007

**Anexo 19. Análisis de la varianza del efecto de la edad de corte del pasto miel (*Setaria splendida*) sobre la degradabilidad de la materia seca a las setenta y dos horas de incubación**

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	6	1989.438650	331.573108	6.79	0.0059
Error	9	439.470650	48.830072		
Total correcto	15	2428.909300			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	DIMS0 Media
0.819067	12.49560	6.987852	55.92250

Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
ANIMAL	3	182.289650	60.763217	1.24	0.3499
EDAD	3	1807.149000	602.383000	12.34	0.0015

**Anexo 20. Análisis de la varianza del efecto de la edad de corte del pasto miel (*Setaria splendida*) sobre la degradabilidad de la materia orgánica a las cero horas de incubación**

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	6	104.5006000	17.4167667	37.95	<.0001
Error	9	4.1303000	0.4589222		
Total correcto	15	108.6309000			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	DIMS0 Media
0.961979	6.096180	0.677438	11.11250

Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
ANIMAL	3	8.05365000	2.68455000	5.85	0.0169
EDAD	3	96.44695000	32.14898333	70.05	<.0001

**Anexo 21. Análisis de la varianza del efecto de la edad de corte del pasto miel (*Setaria splendida*) sobre la degradabilidad de la materia orgánica a las tres horas de incubación**

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	6	172.5553875	28.7592313	21.70	<.0001
Error	9	11.9289562	1.3254396		
Total correcto	15	184.4843437			
	<b>R-cuadrado</b>	<b>Coef Var</b>	<b>Raiz MSE</b>	<b>DIMS3 Media</b>	
	0.935339	9.227289	1.151277	12.47688	
Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
ANIMAL	3	13.1023687	4.3674562	3.30	0.0718
EDAD	3	159.4530188	53.1510063	40.10	<.0001

**Anexo 22. Análisis de la varianza del efecto de la edad de corte del pasto miel (*Setaria splendida*) sobre la degradabilidad de la materia orgánica a las seis horas de incubación**

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	6	235.5848500	39.2641417	29.93	<.0001
Error	9	11.8073500	1.3119278		
Total correcto	15	247.3922000			
	<b>R-cuadrado</b>	<b>Coef Var</b>	<b>Raiz MSE</b>	<b>DIMS0 Media</b>	
	0.952273	7.899270	1.145394	14.50000	
Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
ANIMAL	3	5.5520000	1.8506667	1.41	0.3022
EDAD	3	230.0328500	76.6776167	58.45	<.0001

**Anexo 23. Análisis de la varianza del efecto de la edad de corte del pasto miel (*Setaria splendida*) sobre la degradabilidad de la materia orgánica a las doce horas de incubación**

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	6	631.6237875	105.2706313	7.63	0.0040
Error	9	124.2482062	13.8053562		
Total correcto	15	755.8719937			
	<b>R-cuadrado</b>	<b>Coef Var</b>	<b>Raiz MSE</b>	<b>DIMS3 Media</b>	
	0.835623	15.59479	3.715556	23.82563	
Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
ANIMAL	3	56.0692187	18.6897396	1.35	0.3176
EDAD	3	575.5545688	191.8515229	13.90	0.0010

**Anexo 24. Análisis de la varianza del efecto de la edad de corte del pasto miel (*Setaria splendida*) sobre la degradabilidad de la materia orgánica a las veinticuatro horas de incubación**

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	6	1190.650900	198.441817	19.04	0.0001
Error	9	93.781275	10.420142		
Total correcto	15	1284.432175			
	<b>R-cuadrado</b>	<b>Coef Var</b>	<b>Raiz MSE</b>	<b>DIMS0 Media</b>	
	0.926986	9.033545	3.228024	35.73375	
Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
ANIMAL	3	27.982625	9.327542	0.90	0.4804
EDAD	3	1162.668275	387.556092	37.19	<.0001

**Anexo 25. Análisis de la varianza del efecto de la edad de corte del pasto miel (*Setaria splendida*) sobre la degradabilidad de la materia orgánica a las cuarenta y ocho horas de incubación**

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	6	1359.445987	226.574331	20.60	<.0001
Error	9	99.007006	11.000778		
Total correcto	15	1458.452994			
	<b>R-cuadrado</b>	<b>Coef Var</b>	<b>Raiz MSE</b>	<b>DIMS3 Media</b>	
	0.932115	6.808374	3.316742	48.71563	
Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
ANIMAL	3	26.351819	8.783940	0.80	0.5252
EDAD	3	1333.094169	444.364723	40.39	<.0001

**Anexo 26. Análisis de la varianza del efecto de la edad de corte del pasto miel (*Setaria splendida*) sobre la degradabilidad de la materia orgánica a las setenta y dos horas de incubación**

