



# ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

## DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y LA AGRICULTURA

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA SANTO DOMINGO

TRABAJO DE TITULACIÓN, PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL  
TÍTULO DE INGENIERO AGROPECUARIO

TEMA: “EFECTO DE LA APLICACIÓN DE CUATRO DOSIS DE BIOL  
DE ESTIERCOL DE CERDO Y TRES EDADES DE CORTE SOBRE LA  
PRODUCCIÓN Y CALIDAD FORRAJERA DE LA ASOCIACIÓN

*Brachiaria brizantha - Pueraria phaseoloides”.*

AUTORES:

MALDONADO CEVALLOS JUAN CARLOS

RUÍZ CHÁVEZ ALBERTO JOSÉ

DIRECTOR: DR. GELACIO ANTONIO GÓMEZ MENDOZA Mg.

SANTO DOMINGO DE LOS TSÁCHILAS

2016

## CERTIFICACIÓN

Certifico que el trabajo de titulación, “**EFFECTO DE LA APLICACIÓN DE CUATRO DOSIS DE BIOL DE ESTIERCOL DE CERDO Y TRES EDADES DE CORTE SOBRE LA PRODUCCIÓN Y CALIDAD FORRAJERA DE LA ASOCIACIÓN *Brachiaria brizantha* - *Pueraria phaseoloides***” realizado por los señores **JUAN CARLOS MALDONADO CEVALLOS** y **ALBERTO JOSÉ RUÍZ CHÁVEZ**, ha sido revisado en su totalidad y analizado por el software anti-plagio, el mismo cumple con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE, por lo tanto me permito acreditarlo y autorizar a los señores **JUAN CARLOS MALDONADO CEVALLOS** y **ALBERTO JOSÉ RUÍZ CHÁVEZ** para que lo sustenten públicamente.

**Santo Domingo, 12 de febrero de 2016**



Gelacio Antonio Gómez Mendoza


**DIRECTOR**

## AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD

Yo, **JUAN CARLOS MALDONADO CEVALLOS**, con cédula de identidad N° 171877075-1 y **ALBERTO JOSÉ RUÍZ CHÁVEZ** con cédula de identidad N° 131328222-8, declaramos que este trabajo de titulación “**EFECTO DE LA APLICACIÓN DE CUATRO DOSIS DE BIOL DE ESTIERCOL DE CERDO Y TRES EDADES DE CORTE SOBRE LA PRODUCCIÓN Y CALIDAD FORRAJERA DE LA ASOCIACIÓN *Brachiaria brizantha* - *Pueraria phaseoloides***” ha sido desarrollado considerando los métodos de investigación existentes, así como también se ha respetado los derechos intelectuales de terceros considerándose en las citas bibliográficas.

Consecuentemente declaramos que este trabajo es de nuestra autoría, en virtud de ello nos declaro responsables del contenido, veracidad y alcance de la investigación mencionada.

Santo Domingo, 12 de febrero de 2016



JUAN CARLOS

MALDONADO CEVALLOS

C.C. 171877075-1



ALBERTO JOSÉ

RUÍZ CHÁVEZ

C.C. 131328222-8

## AUTORIZACIÓN

Yo, **JUAN CARLOS MALDONADO CEVALLOS** y **ALBERTO JOSÉ RUÍZ CHÁVEZ**, autorizamos a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar en la biblioteca Virtual de la institución el presente trabajo de titulación **“EFECTO DE LA APLICACIÓN DE CUATRO DOSIS DE BIOL DE ESTIERCOL DE CERDO Y TRES EDADES DE CORTE SOBRE LA PRODUCCIÓN Y CALIDAD FORRAJERA DE LA ASOCIACIÓN *Brachiaria brizantha* - *Pueraria phaseoloides*”** cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra autoría y responsabilidad.

Santo Domingo, 12 de febrero de 2016



JUAN CARLOS

MALDONADO CEVALLOS

C.C. 171877075-1



ALBERTO JOSÉ

RUÍZ CHÁVEZ

C.C. 131328222-8

## DEDICATORIA

Dedicamos este trabajo a Dios por darnos la vida y poder llegar hasta este eslabón y culminar ésta etapa llena de muchas experiencias gratas e inolvidables.

A nuestros padres, que han estado presentes en cada paso que hemos dado durante la etapa estudiantil, apoyándonos en aquellos momentos difíciles y alegrándose en aquellos momentos de gozo.

A nuestros hermanos que han sido parte de éste sueño, motivándonos a seguir adelante a pesar de las adversidades.

## AGRADECIMIENTO

A Dios por permitirnos llegar con vida a este día y poder cumplir un sueño tan anhelado,  
por darnos fortaleza en los momentos que más necesitamos.

A nuestros padres y hermanos por brindarnos su amor incondicional y la confianza que  
nos ha permitido ser una familia llena de alegría en todo momento.

A la Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE, en especial a su personal Docente,  
por los valiosos conocimientos impartidos, la amistad y respeto.

Al Dr. Gelacio Gómez por el apoyo brindado durante el desarrollo de la investigación.

A nuestros amigos Misael, Luis, Walter, Severo, Adrián que hicieron muy amena y  
divertida la travesía en esta etapa de la vida, gracias por su amistad.

## INDICE DE CONTENIDO

## Contenido

I.	INTRODUCCIÓN.....	1
II.	REVISIÓN DE LITERATURA .....	4
2.1.	GENERALIDADES DE LA <i>Brachiaria brizantha</i> .....	4
2.2.	GENERALIDADES DE LA <i>Pueraria phaseoloides</i> .....	7
2.3.	ASOCIACIONES FORRAJERAS.....	9
2.4.	ESTABILIDAD Y SOSTENIBILIDAD DE LAS PASTURAS .....	11
2.5.	BIOL.....	12
III.	MATERIALES Y MÉTODOS .....	15
3.1.	UBICACIÓN DEL ÁREA DE INVESTIGACIÓN.....	15
3.1.1.	Ubicación Política.....	15
3.1.2.	Ubicación Geográfica.....	15
3.1.3.	Ubicación Ecológica .....	16
3.2.	MATERIALES.....	17
3.3.	MÉTODOS.....	18
3.3.1.	Diseño Experimental.....	18
3.3.2.	Análisis Estadístico .....	23
3.3.3.	Análisis Económico .....	24
3.3.4.	Determinación de Materia Verde .....	25
3.3.5.	Determinación de Materia Seca .....	25
3.3.6.	Determinación de la Composición Bromatológica .....	25
3.3.7.	Determinación de Composición Botánica.....	26
3.3.8.	Métodos Específicos de Manejo del Experimento.....	26

IV. RESULTADOS.....	30
4.1. PRODUCCIÓN DE MATERIA VERDE, MATERIA SECA Y COMPOSICIÓN BOTÁNICA EN EL PRIMER Y SEGUNDO PERÍODO DE CORTE.....	30
4.1.1. Materia verde, t ha <sup>-1</sup> .....	31
4.1.2. Materia seca, t ha <sup>-1</sup> .....	36
4.1.3. Composición botánica.....	39
4.2. ANÁLISIS BROMATOLÓGICO.....	41
4.2.1. Proteína .....	42
4.2.2. Grasa .....	43
4.2.3. Cenizas .....	44
4.2.4. Fibra .....	45
4.3. CARGA ANIMAL.....	45
4.4. ANÁLISIS DE COSTOS .....	46
V. DISCUSIONES .....	48
5.1. PRODUCCIÓN DE MATERIA VERDE, t ha <sup>-1</sup> .....	48
5.2. PRODUCCIÓN DE MATERIA SECA, t ha <sup>-1</sup> .....	48
5.3. COMPOSICIÓN BOTÁNICA.....	49
5.4. PROTEÍNA, % .....	49
5.5. GRASA, % .....	50
5.6. CENIZAS, % .....	51
5.7. FIBRA, % .....	51
VI. CONCLUSIONES .....	52
VII. RECOMENDACIONES .....	54
VIII. BIBLIOGRAFÍA.....	55



## INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Factores a probar.....	18
Cuadro 2. Descripción de los tratamientos en estudio.....	19
Cuadro 3. Representación del ADEVA.....	23
Cuadro 4. Dosis de biol aplicado por unidad experimental.....	29
Cuadro 5. Resumen del análisis de varianza para la producción de materia verde, materia seca y composición botánica en el primer y segundo período de corte .....	30
Cuadro 6. Resumen del análisis de varianza para proteína, grasa, cenizas y fibra en el segundo período de corte.....	41
Cuadro 7. Cálculo de la capacidad de carga.....	45
Cuadro 8. Costo de cada tratamiento en usd. Tomando en cuenta los factores utilizados .....	46
Cuadro 9. Determinación del costo en función del rendimiento por ha .....	47

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Croquis representativo de la zona en estudio.....	16
Figura 2.	Croquis de la distribución de los tratamientos y repeticiones .....	22
Figura 3.	Prueba de significancia (tukey 5%) para el factor edad sobre la producción de materia verde, en el primer período de corte.....	32
Figura 4.	Prueba de significancia (tukey 5%) para el factor dosis de biol sobre la producción de materia verde, en el segundo período de corte. ....	33
Figura 5.	Prueba de significancia (tukey 5%) para el factor edad sobre la producción de materia verde, en el segundo período de corte. ....	34
Figura 6.	Correlación entre los tratamientos y la producción de materia verde, a los 40 días al corte.....	35
Figura 7.	Prueba de significancia (tukey 5%) para el factor edad sobre la producción de materia seca, en el primer período de corte.....	37
Figura 8.	Prueba de significancia (tukey 5%) para el factor dosis de biol sobre la producción de materia seca, en el segundo período de corte. ....	38
Figura 9.	Prueba de significancia (tukey 5%) para el factor edad sobre la producción de materia seca, en el segundo período de corte. ....	39
Figura 10.	Prueba de significancia (tukey 5%) de la composición botánica, en el segundo período de corte.....	40
Figura 11.	Prueba de significancia (tukey 5%) para el factor edad sobre la proteína, en el segundo período de corte.....	42
Figura 12.	Prueba de significancia (tukey 5%) para el factor edad sobre la grasa, en el segundo período de corte.....	43
Figura 13.	Prueba de significancia (tukey 5%) para el factor edad sobre la cenizas, en el segundo período de corte.....	44

## RESÚMEN

La investigación fue llevada a cabo en el Cantón Santo Domingo, Parroquia Luz de América, Finca Elvia Calderón la cual se encuentra a 350 msnm, con una precipitación anual de 2900,8 mm y una temperatura de 24,4<sup>0</sup> C. Fue de tipo bifactorial, con dosis de biol de 0, 20, 40 y 60 litros de biol por hectárea y edades de corte de 20, 30 y 40 días, dando un total de 12 tratamientos, bajo un diseño completamente al azar con 3 repeticiones. Realizada entre los meses de julio a octubre del 2015. El estudio se efectuó en una asociación de 9 meses de establecida y se utilizó biol de estiércol de cerdo de elaboración propia. Los objetivos fueron determinar la dosis de biol y la edad de corte que de mejor resultado en cantidad y calidad. Se analizó dos períodos de corté en los cuáles se determinó la producción de materia verde, materia seca, composición botánica y composición bromatológica. Los resultados demostraron que la dosis de 60 l/ha de biol con un tiempo de descanso de 40 días, produce 10,62 t ha<sup>-1</sup> de materia verde y un porcentaje de 12,38 % de proteína, expresando la mejor cantidad y calidad de la asociación forrajera, la mayor concentración de grasa de 1,74 % se obtuvo a los 40 días, el mayor contenido de cenizas de 15,06 % se obtuvo a los 30 días, el contenido de fibra no presentó diferencias y se registró en un rango de entre 23,49 y 39,63 %.

