



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA

MAESTRÍA EN PRODUCCIÓN ANIMAL

III PROMOCIÓN

**TESIS PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
MAGÍSTER EN PRODUCCIÓN ANIMAL**

TEMA: COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO, COMPOSICIÓN QUÍMICA Y DEGRADABILIDAD RUMINAL *in situ* DEL PASTO MIEL (*Setaria sphacelata*), CANTÓN PANGUA PROVINCIA DE COTOPAXI.

AUTOR: RIVERA CORREA, GABRIELA FERNANDA

DIRECTOR: DR. AVELLANEDA, JUAN

SANGOLQUÍ

2015

CERTIFICADO

En mi calidad de Director del Trabajo de Grado presentado por la MVZ. Gabriela Fernanda Rivera Correa, previo a la obtención del Grado de Magister en Producción Animal, considero que dicho Trabajo reúne los requisitos y disposiciones emitidas por Escuela Politécnica del Ejército, por medio de la Dirección General de Posgrado para ser sometido a la evaluación por parte del examinador que se designe.

En la Ciudad de Quevedo, a los 3 días del mes de mayo del 2015.

Juan Humberto Avellaneda Cevallos; M.C., Dr. C.

C.I: 1202977714

CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD

Yo Gabriela Fernanda Rivera Correa, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría, que no ha sido presentado para ningún grado o calificación profesional.

Además; y, que de acuerdo a la Ley de propiedad intelectual, el presente Trabajo de Investigación pertenecen todos los derechos a la Escuela Superior Politécnica del Ejercito- Sangolquí-Quito.

MVZ. Gabriela Fernanda Rivera Correa

C.I. 1204395352

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

Yo, Gabriela Fernanda Rivera Correa, con cédula de ciudadanía N° 1204395352, autorizo la publicación de este documento en la biblioteca virtual de la Escuela Politécnica del Ejercito.

MVZ. Gabriela Fernanda Rivera Correa

C.I. 1204395352

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mi hija, Margareth Emilia Mera Rivera, por darme la fuerza necesaria para continuar y ser mi inspiración para culminar con las metas propuestas, a mi esposo, por el acompañamiento incondicional sin fijarse en la hora y el lugar, a mi madre que se convirtió en la segunda madre de mi hija durante este tiempo, a mi sobrina y hermanos que de una u otra manera colaboraron en la ejecución de este trabajo.

Rivera Correa Gabriela

AGRADECIMIENTO

El presente trabajo de investigación deja constancia de su agradecimiento a:

A Dios, por la vida y la salud que me ha permitido mantener durante este tiempo.

Al Dr. Juan Avellaneda Cevallos, y su familia por el apoyo constante e incondicional, en el desarrollo de esta investigación.

A mis padres y esposo, que sin lugar a duda fueron un factor clave en el trabajo realizado, por su apoyo en los momentos más difíciles y en especial el tiempo dedicado a caminar juntos para lograr esta meta.

A la Escuela Politécnica del Ejército, por la oportunidad que nos brinda para enriquecer nuestros conocimientos.

Y a todas aquellas personas que de una u otra manera contribuyeron para la elaboración de la presente investigación.

CONTENIDO

CERTIFICADO	ii
CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD	iii
AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN	iv
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO	vi
ÍNDICE DE TABLAS	xi
ÍNDICE DE FIGURAS	xiii
ÍNDICE DE ANEXOS	xiv
RESUMEN	xvii
ABSTRACT	xviii
CAPITULO I	0
INTRODUCCIÓN	0
1.1 OBJETIVOS	1
1.1.1 General	1
1.1.2 Específicos	1
1.2 Hipótesis	2
CAPITULO II	4
REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1 Marco de Referencia (antecedentes de la investigación)	4
2.2 Fisiología digestiva en rumiantes	6
2.2.1 Generalidades	6
2.2.2 Morfo fisiología del sistema digestivo de los rumiantes	6
2.2.3 Fermentación en el rumen	8
2.3 Gramíneas	11
2.3.1 Morfología de gramíneas	11
2.3.2 Factores que afectan la calidad nutritiva de los pastos	12
2.3.2.5.1 Frecuencia y altura de corte o pastoreo	19
2.4 Pasto miel (<i>Setaria sphacelata</i>)	20

2.4.1	Taxonomía.....	20
2.4.2	Descripción.....	20
2.4.3	Adaptación	21
2.4.4	Establecimiento	22
2.4.5	Época de Siembra.....	23
2.3.6	Asociación.....	23
2.4.7	Aprovechamiento	23
2.4.8	Variedades	24
2.4.9	Producción de Forraje	25
2.4.10	Valoración nutricional de <i>Setaria sphacelata</i>	25
2.5	Fertilización con nitrógeno (N).....	26
2.5.1	Características del N.....	26
2.5.2	Dinámica del N en el suelo	27
2.5.3	Importancia de la fertilización.....	28
2.5.4	Requerimientos nutricionales de las pasturas.....	29
2.5.5	Principales fuentes de N utilizadas en pastos.....	29
2.5.6	Resultados de fertilizaciones nitrogenadas a pasturas.....	30
2.5.7	Efecto de la fertilización nitrogenada sobre los componentes del crecimiento de forraje.....	31
2.5.8	Efecto de la fertilización nitrogenada sobre la estructura de las pasturas.....	31
2.5.9	Efecto de la fertilización nitrogenada sobre la calidad y la composición química del forraje	33
2.6	Valoración nutricional de forrajes	35
2.6.1	Determinación de Digestibilidad.....	35
2.6.2	Métodos para determinar la degradabilidad ruminal.....	35
2.7	Determinación del valor nutritivo de los alimentos	37
2.7.1	Determinación del contenido de materia seca (MS)	40
2.7.2	Determinación de cenizas.....	41
2.7.3	Determinación Proteína Bruta	42
2.7.4	Determinación de Extracto etéreo (EE) o grasa bruta (GB). Método Soxhlet.....	43
2.7.5.	Determinación de Fibra Detergente Neutro y Fibra detergente Acida.....	45

CAPÍTULO III	46
MATERIALES Y MÉTODOS	46
3.1 Localización geográfica y duración de la investigación	46
3.2. Técnicas, procedimientos, instrumentos y recursos	47
3.2.1 Técnica e instrumentos de recolección de datos	47
3.2.2. Técnicas de Procesamiento y Análisis de los Datos	47
3.2.3. Recursos Humanos, Materiales y Tecnológicos	47
3.2.4 Materiales de oficina	50
3.3 Factores, diseño y variables de estudio	51
3.3.1 Factores de estudio	51
3.3.2 Tratamientos	51
3.4 EXPERIMENTO 1.....	52
3.4.1 Número de Tratamientos	53
3.4.2 Diseño experimental.....	53
3.4.3 Variables en estudio	53
3.4.4. Análisis estadístico	53
3.4.5 Características de las unidades experimentales.....	54
3.5 EXPERIMENTO 2.....	55
3.5.1 Número de tratamientos	55
3.5.2 Diseño experimental.....	55
3.5.3 Variables en estudio	55
3.5.4. Análisis estadístico	56
3.5.5 Características de las unidades experimentales.....	56
3.5.6. Número de replicaciones:.....	57
3.6 Manejo del Experimento	57
3.6.1 Establecimiento, corte y fertilización de parcelas y subparcelas de <i>Setaria sphacelata</i>	57
3.6.2 Valoración agronómica	59
3.6.3 Composición química.....	60
3.6.4 Degradabilidad ruminal <i>in situ</i> de materia seca y materia orgánica.....	61

CAPITULO IV.....	62
RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	62
4.1 Efecto de la edad de cosecha sobre el comportamiento agronómico de <i>Setaria sphacelata</i>	62
4.2 Efecto de los niveles de fertilización sobre el comportamiento agronómico de <i>Setaria sphacelata</i>	64
4.3 Interacción de la edad y niveles de fertilización en el comportamiento agronómico de <i>Setaria sphacelata</i>	66
4.4 Efecto de la edad de cosecha en la composición química (%) de <i>Setaria sphacelata</i>	68
4.5 Efecto de niveles de fertilización en la composición química (%) de <i>Setaria sphacelata</i>	70
4.6 Interacción de la edad y niveles de fertilización en la composición química (%) de <i>Setaria sphacelata</i>	71
4.7 Efecto de la edad sobre la degradabilidad <i>in situ</i> de materia seca de <i>Setaria Spahacelata</i>	74
4.8 Efecto de los niveles de fertilización sobre la degradabilidad <i>in situ</i> de materia seca de <i>Setaria Spahacelata</i>	75
4.9 Interacción de la edad y niveles de fertilización sobre la degradabilidad <i>in situ</i> de materia seca de <i>Setaria Spahacelata</i>	76
4.10 Efecto de la edad sobre la degradabilidad <i>in situ</i> de materia orgánica de <i>Setaria Spahacelata</i>	79
4.11 Efecto de niveles de fertilización sobre la degradabilidad <i>in situ</i> de materia orgánica de <i>Setaria sphacelata</i>	80
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	83
5.1 Conclusiones	83
5.2 Recomendaciones.....	84
VI. BIBLIOGRAFÍA.....	85
ANEXOS	91

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág
Tabla 1. Clasificación funcional de las bacterias ruminales.	9
Tabla 2. Taxonomía de <i>Setaria sphacelata</i>	20
Tabla 3. Composición química y digestibilidad de materia orgánica de <i>setaria gigante (Setaria sphacelata var. Splendida)</i>	26
Tabla 4. Principales fuentes de N usada en pastos.....	30
Tabla 5. Incrementos (%) con respecto a los tratamientos testigo de las variables estructurales en respuesta a la (FN) para avena y raigrás anual.....	32
Tabla 6. Efecto de la fertilización nitrogenada sobre la digestibilidad <i>in vitro</i> de la materia seca de avena y raigrás anual.	34
Tabla 7. Efecto de la fertilización nitrogenada sobre el contenido de fibra detergente neutro de avena y raigrás anual. Balcarce 1995.	34
Tabla 8. Análisis de Suelo del lugar en estudio	46
Tabla 9. Análisis de varianza. ANOVA- ANDEVA.....	54
Tabla 10. Análisis de varianza. ANOVA- ANDEVA.....	56
Tabla 11. Efecto de la edad de cosecha sobre el comportamiento agronómico de <i>Setaria sphacelata</i>	63
Tabla 12. Efecto de los niveles de fertilización el comportamiento agronómico de <i>Setaria sphacelata</i>	65
Tabla 13. Efecto de la interacción niveles de fertilización nitrogenada sobre las edades de cosecha en el comportamiento agronómico del pasto <i>setaria ssphacelata</i>	67
Tabla 14. Efecto de las edades en la composición química (%) de <i>Setaria sphacelata</i>	70
Tabla 15. Efecto de los niveles de fertilización en la composición química de <i>Setaria sphacelata</i>	71
Tabla 16. Efecto de la interacción de edad de cosecha por niveles de fertilizante nitrogenado en la composición química de <i>Setaria sphacelata</i>	72

Tabla 17. Efecto de la edad sobre la degradabilidad <i>in situ</i> de materia seca de <i>Setaria sphacelata</i>	75
Tabla 18. Efecto de diferentes niveles de fertilización sobre la degradabilidad <i>in situ</i> de materia seca de <i>Setaria sphacelata</i>	76
Tabla 19. Efecto de la interacción de la edad de cosecha por los niveles de fertilizante nitrogenado en la degradabilidad <i>in situ</i> de MS de <i>Setaria sphacelata</i>	77
Tabla 20. Efecto de la edad sobre la digestibilidad <i>in situ</i> de materia orgánica de <i>Setaria sphacelata</i>	79
Tabla 21. Efecto de los niveles de fertilización sobre la digestibilidad <i>in situ</i> de materia orgánica de <i>Setaria sphacelata</i>	80
Tabla 22. Efecto de la interacción de la edad de cosecha por niveles de fertilización nitrogenada sobre la digestibilidad <i>in situ</i> de materia orgánica de <i>Setaria sphacelata</i>	81

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Representación esquemática de un macollo de gramínea.....	12
Figura 2.	Factores ambientales que intervienen en la producción de forraje.....	17
Figura 3	Acumulación de forraje en función de las dosis de nitrógeno aplicado.	33
Figura 4.	Fracciones de análisis inmediato de los alimentos	39
Figura 5.	Diseño de las parcelas establecidas	52
Figura 6.	Esquema de cada parcela	54
Figura 7.	Establecimiento de parcelas al azar.	58
Figura 8.	Establecimiento de subparcelas con edades y niveles de fertilización.....	59
Figura 9.	Interacción de la edad con fertilización nitrogenada en la variable ceniza o materia inorgánica de <i>Setaria sphacelata</i> (%).....	73
Figura 10.	Interacción de la edad con fertilización nitrogenada sobre materia orgánica de <i>Setaria sphacelata</i> (%).	73
Figura 11.	Efecto de la interacción edad por niveles de fertilización en la degradabilidad in situ de MS a las 0 horas (%).....	78
Figura 12.	Efecto de la interacción edad por niveles de fertilización en la degradabilidad in situ de MS a las 6 horas (%).....	78
Figura 13.	Efecto de la interacción edad por niveles de fertilización en la degradabilidad in situ de MO a las 0 horas (%)	82
Figura 14.	Efecto de la interacción edad por niveles de fertilización en la degradabilidad in situ de MO a las 6 horas (%)	82
Figura 15.	Efecto de la interacción edad por niveles de fertilización en la degradabilidad in situ de MO a las 48 horas (%)	82

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1	Análisis de varianza del efecto de la edad y niveles de fertilización sobre la producción de Biomasa forrajera (Kg de N ha ⁻¹) de <i>Setaria phacelata</i>	91
Anexo 2.	Análisis de varianza del efecto de la edad y niveles de fertilización sobre altura de la planta (cm) de <i>Setaria phacelata</i>	92
Anexo 3.	Análisis de varianza del efecto de la edad y niveles de fertilización sobre longitud de hoja (cm) de <i>Setaria phacelata</i>	93
Anexo 4.	Análisis de varianza del efecto de la edad y niveles de fertilización sobre longitud de tallos (cm) de <i>Setaria phacelata</i>	94
Anexo 5.	Análisis de varianza del efecto de la edad y niveles de fertilización número de hojas (N°) de <i>Setaria phacelata</i>	95
Anexo 6.	Análisis de varianza del efecto de la edad y niveles de fertilización sobre número de tallos (N°) de <i>Setaria phacelata</i>	96
Anexo 7	Análisis de varianza del efecto de la edad y niveles de fertilización sobre relación hoja:tallo (g) de <i>Setaria phacelata</i>	97
Anexo 8	Análisis de varianza del efecto de la edad y niveles de fertilización sobre relación hoja:tallo (N°) de <i>Setaria phacelata</i>	98
Anexo 9.	Análisis de varianza del efecto de la edad y niveles de fertilización sobre MS total ofrecida (%) de <i>Setaria phacelata</i>	99
Anexo 10.	Análisis de varianza del efecto de la edad y niveles de fertilización sobre Materia Inorgánica (%) de <i>Setaria phacelata</i>	100
Anexo 11.	Análisis de varianza del efecto de la edad y niveles de fertilización sobre Materia Onorgánica (%) de <i>Setaria phacelata</i>	101
Anexo 12.	Análisis de varianza del efecto de la edad y niveles de fertilización sobre Proteína (%) de <i>Setaria phacelata</i>	102
Anexo 13.	Análisis de varianza del efecto de la edad y niveles de fertilización sobre FDN (%) de <i>Setaria phacelata</i>	103

Anexo 14. Análisis de varianza del efecto de la edad y niveles de fertilización sobre FDA (%) de <i>Setaria phacelata</i>	104
Anexo 15. Análisis de varianza de degradabilidad <i>in situ</i> de materia seca (%) a la 0 horas <i>Setaria phacelata</i>	105
Anexo 16. Análisis de varianza de la degradabilidad <i>in situ</i> de materia seca (%) a la 3 horas <i>Setaria phacelata</i>	106
Anexo 17. Análisis de varianza de la degradabilidad <i>in situ</i> de materia seca (%) a la 6 horas <i>Setaria phacelata</i>	107
Anexo 18. Análisis de varianza de la degradabilidad <i>in situ</i> de materia seca (%) a la 12 horas <i>Setaria phacelata</i>	108
Anexo 19. Análisis de varianza de la degradabilidad <i>in situ</i> de materia seca (%) a la 24 horas <i>Setaria phacelata</i>	109
Anexo 20. Análisis de varianza de la degradabilidad <i>in situ</i> de materia seca (%) a la 48 horas <i>Setaria phacelata</i>	110
Anexo 21. Análisis de varianza de la degradabilidad <i>in situ</i> de materia seca (%) a la 72 horas de <i>Setaria phacelata</i>	111
Anexo 22. Análisis de varianza de la degradabilidad <i>in situ</i> de materia orgánica (%) a la 0 horas de <i>Setaria phacelata</i>	112
Anexo 23. Análisis de varianza de la degradabilidad <i>in situ</i> de materia orgánica (%) a las 3 horas de <i>Setaria phacelata</i>	113
Anexo 24. Análisis de varianza de la degradabilidad <i>in situ</i> de materia orgánica (%) a las 6 horas de <i>Setaria phacelata</i>	114
Anexo 25. Análisis de varianza de la degradabilidad <i>in situ</i> de materia orgánica (%) a las 12 horas de <i>Setaria phacelata</i>	115
Anexo 26. Análisis de varianza de la degradabilidad <i>in situ</i> de materia orgánica (%) a las 24 horas de <i>Setaria phacelata</i>	116
Anexo 27. Análisis de varianza de la degradabilidad <i>in situ</i> de materia orgánica (%) a las 48 horas de <i>Setaria phacelata</i>	117

Anexo 28. Análisis de varianza de la degradabilidad <i>in situ</i> de materia orgánica (%) a las 72 horas de <i>Setaria phacelata</i>	118
Anexo 29. Fotografías de pPreparación del terreno y fertilización	119
Anexo 30. Fotografías de Evaluación de comportamiento agronómico.	119
Anexo 31. Fotografías de evaluación de materia seca de <i>Setaria spahacelata</i>	121
Anexo 32. Fotografías de evaluación de ceniza <i>Setaria spahacelata</i>	121
Anexo 33. Fotografías de evaluación de proteína de <i>Setaria spahacelata</i>	122
Anexo 34. Fotografías de análisis de FDN Y FDA de <i>Setaria spahacelata</i>	123
Anexo 35. Fotografías de Evaluación de degradabilidad <i>in situ</i>	124

RESUMEN

Se evaluó el efecto de la edad (E) y fertilización nitrogenada, sobre la producción de Biomasa forrajera (Kg MS ha⁻¹), altura de planta (AP) (cm), longitud de hojas (LH) y tallos (LT) (cm), número de tallos (NT) y hojas (NH), relación hoja tallo (en n° y peso), composición química y digestibilidad *in situ* MS, MO de *Setaria sphacelata*, con diferentes niveles de N (0, 100, 200 Kg de N ha⁻¹) y cortado a los 35, 45 y 55 días. Se empleó un diseño de parcelas divididas. La parcela grande fue el nivel de fertilización y la parcela pequeña las edades de cosecha. La BF (Kg MS ha⁻¹) presentó diferencia (p<0.05) con el efecto de la edad, al contrario del tratamiento fertilizado. La AP presentó diferencia (p<0.05). La LT y LH presentaron diferencias (p<0.05), pero con niveles de fertilización la LH (p>0.05). La variable NT y NH presentó (p<0.05); con la fertilización la R H-T (n° y peso) y la relación hoja tallo en peso con el efecto de la edad, no presentaron diferencia (p>0.05). Los niveles de fertilización en la composición química no presentaron diferencia (p>0.05), contrario al efecto de la edad FDA y MO (p<0.05); la DMS con el efecto de la edad presentó (p<0.05) en todos los tiempos de incubación, mientras al fertilizar existió diferencia a las 6, 48 y 72 h; en cuanto a la DMO por efecto de la edad presentó (p<0.05) al igual que a las 0, 3, 6 y 72 h con los distintos niveles de fertilización.

Palabras claves:

- **SETARIA**
- **DIGESTIBILIDAD**
- **EDAD**
- **FERTILIZACIÓN**
- **PARCELAS DIVIDIDAS**

ABSTRACT

The effect of the age was evaluated (E) and the fertilization standard nitrogen, on forage biomass production (Kg MS ha⁻¹), plant height (AP) (cm), relationship between leaf stem (in number and weigh), in situ digestibility MS, MO and chemical composition of *Setaria sphacelata*, with different levels of N (0, 100, 200 Kg of N ha⁻¹), and cut from 35, 45, to 55 days. A split plot design was used. The main plot was the fertilization level and the subplot the crop age. The BF (Kg MS ha⁻¹), showed differences (p<0.05) with the effect of the age, on the other hand the fertilized treatment. The AP presented differences (p<0.05). The LT and LH had differences (p<0.05), but with fertilization of levels the LH (p<0.05). The variety NT and NH showed (p<0.05); with the R H-T fertilization (number and weight) and the relationship self-stem and weigh and the age effect, so those didn't present differences (p<0.05). The fertilization levels in the chemical composition didn't present changes (p<0.05), contrary to age effect FDA and MO (p<0.05); the DMS with age effect presented (p<0.05) at all time of incubation, also to fertilize there was difference from 6, 48 to 72 h; besides the DMO by age effect presented (p<0.05) in the same at 0, 3, 6 and 72 h with the different levels of fertilization.

Key Words:

- **SETARIA**
- **DIGESTIBILITY**
- **AGE**
- **FERTILIZATION**
- **SPLIT PLOT DESIGN**

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

Los pastos constituyen la principal fuente de nutrientes para el ganado bovinos en las regiones tropicales. Sin lugar a dudas el principal atributo de los pastos tropicales es su gran capacidad para producir materia seca, lo que le hace ideales para suministrar proteína, energía, minerales, vitaminas y fibra al ganado bovino productor de leche, doble propósito y carne. La gran capacidad que tienen los forrajes para producir biomasa se debe a que son C4; ósea que sus procesos fotosintético son muy eficientes (Sánchez J. M., 2006)

Según la FAO, 2007. Destaca en la región andina a Ecuador como el segundo productor de leche 21% y el tercer productor de carne 12%. De acuerdo a los datos del Censo Nacional Agropecuario (2000) (citado por Espinoza, 2008). El sector ganadero del Ecuador es una base muy importante del desarrollo social y económico, debido a que satisface las demandas de la población en alimentos tan esenciales como la carne, la leche y es fuente esencial de generación de mano de obra e ingresos.

Según el III Censo Nacional Agropecuario (2002). Ecuador cuenta con una población aproximada de 4.5 millones de bovinos distribuidos en todo el territorio Nacional entre ganadería de leche y carne. El Cantón Pangua cuenta con el 10.98% de la población bovina de la provincia de Cotopaxi. En lo que respecta al uso del suelo el 29.8% esta utilizado por pastos cultivados, mientras que el 8,6% encontramos pastos naturales.

Según el Sistema de Identificación y Trazabilidad Animal del Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca - Cotopaxi (SITA- MAGAP 2012), en el Cantón Pangua existe 21.000 bovinos entre carne y leche, de los cuales alrededor de 7000 mil están en la parroquia Moraspungo y 6000 bovinos se encuentran en la parroquia Ramón Campaña.

Pangua, uno de los cantones de Cotopaxi, ubicado en la región subtropical, representa un gran potencial ganadero especialmente en las parroquias Moraspungo y Ramón Campaña, las mismas que poseen sistemas de producción en su gran mayoría a pastoreo. Sin embargo, no se cuenta con ningún estudio que determine el patrón de crecimiento, la composición química y degradabilidad ruminal, que permita establecer una herramienta útil para planificar su manejo agronómico. Por ello se planteó la presente investigación con el fin de evaluar el comportamiento agronómico y la calidad nutritiva del pasto miel *Setaria sphacelata* a diferentes edades y niveles de fertilización.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 General

Evaluar el valor nutricional de *Setaria sphacelata* a diferentes edades de cosecha y niveles de fertilización, en la comunidad La Palma, cantón Pangua, provincia de Cotopaxi.

