

EVALUACION INICIAL DEL CRECIMIENTO DEL NACEDERO (*Trichanthera gigantea*) H & B Y BOTON DE ORO (*Tithonia diversifolia*) (hemsl.) Gray BAJO TRES ARREGLOS SILVOPASTORIL EN EL MUNICIPIO CALIMA DARIEN, VALLE DEL CAUCA¹.

INITIAL EVALUATION OF THE GROWTH OF (*Trichanthera gigantean*) H & B AND (*Tithonia diversifolia*) (Hemsl.) Gray IN THREE SILVOPASTORAL ARRANGEMENT ON THE MUNICIPALITY OF CALIMA DARIEN, VALLE DEL CAUCA

Edison Marquinez R.² y Jorge Navia E.³

RESUMEN

Esta investigación se realizó municipio de Darién, Valle del Cauca, localizada entre las coordenadas N 03°55'43.65"; W 076°29'51.76" a una altura de 1.485 msnm, y temperatura de 18 C con una precipitación anual de 5.159 mm. Se evaluó tres arreglos silvopastoril con *T. diversifolia* en monocultivo (T1), *T. gigantea* en monocultivo (T2) y el asocio *T. diversifolia* + *T. gigantea* sembradas de forma intercalada (T3), con el fin de identificar cuál de los tres tratamientos garantiza un mejor comportamiento en cuanto a desarrollo de las plantas y producción de biomasa. Las variables evaluadas fueron porcentaje de prendimiento, crecimiento en altura, diámetro y producción de biomasa. Se obtuvo un elevado porcentaje de prendimiento para las dos especies en los tres tratamientos, para el (T1) 92%, en el (T2) 90% y el (T3) 90,5%. Por otra parte se encontró diferencias altamente significativas ($p \leq 0,0001$) para las variables altura, diámetro y biomasa con medias para el tratamiento (1) uno de 1,08 m, 4,99 cm y 3,24 kg para el tratamiento (2) dos, 0,75 m, 4,25 cm, y 1,92 kg en el tratamiento (3) tres y 0,34 m, 4,76 cm y 2,9 kg.

Palabras clave: arreglo, asocio, silvopastoril

¹ Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Agroforestal. Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Agrícolas.

² Estudiante de Ingeniería Agroforestal. Universidad de Nariño. Mail: marquinez@hotmail.es

³ I. A., Ph.D. Profesor Asociado Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad de Nariño. Mail: jornavia@yahoo.com

ABSTRACT

This research was conducted town of Darien, Valle del Cauca, located between coordinates N 03 ° 55'43 .65", W 076 ° 29'51 .76"at an altitude of 1,485 meters, and temperature of 18 C with an annual rainfall of 5,159 mm. Was evaluated three silvopastoral arrangements *T. diversifolia* in monoculture (T1), *T. gigantea* in monoculture (T2) and the partnership *T. diversifolia* + *T. gigantea* planted in a staggered (T3), to identify which of the three treatments guarantee a better performance in terms of plant growth and biomass production. The variables assessed were the percentage of grafting, growth in height, diameter and biomass production. We obtained a high percentage of surviving for two species in the three treatments, for (T1) 92% in the (T2) 90% and (T3) 90.5%. On the other hand was found highly significant differences ($p \leq 0.0001$) for the variables height, diameter and biomass with a mean treatment of 1.08 m, 4.99 cm and 3.24 kg for the treatment two 0.75 m, 4.25 cm, and 1.92 kg in the treatment three and 0.34 m, 4.76 cm and 2.9 kg.

Key words: arrangement, associate, silvopastoril

INTRODUCCIÓN

Los sistemas silvopastoriles juegan un papel muy importante en la producción pecuaria donde las leñosas perennes (árboles y/o arbustos) interactúan con los componentes tradicionales (forrajeras herbáceas y animales) bajo un sistema de manejo integral, como una alternativa de producción sostenible que permite reducir el impacto ambiental de los sistemas tradicionales de producción (Holguín, 2005).