### **PALABRAS CLAVE**

- **MATERIA VERDE**
- **MATERIA SECA**
- **COMPOSICIÓN BROMATOLÓGICA**
- **ASOCIACIÓN FORRAJERA**

## SUMMARY

This investigation was carried at Cantón Santo Domingo, Parroquia Luz América, property Elvia Calderón, is located at 350 msnm, with an annual precipitation of 2900,8 mm and temperature of 24,4<sup>0</sup>. It was implemented two study factors: biol dosage of 0, 20, 40 and 60 l/ha, cut time of 20, 30 and 40 days, total treatments 12. It was realized upon a completely randomized design with 3 repetitions, 36 experimental units in total. It was realized from July to October in 2015, in dry time. This study was made in a grass association *Brachiaria brizantha* - *Pueraria phaseoloides* at 9 months of established. The objectives were to determinate fresh and dry grass production, to determinate bromatological composition, to determinate the dosage of biol and cut time that let obtain the best quantity and quality. It was analyzed two periods of cut to determinate the variables. The results shown that to use 60 l/ha of biol with cut time of 40 days, there was a production of 10,62 t ha<sup>-1</sup> fresh grass with 12,38 % of protein, expressing the best quantity and quality of grass association, the higher concentration of fat is 1,74 % that was obtained at 40 days, the higher concentration of ash is 15,06 % that was obtained at 30 days, while that fiber concentration did not show differences and it was between 23,49 and 39,63 %.

## KEYWORDS

- **FRESH GRASS**
- **DRY GRASS**
- **BROMATOLOGICAL COMPOSITION**
- **GRASS ASOCIATION**

**“EFECTO DE LA APLICACIÓN DE CUATRO DOSIS DE BIOL DE ESTIERCOL DE CERDO Y TRES EDADES DE CORTE SOBRE LA PRODUCCIÓN Y CALIDAD FORRAJERA DE LA ASOCIACIÓN *Brachiaria brizantha* - *Pueraria phaseoloides*”.**

## **I. INTRODUCCIÓN**

Santo Domingo de los Tsáchilas cuenta con 301 967 hectáreas de tierra utilizada, lo cual equivale al 16 % del total de la región cuatro y el 2 % del total del país. Existe un predominio de pastos cultivados que representan el 51 % de la superficie provincial utilizada, las zonas pobladas de pastizales dejan ver la aptitud ganadera. En la producción pecuaria, predomina la ganadería bovina de doble propósito, cuya raza con mayor presencia es la mestiza sin registro, ya que de acuerdo al III Censo Agropecuario, existen 71 232 bovinos repartidos en 2 312 UPA (MCPEC, 2011).

La ganadería es generadora de una gran cantidad de residuos orgánicos y estos son contaminantes si no se los trata adecuadamente, por tanto esta investigación contribuirá al proyecto “Generación de capacidades para el aprovechamiento energético de residuos en sistemas agrícolas y pecuarios, enfocado en la mitigación del cambio climático”, ya que se usará el estiércol para la preparación de biol, el cual es uno de los factores de estudio en la investigación (Ministerio del Ambiente, 2014).

Montesinos (2013), menciona que aplicar biol en la fertilización de pastizales ocasiona un efecto positivo en el desarrollo vegetal, ya que presentan mayor crecimiento y rendimiento a medida que se aumenta la concentración del producto hasta cierto punto. En tanto que Cordero (2010), menciona que la aplicación de biol artesanal hecho por los agricultores es una alternativa viable, ya que estimula y mejora el rendimiento de la producción, además de ser una opción amigable con el ambiente que permite manejar los desechos de forma adecuada.

El alcance del estudio abarca a productores ganaderos ya sean estos pequeños, medianos o grandes. Es de carácter práctico, busca determinar la dosis correcta de biol y la edad de corte apropiada, en la cual la asociación forrajera posea la mayor producción primaria y mayor calidad nutritiva, situación que al lograrse puede contribuir al mejoramiento de la productividad ganadera tanto en carne como en leche.

La presente investigación fue llevada a cabo en el Cantón Santo Domingo, Parroquia Luz de América, Finca Elvia Calderón la cual se encuentra a 350 msnm, con una precipitación anual de 2900,8 mm y una temperatura de 24,4<sup>0</sup> C. Fue de tipo bifactorial, con 4 dosis de biol y 3 edades de corte, dando un total de 12 tratamientos, conducida bajo un diseño completamente al azar con 3 repeticiones por cada tratamiento dando un total de 36 unidades experimentales. Se realizó entre los meses de julio a octubre del 2015, en época seca.

Se evaluó la aplicación de cuatro dosis de biol y tres edades de corte sobre la producción y calidad forrajera de la asociación *Brachiaria brizantha* - *Pueraria phaseoloides*.

Los objetivos específicos fueron

- Determinar la producción de materia verde y seca de la asociación forrajera.
- Determinar la composición bromatológica de la asociación forrajera.
- Determinar la dosis de biol que de mejor resultado en cantidad y calidad de la asociación forrajera.
- Determinar la edad de corte que de mejor resultado en cantidad y calidad de la asociación forrajera.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. GENERALIDADES DE LA *Brachiaria brizantha*.

*Brachiaria brizantha* es una gramínea perenne originaria de África tropical, de introducción a la Amazonía ecuatoriana. De crecimiento erecto y suberecto, produce buena cantidad de raíces profundas de color blanco amarillento y de consistencia blanda (INIAP, 1997).

Los nudos de los tallos son prominentes, glabros y poco radicantes cuando están en contacto con el suelo. Las hojas son glabras o pilosas, linear lanceoladas de 15 a 40 cm de longitud y de 6 a 15 mm de ancho. Su altura va de 1 a 1,5 m presenta rizomas cortos de 30 a 40 mm de largo, cubiertos de escamas de color amarillo brillante. La inflorescencia está formada de 3 a 4 racimos de 5 a 10 cm de largo (INIAP, 1997).

Producción de forraje, el rendimiento de materia seca está determinado, entre otros factores por la edad de rebrote. Así a las tres semanas se registran promedios de producción de 19 710 kg de ms/ha/año, en cambio a las 12 semanas se han registrado 28 941 kg/ms/ha/año. Se debe destacar que la máxima producción de forraje no coincide con el mayor valor nutritivo registrado, hecho que reviste de importancia para determinar el mejor momento de aprovechamiento por el animal (Costa, 2014).



El valor nutritivo de la *Brachiaria brizantha* se considera bueno, siendo apetecido por el ganado bovino y ovino; por otro lado, es de mejor calidad si se compara con otras especies de *Brachiaria* adaptadas a la zona. En cuanto a los valores de los elementos nutritivos son muy variables. La proteína bruta (PB) se encuentran valores de entre el 12 y 18 % al comienzo del rebrote, dependiendo de la edad de corte y las características del sitio (INIAP, 1997).

Según mencionan León, Pabón y Carulla (2011), el contenido de ácidos grasos en los forrajes es importante para la calidad de los productos derivados de los rumiantes. Sin embargo, se desconocen los efectos de las prácticas agronómicas y los factores ambientales relacionados sobre la variación en la concentración y composición de ácidos grasos.

Si bien es una especie que puede soportar manejos a cargas continuas, por el tipo de arquitectura de planta, con los puntos de crecimiento por encima del nivel del suelo, los mejores resultados en producción de forraje y persistencia se logran con pastoreos rotativos. El tiempo de descanso entre pastoreo debe ser de 42 días, pudiendo acortarse dicho período a 30 días bajo condiciones favorables. En el caso de utilizarse en forma intensiva es conveniente dividir el área a pastorear y rotar entre ellos cada semana (Costa, 2014).

Según Pérego (1999), cuando se trabaja a altas cargas animales y rotaciones intensivas es imprescindible la aplicación de nitrógeno en forma fraccionada para permitir un mejor rebrote, más forraje y mejorar el valor nutritivo del mismo. Bajo un sistema de pastoreo alterno o rotacional, la carga animal que puede soportar esta especie es de 2 a 3 animales/ha/año, con ganancias de peso vivo que oscilan entre 400 a 600 g/animal/día.

El pastoreo puede efectuarse hasta una altura de 20 a 30 cm, con el objeto de hacer un mejor aprovechamiento del forraje producido y mantener una buena cobertura y productividad de la pradera (León, 2003).

La respuesta del pastizal a defoliaciones frecuentes e intensas es una reducción en la producción de materia seca, producto de la movilización de los carbohidratos de las raíces al vástago, reduciendo el agua y nutrientes disponibles, y con ello comprometiendo el rebrote, se ha recomendado considerar los parámetros de reserva de las distintas especies forrajeras, para elaborar normas de manejo más eficiente que aumenten la vida de las pasturas (León, 2003).

Según Canchila, Soca, Ojeda y Machado. (2009), mencionan que los contenidos de materia seca oscilan en un rango de 23,4 a 25,7%, con los valores más bajos para *B. ruziziensis* CIAT-26180 y *B. brizantha* CIAT-16212, y los más altos para *B. brizantha*

CIAT-16467y CIAT-16488. La proteína fluctua entre 5,8 y 7,5%, con los resultados más bajos en *B. humidicola* CIAT-26159. De manera general los mayores contenidos de proteína correspondieron a las accesiones de *B. brizantha*, especialmente a CIAT-6387 y CIAT-26124. La ceniza presentó porcentajes entre 5,5 y 9,0%; a *B. humidicola* CIAT-26427 le correspondieron los menores valores y los mayores a *B. híbrido* CIAT-1873. En el caso de la grasa los valores oscilaron entre 1,1 y 2,1% (Canchila *et al.*, 2009).

## **2.2. GENERALIDADES DE LA *Pueraria phaseoloides***

Es una leguminosa tropical herbácea permanente, vigorosa, voluble y trepadora de raíces profundas. Echa raíces en los nudos formando ramas laterales o secundarias que se entretajan en una masa de vegetación de 75 cm de alto después de 9 meses de la siembra, sofocando y eliminando a las malezas (Gómez, 2013).

Se propaga naturalmente por rizomas colonizando extensas zonas aptas con suficientes precipitaciones. Tiene alta capacidad de fijar nitrógeno atmosférico al suelo e incorporarlo, sea como abono verde o por la caída de sus hojas. Se estima un aporte de 600 Kg. de Nitrógeno por hectárea al año, mejorando el rendimiento y consumo de las gramíneas asociadas y su contenido de proteína (Gómez, 2013).

Se adapta a diferentes tipos de suelo, desde arenosos hasta arcillosos no compactos con PH de 4 a 6. No tolera la salinidad. Está notablemente exenta de plagas y enfermedades y libre de principios tóxicos. Se le considera una excelente forrajera para los trópicos húmedos, especialmente como alimento remanente para la estación seca. Su aceptación por el ganado es buena para vacunos y rumiantes menores, (Gómez, 2013).

En el Valle del Cauca, en buenas condiciones de manejo y fertilización, con 200 kg/ha de fósforo, se han obtenido 2 ton/ha por corte y 5 cortes al año, o sea 10 ton/ha de forraje seco al año, lo cual equivale a 50 ton/ha de forraje verde aproximadamente (Bernal, 2003).

Puede ser establecido sólo o asociado con gramíneas como *Panicum spp.*, *Brachiaria spp.* y *Pennisetum purpureum*, al incluirlo en la pradera proporciona a los animales una dieta mejor balanceada desde el punto de vista de energía y proteína, lo cual permite una disminución en el uso de concentrados o suplementos proteicos. El alto contenido de minerales como calcio fósforo y elementos menores, hace que los animales que lo consumen ganen más peso, presenten menos problemas reproductivos y requieran menos sales mineralizadas para la óptima producción de carne o leche (Bernal, 2003).

### 2.3. ASOCIACIONES FORRAJERAS

Según Colovos (1970), la formulación de asociaciones forrajeras, constituye una de las técnicas importantes, no solo desde el punto de vista teórico, sino fundamentalmente desde el punto de vista de los productores, por la importancia económica que reviste.

En una asociación de pastos con leguminosas, es ideal mantener una pradera con 75% de gramíneas y 25% de leguminosas a fin de asegurar un buen balance nutritivo (INIAP, 1997).

