



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL

Sede Santo Domingo

**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y DESARROLLO RURAL
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA Y GESTIÓN DE PROYECTOS**

Tesis de grado previa a la obtención del título de:

INGENIERA AGROPECUARIA, MENCIÓN EN PRODUCCIÓN PECUARIA

**DINÁMICA PRODUCTIVA Y NUTRIMENTAL EN VARIETADES DE
BRACHIARIA EN SU SEGUNDO AÑO DE ESTABLECIMIENTO**

Autor:

MERY GABRIELA QUEZADA TERÁN

Director de Tesis:

RODRIGO ALBERTO SAQUICELA ROJAS, MSc.

Santo Domingo de los Tsáchilas – Ecuador

MARZO – 2015

DINÁMICA PRODUCTIVA Y NUTRIMENTAL EN VARIEDADES DE BRACHIARIA
EN SU SEGUNDO AÑO DE ESTABLECIMIENTO.

Ing. Rodrigo A. Saquicela R., *MSc.*

DIRECTOR DE TESIS

APROBADO

Ing. Miriam Natividad Recalde Quiroz.

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Dr. Marco Vinicio Acosta Jácome.

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. Luís Wilfrido Gusqui Vilema.

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Santo Domingo,.....de.....de 2015

Autor: MERY GABRIELA QUEZADA TERÁN

Institución: UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL

**Título de Tesis: DINÁMICA PRODUCTIVA Y NUTRIMENTAL EN
VARIEDADES DE BRACHIARIA EN SU
SEGUNDO AÑO DE ESTABLECIMIENTO**

Fecha: MARZO, 2015

El contenido del presente trabajo está bajo la responsabilidad del autor.

Mery Gabriela Quezada Terán

C.I. 1721379798

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL

Sede Santo Domingo

INFORME DEL DIRECTOR DE TESIS

Santo Domingo,.....de.....de 2015

Ing. Miriam Recalde

COORDINADORA DE LA CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

Presente.

De mis consideraciones.-

Mediante la presente tengo a bien informar que el trabajo investigativo realizado por la señorita: **MERY GABRIELA QUEZADA TERÁN**, cuyo tema es: **DINÁMICA PRODUCTIVA Y NUTRIMENTAL EN VARIEDADES DE BRACHIARIA EN SU SEGUNDO AÑO DE ESTABLECIMIENTO**; ha sido elaborado bajo mi supervisión y revisado en todas sus partes, por lo cual autorizo su respectiva presentación.

Particular que informo para fines pertinentes.

Atentamente,

Ing. Rodrigo Saquicela

DIRECTOR DE TESIS

Dedicatoria

Si actúas valientemente no sólo conseguirás cosas inimaginables, sino que además inspirarás a otros valientes.

Este trabajo de investigación va dedicado a mi más grande inspiración, quién con sus sonrisas, miradas, gestos y sus entusiasmadas ganas de vivir y descubrir la belleza de este mundo hace que mi vida gire completamente conquistando mis emociones e influyendo a que YO sea más que una simple mujer y explote mis capacidades y mis ganas de demostrarle con ejemplo que mientras uno desee las cosas de corazón el mundo conspirará para que nuestras metas se lleven a cabo, haciendo de nuestras vidas algo extraordinario. Mi pequeño gran THOMAS ALESSANDRO esto va por ti, para ti y para mi futura descendencia.

Mery Gabriela Quezada Terán

Agradecimiento

Todo lo que hagas, hazlo de corazón, como si fuera para el Señor y no para los hombres.

(Colosenses 3, 23)

A Dios, por ser el motor de mi vida, mi fuente de sabiduría, mi fortaleza más grande, quién siempre guía mis pasos en cada momento. Porque sin Él nada soy.

A mis papito Rene, por siempre tener la palabra sabia y precisa de aliento y motivación, quedaré eternamente agradecida por todo su incondicional apoyo moral, espiritual, intelectual y económico. Por enseñarme con ejemplo que errar es de humanos y es de sabios reconocerlos y actuar correctamente. Gracias por estos y más.

A mi mami Mery, por cada uno de sus cuidados, por su amor de madre, por ser ejemplo de madre y mujer, por tus ideas inmediatas que siempre facilitaron mis apuros y por hacerme entender que los pies siempre van sobre tierra aunque la imaginación vuele.

A mis hermanos, Katerine, Franchesco y Steven, que nunca les faltó una palabra de empuje, por estar siempre en las buenas y en las malas, por ser mis compañeros de vida.

A mi esposo amado, gracias por ser la persona que siempre me empuja a ser mejor hija, madre, mujer y esposa, por esa paciencia y el amor que me tienes, por tu apoyo prestado en el trayecto de mi tesis, por hacerme sentir llena de vida, fuerte y feliz. TE AMO.

A mi precioso hijo quien fue, es y será siempre mi mayor inspiración para alcanzar todo lo que deseo en la vida.

A mis compañeros de clases, los colaboradores de mi tesis y a mis amigos que me acompañaron en el trayecto de mi formación académica y compartieron momentos inolvidables. Los recordaré siempre.

A mis maestros por compartir conmigo su sabiduría, sus consejos, su amistad y acompañarme en el camino de la ciencia, Dios derrame muchas bendiciones en su vida cotidiana.

A mi director de tesis Ing. Rodrigo Saquicela, por brindarme en esta investigación su apoyo moral, científica e intelectualmente, quedaré eternamente agradecida con usted, Dios lo llene de bendiciones y muchos éxitos en su vida.

Mery Gabriela Quezada Terán

ÍNDICE DE CONTENIDO

Portada.....	i
Sustentación y aprobación de los integrantes del tribunal.....	ii
Responsabilidad del autor.....	iii
Aprobación del Director de tesis.....	iv
Dedicatoria.....	v
Agradecimiento.....	vi
Índice de contenido.....	vii
Índice de cuadros.....	x
Índice de figuras.....	xi
Resumen.....	xii
Abstract.....	xiii

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. Planteamiento del problema	1
1.2. Justificación	2
1.3. Alcance	3
1.4. Objetivos.....	4
1.4.1. Objetivo general.....	4
1.4.2. Objetivos específicos	4
1.5. Hipótesis	4

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Antecedentes.....	5
2.2. Crecimiento de las gramíneas	5
2.3. El genotipo <i>Brachiaria</i>	6

2.3.1. <i>Brachiaria decumbens</i>	6
2.3.2. <i>Brachiaria híbrido</i> cv. mulato II	7
2.3.3. <i>Brachiaria brizantha</i> cv. marandú.....	7
2.3.4. <i>Brachiaria brizantha</i> cv. piatá.....	7
2.3.5. <i>Brachiaria brizantha</i> cv. xaraés	8
2.4. Producción forrajera de las <i>Brachiaria</i>	8
2.4.1. <i>Brachiaria decumbens</i>	8
2.4.2. <i>Brachiaria híbrido</i> cv. mutalo II.....	9
2.4.3. <i>Brachiaria brizantha</i> cv. marandú.....	9
2.4.4. <i>Brachiaria brizantha</i> cv. piatá	9
2.4.5. <i>Brachiaria brizantha</i> cv. xaraés.....	10
2.5. Absorción de nutrientes por los genotipos de <i>brachiaria</i>	10
2.6. Calidad nutritiva de los genotipos de <i>brachiaria</i>	11
2.6.1. <i>Brachiaria decumbens</i>	11
2.6.2. <i>Brachiaria híbrido</i> cv. mulato II	11
2.6.3. <i>Brachiaria brizantha</i> cv. marandú.....	12
2.6.4. <i>Brachiaria brizantha</i> cv. piatá.....	12
2.6.5. <i>Brachiaria brizantha</i> cv. xaraés	12

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Sitio del estudio	13
3.2. Diseño experimental	13
3.2.1. Unidad experimental.....	13
3.2.2. Tratamientos	13
3.3. Manejo del experimento	14
3.3.1. Manejo rutinario	14
3.3.2. Medición de variables.....	14
3.3.3. Análisis estadístico	16

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1.	Comportamiento agronómico	17
4.1.1.	Altura de planta.....	17
4.1.2.	Índice de área foliar	18
4.1.3.	Área foliar específica	19
4.2.	Producción forrajera	20
4.3.	Relación hoja-tallo.....	23
4.4.	Calidad nutritiva	24
4.5.	Absorción de nutrientes	29

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1.	Conclusiones.....	35
5.2.	Recomendaciones	35
	Bibliografía.....	36
	ANEXOS.....	39

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1	Esquema del análisis de varianza para el diseño completamente al azar con observaciones en el tiempo.....	16
Cuadro 2	Modelos de regresión de la relación hoja-tallo de los genotipos de <i>Brachiaria</i> entre los 16 y 79 d de edad de la planta.....	23
Cuadro 3	Valores máximos y mínimos de la calidad nutritiva de los genotipos de <i>Brachiaria</i> a los 23 d y 79 d de edad de la planta, en la época lluviosa del segundo año de establecimiento para hojas y parte aérea.....	27
Cuadro 4	Absorción de nutrientes por los órganos de los genotipos de <i>Brachiaria</i> a varias edades de corte en la época lluviosa del segundo año de establecimiento.....	31
Cuadro 5	Concentración de nutrientes en la materia seca de los órganos de los genotipos de <i>Brachiaria</i> a varias edades de corte en la época lluviosa del segundo año de establecimiento.....	33
Cuadro 6	Absorción acumulada de nutrientes desde los 23 d y 79 d de edad por los órganos de los genotipos de <i>Brachiaria</i> en la época lluviosa del segundo año de establecimiento.....	34

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1	Altura de planta de los genotipos de <i>Brachiaria</i> según la edad de crecimiento desde 16 d hasta 79 d en la época lluviosa del segundo año de establecimiento.....	17
Fig. 2	Índice de área foliar de los genotipos de <i>Brachiaria</i> según la edad de la planta en la época lluviosa del segundo año de establecimiento.....	18
Fig. 3	Área foliar específica de los genotipos de <i>Brachiaria</i> en promedio desde los 37 hasta los 79 d de edad en la época lluviosa del segundo año de establecimiento.....	20
Fig. 4	Producción de materia seca total, materia seca de hojas y materia seca de tallos de los genotipos de <i>Brachiaria</i> , en promedio desde los 16 d hasta los 79 d de edad en la época lluviosa del segundo año de establecimiento.....	21
Fig. 5	Producción promedio de materia seca total, materia seca de hojas y materia seca de tallos de los genotipos de <i>Brachiaria</i> desde los 16 d hasta los 79 d de edad en la época lluviosa del segundo año de establecimiento.....	22
Fig. 6	Relación hoja-tallo en base seca según la edad de los genotipos de <i>Brachiaria</i> en la época seca del segundo año de establecimiento.....	24
Fig. 7	Calidad nutritiva y producción de materia seca de las hojas y parte aérea de los genotipos de <i>Brachiaria</i> entre los 23 d a 79 d de edad de la planta en la época lluviosa del segundo año de establecimiento.....	28

RESUMEN

Para mejorar la producción forrajera se requiere del conocimiento de la calidad nutritiva y absorción de nutrientes del pasto. En esta investigación se determinó la producción forrajera, calidad nutritiva y absorción de nutrientes por genotipos de *Brachiaria*. Se investigó los genotipos de *Brachiaria*: piatá, xaraés, decumbens, mulato II y marandú, a edades de corte cada 7 d desde los 16 d hasta los 79 d de edad, con un diseño completamente al azar con observaciones en el tiempo y tres repeticiones; el análisis proximal y la absorción de macronutrientes con medidas descriptivas entre las edades de 23 d a 79 d con intervalos de 14 d. El experimento se realizó en Santo Domingo de los Tsáchilas, Ecuador, en un suelo clasificado como Andisol, sembrado en parcelas de 3,7 m por 3,7 m, con densidad de 1 macollo m⁻², durante la época lluviosa del 2013. Se utilizaron el análisis de varianza, la prueba de significación Tukey, y modelos de regresión polinomiales con $\alpha = 0,05$ para el diseño indicado. La mayor ($P < 0,05$) producción total de materia seca de forraje entre los 16 d a 79 d de edad se obtuvo con el piatá (1 598,8 kg ha⁻¹) y con el decumbens la producción fue menor (1 163,4 kg ha⁻¹). El piatá, xaraés, mulato II y marandú tuvieron la mayor ($P < 0,05$) producción de materia seca de hojas que el decumbens (772,9 kg ha⁻¹) e iguales producciones entre sí (1 247,0 kg ha⁻¹). El punto de inflexión para todos los genotipos, según el modelo cúbico ($P < 0,0001$), de las producciones de materia seca total y de hojas fue a los 45 d de edad con una producción de 1 275,9 kg ha⁻¹ y 1 124,8 kg ha⁻¹, respectivamente. El punto de inflexión indicaría la edad de floración y por tanto el tiempo de pastoreo. Se indican medidas descriptivas de la calidad nutritiva y absorción de nutrientes de los genotipos en su posible edad de floración (37 d a 51 d). Los genotipos con las mayores concentraciones de proteína en la parte aérea de la planta fueron el mulato II, con 10,8 % a 11,4 % y el marandú, con 8,2 % a 11,0 %, y de ceniza, el marandú entre 12,0 % y 12,3 % y el mulato II entre 13,5 % y 13,9 %. El xaraés tuvo el mayor contenido de fibra, entre 37,9 % y 38,4 %. En las hojas, tallos y parte aérea de los genotipos los nutrientes se absorbieron en el siguiente orden descendente: K, N, Ca, Mg y P. El piatá y el marandú absorbieron la mayor cantidad de K desde los 37 d a los 51 d de edad, entre 35,3 kg ha⁻¹ y 55,2 kg ha⁻¹, mientras que el marandú absorbió N entre 21,6 kg ha⁻¹ y 43,0 kg ha⁻¹. El mulato II y marandú acumularon cantidades de materia seca intermedias entre los genotipos y las mayores cantidades de proteína y ceniza; mientras que el xaraés produjo más fibra. Además, el marandú absorbió la mayor cantidad de nutrientes; mientras que el decumbens y el mulato II tuvieron las menores absorciones. Estos resultados sugieren que el mulato II y el marandú serían los genotipos con mayor calidad nutritiva.

Palabras claves: *Brachiaria*, producción forrajera, absorción de nutrientes, análisis proximal.