Existen diferentes alternativas para la incorporación de árboles en los sistemas ganaderos, entre los cuales se pueden mencionar las cercas vivas, árboles dispersos en potrero, bancos forrajeros, pastoreo en plantaciones forestales o frutales, pasturas en callejones y cortinas rompe vientos. Además, estos arreglos pueden incluir sistemas de dos, tres o más estratos, formados con especies herbáceas, arbustivas y arbóreas, seleccionadas según un objetivo específico (producción de forraje, madera, leña, sombra, etc.) que determinará el manejo y la densidad de siembra (Londoño, 1999).

Las especies arbóreas y arbustivas poseen un gran potencial como fuente de alimento suplementario para pequeños y grandes rumiantes debido a sus elevados niveles de proteína y adecuada proporción de componentes fibrosos y minerales (Baldizán, 2003); Muchas de estas especies tienen valores nutricionales superiores a los de los pastos y pueden producir elevadas cantidades de biomasa comestible que son más sostenidas en el tiempo que las del pasto bajo condiciones de cero fertilización (Ríos, 1997).

El nacedero *T. gigantea*, se ha reconocido como una de las especies más promisorias para ser utilizadas como fuente de alimento animal, tanto para monogástricos (conejos, cuyes, gallinas, cerdos) como para rumiantes (ovinos y bovinos) (Gómez et al., 1995). El Botón de oro *T. diversifolia* es una planta herbácea, con buena capacidad de producción de biomasa, rápido crecimiento y baja demanda de insumos y manejo para su cultivo, presentando características nutricionales importantes para su consideración como especie con potencial en alimentación animal (Ríos, 1997).

Con base en lo anterior, el propósito de esta investigación fue evaluar el crecimiento inicial de tres arreglos silvopastoril con *T. gigantea* y *T. diversifolia* mediante la determinación de variables dasométricas, al igual que la estimación de la cantidad de biomasa que estas producen; finalmente comparar el comportamiento de cada especie e identificar la más promisoría.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización. Este trabajo se llevó cabo en la región occidente del departamento del Valle del Cauca, municipio Calima Darién, Vereda la Florida, localizada al norte del casco urbano, latitud 03° 56' 3" N y longitud 76° 29' 18" O. a una altura de 1.485 msnm, temperatura de 18 C°, con una precipitación anual 5.159 mm (POT del municipio de Calima Darién, 2009).

Diseño experimental. Se empleó un diseño completamente al azar (DIA) con tres tratamientos y cuatro repeticiones para un total de 12 parcelas, donde cada tratamiento correspondió a una parcela con dimensiones correspondientes a 24 m de largo y 11 m de ancho y las plantas sembradas a 3 m entre surco y 1,5 m entre planta para una densidad de 58 plantas por parcela. El tratamiento uno correspondió a *T. diversifolia* sembrada como monocultivo, el tratamiento dos lo conformó *T. gigantea* en monocultivo y el tratamiento tres estuvo representado por *T. diversifolia* y *T. gigantea* sembradas de forma intercalada un surco de la primera especie y el siguiente de *T. gigantea* (Tabla 1). La unidad muestral correspondió a 10 plantas tomadas al azar de cada tratamiento para evaluar las diferentes variables.

Propagación del material vegetal. Se realizó de manera asexual por medio de estacas, debido a que la germinación por semillas es muy baja para el nacedero *T. gigantea* del 0 al 2% (Parent 1989). Para la propagación se recolectaron estacas de 20 cm de longitud, de diámetro de 2 a 3 centímetros y con tres números de nudos o yemas foliares ya que son las características más favorables para la proliferación de raíces (Rivera y Jaramillo 1991). Las estacas se cortaron en la porción central y basal de los tallos jóvenes y se mantuvieron a la sombra durante un día antes de la siembra en un sustrato constituido por suelo, arena y

materia orgánica en una proporción de 5:1:2. Las plántulas fueron llevadas al campo a los 50 días. El botón de oro *T. diversifolia*, se propago a partir de estacas de 30 a 50 centímetros de longitud, lo más recomendable es sembrar estacas del primero y segundo tercio del tallo (Salazar 1992). El éxito de tener un alto porcentaje de prendimiento y de poblaciones uniformes en el campo radica en una buena selección del material de propagación y de proporcionar condiciones adecuadas para su desarrollo inicial como son disponibilidad de agua y disminución de competencias por las malezas (Rivera y Jaramillo 1991). La diferencia de la longitud de las estacas se debe a la distancia de los nudos que existe entre una especie y otra, obteniendo de esta manera el mismo número de yemas y facilitando que las (2) especies tuvieran la misma condición inicial al momento de la evaluación.