El asociar dos o más especies desde el punto de vista de la Sociología Vegetal determina una “interacción” muy importante entre ellas, la cual se ve modificada por la presencia del animal, las condiciones ambientales y el suelo en particular. Si esa interacción es positiva y conducida técnicamente por el hombre, éste sacará provecho de su empresa, y la pastura se mantendrá durante un lapso interesante y el suelo se irá mejorando poco a poco (Colovos, 1970).

Según Gómez (2015), cuando se analiza la interacción, entre alturas de residuos y edades de corte, la mayor producción de forraje verde se obtiene con 10 cm de altura de corte y una edad de 40 días, registrando un valor de 20,46 t/ha/corte. Por otra parte, a

los 20 cm de altura de residuo y 40 días de descanso, la producción de forraje verde, es de 7,1 t/ha/corte.

La mayor producción de materia seca se reporta a los 40 días de corte y una altura de residuo de 10 cm, su contenido decrece a los 20 cm de residuo y se mantiene constante a los 30 cm de residuo. Por otro lado, la menor producción a 10 cm de altura de residuo se observa a los 20 días de corte. Se establece la relación de que a mayor edad y menor altura de residuo, hay una mayor producción de materia seca. Además menciona que a una altura de residuo de 20 cm y con un período de descanso de 40 días obtuvo una producción de 1,64 t ha<sup>-1</sup>. Encontró diferencias en la producción forrajera al analizar independientemente las diferentes edades de corte, donde, la producción lograda a los 40 días con 11,90 t/ha/corte, superó a las demás producciones de 20 y 30 días Gómez (2015).

Según Colovos (1970), las ventajas que ofrecen las asociaciones forrajeras son:

- Lograr altos rendimientos
- Tener menor variabilidad entre los rendimientos estacionales
- Una mejor distribución de la producción durante el periodo de crecimiento
- Un mejoramiento de la relación nutritiva
- Fracción proteica / Fracción no proteica
- Una superioridad del rendimiento del Cultivo asociado / Cultivo susceptible a plagas y enfermedades

- Mayor seguridad en la oferta mensual de forraje
- Mejor control natural de malezas

#### **2.4. ESTABILIDAD Y SOSTENIBILIDAD DE LAS PASTURAS**

Según ANALAC (2007), una pastura estable y sostenible es aquella que es capaz de mantener su capacidad productiva a lo largo del tiempo. Su producción debe ser rentable y su explotación no debe causar efectos dañinos al medio ambiente, por el contrario debe conservar e incluso mejorar los recursos naturales ya existentes. El componente más importante de la sostenibilidad de la productividad de una pastura es el mantenimiento de las características físicas y químicas del suelo. Por tanto en pasturas sostenibles es necesario retornar al suelo los nutrientes removidos por la extracción del animal. Mediante la incorporación de nitrógeno por parte de las leguminosas al sistema suelo planta y al incorporar materia orgánica de alto valor biológico para restaurar e incrementar la actividad microbiológica y biológica del suelo. Por esto, las leguminosas están siendo reconocidas como uno de los componentes más importantes de la sostenibilidad de los sistemas agropecuarios.

En una investigación realizada en “Producción y calidad forrajera de pasto saboya (*Panicum máximum Jacq*) a diferentes edades y alturas de corte” el mayor rendimiento de materia seca se obtuvo a 20 cm de Altura de residuo x 60 días de Descanso, obteniendo una media de 7,29 t ha<sup>-1</sup>, luego con una media de 6,63 t ha<sup>-1</sup> del

tratamiento de 40 cm de Altura de corte x 60 días de Descanso. Los menores rendimientos de Materia seca son los tratamientos de 20 cm de Altura de residuo x 20 días de Descanso  $1,44 \text{ t ha}^{-1}$  y el de 40 cm de Altura de residuo x 20 días de Descanso  $1,38 \text{ t ha}^{-1}$  (Peñaherrera, 2015).

Según Peñaherrera, (2015), el mayor contenido de proteína se registra a 20 cm de altura de residuo x 20 días de descanso con una media de 12,90% , El menor contenido de Proteína tiene las interacciones 40 cm de altura de residuo x 40 y 50 días de descanso con media de 7,49% y 7,50% respectivamente.

## **2.5. BIOL**

Se considera de fundamental importancia, obtener fuentes alternativas en la nutrición y estimulación de los pastos para potenciar su desarrollo, las cuales resultan más económicas que las fertilizaciones químicas y más amigables con la naturaleza. Estas prácticas benefician a las ganaderías y granjas del país, mediante la reutilización de los subproductos obtenidos de las cosechas y de la ganadería a los cuales generalmente se los desecha causando contaminación y degradación del ambiente (Kolmans, 1995).



Se busca nuevos productos en la agricultura, que sean totalmente naturales, privilegiando al suelo de tal manera que se mantenga o aumente su fertilidad natural y permita fortalecer el complejo biológico, siendo una de las formas el uso de abonos líquidos. En toda actividad agropecuaria se produce una cantidad considerable de desechos orgánicos, que al no ser manejados planificadamente, contaminan el ambiente alterando el ecosistema y el nivel de vida de la población. Para mejorar esta situación, se prevé la aplicación de nuevas tecnologías que permitan el tratamiento y procesamiento de los desechos orgánicos convirtiéndolos en excelentes productos que servirán para renovar y conservar los suelos, mejorar la productividad de los cultivos y la calidad ambiental (León, 2003).

La literatura citada a continuación acerca del biol, es tomada de (Suquilanda 2006).

El biol es una fuente de fitorreguladores, que se obtienen como producto del proceso de descomposición anaeróbica de los desechos orgánicos. Menciona que el biol es una fuente orgánica de fitorreguladores a diferencia de los nutrientes, en pequeñas cantidades es capaz de promover actividades fisiológicas y estimular el desarrollo de las plantas.

Para conseguir un buen funcionamiento del digestor, debe cuidarse la calidad de la materia prima o biomasa, la temperatura de la digestión (25-35 °C), la acidez (pH) alrededor de 7,0 y las condiciones anaeróbicas del digestor que se da cuando este es

herméticamente cerrado. El tiempo que permanece la biomasa en el digestor está entre 38 a 90 días, considerando que en la costa el tiempo es menor que en la sierra.

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. UBICACIÓN DEL ÁREA DE INVESTIGACIÓN**

##### **3.1.1. Ubicación Política**

Provincia: Santo Domingo de los Tsáchilas.

Cantón: Santo Domingo.

Parroquia: Luz de América.

Finca: “Elvia Calderon”

Ubicación: Km 17 Vía Santo Domingo- Quevedo

##### **3.1.2. Ubicación Geográfica**

Latitud: 00° 21' 19"

Longitud: 79° 17' 54"

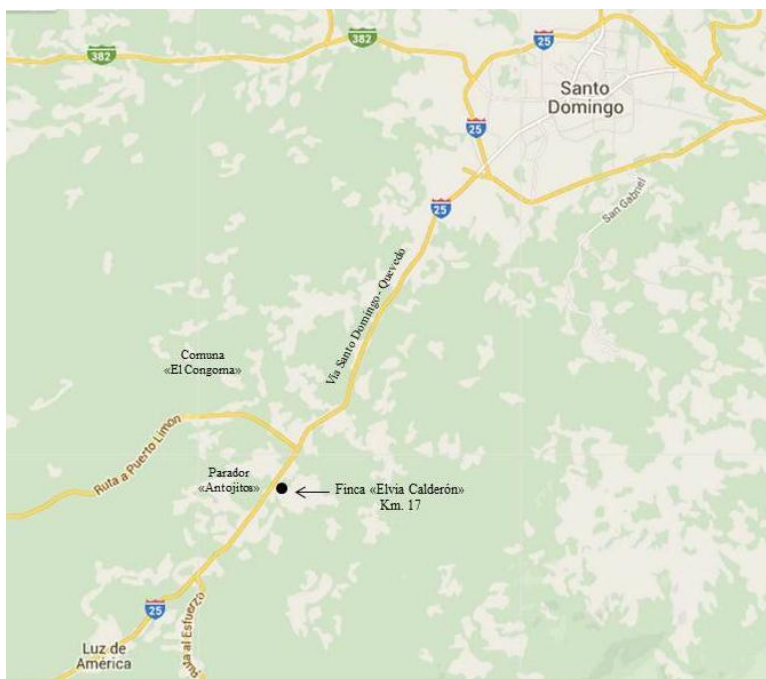


Figura 1. Croquis representativo de la zona en estudio.

### 3.1.3. Ubicación Ecológica

Zona de vida: Bosque Húmedo Tropical (BHT)

Altitud: 350 msnm

Temperatura media: 24,4 °C

Precipitación anual: 2900,8 mm

Humedad relativa: 89 %

Suelos: franco arenoso

### 3.2. MATERIALES

- ✓ Fundas de papel
- ✓ Overol
- ✓ Balanza digital
- ✓ Flexómetro
- ✓ Cuadrante
- ✓ Estufa
- ✓ Bomba de mochila
- ✓ Tanques de 60 l
- ✓ Biol
- ✓ Vaso de medida
- ✓ Jeringa de 25 ml

### 3.3. MÉTODOS

#### 3.3.1. Diseño Experimental

##### 3.3.1.1. Factores a probar

- Los factores que se probaron en la investigación son las dosis de biol y edades de corte los mismos que se presentan en el cuadro 1.

Cuadro 1. Factores a probar

Factores	Niveles
Dosis de biol (d)	d1: 0 l ha <sup>-1</sup> de biol
	d2: 20 l ha <sup>-1</sup> de biol
	d3: 40 l ha <sup>-1</sup> de biol
	d4: 60 l ha <sup>-1</sup> de biol
Edad de corte (e)	e 1: 20 días
	e 2: 30 días
	e 3: 40 días

### 3.3.1.2. Tratamientos a comparar

Por la combinación de los factores evaluados se generan los siguientes tratamientos, detallados en el cuadro 2.

Cuadro 2. Descripción de los tratamientos en estudio.

# Tto	Código	Descripción
1	d1 e1	0 litros de biol y 20 días al corte
2	d1e2	0 litros de biol y 30 días al corte
3	d1e3	0 litros de biol y 40 días al corte
4	d2e1	20 litros de biol y 20 días al corte
5	d2e2	20 litros de biol y 30 días al corte
6	d2e3	20 litros de biol y 40 días al corte
7	d3e1	40 litros de biol y 20 días al corte
8	d3e2	40 litros de biol y 30 días al corte
9	d3e3	40 litros de biol y 40 días al corte
10	d4e1	60 litros de biol y 20 días al corte
11	d4e2	60 litros de biol y 30 días al corte
12	d4e3	60 litros de biol y 40 días al corte

### 3.3.1.3. Tipo de diseño

La investigación se llevó a cabo aplicando un esquema bifactorial conducido bajo un diseño completamente al azar (DCA), con tres observaciones por tratamiento y cuyo modelo matemático es:

$$Y_{ijk} = u + A_i + B_j + A_i B_j + E_{ijk}$$

Dónde:

$Y_{ijk}$  = Variable dependiente

$u$  = Media global de los tratamientos

$A_i$  = Factor A

$B_j$  = Factor B

$A_i B_j$  = Interacción A\*B

$E_{ijk}$  = Error experimental



**3.3.1.4. Características de las unidades experimentales**

Número de unidades experimentales:	36
Área de las unidades experimentales:	16 m <sup>2</sup>
Largo:	4 m
Ancho:	4 m
Distancia entre calles:	1 m
Forma de la UE:	cuadrada
Área total del ensayo:	1131 m <sup>2</sup>
Largo:	29 m
Ancho:	29 m
Forma del ensayo:	cuadrada