1.1.2 Específicos

- Evaluar el comportamiento agronómico de *Setaria sphacelata* a diferentes edades de cosecha (35, 45, 55 días) en praderas ya establecidas.
- Evaluar el comportamiento agronómico de *Setaria sphacelata* a diferentes niveles de fertilización (0, 100, 200 Kg de N ha⁻¹).
- Determinar la composición química (materia seca, materia orgánica, materia inorgánica, proteína bruta, fibra detergente neutro, fibra detergente ácida) a diferentes edades de cosecha de *Setaria sphacelata* mediante análisis de laboratorio.
- Determinar la composición química (materia seca, materia orgánica, materia inorgánica, proteína bruta, fibra detergente neutro, fibra

detergente ácida) a diferentes niveles de fertilización de *Setaria sphacelata* mediante análisis de laboratorio.

- Evaluar la degradabilidad ruminal *in situ* de materia seca y orgánica de mencionado pasto, a tres edades de cosecha (35, 45 y 55) en praderas ya establecidas, mediante la técnica *in situ* en bovinos.
- Evaluar la degradabilidad ruminal *in situ* de materia seca y orgánica de mencionado pasto, con tres niveles de fertilización (0, 100, 200 Kg de N ha⁻¹) en praderas ya establecidas, mediante la técnica *in situ* en bovinos.

1.2 Hipótesis

Ho 1: El comportamiento agronómico de *Setaria sphacelata* a diferentes edades (35, 45, 55) de cosecha no presentará diferencia.

Ho 2: *Setaria sphacelata* no presentará diferencias en sus características agronómicas a ningún nivel de fertilización.

Ho 3: La composición química de *Setaria sphacelata* no presentará diferencias a distintas edades.

Ho 4: La composición química de *Setaria sphacelata* no presentará diferencias a distintos niveles de fertilización.

Ho 5: La degradabilidad *in situ* de materia seca, materia orgánica de la gramínea en estudio no presentará diferencia a ninguna edad.

Ho 6: La degradabilidad *in situ* de materia seca, materia orgánica de *Setaria sphacelata* no presentará diferencia a ningún nivel de fertilización.

- H a 1: *Setaria sphacelata*, a los 35 días de edad presentará las mejores características en cuanto a comportamiento agronómico se refiere.
- H a 2: El mejor comportamiento agronómico de *Setaria sphacelata*, se evidenciará en las parcelas fertilizadas con (200 Kg de N ha⁻¹)
- H a 3: Las mejores características en cuanto a composición química se refiere se presentarán a los 35 días de edad, en el pasto en estudio.
- H a 4: *Setaria sphacelata*, presentará la mejores características en cuanto a composición química en las parcelas fertilizada con (200 Kg de N ha⁻¹).
- H a 5: El mejor porcentaje de degradabilidad *in situ* de materia seca y materia orgánica de *Setaria sphacelata*, se presentará a los 35 días.
- H a 6: El mejor porcentaje de degradabilidad *in situ* de materia seca y materia orgánica de *Setaria sphacelata*, se presentará en las parcelas fertilizadas con (200 Kg de N ha⁻¹).

CAPITULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Marco de Referencia (antecedentes de la investigación)

De acuerdo a lo evaluado por (Jauregui, 2011) La productividad de *Setaria sphacelata* cv. Narok en comparación a la obtenida por un pastizal natural típico, analizó la productividad (Kg MS ha⁻¹) de *Setaria* con y sin la adición de fertilizante nitrogenado (75 Kg ha⁻¹) aplicado en forma de urea granulada, en relación con la producción del pastizal natural sin fertilizar. La productividad de campo natural (Kg MS ha⁻¹ ± EEM) fue menor a la obtenida en ambos tratamientos con *Setaria* (p<0,05) (737.33 ±13.68; 6555.78 ±1076 y 7788±1865 para campo natural, *Setaria* sin y con N respectivamente). Los registros de producción del segundo año ascendieron a 5730± 467.0 y 7925 ± 573.6 (*Setaria* no fertilizada y fertilizada respectivamente) y el campo natural a 1018 ± 108.6 encontrándose diferencias significativas entre todos los tratamientos (p<0,05). Este año sí se observó un incremento en la producción de biomasa en el tratamiento fertilizado respecto al no fertilizado. Los resultados obtenidos demuestran que *S. sphacelata* es una alternativa interesante para incrementar la producción primaria.

Mientras que (Fermamdez, Leonhardt, Llamas, Roig, & Bernardis, 2008) Evaluaron el efecto del nitrógeno sobre la producción materia seca de hoja y tallo en *Setaria sphacelata* cv. Narok, este ensayo se realizó sobre una pastura establecida de *S. sphacelata* cv Narok, con tres años de antigüedad, se ejecutó cortes de emparejamiento a 20 cm y se procedió a la fertilización en dosis de nitrógeno de T0=0 kg, T1=100 kg, T2=200 kg, T3=300 kg, T4=400 kg; además se aplicó fertilizante fosfatado y potásico a todas las parcelas. Se realizaron cortes en intervalos de 40 días, lográndose seis cortes. En la producción de materia seca (PMS), se registró interacción significativa (p<0,05) en PMS como la producción de MS de hoja y tallo entre fechas de corte y tratamientos de fertilización. La máxima producción de materia seca fue en el mes de diciembre en todos los tratamientos, con 1586 a 6306 Kg MS ha⁻¹, en el testigo y la dosis máxima de nitrógeno, respectivamente. La PMS de la hoja presentó significativas diferencias entre los

tratamientos con promedios de 1300 Kg MS por ha⁻¹ y el testigo alcanzó 613 Kg MS por ha⁻¹. En diciembre esta diferencia ya no es tan marcada a pesar de que la dosis de 200 Kg de nitrógeno (2244 Kg MS por ha) duplicó significativamente al Testigo. En el tallo, se manifestó diferencias entre los tratamientos de fertilización y el Testigo recién en el segundo corte, observándose que los registros más altos fueron logrados en la dosis del T4 alcanzando valores de 4700 Kg MS ha⁻¹. De acuerdo a los resultados, se puede concluir que la fertilización nitrogenada incrementó significativamente la producción de materia seca total, la cual en los primeros cortes está definido por la gran producción de hojas y posteriormente el mayor responsable del incremento de PMS es el aumento de la proporción del tallo.

Así mismo (Sánchez J. I., 2011) Evaluó el establecimiento de la pradera, se identificó un rendimiento del 90% de cepas de *Setaria splendida* (*Setaria sphacelata*). El crecimiento promedio del pasto a los 30 días fue de 30.50 cm; 40 cm a los 60 días, a los 90 días 83 cm, y a los 120 días su altura se encontraba en 150 cm. La producción de biomasa de la pradera presenta valores de 2,017 Kg m² días, 3,776 Kg m² en el primer corte a (120 días), segundo corte (135 días) a los 150 días la producción de biomasa ascendió a 4,602 Kg m². Los análisis bromatológicos dieron como resultados en el primer corte 17.5% de proteína y 35.20 % de fibra; segundo corte 16.25 % de proteína y 31.74 de fibra y en el tercer corte 15.03 % de proteína y 35.87 % de fibra, todo esto es en relación a materia seca. Se concluye que el presente trabajo ha dado resultados satisfactorios, constituyendo una alternativa para suministrar solución de los problemas de escasez de pastos en las épocas de estiaje y baja producción.

De igual manera (Borrajo, Bendersky, & Maidana, *Setaria sphacelata*: Curvas de crecimiento y fertilización, 2010) determinaron la tasa de crecimiento diario de *Setaria sphacelata* y la producción de MS, en pasturas sin fertilizar, con fertilización fosfórica y fosfórica nitrogenada (100 kg SPT ha⁻¹ y 100 kg SPT ha⁻¹ + 23 kg de N ha⁻¹) respectivamente, como resultado se obtuvo la tasa de crecimiento de *Setaria* sin fertilizar valores de 15 a 40 kg MS ha⁻¹ día, mientras que para las pasturas

fertilizadas se obtuvieron producciones de 27.7 vs 34.5 Kg MS ha⁻¹ respectivamente.

2.2 Fisiología digestiva en rumiantes

2.2.1 Generalidades

Los rumiantes son mamíferos que se han especializado en consumir material vegetal fibroso, que las enzimas digestivas son incapaces de degradar, pero mediante la fermentación que proporcionan los microorganismos que viven en simbiosis en el rumen, son aprovechados. La gran capacidad gástrica de los rumiantes es necesaria para mantener los alimentos el tiempo suficiente para ser digeridos. Entonces, el estómago de los rumiantes se encuentra constituido por cuatro compartimientos, rumen, retículo, omasum y abomasum; sólo el último produce enzimas digestivos capaces de degradar alimentos (Araujo Fobes & Virgues López, 2007)

2.2.2 Morfo fisiología del sistema digestivo de los rumiantes

Boca

Sus principales funciones la prensión, masticación, insalivación, deglución y rumia, en este caso la lengua es la responsable del acarreo de los pastos al interior de la cavidad bucal (Shimada Miyasaka, 2003)

Retículo- rumen

Según (Shimada Miyasaka, 2003) Desde el punto de vista anatómico e histológico se considera al retículo y al rumen como órganos diferentes, sin embargo dado a que ambos están separados solamente por el pliegue retículo ruminal, desde el punto de vista fisiológico digestivo se puede considerar ambos órganos como una unidad, que generalmente se conoce como retículo-rumen. La superficie exterior del rumen está surcada por pliegues estructuras anatómicas llamadas pilares que se proyectan en su

interior y que separan al órgano en sacos. Los mimos son bandas de tejido muscular que sirven para efectuar los movimientos de contracción de los sacos y la circulación de la ingesta. La superficie interna del retículo rumen (y también la del omaso y del intestino grueso) es epitelial y no mucosa, o sea que no se producen secreciones en dichos órganos.

Los movimientos del retículo rumen promueven la mezcla de la ingesta y hacen que el líquido ruminal la moje continuamente y la mantenga en contacto con los microbios; también facilitan el eructo, la regurgitación y el paso del alimento hacia el abomaso. Los movimientos de mezclado se inician con una contracción bifásica del retículo, seguida por una contracción de los sacos anterior y dorsal del rumen. La onda de la contracción fuerza a la ingesta a ir en dirección posterior y ventral. Segundos más tarde se provoca el **eructo**, para lo cual los sacos, posterior y ventral se contraen en forma seriada, lo que mueve a la ingesta hacia arriba y adelante. Los gases que están arriba de la ingesta también se empujan hacia el esófago en esta contracción, en el momento apropiado el orificio esofágico se dilata y los gases se expulsan a la atmósfera. La **rumia** es un reflejo complejo que consta de cuatro acciones diferentes: regurgitación, reensalivación, re masticación y redeglución. El reflejo se inicia por el contacto del alimento grueso con los receptores nerviosos de la pared retículo ruminal. Los movimientos antes mencionados así como la diferente densidad de los alimentos, permiten la estratificación de las partículas en el rumen, clasificando entonces al contenido ruminal en tres estratos. Uno arriba con partículas gruesas y alimento del día, otro medio con partículas de densidad y tamaño intermedio y el restante abajo, con líquidos, partículas finas y la ingesta del día anterior, este último estrato es el que pasa al omaso (Shimada Miyasaka, 2003)

Según (Cunningham & Klein, 2009) Las funciones fisiológicas del retículo rumen, mantienen un entorno favorable para el desarrollo de patrones de fermentación beneficiosos para el hospedador. La fermentación en el rumen se mantiene por la retención selectiva del material activamente fermentable, mientras que permite el paso de los residuos no fermentables al abomaso. La digestibilidad y las características físicas del alimento ejercen una gran influencia tanto en la

velocidad de paso de las partículas del rumen como en el ritmo de ingestión de alimento, la velocidad de dilución en el rumen tiene gran influencia sobre la fermentación y el rendimiento de la célula microbiana.

Omaso

El material proveniente del retículo entra al omaso por el orificio retículo omasal; los líquidos pasan hasta al abomaso, mientras que los sólidos se retienen, su función principal es extraer los líquidos de la digesta retenida, y absorber agua, NH_3 , ácidos grasos volátiles y electrolitos inorgánicos (Shimada Miyasaka, 2003)

Abomaso

Su función es similar a la del estómago de los no rumiantes, secreta ácido clorhídrico y pepsina, que inician la degradación de las proteínas alimenticias (de escape) y microbianas. Contiene pliegues abomasales que previenen la estratificación de la ingesta, esto junto con la naturaleza semilíquida de la misma, hacen que el tiempo del proceso hidrolítico al que se someten sea menor (Shimada Miyasaka, 2003)

Intestino delgado

Similar a los monogástricos, pero en rumiantes el proceso digestivo es continuo, lo cual hace que haya un flujo constante de jugo digestivo (compuesto por los jugos gástricos pancreático, intestinal y la bilis) (Shimada Miyasaka, 2003)

Intestino grueso

Aquí se produce y se absorbe ácidos grasos volátiles, y su función principal es absorción de agua (Shimada Miyasaka, 2003)

2.2.3 Fermentación en el rumen

El proceso de fermentación es realizado principalmente en las dos primeras partes del estómago por los microorganismos (protozoarios, hongos y bacterias) que habitan en el rumen y el medio físico y químico que los envuelve. El producto final de los procesos fermentativos ruminales son ácidos grasos volátiles, los cuales son absorbidos a través de la pared del rumen en un ambiente líquido amortiguado y próximo a la neutralidad al mismo tiempo que se eliminan continuamente productos solubles de dicho proceso (Araujo Fobes & Virgues López, 2007)

Ecosistema microbiano para la digestión fermentativa.

Los microorganismos responsables de la digestión fermentativa incluyen bacterias, protozoos y hongos. Las bacterias representan la fracción de la población ruminal imprescindibles para la vida del rumiante. El neonato adquiere esta flora por el contacto directo con otros bovinos o bien por contacto indirecto a través de elementos contaminados como forrajes o agua de bebida (Relling & Mateoli, 2003)

Tabla 1.
Clasificación funcional de las bacterias ruminales.

Grupo de bacterias	Característica funcional	Principales productos finales de su metabolismo
Celulolíticas	fermentan hidratos de carbono estructurales de la pared celular (celulosa, hemicelulosa y pectinas)	AGV (especialmente acetato)
Amilolíticas	fermentan hidratos de carbono de reserva de granos (almidón)	AGV (especialmente propionato)
Sacarolíticas	fermentan hidratos de carbono simples (azúcares vegetales)	AGV (especialmente butirato)
Lactolíticas	metabolizan el lactato	AGV (especialmente propionato)
Lipolíticas	metabolizan las grasas	Acidos grasos libres y AGV (especialmente propionato)
Proteolíticas	degradan las proteínas	AGV y amoníaco (NH₃)
Metanógenas	producen metano	metano (CH₄).
Ureolíticas	hidrolizan la urea	CO₂ y NH₃.

Fuente: (Relling & Mateoli, 2003)

Bacterias

El número de bacterias varía entre 10^{10} y 10^{11} por gramo de líquido ruminal, lo cual representa entre 3 y 8 kilos de bacterias en el rumen de un bovino adulto. Esta concentración varía en relación directa con el contenido energético de la dieta. Otro factor que afecta el desarrollo bacteriano es el pH ruminal. Dentro del rango fisiológico, por ejemplo, la flora celulolítica desarrolla mejor en el extremo menos ácido (6,0 a 6,9) mientras que a la flora amilolítica le es favorable el extremo más ácido (5,5 a 6,0). La importancia nutricional de las bacterias radica en que son responsables de la mayor parte de la actividad celulolítica del rumen, y por otro lado son capaces de sintetizar sus proteínas a partir de compuestos nitrogenados no proteicos (NNP), especialmente amoníaco (NH_3) (Relling & Mateoli, 2003)

Protozoos

Los protozoos representan la microfauna ruminal, desarrollan preferentemente a pH superior a 6 y a pesar de estar normalmente presentes no son imprescindibles para la función ruminal ni para la supervivencia del animal. Normalmente son adquiridos por el ternero por contacto directo con otros rumiantes. Si bien se encuentran en menor concentración que las bacterias, a razón de 10^4 a 10^6 /ml de líquido ruminal, al tener mayor tamaño poseen una masa total que puede llegar a ser semejante a la bacteriana. Desde el punto de vista metabólico los protozoarios se diferencian de las bacterias por poseer una menor capacidad celulolítica (5 al 20 % del total) y además son incapaces de sintetizar proteínas a partir de NNP (Relling et al 2002-2003).

Hongos

Los hongos representan alrededor del 8 % de la biomasa ruminal. Poseen una importante actividad celulolítica, en especial cuando el rumiante consume forrajes demasiado maduros o encañados. Los hongos no predominan en el rumen debido a su baja tasa de multiplicación en comparación con las bacterias, algunas de las cuales

a su vez reprimen su crecimiento, como el *Ruminococcus* spp (Relling & Mateoli, 2003)

2.3 Gramíneas

2.3.1 Morfología de gramíneas

El macollo de una gramínea representa una unidad morfofisiológica. Cada macollo está formado por la repetición de unidades similares denominadas fitómetros, diferenciadas a partir del mismo meristema apical (Colabelli, Agnusdei, Mazzanti, & Labreuveur, 1998)

El fitómero de una gramínea consiste de una hoja, nudo, entrenudo, meristema axilar y meristema intercalar. El número y longitud de los fitómeros determina variaciones en macollos individuales, y el arreglo espacial de macollos en una planta determina su estructura: macollos intravaginales generalmente dan una forma de crecimiento compacta, en tanto que macollos extravaginales determinan mayor distancia entre macollos dando una forma de crecimiento esparcida (Colabelli, Agnusdei, Mazzanti, & Labreuveur, 1998)

En un macollo, la diferenciación de células del meristema apical origina primordios de hoja y yemas axilares capaces de originar un nuevo macollo. Los primordios foliares continúan su desarrollo y forman una hoja la cual se hace visible por dentro del conjunto de vainas (Colabelli, Agnusdei, Mazzanti, & Labreuveur, 1998)

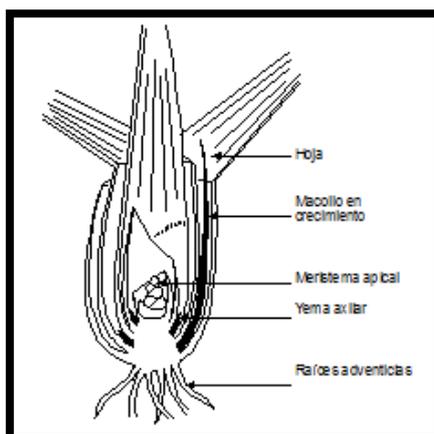


Figura 1. Representación esquemática de un macollo de gramínea

Las hojas tienen un ciclo de vida limitado. Luego de crecer, cada hoja comienza a senescer y muere. Las gramíneas forrajeras tienen un máximo número de hojas vivas y llegado ese valor, por cada hoja nueva que se produce, la hoja más vieja muere Davies, 1988, citado por (Colabelli, Agnusdei, Mazzanti, & Labreuveur, 1998). Así mismo el autor menciona un ejemplo, en raigrás perenne el promedio de hojas vivas por macollo raramente excede 3, y la aparición de una cuarta hoja tiende a ser contrabalanceada por la pérdida de la primera que se formó.

2. 3. 2 Factores que afectan la calidad nutritiva de los pastos

Los sistemas de producción ganadero-pastoriles dependen del clima en todas sus expresiones y particularmente de la influencia que ejerce sobre el crecimiento de las pasturas. El clima es entonces responsable por el diseño y funcionamiento de los sistemas naturales y en la medida que interviene el hombre buscando entre otras cosas mejorar los niveles de productividad o el valor del producto, se relativiza la relación clima – pasto, aunque de cualquier manera y en todos los casos mantiene una importancia decisiva (Mas, 2007).

Son muchos los factores determinantes de la composición química de los pastos. Entre ellos se citan factores propios de la planta (especie, edad, morfología, etc.), factores ambientales (temperatura, radiación solar, precipitación, fertilidad y tipo de suelo) y factores de manejo que el hombre ejerce sobre la pastura (Pirela, S/F).

2.3.2.1 Factores genéticos

En las gramíneas tropicales, existen algunas diferencias interespecíficas en composición química y digestibilidad, sin embargo, las principales diferencias se presentan cuando se comparan con las leguminosas

2.3.2.2 Factores morfológicos

Se ha observado que las hojas contienen mayor contenido de proteína, menor contenido de fracciones fibrosas lo que le confiere una mejor calidad y por ende mayor consumo por los animales en comparación con los tallos. Otros factores morfológicos que afectan la calidad son: altura de la planta y estructura de pastizal. Las especies de porte alto son consumidas en mayor proporción que las de porte bajo debido a los hábitos de consumo de los animales (Pirela, S/F)

2.3.2.3 Factores fisiológicos

La edad o estado de madurez de la planta es tal vez el más importante y determinante de la calidad nutritiva del forraje. Durante el proceso de crecimiento de la planta, después del estado foliar inicial hay un rápido incremento de materia seca y un cambio continuo en los componentes orgánicos e inorgánicos. A medida que avanza el estado de madurez, la formación de los componentes estructurales (lignina, celulosa y hemicelulosa) ocurren en mayor velocidad que el incremento de los carbohidratos solubles; además, los componentes nitrogenados progresivamente constituyen una menor proporción de la materia seca. Esto se debe tanto a la pérdida de hojas como al aumento progresivo de la lignina, uno de los componentes estructurales que forma parte esencial de la membrana celular, el cual dificulta la digestión y disminuye el valor nutritivo de los pastos. En cuanto al contenido proteico, las gramíneas tropicales presentan niveles relativamente altos en los estadios iniciales de crecimiento, para luego caer marcadamente hasta antes de la floración. Esta disminución continúa hasta la madurez, momento en que el N es traslocado de las hojas a los tejidos de reservas (base de tallos y raíces). Al igual que la digestibilidad y el contenido proteico, el consumo voluntario también se ve afectado negativamente por la madurez; además, el desarrollo vegetal trae consigo

cambios morfológicos que contribuyen a la disminución del valor nutritivo de los forrajes (Pirela, S/F).

2.3.2.4 Factores climáticos

Los pastos poseen características fisiológicas y morfológicas propias que le brindan adaptación específica para su crecimiento y calidad. Sin embargo, experimentan modificaciones morfológicas en su rendimiento y calidad cuando ocurren cambios en las condiciones climáticas, donde la temperatura, la radiación solar, las precipitaciones y su distribución son los componentes de mayor influencia bajo las condiciones tropicales (Pirela, S/F)

2.3.2.4.1 Temperatura.

Según (Hidalgo, 2009), menciona que la temperatura es el factor frente al cual los vegetales responden en forma instantánea (señal ambiental primaria) permite predecir con precisión el comportamiento de las plantas a partir de las relaciones entre la variable ambiental y la respuesta de las mismas y además indica que este factor ambiental ejerce efecto en lo siguiente:

- **Tasa de aparición de hojas:** en gramíneas (es el intervalo entre la aparición de dos hojas sucesivas en un macollo. Dicho intervalo puede ser expresado en días), dada la estrecha relación con la temperatura se expresa en grados día.
- **Elongación de las hojas:** aumenta proporcionalmente con la temperatura a medida que progresa estacionalmente el aumento de las temperaturas medias diarias, lo hacen también, y en forma simultánea, la velocidad de aparición foliar y la elongación.
- **Largo final de las hojas:** tiende a incrementarse con el incremento de las temperaturas, lo cual ocurre conjuntamente con el alargamiento de los días y con el incremento de la radiación incidente.

- **Tasa de aparición de macollos:** es muy dependiente de la temperatura: este aumento es un subproducto del incremento de la tasa de aparición de hojas y el consecuente aumento en la producción de yemas axilares. El macollaje aumenta a medida que la temperatura se acerca al óptimo para el crecimiento, pero posteriores incrementos reducen el macollaje. Las interacciones con otras variables del ambiente son importantes.
- **Desarrollo reproductivo:** en general las forrajeras templadas presentan requerimientos de vernalización y días cortos para que se efectivice la inducción floral (temperaturas entre 0 -10 °C y un fotoperíodo de 8h día).

2.3.2.4.2 Radiación Solar

Se encuentra muy relacionada con procesos fisiológicos fundamentales, vinculados con el crecimiento y los cambios morfológicos que experimentan los pastos y forrajes a través de su desarrollo. Influye en los procesos metabólicos de la planta que determinan su composición química, por cambios en la intensidad y en la calidad de la luz. El aumento en la intensidad de la luz favorece los procesos de síntesis y acumulación de carbohidratos solubles en la planta, mostrando un comportamiento inverso con el resto de los constituyentes solubles y estructurales, siempre que otros factores no sean limitantes (Pirela, S/F)

Según (Hidalgo, 2009) indica que la cantidad y calidad de la radiación solar se reducen y modifican drásticamente desde la parte superior a la inferior de una cubierta vegetal densa. El macollaje se reduce por una disminución de la radiación independientemente de la disponibilidad o intercepción de la radiación fotosintéticamente activa. Se ha demostrado que la calidad de radiación influye en la iniciación del macollaje en numerosas gramíneas.