ABSTRACT

To improve forage production requires knowledge of the nutritional quality and absorption of nutrients from grass. This research was conducted to determine forage production, nutritional quality and nutrient uptake by *Brachiaria* genotypes. Forage production *Brachiaria* genotypes were investigated: piatá, xaraés, decumbens, mulato II and marandú with ages of cut every 7 d between 16 d to 79 d with a completely randomized design with observations time and three replications; proximate analysis and absorption of macronutrients with descriptive measures between the ages of 23 d to 79 d 14 d intervals. The experiments are performed in Santo Domingo de los Tsáchilas, Ecuador, on Andisol, planted in plots of 3.7 m by 3.7 m, with a density of 1 tiller m⁻² during the rainy season of 2013. It was used the analysis of variance, Tukey significance test and polynomial regression models with $\alpha = 0.05$ for the design indicated. The higher ($P < 0.05$) total production of dry matter forage between 16 d to 79 d of age was obtained with the piatá (1 598.8 kg ha⁻¹) and the production decumbens was lower (1163 4 kg ha⁻¹). The piata, xaraés, mulato II and marandú had the highest ($P < 0.05$) dry matter production of leaves that decumbens (772.9 kg ha⁻¹) and equal productions together (1 247.0 kg ha⁻¹). The turning point for all genotypes, according to the cubic model ($P < 0.0001$) of the total dry matter production and leaf was at 45 d of age with a production of 1 275.9 kg ha⁻¹ to 1 124.8 kg ha⁻¹, respectively. The turning point indicate the age of flowering and therefore grazing time. Descriptive measures of the nutritional quality and nutrient uptake of possible genotypes are indicated flowering age (37 d to 51 d). The genotypes with higher concentrations of protein in the aerial part of the plant were the mulato II, with 10.8 % to 11.4 % and Marandú with 8.2 % to 11.0 %, and ash, marandú between 12.0 % and 12.3 % and mulato II between 13.5 % and 13.9 %. The xaraés had the highest fiber content between 37.9 % and 38.4 %. In the leaves, stems and aerial part of genotypes nutrients are absorbed in the following descending order: K, N, Ca, Mg and P. marandú and piata absorbed K as much from the 37 d to 51 d of age, from 35.3 kg ha⁻¹ and 55.2 kg ha⁻¹, while the marandú absorbed N between 21.6 kg ha⁻¹ and 43.0 kg ha⁻¹. The mulato II and marandú accumulated amounts of dry matter intermediate between genotypes and higher amounts of protein and ash; xaraés produced while more fiber. Furthermore, marandú absorbed more nutrients; while decumbens and mulato II had the lowest absorption. These results suggest that the mulato II and marandú would genotypes with greater nutritional quality.

Key words: *Brachiaria*, forage production, nutrient uptake, proximal analysis.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. Planteamiento del problema

Las pasturas de la zona tropical de América están establecidas, en su mayoría, en suelos caracterizados por su acidez y baja fertilidad. El manejo inadecuado de las pasturas y, en muchos casos, la no utilización del germoplasma adaptado a esas condiciones, son los principales factores condicionantes de la baja productividad en esos ecosistemas (Nieuwenhyse, 2010). El crecimiento y la productividad de las pasturas dependen de las condiciones climáticas, principalmente la distribución anual de las lluvias, que unido a otros factores del medio ambiente y de manejo, repercuten en que estos no reflejen totalmente su potencialidad productiva y nutritiva (Herrera, 1983).

Los pastos, como todo vegetal, requieren de nutrientes para su crecimiento. En condiciones nutricionales limitantes la capacidad de absorción de nutrientes de un cultivo se verá disminuida. Por tanto, el conocer los requerimientos nutricionales de los pastos permitirá decidir los planes de fertilización (Bertsch, 2003). La curva necesariamente debe reflejar los cambios nutricionales dependientes de la fenología de la planta. Con esto se pueden asociar puntos de máxima absorción con puntos claves de desarrollo como prefloración, floración y fructificación entre otros.

El diseño de un programa de fertilización debe establecerse con base en los análisis foliares y de suelos del área respectiva, además de considerar factores determinantes como suelo, clima, métodos de aplicación, tipo de fertilizante y la especie forrajera (Bonneau, 1995). La fertilización de los pastos es una de las prácticas agronómicas más importantes y algunos trabajos recientes muestran que la fertilización representa aproximadamente el 19% de los costos de producción de una res durante su período de lactancia (Rojas et al., 2002).

El proceso de desarrollo de nuevos cultivares es una inversión a mediano y largo plazo, porque involucra desde la elección de los cultivares, identificación de problemas específicos de la nueva forrajera a ser solucionados, experimentación en varias fases con corte y pastoreo y hasta la liberación de una nueva variedad, con las características necesarias y las recomendaciones del uso (Valle et al., 1995). Durante los últimos años se han evaluado gramíneas y leguminosas que se adaptan a dichas condiciones, y se encontró que algunas especies de *Brachiaria* mostraron un alto potencial productivo en estos ecosistemas, por su capacidad de adaptación a suelos infértiles y el uso eficiente de los nutrientes (Velásquez et al., 2006).

El valor nutricional de los forrajes es muy importante dado que esto a su vez determina la calidad nutritiva en términos de la eficiencia de la digestión y puede expresarse en términos de proteína, energía, minerales, vitaminas y fibra. Así, el rebrote, crecimiento y producción de hojas son factores importantes para determinar la calidad de una pradera el aumento de la edad de rebrote provoca cambios significativos en los componentes solubles y estructurales y en la digestibilidad de los pastos, lo que hace que su valor nutritivo disminuya (Van Soest, 1994).

Considerando los detalles mencionados anteriormente y con el objeto de optimizar los recursos y mejorar aquellos déficits en los parámetros de producción forrajera del trópico ecuatoriano, con este trabajo se propuso estudiar el comportamiento forrajero, curvas de absorción de nutrientes y los valores nutritivos en el experimento de cinco variedades de *Brachiaria* en su segundo año de establecimiento en el trópico húmedo del Ecuador.

1.2. Justificación

El presente proyecto de investigación es parte del Programa de Mejoramiento Genético de Ovinos de Pelo en el trópico húmedo del Ecuador de la Universidad Tecnológica Equinoccial, Sede Santo Domingo (UTE-SD). El programa y proyectos de pasturas tropicales fueron establecidos por el Dr. José Espinosa y la Dra. Eugenia Cienfuegos durante la estancia posdoctoral en la UTE-SD de la Dra. Cienfuegos, docente investigador de la Universidad Autónoma de Tamaulipas, México. En uno de los objetivos del

Programa en la etapa 1, se consideró el establecimiento de cuatro genotipos de pastos para pastoreo del género *Brachiaria* (*Brachiaria decumbens* Decumbens, B. híbrido Mulato II, B. *brizantha* Marandú, Piatá y Xaraés) para estudiar la dinámica de producción, de absorción de nutrientes y de la calidad nutritiva.

En las regiones tropicales y subtropicales las gramíneas crecen rápidamente en los períodos lluviosos, cuando hay elevadas temperaturas, manteniéndose el follaje joven y verde, con altos contenidos de nutrientes e incrementando la producción de forraje, pero en la época seca se hace visible una disminución considerable de su rendimiento productivo (Muñoz, 2012), además de una constante explotación de los suelos, el escaso aporte correcto y necesario de fertilizantes que han empobrecido el suelo de nutrientes y el desconocimiento de las características forrajeras de nuevas variedades, dan lugar a la presente investigación que tiene como objeto y repercusión práctica la determinación del comportamiento forrajero, curvas de absorción de nutrientes y el valor nutritivo en función de proteína y fibra cruda de cinco variedades de *Brachiaria* en su segundo año de establecimiento; aportando información para profesionales, estudiantes, agricultores y ganaderos, que servirá como material de referencia y apoyo para sustentar futuras investigaciones.

1.3. Alcance

La profundidad de la presente investigación estará dada en base al comportamiento forrajero de cinco variedades de *Brachiaria* donde se toma en cuenta las variables agronómicas como son: altura de planta, materia seca, relación hoja-tallo, área foliar; se determinará las curvas de tendencia de los valores nutritivos en función de proteína y fibra cruda mediante los datos arrojados por el análisis proximal, y a su vez, se realizará curvas de absorción de los nutrientes nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), calcio (Ca) y magnesio (Mg).

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Determinar el comportamiento forrajero, curvas de absorción de nutrientes y valor nutritivo de los genotipos de *Brachiaria*: marandú, mulato II, piatá, xaraés y decumbens en su segundo año de establecimiento.

1.4.2. Objetivos específicos

- Determinar el comportamiento forrajero en doce semanas de crecimiento durante el segundo año de establecimiento de los genotipos de *Brachiaria*.
- Analizar las curvas de tendencia del valor nutritivo en función de proteína cruda, ceniza, grasa y fibra presentes en las hojas y muestra total de los genotipos de *Brachiaria*.
- Diferenciar las curvas de absorción de cantidades extraídas de N, P, K, Ca y Mg en cada estado de muestreo de los genotipos de *Brachiaria*.

1.5. Hipótesis

H₀: los genotipos de *Brachiaria* tendrán el mismo comportamiento forrajero, valor nutritivo y absorción de nutrientes.

H₁: los genotipos de *Brachiaria* tendrán diferente comportamiento forrajero, valor nutritivo y absorción de nutrientes.

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Antecedentes

Existe un gran número de gramíneas de que se adaptan a las diversas condiciones del trópico. Se calcula que en el mundo existen una 10 000 especies de gramíneas, de las cuales únicamente alrededor de 40 se emplean corrientemente en praderas artificiales y menos de la mitad de ellas se emplean en el trópico (Góhol, 1982).

Las gramíneas en el trópico son de menor calidad que aquellas utilizadas en las regiones templadas y aunque sus rendimientos en aterías seca pueden ser mayores, son deficientes en proteína cruda y relativamente altas en fibra (Close et al., 1986).

Conociendo el comportamiento de las curvas de absorción se determinan las épocas de mayor absorción de nutrientes durante el ciclo de crecimiento. Esto a su vez permite definir las épocas de aplicación de los fertilizantes en los programas de fertilización, que generalmente deberán ocurrir unas dos semanas antes de este pico de alto requerimiento de nutrientes. Con esto se logra maximizar el aprovechamiento de los fertilizantes. Las curvas de absorción permiten también conocer la calidad nutritiva, en cuanto a contenidos de nutrientes, de las partes de la planta de consumo humano o animal (Sancho, 2013).

2.2. Crecimiento de las gramíneas

Los bosques y las praderas son las principales formaciones vegetales que se encuentran en forma natural en el mundo. Las praderas, que han ocupado un lugar preponderante en la formación y en el desarrollo de la fertilidad de los suelos, están constituidas en su mayor parte por gramíneas y leguminosas. Las gramíneas poseen una extraordinaria capacidad para cubrir rápidamente los suelos desnudos para protegerlos contra la erosión, retener la humedad y restaurar la fertilidad a través del reciclamiento de nutrientes desde los horizontes inferiores del suelo a los superiores (Bernal y Espinosa, 2003).

El crecimiento y desarrollo de las plantas forrajeras están expresos por su genética y por las condiciones ambientales a las que se encuentran exhibidas, para ello es importante conocer la respuesta fisiológica de cada especie a dichas condiciones de manera que se pueda establecer las prácticas de manejo convenientes para cada condición. Para un desarrollo y maduración óptima en las especies forrajeras hay tres factores ambientales que representan significancia en este proceso los cuales son la radiación solar o luz, temperatura y la humedad del suelo (Bernal y Espinosa, 2003).

2.3. El genotipo *Brachiaria*

Las especies del genotipo *Brachiaria* son originarias de África, fueron introducidas en los años cincuenta sembrándolas inicialmente de forma vegetativa y luego por semilla; han manifestado amplia adaptación y se han usado extensivamente en las tierras bajas y húmedas de América tropical (Pizarro, 2006), además, son acreditadas como gramíneas anuales o perennes, de apariencia erecta, decumbentes y esparcidas con características específicas que las identifican y diferencian entre sus distintos cultivares (Olivera et al., 2006).

2.3.1. *Brachiaria decumbens*

La *B. decumbens* es una gramínea perenne, semierecta a postrada y rizomatosa, produce raíces entrenudos, las hojas miden de 20 cm a 40 cm de longitud de color verde oscuro y con vellosidades. La inflorescencia es en racimos y su semilla es apomítica. Tiene una adaptación de amplio rango que va desde en nivel del mar hasta los 1 800 m, con precipitaciones entre 100 mm y 3 500 mm al año y temperatura sobre los 19 °C. Tiene un crecimiento bueno en regiones de baja fertilidad, sobreviviendo a sequías prolongadas, su recuperación después de los pastoreos es rápido, compite con malezas y no crece en zonas mal drenadas. Se establece por semilla sexual y la cantidad depende del sistema de siembra y su calidad. El cubrimiento en el suelo es rápido, tiene buena persistencia y productividad. Si el pasto está en monocultivo es necesario aplicar 20 kg ha⁻¹ de N cuando éste alcance 20 cm a 30 cm (Peters et al., 2003).

2.3.2. *Brachiaria híbrido cv. mulato II*

Es una gramínea perenne que se desarrolla en regiones húmedas y subhúmedas, con un desarrollo decumbente, estolonífero y cespitoso, sus tallos son de color verde intenso de 15 cm a 20 cm de largo y con alta pubescencia. Las plantas son vigorosas y con buen macollamiento. Se adapta en suelos bien drenados de fertilidad mediana con pH > 4,5 y con precipitaciones superiores a 1 000 mm, es resistente a sequías prolongadas, con buena producción de forraje en época crítica. Es de rápido establecimiento, con su primer pastoreo ligero entre 90 d a 120 d se dan los mejores resultados (Peters et al., 2003).

2.3.3. *Brachiaria brizantha cv. marandú*

Es una planta herbácea perenne, semierecta a erecta, forma macollas y produce raíces en los entrenudos. Las hojas son lanceoladas con poca o nada pubescencia. La inflorescencia es una panícula racimosa. Su adaptación al clima y suelo es de amplio rango, crece muy bien en suelos de mediana fertilidad, con un extenso rango de pH y textura. Puede tolerar sequías prolongadas pero no soporta encharcamientos mayores a 30 d; su persistencia para el pastoreo es buena y compite con las malezas. En zonas tropicales crece desde los 1 800 m.s.n.m. y con precipitaciones entre 1 000 mm y 3 500 mm al año (Peters et al., 2003).