### 3.3.1.5. Croquis del diseño

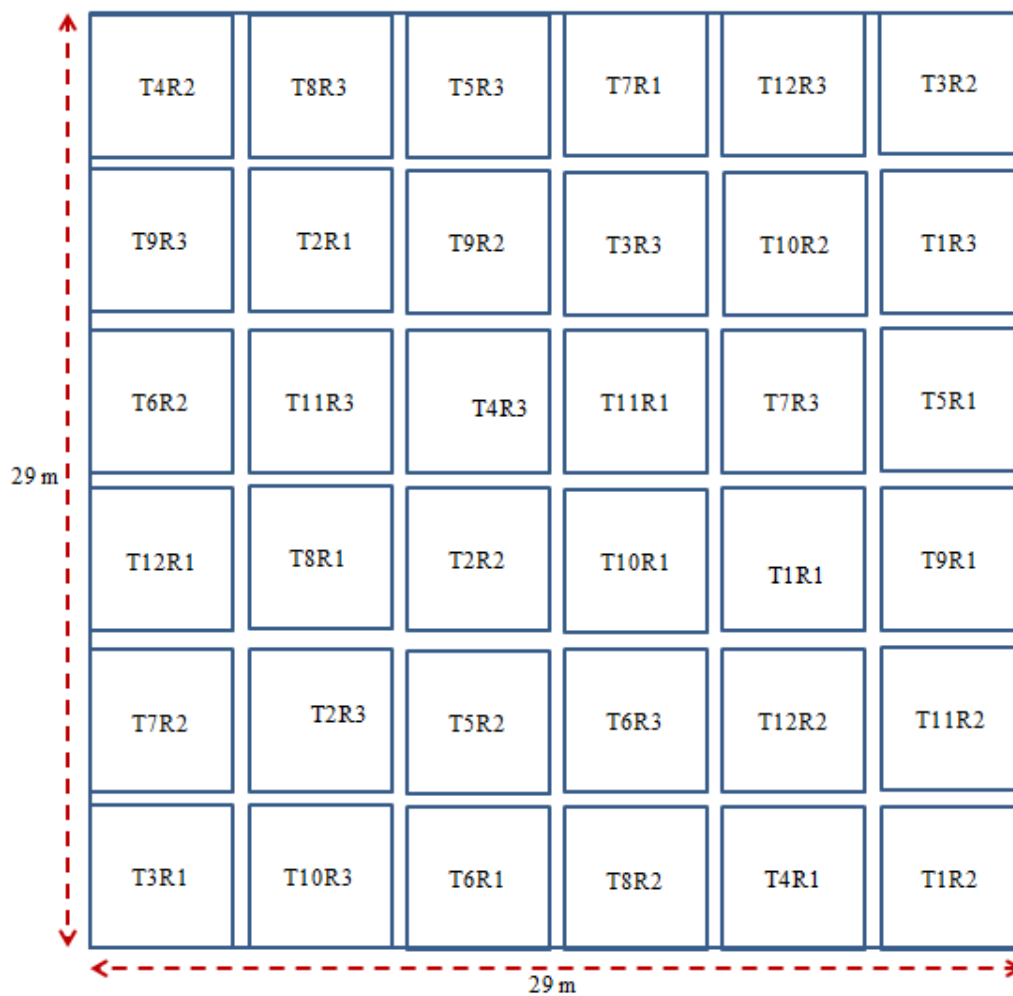


Figura 2. Croquis de la distribución de los tratamientos y repeticiones

### 3.3.2. Análisis Estadístico

#### 3.3.2.1. Esquema de análisis de varianza

Cuadro 3. Representación del ADEVA

Fuentes de variación	Grados de libertad
Dosis de biol (A)	3
Edades de corte (E)	2
A*E	6
Error experimental	24
<b>Total</b>	<b>35</b>

#### 3.3.2.2. Coeficiente de variación

Para calcular el coeficiente de variación se utilizará la siguiente fórmula:

Dónde:

$$CV = \frac{\sqrt{CMe}}{\bar{X}} \times 100$$

CV= Coeficiente de variación

CMe= Cuadrado medio del error

$\bar{X}$  = Media general del experimento

### **3.3.2.3. Análisis funcional**

Para el análisis de los resultados de los tratamientos se aplicó la prueba de significancia de Tukey al 5 %.

### **3.3.2.4. Regresiones y correlaciones**

Se realizó un análisis de regresión lineal simple, entre la producción de materia verde con la dosis de biol y edad de corte respectivamente, para determinar si existe correlación que permita lograr la mayor cantidad y calidad de pasto.

### **3.3.3. Análisis Económico**

El análisis económico basado en la teoría de Pierrín, mediante la aplicación del método de presupuestos parciales (Reyes, 2001). Para el cual se realizó los siguientes pasos.

- Determinar los costos por cada tratamiento, dentro de esto detallar los costos fijos, costos variables y al final los costos totales.
- Determinar los rendimientos/ha de pasto
- Comparar los resultados y determinar el tratamiento económicamente más eficiente y viable.

### **3.3.4. Determinación de Materia Verde**

Se tomó las muestras de cada una de las unidades experimentales, con un cuadro metálico de 1m<sup>2</sup> lanzado al azar, luego se procedió a cortar el pasto dentro del cuadro metálico a una altura de 20 cm del suelo, con una balanza digital se registró el peso por unidad experimental en g/m<sup>2</sup> el cual es expresado en kg/ha para el análisis de los resultados (León, 2003).

### **3.3.5. Determinación de Materia Seca**

Se tomó una muestra de 250g del pasto previamente cortado, se colocó en una funda de papel claramente identificada, dichas muestras fueron llevadas a laboratorio para colocarlas en la estufa a una temperatura de 60° C por 48 horas, posteriormente por diferencia de peso se estableció la cantidad de materia seca por tratamiento (Toledo, 1982).

### **3.3.6. Determinación de la Composición Bromatológica**

Se tomó una muestra de 250g del pasto previamente cortado, se colocó en una funda de papel claramente identificada, cada muestra de pasto se colocó en una funda plástica la cual se humedeció para preservar las características del pasto siguiendo las recomendaciones del laboratorio de Agrocalidad.

El laboratorio de Agrocalidad en Quito, determinó los siguientes parámetros: proteína, grasa, cenizas y fibra. Cabe destacar que el análisis bromatológico se realizó en el segundo corte.

### **3.3.7. Determinación de Composición Botánica**

Se colocó en una funda de papel una muestra de cada unidad experimental, luego se llevó al laboratorio, donde se separó por grupos la asociación forrajera y malezas, se registró su peso para luego expresarlo en porcentaje y determinar la composición botánica (León, 2003).

### **3.3.8. Métodos Específicos de Manejo del Experimento**

La investigación se realizó en una asociación forrajera de aproximadamente 9 meses de establecimiento, donde la gramínea fue sembrada al voleo y la leguminosa a distancia de 2\*2 metros. Una vez ubicado el campo experimental se realizó un control de malezas, para luego proceder con el corte de igualación a una altura de 20 cm, a continuación se delimitaron las unidades experimentales y se procedió a aplicar los diferentes tratamientos.

Para tener referencia del contenido nutricional del suelo se tomaron los datos de la investigación “Efecto de tres alturas y edades de corte de una mezcla forrajera (*Brachiaria brizantha* - *Pueraria phasioloides*) en la parroquia Luz de América,

provincia de Santo Domingo de los Tsachilas” establecida junto al terreno que se usó para esta investigación (Palacios, 2015)

### **3.3.5.1. Preparación del biol**

El biol utilizado en las aplicaciones foliares fue elaborado por el equipo de investigación en las instalaciones de la Universidad, en el área de producción de abonos orgánicos, siguiendo la metodología recomendada por INIAP (2001).

1. Recoger el estiércol procurando no mezclarlo con tierra
2. Poner el estiércol porcino ocupando la cuarta parte del tanque.
3. Agregar el 5 % del contenido total en leguminosas picadas, en este caso se usó *Gliricidia sepium* (mata ratón).
4. Agregar agua hasta completar el tanque, dejando un espacio entre el agua y el filo del tanque.
5. En la tapa del tanque hacer un agujero de manera que entre una manguera.
6. Tapar herméticamente el tanque y colocar la manguera de tal forma que el extremo que va al tanque quede en el espacio vacío y el otro extremo en una botella transparente con agua, para permitir que salgan los gases que se producen al momento de la fermentación.
7. Una vez finalizado el proceso de fermentación, sacar el biol del tanque y cernirlo con una tela evitando que pasen restos gruesos que taponen las boquillas.

8. De esta manera el biol está listo para ser utilizado.

Una vez obtenido el biol, se envió una muestra para el análisis de elementos tales como: N, P, K, Ca, Mg, S, Cu, B, Fe, Zn, Mn, la muestra fue enviada a la estación INIAP Santa Catalina, Quito Provincia de Pichincha.

La aplicación del biol se realizará al siguiente día luego de cada corte, y en las concentraciones respectivas para cada tratamiento.

#### **3.3.5.2. Aplicación del biol**

Para la aplicación del biol se realizó una calibración de la bomba, en la que se determinó la cantidad de solución que se ocupa por cada unidad experimental de  $16 \text{ m}^2$ , para ello se utilizó una bomba de mochila con la cual se realizó dos aplicaciones con agua pura, con un volumen inicial conocido y al final de la aplicación se midió el agua restante y por diferencia obtener el volumen aplicado. Este procedimiento se realizó dos veces para sacar un promedio, así;

Primera aplicación 850 cc, segunda aplicación 650 cc.

Promedio de aplicación 750 cc.

Luego de esto se realizó el cálculo correspondiente para determinar la cantidad de biol a emplearse por cada tratamiento, así:



Cuadro 4. Dosis de biol aplicado por unidad experimental

Tratamiento	1ra aplicación	2da aplicación	Total
1	0 cc	0 cc	0 cc
2	0 cc	0 cc	0 cc
3	0 cc	0 cc	0 cc
4	32 cc	32 cc	64 cc
5	32 cc	32 cc	64 cc
6	32 cc	32 cc	64 cc
7	64 cc	64 cc	128 cc
8	64 cc	64 cc	128 cc
9	64 cc	64 cc	128 cc
10	128 cc	128 cc	256 cc
11	128 cc	128 cc	256 cc
12	128 cc	128 cc	256 cc

#### IV. RESULTADOS

##### 4.1. PRODUCCIÓN DE MATERIA VERDE, MATERIA SECA Y COMPOSICIÓN BOTÁNICA EN EL PRIMER Y SEGUNDO PERÍODO DE CORTE

Cuadro 5. Resumen del análisis de varianza para la producción de materia verde, materia seca y composición botánica en el primer y segundo período de corte

FV	GL	Cuadrados Medios					
		Materia verde		Materia seca		Composición botánica	
		Período 1	Período 2	Período 1	Período 2	Período 1	Período 2
Dosis		1,32 ns	6,73 *	0,03 ns	0,52 *	2,02 ns	34,46 ns
Edad		50,47 *	102,05 **	3,18 **	6,29 **	94,33 ns	184,53 **
Dosis*Edad	11	1,95 ns	1,93 ns	0,2 ns	0,08 ns	27,58 ns	57,73 *
Error	24	2,18	1,93	0,21	0,15	29,52	19,55
Total	35						
CV		25,67	23,91	30,5	25,06	75,9	53,76

En el cuadro 5 se muestra un resumen del Análisis de Varianza, para las variables estudiadas, en el cual se puede ver la diferencia estadística existente entre los tratamientos y el coeficiente de variación.

#### **4.1.1. Materia verde, t ha<sup>-1</sup>**

En el cuadro 1 se puede apreciar que para la variable producción de materia verde, no hay una diferencia significativa en cuanto al factor edad con un p valor de 0,619, la edad si presenta una diferencia significativa con un p valor de  $< 0,0001$ , sin embargo la interacción de los dos factores no presenta diferencias significativas entre los tratamientos, para el primer período de corte.

En el segundo período de corte, se puede apreciar que la dosis presenta una diferencia significativa entre los tratamientos con un p valor de 0,0312, la edad presenta una diferencia altamente significativa entre los tratamientos con un p valor de  $< 0,0001$ , sin embargo la interacción de los dos factores no presenta diferencia significativa entre los tratamientos.

El coeficiente de variación fue de 25,67 y 23,91 para el primer y segundo período de corte respectivamente, estos valores son aceptables ya que se trata de una investigación de campo, lo cual concuerda con Bautista (1998), que menciona que este tipo de investigaciones varían entre 15 y 25 % el coeficiente de variación.