Tabla 1. Tratamientos y sus correspondientes especies del arreglo silvopastoril, el Darién; 2010 – 2011.

Tratamiento	Nombre común	Especies conformantes
1	Botón de oro	<i>Tithonia diversifolia</i>
2	Nacedero	<i>Trichanthera gigantea</i>
3	B + N	<i>Tithonia diversifolia</i> + <i>Trichanthera gigantea</i>

A cada tratamiento en campo se le realizaron las labores culturales correspondientes para garantizar un óptimo crecimiento y desarrollo de las plantas, para lo cual se llevó a cabo limpias, plateos y fertilizaciones periódicas con abono orgánico (gallinaza).

Variables evaluadas. Las variables después del establecimiento fueron porcentaje de prendimiento (%P), altura (h), diámetro (D) y biomasa.

Porcentaje de prendimiento (%P). Para este proceso se realizó un conteo de todas las estacas que prendieron al final del ensayo para cada especie. Según Grijpman (1997), esta variable se evalúa con base al número de estacas sembradas y el número total de estacas prendidas. Con la siguiente ecuación:

$$\%P = \frac{\text{Num. est. prend.}}{\text{Num. est. semb.}} * 100$$

Siendo:

%P = Porcentaje de prendimiento de la especie

Num. est. prend. = Número de estacas prendidas de la especie

Num. est. semb. = Número de estacas sembradas de la especie

Altura (h). Con la ayuda de una cinta métrica se realizó la medición de la altura de cada planta, durante un periodo de seis meses, una vez al mes. Durante este proceso se realizaron comparaciones en el incremento en altura de las dos especies.

Diámetro basal (D). Se realizó mediciones durante 6 meses, cada dos meses, con la ayuda de la cinta diamétrica. A una altura de 10 cm. A partir del suelo.

Biomasa. La disponibilidad de la biomasa comestible (hojas y tallos tiernos) se midió por pesada directa a partir de la colecta individual de 10 árboles por parcela; la fracción de tallos leñosos se calculó por diferencia a partir de la medición de la biomasa total para los tres tratamientos.

Análisis estadístico. Con cada uno de los indicadores promedios de las variables, se realizó el análisis de varianza para un Diseño Completamente al Azar utilizando el Software estadístico infoStat versión 2008 según Balzarini *et al* (2008), y con el fin de establecer posibles diferencias entre los tratamientos se realizó una prueba de TUKEY.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Porcentaje de prendimiento. En términos generales los indicadores para esta variable fueron elevados 92%, 90% y 90,5% correspondientes a *T. diversifolia*, *T. gigantea* y el asocio *T. diversifolia* + *T. gigantea* respectivamente (Tabla 2). Datos muy similares reporta Medina *et al* (2009) investigación que se realizó en el estado Trujillo, Venezuela para la especie *T. diversifolia* quienes encontraron valores que oscilaron entre 97,47% y

98,6%.según Mahecha y Rosales (2005) esto se debe al singular volumen radical y la habilidad especial para absorber y extraer los nutrientes del suelo, característica propia de *T. diversifolia*, lo que hace pensar lo mismo de *T. gigantea*, permitiendo un mayor adaptabilidad en poco tiempo y garantizado una excelente persistencia durante la etapa de establecimiento.

Tabla 2. Porcentaje de prendimiento para *T. diversifolia* y *T. gigantea*, el Darién (2010 – 2011).

Nombre común	Nombre científico	% prendimiento
Botón de oro	<i>Tithonia diversifolia</i>	92
Nacedero	<i>Trichanthera gigantea</i>	90
B + N	<i>Tithonia diversifolia</i> + <i>Trichanthera gigantea</i>	90,5

Es posible también que este comportamiento quizás esté relacionado con el origen del material de propagación, el cual se tomó de plantas sanas y vigorosas. En este sentido, según Hartmann y Kester (2000) las estacas de plantas herbáceas enraízan con mayor facilidad y al tener las condiciones adecuadas, el prendimiento es rápido y con altos porcentajes de enraizamiento. Por su parte, Salazar (1992) señala que la parte basal planta en *T. diversifolia* constituye el material más idóneo para garantizar un elevado porcentaje de prendimiento, por lo que este aspecto debe ser considerado al momento de propagarla asexualmente.