2.3.4. *Brachiaria brizantha cv. piatá*

El pasto piatá es una planta macolladora, con alturas de 0,85 m a 1,1 m, tallos verdes, muchas veces ramificados, las vainas tienen pelos claros y poco densos, la hoja puede llegar hasta y los bordes son hialinos muy ásperos (cortantes). La diferencia en este cultivar está en la longitud de su inflorescencia con un eje de 19 cm de longitud, y en promedio a 48 cm, sin pelos de color morado en el ápice. Es un cultivar de fácil establecimiento y de alta productividad especialmente de hojas durante el período seco. El pasto piatá posee una tasa de crecimiento más alta que el pasto marandú en suelo con saturación de bases entre 35% y 60%. Se adapta en suelos arenosos de mediana fertilidad. Cuando se comparó con otros cultivares de *B. brizantha* (marandú y xaraés), el pasto piatá responde mejor a la fertilización fosfatada (Valle, 2007).

2.3.5. *Brachiaria brizantha* cv. xaraés

El cultivar xaraés fue colectado en Burundi, África, y liberada por EMBRAPA en el año 2003. Su uso es para pastoreo y puede ser henificada o ensilada. Es un cultivar de mediana exigencia en fertilidad del suelo, estando situada en una posición intermedia entre el cultivar marandú y cultivares de *Panicum maximum*. Es un pasto de muy buena palatabilidad y tolera suelos un poco más pesados que la marandú. Sin embargo, no soporta encharcamientos (Vilela, 1999). Su hábito de crecimiento es de macollas y la planta tiene una altura promedio de 1,5 m, hoja lanceolada y larga, con pocos pelos y de coloración verde-oscura. Su floración es más tardía que la marandú y con mayor capacidad de rebrote.

2.4. Producción forrajera de las *Brachiaria*

La producción forrajera es un parámetro importante para determinar la producción de los pastos. Sin embargo, la producción debe estar asociada con la calidad nutritiva y edad del pasto con el fin de suministrar al ganado el pasto más nutritivo, tanto en calidad como en cantidad (Garay, 2013).

2.4.1. *Brachiaria decumbens*

Aunque es una especie que se adapta bien a suelos de baja fertilidad, responde a la aplicación de P y N, es necesario realizar fertilizaciones de mantenimiento cada dos o tres años de uso. Se puede manejar bajo pastoreo continuo o rotacional, su agresividad limita la capacidad de asociación con la mayoría de leguminosas. La productividad de materia seca de esta especie es variable dependiendo de las condiciones climáticas, época del año y de fertilidad del suelo. Durante todo el período de lluvias la producción de materia seca alcanza hasta 6 t ha⁻¹ reduciéndose en la época seca hasta en 70%. El valor nutritivo se puede considerar intermedio en términos de digestibilidad composición química y consumo, el contenido de proteína cruda disminuye rápidamente con la edad del pasto desde 10% a los 30 d a 5% a los 90 d (Peters et al., 2003).

2.4.2. *Brachiaria híbrido cv. mutalo II*

La producción de forraje presenta pocos cambios estacionales durante el año. Requiere pastoreos intensivos, soporta cargas altas durante y tiene rápida recuperación luego de los pastoreos: sin embargo es necesarios que tenga períodos de descanso. Esta gramínea produce 25% más de materia seca que otras *Brachiaria* comerciales como la *B. decumbens* y *B. brizantha*, la materia seca que produce llega hasta 25 t ha⁻¹ año⁻¹, elevando la producción animal diaria de 1 kg animal⁻¹ a 2 kg animal⁻¹ más que *B. decumbens* cv. marandú y *B. brizantha* cv. Toledo en condiciones comparables. La proteína está entre 12% y 15% y la digestibilidad entre 55% y 62% (Peters et al., 2003).

2.4.3. *Brachiaria brizantha cv. marandú*

Esta gramínea responde bien a niveles de fertilización moderados, se puede manejar bajo pastoreo continuo o rotacional. Tiene buena tasa de crecimiento durante la época seca y se debe pastorear bien, evitando el sobrepastoreo. Forma de asociaciones persistentes y productivas (Peters et al., 2003). Presenta alta producción de forraje en un rango amplio de ecosistemas y suelos. La producción anual de materia seca varía entre 8 t ha⁻¹ y 20 t ha⁻¹ y soporta cargas altas. Los contenidos de proteínas en praderas bien manejadas están entre 7% y 14% y la digestibilidad entre 55% y 70%. La producción diaria de leche en praderas de Toledo es de 8 kg animal⁻¹ y 9 kg animal⁻¹, asociado con leguminosa y bajo pastoreo alterno y carga de 3 animales ha⁻¹ produce ganancias diarias de peso de 500 g animal⁻¹ a 750 g animal⁻¹, tanto en invierno como en verano (Peters et al., 2003).

2.4.4. *Brachiaria brizantha cv. piatá*

El cultivare piatá fue lanzado por Embrapa, siendo uno de los materiales agrícolas brasileños más esperados, es recomendado especialmente por la alta tasa de crecimiento de las hojas, por la alta relación de hoja-tallo y su valor nutritivo. Tiene capacidad de tolerar la sequía con una productividad de materia seca en promedio de 9,5 t ha⁻¹ año⁻¹, con el 57% de hojas y el 30% obtenida en la estación seca (Costa, 2012).

2.4.5. *Brachiaria brizantha* cv. xaraés

Comparada con cultivar marandú, los resultados mostraron que presentó mayor rebrote con abundante producción materia seca de hojas bajo cortes en el período de lluvias y sequía con valores de 28,2 kg ha⁻¹ d⁻¹ y 9,80 kg ha⁻¹ d⁻¹ respectivamente, mientras que el cultivar marandú produjo 17,9 y 6,70 kg ha⁻¹ d⁻¹ para los mismos períodos, respectivamente. Su producción anual de materia seca es cercana a las 21 t ha⁻¹ año⁻¹. El contenido de proteína varía entre 10% y 12% (EMBRAPA, 2001).

La capacidad de carga de xaraés también es una ventaja para el cultivar, pues permite una mayor cantidad de animales por hectárea en pastoreo, siendo ésta un 60% más que la del marandú, y llega a proporcionar una ganancia de peso anual por área también mayor en un 30% (Reina, 2007).

2.5. Absorción de nutrientes por los genotipos de *brachiaria*

La absorción de nutrientes en las plantas es importante para realizar planes de fertilización y conocer las etapas donde las plantas absorben las mayores cantidades de nutrientes y suministrarlas a tiempo (Bertsch, 2003).

Según Román (2013) el N y el K son los nutrientes que absorben en mayor cantidad los genotipos de *Brachiaria*: decumbens, piatá, xaraés, mulato II y marandú. El decumbens con una edad de pastoreo de 35 d absorbería N durante la época lluviosa en cantidades de 90,78 kg ha⁻¹; el marandú, 90,16 kg ha⁻¹; el mulato II, 107,4 kg ha⁻¹; el piatá, 96,7 kg ha⁻¹ y el xaraés, 109,0 kg ha⁻¹. Para el K y en el mismo orden de los genotipos las absorciones fueron las siguientes; 129,6 kg ha⁻¹; 97,9 kg ha⁻¹; 127,1 kg ha⁻¹; 111,2 kg ha⁻¹; 107,5 kg ha⁻¹.

La principal deficiencia en praderas de gramíneas puras, es el nitrógeno que se manifiesta con un bajo contenido de proteína en los forrajes. Según el ICA, en estudios realizados en los Llanos Orientales en 1994 el contenido de calcio en *Brachiaria decumbens* es del orden

de 0,25% a 0,30%, el fósforo de 0,05% a 0,20%, el magnesio 0,10% a 0,25%, y el azufre de 0,05% a 0,10% (Narvaías, 2011).

En investigaciones realizadas en Venezuela sobre fertilización fosforada y nitrogenada la *Brachiaria decumbens* no registró diferencias debidas al fósforo en producción de materia seca, sin embargo las diferencias se atribuyeron al fertilizante nitrogenado (Romero et al., 2003).

El pasto mulato puede responder a la fertilización fosforada. En evaluaciones preliminares realizadas en Colombia (CIAT, 1988), mostraron que el mulato incrementa durante la fase de establecimiento sus rendimientos de 4,8 t ha⁻¹ a 8,7 t ha⁻¹ de materia seca, al aplicar dosis de P entre 20 kg ha⁻¹ a 50 kg ha⁻¹ P. Además, Se reconoce la buena respuesta del mulato a la fertilización se ha observado que la gramínea pareciera no requerir aplicaciones significativas de nitrógeno para un buen desarrollo en los primeros meses de crecimiento.

2.6. Calidad nutritiva de los genotipos de *brachiaria*

2.6.1. *Brachiaria decumbens*

Para la *Brachiaria decumbens* se han encontrado que la proteína cruda desciende con la edad del pasto desde 10% a los 30 d a 5% a los 90 d y su digestibilidad entre 50% a 60% (Peters et al., 2003; Castro, 2013).

2.6.2. *Brachiaria híbrido cv. mulato II*

La información generada en los últimos años sobre calidad del mulato proviene en alto porcentaje de siembras hechas en las partes bajas tropicales y muestra valores de proteína cruda que oscilan entre 9% y 16% y entre 55% y 62% de digestibilidad in vitro para planta entera de la gramínea con 30 d y 23 d de edad durante la época de lluvias. Por otro lado, el Forage Laboratory, Estados Unidos de Norte América, y el Laboratorio de la Universidad Tecnológica Equinoccial, Ecuador, reportan valores respectivamente de proteína cruda de 21,6% y 18,6% a los 40 d de edad de la planta, y valores de fibra ácido detergente de

29,6% y 23,8%, lo cual indica calidad sobresaliente para una gramínea tropical (Fernández, 2006). El mulato tiende a presentar mejores índices de calidad nutritiva que otras especies comerciales de *Brachiaria* en condiciones similares de crecimiento y manejo. Es así que se reportan porcentajes promedios de proteína de 9,8% y 8,3% para el mulato y *B. decumbens* cv. Basilisk, respectivamente, durante la época lluviosa en Cereté, Colombia (Cuadrado et al., 2005).

2.6.3. *Brachiaria brizantha* cv. marandú

Peters et al., (2003) reporta contenidos de proteína en praderas bien manejadas entre 7% y 14% y entre 55% y 70% de digestibilidad. En extensiones de marandú la producción de leche es de 8 kg animal⁻¹ día⁻¹ y 9 kg animal⁻¹ día⁻¹, pudiendo producir anualmente leche entre 180 kg animal⁻¹ y 280 kg animal⁻¹ y en ganado de carne alcanza entre 540 kg ha⁻¹ y 840 kg ha⁻¹.

2.6.4. *Brachiaria brizantha* cv. piatá

En un estudio realizado en Campo Grande, Brasil, se compara el valor nutricional de las muestras de tres variedades de *Brachiaria brizantha* (marandú, xaraés y piatá) donde los resultados revelaron que estos cultivares difieren poco en proteína cruda, fibra detergente neutra y digestibilidad in vitro, siendo los valores para el cultivar piatá 9,5% de proteína cruda, 59,9% de fibra detergente neutra y 73,8% de digestibilidad in vitro (Soares, et al., 2010).

2.6.5. *Brachiaria brizantha* cv. xaraés

Esta variedad presenta alto valor nutritivo con porcentajes que mantienen variabilidad entre 13%, 10% y 8% de proteína cruda, y 67%, 64% y 60% de digestibilidad in vitro, con edades de rebrote de 25 d, 35 d y 45 d, correspondientemente (Guevara et al., 2006). Por otro lado, Jácome et al. (2003) presenta resultados en su investigación realizada en la zona de Santo Domingo de los Tsáchilas, contenidos de proteína cruda con 17% y de fibra con 25,7%.

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Sitio del estudio

Esta investigación se desarrolló en Santo Domingo de los Tsáchilas, Ecuador, en las coordenadas 00° 14' N y 79° 12' W a 416 m de altitud sobre el nivel del mar y durante la época lluviosa en el año 2013. El clima tuvo una precipitación media mensual de 255 mm, temperatura media de 23,1 °C y humedad relativa de 87% de enero a julio del 2013 obtenidos en la Dirección General de Aviación Civil, Santo Domingo. Los suelos son formaciones de ceniza volcánica reciente sobre conos de deyecciones costeras y llanuras aluviales antiguas, de relieve plano a ondulado; el suelo está clasificado como Andisol en el sistema Americano (Espinosa, 2008; Mejía, 1986).

3.2. Diseño experimental

3.2.1. Unidad experimental

Para la presente investigación se utilizaron los genotipos de *Brachiaria*: marandú, mulato II, piatá, decumbens y xaraés, los cuales se encontraban diferenciados y establecidos en parcelas de 3,7 m por 3,7 m. Se realizaron diez cortes cada 7 d, iniciándose a las cuatro semanas posteriores del corte de igualación de las parcelas; para esto escogieron tres macollos dentro de cada parcela experimental de manera sistemática y conforme a lo anteriormente establecido. El área total experimental fue de 80,29 m², teniendo en cada parcela un área de 13,69 m². No se tomó en cuenta el efecto borde para la medición de las variables.

3.2.2. Tratamientos

Los tratamientos de la investigación estuvieron fueron los cinco genotipos de *Brachiaria*: marandú, mulato II, piatá, decumbens y xaraés que fueron evaluados cada 7 d desde los 16

d hasta los 79 d de edad con un diseño completamente al azar con observaciones en el tiempo y tres repeticiones. Se midieron las variables altura de planta, área foliar específica, índice de área foliar, producción de materia seca de la parte aérea, de tallos y de hojas, análisis proximal: proteína, grasa, fibra y cenizas; y absorción de macronutrientes: N, P, K, Ca y Mg.

