



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL
Sede Santo Domingo

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA E INDUSTRIAS
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de:

INGENIERA AGROPECUARIA

**PRODUCCIÓN FORRAJERA DE GENOTIPOS ESTABLECIDOS DE
BRACHIARIA DURANTE LA ÉPOCA SECA EN SANTO DOMINGO - 2015**

Autora

CAROLINA BEATRIZ RAMOS REYES

Director

ING. RODRIGO ALBERTO SAQUICELA ROJAS, *MSc.*

Santo Domingo de los Tsáchilas – Ecuador

JUNIO - 2016

**PRODUCCIÓN FORRAJERA DE GENOTIPOS ESTABLECIDOS DE
BRACHIARIA DURANTE LA ÉPOCA SECA EN SANTO DOMINGO - 2015**

Ing. Rodrigo Alberto Saquicela, *MSc.*

DIRECTOR

APROBADO

Dr. Marco Vinicio Acosta Jácome, *MSc.*

PRESIDENTA DEL TRIBUNAL

Dr. Iván Naranjo, *MSc.*

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Dr. Holger Cristóbal Salcán, *MSc.*

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Santo Domingo,.....de.....2016.

Autora: CAROLINA BEATRIZ RAMOS REYES

Institución: UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL

Título: PRODUCCIÓN FORRAJERA DE GENOTIPOS ESTABLECIDOS DE *BRACHIARIA* DURANTE LA ÉPOCA SECA EN SANTO DOMINGO - 2015

Fecha: JUNIO, 2016

El contenido del presente trabajo, está bajo la responsabilidad de la autora y no ha sido plagiada.



Carolina Beatriz Ramos Reyes

C.I. 1724958564

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL
Sede Santo Domingo

INFORME DEL DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Santo Domingo, dede 2016

Marco Acosta, *MSc.*

COORDINADOR DE LA CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

Presente.

De mis consideraciones.-

Mediante la presente tengo a bien informar que el trabajo escrito de titulación realizada por la señorita: **CAROLINA BEATRIZ RAMOS REYES**, cuyo título es: “**PRODUCCIÓN FORRAJERA DE GENOTIPOS ESTABLECIDOS DE BRACHIARIA DURANTE LA ÉPOCA SECA EN SANTO DOMINGO - 2015**”; ha sido elaborado bajo mi supervisión y revisado en todas sus partes, el mismo que no ha sido plagiado, por lo cual autorizo su respectiva presentación.

Particular que informo para fines pertinentes.

Atentamente,



Ing. Rodrigo Saquicela, *MSc.*
**DIRECTOR DEL TRABAJO
DE TITULACIÓN**

DEDICATORIA

Quiero dedicarle este trabajo a Dios, por haberme dado la vida y permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante y significativo de mi formación profesional; por los triunfos y los momentos difíciles los cuales me han enseñado a valorarlo cada día más.

A mi familia que es mi principal apoyo en todo momento. A mis padres Gladys Reyes y Jorge Rodrigo Ramos; dedico esta tesis por que han sabido formarme con buenos sentimientos, hábitos y valores, lo cual me ayudado a salir adelante en los momentos más difíciles.

A Papito, Mamita y Mami Lelia quienes con sus consejos han sabido guiarme para culminar mi carrera.

A mis hermanos Mariano y Jessenia; mis primos por acompañarme durante todo este arduo camino y por compartir alegrías y fracasos.

A mis tíos y tías por su apoyo incondicional y demostrarme la gran fe que tienen en mí, quienes con su apoyo me han sabido animar para superar los retos que se me han presentado a lo largo de mi vida.

A mis compañeros y amigos con los cuales he pasado momentos inolvidables, entre risas, broma y enojos hemos culminado nuestra vida Universitaria.

Beatriz Ramos

AGRADECIMIENTO

Quiero dedicarle este trabajo a Dios, por darme la oportunidad de vivir y por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de estudio.

A mi familia quienes por ellos soy lo que soy. Mi madre Gladys Reyes, por darme la vida, quererme mucho, creer en mí y porque siempre me apoyaste. A mi Papi Jorge Rodrigo Ramos por los ejemplos de perseverancia y constancia que lo caracterizan y que me ha infundado siempre, por el valor mostrado para salir adelante y por su amor. A Papito, Mamita y Mami Lelia también, gracias a su sabiduría influyeron en mi la madurez para lograr todos los objetivos en la vida, es para ustedes está tesis en agradecimiento por todo su amor y apoyo. Gracias por darme una carrera para mi futuro, todo esto se los debo a ustedes.

A mi hermano Mariano y a mi hermana Ingeniera Jessenia Ramos por ser el ejemplo de una hermana mayor y de la cual aprendí aciertos y de momentos difíciles; a mis tíos y tías, en especial a mi tío Ingeniero Daniel Ramos, a mi tía Geoconda, a mi tío Vicente Reyes y a todos aquellos que participaron directa o indirectamente en la elaboración de esta tesis.

A mis amigos, que nos apoyamos mutuamente en nuestra formación profesional y que hasta ahora, seguimos siendo amigos: Estefanía Conde, Roció Zhuma, Valeria Herrera y Juan Daniel Jiménez, por compartir los buenos y malos momentos.

Agradezco al Dr. Marco Acosta por su apoyo y su colaboración desinteresada; y principalmente su gran calidad humana que me ha demostrado con su amistad; al Dr. Holger Salcán por su apoyo incondicional y por toda la colaboración brindada en el transcurso de mi carrera universitaria.

Al Magister Rodrigo Saquicela mi director le agradezco su gran apoyo y motivación, sobre todo por su valiosa guía, predisposición y asesoramiento en la elaboración de mi proyecto. Por su gran apoyo, paciencia y tolerancia durante la misma.

