

## EVALUACION DE LA PRODUCCION DE BIOMASA DEL *Thitonia diversifolia* CON ALISO BAJO UN ARREGLO SILVOPASTORIL EN EL TROPICO DE ALTURA

Jorge Fernando Navia-E<sup>1</sup>  
Yali Carli Criollo-C<sup>2</sup>  
Javier García-A<sup>3</sup>

### RESUMEN

La presente investigación se realizó en el Centro de Investigaciones Agropecuarias y Biológicas (CIAB) ubicada en la granja Botana, localizada en el municipio de Pasto. Se evaluó la producción de biomasa de la *Thitonia diversifolia* (Hemsl) Gray a diferentes densidades de siembra en monocultivo y como componente de un sistema agroforestal con *Alnus jorullensis* H.B.K. El análisis de resultados se hizo mediante un diseño de bloques completos al azar, con seis tratamientos y tres repeticiones. En los resultados, el botón de oro presentó diferencias estadísticas altamente significativas en la cantidad de biomasa y el mejor comportamiento lo presentó T4 (botón de oro: 0,50 x 1,0 m + aliso: 1,0 x 1,0 m) entre 68,4 y 112,1 g/planta.

**Palabras claves:** Biomasa, Producción, Agroforestería.

### ABSTRACT

The present study was carried out at the Research Center (CIAB) located on the Farm of Botana, in the municipality of Pasto. The production of biomass of *Thitonia diversifolia* (Hemsl) Gray was evaluated at different planting densities in one-culture and as a component of a agroforestry system with *Alnus jorullensis* H.B.K. The analysis of results was made at random by means of a design of complete blocks, with six treatments and three repetitions. The "botón de oro" presented highly significant statistical differences in biomass and the best behavior was presented by T4 (botón de oro: 0,50 x 1,0 m + aliso: 1,0 x 1,0 m) between 68,4 y 112,1 g/plant.

**Key words:** Biomass, Production, Agroforestry.

<sup>1</sup> Profesor Asistente. Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad de Nariño, Pasto, Colombia. Email: jnavia@udenar.edu.co

<sup>2</sup> Ingeniero Agroforestal, Universidad de Nariño, Pasto, Colombia.

<sup>3</sup> Profesor Asistente. Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad de Nariño, Pasto, Colombia. Email: jgarcia@Udenar.edu.co

## INTRODUCCION

Actualmente en el departamento de Nariño la producción pecuaria está sujeta a la producción de pasturas que exigen labores culturales, aplicación de fertilizantes y uso de fungicidas e insecticidas para lograr la producción deseada, muchas veces con una técnica apropiada; con incrementos notorios en los costos de producción, baja rentabilidad y generación de procesos insostenibles para el productor. Además, la producción estacional de forrajes es muy notable en el trópico de altura, en donde la disponibilidad de pastos es abundante en épocas de invierno y con bajos rendimientos en periodos secos; esta situación obliga al productor pecuario a recurrir a una serie de estrategias alimenticias complementarias que resultan antieconómicas y afectan la rentabilidad de la explotación.

También, Murgueitio (1999), comenta que, los principales impactos ambientales de las actividades de producción pecuaria, no están estudiadas con profundidad además de la conexión directa e indirecta con la tala y quema de bosques, también genera otros impactos negativos, como la erosión y compactación del suelo; uniformidad genética del territorio al privilegiarse el monocultivo de forrajes, especialmente gramíneas.

Por lo anteriormente expuesto, se hace necesario investigar nuevas alternativas sostenibles de producción de forrajes, mediante la incorporación de especies adaptadas al ecosistema tropical que requieran mínimas labores culturales, con características perennes, buena palatabilidad, que no ocasionen trastornos digestivos en los animales, alta producción por planta o unidad de superficie, excelente valor nutricional y que puedan asociarse a sistemas de producción con especies que aporten materia orgánica, condiciones medio ambientales favorables a la planta forrajera, estén involucradas en los procesos de fijación del nitrógeno atmosférico y sean útiles para otros fines productivos.

Existe un amplio rango de especies arbóreas y arbustivas útiles para la alimentación animal, tanto de rumiantes como de monogástricos para diferentes propósitos productivos. En este sentido, merece especial atención *Thitonia diversifolia*, (Hemsl) Gray, una especie forrajera de amplia distribución en la zona tropical, cuyo valor nutricional, buena adaptabilidad desde climas cálidos a climas fríos, desarrollo nor-

mal en suelos pobres en nutrientes y resistencia a la sequía, la convierte en una alternativa de alimentación para las especies pecuarias domésticas existentes en zonas altas. Parent (1989), afirma que la biomasa arbórea puede tener una función como fuente de proteínas para el ganado (hojas y/o frutos consumibles) dependiendo de su contenido en proteína cruda, digestibilidad y de la aceptación por parte del animal.