3.3. Manejo del experimento

3.3.1. Manejo rutinario

El área de experimental se encontraba comenzando su segundo año de establecimiento. Para arrancar con la investigación se efectuó un corte de igualación a 10 cm del suelo y se fertilizó con 120 kg ha⁻¹, 60 kg ha⁻¹, 70 kg ha⁻¹, 60 kg ha⁻¹, y 50 kg ha⁻¹ de N, P₂O₅, K₂O, Mg y SO₄, respectivamente, con el fin de que los resultados del estudio resulten extrapolables a situaciones más allá de circunstancias particulares y, para ello, se vió necesario realizarlo bajo condiciones nutricionales y ambientales óptimas para las cinco variedades de *Brachiaria*. Una vez que se hizo el corte de igualación y la fertilización, se permitió que la planta se desarrolle durante un mes y nuevamente se realizó otro corte de igualación el cual fue el punto de partida a la investigación.

El mantenimiento de las parcelas fue con la limpieza manual de malezas cada 15 d, se aplicó herbicidas en las calles entre el área experimental y los cortes semanales se los realizaron con hoces grandes a la altura de 10 cm del suelo.

3.3.2. Medición de variables

Se realizaron 10 cortes semanalmente comenzando a las cuatro semanas posteriores del corte de igualación de las parcelas. Se escogió tres macollos dentro de cada parcela experimental de manera sistemática. En estos tres macollos se midieron las variables indicadas.

Altura de la planta

Se midió con un flexómetro la altura de la planta más alta de cada macollo a partir de los 10 cm del suelo.

Índice de área foliar

Este índice se calculó dividiendo el área foliar del macollo por el área que ocupaba el macollo. El área foliar se calculó relacionando el área de una hoja con su peso fresco. El área de la hoja se calculó con el programa libre ImageJ versión 1.45 (Rincón et al., 2012) de imágenes de hojas escaneados con un escáner HP Photosmart D110.

Área foliar específica

El área foliar específica se calculó dividiendo el área foliar de las hojas del macollo para el peso seco de las hojas del macollo (Pérez et al., 2004).

Producción forrajera de hojas, tallos y parte aérea

Se tomaron dos submuestras de 300 g de materia verde de cada genotipo en las edades de corte y en las repeticiones. Una de las submuestras se separó en hojas y tallos. Se pesaron en fresco y seco, se secaron a 65 °C por 3 d (Murillo, 2013) las submuestras que contenían la parte aérea de la planta, y la submuestra de las hojas y los tallos. Finalmente, las producciones de materia seca se extrapolaron a 1 ha con la densidad de plantación de 1 macollo m⁻² para todos los genotipos.

Relación hoja-tallo

La relación hoja tallo es la división de la materia seca de hojas para la de tallos que se produjo en 1 ha.

Calidad nutritiva

Se analizó la proteína cruda por el método Micro-Kjeldahl, la fibra bruta por el método de Weende, la grasa por el método de Soxhlet y la ceniza por el método de incineración en mufla (Murillo, 2013) para las hojas y parte aérea, tallo y hojas, de la planta.

Absorción de nutrientes

La concentración de los nutrientes N, P, K, Ca y Mg de las hojas y tallos de la planta se analizó por el método de digestión húmeda con ácido nítrico y perclórico relación 2:1. El P se determinó por colorimetría, el N por Kjeldhal, el K, Ca y Mg con el espectrómetro de absorción atómica (Román, 2013).

3.3.3. Análisis estadístico

Para las variables agronómicas se utilizó el análisis de varianza (Cuadro 1) para el diseño indicado, la prueba de significación Tukey con $\alpha = 0,05$ para comparar los genotipos de *Brachiaria* y polinomios ortogonales para las tendencias lineal, cuadrática y cúbica de las edades de corte (Gomez y Gomez, 1984). Los cálculos se resolvieron con el programa InfoStat versión 2012 (Casanoves et al., 2012). Para absorción de nutrientes y calidad nutritiva se utilizaron cuadros y gráficos para presentar los datos sin análisis estadístico, debido a que no se hizo repeticiones para los tratamientos.

Cuadro 1. Esquema del análisis de varianza para el diseño completamente al azar con observaciones en el tiempo

Fuente de variación	Grados de libertad
Total	149
Genotipos (A)	4
Error (a)	10
Edades (B)	9
Lineal	(1)
Cuadrática	(1)
Cúbica	(1)
A x B	36
Error (b)	90

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Comportamiento agronómico

4.1.1. Altura de planta

Hubo interacción ($P < 0,0001$) entre los genotipos de *Brachiaria* y la edad de las plantas para la altura de planta. La altura de las plantas siempre aumentó linealmente ($P < 0,0001$) entre los 16 d y 79 d de edad de las plantas. Por cada día de edad que transcurrió la altura de planta de los genotipos aumentó entre 1,1 cm y 1,6 cm (Fig. 1).

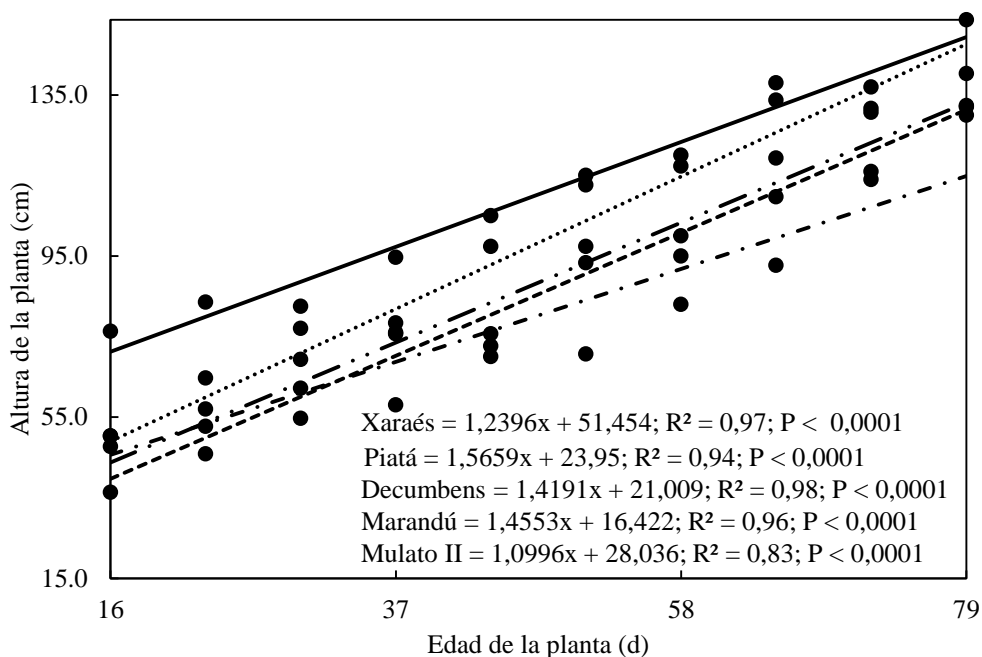


Fig. 1. Altura de planta de los genotipos de *Brachiaria* según la edad de crecimiento, x = edad de la planta desde 16 d hasta 79 d en la época lluviosa del segundo año de establecimiento (xaraés = —, piatá = ·····, decumbens = — · ·, marandú = - - - - , mulato II = - · - ·)

Estos resultados indican que los genotipos de *Brachiaria* formaron continuamente hojas nuevas entre los 16 d y 79 d de edad debido a que el meristemo apical no se removió por el

corte (Beguet y Bavera, 2001; Guimarães, 1997) para la siguiente edad que se midió la altura.

En una investigación sobre genotipos de *Brachiaria* en la época lluviosa, Román (2013) reporta que piatá y xaraés marandú tendieron a estabilizar su altura a partir de los 56 d hasta los 70 d de edad; mientras que mulato II incrementó constantemente la altura y decumbens a partir de los 56 d disminuyó la altura. En esta investigación se observó que todos los genotipos incrementaron constantemente la altura durante la época lluviosa, llegando a alturas similares (entre 105 cm y 138 cm) a las reportadas por Garay (2013), durante la época lluviosa del primer año de evaluación de los genotipos, a los 70 d de edad (entre 82 cm 137 cm).

4.1.2. Índice de área foliar

No hubo interacción ($P = 0,3621$) entre los genotipos de *Brachiaria* y sus edades de corte para el índice de área foliar (IAF). El IAF promedio de los genotipos tuvo un incremento del tipo sigmoidal entre los 37 d y 79 d de edad.

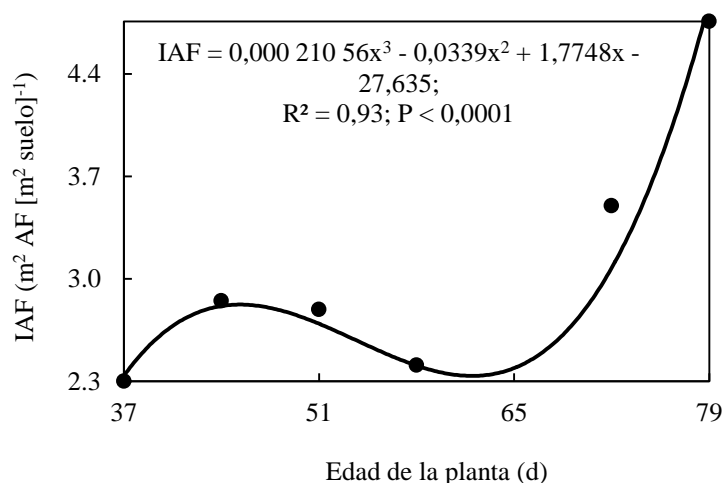


Fig. 2. Índice de área foliar (IAF) de los genotipos de *Brachiaria* según la edad de la planta en la época lluviosa del segundo año de establecimiento (x = edad de la planta desde los 37 hasta los 79 d, no se registró el área foliar hasta los 30 d de edad)

El máximo crecimiento inicial, entre 37 d y 58 d de edad, fue a los 45 d con un IAF de 2,8 m² AF [m² suelo]⁻¹, observándose el punto de inflexión a los 54 d con un IAF de 2,5 m² AF [m² suelo]⁻¹ (Fig. 2).

Entre los 45 d y 54 d de edad el IAF disminuyó posiblemente porque los genotipos formaron las inflorescencias y estas inhibieron la formación de macollos, por tanto de hojas (Colabelli, 2009; Bernal y Espinosa, 2003; Beguet y Bavera, 2001). El incremento del IAF a partir de los 54 d de edad se debería a que la planta comenzó nuevamente la formación de macollos después de terminada la inflorescencia.

Por observación directa a los genotipos se constató que a partir de los 60 d de edad se formaron nuevos macollos, lo cual explicaría el incremento del IAF. Según Garay (2013), época lluviosa del primer año de establecimiento de los genotipos, el IAF máximo (8,8) se observó en el marandú a los 77 d de edad, siendo superior a los genotipos decumbens, mulato II, xaraés y piatá cultivados en la época lluviosa. Además, no se observa durante el primer año el comportamiento sigmoideal del IAF que se reporta en la presente investigación.

4.1.3. Área foliar específica

No hubo interacción ($P = 0,4756$) entre los genotipos de *Brachiaria* y sus edades de corte para el área foliar específica (AFE). Hubieron diferencias ($P < 0,0001$) del AFE entre los genotipos de *Brachiaria*. Se observó que el genotipo mulato II tuvo la mayor AFE (257,8 cm² g⁻¹) y el piatá tuvo la menor AFE (162,1 cm² g⁻¹) (Fig. 3). Estos resultados coinciden con los estudios realizados por Murillo (2013) y Garay (2013), época lluviosa del primer año de establecimiento de los genotipos, donde la menor AFE se observó en el genotipo piatá.

Estas diferencias se deberían a que el mulato II demanda más luminosidad que el piatá, siendo así el mulato II el genotipo perteneciente a los más nutritivos y que acumulan más nitrógeno (N); mientras que el piatá tendría hojas más gruesas, presentaría mayor

lignificación y menor tamaño celular; siendo de los menos nutritivos (Fig. 7, Cuadros 2 y 3) (Cuéllar et al., 2010).

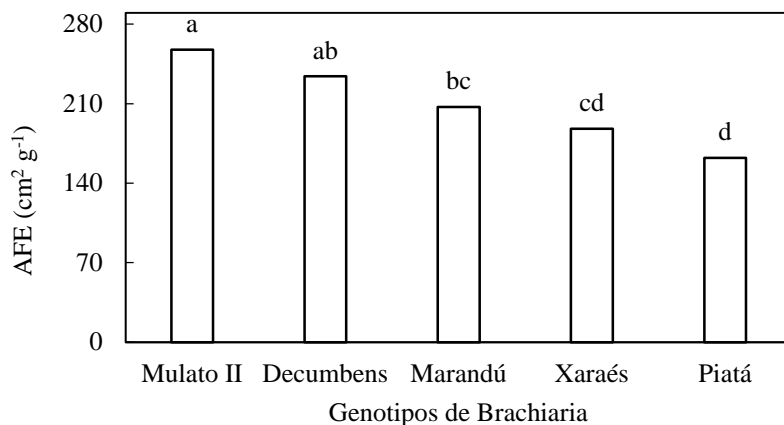


Fig. 3. Área foliar específica (AFE) de los genotipos de *Brachiaria* en promedio desde los 37 hasta los 79 d de edad en la época lluviosa del segundo año de establecimiento. Letras distintas indican diferencias entre los promedios con Tukey $\alpha = 0,05$; no se registró el área foliar hasta los 30 d de edad

Estas diferencias se deberían a que el mulato II demanda más luminosidad que el piatá, siendo así el mulato II el genotipo perteneciente a los más nutritivos y que acumulan más nitrógeno (N); mientras que el piatá tendría hojas más gruesas, presentaría mayor lignificación y menor tamaño celular; siendo de los menos nutritivos (Fig. 7, Cuadros 2 y 3) (Cuéllar et al., 2010).

Según Garay (2013) el mulato II cultivado en la época lluviosa del primer año de establecimiento de los genotipos presenta $254 \text{ cm}^2 \text{ g}^{-1}$ de AFE a los 14 d de edad y $190 \text{ cm}^2 \text{ g}^{-1}$ a los 70 d de edad, valores inferiores al observado en esta investigación ($258 \text{ cm}^2 \text{ g}^{-1}$).

4.2. Producción forrajera

No hubo interacción ($P \geq 0,05$) entre los genotipos de *Brachiaria* y sus edades de corte para la producción de forraje total, de hojas y de tallos. Hubieron efectos simples ($P < 0,05$) de los genotipos y sus edades de corte en la producción forrajera de las variables antes indicadas.