Altura, diámetro y biomasa. El crecimiento en altura y diámetro de *T. diversifolia* y *T. gigantea* presentó diferencias altamente significativas para los tres tratamientos, al igual que para la producción de biomasa verde, resultando ($p \leq 0,0001$) para las tres variables

El indicador para la variable altura osciló entre 1,07 m a 1,09 m para *T. diversifolia* y 0,74 a 0,76 para *T. gigantea* sembradas en monocultivo; mientras que sembradas en forma intercalada se obtuvo resultados de con 0,29 a 0,39 donde se deduce $T1 > T2 > T3$. Con respecto al diámetro el indicador fue de 4,95 cm a 5,04 cm y 4,19 cm a 4,29 cm para *T. diversifolia* y *T. gigantea* sembradas como monocultivo respectivamente. Por su parte el

arreglo *T. diversifolia* + *T. gigantea* presentó una oscilación entre 4,35 cm y 5,18 cm. lo cual resulta $T1 > T3 > T2$, la variable biomasa para *T. diversifolia* osciló entre 3,0 kg y 3,4 kg; para *T. gigantea* 1,64 kg y 2,6 kg y para el arreglo *T. diversifolia* + *T. gigantea* fue de 2,6 kg y 3,1 kg da como resultado que $T1 > T3 > T2$ (Tabla 4).

Tabla 3. Indicadoras de variables altura, diámetro, biomasa

Tratamientos	Altura (mts)	Diámetro (cm)	Biomasa (kg)
T1	1,07-1,09	4,95-5,04	3,0-3,4
T2	0,74-0,76	4,19-4,29	1,64-2,6
T3	0,29-0,39	4,35-5,18	2,6-3,1

El tratamiento o tipo de arreglo que presentó el mejor comportamiento para la variable altura fue el tratamiento uno con crecimiento de 1,08 m (Tabla 5), lo que significa que *T. diversifolia* sembrada como monocultivo para fines de banco forrajero crece mucho más rápido que sembrada de forma intercalada con *T. gigantea*, lo cual se corrobora con el comportamiento presentado por el tratamiento (3) tres, presentando un promedio de crecimiento muy bajo 0,34 m cuando estos datos pueden ser mejores si se tiene en cuenta el indicador obtenido por Ruiz *et al* (2009) en el estudio realizado no hubo diferencias significativas de 3.2, ya que el tipo de estacas utilizadas para la siembra influye notablemente en la producción de biomasa (hojas y tallos verdes) de estas plantas. esto se ve reflejado en altura debido al desarrollo más completo del tejido conductor

Tabla 4. Comparación de medias para los valores de altura (m/mes), diámetro (cm/mes) y Biomasa (kg/corte) de *T. diversifolia* y *T. gigantea*.

Parámetros	Tratamientos		
	1	2	3
Altura promedio (m)	1,08 C	0,75 B	0,34 A
Diámetro promedio (cm)	4,99 B	4,25 A	4,76 B
Biomasa promedio (Kg)	3,24 C	1,92 A	2,90 B

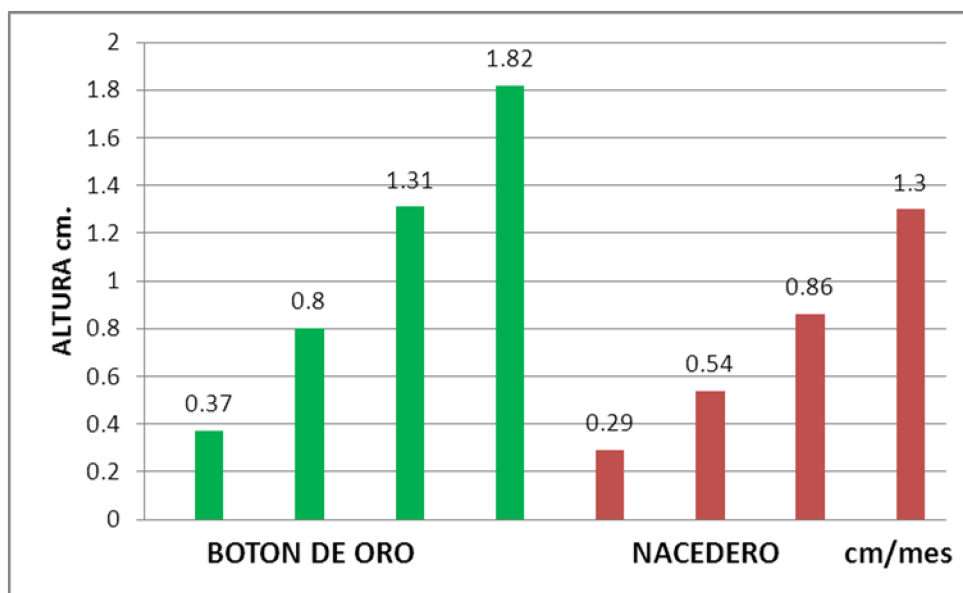
Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