Estudios realizados por Gálvez (1998) a través de la Fundación Social en Matituy, municipio de la Florida (Nariño), demostraron las bondades de utilizar el follaje del botón de oro en la alimentación de especies menores, principalmente cuyes, obteniendo excelentes resultados debido a los contenidos de proteína (26,92%), alta aceptabilidad del forraje por parte de los animales (53,25% g/kg P.V), alta digestibilidad de la materia seca (86,89%), buena digestibilidad de la proteína (94,25%), alta razón nutritiva o relación de la proteína digestible con el resto de nutrientes digestibles del alimento (1,81), un incremento de peso promedio de 7,04 g/an/día y una conversión alimenticia de 4,95 en cuyes. También, los campesinos han sembrado botón de oro junto a caña, plátano, guineo, café, pasto imperial y chachafruto.

También, la *Tithonia diversifolia* tiene mucho potencial como abono verde debido a su rápido crecimiento y descomposición, es la especie más utilizada en Asia y Africa como barbecho mejorado. Su rápida velocidad de descomposición le permite abastecer en forma oportuna y suficiente a los cultivos asociados de los nutrientes necesarios para producir adecuadamente (Kass, 1999). En la alimentación animal, se ha utilizado el follaje del botón de oro en la alimentación de ganado, cabras, ovejas, cerdos, conejos y cuyes, quienes consumen bien este forraje sin necesidad de ser trozado hasta un diámetro de tallo de 1,0 a 1,5 cm, especialmente cuando se suministra tierno (50 días de edad), época en la que presenta un buen valor nutricional (Ríos, 1995).

El productor de clima frío, especialmente el que se ubica en el bosque húmedo montano bajo y montano desconoce el manejo de este cultivo y sus potencialidades para formar sistemas silvopastoriles con especies fijadoras de nitrógeno como el aliso (*Alnus jorullensis* H.B.K) y a la vez, mejore la producción conservando sus propiedades como alimento de altas cualidades nutricionales para las especies pecuarias.

Las especies arbóreas han sido ligadas tradicionalmente a los sistemas de producción de pequeñas fincas, porque proveen diferentes bienes y servicios. Existen varias posibilidades de incorporar árboles de uso múltiple a los sistemas de producción de la finca, en combinación con cultivos y/o ganadería en asociación espacial y temporal o ambas, lo cual se llama **sistemas silvopastoriles** (CONIF, 1998, CORPOICA, 1994). Además, es un manejo integral cuyo objetivo principal es incrementar el beneficio neto por hectárea a largo plazo, respondiendo en parte a los problemas de deforestación y degradación de los ecosistemas (CORPOICA, 1996).

El objetivo del presente trabajo fue medir la producción de biomasa del botón oro en tres distancias de siembra, en monocultivo y asociado con aliso en la modalidad de callejón.

## METODOLOGIA

El área experimental del lote fue de 13 m x 77 m (1001 m<sup>2</sup>), se trazaron parcelas de 3 m x 12 m (36 m<sup>2</sup>), distribuidas en tres bloques, cada uno con seis parcelas. La distancia entre bloques y entre parcelas fue de 2 m y 1 m, para un total de 18 unidades experimentales y se evaluaron los siguientes tratamientos:

- T<sub>1</sub> Monocultivo de botón de oro: 0,50 mx 1,0 m, entre planta y surco
- T<sub>2</sub> Monocultivo de botón de oro: 0,75 mx 1,0 m, entre planta y surco
- T<sub>3</sub> Monocultivo de botón de oro: 1,0 mx 1,0 m, entre planta y surco
- T<sub>4</sub> Cultivo asociado de botón de oro con aliso y botón de oro: 0,50 mx 1,0 m, entre planta y surco aliso: 3,0 mx 3,0 m, entre planta y callejón.
- T<sub>5</sub> Cultivo asociado de botón de oro con aliso y botón de oro: 0,75 m x 1,0 m, entre planta y surco aliso: 3,0 mx 3,0 m, entre planta y callejón
- T<sub>6</sub> Cultivo asociado de botón de oro con aliso y botón de oro: 1,0 m x 1,0 m, entre planta y surco aliso: 3,0 mx 3,0 m, entre planta y callejón.