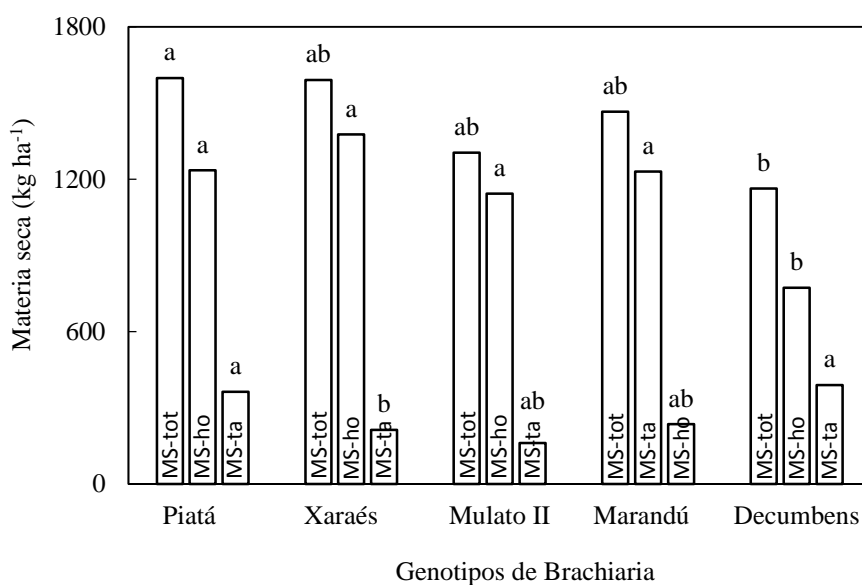


Fig. 4. Producción de materia seca total (MS-tot), materia seca de hojas (MS-ho) y materia seca de tallos (MS-ta) de los genotipos de *Brachiaria*, en promedio desde los 16 d hasta los 79 d de edad en la época lluviosa del segundo año de establecimiento. Letras distintas para los promedios entre genotipos de cada parte muestreada en la planta indican diferencias con Tukey $\alpha = 0,05$

La mayor producción total de materia seca de forraje entre los 16 d a 79 d de edad se obtuvo con el genotipo piatá (1 598,8 kg ha⁻¹), mientras que con el genotipo decumbens la producción fue menor (1 163,4 kg ha⁻¹). Los genotipos xaraés, mulato II y marandú tuvieron producciones intermedias entre piatá y decumbens (Fig. 4). Garay (2013), época lluviosa del primer año de establecimiento de los genotipos, no observó diferencias en la producción de materia seca total debido a los genotipos indicados durante la época lluviosa.

Los genotipos piatá, xaraés, mulato II y marandú tuvieron la mayor producción de materia seca de hojas que el genotipo decumbens (772,9 kg ha⁻¹) e iguales producciones entre sí (1 247,0 kg ha⁻¹) (Fig. 4). Navajas (2011) menciona en su estudio sobre *Brachiaria* que con mulato II obtuvo una biomasa seca de 810 kg ha⁻¹ a los 70 d de edad, mientras que en esta investigación hay un promedio, entre los 16 d a 70 d edad, de 1 305 kg ha⁻¹. Los genotipos piatá y decumbens produjeron la mayor cantidad de tallos (376,8 kg ha⁻¹) que los genotipos xaraés, mulato II y marandú (Fig. 4). En un estudio realizado por Murillo (2013) menciona que *B. decumbens* fue el genotipo que mayor porcentaje de tallos produjo tanto en las épocas lluviosa como en la seca. Durante el primer año de establecimiento en la

época lluviosa, Garay (2013), el xaraés tuvo la mayor producción de materia seca de hojas, mientras que los genotipos decumbens y piatá tuvieron la menor producción.

La mayor producción total de forraje seco de piatá se debe a la mayor capacidad de formar materia seca de los tallos, a pesar que este genotipo tuvo la menor AFE e igual producción de hojas que mulato II, marandú y Xaraes (Fig. 3). El marandú, xaraés y el mulato II tuvieron las menores producciones de tallos y las mayores de hojas a la vez. Sin embargo, el marandú y el mulato II tendrían los mayores contenidos en las hojas de proteína y ceniza, mientras que el xaraés, los de fibra (Cuadro 6. Fig. 7).

Las producciones de forraje total y de hojas se ajustaron al modelo cúbico ($P < 0,0001$) y la producción de tallos al modelo cuadrático ($P = 0,0129$) (Fig. 5). El punto de inflexión de las producciones de materia seca total y de hojas fue a los 45 d de edad con una producción de $1\ 275,9\ \text{kg ha}^{-1}$ y $1\ 124,8\ \text{kg ha}^{-1}$, respectivamente. En dicha edad los genotipos estarían formando las inflorescencias, por tanto se inhibiría la formación de biomasa vegetativa, como se explicó en el ítem 4.1.2.

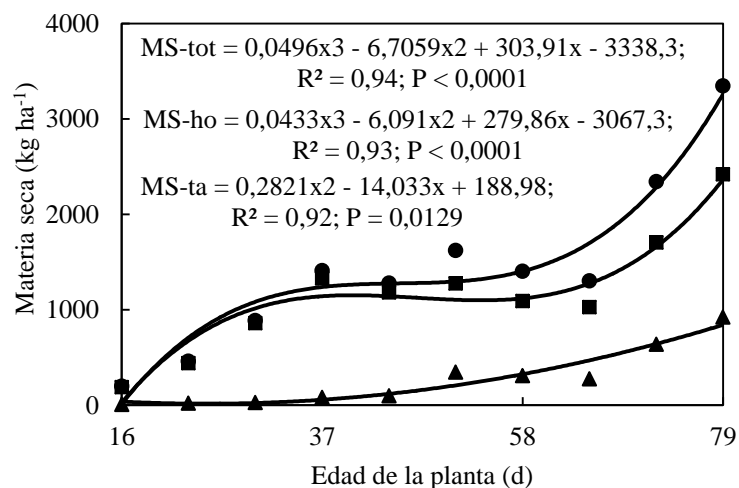


Fig. 5. Producción promedio de materia seca total (MS-tot = ●), materia seca de hojas (MS-ho = ■) y materia seca de tallos (MS-ta = ▲) de los genotipos de *Brachiaria* desde los 16 d hasta los 79 d de edad (x) en la época lluviosa del segundo año de establecimiento

La producción de tallos aumentó desde los 16 d hasta los 79 d de edad, sin embargo desde aproximadamente los 37 d hasta los 79 d de edad la producción estaría aumentado en mayor cantidad que antes de esa edad.

4.3. Relación hoja-tallo

Hubo interacción ($P = 0,0016$) entre los genotipos de *Brachiaria* y las edades de la planta. Las edades de la máxima relación hoja-tallo para los genotipos fueron: decumbens, 16 d; marandú, 32 d; mulato II, 33 d; piatá, 31 d; xaraés, 27 d (Fig 6, Cuadro 2). En cuanto a producción y calidad de hojas, estas edades indicarían el tiempo adecuado para el consumo de cada genotipo debido a que la producción de tallos comienza a aumentar; y la de hojas, a disminuir (Ramírez, et al. 2010). No obstante, la floración comenzaría aproximadamente a los 45 d de edad y terminaría a los 54 d de edad, según el índice de área foliar (Fig. 2). Según Hidalgo et al. (1998) al iniciar la floración los pastos tienden a disminuir el contenido de proteína y de digestibilidad. Por tanto, la edad adecuada de pastoreo de los genotipos estaría entre sus edades de la máxima relación hoja-tallo y el inicio de la floración. Durante la época lluviosa del primer año de establecimiento de los genotipos, Garay (2013), no reporta la relación hoja-tallo; sin embargo, se encontró que los genotipos decumbens y piatá produjeron la mayor cantidad de tallos y fueron los primeros en comenzar la producción, a los 14 d y 28 d de edad, respectivamente.

Cuadro 2. Modelos de regresión de la relación hoja-tallo de los genotipos de *Brachiaria* entre los 16 y 79 d de edad (x) de la planta en la época lluviosa del segundo año de establecimiento.

	Modelos	R^2 ^a	P ^b
Decumbens	= $0,0105x^2 - 1,3838x + 45,929$	0,86	0,0418
Marandú	= $0,0025x^3 - 0,3785x^2 + 16,564x - 166,53$	0,78	< 0,0001
Mulato II	= $0,0013x^3 - 0,1931x^2 + 8,5304x - 79,314$	0,53	0,0392
Piatá	= $0,0013x^3 - 0,1896x^2 + 8,0619x - 73,337$	0,58	0,0001
Xaraés	= $0,0038x^3 - 0,5421x^2 + 21,138x - 135,79$	0,57	0,0004

^a Coeficiente de determinación. ^b Probabilidad de encontrar diferencias debidas al azar

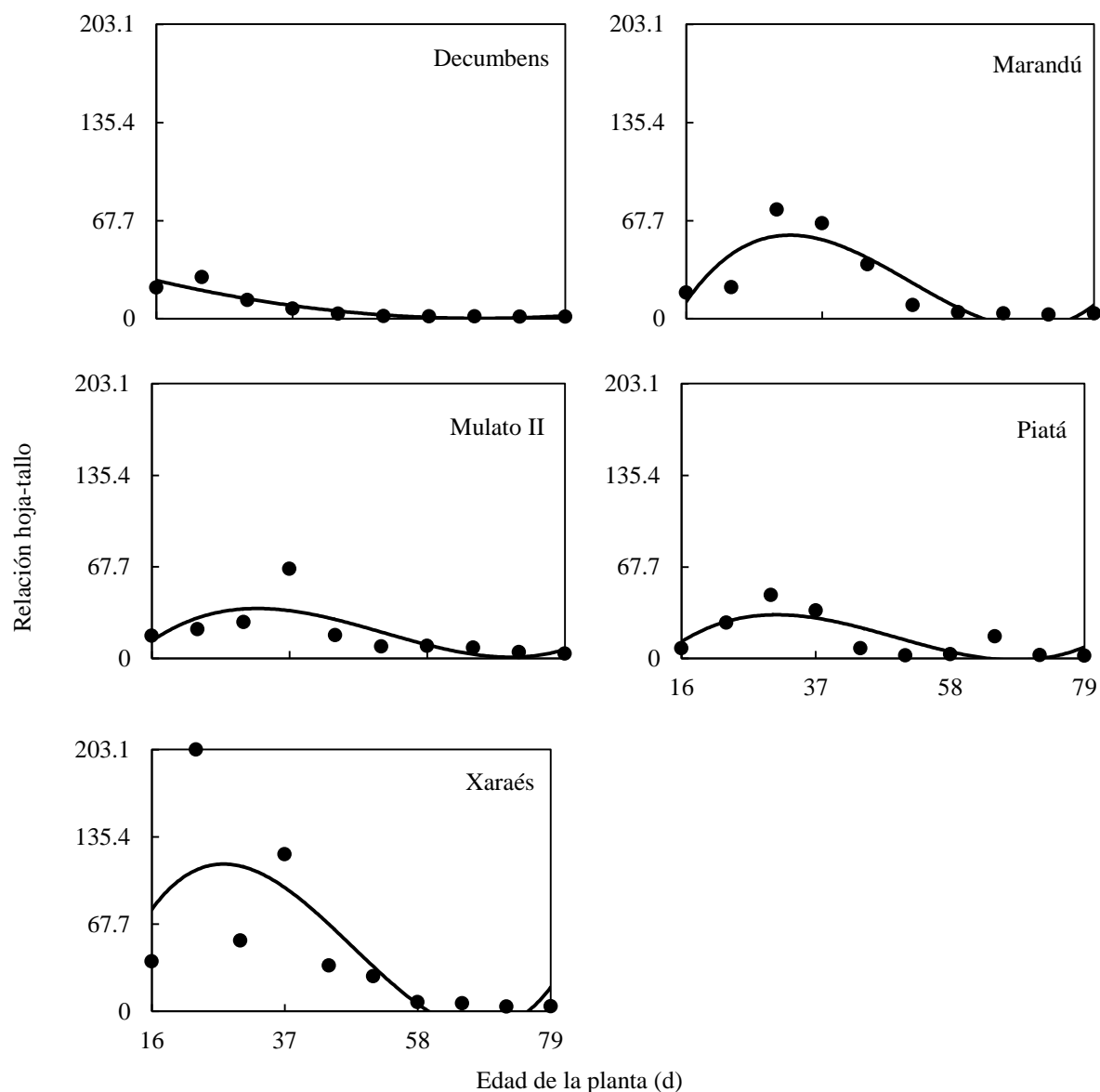


Fig. 6. Relación hoja-tallo en base seca según la edad de los genotipos de *Brachiaria* en la época seca del segundo año de establecimiento.

Los genotipos marandú, xaraés y mulato II produjeron la menor cantidad de tallos y fueron los últimos en producir tallos, a partir de los 35 d de edad.

4.4. Calidad nutritiva

Se presenta una descripción de la calidad nutritiva que comprende la fibra, ceniza, proteína y grasa de las hojas y la parte aérea (tallo y hojas) de los genotipos de *Brachiaria* entre las

edades de la planta de 23 d y 79 d en la época lluviosa de su segundo año de establecimiento.

Las hojas y parte aérea presentaron un contenido similar en la calidad nutritiva, principalmente en proteína y ceniza (Cuadro 6, Fig. 7). Las hojas como para la parte aérea de los genotipos tuvieron mayor contenido de fibra que de ceniza, proteína y grasa. La proteína y ceniza tendieron a disminuir con el incremento de la edad de las plantas. La grasa aumentó a los 37 d de edad y a partir de esta edad disminuyó (Fig. 7).

La fibra en las hojas tendió a incrementarse según aumentó la edad de las plantas desde los 23 d hasta los 79 d. A los 23 d de edad el genotipo decumbens tuvo la menor concentración de fibra (27,42%) y a los 79 d, el mulato II (35,86%); mientras que los mayores contenidos de fibra a los 79 d de edad fueron para el piatá y xaraés (Cuadro 3, Fig. 7). Al parecer el mulato II y decumbens tendrían la menor concentración de fibra.

El marandú tuvo la mayor concentración de proteína en las hojas a los 23 d (19,19%) y 79 d (9,53%) de edad de la planta y el piatá tuvo la menor concentración de proteína (Cuadro 3, Fig. 7). Estos resultados sugerirían que el marandú produce la mayor cantidad de proteína debido a que está entre los genotipos de mayor producción de materia seca (Fig. 4).