2.3.2.4.3 Luz

La luz es un vector primordial de transferencia energética desde el sol hacia la planta, en forma de fotones o cuantas. La fotosíntesis es un proceso bioquímico que convierte el CO₂ y agua en carbohidratos (fibra y azúcares); La clorofila y otros pigmentos atrapan la radiación fotosintéticamente activa (RFA), en el cloroplasto y la convierten en energía química ATP (Batallas ,2010).

Según (Hidalgo, 2009) Menciona que el efecto de la luz, determina el ambiente lumínico de una cubierta vegetal es normalmente muy heterogéneo: la parte superior del mismo recibe la totalidad de la luz incidente, disminuyendo ésta exponencialmente con la profundidad de los estratos foliares.

2.3.2.4.4 CO₂

El CO₂ presente en el aire es atrapado por enzimas en el cloroplasto para luego agregarle moléculas adicionales con carbono por medio de reacciones de reducción y oxidación (Ciclo de calvin), este proceso es ribulasa 1- 5 bifosfato carboxilasa-oxigenasa (Rubisco o RuBP); en cambio las C₄ son más eficientes para atrapar CO₂ y su máxima capacidad fotosintética se da a mayor RFA y temperatura (Batallas, 2010)

2.3.2.4.5 Precipitaciones

El volumen de agua caída por las precipitaciones y su distribución a través del año ejercen efectos notables en el crecimiento y la calidad de los pastos, debido a su estrecha relación con los factores bioquímicos y fisiológicos que regulan estos procesos biológicos de gran complejidad. Tanto el exceso como el déficit de precipitaciones pueden provocar estrés en los cultivos forrajeros. En el caso del primero, en los suelos mal drenados durante la estación lluviosa donde las precipitaciones. Su efecto fundamental radica en que causa anoxia en las raíces, afectando su respiración aeróbica, absorción de minerales y agua (Pirela, S/F).

Sin embargo, el estrés por sequía afecta el comportamiento fisiológico y morfológico de las plantas. El efecto depende de su intensidad y el estado de crecimiento y desarrollo de la planta. En este sentido, podemos plantear que el aumento en la calidad de los pastos debido al estrés hídrico está asociado a cambios morfológicos en las plantas, tales como: reducción en el crecimiento de los tallos y aumento en la proporción de hojas, elementos característicos en el retraso de la madurez de las plantas. Por su parte, el estrés hídrico disminuye la concentración de la pared celular en las hojas y tallos de los forrajes, aunque de forma variable en sus componentes estructurales (celulosa, hemicelulosa y lignina), atribuible esto último a la necesidad de la planta de mantener altos valores de carbohidratos en formas solubles durante los ajustes osmóticos (Pirela, S/F).

Según (Hidalgo, 2009) El estrés puede afectar negativamente la tasa de macollaje y acelerar la muerte de hojas y macollos. Las reducciones detectadas en el crecimiento aéreo frente a condiciones de sequía pueden deberse tanto a un efecto directo de la misma como a deficiencias en la nutrición mineral (los minerales no están disponibles por estar seco el horizonte más fértil).

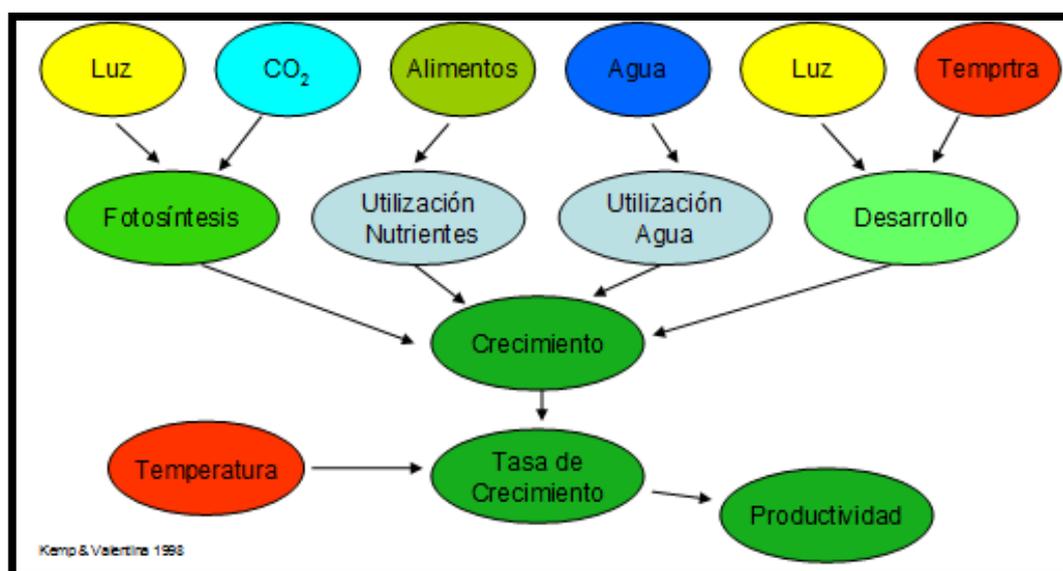


Figura 2. Factores ambientales que intervienen en la producción de forraje

2.3.2.4.6 Efecto del nitrógeno

Los efectos de la fertilización nitrogenada sobre el desarrollo del área foliar y del crecimiento son consistentes y generalizados. El nitrógeno también afecta la capacidad fotosintética por unidad de área foliar, afecta la repartición de asimilatos entre órganos aéreos y subterráneos (Hidalgo, 2009).

En general la bibliografía concerniente al efecto del nitrógeno sobre la tasa de aparición de hojas, muestra la ausencia de efectos significativos para gramíneas forrajeras adaptadas a regiones templado-húmedas. Esta relativa independencia podría ser explicada en función de que la traslocación y utilización de asimilatos es prioritaria para la producción de hojas en comparación con otros órganos de la planta. Sin embargo, en situaciones de carencias marcadas de este mineral, puede manifestarse un efecto positivo significativo (Hidalgo, 2009).

En condiciones de deficiencias severas de nitrógeno se han encontrado reducciones en el número de hojas vivas por macollo, probablemente por la acción de un programa de senescencia que determina una redistribución del nitrógeno hacia órganos prioritarios. La elongación foliar es la actividad meristemática que demanda prioritariamente elementos minerales, y su disponibilidad proviene del consumo directo a partir del suelo o de la traslocación de los tejidos senescentes. La tasa de elongación foliar en gramíneas forrajeras es la componente más importante en la determinación del crecimiento aéreo, y en comparación a los demás componentes del crecimiento, es la que mayor sensibilidad muestra a diferentes niveles de nutricionales (Hidalgo, 2009).

2.3.2.5 Factores de manejo

El crecimiento y la calidad de los pastos pueden variar considerablemente de acuerdo con el manejo a que son sometidos, con efectos favorables o no en dependencia de la especie de planta y las condiciones edafoclimáticas donde se desarrollan. Se destacan entre ellos la altura de corte o pastoreo, la carga animal y el tiempo de ocupación entre otros (Pirela, S/F).

2.3.2.5.1 Frecuencia y altura de corte o pastoreo

En la utilización de los pastos y forrajes, la altura y el momento de la cosecha constituyen elementos básicos en su manejo, por la influencia que estos ejercen en su comportamiento morfofisiológico y productivo. El aumento de la edad de rebrote provoca cambios significativos en los componentes solubles, estructurales y en la digestibilidad de los pastos, lo cual hace que su valor nutritivo disminuya con el avance de la edad. Sin embargo, su utilización a edades tempranas también provoca efectos negativos no sólo por la baja concentración de la materia seca y de los nutrientes sino por poseer un contenido de reservas en las partes bajas de los tallos y raíces de la planta que no le permite un adecuado rebrote y crecimiento vigoroso después del corte o el pastoreo (Pirela, S/F).

2.3.2.5.2 Carga y tiempo de ocupación.

La carga animal es la variable más importante en el manejo de pastos y determina la productividad por animal y por área. Su efecto fundamental es a través de los cambios que se producen en la disponibilidad y el consumo de los pastos con influencias marcadas en la estructura y composición química de la planta. En términos generales, a mayor presión de pastoreo el animal tiene una menor capacidad de selección y en consecuencia, ingerirá alimentos de menor calidad (Pirela, S/F).

2.4 Pasto miel (*Setaria sphacelata*)

2.4.1 Taxonomía

Tabla 2
Taxonomía de *Setaria sphacelata*

Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Liliopsida
Orden	Poales
Familia	Poaceas
Subfamilia	Panioideas
Género	Setaria
Especie	sphacelata
Nombre científico	<i>Setaria sphacelata</i> (SCHUM) STAPF y HUBBARD.
Nombre común	Pasto miel, mejorado, pasto San Juan.
Sinónimos	<i>Setaria anceps</i> , <i>S. aurea</i> , <i>S. spléndida</i> .

Adaptado de Alvarez (2003)

2.4.2 Descripción

La *Setaria sphacelata* es una gramínea perenne originaria de África tropical. Barrojo et al, (2006) de crecimiento vigoroso, tallos finos que alcanzan de 60-150 cm. de altura. Abundantes hojas largas y finas, provistas de una vaina foliar dura y persistente que protege a los brotes tiernos. La inflorescencia es una panícula compacta, semejante a una espiga, que semilla profusamente. La planta se extiende rápidamente por medio de rizomas y por resiembra natural (León, 2003).

Según (Mas, 2007) *Setaria sphacelata* es una gramínea subtropical que presenta una amplia variación de formas y tipos dando lugar a numerosas descripciones de especies afines. 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.

2.4.3 Adaptación

Clima

Tropical y subtropical. Se lo puede cultivar desde el nivel del mar hasta los valles bajos de la Sierra, desarrollándose mejor en altitudes entre los 600 a 2400 m s.n.m (León, 2003).

Suelo

Crece en cualquier clase de suelo, desde los arenosos hasta los arcillosos pesados pero con fertilización adecuada. No se desarrolla bien en suelos pobres. Se muestra tolerante a suelos con mal drenaje, pero no soporta el empantanamiento. Relativamente tolerante a la salinidad y toxicidad por manganeso (León, 2003)

Según (Mas, 2007) 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.

Agua

Según (Mas, 2007) indica que 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, además (León, 2003) menciona que se requiere para una buena producción sobre 900 mm de lluvia anual y es tolerante a la sequía, así también Barrojo et al, (2006)

menciona que es una forrajera de gran plasticidad que puede soportar períodos transitorios de encharcamiento o sequía.

Temperatura

Según (Mas, 2007) El óptimo de crecimiento se ubica entre los 18 y 22° C indicando claramente su condición de subtropical. En cuanto a las temperaturas mínimas tampoco se han observado limitantes desde el punto de vista de la perennidad de la especie; 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.

2.4.4 Establecimiento

Método

Según (León, 2003) El establecimiento por semilla es el procedimiento más utilizado y se requiere 3-6 kg ha⁻¹ en líneas y 8-10 kg/ha al voleo; vegetativamente, se utiliza esquejes o tallos enraizados. El Tiempo de establecimiento es de 3-4 meses.

Según (Mas, 2007) 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⁻¹, respectivamente.

2.4.5 Época de Siembra

De acuerdo a lo mencionado por (Mas, 2007) se resalta que bajo condiciones de riego se compararon tres épocas de siembra: Otoño (abril), Primavera (setiembre) y Verano (febrero). La siembra de primavera se instaló y produjo normalmente en el primer ciclo; la de verano también se instaló pero relegó la producción al segundo ciclo y la de otoño no logró implantarse satisfactoriamente, apareciendo plantas aisladas que representaban apenas el 10 % del forraje en el tercer ciclo de la pastura, la que incluía otras especies. 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.

2.3.6 Asociación

Según (León, 2003) menciona que la asociación de *setaria spahacelata*, con soya forrajera, siratro en zonas tropicales secas, con maní forrajero o pega pega en subtrópico húmedo hasta 1800 msnm, inclusive con trébol blanco y loto sobre los 2000 msnm.

Según (Mas, 2007) indica que 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⁻¹ año, durante el segundo, tercer y cuarto ciclo, siendo la *Setaria* responsable por el 64, 45 y 77 % del rendimiento respectivamente.

2.4.7 Aprovechamiento

Según (León, 2003) se recomienda usar en pastoreo y henificación, cuando tiene 60-70 cm. de alto. Aunque la calidad del forraje es buena, todas las variedades de setaria presentan oxalatos especialmente en tejido joven y cuando se trabaja con alta fertilización de nitrógeno y potasio, puede contribuir a la presencia de problemas digestivos en animales que no estén acostumbrados a consumir este forraje o con vacas recién paridas o mal nutridas.

Según (Alvarez, 2003) Manifiesta que si bien la literatura indica que para los pastos en el trópico pueden ser aprovechados en intervalos de 28 a 42 días, en el sector del Nor-occidente de Pichincha especialmente en el sector de Tulipe (1700 msnm) los intervalos de 28 días no son los adecuados pues el pasto miel, se presenta muy débil para resistir el pisoteo, dando lugar a una pérdida grande de materia verde y seca. El intervalo de pastoreo de 35 días fue el que permitió un mayor incremento en peso de los animales a lo largo de las ocho evaluaciones semanales, además fue el tratamiento más económico.

La *Setaria* gigante es altamente apetecible para toda clase de ganado y se utiliza principalmente como forraje. Puede ser pastoreado o utilizar en un sistema de corte y acarreo. Puede soportar un pastoreo intensivo y continuo, hasta 6 novillos ha en Australia subtropical, si se aplica el fertilizante adecuado. También se puede utilizar para heno o ensilaje, citado por (Heuzè & Trang, 2015).

2.4.8 Variedades

- **Nandi:** Se origina en la región montañosa del distrito de Nandi en Kenya, se introdujo a Australia en 1961-1964, previa selección, es más sensible a las heladas que cv Kazungula, tolera largos inviernos y florece más temprano, contiene alta cantidad de oxalatos 3.22% (León, 2003).
- **Kazungula:** Según lo citado por (León, 2003) Esta variedad se caracteriza por ser más vigorosa y de fácil establecimiento, de tallos altos, y numerosos; Hojas anchas de color verde con tinte violáceo. Se desarrolla en terrenos quebrados. Alcanza 1,30 m., y rendimientos de 60 t ha⁻¹ año⁻¹, con 8-9% de proteína bruta. Al inicio de la floración puede tener 15% de proteína. La variedad Kazungula es poco compatible para mezclas forrajeras con leguminosas.

- **Narok:** Es resistente a las heladas, ocasionando daño en las hojas a una temperatura de -3.3 a - 2.8 °C. Es más nutritiva que Nandi y Kazungula, tiene baja producción de semilla y como consecuencia la misma tiene precios elevados (León, 2003); además (Mas, 2007) menciona que 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 proteína cruda.

2.4.9 Producción de Forraje

En regiones de clima óptimo para su desarrollo existen registros de hasta 28 toneladas de MS ha⁻¹ año (con 250 kg de N ha⁻¹ 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 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)

2.4.10 Valoración nutricional de *Setaria sphacelata*

Según (Gerdes, 2000), menciona que al comparar porcentaje de proteína cruda (PC), fibra detergente neutra (FDN) y Digestibilidad in vitro de materia seca en pastos Marandu (*Brachiaria brizantha* Stapf. cv. Marandu), *Setaria* (*Setaria sphacelata* cv. Kazungula) and Tanzania (*Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzania-1), de plata entera, hojas y tallos, cortadas a los 35 días en diferentes estaciones, de las cuales *setaria* mostró niveles altos de proteína cruda, menor digestibilidad in vitro de materia seca; así mismo indica que se encontró altos niveles de proteína, alta digestibilidad in vitro de materia seca y bajo fibra detergente neutra en las tres gramíneas durante el otoño.

Tabla 3

**Composición química y digestibilidad de materia orgánica de *setaria gigante*
(*Setaria sphacelata* var. *Splendida*).**

Análisis Principal	Unidad	Promedio	Mínimo	Máximo
Materia Seca	% como alimentado	22,2	13,7	32,4
Proteína cruda	% de materia seca	9,1	3,2	16,9
Fibra cruda	% de materia seca	34,3	22,56	45,2
FDN	% como alimentado	69,5		
FDA	% de materia seca	40	28,5	45,1
Lignina	% de materia seca	5,4		
Extracto eterio	% de materia seca	2,4	1,8	3,5
Ceniza	% de materia seca	11,1	7,4	15,3
Energía bruta	MJ/Kg/MS	17,8		
Minerales				
Calcio	g/kg/MS	2,4	0,4	4,7
Fosforo	g/kg/MS	1,9	0,2	6
Sodio	g/kg/MS	15,8	0,6	36
Potasio	g/kg/MS	0,4	0,2	0,6
Magnesio	g/kg/MS	2,1	0,9	5,2
Valores nutritivos Rumiantes				
Digestibilidad MO	%	62,8		

Fuente: (Heuzé *et al.*, 2015)

2.5 Fertilización con nitrógeno (N)

2.5.1 Características del N

El N forma parte de las proteínas, clorofila, alcaloides y enzimas responsables de regular el crecimiento y formación del material vegetal. Las plantas no leguminosas normalmente absorben el nitrógeno en las formas de NO_3^- y NH_4^+ , aunque la mayor parte es bajo la primera forma y se transforma en las hojas en NO_3^- , luego en aminoácidos y por último en proteínas; aumenta la cantidad de macollos, el tamaño de la hoja, el diámetro de las raíces y la relación parte aérea/raíz. Es decir que el N aumenta tanto la producción de materia seca como el contenido de proteína (León, 2003).

La concentración de N en la materia seca varía entre el 1 y 5 %. En pastos se considera alto un contenido mayor al 4% y bajo cuando es inferior al 2,9%. La proteína del forraje es la principal fuente de N para los animales, que al igual que las plantas lo requieren en cantidades relativamente altas. Cuando la cantidad de N no es suficiente para llenar los requerimientos del animal, se debe suministrar proteína preformada en los concentrados o como N no proteico (Bernal, 1994).

2.5.2 Dinámica del N en el suelo

La cantidad de N en el suelo, disponible para la planta, es relativamente pequeña. Por esta razón, se debe suplir este nutriente con regularidad a las praderas a través de programas de fertilización o estableciendo mezclas de gramíneas con leguminosas que puedan suplir los requerimientos de este elemento por fijación simbiótica (Bernal, 1994).

El N es uno de los principales macroelementos cuando se refiere a las gramíneas. El N es un elemento muy móvil, la recuperación del N en la gramíneas forrajeras es del orden del 60% aun cuando puede variar desde el 10% hasta el 88%, el resto quedan en el suelo o se pierden por escurrimiento, lavado, denitrificación, volatilización, inmovilización biológica, etc. Debido a esta tendencia el N debe ser aplicado en forma fraccionada para que repercuta con mayor eficiencia. La cantidad requerida varía con las especies y condiciones climáticas. Las especies tropicales de largo periodo vegetativo, responden más a altas dosis de N que aquellas de clima templado frío (León, 2003).

2.5.3 Importancia de la fertilización

La fertilización aporta a las plantas lo que los suelos no pueden proveerles es decir que, constituye una corrección de las deficiencias o insuficiencias químicas de los suelos (León, 2003) . La calidad de los pastos y la fertilización tienen íntima relación con la ganadería, al planificar un programa de fertilización se debe tener en cuenta lo siguiente:

- Buenos pastos y buen ganado van juntos. El nivel de fertilización depende del potencial productivo de las especies forrajeras, del tipo de ganado y del sistema de explotación. Es decir que amerita un buen plan de fertilización si las especies forrajeras son de alto potencial productivo, si el ganado tiene potencial genético y si el sistema de explotación es intensivo.
- Los principales efectos del abonamiento son: recuperación más rápida del potrero y aumento en la producción de forraje pudiendo duplicar o triplicar la capacidad de carga (4-6 UB ha); mejora la calidad del pasto lo cual redundará en una mejor producción del hato y en un aumento de la producción de carne o leche, y aumenta la resistencia al ataque de plagas y enfermedades de los pastos.
- Al aumentar el nivel de fertilización, existe un límite con el cual se obtendrá la mejor respuesta animal en pastoreo.
- Los mayores rendimientos logrados con la fertilización, disminuyen los costos de producción por unidad de superficie (García, 2002, citado por León, 2003).

El agregado de fertilizantes en los recursos forrajeros es exiguo en relación con lo exportado en productos animales y con los requerimientos propios de las pasturas. En este contexto, una ganadería en la que no se restituyen los nutrientes minerales al suelo provoca empobrecimiento ambiental y el deterioro de su potencial productivo (Marino & Agnusdei, 2005).

2.5.4 Requerimientos nutricionales de las pasturas

Todas las plantas demandan diversos nutrientes para su crecimiento, existen diferencias entre especies en la cantidad requerida y en el modo de obtenerlos (Marino & Agnusdei, 2005)

Las especies gramíneas dependen del P y N, que se encuentran disponibles en el suelo. Cuando las gramíneas integran pasturas consociadas con leguminosas éstas últimas pueden “transferir” una parte del N fijado una vez que alcanzan la madurez y comienzan el proceso de senescencia. Esto ocurre avanzada la primavera, cuando las gramíneas templadas superaron el momento de mayor requerimiento de N; la cantidad de N de la fijación simbiótica es sumamente variable según las condiciones ambientales (temperatura, humedad), la leguminosa hospedante (especie, tasa de crecimiento, proporción en la pastura), las condiciones edáficas (pH), etc. Por lo tanto, este aporte de N representaría de un 10 a un 50% de los requerimientos de las especies gramíneas (Marino & Agnusdei, 2005).

2.5.5 Principales fuentes de N utilizadas en pastos

Las principales fuentes utilizadas para fertilizar las praderas se describen en la tabla 2.3; La urea cuando se aplica en lluvias se lixivia; o si el suelo está seco se descompone rápidamente por hidrólisis enzimática y el nitrato de amonio es de disponibilidad y absorción inmediata, mientras que el amonio se fija en los coloides del suelo, no se pierde y es disponible por más tiempo; el sulfato de amonio se aconseja para suelos arenosos o climas lluviosos (León, 2003).

Tabla 4**Principales fuentes de N usada en pastos**

Fuente de N	Concentración
Leguminosas por Rizobios	
Urea CO(NH₂)₂	46% de N
Sulfato de amonio SO₄(NH₄)₂	N 21% + S24%
Nitrato de amonio NO₃ NH₄	N34 % (30ítrico 17% + amoniacal 17%)

Fuente: León (2003)

2.5.6 Resultados de fertilizaciones nitrogenadas a pasturas

En diversos ensayos de fertilización con 50 kg/ha de urea a principios de primavera, se lograron aumentos entre un 15 a 25 % más de pasto, respecto a la pastura sin nitrógeno. La respuesta a la fertilización dependerá básicamente de las lluvias (Barrojo et al,2006). El INIAP determinó que “la producción de materia seca por Ha y capacidad de carga de dos fuentes de pastoreo. Los tratamientos aplicados fueron: N1 es igual a 100 kg de N ha⁻¹ año; N2 es igual a 400 Kg ha⁻¹ y por año; N3 es igual a 700 Kg de N ha⁻¹ por año. Se usaron tres vacas mestizas holstein con peso promedio de 447 Kg. Según los resultados, la más alta producción de leche se obtuvo en el tratamiento No 2 (400 Kg de N ha⁻¹ año); en cuanto a la producción de materias seca, es menor la comparación con el tratamiento No 3, donde se obtuvo el más alto rendimiento y mayor número de días-vaca (INIAP, 1977).

Los pastos responden bien a dosis crecientes de fertilizantes, por ejemplo en verano, en tres cortes, se puede aplicar 150 Kg de N, obteniéndose rendimientos por cada Kg de fertilizante nitrogenado se logra incrementos de hasta 22 kg de materia seca según la fuente de N (León, 2003).