Y gracias a todos ustedes por brindarme su ayuda, que Dios los bendiga

Beatriz Ramos

FORMULARIO DE REGISTRO BIBLIOGRÁFICO
PROYECTO DE TITULACIÓN

DATOS DE CONTACTO	
CÉDULA DE IDENTIDAD:	172495856-4
APELLIDO Y NOMBRES:	Ramos Reyes Carolina Beatriz
DIRECCIÓN:	km 21 Vía Chone, Nuevo Israel, Recinto Miraflores
EMAIL:	ramos_bachita@hotmail.com
TELÉFONO FIJO:	362-2467
TELÉFONO MOVIL:	0993210853

DATOS DE LA OBRA	
TITULO:	"Producción forrajera de genotipos establecidos de <i>Brachiaria</i> durante la época seca en Santo Domingo - 2015"
AUTOR O AUTORES:	Ramos Reyes Carolina Beatriz
FECHA DE ENTREGA DEL PROYECTO DE TITULACIÓN:	
DIRECTOR DEL PROYECTO DE TITULACIÓN:	Ing. Rodrigo Saquicela, MSc.
PROGRAMA	PREGRADO <input checked="" type="checkbox"/> POSGRADO <input type="checkbox"/>
TITULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniera Agropecuaria
RESUMEN: Mínimo 250 y máximo 1000 palabras	La producción de materia seca de pastos es crítica durante la época seca. Esta investigación se realizó para medir la producción de genotipos de <i>Brachiaria</i>

	<p>durante la época seca del segundo año de cultivo en el trópico húmedo. En el 2015 se evaluaron los genotipos Piatá, Xaraés, Decumbens, Mulato II y Marandú con un diseño de bloques completos al azar, con cuatro repeticiones, en parcelas de 4 m por 4 m, en Santo Domingo, Ecuador. Se utilizaron el análisis de varianza y la prueba Tukey con $\alpha = 0,05$. La edad de floración en los genotipos fue la misma ($p = 0,2024$) observándose una media \pm error estándar de $66,2 \text{ d} \pm 4,3 \text{ d}$. El Xaraés tuvo la mayor ($p < 0,0001$) producción de materia seca total ($16 \text{ t ha}^{-1} \pm 0,56 \text{ t ha}^{-1}$) de hojas ($13,4 \text{ t ha}^{-1} \pm 0,56 \text{ t ha}^{-1}$) y de tallos ($2,6 \text{ t ha}^{-1} \pm 0,12 \text{ t ha}^{-1}$). La mayor ($p = 0,0016$) relación hoja : tallo tuvo el Marandú, Mulato II y Piatá ($6,8 \pm 0,53$). El mayor ($p < 0,0001$) índice de área foliar presentó el Mulato, Marandú y Xaraés ($8,6 \text{ m}^2$ de área foliar $[\text{m}^2 \text{ suelo}]^{-1} \pm 0,53 \text{ m}^2$ de área foliar $[\text{m}^2 \text{ suelo}]^{-1}$) y la mayor ($p = 0,0001$) área foliar específica; el Decumbens, Mulato II y Marandú ($245,6 \text{ cm}^2 \text{ g}^{-1} \pm 11,2 \text{ cm}^2 \text{ g}^{-1}$). Durante la época seca del segundo año de establecimiento de los genotipos de <i>Brachiaria</i> el Xaraés tuvo la mayor producción de materia seca; mientras que el Mulato II y Marandú mostraron la mayor superficie total de hojas y superficie por peso de hoja. Estos resultados sugieren que el Xaraés sería el más adaptado para la época seca; sin embargo, se debe evaluar la producción acumulada conjuntamente con la época lluviosa.</p>
<p>PALABRAS CLAVES:</p>	<p>Genotipos de <i>Brachiaria</i>, producción forrajera, época seca, trópico húmedo.</p>
<p>ABSTRACT:</p>	<p>The production of dry matter of pastures is</p>

	<p>critical during the dry season. It is research was carried out to measure the production of Brachiaria genotypes during the dry season in the second year of cultivation in the humid tropics. Marandú, Piatá, Decumbens, Mulato II and Xaraés genotypes with a design of complete randomized blocks, with four replications in plots of 4 m by 4 m, in Santo Domingo, Ecuador were evaluated in 2015. We used analysis of variance and the Tukey test with $\alpha = 0.05$. The age of flowering in the genotypes was the same ($p = 0.2024$) observed a mean \pm standard error of $66.2 \text{ d} \pm 4.3 \text{ d}$. The Xaraés had the largest ($p < 0.0001$) matter production dry total ($16 \text{ t ha}^{-1} \pm 0.56 \text{ t ha}^{-1}$) leaves ($13.4 \text{ t ha}^{-1} \pm 0.56 \text{ t ha}^{-1}$) and stems ($2.6 \text{ t ha}^{-1} \pm 0.12 \text{ t ha}^{-1}$). The greater ($p = 0.0016$) leaf: stem ratio had the Marandú, Mulato II and Piatá (6.8 ± 0.53). The greatest ($p < 0.0001$) leaf area index presented the mulatto, Marandú and Xaraés ($8.6 \text{ m}^2 \text{ foliar area } [\text{m}^2 \text{ floor}]^{-1} \pm 0.53 \text{ m}^2 \text{ foliar area } [\text{m}^2 \text{ floor}]^{-1}$) and the largest ($p = 0.0001$) leaf area specific; the Decumbens, Mulato II and Marandú ($245.6 \text{ cm}^2 \text{ g}^{-1} \pm 11.2 \text{ cm}^2 \pm \text{g}^{-1}$). During the dry season in the second year of establishment of the genotypes of Brachiaria, the Xaraés had the highest dry matter production; while the Mulato II and Marandú showed greater total leaf area and weight of blade surface. These results suggest that the Xaraés would be the most suitable for the dry season; however, assess the cumulative production together with the rainy season.</p>
<p>KEYWORDS</p>	<p>Genotypes of Brachiaria, forage production, dry season, tropical humid.</p>

Se autoriza la publicación de este Proyecto de Titulación en el Repositorio Digital de la Institución.



f: _____

Ramos Reyes Carolina Beatriz

172495856-4

DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **RAMOS REYES CAROLINA BEATRIZ**, CI 172495856-4 autora del proyecto titulado: **“PRODUCCIÓN FORRAJERA DE GENOTIPOS ESTABLECIDOS DE *BRACHIARIA* DURANTE LA ÉPOCA SECA EN SANTO DOMINGO - 2015”** previo a la obtención del título de **INGENIERA AGROPECUARIA** en la Universidad Tecnológica Equinoccial.

1. Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las Instituciones de Educación Superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de graduación para que sea integrado al Sistema Nacional de información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.
2. Autorizo a la BIBLIOTECA de la Universidad Tecnológica Equinoccial a tener una copia del referido trabajo de graduación con el propósito de generar un Repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Santo Domingo,..... de.....de 2016



f: _____

Ramos Reyes Carolina Beatriz

172495856-4

ÍNDICE DE CONTENIDO

Portada.....	I
Sustentación y aprobación de los integrantes del tribunal.....	II
Responsabilidad del autor.....	III
Aprobación del director.....	IV
Dedicatoria.....	V
Agradecimiento.....	VI
Índice de contenido.....	VII
Índice de figuras.....	VIII
Formulario de registro bibliográfico.....	IX
Declaración y autorización.....	XIII
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MATERIALES Y MÉTODOS.....	3
III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	5
IV. CONCLUSIONES.....	13
REFERENCIAS	14

ÍNDICE DE FIGURAS

1	Medias de la edad de floración y altura de planta de los pastos establecidos del genotipo <i>Brachiaria</i> cultivados en la época seca (julio a diciembre de 2015), Santo Domingo de los Tsáchilas, Ecuador.....	6
2	Medias de la producción de materia seca total, de hojas y de tallos de los pastos establecidos del genotipo <i>Brachiaria</i> cultivado en la época seca (julio a diciembre de 2015) del trópico húmedo, Santo Domingo de los Tsáchilas, Ecuador.....	7
3	Medias de la relación hoja: tallo, índice de área foliar y área foliar específica de los pastos establecidos del genotipo <i>Brachiaria</i> cultivado en la época seca (julio a diciembre de 2015) del trópico húmedo, Santo Domingo de los Tsáchilas, Ecuador.....	10
4	Medias de relación precipitación: producción de los pastos establecidos del genotipo <i>Brachiaria</i> cultivados en la época seca (julio a diciembre de 2015) del trópico húmedo, Santo Domingo de los Tsáchilas, Ecuador.....	12

I. INTRODUCCIÓN

La actividad ganadera desempeña un papel fundamental en la economía de Ecuador, convirtiéndose en la principal actividad de la producción pecuaria (Manual Agropecuario, 2004), es así que el 28 % de los empleos están vinculados con la ganadería. Santo Domingo de los Tsáchilas tiene 147 000 ha destinadas a las pasturas, de las cuales el 99 % han sido pasturas cultivadas y el 0,7 % son de pastos naturales (ESPAC, 2012). El forraje es la alimentación básica y adecuada para la ganadería, especialmente para los rumiantes.

Durante los últimos años se han liberado gramíneas y leguminosas adaptadas al trópico; sin embargo, se sigue buscando las mejores forrajeras para los diversos sistemas ganaderos del país; que se desarrolla en diversos climas, suelos y topografías. Además, se buscan especies forrajeras de alta calidad nutritiva que toleren las plagas y resistan al pastoreo (Jácome y Suquilanda, 2008).

El género *Brachiaria* es el más cultivado en el trópico debido a su alto rendimiento y adaptación al pastoreo (Crowder *et al.*, 1970). En una investigación para evaluar la producción acumulada de materia seca en todo el año, Santamaría (2015) observó que los genotipos de *Brachiaria* más productivos durante la época seca fueron el Xaraés, Marandú y Decumbens con una producción promedio de 10 t ha⁻¹; por su parte, Zhuma (2016) encontró que en la época lluviosa la producción promedio de los pastos Xaraés, Marandú, Decumbens, Mulato II y Piatá fue la misma, con 11,8 t ha⁻¹.

Rodrigues *et al.* (2014) no observó diferencias en la producción al investigar nueve genotipos y reportó una producción media de 4 t ha⁻¹ de materia seca de los genotipos Xaraés, Marandú, Decumbens, Mulato II y Piatá cultivados durante la época seca. Sin embargo, durante la época lluviosa y en el acumulado anual si observó diferencias en la producción.

También se han realizado investigaciones acerca del crecimiento inicial y calidad forrajera de genotipos de *Brachiaria* (Garay, 2013; Velez, 2013; Murillo, 2013; Ortega-Gómez *et al.*, 2011; Rincon *et al.*, 2008), sin embargo sólo se muestreó la producción forrajera una vez por época seca y lluviosa.

Con base en estos antecedentes expuestos se ha investigado la producción de materia seca de los genotipos de *Brachiaria*: Xaraés, Marandú, Decumbens, Mulato II y Piatá durante un año. No obstante, con la evaluación durante un año no se observaría la tendencia de la producción de los pastos debido a que todos los años tienen diferencias en el comportamiento climático y no muestran un patrón de comportamiento (Gomez y Gomez, 1984). Al investigar la producción por 2 años los resultados son más fiables (Rodrigues *et al.*, 2014). Por tal motivo, es necesario realizar muestreos durante la época seca del segundo año de evaluación para conocer la producción de los genotipos de *Brachiaria* y su comportamiento agronómico en la zona de Santo Domingo de los Tsáchilas, Ecuador. Durante la época seca baja el rendimiento de los pastos (Zhuma, 2016; Santamaría, 2015), por tal motivo al productor pecuario le interesa conocer la producción de forraje en esa época, debido a que es el alimento básico para la producción animal.

De este modo el objetivo de esta investigación fue evaluar el comportamiento agronómico y la producción forrajera de los genotipos de *Brachiaria*: Decumbens, Piatá, Xaraés, Marandú y Mulato II durante la época seca del 2015 en Santo Domingo de los Tsáchilas, Ecuador.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

Sitio del estudio

La investigación se realizó en Santo Domingo de los Tsáchilas, Ecuador. La región tiene un clima con dos épocas: la seca, que va de julio a diciembre y la lluviosa, de enero a junio. La región tiene una zona de vida que pertenece al Bosque Húmedo Tropical (Jiménez, 1980). El suelo donde se realizó el experimento fue Andisol, de textura franco arenoso (60 % de arena, 30 % de limo y 10 % de arcilla) y con las siguientes propiedades químicas (extractante Olsen modificado): pH en agua, 6,26; materia orgánica, 6,86 %; calcio, 9 cmol(+) kg⁻¹; magnesio, 1,8 cmol(+) kg⁻¹; potasio, 0,67 cmol(+) kg⁻¹; suma de bases, 11,47 cmol(+) kg⁻¹; fósforo, 13,02 mg kg⁻¹; azufre, 3,43 mg kg⁻¹; hierro, 182 mg kg⁻¹; zinc, 9,2 mg kg⁻¹; manganeso, 8,6 mg kg⁻¹; cobre, 11 mg kg⁻¹; boro, 0,45 mg kg⁻¹.

Diseño experimental

El experimento estuvo establecido con los genotipos sembrado en investigaciones anteriores. La investigación se realizó desde julio hasta diciembre del 2015. El área del experimento tuvo 546 m², dividido en 20 parcelas de 4 m por 4 m y separadas por 1 m entre sí (Santamaría, 2015).