El mulato II tuvo las mayores concentraciones de ceniza en las hojas a los 23 d (17,83%) y 79 d (12,07%) de edad de la planta; mientras que decumbens y piatá tuvieron las menores concentraciones en dichas edades, respectivamente (Cuadro 3, Fig. 7). Esto indicaría que el mulato II aporta con altas cantidades de minerales (Fig. 4).

El piatá y el mulato II tuvieron las mayores concentraciones de grasa en las hojas a los 23 d (2,76%) y 79 d (2,87%) de edad; sin embargo, el marandú y el decumbens tuvieron las menores concentraciones de grasa (Cuadro 3a, Fig. 7). Los resultados sugieren que piatá y mulato II producen altas concentraciones de grasa.

Según lo reportado por Garay (2013) el genotipo mulato II tuvo la mayor concentración de proteína; 12,3% en promedio en la parte aérea de la planta; durante la época lluviosa del primer año de establecimiento de los genotipos y desde los 28 d hasta los 56 d de edad. Además, el decumbens tuvo la menor concentración de proteína, de 11,1%. En esta investigación se observó que la concentración de proteína en los genotipos disminuyó a medida que aumentó la edad de la planta, esto se debería a la redistribución de la proteína a la nueva materia seca de las hojas y tallos que se formó según se incrementó la edad de la planta (Juárez et al., 2011; Juárez-Hernández et. al; 2004).

Por su parte, Viveros (2012), reporta las mayores concentraciones de proteína para decumbens de 13,9% a los 42 d de edad de la planta, a partir de esta edad hasta los 84 d la proteína tendió a disminuir. Para el mulato II se reporta un contenido de proteína de 11,5% en promedio desde los 21 d hasta los 63 d de edad, a partir de esta edad la proteína disminuyó. Para la grasa, la decumbens tendió a incrementarse desde los 21 d hasta los 82 d de edad, de 3,0% a 6,1%; mientras que para el mulato II el comportamiento de la grasa fue el mismo, incrementándose de 3,0% a 5,2%. En cuanto a la ceniza, la decumbens tuvo las mayores concentraciones, de 10,8 % a los 21 d y 84 d, en las edades intermedias la ceniza tendió a disminuir. En el mulato II la ceniza tendió a incrementarse a medida que aumentó la edad de la planta, desde 10,8% hasta 12,5% entre los 21 d y 84 d de edad. De igual forma, la fibra aumentó desde 31,0% hasta 35,0% en el mulato II y decumbens entre las edades indicadas.

Estos resultados indicarían que el mulato II y el marandú serían los genotipos con mayor concentración y producción de proteína y ceniza; mientras que el xaraés sería el genotipo con mayor contenido de fibra.

Cuadro 3. Valores máximos y mínimos de la calidad nutritiva de los genotipos de *Brachiaria* a los 23 d y 79 d de edad de la planta, en la época lluviosa del segundo año de establecimiento para a) hojas y b) parte aérea (tallos y hojas)

a) Hojas

Valores	Fibra	Genotipos	Proteína	Genotipos	Ceniza	Genotipo	Grasa	Genotipo
					23 d			
Mínimo	27,42	Decumbens	12,22	Piatá	11,55	Decumbens	2,31	Marandú
Máximo	34,56	Xaraés	19,19	Marandú	17,83	Mulato II	2,76	Piatá
					79 d			
Mínimo	35,86	Mulato II	5,24	Piatá	9,49	Piatá	1,89	Decumbens
Máximo	39,38	Piatá	9,53	Marandú	12,07	Mulato II	2,87	Mulato II

b) Parte aérea (tallos y hojas)

Valores	Fibra	Genotipos	Proteína	Genotipos	Ceniza	Genotipo	Grasa	Genotipo
					23 d			
Mínimo	28,68	Marandú	14,11	Piatá	11,92	Decumbens	1,55	Mulato II
Máximo	34,47	Xaraés	20,27	Marandú	13,69	Mulato II	3,20	Marandú
					79 d			
Mínimo	36,35	Mulato II	5,42	Decumbens	8,43	Piatá	2,16	Mulato II
Máximo	45,45	Xaraés	8,21	Marandú	11,50	Mulato II	2,78	Piatá

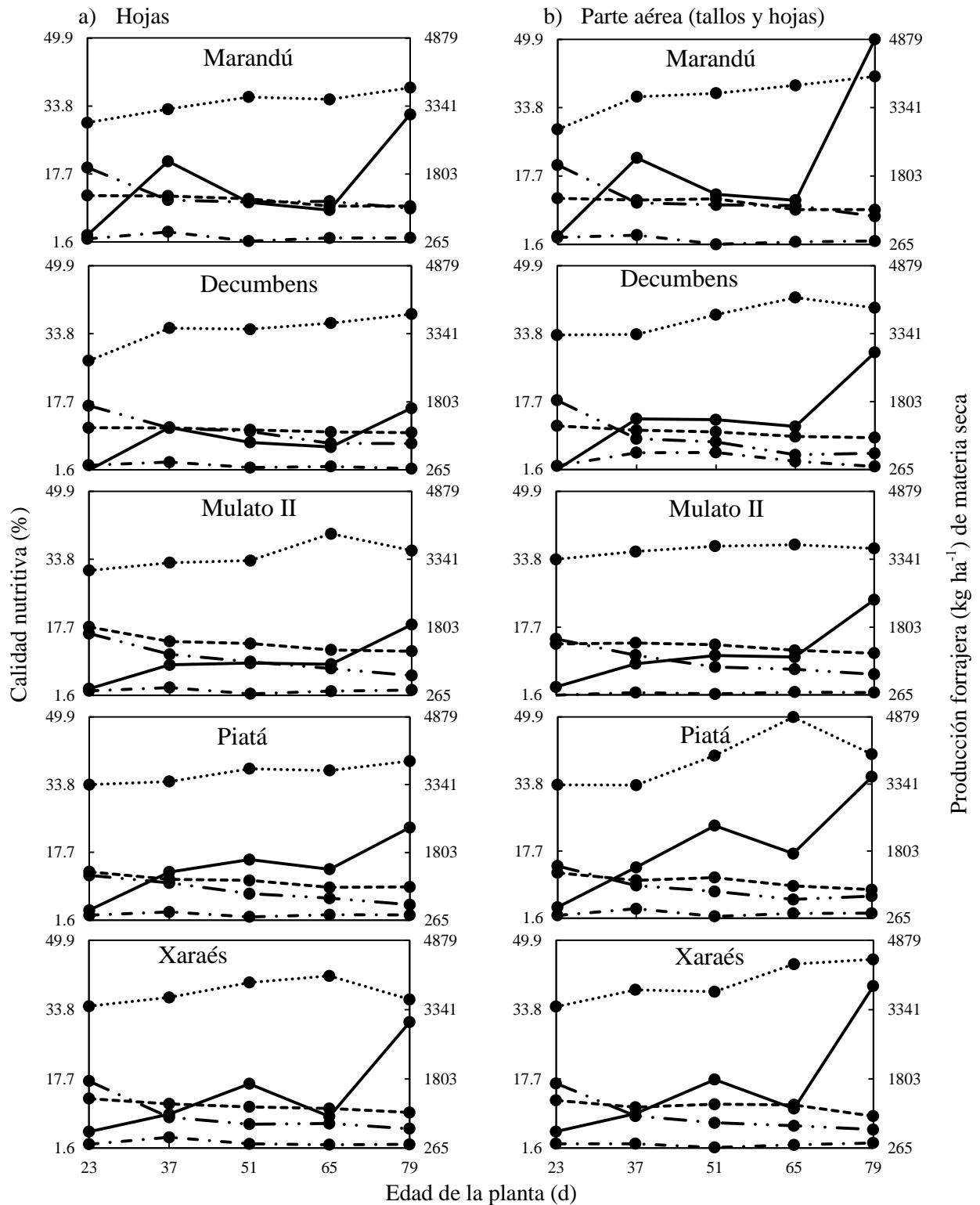


Fig. 7. Calidad nutritiva y producción de materia seca de las hojas y parte aérea de los genotipos de *Brachiaria* entre los 23 d a 79 d de edad de la planta en la época lluviosa del segundo año de establecimiento (materia seca —, fibra = ·····, ceniza = - - - -, proteína = - · · -, grasa = - - - -)

4.5. Absorción de nutrientes

A continuación se relata la absorción del N, P, K, Ca y Mg por los genotipos de *Brachiaria* entre los 23 d y 79 d de edad de la planta y con un muestreo en la época lluviosa en el segundo año de establecimiento del pasto.

En las hojas, tallos y parte aérea de los genotipos marandú, mulato II, piatá, xaraés y decumbens los nutrientes se absorbieron en el siguiente orden descendente: K, N, Ca, Mg y P para las edades de 23 d, 37 d, 51 d, 65 d y 79 d de edad de la planta (Cuadro 3). El orden de absorción de los nutrientes es el mismo que reporta Román (2013) durante la época lluviosa del primer año de establecimiento de los genotipos.

El marandú fue el genotipo que absorbió mayor cantidad acumulada de nutrientes (Cuadro 4) en las hojas y parte aérea desde los 23 d hasta los 79 d de edad de la planta, debido a las mayores concentraciones de los mismos en la materia seca (Cuadro 5). El decumbens y piatá absorbieron la mayor cantidad de nutrientes en los tallos debido a la mayor producción de materia seca en dicho órgano.

Román (2013) no encontró diferencias en la absorción de N por los genotipos decumbens, marandú, mulato II, piatá y xaraés durante la época lluviosa del primer año de establecimiento, sin embargo, los genotipos tendieron a disminuir la absorción de N a partir de los 56 d de edad aproximadamente, edad en la que los genotipos han absorbido 160 kg ha^{-1} de N, observándose que el piatá tuvo mayor disminución. Para el P, los genotipos absorbieron las mismas cantidades del elemento, sin embargo se observa un comportamiento similar a la absorción de P con respecto a la edad de la planta, llegando los genotipos a absorber el P entre 18 kg ha^{-1} y 23 kg ha^{-1} . En cuanto al K, el decumbens y el mulato II fueron los genotipos que más K absorbieron, en promedio 185 kg ha^{-1} durante 70 d de edad. El decumbens es el genotipo que absorbió menor cantidad de Ca, 50 kg ha^{-1} hasta los 70 d de edad; mientras que el marandú, mulato II, piatá y xaraés absorbieron entre 60 kg ha^{-1} y 70 kg ha^{-1} . El Mg fue absorbido en promedio por los genotipos en 53 kg ha^{-1} a los 70 d de edad de la planta.

La concentración de nutrientes en la materia seca de los órganos y parte aérea tuvo el mismo comportamiento que la absorción de nutrientes (Cuadro 4), excepto el Ca que tendió a ser de concentración estable a medida que se incrementó la edad de la planta. Román (2013) indica el mismo comportamiento de absorción de nutrientes durante la época lluviosa del primer año de establecimiento, observándose una concentración promedio de los genotipos de 2,20 % para el K; 1,90% para el N; 0,53 para el Ca; 0,27 para el Mg y 0,20% para el P. Según Bernal y Espinosa (2003) la concentración de K en los pastos debe estar entre 1,96% a 3,08%; el N, de 2,9% a 4,0%; el Ca, de 0,3% a 1,0 %; el Mg, de 0,26% a 0,42 % y el P, de 0,21 % a 0,44 %. En esta investigación los niveles de K en las hojas de todos los genotipos se sobrepasaron a los 23 d de edad de la planta y disminuyeron a los 79 d de edad; mientras que para el N y el P no alcanzaron los niveles sugeridos, excepto para el marandú a los 23 d de edad. Para el Ca y el Mg los niveles fueron los adecuados según lo sugerido.

Los genotipos con menor absorción acumulada de nutrientes en las hojas fueron el decumbens; en los tallos, xaraés y mulato II; en la parte aérea, el mulato II y decumbens (Cuadros 4 y 5). Estas bajas cantidades absorbidas se deben a las bajas producciones de materia seca en dichos órganos. Estos resultados sugieren que el marandú es el genotipo que más nutrientes absorbería por la mayor cantidad de materia seca que estaría produciendo.

Cuadro 4. Absorción (kg ha⁻¹) de nutrientes por los órganos de los genotipos de *Brachiaria* a varias edades de corte en la época lluviosa del segundo año de establecimiento

Edad (d)	Hojas						Tallos						Parte aérea (hojas y tallos) ^g					
	K ^a	N ^b	Ca ^c	Mg ^d	P ^e	MS ^f	K	N	Ca	Mg	P	MS	K	N	Ca	Mg	P	MS
Marandú																		
23	13,95	12,22	3,96	1,81	1,10	421,34	0,55	0,28	0,22	0,10	0,03	27,90	14,49	12,50	4,18	1,91	1,12	449,24
37	52,48	41,82	20,49	8,99	5,02	2090,88	2,74	1,21	0,95	0,41	0,14	120,61	55,22	43,02	21,44	9,40	5,16	2211,49
51	30,20	19,75	10,11	4,07	2,44	1161,67	5,13	1,82	1,75	0,64	0,39	227,79	35,33	21,57	11,86	4,70	2,83	1389,46
65	21,83	16,79	8,89	3,46	1,98	987,82	5,69	2,68	2,07	0,75	0,40	268,20	27,52	19,47	10,96	4,21	2,38	1256,02
79	69,31	53,56	27,41	10,08	5,36	3150,66	17,29	6,95	6,34	2,00	1,13	868,60	86,60	60,51	33,75	12,08	6,49	4019,26
Mulato II																		
23	13,07	10,41	4,16	1,58	0,96	416,21	0,70	0,39	0,24	0,09	0,03	30,01	13,77	10,80	4,40	1,67	0,99	446,22
37	25,32	19,11	9,27	3,44	2,01	955,47	0,28	0,15	0,14	0,06	0,01	16,66	25,60	19,26	9,41	3,50	2,02	972,13
51	21,63	18,94	9,27	3,39	1,89	996,82	2,68	1,46	1,33	0,60	0,15	162,41	24,31	20,40	10,60	3,99	2,04	1159,23
65	21,85	14,57	9,13	3,59	1,94	971,03	3,51	1,38	1,24	0,52	0,17	153,25	25,36	15,94	10,37	4,11	2,11	1124,28
79	42,53	27,98	18,47	6,90	3,36	1865,33	11,68	4,45	4,23	1,22	0,72	556,16	54,21	32,43	22,69	8,13	4,08	2421,49
Piatá																		
23	15,83	11,24	4,54	1,86	1,17	488,53	0,49	0,27	0,21	0,05	0,02	26,89	16,32	11,51	4,75	1,91	1,19	515,42
37	37,63	24,45	11,41	4,08	2,45	1358,51	1,46	0,72	0,54	0,15	0,07	71,81	39,09	25,17	11,95	4,23	2,52	1430,32
51	38,70	22,96	13,94	4,76	2,62	1639,72	16,19	7,46	5,45	1,42	0,82	745,94	54,88	30,42	19,38	6,17	3,44	2385,66
65	28,01	22,75	11,94	4,27	1,99	1421,68	5,66	2,93	2,34	0,59	0,39	325,04	33,66	25,67	14,28	4,85	2,38	1746,72
79	39,53	28,41	20,83	7,81	3,55	2367,24	13,92	9,13	8,21	1,83	1,25	1140,73	53,45	37,53	29,04	9,64	4,81	3507,97

^a Potasio. ^b Nitrógeno. ^c Calcio. ^d Magnesio. ^e Fósforo. ^f Materia seca en kilogramos por hectárea. ^g Suma de las absorciones de hojas y tallos.

continúa...

continuación...