2.5.7 Efecto de la fertilización nitrogenada sobre los componentes del crecimiento de forraje.

La fertilización nitrogenada incrementa la tasa de aparición y la densidad de macollos de pasturas de gramíneas en condiciones de corte. Los incrementos que se observan sobre la tasa de aparición de macollos en respuesta a la fertilización nitrogenada pueden ser parcialmente explicados por un efecto directo del nitrógeno sobre la activación de los meristemas potencialmente productores de nuevos individuos (Whitehead, 1995, citado por Mazzanti et al, 1997) Sin embargo, también cabe considerar un efecto indirecto, consecuencia del incremento en la tasa de aparición de hojas, lo cual implica la generación de un mayor número de sitios potencialmente productores de macollos para los cultivos no carenciados en nitrógeno (Mazzanti, Marino, Lattanzi, Echeverría, & Andrade, 1997).

2.5.8 Efecto de la fertilización nitrogenada sobre la estructura de las pasturas.

La fertilización nitrogenada, a través de sus efectos sobre la morfogénesis, modifica el conjunto de variables que caracterizan la estructura de las pasturas. Las variables estructurales que se modifican son: tamaño final de las hojas (largo y ancho medio de la lámina), largo del seudotallo y tallo, densidad y peso promedio de los macollos. Los efectos del nitrógeno sobre otras variables estructurales como el número de hojas vivas por macollo, son poco coincidentes en la literatura (Wilman y Wright, 1983, citado por Mazzanti et al 1997). Existe evidencia que muestra respuestas positivas, aunque ellas pueden variar entre especies, estado fenológico y acumulación de biomasa de las cubiertas (Mazzanti, Marino, Lattanzi, Echeverría, & Andrade, 1997)

En la siguiente tabla, se muestra la respuesta de las variables estructurales de pasturas de avena y raigrás anual a la fertilización con nitrógeno (Marino & Agnusdei, 2005). Los resultados, fueron expresados en términos del incremento relativo al testigo para cada variable en función de los tratamientos de fertilización nitrogenada.

Tabla 5

Incrementos (%) con respecto a los tratamientos testigo de las variables estructurales en respuesta a la (FN) para avena y raigrás anual.

Dosis N	Longitud foliar	Longitudseudotallo	Hojas macollo ⁻¹	Densidad macollos	Peso macollo	Ancho foliar
Raigrás anual						
N50	45	83	14	11	32	2
N100	85	172	19	24	74	43
N150	100	253	27	35	93	52
N200	108	243	28	32	81	46
N250	103	244	26	42	65	36

Fuente: Adaptado de (Mazzanti et al, 1997)

Según (Fernandez, 2001) Cuantificó el efecto del nitrógeno en el crecimiento invernal de los pastizales, utilizando un diseño en bloques completos al azar con tres repeticiones se evaluaron seis dosis de nitrógeno: N0, N50, N100, N150, N200 y N250 kg N ha⁻¹ (urea: 46% N) aplicados el día 12/08/1997. La acumulación de forraje se determinó mediante cortes realizados los días 20/09, 29/09, 08/10, 20/10, 30/10 y el 04/11 de 1997, cortando los 5 m² centrales de parcelas de 1,5 x 5 m. La fertilización incrementó (P < 0,05) la acumulación de forraje, lográndose al final del período experimental 7114 kg MS ha⁻¹ con la dosis N250, la cual no difirió (P < 0,05) de N200 y de N150. Con N0 se alcanzó la menor acumulación de forraje (2433 kg MS ha⁻¹), la cual difirió (P < 0,05) del resto de las dosis utilizadas. Las tasas de crecimiento fueron de 29,44 ± 5,29 y de 81,36 ± 9,62 kg MS ha⁻¹ d⁻¹ para N0 y N150, respectivamente. La respuesta aparente a la acumulación de forraje se obtuvo mediante un modelo de rendimientos decrecientes, siendo máxima para N0 y mínima para N250 con 52,8 y 18,7 kg MS, respectivamente. Los resultados demostraron que existió una disponibilidad de N en el suelo inferior a la demanda potencial de crecimiento del pastizal natural.

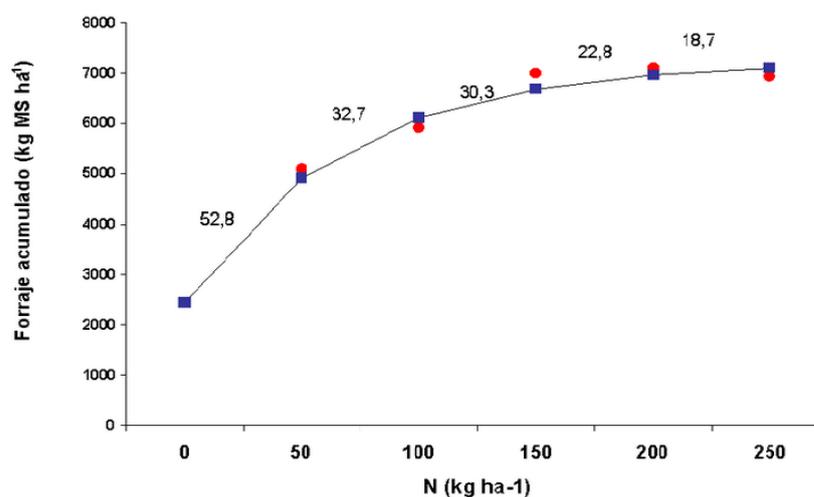


Figura 3 Acumulación de forraje en función de las dosis de nitrógeno aplicado. (Fernández, 2001)

2.5.9 Efecto de la fertilización nitrogenada sobre la calidad y la composición química del forraje

Concentración de proteína bruta y nitrógeno total, en condiciones no limitantes de humedad y de otros nutrientes, la fertilización con nitrógeno en invierno determina aumentos en la concentración de N total y de proteína en el forraje de gramíneas (Mazzanti, Marino, Lattanzi, Echeverría, & Andrade, 1997)

La digestibilidad *in vitro* de la materia seca no fue modificada por efecto de la fertilización nitrogenada en avena, y las diferencias observadas para raigrás anual fueron de baja magnitud, resultados que son coincidentes con los obtenidos para raigrás perenne y festuca alta (Mazzanti, Marino, Lattanzi, Echeverría, & Andrade, 1997).

Tabla 6

Efecto de la fertilización nitrogenada sobre la digestibilidad *in vitro* de la materia seca de avena y raigrás anual. Balcarce 1995.

Dosis N	AVENA	RAIGRAS ANUAL
N0	75.6	78.8a
N50	77.2	78.4a
N100	75.2	78.0ab
N150	68.0	76.3 b
N200	74.6	77.2ab
N250	76.5	76.5b

Cifras seguidas por distinta letra en sentido vertical indican diferencias estadísticamente significativas

Fuente: Mazzanti, A. et al., 1997

Tabla 7

Efecto de la fertilización nitrogenada sobre el contenido de fibra detergente neutro de avena y raigrás anual. Balcarce 1995.

Dosis N	Avena	Raigras anual
N0	37.4	35.9 ^a
N50	37.3	39.2b
N100	38.9	40.3 bc
N150	39.4	42.6 c
N200	39.8	41.5 bc
N250	39.3	41.7 c

Cifras seguidas por distinta letra en sentido vertical indican diferencias estadísticamente significativas.

Test de Duncan ($p \leq 0,05$)

Fuente: Mazzanti (1997)

La fertilización con nitrógeno determina reducciones en el contenido de carbohidratos no estructurales de raigrás y de avena durante el rebrote invierno-primaveral. Con el transcurso de la acumulación del forraje, la concentración de carbohidratos no estructurales tiende a restablecerse (Mazzanti, Marino, Lattanzi, Echeverría, & Andrade, 1997).

2.6 Valoración nutricional de forrajes

2.6.1 Determinación de Digestibilidad

La digestibilidad de un alimento denota el porcentaje de un nutriente, en particular del alimento, que puede ser absorbido para ser puesto a disposición del organismo animal a través de procesos metabólicos. Existen muchos factores que pueden, directa o indirectamente, afectar la digestibilidad del alimento, como el estado de madurez de la planta (Cuenca Ludeña, 2011).

2.6.2 Métodos para determinar la degradabilidad ruminal

La digestibilidad y degradabilidad ruminal han sido reconocidos como la principal fuente de variación de los valores de energía y proteína de los alimentos. Para la descripción cuantitativa de los procesos metabólicos y digestivos, datos biológicamente apropiados son requeridos y estos pueden ser obtenidos usando métodos *in vivo*, *in situ* e *in vitro* (López, 2005, citado por Cuenca Ludeña, 2011).

2.6.2.1 Técnica de digestión *in situ* para determinar la digestibilidad de forrajes

Según; Orskov, et al (1980); Stern y Satter, 1982 citado por (Villalobos Gonzales, Gonzáles Valenzuela, & Ortega Santos, 2000) Esta técnica funciona

suspendiendo bolsas de nylon en el rumen, que contengan las muestras a las que se les tiene que determinar la desaparición de materia orgánica y proteína cruda a diferentes intervalos de tiempo. La técnica *in situ*, proporciona información confiable acerca de las estimaciones de la degradabilidad *in vitro* para varios tipos de alimentos.

Según (Villalobos Gonzales, Gonzáles Valenzuela, & Ortega Santos, 2000). Existen un gran número de factores que afectan la degradabilidad en el rumen cuando se utiliza la técnica *in situ*, por lo tanto todos los factores que influyen deberán tomarse en cuenta cuando esta se utilice. A continuación enumeramos algunos de los factores que afectan los resultados obtenidos con la técnica *in situ*:

- Porosidad de la bolsa.- la porosidad o (abertura de la bolsa), de 40 a 60 micras (μ) parece ser un punto adecuado con respecto al flujo microbial y de líquidos.
- Tamaño de la muestra.- el tamaño de la muestra deberá ser utilizado en relación a la superficie de la bolsa (10 a 20 mg/cm^2); la cantidad de muestra incubada depende también de la densidad de la muestra; generalmente 2 g de paja molida, 3 g de buena calidad, 5 g de concentrados y 10 a 15 g de forraje fresco.
- Tamaño de la partícula.- Se ha sugerido que las pajas y henos se muelan con una criba de 2.3-3.0 mm. Materiales frescos como forraje y ensilajes deberían macerarse hasta un tamaño de 5.0 mm. Suplementos proteicos secos no deberían molerse (ALPA Nutrición de Rumiantes, 1990, citado por Cuenca 2011).
- Efecto de la dieta.- La dieta puede tener un efecto definitivo en la tasa de degradación del material que es incubado, la situación ideal para estimar la degradabilidad de cierto alimento deberá ser la más cercana a la dieta o alimento en la cual se va a utilizar. En la dieta basal deberá incluirse un número de ingredientes de esta manera se tomará una comunidad microbial diversa.

- Contaminación microbial.- Uno de los problemas más serios de la técnica *in situ*. Debido al íntimo contacto de las muestras con la microflora ruminal, la contaminación con constituyentes microbiales, es un obstáculo irreversible, así como la fuente de variación asociada con la estimación real de la digestibilidad de los nutrientes analizados.
- Efecto del lavado.- El lavado de las bolsas después de la incubación en el rumen tiene como objetivos principales detener la actividad microbial, y eliminar todas las partículas adheridas a la bolsa, debido al líquido ruminal. El procedimiento estándar consiste en lavar las bolsas con agua de la llave, hasta que el agua salga clara de las bolsas, lo cual lleva aproximadamente 5 minutos por muestra.
- Periodos de incubación.- El tiempo necesario para la degradación completa variará según el tipo de alimento por incubar, y por tanto, los tiempos intermedios también deben variarse. Para medir la tasa de degradación se requieren varias mediciones de la degradación en un amplio intervalo de tiempo. Como guía general, los periodos de incubación que se requieren son: concentrados, de 12 a 36 h; forrajes de alta calidad, de 24 a 60 h, y forrajes de baja calidad, de 48 a 72 h (Ramírez 2003, citado por Cuenca Ludeña, 2011).
- Posición de la bolsa en el rumen.- La mayoría de los investigadores que trabajan con esta técnica recomiendan que las bolsas se amarren a la cánula con un hilo de nylon de 25 cm en ovejas y de 50 cm en bovinos. Esto permite a las bolsas moverse libremente en las fases líquidas y sólidas del rumen (Nutrición de Rumiantes, 1990, citado por Cuenca Ludeña, 2011).

2.7 Determinación del valor nutritivo de los alimentos

El alimento es materia que ingerida contribuye por lo menos con un nutriente. Un nutriente es un elemento o compuesto químico que ayuda a mantener la vida, y es esencial para el normal funcionamiento, crecimiento y reproducción del animal. Además indica que los alimentos contienen nutrientes y cuando son combinados en las proporciones adecuadas, dependiendo de la especie y el nivel de producción deseado, constituyen la dieta. ¹

Según (Ureña, S/F) No existe un modelo único para abordar el análisis químico y nutricional de los alimentos. La naturaleza y la finalidad del producto servirán de guía para ver qué tipo de análisis se realizará. El objetivo del análisis puede ser la aptitud o capacidad de determinado alimento para producir determinado rendimiento (por ejemplo leche, carne) o bien cumplir con determinadas exigencias legales, higiénicas o nutricionales.

Toma de muestras

Para cuantificar la composición química de un alimento es imprescindible obtener una muestra representativa de un todo, que en ocasiones puede ser muy heterogéneo. Dada la variedad de recursos alimenticios utilizados para alimentar a los animales domésticos, la dinámica seguida en la toma de muestras diferirá con el tipo de alimento. En primer lugar hay que hacer un planteamiento para el muestreo, en el que se debe tener en cuenta el número y el tamaño de las muestras. Número de muestras que debe ir en relación al tamaño, todas las partes que constituyen el alimento a analizar deben tener la misma probabilidad de ser seleccionadas (Ureña, S/F)

Las muestras que llegan al laboratorio, deben ser representativas del alimento en estudio de manera que deben ser tomadas al azar, conservadas en lugares bien ambientados y secos y las muestras de pasturas deben ser enviadas inmediatamente al laboratorio. ²

¹ Ph.D. Eduardo Aragón, comunicación personal.

² Ing. Jorge Grijalva, comunicación personal.

Según (Ureña, S/F) El análisis de Weende es, sin duda, el más conocido y, si bien posee una utilidad relativa, en algunos aspectos no ha podido ser mejorado. El método fue ideado por Henneberg y Stohmann (1867) en la estación experimental de Weende (Alemania) y consiste en separar, a partir de la MS de la muestra, una serie de fracciones que presentan unas ciertas características comunes de solubilidad o insolubilidad en diferentes reactivos. Con este método se obtienen cinco principios nutritivos brutos que incluyen los siguientes compuestos (Figura 4).

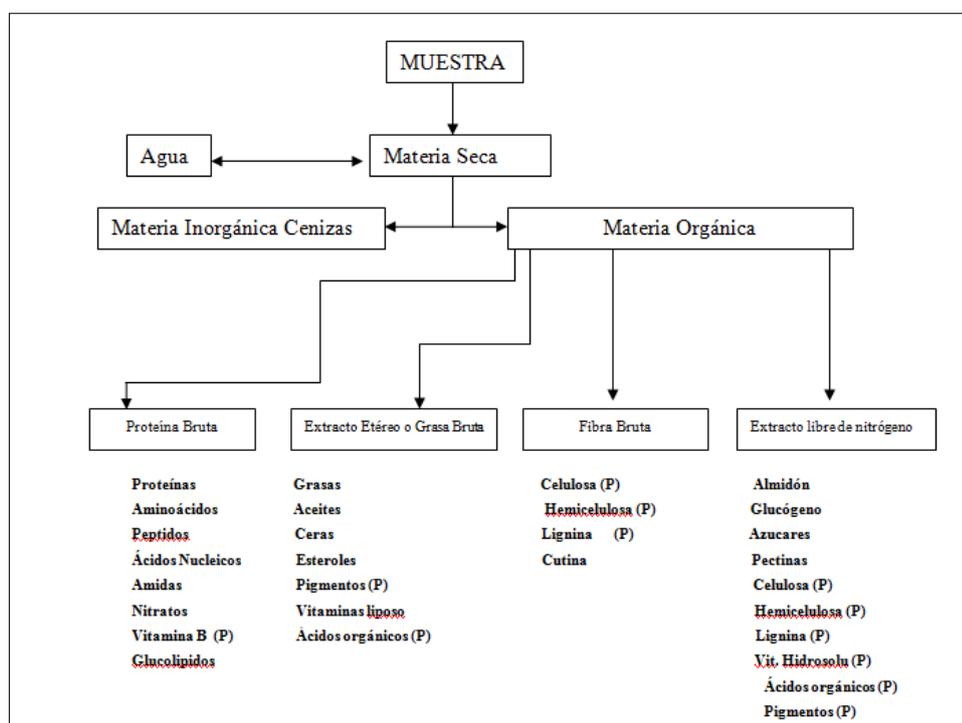


Figura 4. Fracciones de análisis inmediato de los alimentos

- a) Cenizas: materiales inorgánicos en general
- b) Proteína bruta (PB): proteínas, péptidos, aminoácidos (Aas), bases nitrogenadas, amidas, nitrógeno vitamínico...
- c) Extracto etéreo (EE) o grasa bruta (GB): grasas, ceras, resinas, lípidos complejos, pigmentos, vitaminas liposolubles...
- d) Fibra bruta (FB): celulosa, hemicelulosa, lignina insoluble, cutina...

e) Sustancias extractivas libres de nitrógeno (SELN, MELN, ELN): almidón, glucógeno, azúcares, celulosa, hemicelulosa, lignina, pectinas, pigmentos, ácidos grasos de bajo peso molecular, vitaminas hidrosolubles...

Las cuatro primeras fracciones (Cnz, PB, FB, EE) se obtienen a partir de análisis específicos, mientras que la quinta (ELN) se calcula restando al porcentaje de MS las cuatro fracciones (Cnz, PB, FB, EE).

2.7.1 Determinación del contenido de materia seca (MS)

La estimación del % MS es de suma importancia para establecer las cantidades de nutrientes que los animales consumirán. Los cálculos de raciones deben hacerse en materia seca, de la misma manera que la comparación entre nutrientes ofrecidos y requerimientos de los animales (Stritzler et al., 2004, citado por Petruzzi, 2005).

Materiales y equipo

- Horno de secado.
- Desecadores.

Procedimiento

1. Pese alrededor de 5–10 g de la muestra previamente molida.
2. Coloque la muestra en un horno a 105°C por un mínimo de 12 h.
3. Deje enfriar la muestra en un desecador.
4. Pese nuevamente cuidando de que el material no esté expuesto al medio ambiente.

Cálculos

$$\text{Contenido de humedad (\%)} = 100(((B-A) - (C-A))/(B-A))$$

Donde:

A = Peso de la charolilla seca y limpia (g)
B = Peso de la charolilla + muestra húmeda (g)
C = Peso de la charolilla + muestra seca (g)

2.7.2 Determinación de cenizas

Según FAO (1993). El método aquí presentado se emplea para determinar el contenido de ceniza en los alimentos o sus ingredientes mediante la calcinación. Se considera como el contenido de minerales totales o material inorgánico en la muestra.

Materiales y equipo.

- Crisoles de porcelana.
- Mufla.
- Desecador.

Procedimiento

1. En un crisol de porcelana que previamente se calcinó y se llevo a peso constante, coloque de 2.5 a 5g de muestra seca.
2. Coloque el crisol en una mufla y calcínelo a 550°C por 12 horas, deje enfriar y páselo a un desecador.
3. Cuidadosamente pese nuevamente el crisol conteniendo la ceniza.

Cálculos:

A = Peso del crisol con muestra (g)
B = Peso del crisol con ceniza (g)
C = Peso de la muestra (g)

$$\text{Contenido de ceniza (\%)} = 100((A - B)/C)$$

2.7.3 Determinación Proteína Bruta

Según (Ureña, S/F) La proteína bruta o materias nitrogenadas totales (MNT) se determinan mediante el método Kjeldahl que data desde 1883. Como consecuencia de su estructura a base de aminoácidos individuales, el contenido de nitrógeno de las proteínas varía sólo entre unos límites muy estrechos (15 a 18% y como promedio 16%). Para la determinación analítica del contenido en proteína total o “proteína bruta”, se determina por lo general el contenido de nitrógeno tras eliminar la materia orgánica con ácido sulfúrico, calculándose finalmente el contenido de proteína con ayuda de un factor (en general 6,35)

Materiales y equipo

- Batería digestora y matraces Kjeldahl
- Aparato Kjeldahl de destilación y valoración
- Ácido sulfúrico concentrado
- Catalizador
- Solución de hidróxido sódico (30%)
- Ácido bórico con indicador
- Ácido clorhídrico valorado (0,1 N)

Técnica

1. Digestión: Pesar alrededor de 1 g de muestra fresca (MF). Introducir en el matraz Kjeldahl, añadir el catalizador (0,5 g) y 10 ml de ácido sulfúrico concentrado. Preparar simultáneamente un matraz con un blanco (sin muestra, pero con el mismo 0,5 g de catalizador y 10 ml de sulfúrico).

Colocar los matraces en la batería de digestión bajo campana de extracción de humos. Digerir durante un mínimo de hora y media, hasta que la muestra quede del todo transparente.

2. Destilación y valoración: Una vez enfriados los tubos, añadir unos 60 ml de agua destilada por tubo y proceder a la destilación y valoración automática. Anotar el gasto de ácido clorhídrico empleado (ml).

Cálculo:

$$\text{g de Nitrógeno} \times 6,35 \times 100 = \text{ml HCl} \times N_{\text{HCl}} (\text{mol/l}) \times 14,01 (\text{g/mol}) / 1000$$

$$\% \text{PB}_{\text{MF}} = (1,401 \times N \times f \times g) / \text{peso en MF de la muestra}$$

N_{HCl} = Normalidad del ácido clorhídrico

f = Factor de proteína

General: 6,35

Carne y Derivados: 6,28

Leche y Derivados: 6,38

g = Gasto (en ml) de ácido clorhídrico en la valoración

2.7.4 Determinación de Extracto etéreo (EE) o grasa bruta (GB). Método Soxhlet

Según (Ureña, S/F) indica que la extracción de los materiales liposolubles de la muestra con éter de petróleo con pesada posterior del extracto tras la evaporación del disolvente.

Con materias de origen vegetal se hace referencia siempre a EE y no a GB ya que, además de grasa, el éter extrae importantes cantidades de pigmentos vegetales,

ceras, etc. Con muestras de origen animal, es conveniente preceder la extracción con una hidrólisis ácida.

Materiales y Equipos

- Aparato extractor Soxhlet.
- Estufa de desecación.
- Baño María con regulación de T^a.
- Éter de petróleo 40-60 °C.
- Matraces.

Técnica

1. Confeccionar un cartucho de papel de filtro. Introducir en él, aproximadamente, unos 2 - 3 g de muestra (MF). Tapar el cartucho con algodón e introducirlo en el cuerpo central del aparato Soxhlet.
2. Tarar el matraz Soxhlet (T), sacado previamente de la estufa y puesto en desecador. Montar la columna y poner el aparato en marcha poniendo en funcionamiento el sistema de refrigeración y el Baño María a 60 °C. Poner éter en el cuerpo central del aparato Soxhlet hasta que sifone una vez. Añadir más éter sin que llegue a sifonar.
3. Se deja sifonar repetidas veces hasta que el éter circule totalmente transparente (6 h mínimo) Transcurrido este período, se recupera todo el éter del cuerpo central. Tras dejar airear durante 30 – 60 minutos, el éter residual del matraz se evapora en estufa (entre 1-4 horas) a 75 °C. Posteriormente se enfría el matraz en el desecador y se pesa (Matraz + Grasa).

Cálculo

El cálculo de extracto etéreo se basará en la siguiente fórmula:

$$\% \text{ EEMF} = 100 \times ((\text{Matraz} + \text{Grasa}) - T) / \text{g MF Muestra}$$

2.7.5. Determinación de Fibra Detergente Neutro y Fibra detergente Acida

Según la técnica establecida en el Laboratorio de Rumorología y Metabolismo Nutricional, ubicado en la finca experimental “La María” de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Facultad de Ciencias Pecuarias, se utilizó la siguiente técnica.