Los cinco tratamientos fueron los siguientes genotipos de *Brachiaria*: *Brachiaria híbrida* cv. Mulato (Mulato II); los cultivares de *Brachiaria brizantha*: Piatá, Xaraés y Marandú; *Brachiaria decumbens* (Decumbens). Se utilizó el diseño de bloques completos al azar con cuatro tratamientos para evaluar los tratamientos (González, 2010). La edad de floración se analizó con pseudorepeticiones que fueron el número de cosechas de cada genotipo.

Medición de variables

Los muestreos de los genotipos se hicieron cuando empezó a florecer al menos una repetición de cada tratamiento. Las alturas de corte del muestreo fueron a 50 cm para el Xaraés, 40 cm el Piatá y 30 cm para el Decumbens, Mulato II y Marandú. Estas alturas de corte se obtuvieron al pastorear con vacas Jersey por 4 h en

investigaciones anteriores (Santamaría, 2015). El área de muestreo fue 1 m². Antes de muestrear se midió la altura de planta con un flexómetro; en tres plantas elegidas al azar; desde el suelo hasta la hoja más alta y sin estirla. La edad de floración consistió en contar los días desde el corte anterior hasta que floreció de nuevo. Para la producción de materia seca se cortó todo el forraje del área de muestreo, se separaron dos submuestras de 300 g. La primera submuestra fue para calcular la producción total de materia seca; la segunda, para separar en hojas y tallos, y calcular la producción por los órganos y la relación hoja: tallo (Ortega-Gómez *et al.*, 2011; Rincon, Ligarreto y Garay, 2008). Las muestras se comenzaron a secar en un umbráculo por 3 d y se finalizó el secado en una estufa a 60 °C por 2 d (Faithfull, 2002). Finalmente, las muestras se pesaron y envasaron en fundas plásticas.

La relación hoja: tallo se obtuvo dividiendo el peso seco de las hojas para el peso seco de los tallos. El índice de área foliar, fue la división entre el área de las hojas para la unidad de área ocupada por la planta. El área foliar específica fue la relación entre el área total de la hoja y la masa del área foliar de la planta (Carranza *et al.*, 2009). La materia seca total fue la suma de la materia seca del tallo y de las hojas (Murillo, 2013). La relación precipitación: forraje se calculó dividiendo el total de la precipitación en la época seca para el total de materia seca producida en la misma época.

Análisis estadístico

Se utilizó la prueba F del análisis de varianza para el diseño indicado, la prueba de significación de Tukey para separar las medias de los tratamientos con $\alpha = 0,05$ (González, 2010). Se utilizó el programa InfoStat versión 2014 para el análisis estadístico (Di Renzo *et al.*, 2014).

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Edad de floración

En la época seca de junio a diciembre de 2015 los genotipos de *Brachiaria* tuvieron la misma media \pm intervalo de confianza de la edad de floración ($66,2 \text{ d} \pm 4,3 \text{ d}$) (Fig. 1a).

Durante la época seca de 2014 el genotipo Decumbens floreció más rápido (48 d) y el Mulato II fue el que más tiempo requirió (58 d) (Santamaría, 2015). Zhuma (2016) obtuvo resultados similares durante la época lluviosa de 2015. Román (2013) observó que el Decumbens floreció a los 42 d de edad en la época seca en una evaluación de genotipos durante 70 d. Los resultados obtenidos en la época seca del segundo año de evaluación sugieren que los genotipos de *Brachiaria* podrían ser cosechados a la misma edad de floración.

Altura de planta

Los genotipos de *Brachiaria* tuvieron diferentes ($p < 0,0001$) alturas de planta. El Xaraés tuvo la mayor altura de planta ($151,7 \text{ cm} \pm 2 \text{ cm}$) y el Decumbens la menor altura ($102,4 \text{ cm} \pm 2 \text{ cm}$). El Mulato II, Piatá y Marandú tuvieron alturas intermedias (Fig. 1b).

Durante la época seca del primer año de evaluación el Xaraés tuvo la mayor altura de planta ($126,3 \text{ cm}$); mientras que el Mulato II y Marandú fueron los más bajos ($71,8 \text{ cm}$) (Santamaría, 2015). En la época seca del segundo año el Xaraés sigue conservando la mayor altura de planta. También se observó que en la época lluviosa del primer año el Xaraés tuvo la mayor altura de planta y el Decumbens estuvo en el grupo de genotipos con menor altura (Zhuma, 2016). En una evaluación de genotipos de *Brachiaria* en la época seca, Román (2013) reportó que el Xaraés tuvo la mayor altura de planta.

Según Garay (2013) el genotipo Xaraés presentó mayor altura porque tiene crecimiento erecto; mientras que los demás genotipos tuvieron menor altura por ser de crecimiento semierecto o rastrero.