A continuación se presenta la prueba de tukey al 5%, para la variable producción forrajera en los dos períodos de corte

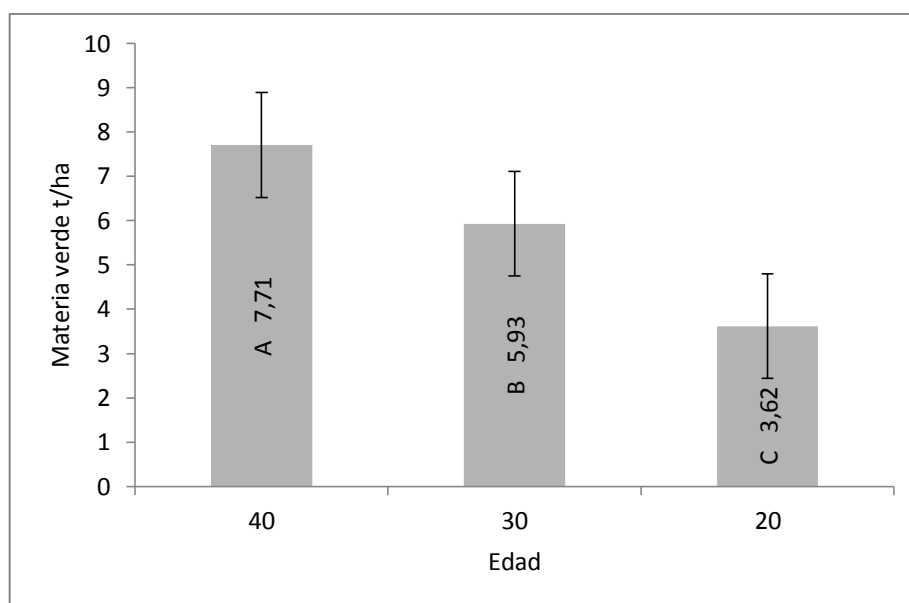


Figura 3. Prueba de significancia (tukey 5%) para el factor edad sobre la producción de materia verde, en el primer período de corte.

En la figura 3 se observa que la prueba de tukey al 5 % arroja tres rangos de significación, en el rango A a los 40 días se presenta la mejor producción con una media de 7,71 t ha<sup>1</sup>, en el rango B a los 30 días se obtiene una producción media con 5,93 t ha<sup>1</sup>, y en el rango C la producción más baja se obtuvo a los 20 días con una producción de 3,62 t ha<sup>1</sup>.

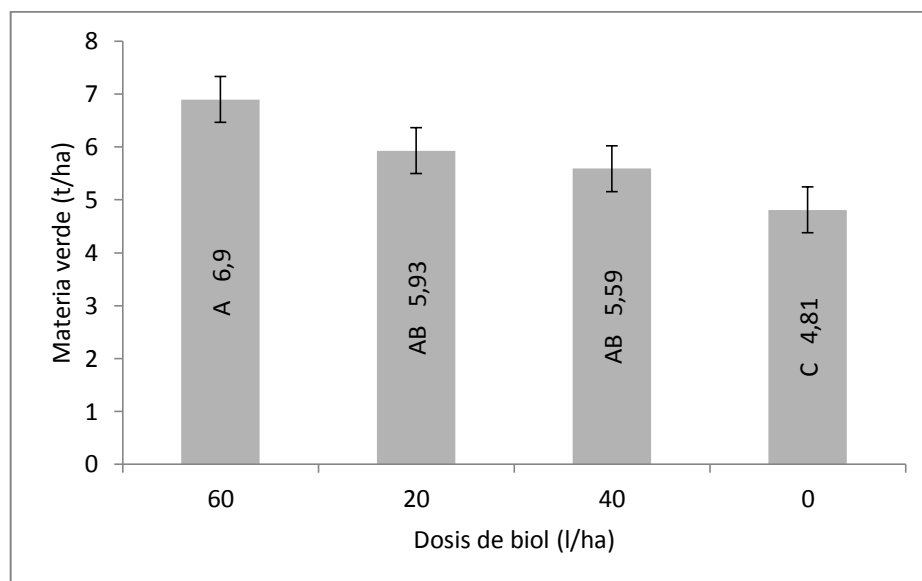


Figura 4. Prueba de significancia (tukey 5%) para el factor dosis de biol sobre la producción de materia verde, en el segundo período de corte.

En la figura 4, la prueba de tukey nos muestra tres rangos de significación, el rango A alcanzó la mejor producción de  $6,9 \text{ t ha}^{-1}$  con la dosis de 60 l/ha, el rango AB presenta una producción de  $5,93$  y  $5,59 \text{ t ha}^{-1}$  con la aplicación de 20 y 40 l/ha de biol respectivamente, por ultimo el rango C presentó la menor producción de  $4,81 \text{ t ha}^{-1}$  con la dosis de 0 l/ha.

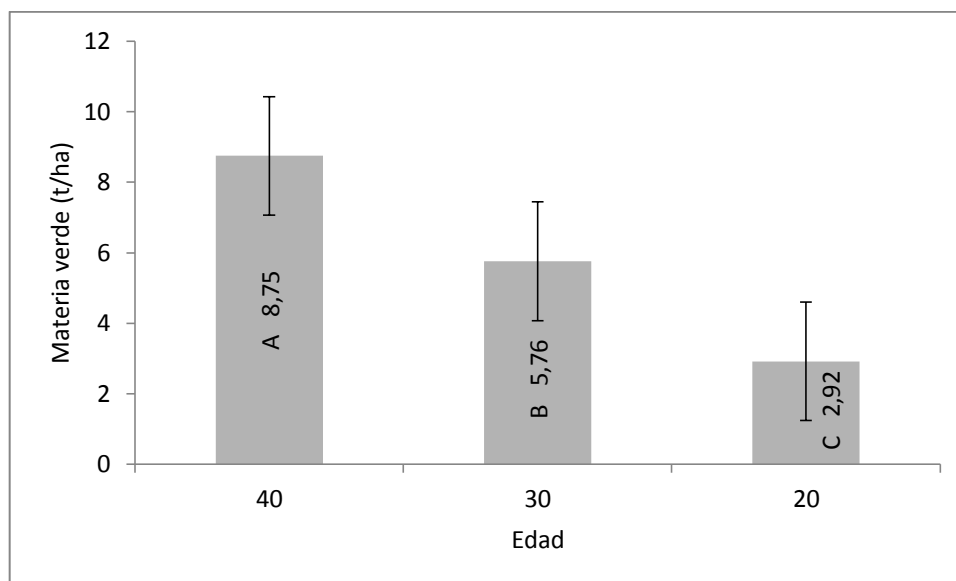


Figura 5. Prueba de significancia (tukey 5%) para el factor edad sobre la producción de materia verde, en el segundo período de corte.

En la figura 5, la prueba de tukey muestra tres rangos de significación, el rango A presenta la mejor producción con  $8,75 \text{ t ha}^{-1}$ , el rango B presenta una producción de  $5,76 \text{ t ha}^{-1}$  por último el rango C con una producción de  $2,92 \text{ t ha}^{-1}$ .

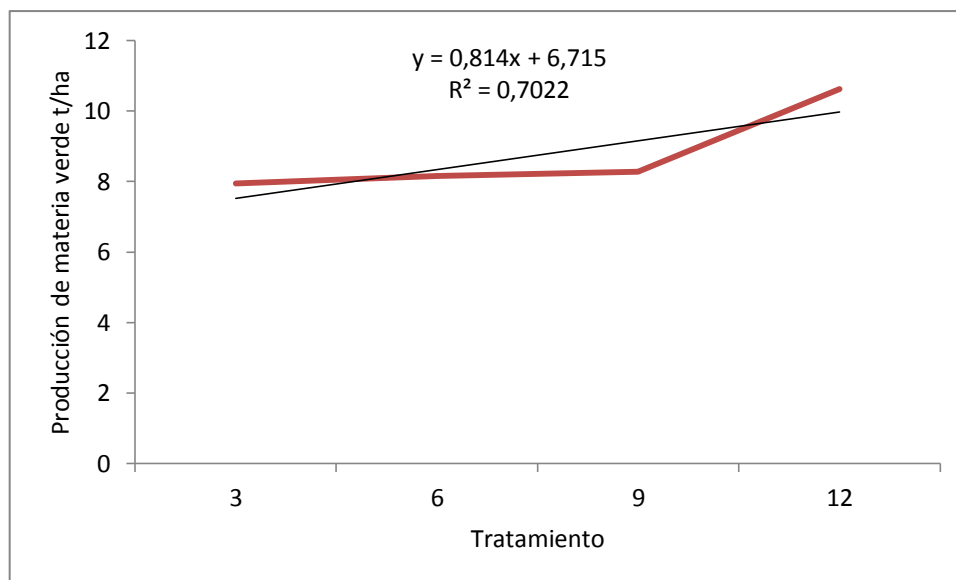


Figura 6. Correlación entre los tratamientos y la producción de materia verde, a los 40 días al corte

En la figura 6 se puede apreciar que existe una correlación positiva entre los tratamientos y la producción de materia verde, es decir que a mayor dosis de biol y mayor edad de corte la producción se ve incrementada. Según el  $r^2$  nos dice que la producción de materia verde se ve influenciada en un 70,22 % por la acción de los tratamientos y el porcentaje restante se deberá a otros factores.

#### 4.1.2. Materia seca, t ha<sup>-1</sup>

En el cuadro 1 se puede apreciar que para la variable materia seca, no hay una diferencia significativa en cuanto al factor dosis con un p valor de 0,9231, la edad si presenta una diferencia altamente significativa con un p valor de  $< 0,0001$ , sin embargo la interacción de los dos factores no presenta diferencias significativas entre los tratamientos, para el primer período de corte.

Para el segundo periodo de corte, la dosis presenta diferencias significativas entre los tratamientos con un p valor de 0,0289, la edad presenta diferencias altamente significativas con un p valor de  $< 0,0001$ , pero se puede apreciar que la interacción de los factores no presentan diferencias significativas entre los tratamientos para el segundo periodo de corte.

Los coeficientes de variación son de 30,5 y 25,06 para el primer y segundo periodo de corte respectivamente, se puede mencionar que el coeficiente de variación en el primer periodo está un poco alto pero en el segundo período el coeficiente se normaliza y se encuentra en un rango aceptable.



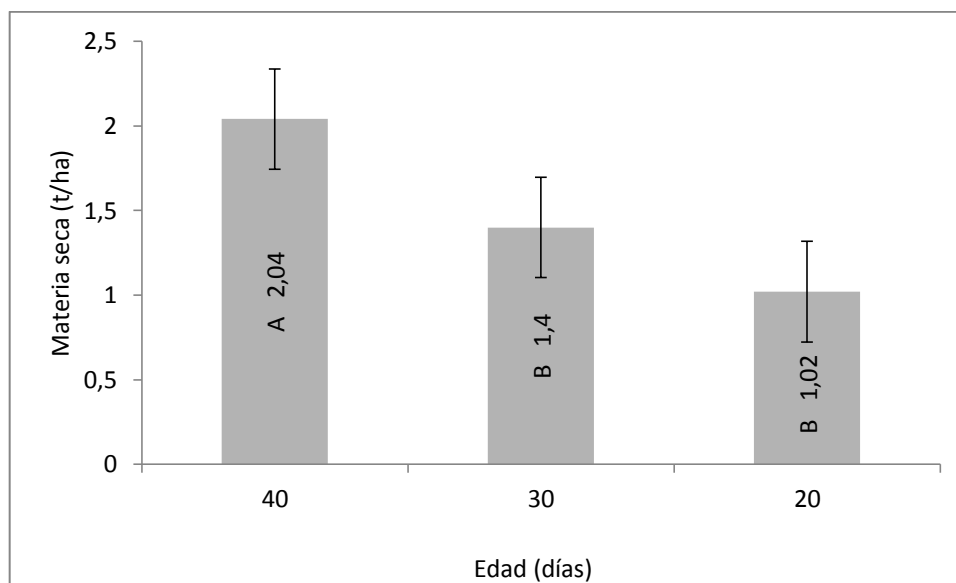


Figura 7. Prueba de significancia (tukey 5%) para el factor edad sobre la producción de materia seca, en el primer período de corte.