- Se procedió a preparar la solución, 120 g de FDN, en dos litros de agua destilada se procede a agitar y disolver, se coloca en la mezcla 10 ml de diluyente o antigrumos, una vez preparada la solución colocar en matraces y dejar reposar durante un día.
- Enumerar o identificar las bolsas de “Filtro de Nylon F 57ANKOM” poros de 50 μ , luego colocar la bolsas vacías en la estufa a 65°C por un día, posteriormente pesar las bolsas, pesar la muestra y colocar entro de la bolsa y sellarlas de manera hermética.
- Antes de usar la solución se mide el pH, el mismo que debe estar en un rango de 6.90 a 7.01.
- Luego las bolsitas con la muestra y debidamente selladas se colocan en el analizador de fibra, luego se coloca la solución hasta tapar todas la muestras; seguido a esto se tapa y se prende el mismo durante una hora; luego de este tiempo se procede a realizar tres lavados cada uno con 2 lt de agua a 80°C y por 10 minutos.
- Escurrir las muestras y se procede a lavar con cetona por 15 minutos.
- Posteriormente a estos eventos todas las bolsitas son colocadas en la estufa a 65 °C por 24 horas
- Finalmente se procede a pesar las bolsas para realizar los cálculos correspondientes.
- **Para determinar Fibra detergente ácida**, se usa FDA en la solución y el pH es ácida.

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Localización geográfica y duración de la investigación

La hacienda se encuentra ubicada, en la comunidad La Palma de la parroquia Ramón Campaña perteneciente al cantón Pangua de la provincia de Cotopaxi, distribuida en una área de 40 ha. Ubicada en la zona media del cantón, con un clima templado. Las condiciones climáticas fueron: precipitación promedio mensual de 425.13 mm, durante el tiempo de investigación, y en general la pluviometría va desde los 1500 a los 3500 mm por año, temperatura mínima de 10° y máxima de 20°. Las características del suelo se evaluaron mediante análisis, según lo establecido en la siguiente tabla.

Tabla 8

Análisis de Suelo del lugar en estudio

N° de muestra Laboratorio	Datos del lote		pH	Ppm		Meq /100 ml			Ppm					
	Identificación	Área		NH4	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Fe	Mn	B
73615	Muestra 1		5,3 Ac	30 M	2 B	0,12 B	5 M	0,9 B	4 B	1,0 B	6,5 A	1662 A	5,8 M	0,42 B

B= Bajo

Med

M= Medio

A= Alto

Los análisis de laboratorio se la llevó a cabo en el Laboratorio de Rumiología y Metabolismo Nutricional, ubicado en la finca experimental “La María” de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Facultad de Ciencias Pecuarias, ubicada en el Km. 7 vía Quevedo – El Empalme, provincia de Los Ríos. La ubicación geográfica es de 01° 0.6° de latitud sur y 79° 29° de latitud oeste y a una altura de 73 msnm.

3.2. Técnicas, procedimientos, instrumentos y recursos

3.2.1 Técnica e instrumentos de recolección de datos

Se utilizó la técnica de observación directa, además de efectuar el registro diario de los datos experimentales en el libro de campo, para luego ser trasladados a una hoja de cálculo electrónica del programa Excel, previo al análisis estadístico respectivo.

3.2.2. Técnicas de Procesamiento y Análisis de los Datos

Para el procesamiento de la información se utilizó el software estadístico SAS, 1999, versión 8.

3.2.3. Recursos Humanos, Materiales y Tecnológicos

Recursos Humanos

Director de Tesis,

Investigador

Laboratoristas

Equipo

- Estufa

- Horno de Mufla,
- Balanza analítica
- Balanza de precisión
- Crisoles
- Pinzas
- Campana desecadora.
- Bolsas de nylon marca ankon,
- Filtros de Nylon Fs7 ANCOM, tamaño poro de 50 μ
- Medidor de pH
- Digestor de Fibra
- Baño maría
- Matraces
- Tubos de precipitación
- Agitadores eléctricos
- Pinzas para crisoles
- Frascos de muestras de orina
- Bolsas de papel
- Molino Tomas Willey

- Marcadores
- Hilo de amarre
- Tijeras
- Ligas.

Reactivos

- Hidróxido de Sodio
- Ácido Borico
- Carbonato Sódico
- Ácido Sulfúrico
- Pastillas catalizadoras
- Fibra detergente Neutra
- Fibra Detergente Acida
- Cetona
- Agua destilada

Materiales de Campo

- Tres bovinos fistulados con su respectiva cánula,
- Cabos
- Libreta de anotaciones
- Baldes

- Hoz
- Guadaña
- Balanza
- Cámara,
- GPS map 67
- Balanza gramera
- Alambre de púas
- Postes de madera
- Grapas
- Martillo.

3.2.4 Materiales de oficina

- Calculadora
- Computadora
- Impresora
- Lápices
- Hojas tamaño A4
- Cinta masky
- Grapadora
- Perforadora clips

3.3 Factores, diseño y variables de estudio

3.3.1 Factores de estudio

FACTORES	
A	B
35	0
45	100
55	200

A= edades de cosecha (días)

B= Niveles de fertilización Kg de N ha⁻¹

3.3.2 Tratamientos

Dentro de la investigación se establecieron 9 tratamientos, que se obtienen al comparar factor A x B; es decir edades de cosecha (35, 45, 55 días) por niveles de fertilización (0, 100, 200 Kg de N ha⁻¹).

Cada tratamiento se conformó completamente al azar en el cual se definió, parcela grande con el nivel de fertilización y parcela pequeña con la edad de corte; en un espacio total de 29 m de ancho por 27 m de largo en el cual se estableció el diseño.

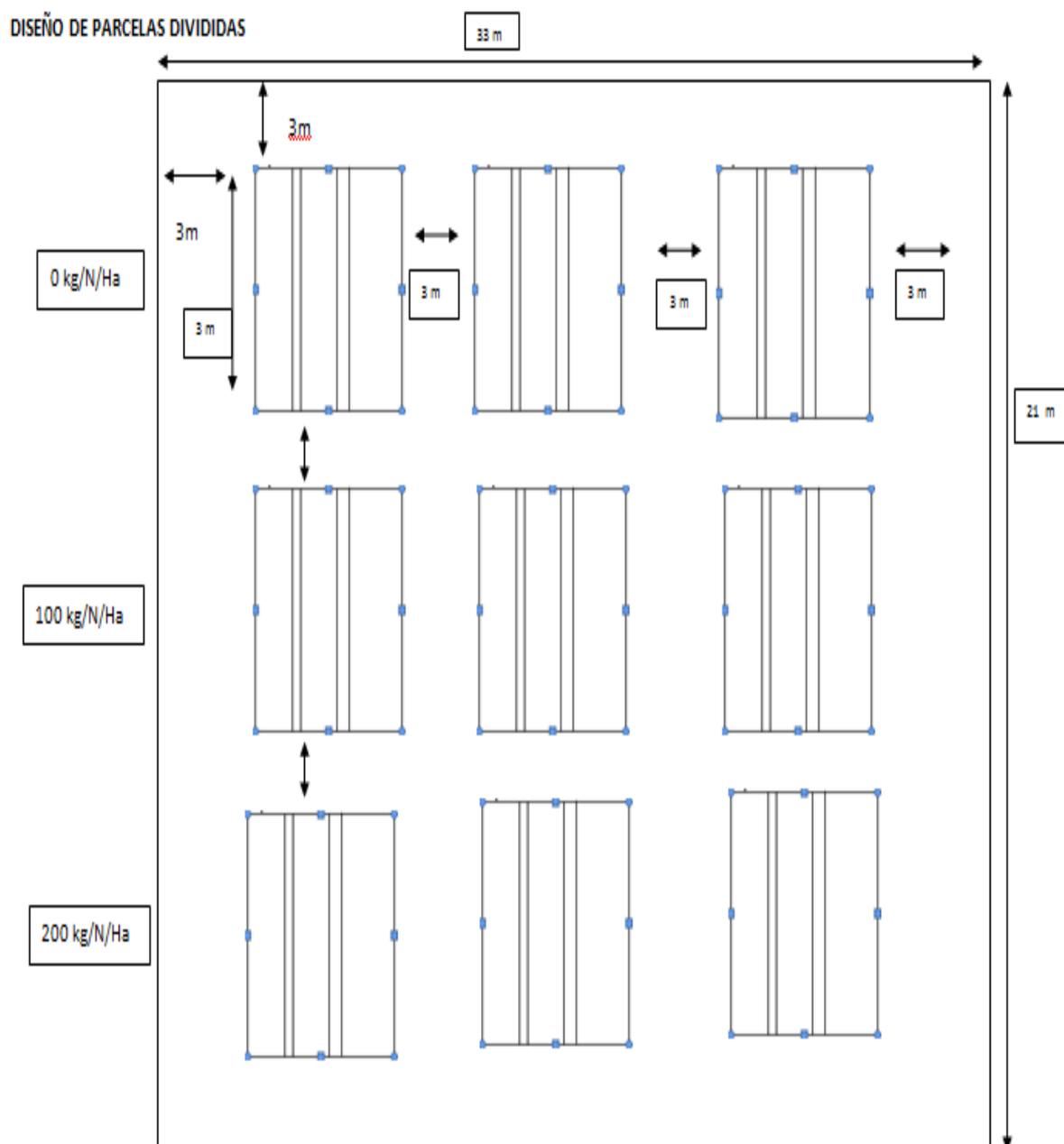


Figura 5. Diseño de las parcelas establecidas

3.4 EXPERIMENTO 1.

Comportamiento agronómico, en este experimento se procedió a evaluar las características agronómicas del pasto miel (*Setaria sphacelata*) a diferentes edades de cosecha y niveles de fertilización.

3.4.1 Número de Tratamientos

Se conformaron nueve tratamientos.

3.4.2 Diseño experimental

Se utilizó un diseño completamente al azar, de parcelas divididas donde la parcela grande fue el nivel de fertilización y la parcela pequeña las edades de cosecha del forraje del pasto miel.

3.4.3 Variables en estudio

- Producción de Biomasa (Kg/MS/ha^{-1})
- Altura de la planta (cm)
- Número de hojas (unidades)
- Número de tallo (unidades)
- Relación hoja-tallo (RH-T)
- Longitud de hoja (cm)
- Longitud de tallo (cm)

3.4.4. Análisis estadístico

Análisis de varianza y la prueba de Tukey al 5%, para lo cual se utilizó el programa estadístico SAS (1999) versión 8 y la comparación de medias según lo indicado por Steell y Terrie 1980.

Tabla
Análisis de varianza. ANOVA- ANDEVA

Fuentes de variación	gl	
Parcela grande	$(f-1)$	$(3 - 1) = 2$
Error parcela grande	$f(n-1)$	$3 (3-1) = 6$
Parcela pequeña	$(f-1)$	$(3 - 1) = 2$
Interacción f.e	$(f-1)(e-1)$	$(2 \times 2) = 4$
Erro de la parcela pequeña	$f(e-1)(n-1)$	$3 (3-1)(3-1)=12$
Total	f.e.n-1	$3 \times 3 \times 3 - 1 = 26$

3.4.5 Características de las unidades experimentales

Cada unidad experimental en este caso fueron las parcelas que tuvieron las siguientes medidas: de largo 5 metros y ancho de 2 m, las mismas que estarán separadas entre sí con medio metro de distancia.

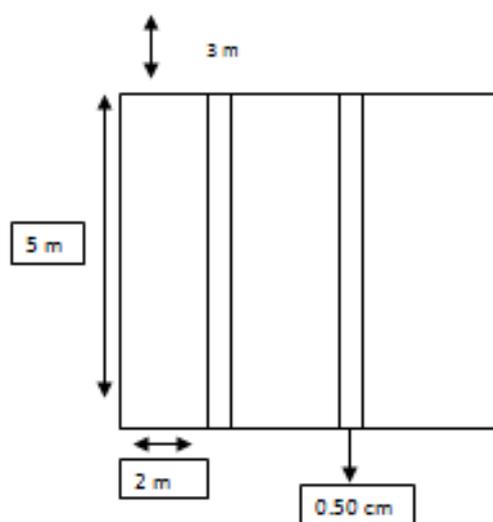


Figura 6. Esquema de cada parcela

3.5 EXPERIMENTO 2.

En este experimento se evaluó la composición química del pasto miel a tres edades de cosecha y tres niveles de fertilización; degradabilidad *in situ* de MS y MO en siete tiempos de incubación (0, 3, 6, 12, 24, 48 y 72 horas).

3.5.1 Número de tratamientos: fueron nueve tratamientos.

3.5.2 Diseño experimental

Arreglo factorial 3 x 3 (Edades de cosecha x niveles de fertilización), en un diseño de bloque completos al azar donde el criterio de bloqueo fueron los animales.

3.5.3 Variables en estudio

Composición química pasto miel

- Materia Seca
- Materia Orgánica
- Materia Inorgánica
- Cenizas
- Proteína
- FDN y FDA

Degradabilidad ruminal *in situ*,

- Materia Seca
- Materia Orgánica

3.5.4. Análisis estadístico

Análisis de varianza y la prueba de Tukey al 5%, para lo cual se utilizó el programa estadístico SAS (1999) versión 8 y la comparación de medias según lo indicado por Steell y Terrie 1980.

Tabla 10

Análisis de varianza. ANOVA- ANDEVA

Fuentes de variación	Gl	
Bloque (Animales) (B)	B-1	3-1= 2
Factor A (a)	a-1	3-1=2
Factor B (b)	b-1	3-1= 2
Interacción Ax B	(a-1)(b-1)	2x2= 4
Error	diferencia	18-10=8
Total	a.b.B-1	3x3x3-1= 26

3.5.5 Características de las unidades experimentales

Las unidades experimentales en este caso fueron las bolsitas de nylon que se utilizaron para ser suspendidas en el rumen con la muestra correspondiente y ser incubadas a diferentes tiempos (0, 3, 6, 12, 24, 48 y 72 horas), las mismas que tuvieron las siguientes características:

- Tamaño de la bolsa de 25.5 x 10.5 cm
- Porosidad de la bolsa 40-60 μm
- Área superficial, se recomienda de 10 mg/cm^2 para estudios con forrajes.

- Tamaño y cantidad de la muestra, la muestra fue molida en una criba menor a 2mm; en cuanto a la cantidad de la muestra se tomaron de 5 g.

3.5.6. Número de replicaciones:

El número de repeticiones serán tres por tratamiento, ya que se contó con tres bovinos debidamente fistulados, cada bovino representó un bloque.

3.6 Manejo del Experimento

3.6.1 Establecimiento, corte y fertilización de parcelas y subparcelas de *Setaria sphacelata*

Se procedió a seleccionar el sitio con pasto miel establecido, requiriendo un área total de 27 m de largo por 29 m de ancho, área en la cual se conformaron 27 unidades experimentales, la parcela grande fue de 7m de ancho por 5 m de largo, la subparcela de 2 m de ancho por 5 m de largo las cuales estarán separadas entre sí por 50 cm, luego se procedió a realizar las labores correspondientes en cuanto cercado para evitar el ingreso de animales y el corte de igualación a 10 cm del suelo. Para definir el nivel de fertilización en cada parcela se hizo un diseño completamente al azar (en una bolsa se colocaron papeles con los números de parcelas del 1 al 9, en otras bolsa se ubicaron los niveles de fertilización (0, 100, y 200 Kg de N ha⁻¹), quedando establecido el nivel de fertilización y el número de parcela de la siguiente manera:

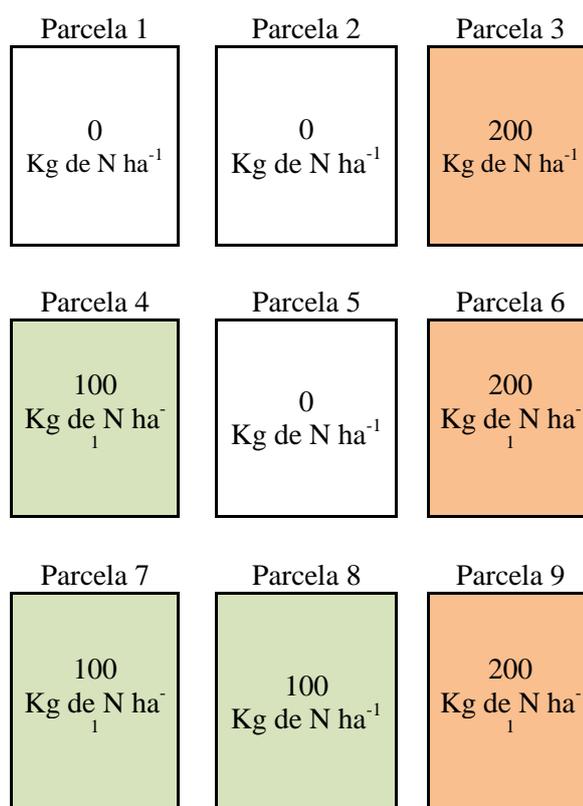


Figura 7. Establecimiento de parcelas al azar.

Seguido a esto se calculó la cantidad de urea, en base al porcentaje de N del mismo y la superficie de cada parcela (35 m^2); luego se procedió a definir al azar (número de parcela y tres edades) en cada una, quedando establecido como se indica en la figura:

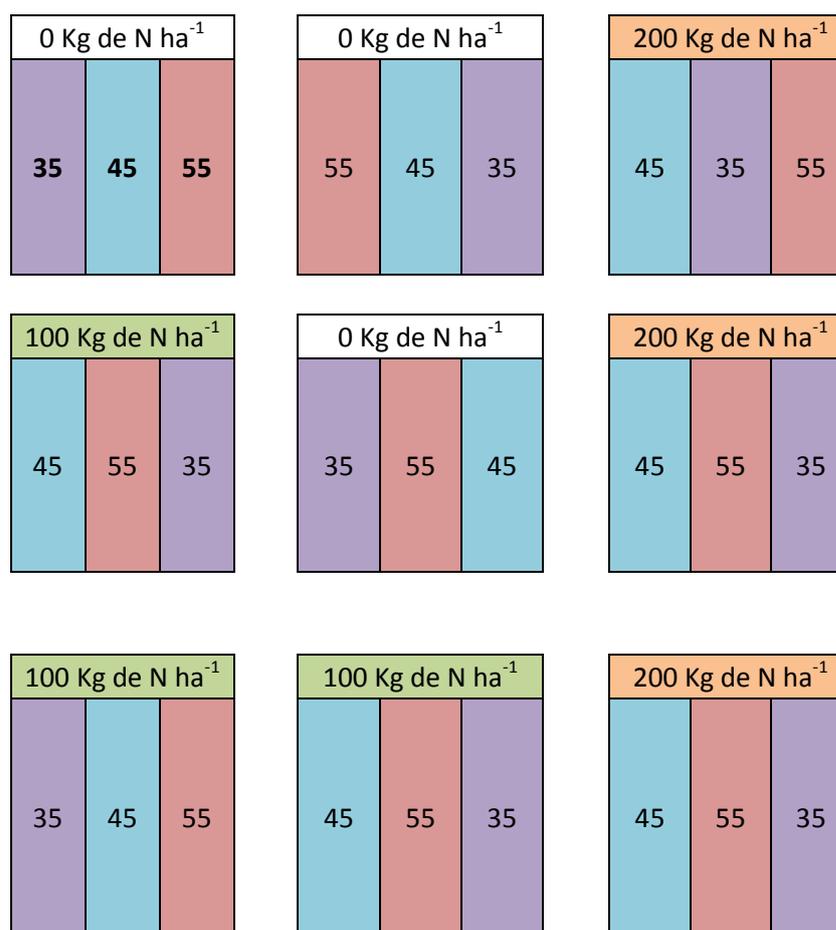


Figura 8. Establecimiento de subparcelas con edades y niveles de fertilización

3.6.2 Valoración agronómica

La valoración agronómica inició a evaluarse a partir del 25 de febrero, realizándose el primer corte el 1, segundo corte el 11 y el tercer corte el 21 de abril respectivamente del año 2014, en cada corte se procedió a evaluar las características agronómicas del pasto en estudio de cada unidad experimental tomando en consideración principalmente la edad del pasto y nivel de fertilización, las características que se evaluaron son las siguientes medidas:

- Producción de Biomasa (Kg MS ha⁻¹), para determinar esta variable se procedió a cortar y pesar el forraje fresco que se encontraba dentro del círculo, que mediante cálculos correspondientes se limitaba en un metro cuadrado, luego este pasto se secó al ambiente inicialmente para

posteriormente ubicar en una estufa a 65°C por 48 horas, luego de este tiempo se procede a pesar el pasto siendo este valor el que se considere para establecerla variable en estudio.

- Altura de la planta (cm), esta variable se determinó de la siguiente manera, evaluando la planta o plantas que se encontraron dentro del metro cuadrado, se midió la altura de la planta mediante una regla graduada desde el suelo hasta el punto más alto de la hoja bandera, y la medida se definió con el uso de una regleta transversal de peso específico muy bajo, la misma que se dejaba caer sobre la planta e indicaba la medida en la regleta graduada, este proceso se realizó 4 veces por planta desde distintos ángulos y 12 por subparcela.
- Número de hojas (unidades), se procedió a contar cuantas hojas se encontraban dentro de la planta o plantas existentes dentro del círculo.
- Número de tallo (unidades), de igual manera se contabilizó los tallos de cada planta, emitiendo una medida al final.
- Relación hoja-tallo (RH-T), la relación hoja tallo en g y N° se calculó en base a los datos de peso de tallos/peso de hojas y N° de de tallos/N° de hojas.
- Longitud de Hoja (cm), para establecer la longitud de la hoja se procedió a tomar una muestra representativa de las mismas, y medir con cinta métrica al igual que los tallos.

3.6.3 Composición química

Todo el material recolectado fue pesado e identificado, la cantidad de pasto fue previamente secado al ambiente, luego se colocó en la estufa a 65°C por 48 h, y posteriormente fueron molidas, luego de lo cual se procedió a realizar los análisis

químicos correspondientes para determinar materia seca, proteína, ceniza, materia orgánica, fibra detergente neutra, fibra detergente ácida, de acuerdo a las técnicas ya establecidas.

3.6.4 Degradabilidad ruminal *in situ* de materia seca y materia orgánica.

Para la digestibilidad *in situ* se usó bolsas de nylon de 21.5 x 10.5 cm. Se procedió a pesar 5 g de forraje molido con criba de 2 mm. Para cada muestra de forraje se preparó tres bolsas por edad y niveles de fertilización para ser incubadas durante 72 h en el rumen. Finalmente realizado todo este proceso fueron lavadas con agua corriente, y secadas en una estufa a 65 °C por 48 h, se realizaron 2 repeticiones de cada muestra debiéndose analizar 18 bolsas en cada tiempo por 7, por lo tanto se colocaron 126 bolsas en cada animal en total en los tres se analizaron 378 bolsas. La diferencia entre el peso de la muestra antes de la degradación y después nos indicó la muestra digerida. Se utilizaron tres toros Braman, fistulados a nivel del rumen, con un peso promedio de 500 kg. Para el estudio de la digestibilidad *in situ* se empleó un diseño DCA, dónde se empleó la prueba de Tuckey al 5% de probabilidad.

CAPITULO IV.

RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1 Efecto de la edad de cosecha sobre el comportamiento agronómico de *Setaria sphacelata*

En cuanto al efecto de la edad, sobre la variable biomasa forrajera (kg MS ha⁻¹), se evidencian diferencias ($p < 0.05$), sin embargo esta variable a los 35 y 45 días no presenta cambios ($p > 0.05$); datos similares a los reportados por (Homen, Entrena, Arriojas, & Ramia, 2010), quienes evaluaron la producción de biomasa de pasto guinea a seis edades de cosecha (21, 28, 35, 42, 49, 56 días) notándose que existe diferencia entre las edades de corte, excepto entre los 21 y 28 días de edad. Por otra parte, (Avellaneda Cevallos, y otros, 2007) evaluaron el efecto de la edad en el comportamiento agronómico de *Brachiarias*, mencionan que existe diferencia significativa en la producción de biomasa a cuatro edades (28, 56, 84, 112 días), de lo cual se puede evidenciar que en los dos primeros cortes no existió diferencia, lo que no sucedió a los 84 y 112 días, respectivamente; así mismo (Sánchez J. I., 2011), evaluó la producción de biomasa (Kg/m²) de *Setaria splendida*, a los 120, 135 y 150 días luego del establecimiento de las mismas, encontrándose datos similares que demuestran que a mayor edad mayor producción de biomasa.

Referente al efecto de la edad sobre la variable altura de la planta, longitud de hoja y tallos se observó diferencias ($p < 0.05$), presentando a los 55 días los mayores valores de estas variables; resultados similares a los expuestos por (Homen, Entrena, Arriojas, & Ramia, 2010); (Avellaneda Cevallos, y otros, 2007) y (Sánchez J. I., 2011); quienes mencionan que existe un incremento significativo ($p < 0.05$) de estas variables a medida que aumenta la edad de la planta, lo cual coincide con los resultados presentados.