De igual manera el tratamiento (1) uno presentó el mejor comportamiento para el crecimiento en diámetro y para producción de biomasa con indicadores de 4,99 cm y 3,24 kg respectivamente; pero dicho crecimiento en diámetro no presentó diferencia estadística con el tratamiento (3) tres lo que significa que sembrar *T. diversifolia* intercalada con *T. gigantea* presentará la misma ganancia de crecimiento en diámetro que sembrarlo como monocultivo.

Los anteriores resultados se pueden atribuir a las características fenológicas diferentes de las dos especies evaluadas ya que una producción promedio de biomasa de 3,24 kg por árbol equivale a un rendimiento aproximado de 4.320 kg/ha de biomasa, estando este indicador acorde con el reportado por De García *et al* (2009) de 3.500 kg/ha.

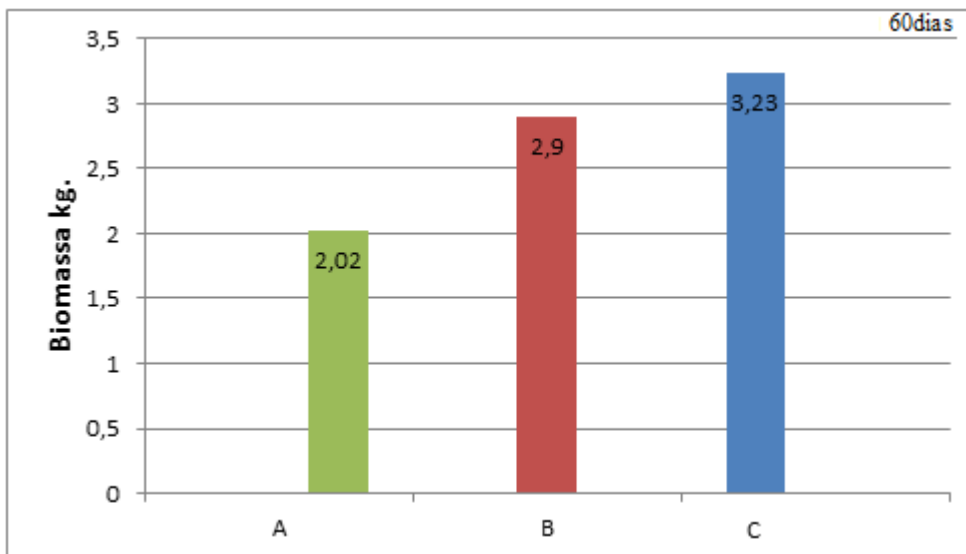
La altura de las plántulas al comenzar el ensayo fue similar para las dos especies, 0,37 cm para botón de oro y 0,29 cm para nacedero *T. gigantea*; sin embargo una vez concluido el experimento las diferencias entre las dos especies se hicieron notorias, puesto que en el último mes de evaluación, la especie botón de oro *T. diversifolia* presentó un promedio de crecimiento altura de 1,82 cm en comparación con el nacedero el cual presento un crecimiento en altura de 1,3 cm la toma de datos se realizó mensualmente (Figura 1).