En la figura 7, la prueba de tukey muestra dos rangos de significación. El rango A con la mejor producción de materia seca de  $2,04 \text{ t ha}^{-1}$  a los 40 días de descanso, y el rango B con producciones de  $1,4$  y  $1,02 \text{ t ha}^{-1}$  a los 30 y 20 días de descanso respectivamente.

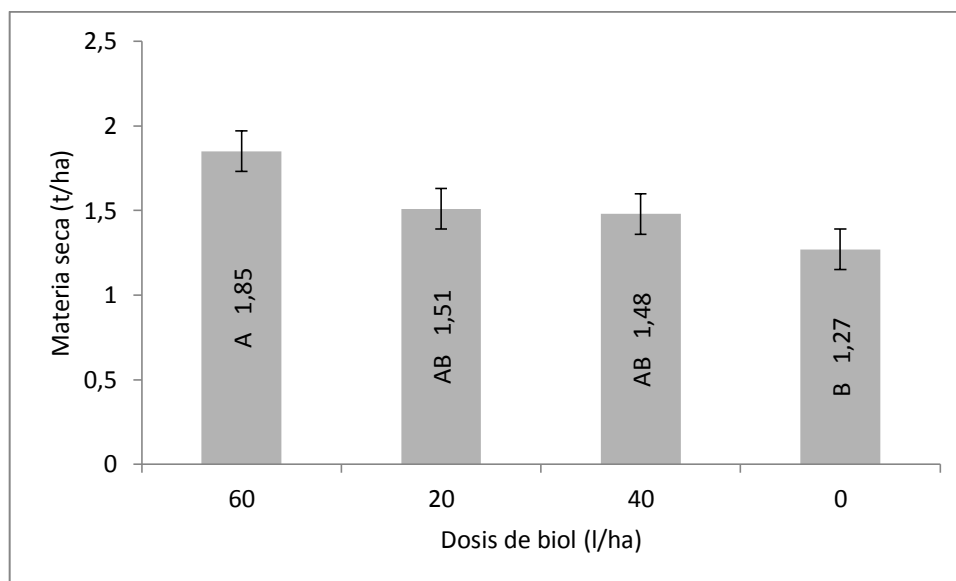


Figura 8. Prueba de significancia (tukey 5%) para el factor dosis de biol sobre la producción de materia seca, en el segundo período de corte.

En la figura 8, se puede apreciar que la prueba de tukey arroja tres rangos de significación, el rango A refleja la mayor producción con  $1,85 \text{ t ha}^{-1}$ , el rango AB con producciones de  $1,51$  y  $1,48 \text{ t ha}^{-1}$ , y el rango C con la menor producción de  $1,27 \text{ t ha}^{-1}$ .

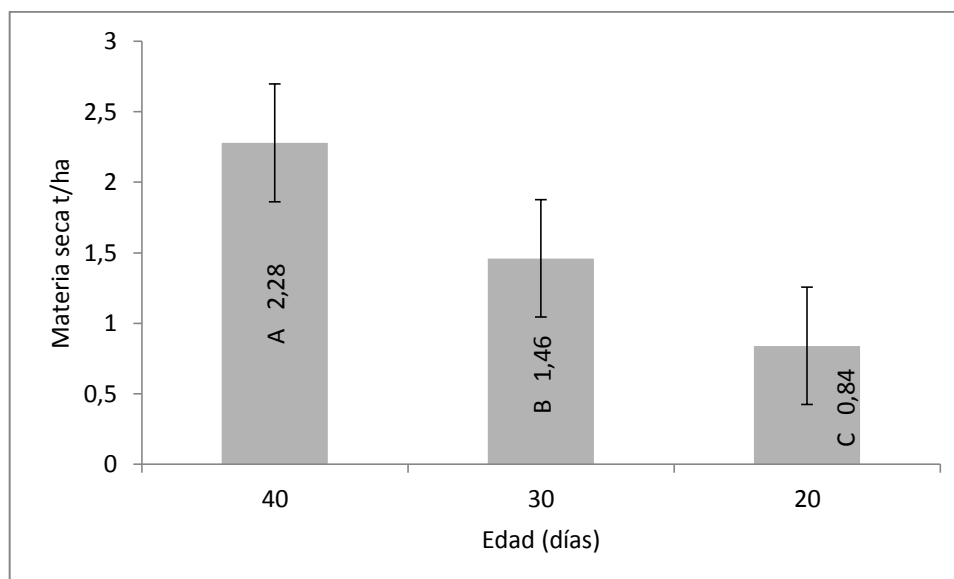


Figura 9. Prueba de significancia (tukey 5%) para el factor edad sobre la producción de materia seca, en el segundo período de corte.

En la figura 9 se puede observar que la prueba de tukey refleja tres rangos de significación, en el rango A a la edad de 40 días de descanso se obtuvo la mayor producción de  $2,28 \text{ t ha}^{-1}$ , en el rango B una producción media de  $1,46 \text{ t ha}^{-1}$  con 30 días de descanso y en el rango C se obtuvo la menor producción de  $0,84 \text{ t ha}^{-1}$  con 20 días de descanso.

#### 4.1.3. Composición botánica

En el cuadro 1 se puede apreciar que para la variable composición botánica, no hay una diferencia significativa en cuanto al factor dosis con un  $p$  valor de 0,9761, la edad no presenta diferencia significativa con un  $p$  valor de 0,0588, a su vez la interacción de los

dos factores no presenta diferencias significativas entre los tratamientos, en el primer período de corte.

En el segundo periodo de corte se muestra diferencias significativas para la interacción de los factores con un p valor de 0,0265, por lo tanto a pesar de que se muestra diferencia altamente significativa para la edad se va a realizar la prueba de significancia enfocada en la interacción.

Los coeficientes de variación son de 75,9 y 53,76 para el primer y segundo período respectivamente.

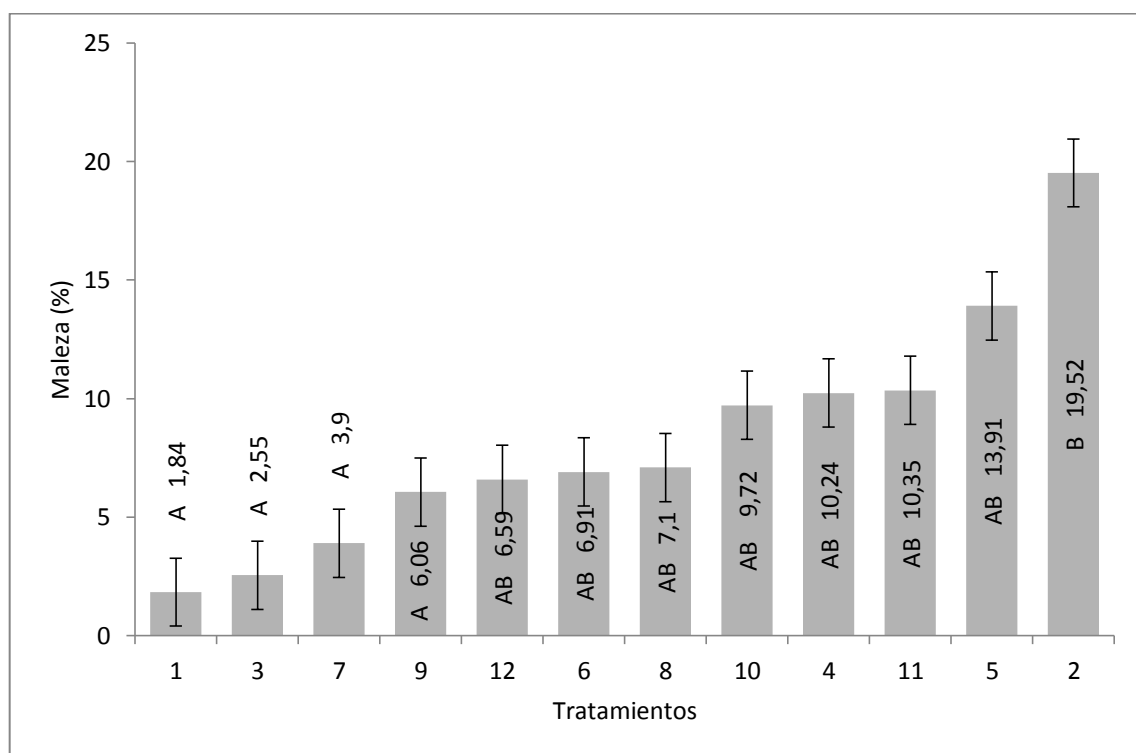


Figura 10. Prueba de significancia (tukey 5%) de la composición botánica, en el segundo período de corte.

En la figura 10, se muestra la prueba de tukey para la composición botánica en la cual se puede diferenciar tres rangos de significación, el rango A se encuentran los tratamientos 1,3, 7 y 9 los cuales presentan el menor porcentaje de maleza, el rango AB con valores medios y por ultimo el rango B lo ocupa el tratamiento 2, que presenta los porcentajes mas altos de maleza.

#### 4.2. ANÁLISIS BROMATOLÓGICO

Cuadro 6. Resumen del análisis de varianza para proteína, grasa, cenizas y fibra en el segundo período de corte

FV	GL	Cuadrados medios			
		Proteína	Grasa	Cenizas	Fibra
Dosis		3,28ns	0,05 ns	0,98 ns	130,79 ns
Edad		25,75**	0,63 **	18,97 **	16,64 ns
Dosis*Edad	11	2,21ns	0,05 ns	0,66 ns	100,09 ns
Error	24	2,59	0,05	0,84	50
Total	35				
CV		14,97	15,2	6,72	24,12

En el cuadro 6 se muestra un resumen del ADEVA para la proteína, grasa, cenizas y fibra en el segundo período de corte.

### 4.2.1. Proteína

En el cuadro 6 se puede observar que la dosis no presenta diferencia significativa, la edad presenta diferencia altamente significativa con un p valor 0,0007, mientras que la interacción no presenta diferencia significativa entre los tratamientos.

El coeficiente de variación de 14,97 que se presenta en esta variable es aceptable, ya que se encuentra dentro del rango normal.

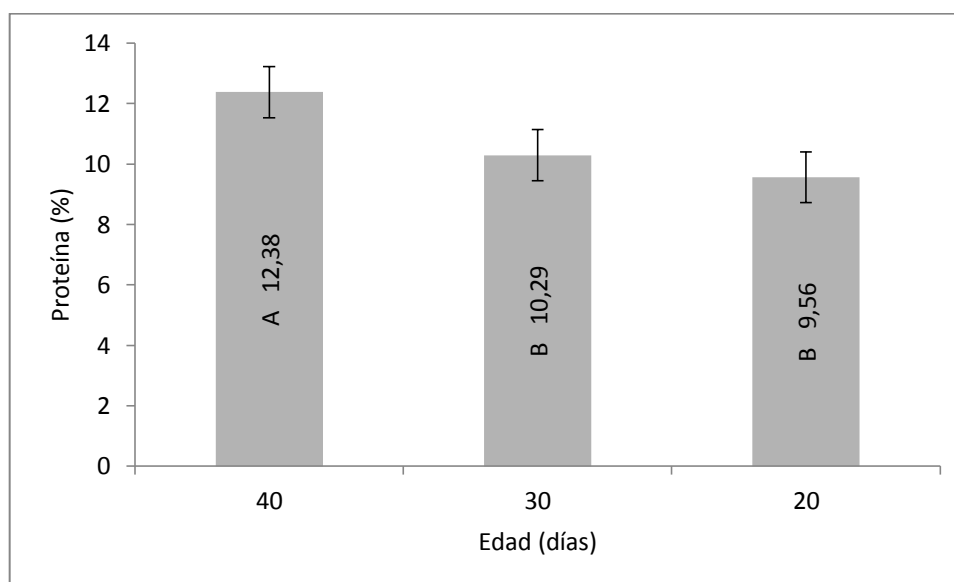


Figura 11. Prueba de significancia (tukey 5%) para el factor edad sobre la proteína, en el segundo período de corte.