En cuanto al efecto de la edad sobre número de hojas y tallos se evidenció que existe diferencia ($p < 0.05$), sin embargo existe similitud en los datos generados a los

35 y 45 días en esta variable, lo cual se puede explicar ya que el tallo está relacionado con la producción de biomasa y relación hoja: tallo (N°/N°); y tal como lo indica (Homen, Entrena, Arriojas, & Ramia, 2010) la relación hoja-tallo N°/N° es un estimador de la calidad y utilización del pasto, respecto al efecto de la edad sobre esta variable, se observó diferencia ($p < 0.05$), presentando mayor porcentaje de hojas (6.09) a los 55 días, resultados similares a los que presentó (Avellaneda Cevallos, y otros, 2007) quienes evaluaron el efecto de la edad de cosecha en el comportamiento agronómico de *Brachiarias* a cuatro edades, las que presentaron diferencias entre ellas; mientras que en la relación Hoja: Tallo g/g, se evidenció que no existe diferencia ($p > 0.05$) a los 35, 45 y 55 días, siendo esto similar a lo indicado por (Avellaneda Cevallos, y otros, 2007).

Tabla 11

Efecto de la edad de cosecha sobre el comportamiento agronómico de *Setaria sphacelata*.

<i>Variables</i>	<i>Efecto de las edades</i>			<i>EEM</i>	<i>Pr</i>
	<i>35</i>	<i>45</i>	<i>55</i>		
Biomasa Kg MS ha ⁻¹	607.70 b	849.10 b	1313.40 a	109.49	0.0090
Altura (cm)	42.56 c	65.22 b	85.78 a	2.25	< 0.001
Longitud de Hoja (cm)	26.67 c	32.33 b	40.89 a	1.12	< 0.001
Longitud de Tallos (cm)	10.00 c	18.56 b	28.44 a	0.87	< 0.001
Hojas por planta (N°)	593.60 b	665.30 b	1233.30 a	93.82	0.0002
Tallos por planta (N°)	136.78 b	167.78 ab	201.33 a	16.02	0.0350
Relación Hoja-Tallo (g)	1.24 a	1.35 a	1.44 a	0.07	0.1658
Relación Hoja-Tallo (N°)	3.51 c	4.96 b	6.09 a	0.18	< 0.001

*Promedio en cada fila con letras iguales no difieren estadísticamente (Tukey $p \leq 0.05$)

De acuerdo al efecto de la fertilización nitrogenada sobre la producción de Biomasa (Kg MS ha⁻¹), se estableció que no existe diferencia ($p > 0.05$) a (0, 100,

200 Kg MS ha⁻¹); resultado similar a lo reportado por (Jauregui, 2011) quien evaluó la producción de biomasa de *Setaria sphacelata* (Schum.) var. anceps (cv. Narok) y que no se observó diferencias significativas entre las parcelas de *Setaria* fertilizadas y no fertilizadas ($p>0.05$), esto puede deberse a que no fue limitante el contenido de N en el suelo; sin embargo, (Borgues, Barrios, & Escalona, 2012) evaluaron el efecto de la fertilización orgánica e inorgánica sobre las variables agroproductivas de *Cynodon nlemfuensis* (pasto estrella), con niveles de fertilización inorgánica (200 kg de N + 85 kg/P/ ha⁻¹), el cual demostró diferencia ($p<0.05$) entre la producción de biomasa, cuando fue fertilizada con fuente inorgánica versus el testigo, sin embargo, este último fue igual a la fuente de fertilización orgánica.

4.2 Efecto de los niveles de fertilización sobre el comportamiento agronómico de *Setaria sphacelata*

Referente al efecto de la fertilización sobre la variable altura de la planta, se puede evidenciar de manera general que existe diferencia ($p<0.05$), siendo el nivel de 100 kg de N ha⁻¹ el que presentó la mayor altura de la planta (70.66 cm); sin embargo, (Borgues, Barrios, & Escalona, 2012), presentaron diferencia significativa ($p<0.05$) con alturas de la planta de 49.89 y 40.85 cm para el tratamiento con fertilización inorgánica y orgánica respectivamente; por otra parte (Cerdas & Vallejos, 2013) mencionan que al evaluar la productividad de pasto *Brachiaria* (*B. arrecta* y *B. mutica*), con 0, 100, 200 kg de N ha⁻¹, indican que en la variable altura del pasto no existe diferencia (46,33; 59,71 y 62,54) en los tres últimos niveles de fertilización.

En referencia a longitud de hojas de la presente investigación se puede evidenciar que no existió diferencias ($p>0.05$), lo cual demuestra que los niveles de fertilización no influyó en el crecimiento de las hojas, sin embargo, la longitud de los tallos fue mayor ($p<0.05$) cuando la planta fue fertilizada al igual que el número de tallos por planta.

En relación al efecto de los niveles de fertilización sobre la variable número de hojas por planta, se evidencia que a los 100 kg de N ha⁻¹, existe mayor número de hojas, lo cual difiere de los valores reportados a 0 y 200 kg de N ha⁻¹; esto puede

explicarse, ya que los incrementos sobre la tasa de aparición de macollos en respuesta a la fertilización nitrogenada por un efecto directo del nitrógeno sobre la activación de los meristemas potencialmente productores de nuevos individuos (Whitehead, 1995) citado por (Mazzanti, Marino, Lattanzi, Echeverría, & Andrade, 1997).

Al analizar el efecto de la fertilización nitrogenada sobre la variable relación hoja:tallo ($N^{\circ}:N^{\circ}$) y (g/g), no se evidencio diferencia ($p>0.05$), datos similares a los presentados por (Borgues, Barrios, & Escalona, 2012), quienes observaron que el nivel de fertilización no tiene efecto ($p>0.05$) sobre estas variables.

Tabla 12.
Efecto de los niveles de fertilización el comportamiento agronómico de *Setaria sphacelata*.

<i>Variables</i>	<i>Efecto de niveles de fertilización</i>			<i>EEM</i>	<i>Pr</i>
	<i>0</i>	<i>100</i>	<i>200</i>		
Biomasa Kg MS ha ⁻¹	708.30 a	1020.00 A	1041.90 a	3.46	0.0807
Altura de la planta (cm)	58.00 ab	70.67 A	64.89 ab	2.25	0.0034
Longitud de Hoja (cm)	31.11 a	34.44 A	34.33 a	1.12	0.0825
Longitud de Tallos (cm)	16.44 ab	20.33 A	20.22 a	0.87	0.0076
Hojas por planta (N°)	611.70 ab	952.40 A	928.10 ab	93.82	0.0340
Tallos por planta (N°)	121.67 ab	200.11 A	184.11 a	16.02	0.0067
Relación Hoja-Tallo (g)	1.37 a	1.30 A	1.37 a	0.31	0.7649
Relación Hoja-Tallo (N°)	4.81 a	4.81 A	4.93 a	0.18	0.8545

*Promedio en cada fila con letras iguales no difieren estadísticamente (Tukey $p\leq 0.05$)

4.3 Interacción de la edad y niveles de fertilización en el comportamiento agronómico de *Setaria sphacelata*.

En cuanto al efecto de la interacción de edad de cosecha por niveles de fertilización nitrogenada sobre las variables en estudio de comportamiento agronómico, del pasto *Setaria sphacelata*, no se presentó diferencias.

Tabla 13

Efecto de la interacción niveles de fertilización nitrogenada sobre las edades de cosecha en el comportamiento agronómico del pasto *setaria sphacelata*.

Variables	Fertilizante	0			100			200			EEM	Pr
	Edad	35	45	55	35	45	55	35	45	55		
Biomasa Kg MS ha ⁻¹		603.00	533.33	988.67	614.67	1086.00	1359.33	605.33	928.00	1592.33	186.160	0.4513
Altura (cm)		38.33	55.67	80.00	49.66	73.67	88.67	39.67	66.33	88.66	3.51364	0.5351
Longitud de Hoja (cm)		26.33	29.67	37.33	26.67	34.33	42.33	27.00	33.00	43.00	1.53750	0.6461
Longitud de Tallos (cm)		10.00	15.33	24.00	9.66	21.66	29.67	10.33	18.66	31.66	2.3726	0.0809
Hojas por planta (N°)		393.33	449.33	992.33	745.33	816.67	1295.33	642.00	730.00	1412.00	63.873	0.9585
Tallos por planta (N°)		115.33	83.67	166.00	227.67	167.67	205.00	160.33	159.00	233.00	25.579	0.5122
Relación Hoja-Tallo (g)		1.39	1.32	1.38	1.29	1.52	1.10	1.37	1.49	1.24	0.1240	0.4303
Relación Hoja-Tallo(N°)		3.20	5.33	5.90	3.33	4.80	6.30	4.00	4.73	6.06	0.3983	0.1974

4.4 Efecto de la edad de cosecha en la composición química (%) de *Setaria sphacelata*.

Al evaluar el efecto de la edad sobre el porcentaje materia seca se evidencia que no existe diferencia ($p>0.05$) entre los tratamientos, valores que no se encuentran dentro de los rangos publicados por (Heuzè & Trang, 2015), quienes indican promedios de 22.22 % y con un mínimo y máximo de 13.7 y 32.4, respectivamente. Además, (Sánchez J. I., 2011), al realizar el análisis del valor nutritivo de la *Setaria Splendida* a los 120, 135 y 150 días de edad, encontró que el contenido de materia seca (MS), presentó valores de 13.17 y 9.98% a los 135 y 150 días luego del establecimiento.

Con respecto al efecto de la edad sobre la variable materia inorgánica o ceniza no presenta diferencia ($p>0.05$), datos similares a los presentados por (Sánchez J. I., 2011) con valores de 13.74 y 15.43 a los 135 y 150 días respectivamente, además que con la investigación concuerdan los datos citados por (Heuzè & Trang, 2015), del pasto *Setaria gigantes*, con cual presenta contenidos promedios de ceniza mínimo 7.4 y máximo 15.3%. Sin embargo el efecto de la edad sobre la variable materia orgánica fue evidente, ya existe diferencia ($p<0.05$), con valores similares a los 45 y 55 días ($p>0.05$).

En relación al contenido de proteína bruta (%), no se encontraron diferencias ($p>0.05$), datos similares son reportados por (Romero & Mattera, 2011) documento en el cual se evidencia valores de proteína cruda de (12.2, 9.5, 12.5, 15 y 6.1) correspondientes a cinco edades (28, 35, 42, 56 y 168 días) respectivamente; Aunque (Sánchez J. I., 2011), presentó que el valor nutritivo en términos de proteína de *Setaria sphacelata*, a los 120, 135 y 150 días en base a materia seca (MS) presentó un alto contenido y valores de 17,50 en el primer corte; 16,25 en el segundo corte y 15,03 en el tercer corte; y valores de fibra de 35,20, 31,74, y, 35,87 convirtiéndose en un pasto de alta digestibilidad y aceptación por parte de los animales; mientras que (Romero & Mattera, 2011), evaluaron el contenido de proteína bruta (PB) de cultivares (cvs.) de forrajeras megatérmicas bajo distintas

frecuencias de corte (FC) se compararon 15 cultivares de 6 especies entre ellas *Setaria sphacelata* bajo tres FC: alta (28 días), media (35 días) y baja (42 días); presentándose que en los cultivares se redujo el porcentaje de proteína al disminuir la FC, pero existió un grupo de cultivares donde la proteína disminuyó en la FC media, y luego volvió a aumentar en la FC baja, probablemente por la aparición de rebrotes basales. Además (Homen, Entrena, Arriojas, & Ramia, 2010) resaltan el comportamiento de *B. humidicola*, con un incremento de su proteína de 9.71 a 12.22 a los 35 y 42 días, respectivamente, lo cual podría estar relacionado con la relación hoja:tallo en esta edad.

Los valores presentados en la tabla 14 que resultan del efecto de la edad sobre la variable FDN, evidencian que no existe diferencia significativa ($p > 0.05$) a las edades evaluadas, valores superiores a estos publicaron (Heuzè & Trang, 2015), en el cual detalla FDN de 69.5% en *Setaria*; sin embargo referente al efecto de la edad sobre Fibra Detergente Ácida FDA, de la presente investigación se demuestra que existe diferencia ($p < 0.05$), con valores de (17.44; 27.56 y 36.44) en las edades en estudio, lo cual es corroborado por (Barrón López, Velasquez G, Echeverría Rojas, & Basurco T, 2008) quienes evaluaron el efecto de la edad y época de corte sobre el rendimiento y valor nutritivo del pasto elefante morado (*Pennisetum purpureum*, Schum), concluyendo que los valores de fibra cruda, FDN, FDA, aumentan a medida que incrementa la edad; además (Heuzè & Trang, 2015), indican que el valor promedio de FDA en *Setaria*, es de 40, mientras que el mínimo y máximo se encuentran en 28.5 y 45.1 % respectivamente.

Tabla 14**Efecto de las edades en la composición química (%) de *Setaria sphacelata*.**

<i>Variables</i>	<i>Efecto de las edades</i>			<i>EEM</i>	<i>Pr</i>
	<i>35</i>	<i>45</i>	<i>55</i>		
MS (%)	10.80 a	10.27 a	10.05 a	0.4510	0.3902
Ceniza (% MS)	14.87 a	16.26 a	16.14 a	0.3433	0.0184
Materia Orgánica (% MS)	85.13 a	83.74 ab	83.85 b	0.3430	0.0177
Proteína Bruta (% MS)	11.85 a	14.36 a	12.28 a	0.8441	0.1084
Fibra detergente neutra FDN (%MS)	42.11 a	45.00 a	40.44 a	2.3386	0.3975
Fibra detergente ácida FDA (% MS)	36.44 a	17.44 c	27.56 b	1.7297	<0.001

*Promedio en cada fila con letras iguales no difieren estadísticamente (Tukey $p \leq 0.05$)**4.5 Efecto de niveles de fertilización en la composición química (%) de *Setaria sphacelata*.**

En la tabla 15, se detalla el efecto de los tres niveles de fertilización sobre la variables MS ,ceniza, materia orgánica, proteína bruta, FDN, FDA, observándose que no existe diferencia ($p > 0.05$) en ninguna de las variables; similares resultados presenta (Soto, Valencia, Galvis , & Correa, 2005) al evaluar el efecto de la edad de corte y del nivel de fertilización nitrogenada sobre el valor energético y proteico del pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*), los resultados mostraron que los tratamientos no afectaron el contenido de PC (19.04%), FDN (56.6%), FDA (30.4%).

Tabla 15
Efecto de los niveles de fertilización en la composición química de *Setaria sphacelata*

<i>Variables</i>	<i>Efecto de niveles de fertilización</i>			<i>EEM</i>	<i>Pr</i>
	<i>0</i>	<i>100</i>	<i>200</i>		
MS Total ofrecida (%)	10.88 a	9.73 a	10.51 a	0.4510	0.1787
Ceniza (%)	16.08 a	15.80 a	15.39 a	0.3433	0.3827
Materia Orgánica (%)	83.91 a	84.20 a	84.61 a	0.3430	0.3667
Proteína Bruta (%)	12.22 a	13.04 a	13.21 a	0.8441	0.6810
Fibra detergente neutra FDN (%)	42.00 a	42.67 a	42.89 a	2.3386	0.9617
Fibra detergente ácida FDA (%)	28.22 a	27.78 a	25.44 a	1.7297	0.4892

*Promedio en cada fila con letras iguales no difieren estadísticamente (Tukey $p \leq 0.05$)

4.6 Interacción de la edad y niveles de fertilización en la composición química (%) de *Setaria sphacelata*.

En lo referente a la interacción de la edad de cosecha y la fertilización nitrogenada se observó que en dos variables de los componentes químicos de *Setaria sphacelata*, como lo es ceniza y materia orgánica interaccionaron sus efectos tal como se lo demuestra en los gráficos 9 y 10. Dónde el contenido de ceniza para el nivel de 100 kg de N ha⁻¹ disminuye a medida que aumenta la edad; e incrementa con el nivel de 200 kg de N ha⁻¹, pero tiene un comportamiento no explicable con el tratamiento no fertilizado.

Tabla 16

Efecto de la interacción de edad de cosecha por niveles de fertilizante nitrogenado en la composición química de *Setaria sphacelata*.

Variables	Fertilizante Edad	0			100			200			EE M	Pr
		35	45	55	35	45	55	35	45	55		
MS Total del forraje (%)		7.55	7.58	7.28	7.95	7.58	6.73	6.55	6.84	6.58	0.5841	0.2483
Ceniza (%)		15.63	17.46	15.14	17.46	16.04	15.28	15.14	16.57	16.70	1.0342	0.0451
Materia Orgánica (%)		84.36	82.54	84.81	85.21	83.96	83.43	85.82	84.72	83.30	1.0183	0.0495
Proteína Bruta (%)		10.26	13.83	12.59	12.56	15.11	11.47	12.75	14.13	12.76	1.0071	0.7539
Fibra detergente neutra FDN (%)		42.33	44.33	39.33	42.33	44.67	41.00	41.67	46.00	41.00	0.7778	0.9972
Fibra detergente ácida FDA (%)		35.33	19.33	30.00	36.00	18.00	29.33	38.00	15.00	23.33	2.6129	0.5643

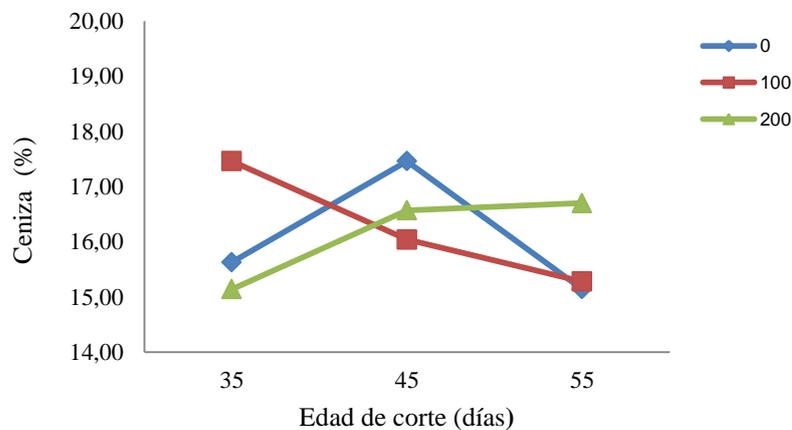


Figura 9 Interacción de la edad con fertilización nitrogenada en la variable ceniza o materia inorgánica de *Setaria sphacelata* (%)

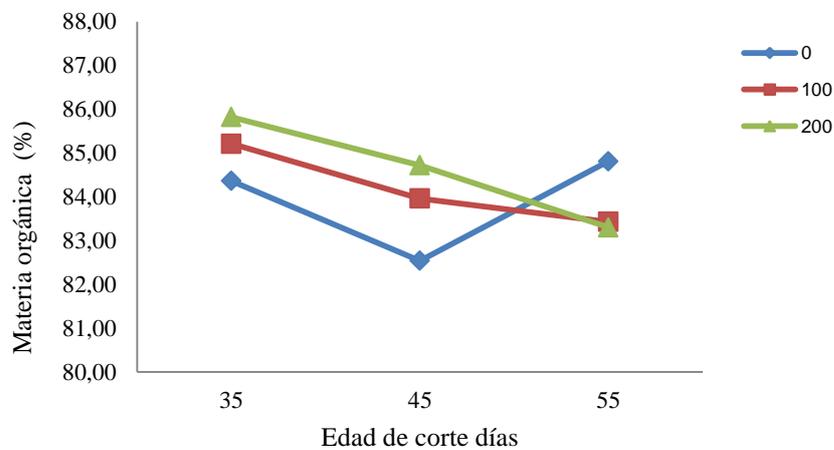


Figura 10. Interacción de la edad con fertilización nitrogenada sobre materia orgánica de *Setaria sphacelata* (%).

4.7 Efecto de la edad sobre la degradabilidad in situ de materia seca de *Setaria Spahacelata*.

El efecto de la edad sobre la degradabilidad *in situ* de la materia seca de *Setaria sphacelata*, fue diferente ($p < 0.05$), a las 0, 3 y 6, horas, presentado un efecto descendente a mayor edad, con un menor porcentaje de degradabilidad conforme esta incrementaba; en cambio a las 12, 24, 48, 72 horas existe un comportamiento particular ya que entre los 45 y 55 días no existe diferencia ($p > 0.05$), presentando mayor porcentaje de degradabilidad a los 35 días.

Resultados contrarios presenta (Slanac, Kucseva, Balbuena, & Rochinoti, 2011) quienes con el objetivo de evaluar la degradación ruminal de la materia seca (MS) de *Sorghastrum setosum* (“paja amarilla”) en rumen de bovinos en época otoñal, de muestras recolectadas a los 15, 30 y 45 días de rebrote, a 0, 3, 6, 12, 24, 48, 72 y 120 h, encontraron que no se evidenció diferencias significativas ($p > 0,05$), para la fracción soluble, fracción de degradación lenta, tasa de degradación lenta, fracción indigestible y degradación ruminal efectiva. Aunque por su parte (Cuenca Ludeña, 2011) menciona que la degradabilidad *in situ* de la materia seca (MS) de los forrajes kikuyo y grama dulce fue diferente ($p < 0.005$) a las distintas edades de incubación, y esto se debió indudablemente al efecto de la edad de la planta, y su asocio con el contenido de fibra sobre la disponibilidad de los componentes de la planta, coincidiendo esto, con lo indicado por (Vega Espinoza, Ramirez de la Ribera, Leonard Acosta, & Adria Igarza, 2006) los que manifiestan que la digestibilidad de MS disminuye con el aumento de la edad de la planta.

Tabla 17**Efecto de la edad sobre la degradabilidad *in situ* de materia seca de *Setaria sphacelata***

Tiempo de Incubación	<i>Efecto de las edades</i>			<i>EEM</i>	<i>Pr</i>
	35	45	55		
0	34.57 a	30.77 b	29.02 c	0.2771	<.0001
3	38.14 a	32.86 b	29.18 c	0.64432	<.0001
6	41.90 a	35.85 b	32.98 c	0.36077	<.0001
12	51.49 a	47.28 ab	44.83 b	0.93166	0.0004
24	73.67 a	69.85 ab	67.58 b	1.41505	0.2440
48	81.81 a	78.39 b	76.13 b	0.67645	<.0001
72	82.51 a	78.42 b	77.41 b	0.55839	<.0001

*Promedio en cada fila con letras iguales no difieren estadísticamente (Tukey $p \leq 0.05$)

4.8 Efecto de los niveles de fertilización sobre la degradabilidad *in situ* de materia seca de *Setaria Spahacelata*

El efecto de los niveles de fertilización sobre la digestibilidad *in situ* de MS, no presenta diferencia ($p > 0.05$) a las 0, 3, 12, 24 horas de incubación; lo que no sucede a las 6 horas ($p < 0.05$), por efecto de los niveles de fertilización, siendo similares en niveles de 100 y 200 kg de N ha⁻¹; en cambio a las 48 y 72 horas, se presentó mejor degradabilidad con 100 y 200 kg de N ha⁻¹. Resultados similares presentan (Petruzzi, Pechín, Villa, Stritzler, & Ferri, 2005) quienes evaluaron la degradabilidad en el rumen de avena fertilizada 200 kg de N ha⁻¹ y sin fertilizar; encontrando que la degradabilidad efectiva de las muestras de forraje fue mayor cuando se fertilizó las pasturas donde pastoreaban los animales fistulados.

Tabla 18

Efecto de diferentes niveles de fertilización sobre la degradabilidad *in situ* de materia seca de *Setaria sphacelata*

<i>Tiempo de Incubación</i>	<i>Efecto de niveles de fertilización kg de N ha⁻¹</i>			<i>EEM</i>	<i>Pr</i>
	<i>0</i>	<i>100</i>	<i>200</i>		
0	31.15 a	31.44 a	31.77 a	0.2771	0.3063
3	32.17 a	33.18 a	34.29 a	0.64432	0.2385
6	35.65 b	37.36 a	37.73 a	0.36077	0.0020
12	46.79 a	48.23 a	48.58 a	0.93162	0.3785
24	68.57 a	70.79 a	71.74 a	1.41505	0.2929
48	77.30 b	79.01 ab	80.02 a	0.67645	0.0357
72	77.87 b	80.23 a	80.24 a	0.55839	0.0118

*Promedio en cada fila con letras iguales no difieren estadísticamente (Tukey $p \leq 0.05$)

4.9 Interacción de la edad y niveles de fertilización sobre la degradabilidad *in situ* de materia seca de *Setaria Spahacelata*

Por otra parte se puede evidenciar en la tabla 19, la presencia de interacción entre los factores edad de cosecha por nivel de fertilización, pero los tiempos de incubación de 0 y 6 horas, indican que hubo un incremento ($p < 0.05$) de la degradabilidad de materia seca por efecto de aumentar los niveles de nitrógeno en las diferentes edades de cosecha.