Para medir la producción de biomasa verde se realizó una primera poda a los cinco meses de sembrado el cultivo, en época de prefloración, se pesó todo el material verde, excluyendo la parte más lignificada de los brotes de tal forma que el tronco de la planta quedó limpio y listo para el nuevo rebrote; nueve y doce meses después, se hizo una segunda y tercera evaluación en igual forma, seleccionando 20 plantas tomadas de los dos surcos centrales de cada parcela y se peso cada planta por separado. Los datos obtenidos para las variables evaluadas en cada componente del sistema silvopastoril, se sometieron estadísticamente a un Análisis de Varianza. La comparación de tratamientos se realizó mediante la prueba de rangos múltiples de Duncan.

## RESULTADOS Y DISCUSION

En la Figura 1 se observa los promedios de biomasa foliar (g/planta) del botón de oro en la primera, segunda y tercera evaluación, correspondientes a los meses de mayo, septiembre y diciembre del año 2000 la producción de los tres cortes oscilan entre 68,4 y 112,1 respectivamente para  $T_6$  y  $T_1$ .

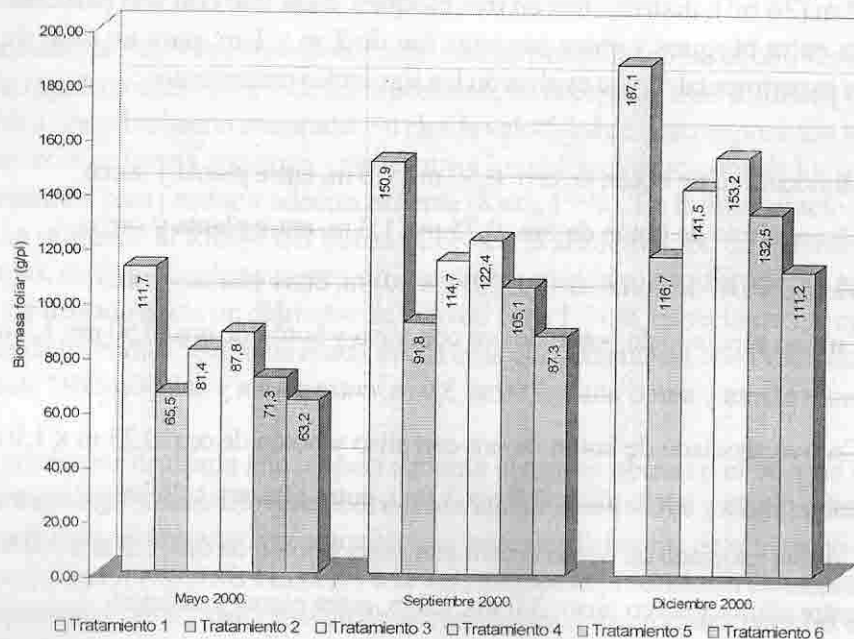


Figura 1. Producción de biomasa del botón de oro durante doce meses de evaluación (g/pl).

**Primer corte:** En la Tabla 1, correspondiente al Análisis de Varianza realizado en la primera evaluación a los cinco meses de plantadas las estacas, se observa que no hay diferencias estadísticas significativas en cuanto a la producción de biomasa foliar del botón de oro con relación a las distancias de siembra en monocultivos y asociado con aliso. Posiblemente, la producción de biomasa de la planta en el primer corte estuvo representada en mayor número por tallos, lo cual puede interpretarse como una respuesta adaptativa de la planta frente a las condiciones de clima y suelo presentes en la zona, para favorecer su sistema estructural y mantener la supervivencia de la especie.

Al respecto Gómez (1995), manifiesta que la proporción de biomasa obtenida durante el primer corte en los árboles y arbustos forrajeros está representada en forma de leña, debido a la lignificación de la planta en el tiempo transcurrido desde la siembra hasta la realización del primer corte. Además existe un proceso de adaptación del árbol a su nicho ecológico.

Tabla 1. Análisis de varianza para la producción de biomasa foliar por planta del botón de oro (*Tithonia diversifolia* (Heml.) Gray).