En la figura 11, se muestra la prueba de tukey en la cual se observan dos rangos de significación, en el rango A se obtuvo el mayor porcentaje de proteína de 12,38 % a los 40 días de descanso, mientras que el rango B lo ocupan los 30 y 20 días de descanso con porcentajes de 10,29 y 9,56 % respectivamente.

#### 4.2.2. Grasa

En el cuadro 2 se puede observar que la dosis no presenta diferencia significativa, la edad presenta diferencia altamente significativa con un p valor 0,0002, mientras que la interacción no presenta diferencia significativa entre los tratamientos.

Para la variable grasa, se registra un coeficiente de variación de 15,2 que es un valor aceptable para investigaciones de campo.

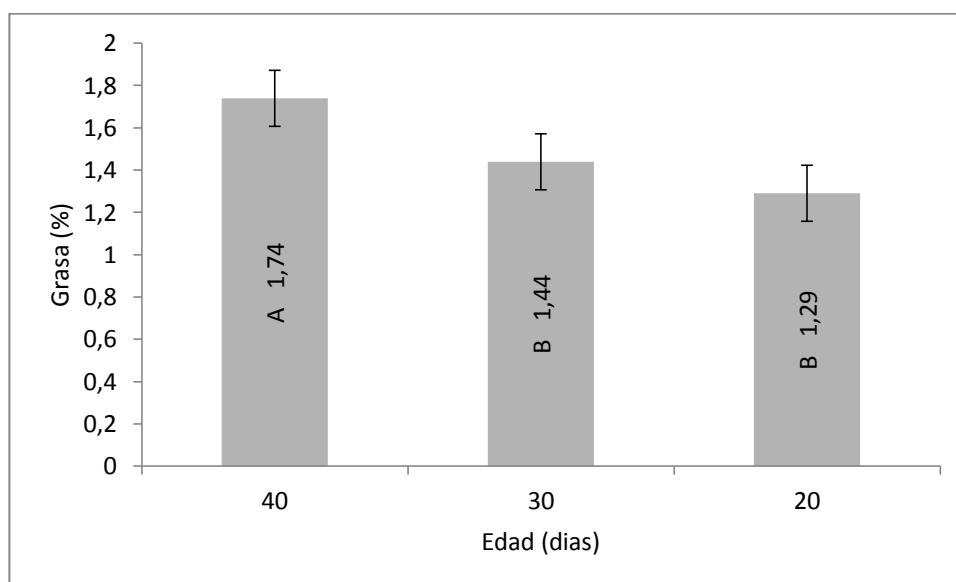


Figura 12. Prueba de significancia (tukey 5%) para el factor edad sobre la grasa, en el segundo período de corte.

En la figura 12, se muestra la prueba de tukey en la cual se observan dos rangos de significación, en el rango A se obtuvo el mayor porcentaje de proteína de 1,74 % a los 40 días de descanso, mientras que el rango B lo ocupan los 30 y 20 días de descanso con porcentajes de 1,44 y 1,29 % respectivamente.

### 4.2.3. Cenizas

En el cuadro 2 se puede observar que la dosis no presenta diferencia significativa, la edad presenta diferencia altamente significativa con un p valor 0,0001, mientras que la interacción no presenta diferencia significativa entre los tratamientos.

Para la variable cenizas, se registra un coeficiente de variación de 6,72 que es un valor aceptable para investigaciones de campo.

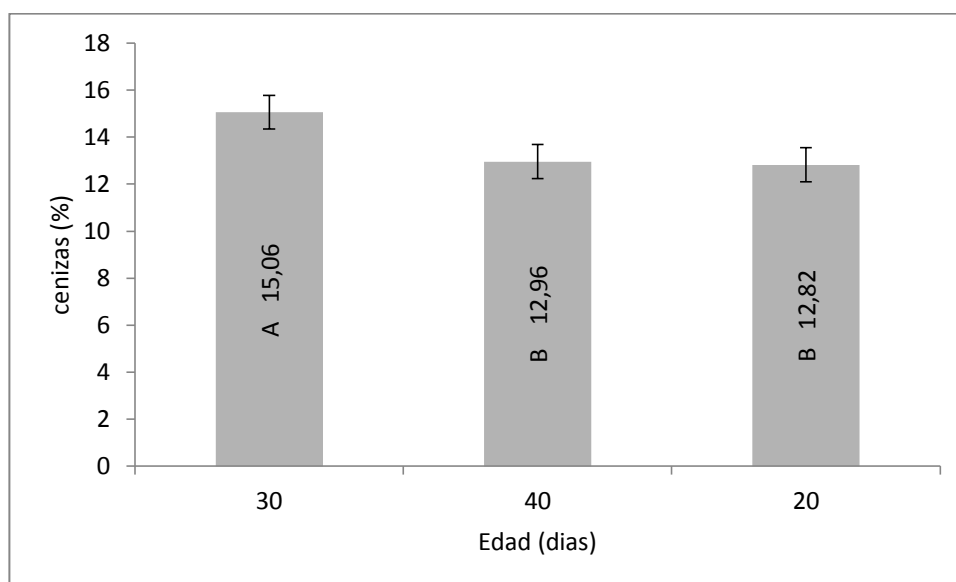


Figura 13. Prueba de significancia (tukey 5%) para el factor edad sobre la cenizas, en el segundo período de corte.

En la figura 13, se muestra la prueba de tukey en la cual se observan dos rangos de significación, en el rango A se obtuvo el mayor porcentaje de proteína de 15,06 % a los 30 días de descanso, mientras que el rango B lo ocupan los 40 y 20 días de descanso con porcentajes de 12,96 y 12,82 % respectivamente.



#### 4.2.4. Fibra

En el cuadro 6 se puede observar que tanto la dosis como la edad no presentan diferencias significativas, al igual que para la interacción de los factores.

El coeficiente de variación es de 24,12 que se presenta en esta variable es aceptable, ya que se encuentra dentro del rango normal.

### 4.3. CARGA ANIMAL

Cuadro 7. Cálculo de la capacidad de carga

Tratamiento	Rendimiento/corte (t ha <sup>-1</sup> )	Consumo/UBA/40 días (t)	Carga Animal (UBA)
40 días de descanso, 60 l/ha de biol	10,62	3,6	2,95
40 días de descanso, 60 l/ha de biol	7,95	3,6	2,21

\* Carga animal considerando una UBA de 500 kg, con un consumo diario del 12 % + desperdicio del 6%

#### 4.4. ANÁLISIS DE COSTOS

Cuadro 8. Costo de cada tratamiento en usd. Tomando en cuenta los factores utilizados

tto	cantidad de biol por tto (l)	valor monetario del biol* por tto (\$)	jornal de aplicación (\$)	jornal de corte de pasto (\$)	bomba (\$)	total (\$)
1	0	0	0	5	0	5
2	0	0	0	5	0	5
3	0	0	0	5	0	5
4	0,032	0,02016	0,3125	5	2,78	8,14466
5	0,032	0,02016	0,3125	5	2,78	8,14466
6	0,032	0,02016	0,3125	5	2,78	8,14466
7	0,064	0,04032	0,3125	5	2,78	8,19682
8	0,064	0,04032	0,3125	5	2,78	8,19682
9	0,064	0,04032	0,3125	5	2,78	8,19682
10	0,128	0,08064	0,3125	5	2,78	8,30114
11	0,128	0,08064	0,3125	5	2,78	8,30114
12	0,128	0,08064	0,3125	5	2,78	8,30114

\* valor del biol por litro= \$ 0,63

En el cuadro 8 se observan los costos por cada tratamiento, de los cuáles los tratamientos 10, 11 y 12 son los mas costosos con un valor de \$8,3 y los menos costosos son los tratamientos 1, 2 y 3 con un valor de \$5.

Cuadro 9. Determinación del costo en función del rendimiento por ha

tto	dosis de biol (l)	edad de corte (días)	rendimiento materia verde (t/ha)	comparación tukey	valor monetario del biol por ha	bomba (\$)	jornales de aplicación (\$)	total (\$)
12	60	40	10,62	A	37,8	2,78	15	55,58
9	40	40	8,28	AB	25,2	2,78	15	42,98
6	20	40	8,15	AB	12,6	2,78	15	30,38
3	0	40	7,95	ABC	0	0	0	0
11	60	30	6,9	ABCD	37,8	2,78	15	55,58
5	20	30	6,77	ABCD	12,6	2,78	15	30,38
8	40	30	5,37	BCDE	25,2	2,78	15	42,98
2	0	30	3,99	CDE	0	0	0	0
10	60	20	3,18	DE	37,8	2,78	15	55,58
7	40	20	3,12	DE	25,2	2,78	15	42,98
4	20	20	2,88	DE	12,6	2,78	15	30,38
1	0	20	2,49	E	0	0	0	0

\* valor del biol por litro= \$ 0,63

De acuerdo con lo que se detalla en cuadro 9, existe una notable diferencia entre tratamientos con respecto al rendimiento promedio de pasto obtenido por hectarea. El tratamiento N.-12, aparte de ser el mas costoso junto con el N. 11 y N. 10 se diferencia de ellos por su alto rendimiento en produccion forrajera. Por tanto es recomendable aplicar el tratamiento N. 12 para maximizar el beneficio con respecto a la inversion detallada en dicho cuadro.

## V. DISCUSIONES

### 5.1. PRODUCCIÓN DE MATERIA VERDE, $t ha^{-1}$

La mayor producción de materia verde de  $10,62 t ha^{-1}$  se obtuvo con la dosis de 60 l/ha y 40 días de descanso tomando en cuenta el segundo período de corte. Según Gómez (2015), a los 20 cm de altura de residuo y 40 días de descanso, la producción de la mezcla forrajera es de  $7,1 t/ha/corte$ , que se asemeja mucho al valor obtenido con la aplicación de 0 l/ha y 40 días de descanso con una producción de  $7,95 t ha^{-1}$ , por lo que se puede decir que la diferencia productiva está dada por la aplicación del biol.

### 5.2. PRODUCCIÓN DE MATERIA SECA, $t ha^{-1}$

La mayor producción de materia seca se obtuvo con una dosis de 60 l/ha de biol y un tiempo de descanso de 40 días con una media de  $2,72 t ha^{-1}$ , tomando en cuenta el segundo período de corte. Por otro lado Gómez (2015), menciona que a una altura de residuo de 20 cm y con un período de descanso de 40 días obtuvo una producción de  $1,64 t ha^{-1}$ .

La producción de materia seca de  $2,72 t ha^{-1}$ , se obtuvo con una dosis de 60 l/ha de biol y un tiempo de descanso de 40 días a una altura de residuo de 20 cm. Según lo mencionado por Peñaherrera (2015), en el pasto saboya el mayor rendimiento de materia seca se obtiene a 20 cm de altura de residuo x 60 días de descanso, obteniendo una

media de 7,29 t ha<sup>-1</sup>. Si contrastamos ambas producciones en un período de 120 días la saboya presenta mayor producción con 14,58 t ha<sup>-1</sup> mientras que la asociación presenta 8,16 t ha<sup>-1</sup>, pero la ventaja es que esta producción se ve complementada con la mayor concentración de proteína, lo que no pasa con la saboya que a los 60 días presenta valores bajos de proteína disminuyendo la calidad.

### **5.3. COMPOSICIÓN BOTÁNICA**

La menor incidencia de maleza se presentó en los tratamientos 1, 3, 7 y 9 con el 1,84, 2,55, 3,9 y 6,06 % respectivamente. Esta incidencia de malezas se puede apreciar que entre los tratamientos con menos incidencia se encuentran los de menor tiempo de descanso por ello su porcentaje es menor ya que las malezas no tienen el tiempo necesario para desarrollarse.