Cuadro 4. Absorción (kg ha⁻¹) de nutrientes por los órganos de los genotipos de *Brachiaria* a varias edades de corte en la época lluviosa del segundo año de establecimiento

Edad (d)	Hojas						Tallos						Parte aérea (hojas y tallos) ^g					
	K ^a	N ^b	Ca ^c	Mg ^d	P ^e	MS ^f	K	N	Ca	Mg	P	MS	K	N	Ca	Mg	P	MS
Xaraés																		
23	19,97	14,44	6,09	2,51	1,13	627,94	0,07	0,04	0,03	0,01	0,004	3,30	20,04	14,49	6,12	2,52	1,13	631,24
37	24,76	16,24	9,13	3,25	1,83	1014,95	0,27	0,09	0,09	0,03	0,01	11,59	25,04	16,33	9,22	3,28	1,84	1026,54
51	40,94	27,07	14,21	5,07	2,54	1691,64	2,80	0,94	0,74	0,27	0,16	94,09	43,74	28,01	14,95	5,35	2,70	1785,73
65	21,39	14,52	8,03	2,90	1,36	967,94	3,93	1,38	1,26	0,38	0,17	172,55	25,33	15,90	9,29	3,28	1,53	1140,49
79	42,85	45,92	26,94	13,47	3,98	3061,05	11,62	6,41	5,93	2,16	0,80	801,10	54,47	52,32	32,87	15,63	4,78	3862,15
Decumbens																		
23	7,78	5,86	2,27	0,99	0,66	254,97	0,26	0,14	0,08	0,03	0,01	9,79	8,04	6,00	2,35	1,02	0,68	264,76
37	33,94	24,50	10,78	4,41	2,33	1225,15	3,82	2,24	1,29	0,39	0,19	186,53	37,76	26,74	12,07	4,80	2,51	1411,68
51	18,66	16,81	7,96	3,45	1,68	884,48	9,67	6,58	3,69	1,11	0,56	506,10	28,33	23,38	11,65	4,56	2,24	1390,58
65	14,37	14,06	6,87	2,66	1,09	781,06	6,63	3,66	3,20	0,82	0,46	456,94	21,00	17,71	10,07	3,48	1,55	1238,00
79	28,38	23,23	14,93	5,64	2,32	1659,39	18,46	11,30	8,92	2,13	1,38	1255,71	46,83	34,53	23,85	7,78	3,70	2915,10

^a Potasio. ^b Nitrógeno. ^c Calcio. ^d Magnesio. ^e Fósforo. ^f Materia seca en kilogramos por hectárea. ^g Suma de las absorciones de hojas y tallos.

Cuadro 5. Concentración (%) de nutrientes en la materia seca de los órganos de los genotipos de *Brachiaria* a varias edades de corte en la época lluviosa del segundo año de establecimiento

Edad (d)	Hojas					Tallos				
	K ^a	N ^b	Ca ^c	Mg ^d	P ^e	K	N	Ca	Mg	P
Marandú										
23	3,31	2,9	0,94	0,43	0,26	1,96	1,0	0,80	0,36	0,10
37	2,51	2,0	0,98	0,43	0,24	2,27	1,0	0,79	0,34	0,12
51	2,60	1,7	0,87	0,35	0,21	2,25	0,8	0,77	0,28	0,17
65	2,21	1,7	0,90	0,35	0,20	2,12	1,0	0,77	0,28	0,15
79	2,20	1,7	0,87	0,32	0,17	1,99	0,8	0,73	0,23	0,13
Mulato II										
23	3,14	2,5	1,00	0,38	0,23	2,32	1,3	0,79	0,31	0,10
37	2,65	2,0	0,97	0,36	0,21	1,70	0,9	0,83	0,38	0,09
51	2,17	1,9	0,93	0,34	0,19	1,65	0,9	0,82	0,37	0,09
65	2,25	1,5	0,94	0,37	0,20	2,29	0,9	0,81	0,34	0,11
79	2,28	1,5	0,99	0,37	0,18	2,10	0,8	0,76	0,22	0,13
Piatá										
23	3,24	2,3	0,93	0,38	0,24	1,81	1,0	0,78	0,20	0,08
37	2,77	1,8	0,84	0,30	0,18	2,03	1,0	0,75	0,21	0,10
51	2,36	1,4	0,85	0,29	0,16	2,17	1,0	0,73	0,19	0,11
65	1,97	1,6	0,84	0,30	0,14	1,74	0,9	0,72	0,18	0,12
79	1,67	1,2	0,88	0,33	0,15	1,22	0,8	0,72	0,16	0,11
Xaraés										
23	3,18	2,3	0,97	0,40	0,18	2,26	1,3	0,79	0,33	0,12
37	2,44	1,6	0,90	0,32	0,18	2,34	0,8	0,75	0,28	0,11
51	2,42	1,6	0,84	0,30	0,15	2,98	1,0	0,79	0,29	0,17
65	2,21	1,5	0,83	0,30	0,14	2,28	0,8	0,73	0,22	0,10
79	1,40	1,5	0,88	0,44	0,13	1,45	0,8	0,74	0,27	0,10
Decumbens										
23	3,05	2,3	0,89	0,39	0,26	2,64	1,4	0,80	0,31	0,15
37	2,77	2,0	0,88	0,36	0,19	2,05	1,2	0,69	0,21	0,10
51	2,11	1,9	0,90	0,39	0,19	1,91	1,3	0,73	0,22	0,11
65	1,84	1,8	0,88	0,34	0,14	1,45	0,8	0,70	0,18	0,10
79	1,71	1,4	0,90	0,34	0,14	1,47	0,9	0,71	0,17	0,11

^a Potasio. ^b Nitrógeno. ^c Calcio. ^d Magnesio. ^e Fósforo.

Cuadro 6. Absorción (kg ha^{-1}) acumulada de nutrientes desde los 23 d y 79 d de edad por los órganos de los genotipos de *Brachiaria* en la época lluviosa del segundo año de establecimiento

Genotipos	K ^a	N ^b	Ca ^c	Mg ^d	P ^e	MS ^f
			Hojas			
Marandú	187,8	144,1	70,9	28,4	15,9	7812,4
Piatá	159,7	109,8	62,7	22,8	11,8	7275,7
Xaraés	149,9	118,2	64,4	27,2	10,8	7363,5
Decumbens	103,1	84,5	42,8	17,2	8,1	4805,1
Mulato II	124,4	91,0	50,3	18,9	10,2	5204,9
			Tallos			
Marandú	31,4	12,9	11,3	3,9	2,1	1513,1
Piatá	37,7	20,5	16,8	4,0	2,6	2310,4
Xaraés	18,7	8,9	8,1	2,9	1,1	1082,6
Decumbens	38,8	23,9	17,2	4,5	2,6	2415,1
Mulato II	18,9	7,8	7,2	2,5	1,1	918,5
			Parte aérea (hojas y tallos)			
Marandú	219,2	157,1	82,2	32,3	18,0	9325,5
Piatá	197,4	130,3	79,4	26,8	14,3	9586,1
Xaraés	168,6	127,1	72,5	30,1	12,0	8446,2
Decumbens	142,0	108,4	60,0	21,6	10,7	7220,1
Mulato II	143,3	98,8	57,5	21,4	11,2	6123,4

^a Potasio. ^b Nitrógeno. ^c Calcio. ^d Magnesio. ^e Fósforo. ^f Materia seca en kilogramos por hectárea.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

El genotipo decumbens fue el más precoz en la formación de más tallos que hojas; sin embargo sus órganos acumularon en promedio la menor cantidad de materia seca, a pesar de tener una altura intermedia de planta en comparación con los demás genotipos. Los genotipos mulato II y marandú fueron los que más tardaron en formar más tallos que hojas, acumularon cantidades de materia seca intermedias y tuvieron las menores alturas de planta.

Los genotipos mulato II y el marandú fueron los genotipos que produjeron más proteína y ceniza, y el xaraés, el que más fibra produjo.

Los genotipos absorbieron los nutrientes en el siguiente orden decreciente: potasio, nitrógeno, calcio, magnesio y fósforo; siendo el marandú el que mayor cantidad de nutrientes absorbió; mientras que el decumbens y el mulato II presentaron las menores absorciones.

5.2. Recomendaciones

Se recomienda investigar la producción acumulada de materia seca y calidad nutritiva durante las épocas seca y lluviosa de varios años para determinar el genotipo de *Brachiaria* con el mayor potencial forrajero.

BIBLIOGRAFÍA

- Arcos, R.C. (1996). Leguminosas forrajeras para el trópico ecuatoriano. Quito – Ecuador. Estación Experimental Tropical Pichilingue. Boletín Técnico No 26.
- Beguet, H.A., y G.A. Bavera. (2001). Fisiología de la planta pastoreada. Curso de Producción Bovina de Carne, FAV UNRC http://www.produccionbovina.com/produccion_y_manejo_pasturas/pastoreo%20sistemas/04fisiologia_de_la_planta_pastoreada.pdf
- Bernal, J., y J. Espinosa. (2003). Manual de nutrición y fertilización de pastos. INPOFOS, Quito.
- Bertsch, F. (2003). Absorción de nutrimentos por los cultivos. San José, Costa Rica, ACCS.
- Bonneau, M. (1995). Fertilisation des forest dans les pays tempérés: théorie, bases dudiagnostic, conseils pratiques, realizations expérimentales. ENGREF, Nancy, France.
- Casanoves F., Di Rienzo J.A. Balzarini, M.G. Gonzalez, L. Tablada, M. Robledo C.W. (2012). InfoStat. User Manual, Córdoba, Argentina.
- CIAT. (2004). Pasto Mulato. Brachiaria híbrido (CIAT 36061). El sistema de siembra se realiza mayormente a choro continuo, al voleo y a espeque. Trabajo de campo. Informe mensual de manejo agronómico de Brachiaria hibrida 36087. CIAT, IICA.
- Colabelli, M., M. Agnusdei, A. Mazzanti, y M. Labreux. (2012). El proceso de crecimiento y desarrollo de gramíneas forrajeras como base para el manejo de la defoliación. Universidad del Centro de la Provincia de Buenos Aires <http://www.vet.unicen.edu.ar/html/Areas/Introduccion%20a%20los%20Sistemas%20Prod/Documento/2009/LecRecom/crecimiento%20y%20desarrollo%20de%20GRAM%C3%8DNEAS.pdf>
- Cortez, A. T. (1984). Gramíneas de crecimiento vigoroso con amplia rango de adaptación a condiciones del trópico húmedo y subhúmedo. CIAT – Colombia. P: 18.
- Costa, H.J.U. et al. (2012). Masa de forragem e características morfológicas do milho e da Brachiaria brizantha cv. Piatã cultivados em sistema de consorcio. ARS Veterinaria 28(2): 134-143.
- Cuéllar, N.D., y J.M. Arrieta. (2010). Evaluación de respuestas fisiológicas de la planta arbórea Hibiscus rosasinensis L. (Cayeno) en condiciones de campo y vivero. Corpoica Ciencia y Tecnología Agropecuaria 11(1): 61-72.
- Cuesta, P.A.V. (2007). Pasto la libertad Brachiaria brizantha (Marandu). Instituto Colombiano Agropecuario. Boletín Técnico N° 150.
- Díaz, A. (2001). Producción de biomasa de (Eichhornia crassipes) en aguas residuales porcinas. Tesis de maestría. Universidad de Granma, Cuba.
- Espinosa, J. (2008). Distribución, uso y manejo de los suelos de la región andina. In SECS (ed.), Memorias del XI Congreso Ecuatoriano de la Ciencia del Suelo. Quito, 21-39 de octubre de 2008. p. 1-10.
- Garay, J. (2013). Crecimiento y calidad del forraje en genotipos de brachiaria en el trópico húmedo. Tesis de maestría, Universidad Autónoma de Tamaulipas, México.
- Giot, J.D. (2005). Evaluación de híbridos de Brachiaria bajo clon sexual 44-6 de Brachiaria ruziziensis y la especie tetraploidea apomíctica B. Brizantha CIAT 6294 (CIAT 6780). Cali, Colombia.
- Gomez, K.A., and A.A. Gomez. (1984). Statistical procedures for agricultural research. 2th ed. John Wiley & Sons, Inc., Singapur.