Fuente de variación	G.L	Cuadrados Medios			
		Mayo 2000	Septiembre 2000	Diciembre 2000	Producción anual
Bloques	2				
Tratamientos	5	65,96 NS	92,3 NS	467,65 NS	1495,78 NS
Error	10	982,45 NS	1613,4 *	2273,65 *	11541,33 NS
Total	17	421,67	477,23	655,15	4594,55
CV%		25,6	19,5	18,2	20,38
R <sup>2</sup>		54,5	63,4	65,3	56,92

NS No significativo

\* Significativo

**Segundo corte.** En la Tabla 1, se consigna el análisis de varianza correspondiente a la segunda evaluación realizada en septiembre del 2000, se observaron diferencias estadísticas significativas en cuanto a la producción de biomasa foliar del botón de oro a diferentes distancias de siembra en monocultivo y en asocio con aliso.

La prueba de comparación de Duncan, establece que T<sub>1</sub> (150,85), T<sub>4</sub> (122,41) y T<sub>3</sub> (114,74) presentaron los mayores promedios de biomasa foliar (g/pl) con relación a los tratamientos T<sub>5</sub>, T<sub>2</sub> y T<sub>6</sub> con 105,1; 91,82 y 87,34 que corresponde a los menores valores de producción obtenidos.

La densidad de 0,5 m x 1,0 m en monocultivo y asociado con aliso (T<sub>1</sub> y T<sub>4</sub>) presenta mayor tendencia en producción de biomasa foliar, que pudo estar relacionada con los mayores promedios de crecimiento en altura y diámetro de copa del botón de oro. El tratamiento T<sub>3</sub> (1,0 m x 1,0 m) a pesar de no presentar buenos promedios de crecimiento en altura y diámetro de copa, obtuvo un buen rendimiento en producción de biomasa, debido posiblemente al menor número de plantas por unidad de área y a una menor competencia que se reflejan en el aspecto externo del follaje (hojas de mayor tamaño, coloraciones intensas).

**Tercer corte:** En la Tabla 1, se observa la producción de biomasa foliar del botón de oro, en respuesta a los diferentes tratamientos. El mayor promedio en producción corresponde al tratamiento T<sub>1</sub> con 186,4 y el menor valor promedio al tratamiento T<sub>6</sub> con 110,9 g/pl.

El Análisis de Varianza para la biomasa por planta determinada en la última evaluación en diciembre del 2000 (Tabla 1), indica que existen diferencias estadísticas significativas entre tratamientos.

La prueba de comparación de Duncan, indica que los tratamientos T<sub>1</sub> (187,14), T<sub>4</sub> (153,17) y T<sub>3</sub> (141,52) presentaron un comportamiento similar a la evaluación anterior en septiembre del 2000, conservando los mayores promedios en producción respecto al T<sub>5</sub>, T<sub>2</sub> y T<sub>6</sub> que corresponden a los menores promedios con 132,52, 116,73 y 111,79 g/pl, respectivamente.

La producción de biomasa foliar por planta presentó menores promedios en los tratamientos T<sub>5</sub> (botón de oro: 0,75 m x 1,0 m + aliso: 3,0 m x 3,0 m), T<sub>2</sub> (botón de oro: 0,75 m x 1,0 m) y T<sub>6</sub> (botón de oro: 1,0 m x 1,0 m + aliso: 3,0 m x 3,0 m), probablemente las plantas sembradas a mayores distanciamientos produjeron menor cantidad de follaje y presentaron una lenta recuperación del área foliar, afectando la actividad fotosintética e inhibiendo el crecimiento de nuevos brotes, lo que en última instancia se traduce en una menor producción de biomasa foliar por planta.

**Producción anual.** Para determinar la producción de forraje verde, a partir de los datos obtenidos del peso fresco en las tres evaluaciones realizadas durante la investigación, se calculó el acumulado promedio anual de producción por planta y se llevó a Kg y t/ha (Tabla 2). De lo anterior, se realizó el Análisis de Varianza, indicando que no existen diferencias estadísticas significativas entre tratamientos bajo las densidades de siembra del botón de oro en monocultivo y asociado con aliso (Tabla 1).

**Tabla 2.** Efecto de la densidad de siembra del botón de oro en monocultivo y asociado con aliso sobre la producción de biomasa foliar.

Tratamientos	Biomasa foliar (g/pl)	Producción
		Potencial Forraje verde t/ha/año
T <sub>1</sub>	431,88	8,6
T <sub>2</sub>	274,01	3,7
T <sub>3</sub>	337,60	3,4
T <sub>4</sub>	363,38	6,9
T <sub>5</sub>	326,72	4,0
T <sub>6</sub>	262,32	2,3

Posiblemente, la producción anual de biomasa foliar por planta se ve afectada por la baja producción obtenida durante el primer corte, en la que los valores promedios de los tratamientos presentaron igualdad estadística como respuesta a las condiciones desfavorables del sitio y al proceso de adaptación de la especie forrajera.