### **5.4. PROTEÍNA, %**

El mayor porcentaje de proteína de 12,38 % se obtuvo a los 40 días de descanso, según lo mencionado por INIAP (1997), la proteína bruta (PB) se encuentra entre el 12 y 18 % al comienzo del rebrote, entonces para ser un pasto de 40 días el porcentaje que presenta es muy aceptable y se puede considerar un forraje de buena calidad.

Con el porcentaje de proteína de 12,38 % alcanzado a los 40 días se supera a los valores presentados por Canchila (2009), quién menciona que la proteína fluctua entre 5,8 y

7,5%, entre diferentes variedades de *Brachiaria* donde los mayores contenidos de proteína correspondieron a las accesiones de *B. brizantha*, especialmente a CIAT-6387 y CIAT-26124.

Los resultados demuestran que el mayor contenido de materia verde de 10,62 t ha<sup>-1</sup> está ligado al mayor contenido de proteína de 12,38 % lo que representa una ventaja si se lo compara con la saboya que presenta su mayor rendimiento de materia verde con los contenidos de proteína más bajos (Peñaherrera 2015).

#### **5.5. GRASA, %**

La mayor concentración de grasa de 1,74 % se presentó a una edad de 40 días de descanso independientemente de la dosis de biol que se aplica, este nivel de grasa, Según mencionan León, Pabón y Carulla (2011), el contenido de ácidos grasos en los forrajes es importante para la calidad de los productos derivados de los rumiantes.

El 1,74 % de grasa que se obtuvo a los 40 días, concuerda con el rango reportado por (Canchila *et al.*, 2009), que menciona que los valores oscilaron entre 1,1 y 2,1 %.

### **5.6. CENIZAS, %**

El mayor contenido de cenizas se registró a los 30 días, obteniendo un 15,06 % de cenizas superando los valores presentados por (Canchila *et al.*, 2009), donde se reportaron porcentajes entre 5,5 y 9,0% en diferentes accesiones de *Brachiaria*.

### **5.7. FIBRA, %**

El contenido de fibra no refleja diferencias estadísticas, sin embargo es bueno mencionar que el contenido de fibra se presentó en un rango entre 23,49 y 39,63 %, que están por debajo del rango mencionado por (Canchila *et al.*, 2009), que presentó valores entre 44,0 y 51,0%, de los cuales el follaje menos fibroso resultó el de *B. brizantha* CIAT-26124 con un 44%.

## VI. CONCLUSIONES

- ✓ Al aplicar la dosis de 60 l/ha de biol con un tiempo de descanso de 40 días, se obtiene 10,62 t ha<sup>-1</sup> de materia verde y un porcentaje de 12,38 % de proteína, expresando la mejor cantidad y calidad de la mezcla forrajera *Brachiaria brizantha* - *Pueraria phaseoloides*
- ✓ La producción de materia verde de 10,62 t ha<sup>-1</sup> a los 40 días de descanso y aplicando 60 l/ha de biol soporta una carga animal de 2,95 UBA, mientras que en este mismo tiempo con una dosis de biol de 0 l/ha se obtiene 7,95 t ha<sup>-1</sup>, la cual soporta una carga animal de 2,21 UBA.
- ✓ En cuanto a la materia seca la mayor producción de 2,72 t ha<sup>-1</sup> se obtiene a los 40 días de descanso con una dosis de 60 l/ha de biol.
- ✓ Tanto en la materia verde como la materia seca se evidenció un aumento en la producción para el segundo corte, además en el primer corte ambas variables no presentaban diferencias significativas para el efecto de la dosis de biol, y en el segundo corte ya se pudo ver la diferencia significativa, lo que muestra un efecto a mediano plazo por parte del biol.
- ✓ La incidencia de maleza es baja por tanto no afectó a la producción forrajera.
- ✓ En cuanto al contenido de grasa la mejor concentración de 1,74 % se obtuvo a los 40 días de descanso independientemente de la dosis de biol, este porcentaje es bueno y permitirá tener buenos contenidos de grasa en la leche.
- ✓ El mayor contenido de cenizas de 15,06 % se obtuvo a los 30 días de descanso indistintamente de la dosis de biol, con lo que se puede presumir que el forraje tiene buena cantidad de minerales.



- ✓ Los contenidos de fibra no presentan diferencias entre los tratamientos y reflejaron valores en un rango de 23,49 y 39,63 %, lo que es bueno ya que contenidos bajos de fibra hacen el forraje más apetecible al animal.
- ✓ Los resultados del biol reflejaron que tiene en su composición macro y micronutrientes en una pequeña cantidad, además de tener un pH de 5,48 que hace muy asimilables a los nutrientes.
- ✓ A pesar de que la investigación fue llevada a cabo en época seca (julio – octubre 2015), los rendimientos obtenidos son muy favorables.
- ✓ El tratamiento con 40 días de descanso y 60 l/ha de biol tiene un costo de \$55,58 y presenta el mayor rendimiento, mientras que el tratamiento con 40 días de descanso y 0 l/ha de biol tiene un costo de 0\$ con un rendimiento considerable que permite compararlos.

## VII. RECOMENDACIONES

- ✓ Aplicar la dosis de 60 l/ha de biol con un tiempo de descanso de 40 días, con los cuales se obtiene 10,62 t ha<sup>-1</sup> de materia verde y un porcentaje de 12,38 % de proteína, expresando la mejor cantidad y calidad de la mezcla forrajera *Brachiaria brizantha* - *Pueraria phaseoloides*
- ✓ Aplicar el tratamiento 12 para maximizar el beneficio con respecto a la inversión
- ✓ Analizar tiempos de descanso entre 30 y 40 días para saber si hay un mejor tiempo de aprovechamiento de la pastura.
- ✓ Realizar la elaboración del biol con estiércol de cerdo que es con el cual se obtuvieron los resultados antes mencionados.
- ✓ Realizar la investigación en época lluviosa para saber si el incremento en la precipitación tiene alguna influencia.

## VIII. BIBLIOGRAFÍA

- ANALAC, 2007, *Curso de manejo integrado de pastos y conservación de forrajes*. Pp 15-16. Segunda edición Bogotá Colombia.
- Bernal, J. 2003, *Pastos y Forrajes tropicales, producción y manejo* Bogotá Colombia, p 501
- Bautista, S. (1998). Diseños de Muestreo Estadístico, Universidad Nacional de Colombia, Departamento de Matemáticas y Estadística. Colombia.
- Canchila, E., Soca, Mildrey., Ojeda, F., & Machado, R. 2009, Evaluación de la composición bromatológica de 24 accesiones de *Brachiaria spp.* Matanza, Cuba: Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey".
- Colovos, 1970, *Asociaciones forrajeras*, disponible en: [www.oocities.org/ar/alumnos\\_agronomia\\_um/asociaciones.doc](http://www.oocities.org/ar/alumnos_agronomia_um/asociaciones.doc).
- Cordero, (2010), *aplicación de biol a partir de residuos ganaderos, de cuy y gallinaza, en cultivos de Raphaus Sativus L para determinar la incidencia en la calidad del suelo para la agricultura*, tesis previa a la obtención del título de ingeniero ambiental, facultad de ciencias agropecuarias y ambientales, Universidad Politécnica Salesiana, sede en Cuenca.
- Costa, 2014, *Características nutricionales de Brachiaria brizantha cultivares sometidos a diferentes intensidades de corte*, disponible en: <http://ezp1.espe.edu.ec:2061/docview/1547988790/F360F9038D2F48D8PQ/3?acountid=34102>.

Gómez, M. 2013, *El kudzu tropical Pueraria phaceoloides el equivalente de la alfalfa para la producción de heno en el trópico*, disponible en: <http://www.engormix.com/MA-ganaderia-carne/nutricion/foros/kudzu-tropical-pueraria-phaceoloides-t27071/141-p0.htm>.

Gómez, G. (2015). *Producción primaria de la mezcla forrajera Brachiaria brizantha (brizantha)- Pueraria phaseoloides (kutzú) a diferentes alturas de residuo y edades de corte*, Memoria para optar al Título de Magister en producción animal, Dirección general de posgrados, Universidad Tecnológica Equinoccial, Santo Domingo de los Tsáchilas, Ecuador

Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, 2001, *Elaboración y uso de abonos orgánicos, guía de campo*, Proyecto seguridad y soberanía alimentaria basada en la producción sana de alimentos

Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, 1997, *Manual de pastos tropicales para la amazonia ecuatoriana*, disponible en: [http://books.google.com.ec/books?id=\\_XozAQAAMAAJ&pg=PA2&lpg=PA2&dq=Pasto+INIAP711+Brachiaria+brizantha&source=bl&ots=P5riwnRx2k&sig=Zvi221DAM3vLLsAhTyFWpAD2Chk&hl=es&sa=X&ei=BCaCVLPcJYGNgwSbh4GAC&ved=0CEUQ6AEwBA#v=onepage&q=Pasto%20INIAP711%20Brachiaria%20brizantha&f=false](http://books.google.com.ec/books?id=_XozAQAAMAAJ&pg=PA2&lpg=PA2&dq=Pasto+INIAP711+Brachiaria+brizantha&source=bl&ots=P5riwnRx2k&sig=Zvi221DAM3vLLsAhTyFWpAD2Chk&hl=es&sa=X&ei=BCaCVLPcJYGNgwSbh4GAC&ved=0CEUQ6AEwBA#v=onepage&q=Pasto%20INIAP711%20Brachiaria%20brizantha&f=false)

Kolmans, E. Vásquez, D. 1995. Manual de Agricultura Ecológica, Movimiento Agro ecológico de América Latina y el Caribe MAELA. Primera Edición. SIMAS, CITUTES. Managua., edit Enlace. 222p

León, R. (2003). *Pastos y forrajes, producción y manejo*. Quito - Ecuador, Ediciones Científicas Agustín Alvarez. Cía. Ltda., pp 1, 2, 100, 132, 134, 144, 145, 172.

León, M., Pabón, M., Carulla, J. 2011. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias* (Colombian journal of animal science and veterinary medicine), Vol 24, No 1 (2011) En línea. Disponible en: <http://rccp.udea.edu.co/index.php/ojs/article/view/655/634>

Ministerio del ambiente, (2014), *Generación de capacidades para el aprovechamiento energético de residuos en sistemas agrícolas y pecuarios*, enfocado en la mitigación del cambio climático, Ecuador

Ministerio de coordinación de la producción, competitividad y empleo (MCPEC), 2011, *Agenda para la transformación productiva territorial*, disponible en: <http://www.produccion.gob.ec/wpcontent/uploads/downloads/2013/02/agenda-territorial-santo-domingo.pdf>

Montesinos, D. (2013). *“Uso de lixiviado procedente de material orgánico de residuos de mercados para la elaboración de biol y su evaluación como fertilizante para pasto.”*, Tesis previa a la obtención del título de Magister en Agroecología y Ambiente, facultad de ciencias agropecuarias maestría en agroecología y ambiente, Universidad de Cuenca.

Palacios, D. (2015). *“Efecto de tres alturas y edades de corte de una mezcla forrajera (Brachiaria brizantha- Pueraria phasioloides) en la parroquia Luz de América, provincia de Santo Domingo de los Tsachilas.”* Proyecto de investigación previa a la obtención del título de ingeniero agropecuario, facultad de ciencias agropecuarias, Universidad de las fuerzas armadas ESPE.

- Peñaherrera, A. 2015. “*Producción y calidad forrajera de pasto saboya (Panicum máximum Jacq) a diferentes edades y alturas de corte*” Proyecto de investigación previa a la obtención del título de ingeniero agropecuario, facultad de ciencias agropecuarias, Universidad de las fuerzas armadas ESPE.
- Reyes, M. 2001, *Análisis económico de experimentos agrícolas con presupuestos parciales: Re-enseñando el uso de este enfoque* Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía
- Suquilanda, M. 2006, *Agricultura orgánica: Alternativa tecnológica del futuro*, 3ra. Edición, Quito Ecuador
- Toledo, M. 1982. *Manual para la Evaluación Agronómica*, Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales. s.n.t.