Tabla 19

Efecto de la interacción de la edad de cosecha por los niveles de fertilizante nitrogenado en la degradabilidad *in situ* de MS de *Setaria sphacelata*

Tiempo de Incubación	Fertilizante Edad	0			100			200			EEM	Pr
		35	45	55	35	45	55	35	45	55		
0		26.55	19.89	17.11	22.91	20.86	18.49	26.29	22.02	18.83	1.40657	0.0012
3		28.01	22.99	17.61	27.51	23.28	18.28	32.56	23.53	20.09	1.31420	0.2377
6		33.87	24.09	20.13	31.20	28.15	23.14	35.16	28.22	23.83	1.81546	0.0188
12		41.69	38.47	36.55	44.12	40.36	36.52	47.10	40.03	35.43	1.68971	0.4912
24		71.22	64.49	62.29	71.95	65.17	61.46	72.98	66.64	63.28	0.46249	0.9950
48		78.69	72.08	71.91	79.51	80.78	71.96	80.87	74.45	73.78	2.70773	0.0461
72		78.42	74.48	72.24	79.73	77.94	74.82	82.82	75.95	75.71	1.28258	0.1516

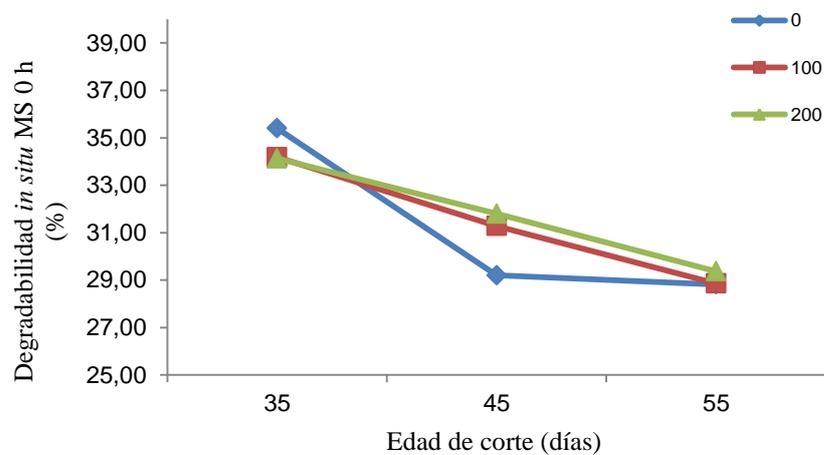


Figura 11. Efecto de la interacción edad por niveles de fertilización en la degradabilidad in situ de MS a las 0 horas (%)

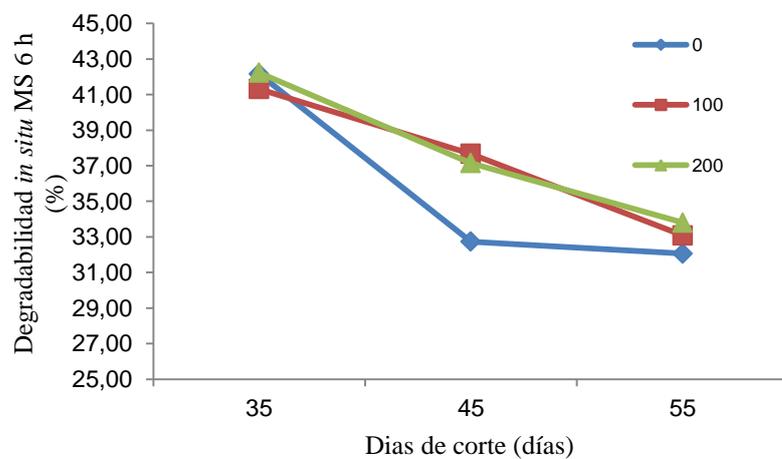


Figura 12. Efecto de la interacción edad por niveles de fertilización en la degradabilidad in situ de MS a las 6 horas (%)

4.10 Efecto de la edad sobre la degradabilidad *in situ* de materia orgánica de *Setaria Spahacelata*.

En lo que respecta al efecto de la edad sobre la degradabilidad *in situ* de MO, se observó que existe diferencia ($p < 0.05$) en todos los periodos de incubación, sin embargo desde las 12 a las 72 horas de las edades de 45 y 55 días fueron iguales ($p > 0.05$) pero con una marcada disminución de la degradabilidad, comportamiento parecido a los reportados por (Sánchez Gutierrez & Faria Marmol, 2008).

(Ramirez, Herrera, Verdecia, & Alvarez, 2010) Evaluaron la influencia de la edad de rebrote a 30 y 105 días en los periodos lluviosos y poco lluviosos, del pasto *Brachiaria brizantha* x *Brachiaria ruziziensis* vc. Mulato, y reportaron que la degradabilidad de materia seca y materia orgánica disminuyeron con la edad ($p < 0.001$), lo cual sustenta los resultados presentados en esta investigación.

Tabla 20

Efecto de la edad sobre la digestibilidad *in situ* de materia orgánica de *Setaria sphacelata*.

<i>Tiempo de Incubación</i>	<i>Efecto de las edades</i>						<i>EEM</i>	<i>Pr</i>
	35		45		55			
0	25.25	a	20.93	b	18.75	c	0.293118	<.0001
3	29.36	a	23.27	b	18.66	c	0.611128	<.0001
6	33.41	a	26.82	b	22.37	c	0.521155	<.0001
12	44.31	a	39.62	b	36.17	b	1.032887	0.0002
24	72.05	a	65.44	b	62.35	b	1.20522	0.0001
48	79.69	a	75.78	b	72.55	b	0.889465	0.0001
72	80.33	a	76.13	b	74.26	b	0.530677	<.0001

*Promedio en cada fila con letras iguales no difieren estadísticamente (Tukey $p \leq 0.05$)

4.11 Efecto de niveles de fertilización sobre la degradabilidad *in situ* de materia orgánica de *Setaria sphacelata*.

En la tabla 21 se puede evidenciar que la degradabilidad *in situ* de *Setaria sphacelata* con los distintos niveles de fertilización presentan diferencia ($p < 0.05$) a las 0, 3, 6, y 72 horas de incubación, mientras que a las 12, 24 y 48 horas no presentan diferencia ($p > 0.05$).

Tabla 21

Efecto de los niveles de fertilización sobre la digestibilidad *in situ* de materia orgánica de *Setaria sphacelata*.

<i>Tiempo de Incubación</i>	<i>Efecto de niveles de fertilización</i>						<i>EEM</i>	<i>Pr</i>
	<i>kg de N ha⁻¹</i>							
	<i>0</i>	<i>100</i>	<i>200</i>					
0	21.19 a	20.76 b	22.38 a				0.293118	0.0034
3	22.87 b	23.03 b	25.40 a				0.611128	0.0165
6	26.03 b	27.50 a b	29.07 a				0.521155	0.0030
12	38.90 a	40.34 a	40.86 a				1.032887	0.4043
24	66.00 a	66.20 a	67.64 a				1.20522	0.5884
48	74.23 a	77.42 a	76.37 a				0.889465	0.0614
72	75.05 b	77.50 a	78.16 a				0.530677	0.0019

*Promedio en cada fila con letras iguales no difieren estadísticamente (Tukey $p \leq 0.05$)

Tabla 22

Efecto de la interacción de la edad de cosecha por niveles de fertilización nitrogenada sobre la digestibilidad in situ de materia orgánica de *Setaria sphacelata*.

Tiempo de Incubación	Fertilizante Edad	0			100			200			EEM	Pr
		35	45	55	35	45	55	35	45	55		
0		26.55	19.89	17.11	22.91	20.9	18.5	26.29	22.02	18.83	1.4066	0.0012
3		28.01	22.99	17.61	27.51	23.3	18.3	32.56	23.53	20.09	1.31420	0.2377
6		33.87	24.09	20.13	31.20	28.2	23.1	35.16	28.22	23.83	1.8155	0.0188
12		41.69	38.47	36.55	44.12	40.36	36.52	47.10	40.03	35.43	1.6897	0.4912
24		71.22	64.49	62.29	71.95	65.2	61.5	72.98	66.64	63.28	0.4625	0.9950
48		78.69	72.08	71.91	79.51	80.8	72	80.87	74.45	73.78	2.7077	0.0461
72		78.42	74.48	72.24	79.73	77.9	74.8	82.82	75.95	75.71	1.2826	0.1516

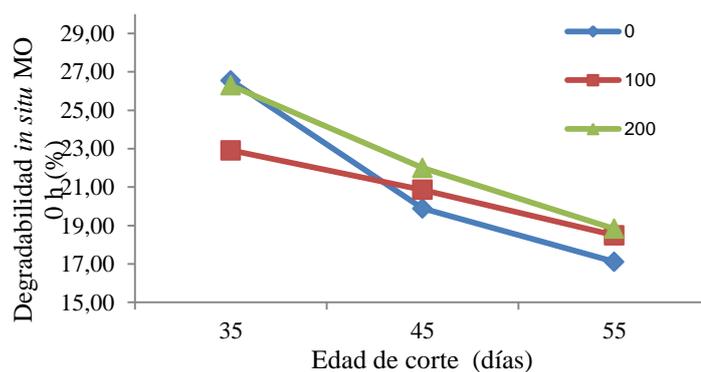


Figura 13. Efecto de la interacción edad por niveles de fertilización en la degradabilidad in situ de MO a las 0 horas (%)

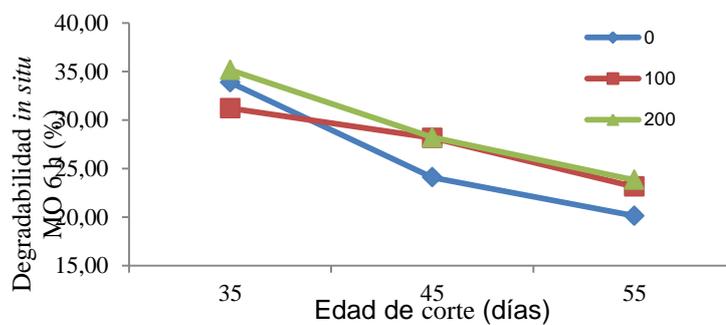


Figura 14. Efecto de la interacción edad por niveles de fertilización en la degradabilidad in situ de MO a las 6 horas (%)

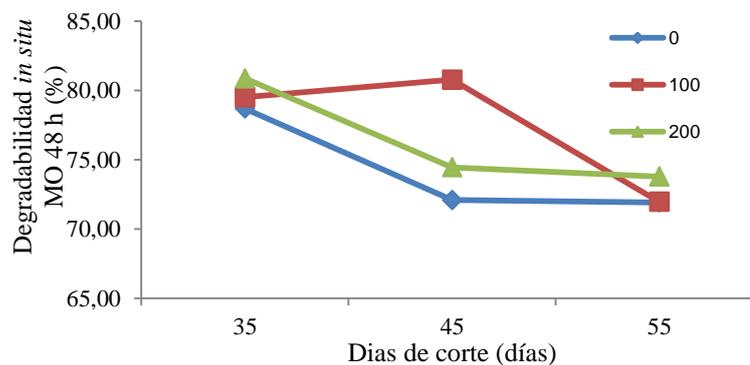


Figura 15. Efecto de la interacción edad por niveles de fertilización en la degradabilidad in situ de MO a las 48 horas (%).

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

Basados en los resultados experimentales se puede concluir:

- Que las variables del comportamiento agronómico del pasto *Setaria sphacelata* tuvo una mejor respuesta a los 55 días de edad.
- El efecto del nivel del fertilizante no provocó cambios en la mayoría de las variables del comportamiento agronómico del pasto *Setaria sphacelata*.
- Las variables de composición química del pasto *Setaria sphacelata* que fueron afectadas por la edad de cosecha, fue el contenido de materia orgánica y de fibra detergente ácida, exceptuándose las demás estudiadas.
- No hubo cambios de la variable de composición química del pasto *Setaria sphacelata* por efecto del nivel de fertilización.
- El efecto de la edad de cosecha y el nivel de fertilización del pasto *Setaria sphacelata* provocaron cambios en la degradabilidad de la materia seca y materia orgánica a las 72 horas de incubación, evidenciándose una mejor respuesta a la menor edad de cosecha y el mayor nivel de nitrógeno.

5.2 Recomendaciones

- Basados en los resultados experimentales se recomienda que en aspectos agronómicos se debe utilizar al pasto *Setaria sphacelata* a los 55 días de edad y sin niveles de fertilización toda vez que no se observó interacción entre estos factores.
- De igual manera en términos de composición química y en específico por el nivel de proteína la edad de uso del pasto *Setaria sphacelata* es a 55 días de cosecha sin ser necesario la aplicación de niveles de nitrógeno.
- Aunque se evidenció un mayor porcentaje de degradabilidad *in situ* de la materia seca y materia orgánica a los 35 días, la edad de cosecha recomendada por efecto de existir una mayor cantidad en Kg de forraje disponible y por lo tanto de nutrientes digestibles, es de 55 días ya que esto permitiría alimentar a un mayor número de animales por hectárea con forrajes de adecuada calidad.

VI. BIBLIOGRAFÍA

- Alvarez, S. (2003). Evaluación del incremento de peso de ganado de carne Bos indicus, en tres intervalos de pasto miel *Setaria spacelata* en Nanegalito Pichincha. En S. Alvarez. Pichincha: Tesis.
- Aragón, E. (enero de 2012). Que es alimento en producción animal. (G. Rivera, Entrevistador)
- Araujo Fobes, O., & Virgues López, J. (2007). Propiedades Físicas y Químicas del rumen. *XXX Reunión ALPA*, (pág. 1331). Cuzco-Perú.
- Avellaneda Cevallos, J. H., Cabezas Gerrero, F., Quintana Zamora, G., Luna Murillo, R., Montañez Valdez, O., Espinoza Guerra, I., . . . Romero Garaicoa, D. (2007). Comportamiento Agronómico y Composición Química de tres variedades de *Brachiaria* en diferentes edades de cosecha. *Ciencia y Tecnología*, 87-94.
- Barrón López, J. A., Velasquez G, M., Echeverría Rojas, M., & Basurco T, V. (2008). Obtenido de Efecto de la edad y época de corte sobre el rendimiento y valor nutritivo del pasto elefante morado (*Penisetum purpureum*, Schum.) en la Costa Central: <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/123456789/931>
- Bernal, J. (1994). Pastos y Forrajes Tropicales. En J. Bernal, *Pastos y Forrajes Tropicales* (págs. 9-27). Bogota: S/N.
- Borgues, J. A., Barrios, M., & Escalona, O. (2012). Efecto de la Fertilización orgánica e inorgánica sobre variables agroproductivas y composición química del pasto estrella (*Cinodon nlemfuensis*). *Zootencina Tropical*, 17-25.
- Borrajo, C., & Pizzio, R. (2006). *Manual de Producción y Utilización de Setaria*. Obtenido de www.produccion-animal.com.ar
- Borrajo, C., Bendersky, D., & Maidana, C. (2010). *Setaria sphacelata*: Curvas de crecimiento y fertilización. *INTA*.
- Cerdas, R., & Vallejos, E. (2013). Productividad del paston *Brachipara* (b. arreacta x b. mutica) con varias dosis de nitrógeno y frecuencia de corte en Guanacaste, Costa Rica. *Revista de Sedes Regionales* , 28-50.

- Colabelli, M., Agnusdei, M., Mazzanti, A., & Labreuveur, M. (1998). Proceso de crecimiento y desarrollo de gramíneas forrajeras como base para el manejo de la defoliación. *Boleton técnico*, 3-4.
- Cuenca Ludeña, L. A. (S/F de S/F de 2011). *Valor nutritivo y digestibilidad de dos gramíneas de clima templado o sierra: kikuyo (Penisetum clandestinum) y grama (Cynodon dactylon) a tres edades de cosecha*. Loja, Loja, Ecuador: Tesis de Grado.
- Cunningham, J., & Klein, G. (2009). *Fisología Veterinaria*. España: ELSEVIER SAUNDERS.
- Espinoza, G. G. (S/F de S/F de 2008). *Determinación de las Principales Malezas en Potreros y su relación con las prácticas de manejo realizadas en las ganaderías bovinas de la Provincia de Los Ríos*. Los Ríos, Ecuador: Tesis de grado.
- FAO. (1993). (*Food and Agriculture Organization*) *Manual de técnicas para laboratorio de nutrición de peces y crustáceos.*(Consultado 22 feb 2013). Obtenido de <http://www.fao.org/docrep/field/003/AB489S/AB489S00.htm>
- FAO. (2007). (*Food and Agriculture Organization*) *Seminario Taller sobre Control sanitario de la ganadería bovina en el Ecuador. Boletín informativo No. 11.* (Consultado el 20 de mayo del 2014). Obtenido de <http://www.fao.org.ec>.
- Fermamdez, J., Leonhardt, E., Llamas, J., Roig, C., & Bernardis, A. (11-13 de Junio de 2008). Efecto del nitrógeno sobre la producción materia seca de hoja y tallo en *Setaria sphacelata* cv. Narok. Facultad de Ciencias Agrarias, Corrientes – Argentina. *COMUNICACIONES CIENTIFICAS Y TECNOLOGICAS*, pág. 1.
- Fernandez, R. (2001). *Efecto de la fertilización nitrogenada invernal sobre la acumulación de forraje de un pastizal natural de la pampa deprimida, Argentina*, (Consultado el 3 de mayo del 2015). . Obtenido de <http://www.scielo.cl/scielo.php>
- Gerdes, L. (2000). Evaluación de las características nutritivas de las gramíneas *Brachiaria brizanta* cv. Marandú, *Setaria sphacelata* cv. Kazungula y *Panicum maximum* cv. Tanzania. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 955-963.

- Grijalva, J. (Enero de 2012). Toma y envío de muestra de forraje al laboratorio. (G. Rivera, Entrevistador)
- Heuzè, V., & Trang, G. (2015). *setaria gigante (Setaria sphacelata var. splendida)*. *Feedipedia, un programa por el INRA, el CIRAD, AFZ y la FAO*. (Consultado 29 de abril del 2015) . Obtenido de <http://www.feedipedia.org/node/380>.
- Hidalgo, L. G. (2009). *Morfología del desarrollo y crecimiento de pasturas (consultado 29 de abril del 2015)*. Obtenido de http://www.vet.unicen.edu.ar/html/Areas/Zootecnia/Documentos/2010/Morfologia2009_1revisado.pdf
- Homen, M., Entrena, I., Arriojas, L., & Ramia, M. (2010). Homen, M., EntBiomasa 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. *Zootecnia Tropical*, 255-265.
- INIAP. (1977). Estudio de la retención de nitrógeno y la producción de leche en animales que pastorean gramíneas- leguminosas y pastos fertilizados con nitrógeno. Quito.
- Jauregui, J. A. (2011). *Biblioteca digital dela Universidad Catòlica Argentina Evaluaciòn de la producciòn de bimasa de Setaria sphacelata (Schumach.) var: anceps (cv.Narok) en Cuenca del salado*. Obtenido de <http://bibliotecadigital.uca.eduar/repositorio/tesis/evaluacion-produccion-biomasa-setaria-ssphacelatapdf>.
- León, R. (2003). Pastos y Forrajes. En R. León, *Pastos y Forrajes* (págs. 72-76;167-168). Sangolquí.
- Marino, M., & Agnusdei, M. (2005). Balance de nutrientes en planteos ganaderos. Unidad Integrada Balcarce . *INTA*, 22.
- Mas, C. (2007). *Setaria sphacelata una gramínea a tener en cuenta*. Programa Nacional pasturas y forrajes. . *INIA*, 33-36.
- Mazzanti, A., Marino, M., Lattanzi, F., Echeverría, H., & Andrade, F. (1997). Efecto de la fertilización nitrogenada sobre el crecimiento y la calidad del forraje de avena y raigrás anual en el sud este Bonarense. Boletín Técnico N° 143. ISSN 0522-0548.SAG. *INTA*.

- Petruzzi, H. J., Pechín, C. A., Villa, E. G., Stritzler, N. P., & Ferri, C. M. (2005). *Evaluación de la Degradabilidad en rumen de avena fertilizada y sin fertilizar con nitrógeno,*(consultada 1 de mayo del 2015). Obtenido de <http://www.aapa.org.ar/congresos/2006/NaPdf/NA33.pdf>
- Petruzzi, H. J., Stritzler, N. P., Ferri, C. M., Pagella, J. H., & Rabotnikof, C. M. (2005). *Determinación de materia seca por métodos indirectos. Facultad Agronomía, Universidad Nacional de La Pampa Argentina.* Obtenido de http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pastoreo%20sistemas/43_uso_microondas_ms.pdf
- Pirela, M. F. (S/F). *Valor nutritivo de los pastos tropicales* (consultado 29 de abril del 2015). Obtenido de http://www.avpa.ula.ve/docuPDFs/libros_online/manual-ganaderia/seccion3/articulo6-s3.pdf
- Ramirez, J., Acosta, I., López, Y., & Lopéz, B. (2004). *Efecto de la edad de rebrote en el valor nutritivo de dos especies de pastos tropicales (King grass CT 115 y brachiaria decumbens)* (Consultado el 30 de abril del 2015) . Obtenido de <http://www.visionveterinaria.com>
- Ramirez, J., Herrera, R., Verdecia, D., & Alvarez, D. (2010). Rendimiento de Materia seca y calidad nutritiva del pasto Brachiaria brizantha x Brachiaria ruziziensis vc. Mulato en el valle del Cauto, Cuba. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 65-72.
- Relling, A. E., & Mateoli, G. (2003). *Fisiología digestiva y metabólica de los rumiantes. Facultad de Ciencias Veterinarias-UNLP.* (Consultado 2 de mayo del 2015). Obtenido de [http://ecaths1.s3.amazonaws.com/catbioquimicavet/fisio%20dig%](http://ecaths1.s3.amazonaws.com/catbioquimicavet/fisio%20dig%20)
- Romero, L. A., & Mattera, J. (2011). Romero, L.A., Mattera, J, (2011). Proteína bruta de forrajes megatermicos bajo distintas frecuencias de corte. *Revista Argentina de Producción Animal*, 562.
- Sánchez Gutierrez, A., & Faria Marmol, J. (2008). Efecto de la edad de la planta en el contenido de nutrientes y digestibilidad de Leucaena leucocephala. *Zootecnia Tropical*.

- Sánchez, J. I. (2011). Establecimiento de una pradera de *Setaria splendida* (*Setaria sphacelata*) para corte, en la finca PUNZARA de la Universidad Nacional de Loja” Tesis de grado previa a la obtención del título de Médico Veterinario Zootecnista”. Loja, Loja, Ecuador: Tesis de Grado.
- Sánchez, J. M. (2006). *Utilización Eficiente de las pasturas tropicales en la alimentación del ganado lechero*. Recuperado el 23 de marzo de 2013, de http://www.avpa.ula.ve/eventos/xi_seminario/Conferencias/Articulo-2.pdf
- Shimada Miyasaka, A. (2003). Morfofisiología digestiva del rumiante. En A. Shimada Miyasaka, *Nutrición Animal Parte I* (págs. 96-104). Mexico DF: Trillas.
- Slanac, A. L., Kucseva, C. D., Balbuena , O., & Rochinoti, D. (2011). *Evaluaron el efecto de Degradación ruminal en bovinos de la materia seca de Sorghastrum setosum a diferentes edades en época otoñal (consultado 29 de abril del 2015)*. . Obtenido de <http://ww.vet.unne.edu.ar/uploads/revistas/archivos/c6cf72187293fd9a61afe8f74c8dcf140472b3b.pdf>
- Soto, C., Valencia, A., Galvis , R., & Correa, H. (2005). Evaluaron el 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 Ciencia Pecuarias*.
- Tercer Censo Nacional Agropecuario* . (2002). Obtenido de <http://www.agroecuador.com/HTML/Censo/Censo.htm>
- Ureña, F. (S/F). *Análisis de alimentos. Producción animal y gestión de empresas Universidad de Córdoba. Foro en nutrición y alimentación animal. (Consultado 11 dic 2012)*. Obtenido de <Http://www.uco.es/zootecniaygestion/menu.php?tema=146>
- Vega Espinoza, M., Ramirez de la Ribera, J., Leonard Acosta, I., & Adria Igarza. (2006). Rendimiento, caracterización química y digestibilidad del pasto *Brachiaria decumbens* en las actuales condiciones edafoclimáticas del Valle del Cauto. . *Revista Electrónica de Veterinaria*, 1-6.