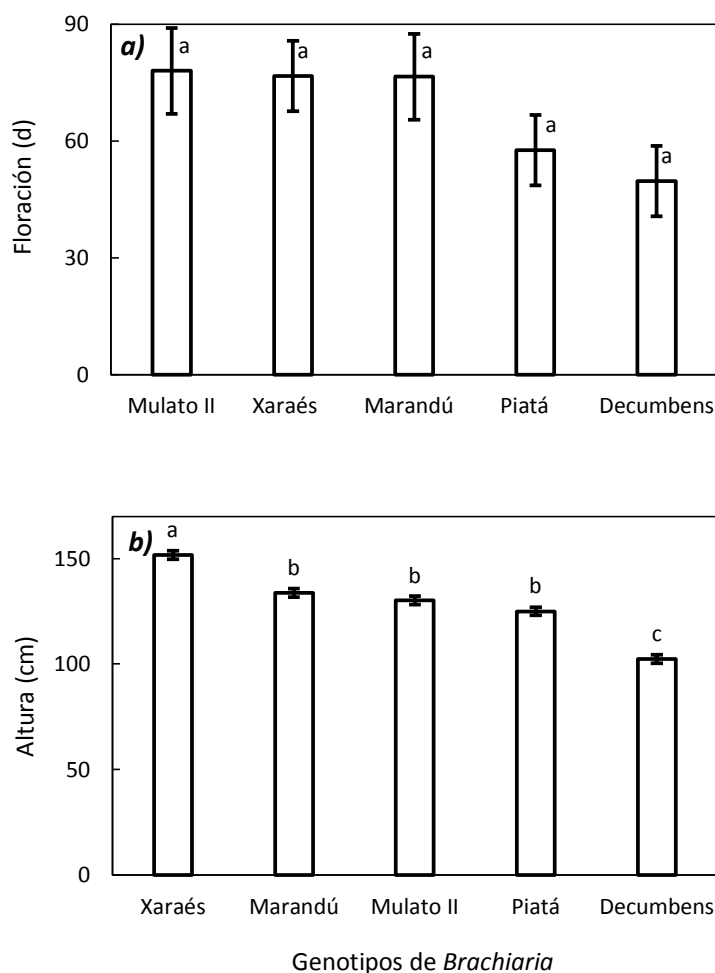


Fig. 1. Medias de la *a*) edad de floración y *b*) altura de planta de los pastos establecidos del genotipo *Brachiaria* cultivados en la época seca (julio a diciembre de 2015), Santo Domingo de los Tsáchilas, Ecuador. Medias con letras distintas indican diferencias con Tukey $\alpha = 0,05$; líneas verticales, el error estándar. En *a*) se presentan las medias únicamente según el número de cosechas de los pastos: Decumbens, Xaraés y Piatá, 3; Marandú y Mulato II, 2

Producción de forraje

La producción de materia seca total, de hojas y de tallos fue diferente ($p < 0,0001$) en los genotipos. El Xaraés produjo la mayor cantidad de materia seca total ($16 \text{ t ha}^{-1} \pm 0,56 \text{ t ha}^{-1}$) de hojas ($13,4 \text{ t ha}^{-1} \pm 0,56 \text{ t ha}^{-1}$) y de tallos ($2,6 \text{ t ha}^{-1} \pm 0,12 \text{ t ha}^{-1}$), observándose que el Piatá, Decumbens y Marandú tuvieron la producción más baja de materia seca total ($8,2 \text{ t ha}^{-1} \pm 0,56 \text{ t ha}^{-1}$) y de hojas ($6,9 \text{ t ha}^{-1} \pm 0,56 \text{ t ha}^{-1}$); mientras que en la menor producción de tallos también se incluye el Mulato II ($1,3 \text{ t ha}^{-1} \pm 0,12 \text{ t ha}^{-1}$) (Fig. 2).

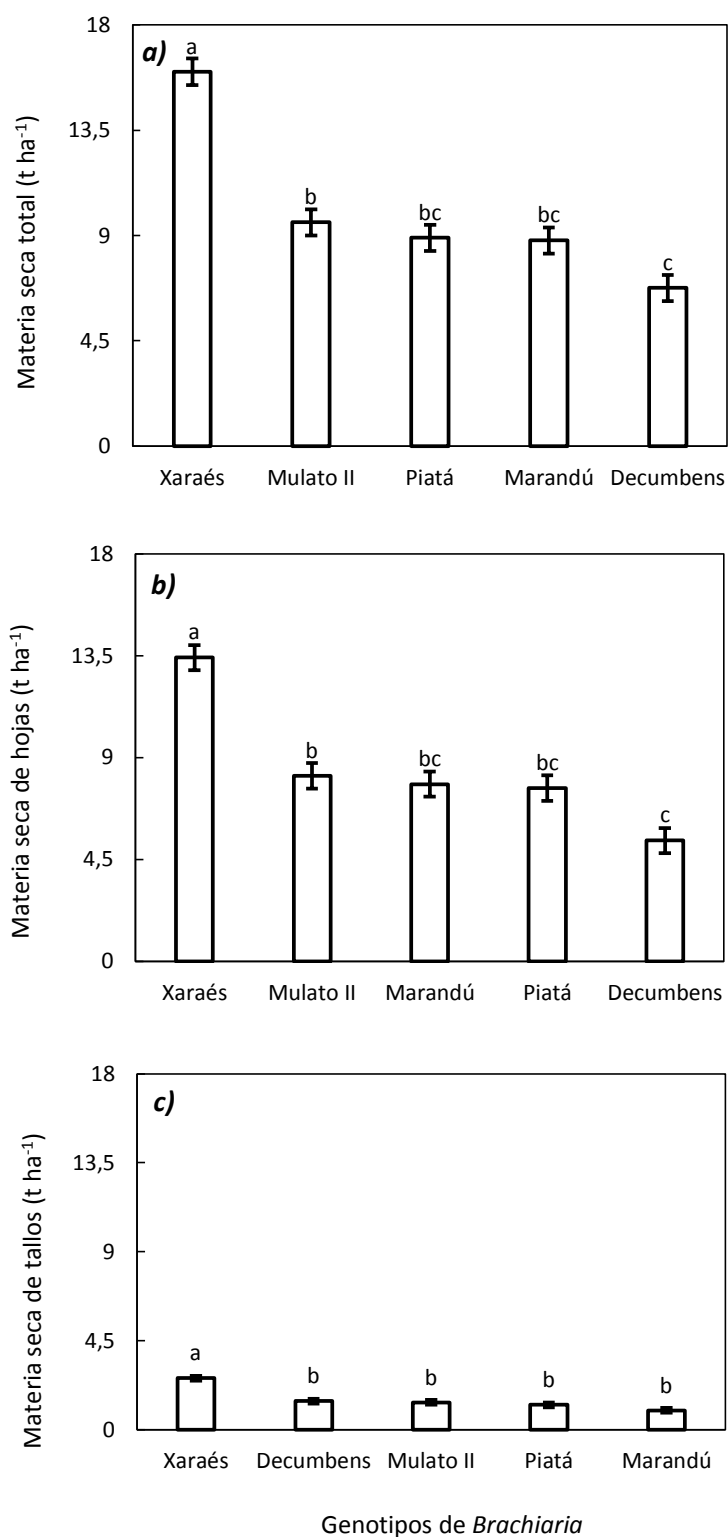


Fig. 2. Medias de la a) producción de materia seca total, b) de hojas y c) de tallos de los pastos establecidos del genotipo *Brachiaria* cultivado en la época seca (julio a diciembre de 2015) del trópico húmedo, Santo Domingo de los Tsáchilas, Ecuador. Medias con letras distintas indican diferencias con Tukey $\alpha = 0,05$; líneas verticales, el error estándar. El número de cosechas de los pastos fueron: Decumbens, Xaraés y Piatá, 3; Marandú y Mulato II, 2

Durante la época seca del primer año de establecimiento el Xaraés estuvo en el grupo de genotipos con mayor producción de materia seca de forraje total ($11,1 \text{ t ha}^{-1}$) y el Decumbens estuvo en los de mayor producción de tallos ($2,2 \text{ t ha}^{-1}$).