- Guevara, E., y F. Espinoza (2006). Nuevos materiales forrajeros para la producción de leche y carne en las sabanas de Venezuela http://www.avpa.ula.ve/eventos/ii_simposio_pastca2006/13.pdf
- Guimarães, J.P. (1997). Respostas das plantas forrageiras ao corte e ao pastejo. Forragicultura & Pastagens <http://www.forragicultura.com.br/arquivos/resposta plantasForrageirasCortePastejo.PDF>
- Herrera, R.S. (1983). La calidad de los pastos En: Los pastos en Cuba. Utilización. EDICA. La Habana.
- Hidalgo, L.G., M.A. Cauhepe y A.N. Erni. (1998). Digestibilidad de materia seca y contenido de proteína bruta en especies de pastizal de la pampa deprimida, Argentina. Investigación Agraria. Producción y Sanidad Animal 13(1-3):165-177.
- INIAP. (2003). Evaluación comparativo en los centro de investigación de mayor producción de biomasa en tres estaciones de año, diferentes lugares. Sacha – Ecuador Revista Internacional: Boletín II; Departamento de germoplasma.
- Jácome, L. y M. Suquilanda. (2003). Fertilización órgano-mineral del pasto mulato (*Brachiaria* híbrido) y Xaraés (*Brachiaria brizantha* Xaraés). En: IPNI (ed.) XI Congreso Ecuatoriano de la Ciencia del Suelo. International Plant Nutrition Institute. Ecuador. p. 1-13.
- Juárez, J., E. D. Bolaños, L. M. Vargas, S. Medina y P. A. Martínez-Hernández. (2011). Curvas de dilución de la proteína en genotipos del pasto *Brachiaria humidicola* (Rendle) Schweick. Revista Cubana de Ciencia Agrícola 45(3):321-33.
- Juárez-Hernández, J., E. D. Bolaños y M. Reinoso. (2004). Contenido de proteína por unidad de materia seca acumulada en pastos tropicales. Época de nortes. Revista Cubana de Ciencia Agrícola 38(4):423-430.
- Machado, R.J. (1979). Descripción de gramíneas y leguminosas. Los pastos en Cuba. Editado por Flores Funes flebles, La Habana, Cuba.
- Mejía, L. (1986). Guía para la clasificación de suelos (Polípedones) en la Taxonomía del USDA. Centro Interamericano de Fotointerpretación, Colombia.
- Muñoz, R. (2012). Comportamiento productivo del pasto *Brachiaria* (*Brachiaria decumbens*) fertilizado orgánicamente. Tesis de grado, Universidad Estatal de Quevedo, Ecuador.
- Murillo, H. (2013). Producción y calidad de cinco genotipos de *brachiaria* en el trópico húmedo del Ecuador. Tesis de grado, Universidad Tecnológica Equinoccial, Ecuador.
- Navajas M., V.M. (2011). Efecto de la fertilización sobre la producción de biomasa y la absorción de nutrientes en *Brachiaria decumbens* y *Brachiaria* híbrido Mulato. Tesis de grado, Universidad Nacional de Colombia.
- Nieuwenhyse, A. (2010). Lecciones aprendidas en recuperación de tierras de pasturas degradadas. En: Memorias VI Congreso Internacional de Agroforestería para la Producción Pecuaria Sostenible. Multiplicación de los sistemas agroforestales y silvopastoriles para la adaptación y mitigación del cambio climático en territorios ganaderos (Eds. M. Ibrahim y E. Murgueitio).1ª ed. CATIE- CIPAV. Turrialba, Costa Rica. p. 8.
- Pérez A., J.A., et al. (2004). Análisis de crecimiento, área foliar específica y concentración de nitrógeno en hojas de pasto “mulato” (*Brachiaria* híbrido, cv.). Técnica Pecuaria mexicana 42(3):447-458.
- Peters, M., L.H. Franco, A. Schmidt, y B. Incapié. (2003). Especies forrajeras multipropósito: opciones para productores de Centroamérica. CIAT, Colombia.

- Ramírez, J.L., et al. (2010). Rendimiento de materia seca y calidad nutritiva del pasto *Brachiaria rizantha* x *Brachiaria ruziziensis* vc. Mulato en el Valle del Caucho, Cuba. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 44(1): 65-72.
- Ramos, F. R. S. (2000). Comparación Morfológica de la fenología nutricional del pasto híbrido Mulato. Ministerio de Ciencia y Tecnología Agropecuaria. Tabasco.
- Reina M., Y. (2007). Nuevas especies de gramíneas para la producción de carne y leche http://www.avpa.ula.ve/eventos/i_simposio_tecnologias/pdf/articulo3.pdf
- Rincón, N., M. A. Olarte y J. C. Pérez. (2012). Determinación del área foliar en fotografías tomadas con una cámara web, un teléfono celular o una cámara semiprofesional. *Revista Facultad Nacional de Agronomía, Medellín*. 65(1):6399-6405.
- Rojas-Hernández, S., J. Olivares-Pérez, R. Jiménez-Guillén, I. Gutiérrez-Segura y F. Avilés-Nova. (2011). Producción de materia seca y componentes morfológicos de cuatro cultivares de *Brachiaria* en el trópico, *Avances en Investigación Agropecuaria*, 15(1): 3-8.
- Román C., D.C. (2013). Asociación entre la absorción de nutrientes y la acumulación y distribución de biomasa en las hojas y tallos de cinco variedades del género *Brachiaria*. Tesis de grado, Universidad Tecnológica Equinoccial, Ecuador.
- Salinas, J.G., y R. García. (1985). Métodos químicos para el análisis de los suelos ácidos y plantas forrajeras. CIAT. Cali, Colombia.
- Soares, C. M. y G.M. Lessa. (2010). *Brachiaria brizantha* cv. Piatã: Gramínea Recomendada para Solos Bem drenados do Acre http://www.gasparim.com/adm/artigos/14032011CT_54_Capimpiata.pdf
- Valle, C.B. do, y F.H.D. Souza. (1995). Construindo novas cultivares de gramíneas forrageiras para os cerrados brasileiros. In *Reuniao Anual de Sociedade Brasileira de Zootecnia*, 32., Brasilia, 1995. *Anais Brasilia, SBZ*, p.3-7.
- Valle, C.B. do, Euclides, V.P.B. Pereira, J.M. Valério, J.R. Pagliarini, M.S. Macedo, M.C.M. Leite, G.G. Lourenço, A.J. Fernandes, C.D. Dias-Filho, M.B. Lempp, B. Pott, y M.A. Souza. (2004). O capim-caraés (*Brachiaria brizantha* cv. Xaraés) na diversificação da pastagens de braquiaria. *Documentos*, 149. Campo Grande: Embrapa Gado de corte.
- Valle, C.B. do, L. Jank, y R.M. Simeão R. (2007). Genética de nuevas especies forrajeras tropicales http://www.avpa.ula.ve/eventos/xi_seminario/Conferencias/Articulo-13.pdf
- Van Soest, P. J. (1994). *Nutritional Ecology of the Ruminant*. 2nd. Ed. Comstock Publishing Associates. N.Y., U. S. A.
- Velásquez, J.M., y E.A.A. Muñoz. (2006). Producción de forraje de *brachiaria* híbrido cv. Mulato II solo y asociado con *Arachis pintoi* en suelos de terraza y mesón en el Piedemonte Amazónico. *Pasturas Tropicales*. 28 (2):26.
- Vélez Z., C.R. (2013). Estudio del crecimiento inicial de cinco variedades de *Brachiaria* en un programa de mejoramiento genético ovino en el trópico húmedo del Ecuador. Tesis de pregrado, Universidad Tecnológica Equinoccial, Ecuador.
- Viveros R., M.M. (2012). Comportamiento agronómico y valoración nutricional de tres variedades de *Brachiaria* y *Panicum* en el cantón Pedro Vicente Maldonado. Tesis de pregrado, Universidad Estatal de Quevedo, Ecuador.

ANEXOS

A. Análisis de varianza

A1. Materia seca total

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Materia seca total	150	0,81	0,68	7,62

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	(Error)
Modelo	19,41	59	0,33	6,3	<0,0001	
variedad	0,59	4	0,15	3,75	0,0409	(variedad>rep)
variedad>rep	0,4	10	0,04	0,76	0,6678	
edad	16,93	9	1,88	36,04	<0,0001	
variedad*edad	1,49	36	0,04	0,79	0,7831	
Error	4,7	90	0,05			
Total	24,11	149				

Contrastes

Edad	SC	gl	CM	F	p-valor	(Error)
Lineal	13,98	1	13,98	267,77	<0,0001	
Cuadrática	1,06	1	1,06	20,31	<0,0001	
Cúbica	1,68	1	1,68	32,12	<0,0001	
Total	16,72	3	5,57	106,73	<0,0001	

A2. Materia seca de hojas

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
MS-ho	150	0,78	0,64	7,72

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	(Error)
Modelo	16,24	59	0,28	5,4	<0,0001	
variedad	1,24	4	0,31	7,83	0,004	(variedad>rep)
variedad>rep	0,39	10	0,04	0,77	0,653	
edad	13,3	9	1,48	28,99	<0,0001	
variedad*edad	1,31	36	0,04	0,71	0,8714	
Error	4,59	90	0,05			
Total	20,83	149				

Contrastes

Edad	SC	gl	CM	F	p-valor	(Error)
Lineal	9,94	1	9,94	194,85	<0,0001	
Cuadrática	1,22	1	1,22	24	<0,0001	
Cúbica	2	1	2	39,31	<0,0001	
Total	13,16	3	4,39	86,05	<0,0001	

A3. Materia seca de tallos

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
MS-ta	150	0,87	0,79	19,32

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	(Error)
Modelo	84,56	59	1,43	10,36	<0,0001	
variedad	3,52	4	0,88	4,81	0,0201	(variedad>rep)
variedad>rep	1,83	10	0,18	1,32	0,2312	
edad	72,24	9	8,03	58	<0,0001	
variedad*edad	6,98	36	0,19	1,4	0,1020	
Error	12,46	90	0,14			
Total	97,02	149				

Contrastes

edad	SC	gl	CM	F	p-valor	(Error)
Lineal	69,6	1	69,6	502,92	<0,0001	
Cuadrática	0,89	1	0,89	6,43	0,0129	
Cúbica	0,02	1	0,02	0,12	0,7343	
Total	70,51	3	23,5	169,83	<0,0001	

A4. Relación hoja-tallo

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
H/T-log	144	0,89	0,81	25,75

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	(Error)
Modelo	40,2	59	0,68	11,03	<0,0001	
variedad	8,04	4	2,01	34,33	<0,0001	(variedad>rep)
variedad>rep	0,59	10	0,06	0,95	0,4949	
edad	26,68	9	2,96	47,99	<0,0001	
variedad*edad	4,89	36	0,14	2,2	0,0016	
Decumbens						
Lineal	4,278	1	4,278	69,2	0,0000	
Cuadrática	0,264	1	0,264	4,3	0,0418	
Cúbica	0,098	1	0,098	1,6	0,2114	
Marandú						
Lineal	3,609	1	3,609	58,4	0,0000	
Cuadrática	0,42	1	0,42	6,8	0,0108	
Cúbica	1,221	1	1,221	19,8	0,0000	
Mulato II						
Lineal	2,086	1	2,086	33,8	0,0000	
Cuadrática	0,45	1	0,45	7,3	0,0084	
Cúbica	0,271	1	0,271	4,4	0,0392	
Piatá						
Lineal	2,927	1	2,927	47,4	0,0000	
Cuadrática	0,142	1	0,142	2,3	0,1333	
Cúbica	1,009	1	1,009	16,3	0,0001	
Xaraés						
Lineal	6,327	1	6,327	102,4	0,0000	
Cuadrática	0,284	1	0,284	4,6	0,0349	
Cúbica	0,833	1	0,833	13,5	0,0004	
Error	5,189756	84	0,061783			
Total	45,39	143				

A5. Altura de la planta

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
AP (cm)	30	0,94	0,92	9,84

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	(Error)
Modelo	137617,04	59	2332,49	33,35	<0,0001	
variedad	16999,62	4	4249,91	78,39	<0,0001	(variedad>rep)
variedad>rep	542,17	10	54,22	0,78	0,6521	
edad	112228,27	9	12469,81	178,31	<0,0001	
variedad*edad	7846,98	36	217,97	3,12	<0,0001	
Decumbens						
Lineal	24426,07	1	24426,07	349,29		0,0000
Cuadrática	68,33	1	68,33	0,98		0,3256
Cúbica	14,34	1	14,34	0,21		0,6518
Marandú						
Lineal	25683,64	1	25683,64	367,28		0,0000
Cuadrática	21,84	1	21,84	0,31		0,5777
Cúbica	67,18	1	67,18	0,96		0,3296
Mulato II						
Lineal	14662,73	1	14662,73	209,68		0,0000
Cuadrática	1640,49	1	1640,49	23,46		0,0000
Cúbica	517,58	1	517,58	7,40		0,0078
Piatá						
Lineal	29738,86	1	29738,86	425,27		0,0000
Cuadrática	176	1	176	2,52		0,1161
Cúbica	631,59	1	631,59	9,03		0,0034
Xaraés						
Lineal	18633,36	1	18633,36	266,46		0,0000
Cuadrática	167,44	1	167,44	2,39		0,1253
Cúbica	35,99	1	35,99	0,51		0,4750
Error	6294	90	69,93			
Total	143911,04	149				

A6. Índice de área foliar

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
IAF	90	0,69	0,45	37,01

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	(Error)
Modelo	121,61	39	3,12	2,87	0,0002	
variedad	14,82	4	3,71	3,78	0,0402	(variedad>rep)
variedad>rep	9,82	10	0,98	0,9	0,5358	
edad	72,71	5	14,54	13,41	<0,0001	
variedad*edad	24,27	20	1,21	1,12	0,3621	
Error	54,24	50	1,08			
Total	175,85	89				

Contrastes

Edad	SC	gl	CM	F	p-valor	(Error)
Lineal	18,76	1	18,76	17,3	0,0001	
Cuadrática	16,55	1	16,55	15,26	0,0003	
Cúbica	32,36	1	32,36	29,84	<0,0001	
Total	67,68	3	22,56	20,8	<0,0001	

A7. Área foliar específica

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
AFE (cm ² /g)	90	0,61	0,31	21,4

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	(Error)
Modelo	158218,85	39	4056,89	2,01	0,01	
variedad	101321,71	4	25330,43	39,95	<0,0001	(variedad>rep)
variedad>rep	6341,06	10	634,11	0,31	0,9738	
edad	10139,43	5	2027,89	1,01	0,4238	
variedad*edad	40416,65	20	2020,83	1	0,4756	
Error	100759,27	50	2015,19			
Total	258978,12	89				

B. Fotos

B1. Muestreo del pasto



B2. Análisis de laboratorio

Ceniza



Grasa