Villalobos Gonzales, C., Gonzáles Valenzuela, E., & Ortega Santos, J. (2000).
*Técnicas para estimar la degradación de proteínas y materia orgánica en el
rumen y su importancia en rumiantes en pastoreo. .*

ANEXOS

Anexo 1 Análisis de varianza del efecto de la edad y niveles de fertilización sobre la producción de Biomasa forrajera (Kg de N ha⁻¹) de *Setaria phacelata*.

Fuente	DF	Suma de Cuadrado de		F-Valor	Pr > F
		cuadrados	la media		
Modelo	8	3358560.519	419820.065	3.89	0.0079
Error	18	1942056.000	107892.000		
Total correcto	26	5300616.519			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	Media
0.633617	35.57143	328.4692	923.4074

Fuente	DF	Cuadrado de		F-Valor	Pr > F
		Tipo I SS	la media		
FactorA	2	2316069.407	1158034.704	10.73	0.0009
FactorB	2	626623.630	313311.815	2.90	0.0807
FactorA*FactorB	4	415867.481	103966.870	0.96	0.4513

Anexo 2. Análisis de varianza del efecto de la edad y niveles de fertilización sobre altura de la planta (cm) de *Setaria phacelata*.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	8	9285.40741	1160.67593	25.38	<.0001
Error	18	823.33333	45.74074		
Total correcto	26	10108.74074			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE
0.918552	10.48256	6.763190
		64.51852

Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
FactorA	2	8413.407407	4206.703704	91.97	<.0001
FactorB	2	723.851852	361.925926	7.91	0.0034
FactorA*FactorB	4	148.148148	37.037037	0.81	0.5351

Anexo 3. Análisis de varianza del efecto de la edad y niveles de fertilización sobre longitud de hoja (cm) de *Setaria phacelata*.

	Suma de		Cuadrado de			
Fuente	DF	cuadrados	la media	F-Valor	Pr > F	
Modelo	8	1015.629630	126.953704	11.31	<.0001	
Error	18	202.000000	11.222222			
Total correcto	26	1217.629630				

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	Media
0.834104	10.06105	3.349959	33.29630

	Cuadrado de				
Fuente	DF	Tipo I SS	la media	F-Valor	Pr > F
FactorA	2	922.7407407	461.3703704	41.11	<.0001
FactorB	2	64.5185185	32.2592593	2.87	0.0825
FactorA*FactorB	4	28.3703704	7.0925926	0.63	0.6461

Anexo 4. Análisis de varianza del efecto de la edad y niveles de fertilización sobre longitud de tallos (cm) de *Setaria phacelata*.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	8	1689.333333	211.166667	30.99	<.0001
Error	18	122.666667	6.814815		
Total correcto	26	1812.000000			

R-cuadrado Coef Var Raiz MSE Media

0.932303 13.73958 2.610520 19.00000

Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
FactorA	2	1533.555556	766.777778	112.52	<.0001
FactorB	2	88.222222	44.111111	6.47	0.0076
FactorA*FactorB	4	67.555556	16.888889	2.48	0.0809

Anexo 5. Análisis de varianza del efecto de la edad y niveles de fertilización número de hojas (N°) de *Setaria phacelata*.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	8	2910808.519	363851.065	4.59	0.0035
Error	18	1426098.667	79227.704		
Total correcto	26	4336907.185			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	Media
0.671172	33.88231	281.4742	830.7407

Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
FactorA	2	2211274.963	1105637.481	13.96	0.0002
FactorB	2	650576.074	325288.037	4.11	0.0340
FactorA*FactorB	4	48957.481	12239.370	0.15	0.9585

Anexo 6. Análisis de varianza del efecto de la edad y niveles de fertilización sobre número de tallos (N°) de *Setaria phacelata*.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	8	57540.96296	7192.62037	3.11	0.0216
Error	18	41577.33333	2309.85185		
Total correcto	26	99118.29630			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	Media
0.580528	28.50087	48.06092	168.6296

Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
FactorA	2	18763.18519	9381.59259	4.06	0.0350
FactorB	2	30926.51852	15463.25926	6.69	0.0067
FactorA*FactorB	4	7851.25926	1962.81481	0.85	0.5122

Anexo 7 Análisis de varianza del efecto de la edad y niveles de fertilización sobre relación hoja:tallo (g) de *Setaria phacelata*.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	8	0.39167407	0.04895926	1.07	0.4263
Error	18	0.82500000	0.04583333		
Total correcto	26	1.21667407			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	Media
0.321922	15.91507	0.214087	1.345185

Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
FactorA	2	0.18231852	0.9115926	1.99	0.1658
FactorB	2	0.02494074	0.01247037	0.27	0.7649
FactorA*FactorB	4	0.18441481	0.04610370	1.01	0.4303

Anexo 8 Análisis de varianza del efecto de la edad y niveles de fertilización sobre relación hoja:tallo (N°) de *Setaria phacelata*.

Suma de Cuadrado de					
Fuente	DF	cuadrados	la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	8	32.04074074	4.00509259	14.17	<.0001
Error	18	5.08666667	0.28259259		
Total correcto	26	37.12740741			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	Media
0.862994	10.95653	0.531594	4.851852

Cuadrado de					
Fuente	DF	Tipo I SS	la media	F-Valor	Pr > F
FactorA	2	30.04740741	15.02370370	53.16	<.0001
FactorB	2	0.08962963	0.04481481	0.16	0.8545
FactorA*FactorB	4	1.90370370	0.47592593	1.68	0.1974

Anexo 9. Análisis de varianza del efecto de la edad y niveles de fertilización sobre MS total ofrecida (%) de *Setaria phacelata*.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	8	8.07802963	1.00975370	1.47	0.2376
Error	18	12.40620000	0.68923333		
Total correcto	26	20.48422963			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	Media
0.394354	11.79883	0.830201	7.036296

Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
FactorA	2	1.36769630	0.68384815	0.99	0.3902
FactorB	2	2.61631852	1.30815926	1.90	0.1787
FactorA*FactorB	4	4.09401481	1.02350370	1.48	0.2483

Anexo 10. Análisis de varianza del efecto de la edad y niveles de fertilización sobre Materia Inorgánica (%) de *Setaria phacelata*.

Fuente	DF	Suma de Cuadrado de		F-Valor	Pr > F
		cuadrados	la media		
Modelo	8	25.65836296	3.20729537	3.02	0.0244
Error	18	19.09106667	1.06061481		
Total correcto	26	44.74942963			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	Media
0.573379	6.536191	1.029862	15.75630

Fuente	DF	Cuadrado de		F-Valor	Pr > F
		Tipo I SS	la media		
FactorA	2	10.67298519	5.33649259	5.03	0.0184
FactorB	2	2.15027407	1.07513704	1.01	0.3827
FactorA*FactorB	4	12.83510370	3.20877593	3.03	0.0451

Anexo 11. Análisis de varianza del efecto de la edad y niveles de fertilización sobre Materia Onorgánica (%) de Setaria phacelata.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	8	25.48014074	3.18501759	3.01	0.0249
Error	18	19.06326667	1.05907037		
Total correcto	26	44.54340741			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	Media
0.572029	1.221669	1.029111	84.23815

Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
FactorA	2	10.78909630	5.39454815	5.09	0.0177
FactorB	2	2.24805185	1.12402593	1.06	0.3667
FactorA*FactorB	4	12.44299259	3.11074815	2.94	0.0495

Anexo 12. Análisis de varianza del efecto de la edad y niveles de fertilización sobre Proteína (%) de Setaria phacelata.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	8	49.5320741	6.1915093	0.97	0.4917
Error	18	115.4276667	6.4126481		
Total correcto	26	164.9597407			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	Media
0.300268	19.73978	2.532321	12.82852

Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
FactorA	2	32.32791852	16.16395926	2.52	0.1084
FactorB	2	5.03311852	2.51655926	0.39	0.6810
FactorA*FactorB	4	12.17103704	3.04275926	0.47	0.7539

Anexo 13. Análisis de varianza del efecto de la edad y niveles de fertilización sobre FDN (%) de Setaria phacelata.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	8	106.7407407	13.3425926	0.27	0.9674
Error	18	886.0000000	49.2222222		
Total correcto	26	992.7407407			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	Media
0.107521	16.50070	7.015855	42.51852

Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
FactorA	2	95.62962963	47.81481481	0.97	0.3975
FactorB	2	3.85185185	1.92592593	0.04	0.9617
FactorA*FactorB	4	7.25925926	1.81481481	0.04	0.9972

Anexo 14. Análisis de varianza del efecto de la edad y niveles de fertilización sobre FDA (%) de *Setaria phacelata*.

	Suma de		Cuadrado de		
Fuente	DF	cuadrados	la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	8	1748.740741	218.592593	8.12	0.0001
Error	18	484.666667	26.925926		
Total correcto	26	2233.407407			

R-cuadrado **Coef Var** **Raiz MSE** **Media**
 0.782992 19.11372 5.189020 27.14815

	Cuadrado de				
Fuente	DF	Tipo I SS	la media	F-Valor	Pr > F
FactorA	2	1626.740741	813.370370	30.21	<.0001
FactorB	2	40.074074	20.037037	0.74	0.4892
FactorA*FactorB	4	81.925926	20.481481	0.76	0.5643

Anexo 15. Análisis de varianza de degradabilidad *in situ* de materia seca (%) a la 0 horas *Setaria phacelata*

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	10	161.0641259	16.1064126	23.31	<.0001
Error	16	11.0570370	0.6910648		
Total correcto	26	172.1211630			

R-cuadrado **Coef Var** **Raiz MSE** **Media**
 0.935760 2.643004 0.831303 31.45296

Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Repetecion	2	1.0000296	0.5000148	0.72	0.5002
FACTORA	2	145.0458963	72.5229481	104.94	<.0001
FACTORB	2	1.7624963	0.8812481	1.28	0.3063
FACTORA*FACTORB	4	13.2557037	3.3139259	4.80	0.0098

**Anexo 16. Análisis de varianza de la degradabilidad *in situ* de materia seca (%)
a la 3 horas *Setaria phacelata***

Suma de Cuadrado de					
Fuente	DF	cuadrados	la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	10	385.9428593	38.5942859	10.33	<.0001
Error	16	59.7811704	3.7363231		
Total correcto	26	445.7240296			

R-cuadrado Coef Var Raiz MSE Media					
Cuadrado de					
Fuente	DF	Tipo I SS	la media	F-Valor	Pr > F
Repetecion	2	2.3483630	1.1741815	0.31	0.7347
FACTORA	2	365.5192074	182.7596037	48.91	<.0001
FACTORB	2	11.7307185	5.8653593	1.57	0.2385
FACTORA*FACTORB	4	6.3445704	1.5861426	0.42	0.7887

**Anexo 17. Análisis de varianza de la degradabilidad *in situ* de materia seca (%)
a la 6 horas *Setaria phacelata***

Suma de Cuadrado de					
Fuente	DF	cuadrados	la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	10	516.8993926	51.6899393	44.13	<.0001
Error	16	18.7420148	1.1713759		
Total correcto	26	535.6414074			

R-cuadrado **Coef Var** **Raiz MSE** **Media**
 0.965010 2.932124 1.082301 36.91185

Cuadrado de					
Fuente	DF	Tipo I SS	la media	F-Valor	Pr > F
Repetecion	2	93.5513185	46.7756593	39.93	<.0001
FACTORA	2	372.9966519	186.4983259	159.21	<.0001
FACTORB	2	22.1385185	11.0692593	9.45	0.0020
FACTORA*FACTORB	4	28.2129037	7.0532259	6.02	0.0037

**Anexo 18. Análisis de varianza de la degradabilidad *in situ* de materia seca (%)
a la 12 horas *Setaria phacelata***

	Suma de		Cuadrado de		
Fuente	DF	cuadrados	la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	10	472.2928148	47.2292815	6.05	0.0008
Error	16	124.9790593	7.8111912		
Total correcto	26	597.2718741			

R-cuadrado **Coef Var** **Raiz MSE** **Media**
0.790750 5.839051 2.794851 47.86481

	Cuadrado de				
Fuente	DF	Tipo I SS	la media	F-Valor	Pr > F
Repetecion	2	228.9958741	114.4979370	14.66	0.0002
FACTORA	2	204.5365852	102.2682926	13.09	0.0004
FACTORB	2	16.1363630	8.0681815	1.03	0.3785
FACTORA*FACTORB	4	22.6239926	5.6559981	0.72	0.5882

**Anexo 19. Análisis de varianza de la degradabilidad in situ de materia seca (%)
a la 24 horas Setaria phacelata**

Suma de Cuadrado de					
Fuente	DF	cuadrados	la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	10	439.1559481	43.9155948	2.44	0.0543
Error	16	288.3386148	18.0211634		
Total correcto	26	727.4945630			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	Media
0.603655	6.032845	4.245134	70.36704

Cuadrado de					
Fuente	DF	Tipo I SS	la media	F-Valor	Pr > F
Repetecion	2	162.0819185	81.0409593	4.50	0.0282
FACTORA	2	170.2010074	85.1005037	4.72	0.0244
FACTORB	2	47.8382741	23.9191370	1.33	0.2929
FACTORA*FACTORB	4	59.0347481	14.7586870	0.82	0.5317

**Anexo 20. Análisis de varianza de la degradabilidad *in situ* de materia seca (%)
a la 48 horas *Setaria phacelata***

Fuente	Suma de Cuadrado de		la media	F-Valor	Pr > F
	DF	cuadrados			
Modelo	10	213.2511037	21.3251104	5.18	0.0019
Error	16	65.8918148	4.1182384		
Total correcto	26	279.1429185			

R-cuadrado **Coef Var** **Raiz MSE** **Media**
 0.763950 2.576049 2.029344 78.77741

Fuente	Cuadrado de		la media	F-Valor	Pr > F
	DF	Tipo I SS			
Repeteción	2	7.1399185	3.5699593	0.87	0.4391
FACTORA	2	147.2069407	73.6034704	17.87	<.0001
FACTORB	2	34.0573407	17.0286704	4.13	0.0357
FACTORA*FACTORB	4	24.8469037	6.2117259	1.51	0.2467

**Anexo 21. Análisis de varianza de la degradabilidad *in situ* de materia seca (%)
a la 72 horas de *Setaria phacelata***

Fuente	Suma de		Cuadrado de		
	DF	cuadrados	la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	10	191.5959704	19.1595970	6.83	0.0004
Error	16	44.8984815	2.8061551		
Total correcto	26	236.4944519			

R-cuadrado Coef Var Raiz MSE Media
0.810150 2.108551 1.675158 79.44593

Fuente	Cuadrado de				
	DF	Tipo I SS	la media	F-Valor	Pr > F
Repetecion	2	8.7873185	4.3936593	1.57	0.2393
FACTORA	2	130.9898296	65.4949148	23.34	<.0001
FACTORB	2	33.2924074	16.6462037	5.93	0.0118
FACTORA*FACTORB	4	18.5264148	4.6316037	1.65	0.2104

Anexo 22. Análisis de varianza de la degradabilidad *in situ* de materia orgánica (%) a la 0 horas de *Setaria phacelata*

	Suma de		Cuadrado de		
Fuente	DF	cuadrados	la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	10	289.2681259	28.9268126	37.41	<.0001
Error	16	12.3721926	0.7732620		
Total correcto	26	301.6403185			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	Media
0.958984	4.100965	0.879353	21.44259

	Cuadrado de				
Fuente	DF	Tipo I SS	la media	F-Valor	Pr > F
Repetecion	2	21.8628074	10.9314037	14.14	0.0003
FACTORA	2	230.8801185	115.4400593	149.29	<.0001
FACTORB	2	12.7837630	6.3918815	8.27	0.0034
FACTORA*FACTORB	4	23.7414370	5.9353593	7.68	0.0012

Anexo 23. Análisis de varianza de la degradabilidad *in situ* de materia orgánica (%) a las 3 horas de *Setaria phacelata*

Suma de Cuadrado de					
Fuente	DF	cuadrados	la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	10	636.6011481	63.6601148	18.94	<.0001
Error	16	53.7807037	3.3612940		
Total correcto	26	690.3818519			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	Media
0.922100	7.714936	1.833383	23.76407

Cuadrado de					
Fuente	DF	Tipo I SS	la media	F-Valor	Pr > F
Repetecion	2	61.1827630	30.5913815	9.10	0.0023
FACTORA	2	518.6520963	259.3260481	77.15	<.0001
FACTORB	2	36.0407185	18.0203593	5.36	0.0165
FACTORA*FACTORB	4	20.7255704	5.1813926	1.54	0.2377

Anexo 24. Análisis de varianza de la degradabilidad *in situ* de materia orgánica (%) a las 6 horas de *Setaria phacelata*

Fuente	Suma de Cuadrado de		F-Valor	Pr > F
	DF	cuadrados la media		
Modelo	10	874.6027037	87.4602704	<.0001
Error	16	39.1107481	2.4444218	
Total correcto	26	913.7134519		

R-cuadrado Coef Var Raiz MSE Media
 0.957196 5.677908 1.563465 27.53593

Fuente	Cuadrado de				Pr > F
	DF	Tipo I SS	la media	F-Valor	
Repetecion	2	238.0235185	119.0117593	48.69	<.0001
FACTORA	2	555.4541407	277.7270704	113.62	<.0001
FACTORB	2	41.5742296	20.7871148	8.50	0.0030
FACTORA*FACTORB	4	39.5508148	9.8877037	4.05	0.0188

Anexo 25. Análisis de varianza de la degradabilidad *in situ* de materia orgánica (%) a las 12 horas de *Setaria phacelata*

Suma de Cuadrado de					
Fuente	DF	cuadrados	la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	10	884.765704	88.476570	9.21	<.0001
Error	16	153.627304	9.601706		
Total correcto	26	1038.393007			
R-cuadrado Coef Var Raiz MSE Media					
	0.852053	7.740491	3.098662	40.03185	
Cuadrado de					
Fuente	DF	Tipo I SS	la media	F-Valor	Pr > F
Repetecion	2	531.6556963	265.8278481	27.69	<.0001
FACTORA	2	300.4334519	150.2167259	15.64	0.0002
FACTORB	2	18.4149852	9.2074926	0.96	0.4043
FACTORA*FACTORB	4	34.2615704	8.5653926	0.89	0.4912

Anexo 26. Análisis de varianza de la degradabilidad *in situ* de materia orgánica (%) a las 24 horas de *Setaria phacelata*

Suma de Cuadrado de					
Fuente	DF	cuadrados	la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	10	773.0495333	77.3049533	5.91	0.0009
Error	16	209.1661333	13.0728833		
Total correcto	26	982.2156667			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	Media
0.787047	5.427899	3.615644	66.61222

Cuadrado de					
Fuente	DF	Tipo I SS	la media	F-Valor	Pr > F
Repetecion	2	313.6974000	156.8487000	12.00	0.0007
FACTORA	2	442.4491556	221.2245778	16.92	0.0001
FACTORB	2	14.3362667	7.1681333	0.55	0.5884
FACTORA*FACTORB	4	2.5667111	0.6416778	0.05	0.9950

Anexo 27. Análisis de varianza de la degradabilidad *in situ* de materia orgánica (%) a las 48 horas de *Setaria phacelata*

Suma de Cuadrado de					
Fuente	DF	cuadrados	la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	10	568.6460370	56.8646037	7.99	0.0002
Error	16	113.9253926	7.1203370		
Total correcto	26	682.5714296			
R-cuadrado Coef Var Raiz MSE Media					
	0.833094	3.510756	2.668396	76.00630	
Cuadrado de					
Fuente	DF	Tipo I SS	la media	F-Valor	Pr > F
Repetecion	2	203.0628074	101.5314037	14.26	0.0003
FACTORA	2	230.0555630	115.0277815	16.15	0.0001
FACTORB	2	47.5463407	23.7731704	3.34	0.0614
FACTORA*FACTORB	4	87.9813259	21.9953315	3.09	0.0461

Anexo 28. Análisis de varianza de la degradabilidad *in situ* de materia orgánica (%) a las 72 horas de *Setaria phacelata*

Suma de Cuadrado de					
Fuente	DF	cuadrados	la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	10	312.7466593	31.2746659	12.34	<.0001
Error	16	40.5530148	2.5345634		
Total correcto	26	353.2996741			

R-cuadrado Coef Var Raiz MSE Media

0.885216 2.070122 1.592031 76.90519

Cuadrado de

Fuente	DF	Tipo I SS	la media	F-Valor	Pr > F
Repetecion	2	70.8109852	35.4054926	13.97	0.0003
FACTORA	2	173.8769407	86.9384704	34.30	<.0001
FACTORB	2	48.3186741	24.1593370	9.53	0.0019
FACTORA*FACTORB	4	19.7400593	4.9350148	1.95	0.1516

Anexo 29. Fotografías de Preparación del terreno y fertilización



Fotografía N° 1 Corte de igualación



Fotografía N° 2 Medición de las parcelas grandes y subparcelas



Fotografía N° 3. Establecimiento de número de parcelas, edades de corte y niveles de fertilización al azar



Fotografía N° 4. Identificación de parcelas, edades de corte y niveles de fertilización al azar



Fotografía N° 5. Pesaje de la urea para fertilizar de acuerdo a los cálculos correspondientes.



Fotografía N° 6. Fertilización del terreno

Anexo 30. Fotografías de Evaluación de comportamiento agronómico.

Fotografía N° 8. Medición de altura de la planta, determinación de hojas y tallos por planta.



Fotografía N° 9 Corte y recolección de la muestra



Fotografía N° 10. Peso de planta



Fotografía N° 11. Ubicación del pasto previamente deshidratado en la estufa



Fotografía N° 12. Pasto seco



Fotografías 13-14 Proceso de molido del pasto *Setaria spahacelata*.

Anexo 31. Fotografías de evaluación de materia seca de *Setaria spahacelata*



Fotografía N° 15. Peso de la muestra



Fotografía N° 16. Muestra en la estufa a 65°C por 48 horas para determinar MS

Anexo 32. Fotografías de evaluación de ceniza *Setaria spahacelata*



Fotografía N° 17. Determinación ceniza en horno Mufla

Anexo 33. Fotografías de evaluación de proteína de *Setaria spahacelata*

Fotografía N° 18. Peso de la muestra, tubos dogstores 300 mg



Fotografía N° 19. Digestor y bomba al vacío



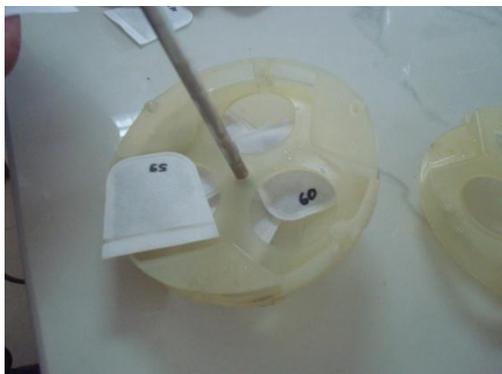
Fotografía N° 19. Destilación



Fotografía N° 19. Titulación



Anexo 34. Fotografías de análisis de FDN Y FDA de *Setaria spahacelata***Fotografía N° 19. Preparación de la solución****Fotografía N° 20. Medición de ph****Fotografía N° 21 y 22. Identificación y secado de la bolsa filtro****Fotografía N° 23 y 24. Peso de la muestra**



Fotografía N° 25 y 26 Análisis de Fibra en el analizador de fibra y lavado con acetona

Anexo 35. Fotografías de Evaluación de degradabilidad *in situ*



Fotografía N° 26 y 27 Identificación y secado de las bolsas



Fotografía N° 28 y 29 Peso de muestra, Sellado de las bolsas con ligas y colocación de hilo para colocar en el rumen.



Fotografía N° 30 Materiales para colocar en el rumen.



Fotografía N° 31. Toros Braman fistulados



Fotografía N° 32. Evacuación de contenido ruminal



Fotografía N° 33. Ubicación de bolsas en el rumen



Fotografía N° 34. Extracción de bolsas del rumen



Fotografía N° 35. Bolsas lavadas



Fotografía N° 36. Secado de bolsas al ambiente.