La producción obtenida en el trópico de altura es muy baja comparada con los reportes hechos por Murgueitio (1999), sobre el rendimiento del botón de oro en el trópico medio y bajo, donde se alcanzan producciones entre 70 a 80 t/ha/año de forraje verde bajo una densidad de siembra de 10000 a 20000 plantas/ha realizando seis cortes anuales. Hasta el momento la producción de biomasa del botón de oro en el sistema silvopastoril, no es afectada por la presencia de los árboles, debido a su estado de crecimiento inicial; por lo tanto, no se evidencia un efecto marcado de la asociación ni de la densidad de siembra sobre el rendimiento del arbusto. Además, las condiciones de estrés en campo en que crecieron las especies no permitieron desarrollar el potencial genético, especialmente del botón de oro.

Lo anterior concuerda con Devlin (1980), quien manifiesta que el potencial productivo de las plantas forrajeras depende de su constitución genética, regulada por factores condicionantes externos; de esta forma el distanciamiento de siembra influye sobre el rendimiento al crear competencia por factores productivos. Así mismo sugiere un distanciamiento de siembra ideal con una relación estrecha con los parámetros de calidad y cantidad de producción de forraje por área de producción.

### CONCLUSIONES

La producción de biomasa foliar del botón de oro para los dos últimos periodos evaluados presentó diferencias estadísticas significativas,  $T_1$ ,  $T_4$  y  $T_3$  alcanzaron los mayores promedios con 150,85, 122,41 y 114,74 g/planta respectivamente, en el segundo corte y con 187,14, 153,17 y 141,52 g/planta para la evaluación final. La mayor producción de biomasa foliar está relacionada con los promedios de crecimiento en altura y área de copa del botón de oro bajo la densidad 0,50 m x 1,0 m en monocultivo y asociación.

La *Tithonia diversifolia* (Hemsl) Gray, no presentó diferencias estadísticas significativas en cuanto a la producción anual de biomasa foliar (g/pl), mostrando de esta manera que todos los tratamientos tienen producciones similares tanto en monocultivo como en asociación, empleando distancias constantes entre surcos de 1,0 m y distancias de 0,5; 0,75 y 1,0 m entre plantas. Se determinó para estas condiciones climáticas que desde el momento de la siembra del botón de oro hasta el primer corte deben transcurrir como mínimo cinco meses, para los siguientes cortes la periodicidad indicada es de dos a tres meses, de tal manera que se pueden realizar cuatro cortes durante el año.

### BIBLIOGRAFIA

- CORPORACION COLOMBIANA DE INVESTIGACION AGROPECUARIA. Sistemas de producción usando alternativas agroforestales, Putumayo, CORPOICA, 1994.
- CORPORACION COLOMBIANA DE INVESTIGACION AGROPECUARIO. Principales Avances en Investigación y Desarrollo Tecnológico por Sistemas de Producción Pecuaria. Bogotá, CORPOICA, 1996. 184 p.
- CORPOICA NACIONAL DE INVESTIGACION Y FOMENTO FORESTAL. Guías técnicas sobre sistemas forestales y agroforestales. Bogotá, CONIF, 1998. pp. 73-129.
- DEVLIN, R. Fisiología vegetal. Barcelona, España: OMEGA, 1980. 517 p.
- GALVEZ, A. El cuy (*Cavia porcellus*) y el bosque de las proteínas. Tesis M.Sc. Desarrollo Sostenible de Sistemas Agrarios. Cali, Colombia, CIPAV, 1998. 171 p.
- GOMEZ, M., et al. Árboles y arbustos forrajeros utilizados en alimentación animal como fuente proteica. Cali - Colombia: CIPAV, 1995. 129 p.
- KASS, D. Proyecto *Tithonia diversifolia*. En: Agroforestería en las Américas. San José, Costa Rica. Vol. 6, No. 23; (1999); p. 78
- MURGUEITIO, E. Agroforestería para la producción animal. Cali, CIPAV, 1999. 67 p.
- PARENT, G. Guía de reforestación. Bucaramanga, Colombia, CDMB, 1989, 214 p.
- RIOS, C. Botón de oro (*Tithonia diversifolia* (Hemsl) Gray). Cali, Colombia, CIPAV, 1995. 125 p.