Según Garay (2013) el Xaraés tuvo la mayor producción de materia seca total y el Marandú tuvo la menor producción en una evaluación del crecimiento por 70 d en la época seca. En otra evaluación de genotipos de *Brachiaria* de similares características, Román (2013), reportó que durante la época seca el Decumbens tuvo la mayor producción de materia seca del tallo que el Marandú, Mulato II, Xaraés y Piatá; el Xaraés tuvo la mayor producción de hojas y el Decumbens, la menor producción. En cuanto a la materia seca total el Xaraés produjo más y el Decumbens, Mulato II y Marandú produjeron menos.

En la época seca la producción de materia seca disminuye debido a que el estrés hídrico limita el crecimiento de la planta y por tanto el tallo crece lentamente (Cab *et al.*, 2008; Cruz, 2011). Según Rodrigues *et al.* (2014) los genotipos Mulato, Xaraés, Piatá, Decumbens, y Marandú tuvieron la misma producción durante la época seca del noreste de Brasil.

El comportamiento agronómico observado en los genotipos de *Brachiaria* en la época seca fue determinado por las condiciones ambientales que afectaron el crecimiento de los pastos y redujeron la producción de tallos; sin embargo se debe encontrar el genotipo de *Brachiaria* más productivo en todo el año.

Relación hoja: tallo

La relación hoja: tallo de los genotipos fue diferente ($p = 0,0016$) en la época seca. El Marandú, Mulato II y Piatá tuvieron la mayor relación hoja: tallo ($6,8 \pm 0,53$) (Fig. 3a).

Durante la época seca, Santamaría (2015), observó que el Mulato II tuvo la mayor relación hoja: tallo (18,6) y el Decumbens, la menor (2,8); mientras que el Xaraés, Marandú y Piatá tuvieron relaciones intermedias entre los valores indicados. Por su parte, Rodrigues *et al.* (2014), reportó que el Decumbens tuvo la menor relación que el Marandú, Mulato II, Xaraés y Piatá en la época seca.

En esta investigación, realizada en la época seca, los genotipos Marandú, Mulato II y Piatá tuvieron mayor proporción de hojas; porque posiblemente produjeron más cantidad de macollos (Rodrigues *et al.*; 2014). Los genotipos con mayor relación hoja: tallo tendrían mayor capacidad de formar fotoasimilados, más contenido de nitrógeno y más palatabilidad (Rodrigues *et al.*; 2014; Oliveira *et al.*, 2012).

Índice de área foliar

El índice de área foliar fue diferente ($p < 0,0001$) en los genotipos de *Brachiaria*. El Mulato, Marandú y Xaraés tuvieron el mayor índice de área foliar ($8,6 \text{ m}^2 \text{ área foliar } [\text{m}^2 \text{ suelo}]^{-1} \pm 0,53 \text{ m}^2 \text{ área foliar } [\text{m}^2 \text{ suelo}]^{-1}$) (Fig. 3b).

La misma investigación realizada por Santamaría (2015) en la época seca el 2014 el índice de área foliar fue mayor para el Mulato II y Marandú ($6,6 \text{ m}^2 \text{ área foliar } [\text{m}^2 \text{ suelo}]^{-1}$), Garay (2013) encontró que el Marandú presentó el mayor índice de área foliar, Murillo (2013) no encontró diferencias en el índice de área foliar en las dos épocas del año; sin embargo, el Xaraés tendría más cobertura por tener mayor índice de área foliar. Román (2013) reportó que el Xaraés y Mulato II tuvieron el mayor índice de área foliar y el Piatá el menor índice durante la época seca.

Un mayor índice de área foliar implica mayor capacidad fotosintética de la planta (Melgarejo *et al.*, 2010). La escasez de agua en los pastos provoca la disminución de la expansión de las hojas. Este cambio influye en la cantidad de follaje y número de plantas por macollo. Por tanto, el índice de área foliar se verá disminuido y todas las funciones asociadas al área foliar (Colabelli *et al.*, 1998). En la época seca se observó que el Xaraés estuvo entre los de mayor producción y fue el de más alto índice de área foliar.

Área foliar específica

Hubieron diferencias ($p = 0,0001$) en el área foliar específica de los genotipos de *Brachiaria*. El Decumbens, Mulato II y Marandú tuvieron la mayor área foliar específica ($245,6 \text{ cm}^2 \text{ g}^{-1} \pm 11,2 \text{ cm}^2 \text{ g}^{-1}$) (Fig. 3c).