Figura 1. Crecimiento para botón de oro *T. diversifolia* y nacedero *T. gigantea*



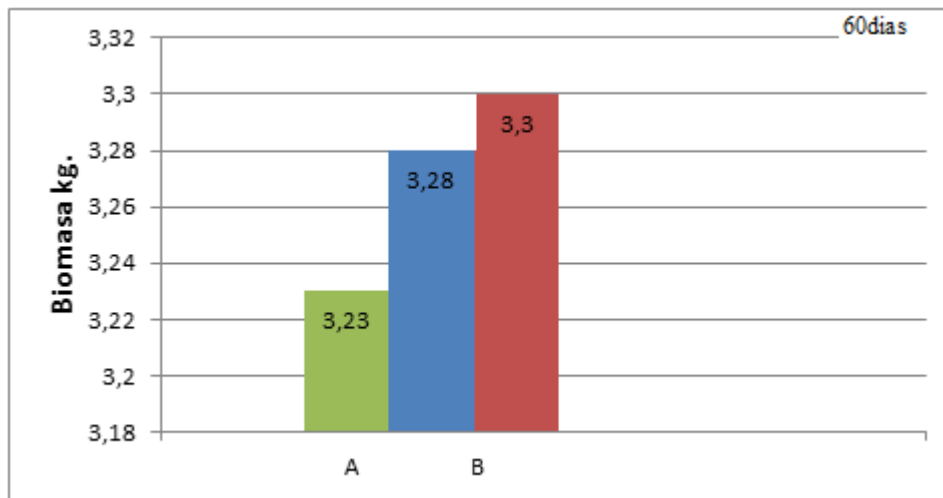
En las medias para el nacedero *T. gigantea* (figura 2) se encontró una producción de materia seca diferente en cada una de las épocas de corte que fueron cada dos meses, con una producción de biomasa de 2,02 kg para el primer muestreo 2,9 kg para el segundo y 3,23 kg para el último.

Figura 2. Producción de biomasa nacedero *Trichanthera gigantea*.



En el análisis de las medias para la producción de biomasa del botón de oro *T. diversifolia* (figura 3) fueron diferentes entre las épocas de producción, encontrando una similitud entre las épocas de corte dos y tres con una producción de 3,28 y 3,3 kg de materia seca, en contraste con el primer muestreo con una producción de 3,23 kg de materia seca.

Figura 3. Producción de biomasa botón de oro *Tithonia diversifolia*



Con respecto a los resultados anteriores, Murgueitio (1991), estudio que se hizo en la Habana Cuba reporta una producción de biomasa de *T. gigantea* que fluctúa entre 8 y 16 toneladas/ha con cortes cada 90 días, equivalente a una producción anual del orden de 50 toneladas/ha; sin embargo teniendo en cuenta las medias de producción obtenidas en este estudio se puede hablar de rendimientos de 26,9 t ha⁻¹/año, 38,6 t ha⁻¹/año y 43 t ha⁻¹/año, manteniéndose estos resultados en el rango se puede decir que la diferencia de producción de biomasa es por el periodo de cortes en el estudio se realizó cada 60 días .

Por su parte Mahecha (2007), afirma que la calidad del forraje de botón de oro varía con el estado fenológico de la planta. Los valores máximos de proteína se han registrado en las etapas de crecimiento avanzado (30 días después del corte) y prefoliación (50 días). Así mismo sostiene que es factible obtener una producción de biomasa verde de 31,5 t ha⁻¹ en cortes cada 50 días.

CONCLUSIONES

Tanto las especie de *T. diversifolia* y *T. gigantea* mostraron buen resultado de prendimiento con el 92% y 90 %

El tratamiento 1 con la especie *T. diversifolia* sembrada en monocultivo presentó unas mejores características en cuanto a crecimiento en altura, diámetro y producción de biomasa, comparadas con los tratamientos T2 a T3.

Se recomienda la especie *T. diversifolia* para el establecimiento de sistemas si lvopastoriles sembrada una distancia de 3 m entre surco y 1.5 entre planta, debido a su buen comportamiento en campo.

BIBLIOGRAFÍA

BALDIZÁN, A. 2003. Producción de biomasa y nutrimentos de la vegetación del bosque seco tropical y su utilización por rumiantes a pastoreo en los Llanos Centrales de Venezuela. Universidad Central de Venezuela. Tesis de Doctorado. Caracas, Venezuela. 288 pp.