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	6	2316.975038	386.162506	11.75	0.0008
Error	9	295.834306	32.870478		
Total correcto	15	2612.809344			
	<b>R-cuadrado</b>	<b>Coef Var</b>	<b>Raiz MSE</b>	<b>DIMS0 Media</b>	
	0.886775	10.05783	5.733278	57.00313	
Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
ANIMAL	3	444.851569	148.283856	4.51	0.0341
EDAD	3	1872.123469	624.041156	18.98	0.0003

**Anexo 27. Análisis de la varianza del efecto de la edad de corte del pasto miel (*Setaria splendida*) sobre la degradabilidad de la materia inorgánica a las cero horas de incubación**

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	6	1918.210487	319.701748	13.72	0.0004
Error	9	209.653056	23.294784		
Total correcto	15	2127.863544			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	DIMS0 Media
0.901473	10.88436	4.826467	44.34313

Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
ANIMAL	3	41.119419	13.706473	0.59	0.6378
EDAD	3	1877.091069	625.697023	26.86	<.0001

**Anexo 28. Análisis de la varianza del efecto de la edad de corte del pasto miel (*Setaria splendida*) sobre la degradabilidad de la materia inorgánica a las tres horas de incubación**

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	6	1589.184050	264.864008	29.67	<.0001
Error	9	80.351850	8.927983		
Total correcto	15	1669.535900			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	DIMS3 Media
0.951872	6.089516	2.987973	49.06750

Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
ANIMAL	3	60.324200	20.108067	2.25	0.1514
EDAD	3	1528.859850	509.619950	57.08	<.0001

**Anexo 29. Análisis de la varianza del efecto de la edad de corte del pasto miel (*Setaria splendida*) sobre la degradabilidad de la materia inorgánica a las seis horas de incubación**

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	6	1152.711987	192.118665	51.42	<.0001
Error	9	33.624706	3.736078		
Total correcto	15	1186.336694			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	DIMS0 Media
0.971657	3.667687	1.932894	52.70063

Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
ANIMAL	3	51.091519	17.030506	4.56	0.0332
EDAD	3	1101.620469	367.206823	98.29	<.0001

**Anexo 30. Análisis de la varianza del efecto de la edad de corte del pasto miel (*Setaria splendida*) sobre la degradabilidad de la materia inorgánica a las doce horas de incubación**

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	6	852.6536000	142.1089333	16.71	0.0002
Error	9	76.5377000	8.5041889		
Total correcto	15	929.1913000			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	DIMS3 Media
0.917630	5.274600	2.916194	55.28750

Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
ANIMAL	3	28.9683500	9.6561167	1.14	0.3858
EDAD	3	823.6852500	274.5617500	32.29	<.0001

**Anexo 31. Análisis de la varianza del efecto de la edad de corte del pasto miel (*Setaria splendida*) sobre la degradabilidad de la materia inorgánica a las veinticuatro horas de incubación**

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	6	791.6912875	131.9485479	24.37	<.0001
Error	9	48.7356562	5.4150729		
Total correcto	15	840.4269438			
	<b>R-cuadrado</b>	<b>Coef Var</b>	<b>Raiz MSE</b>	<b>DIMS0 Media</b>	
	0.942011	4.001558	2.327031	58.15313	
Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
ANIMAL	3	26.7657188	8.9219063	1.65	0.2466
EDAD	3	764.9255688	254.9751896	47.09	<.0001

**Anexo 32. Análisis de la varianza del efecto de la edad de corte del pasto miel (*Setaria splendida*) sobre la degradabilidad de la materia inorgánica a las cuarenta y ocho horas de incubación**

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	6	748.2857000	124.7142833	12.55	0.0006
Error	9	89.4478000	9.9386444		
Total correcto	15	837.7335000			
	<b>R-cuadrado</b>	<b>Coef Var</b>	<b>Raiz MSE</b>	<b>DIMS3 Media</b>	
	0.893226	5.190897	3.152562	60.73250	
Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
ANIMAL	3	60.7722500	20.2574167	2.04	0.1791
EDAD	3	687.5134500	229.1711500	23.06	0.0001

**Anexo 33. Análisis de la varianza del efecto de la edad de corte del pasto miel (*Setaria splendida*) sobre la degradabilidad de la materia inorgánica a las setenta y dos horas de incubación**

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	6	1001.268350	166.878058	6.93	0.0055
Error	9	216.871750	24.096861		
Total correcto	15	1218.140100			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	DIMS0 Media
0.821965	7.540195	4.908855	65.10250

Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
ANIMAL	3	2.5517000	0.8505667	0.04	0.9905
EDAD	3	998.7166500	332.9055500	13.82	0.0010