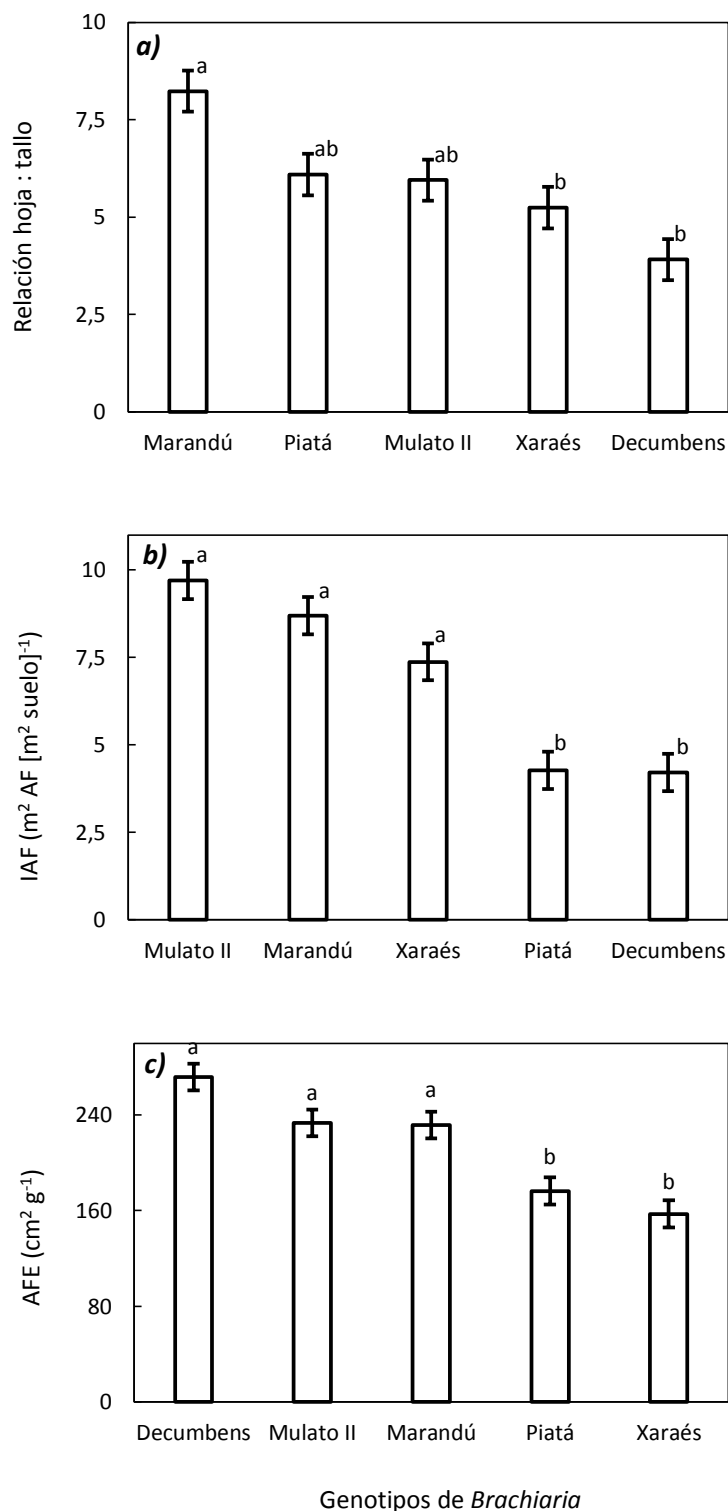


Fig. 3. Medias de la *a*) relación hoja: tallo, *b*) índice de área foliar (IAF) y *c*) área foliar específica (AFE) de los pastos establecidos del genotipo *Brachiaria* cultivado en la época lluviosa (julio-diciembre de 2015) del trópico húmedo, Santo Domingo de los Tsáchilas, Ecuador. Medias con letras distintas indican diferencias con Tukey $\alpha = 0,05$; líneas verticales, el error estándar. El número de cosechas de los pastos fueron: Decumbens, Xaraés y Piatá, 3; Marandú y Mulato II, 2

Durante la época seca del 2014 el Decumbens, Marandú y Mulato II tuvieron la mayor área foliar específica (Santamaría, 2015). Garay (2013) reportó que las mayores áreas foliares específicas en la época seca fueron el Mulato II, Decumbens y Marandú. Murillo (2013) observó que los genotipos Marandú y Decumbens tienen mayor área foliar específica en la época seca. Vélez (2013) observó que el Mulato II tuvo la mayor área foliar específica que Decumbens, Marandú, Piatá y Xaraés. Una mayor área foliar específica indica mejor relación entre la superficie de su hoja y el grosor de la misma, lo que incrementa la fotosíntesis de la planta (Garay, 2013).

Estos resultados sugieren que los genotipos Marandú y Mulato II tendrían el mayor crecimiento en la época seca porque tienen la mayor relación hoja: tallo e índice de área foliar, lo que facilitaría la captación de más energía lumínica; sin embargo el Xaraés tuvo la mayor producción de materia seca.

Los pastos con mayor área foliar específica usualmente crecen más rápido y toleran mejor el pastoreo siempre que haya condiciones adecuadas para el crecimiento (Mello, 2006).

Precipitación: producción

Hubieron diferencias ($p < 0,0001$) en la relación precipitación: producción de los genotipos. Se observó que por cada 1 t ha⁻¹ de materia seca los genotipos Decumbens, Mulato II y Marandú recibieron 33,9 mm \pm 3,03 mm de precipitación, que fue la menor relación precipitación : producción (Fig. 4). El Piatá y Xaraés tuvieron la mayor relación, indicando que el Xaraés y el Piatá recibieron más cantidad de agua por 1 t de materia seca producida.

Durante la época seca del 2014, Santamaría (2015), encontró que el Piatá estaría recibiendo más agua para producir 1 t de materia seca.

Las plantas absorben agua y nutrientes desde el suelo. Con la absorción de agua se transportan nutrientes por medio del flujo de masas desde el suelo hacia las raíces. En la época seca hay deficiencia hídrica en las pasturas, lo que ocasiona que la absorción de agua disminuya y también las funciones fisiológicas asociadas al agua (Zipaquirá, 2009; Jung, 2001).

En esta investigación el Xaraés produjo más materia seca que el Piatá y recibió mayor precipitación, aproximadamente el doble, por ese motivo tienen la misma relación precipitación: producción.

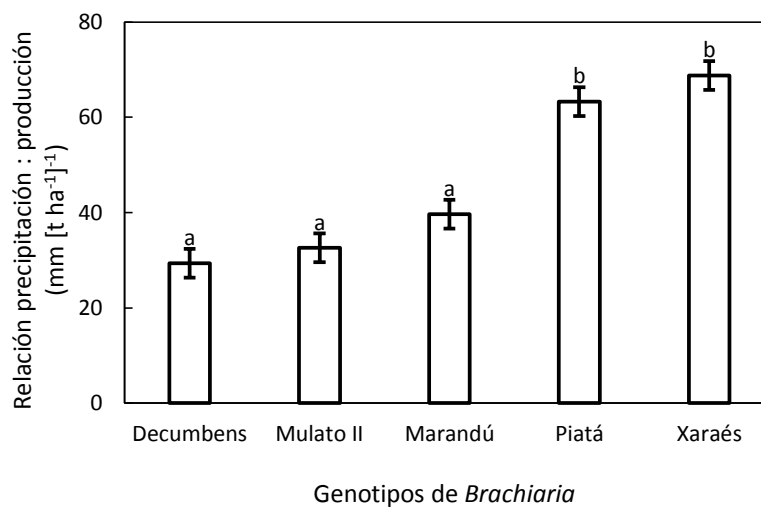


Fig. 4. Medias de la relación precipitación: producción de los pastos establecidos del genotipo *Brachiaria* cultivado en la época lluviosa (julio a diciembre de 2015), Santo Domingo de los Tsáchilas, Ecuador. Medias con letras distintas indican diferencias con Tukey $\alpha = 0,05$; líneas verticales, el error estándar. El número de cosechas de los pastos fueron: Decumbens, Xaraés y Piatá, 3; Marandú y Mulato II, 2

IV. CONCLUSIONES

Se concluye que durante la época seca del segundo año de cultivo de genotipos de *Brachiaria* el Xaraés tuvo la mayor altura de planta, producción de materia seca total, de hojas y de tallos que el Marandú, Mulato II, Piatá y Decumbens.