BALZARINI, G.; GONZÁLEZ, A.; TABLADA, M.; CASANOVES, F.; DI RIENZO, A.; ROBLEDO, W. 2008. InfoStat, versión 2008. Manual del Usuario. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba. Primera Edición, Editorial Brujas Argentina.

DE GARCÍA, M.; CAMARGO, B.; MARTÍNEZ, R.; ALFARO, G.; LARA, M.; SARMIENTO, E. 2009. Nacedero *Trichanthera gigantea* forrajera con alto valor proteico. Folleto técnico. Panamá.

GRIJPMAN, P. 1997. Producción forestal. Trillas. México. 69p

HARTMANN, H.; KESTER, D. 2000. Propagación de Plantas. Principios Prácticos. 8va ed. Editorial Continental. Ciudad de México, México.

HOLGUIN, V. 2005. Bancos forrajeros de especies leñosas. Proyecto enfoques silvopastoriles integrados para el manejo de ecosistemas. Editorial PASCAL.

JARAMILLO Y RIVERA 1991. Efecto del tipo de estaca y la densidad de siembra sobre el establecimiento sobre el establecimiento y producción inicial del nacedero *trichanthera gigantea* Humboldt & Bonpland. Tesis de zootecnia Universidad nacional de Colombia Palmira.

LONDOÑO G. 1999. El proyecto La Gloria. En: Sistemas Silvopastoriles: alternativa para una ganadería moderna y competitiva. Memorias II Seminario Internacional. Ministerio de Agricultura - CONIF. Santafé de Bogotá, Colombia. pág. 93-96.

MAHECHA, L. 2007. Botón de oro como suplemento forrajero para vacas lecheras (Holsteing), vol 19. Artículo 6.

MAHECHA, E. Y ROSALES, M. 2005. Valor nutricional del follaje de botón de oro *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray, en la producción animal en el trópico. Livest. Res. Rural Dev. 17, [http:// www.lrrd.org/lrrd17/9/mahe17100.htm](http://www.lrrd.org/lrrd17/9/mahe17100.htm). Consulta: abril de 20011.

MEDINA, G.; GARCÍA, E.; GONZÁLES, E.; COVA, J.; MORATINOS, P. 2009. Variables morfo-estructurales y de calidad de la biomasa de *Tithonia diversifolia* en la etapa inicial de crecimiento. Revista Zootecnia Trop. v.27 n.2. Maracay, Venezuela.

MURGUEITIO, E. 1991. Los árboles forrajeros como fuente de proteína. Serie de Trabajos y Conferencias No. 2, CIPAV; Cali, Colombia.pp1-8.

PARENT, G. 1987. Guía de reforestación. edit sena Bucaramanga Colombia 80 p

PLAN DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL DEL MUNICIPIO DE CALIMA DARIÉN. Periodo: 2008 - 2011. Documento técnico. Gobernación del Valle del Cauca. Cali, Valle. Colombia.

RIOS, C. 1993. Efecto de la densidad de siembra y altura de corte sobre la producción de biomasa del botón de oro *Tithonia diversifolia* (Hemsl) Gray, evaluada en cortes sucesivos. Investigación, validación y capacitación en Sistemas Agropecuarios Sostenibles. Convenio CETEC - IMCA - CIPAV. Informe de avance. Cali-Colombia. pág. 81 -83.

RUIZ, T.; FEBLES, G.; DÍAZ, H.; ACHANG, G. 2009. Efecto de la sección y el método de plantación del tallo en el establecimiento de *Tithonia diversifolia*. Revista Cubana de Ciencia Agrícola, vol. 43, núm. 1, 2009, pp. 91-93. Instituto de Ciencia Animal La Habana, Cuba.

SALAZAR, A. 1992. Evaluación agronómica del botón de oro *Tithonia diversifolia*-familia compuesta y el pinocho *Malvaviscus penduliflorus*-familia Malvaceae. Informe de becarios de la fundación Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria. Cali, Colombia.

RIOS, C. 1997. Botón de oro *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray en árboles y arbustos forrajeros utilizados en alimentación animal como fuente proteica. Segunda edición. Colciencias - CIPAV. Cali, Colombia. pág. 115-126.