Con respecto a la relación hoja: tallo el Marandú, Piatá y Mulato II tuvieron la mayor relación, lo que indica que estos genotipos producen más hojas que tallos. El mayor índice de área foliar tuvieron el Mulato II, Marandú y Xaraés que muestran que estos genotipos produjeron más superficie total de hojas. El Decumbens, Mulato II y Marandú tuvieron la mayor área foliar específica, que indican que tuvieron hojas más extendidas con respecto a su peso.

REFERENCIAS

- Carranza, C., O. Lancho, D. Miranda, y B. Chávez. (2009). Análisis del crecimiento de lechuga (*Lactuca sativa* L) cultivada en un suelo salino de la Sabana de Bogotá. *Agronomía colombiana* 27:41-48.
- Colabelli, M. *et al.* (1998). El proceso de crecimiento y desarrollo de gramíneas forrajeras como base para el manejo de la defoliación. Boletín Técnico N° 148. Secretaria de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Centro Regional Buenos Aires Sur, Estación Experimental Agropecuaria Balcarce, Argentina.
- Crowder, I. V.; Chaverra, H. y Lotero, J. (1970). *Productive improved grasses in Colombia*. XI International Grasses Congress. Australia Proceedings. 147-149.
- Cruz H., A., Hernández G., A., Enríquez Q., J. F., Gómez V., A., Ortega J., E., y M. G., N. M. (2011). Producción de forraje y composición morfológica del pasto Mulato (*Brachiaria* híbrido 36061) sometido a diferentes regímenes de pastoreo. *Revista mexicana de ciencias pecuarias*, 2(4): 429-443. Recuperado en 23 de abril de 2016, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-11242011000400007&lng=es&tlng=es.
- Di Rienzo, J. A., Casanoves, F., Balzarini, M. G., Gonzalez, L., Tablada, M., y Robledo, Y. C. (2011). *InfoStat versión 2011*. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>.
- ESPAC. 2012. *Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua. Características del uso del suelo*. Consultado el 20 de agosto del 2015 en: (<http://200.110.88.44/lcds-samples/testdrive-remoteobject/main.html#app=dbb7&9270-selectedIndex=1>).
- Faithfull, N.T. (2002). *Methods in agricultural chemical analysis. A practical handbook*. United Kingdom: CABI Publishing.
- Garay, J. (2013). *Crecimiento y calidad del forraje en genotipos de brachiaria en el trópico húmedo*. (Tesis inédita de posgrado). Universidad Autónoma de Tamaulipas. Tamaulipas, México.
- Gomez, K. A., y Gomez, A. A. (1984). *Statistical procedures for agricultural research*. 2nd ed. John Wiley.
- González B., G. (2010). *Métodos estadísticos y principios de diseño experimental*. 3ª ed. Editorial Universitaria, Quito.
- Jácome, L., y Suquilanda, M. (2008). *Fertilización organo-mineral del pasto mulato (Brachiaria híbrido) y xaraes (Brachiaria brizantha Xaraés)*. XI Congreso Ecuatoriano de la ciencia del suelo.
- Jiménez S., H. (1980). *Anatomía del sistema de clasificación de Holdridge*. CATIE: Turrialba, Costa Rica.
- Jung, A. (2001). Movimiento de nutrientes a la interfase suelo-raíz. *Revista de la Ciencia del Suelo y Nutrición Vegetal*, 1(1), 1-18.

- Manual Agropecuario. (2004). Bovinos y Búfalos. Biblioteca del Campo (1.^a ed.). Bogotá, Colombia: Limerin S.A.
- Melgarejo, L. M. et al. (2010). *Experimentos en fisiología vegetal*. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. Consultado el 27 de octubre de 2015. <http://www.bdigital.unal.edu.co/8545/>
- Mello V., A. L. (2006). *Análisis comparativo del área foliar específica de gramíneas dominantes en pastizales naturales bajo regímenes contrastantes de pastoreo*. Informe de pasantías. Grupo de Investigación en Ecología de Pastizales Naturales. Consultado el 19 de noviembre de 2015. http://pastizales.fcien.edu.uy/Documentos/Pasantias/Informe_pasantia_Mello.pdf
- Murillo, H. (2013). *Producción y calidad de cinco genotipos de brachiaria en el Trópico húmedo del Ecuador*. Tesis de Grado. Universidad Tecnológica Equinoccial. Santo Domingo-Ecuador.
- Olivera, Y., Machado, R., y Del Pozo, P. P. (2006). Características botánicas y agronómicas de especies forrajeras importantes del género *Brachiaria*. *Pastos y Forrajes*, 29(1): 14-23.
- Ortega-Gómez, R. et al. (2011). Nutritive quality of ten grasses during the rainy season in a hot-humid climate and ultisol soil. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 13: 481-491.
- Rincon C., A., Ligarreto M., G.A., y Garay, E. (2008). Producción de forraje en los pastos *Brachiaria decumbens* cv. Amargo y *Brachiaria brizantha* cv. Toledo, sometidos a tres frecuencias y a dos intensidades de defoliación en condiciones del piedemonte llanero colombiano. *Revista Facultad Nacional de Agronomía-Medellín*, 61(1), 4336-4346.
- Rincón G., N. et al., (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. <http://www.scielo.org.co/pdf/rfnam/v65n1/v65n1a10.pdf>
- Rodrigues, C. R., et al. (2014). Agronomic, morphogenic and structural characteristics of tropical forage grasses in northeast Brazil. *Tropical Grasslands - Forrajes Tropicales*, 2:214-222.
- Román, D. (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. Santo Domingo, Ecuador.
- Santamaría, A. (2015). *Producción forrajera de genotipos establecidos de Brachiaria durante la época seca* (Tesis inédita de grado). Universidad Tecnológica Equinoccial. Santo Domingo, Ecuador.
- Velez, C. (2013). *Estudio del crecimiento inicial de cinco variedades de brachiaria en un programa de mejoramiento genético ovino en el trópico húmedo del Ecuador*. (Tesis inédita de grado). Universidad Tecnológica Equinoccial. Santo Domingo, Ecuador.
- Zhuma, R. (2016). *Producción forrajera de genotipos establecidos de Brachiaria durante la época lluviosa en Santo Domingo*. Universidad Tecnológica Equinoccial. Santo Domingo, Ecuador.

Zipaquirá, C. C. (2009). Acumulación y distribución de materia seca de cuatro variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.) en Zipaquirá, Cundinamarca (Colombia). *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 62(1), 4823-4834.