

**EFFECTO DE LA ACACIA (*Acacia decurrens*) EN EL DESARROLLO Y PRODUCCIÓN DEL PASTO AUBADE (*Lolium multiflorum*, Lam), BOTANA, DEPARTAMENTO DE NARIÑO, COLOMBIA<sup>1</sup>**

**EFFECT OF ACACIA (*Acacia decurrens*) IN THE DEVELOPMENT AND PRODUCTION OF GRASS AUBADE (*Lolium multiflorum*, Lam), BOTANA, DEPARTMENT OF NARIÑO, COLOMBIA**

Leidy Lorena Torres C.<sup>2</sup>, Livia Aragón <sup>2</sup>, Amanda Silva P <sup>3</sup>

**RESUMEN**

La presente investigación permitirá mejorar las condiciones de manejo de este sistema silvopastoril en zonas de altura, se realizó en el Centro Experimental de Botana, Universidad de Nariño, ubicado a 1°09'28.3"N, 77°16'29.5"O. El objetivo consistió en medir la influencia de la *Acacia decurrens* sobre algunos componentes del pasto Aubade *Lolium multiflorum* Lam en altura de plantas, forraje verde, relación hoja:tallo y porcentaje de materia seca. Se encontraron diferencias estadísticas significativas ( $p < 0.01$ ) para todas las variables analizadas. El pasto *Lolium multiflorum* Lam (aubade) sembrado a distancias de 0 a 0.5 m y 0.5 a 1 m con respecto a la *Acacia decurrens* ofrecieron mayores valores de altura de plantas (AP) y de forraje verde (FV) con valores de 58.7 y 50.7 cm y de 60.8 y 53.5 ton/ha, el porcentaje de materia seca (%MS) del pasto oscilo entre 9.06 y 4.97 cuando éste se encontraba a 1.5 a 2 y 0.5 a 1 m, y se presentó una mayor relación hoja:tallo (RH:T) en el pasto que se encontraba de 0 a 0.5 m bajo influencia de la copa del árbol con un valor de 4.20. Se observó una tendencia positiva entre el % de MS y la R H:T y negativa con la producción de FV y AP.

**Palabras claves:** Pradera, árbol, forraje verde, materia seca, relación hoja:tallo.

---

(1) Artículo científico presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Agroforestal, 2009.

(2) Estudiantes de Ingeniería Agroforestal, Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas. Pasto, Colombia. E-mail: livia.aragon@gmail.com, leidylorenato@gmail.com

(3) Ingeniero Agrónomo, M.Sc., Profesor catedrático. Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas. Pasto, Colombia. E.mail: amanda.silvaparra@gmail.com

**ABSTRACT**

The research aimed at improving the management of this system silvopastoril in high altitude areas, was conducted in the Central Experimental Botany, University of Nariño, located at 1 ° 09'28 .3"N, 77°16'29.5"O. The objective was to measure the efect of *Acacia decurrens* on some of the grass Aubade *Lolium multiflorum* Lam height of plants, green fodder, leaf: stem and percentage of dry matter. Differences were statistically significant ( $p < 0.01$ ) for all variables analyzed. Grass Aubade *Lolium multiflorum* Lam planted at distances of 0 at 0.5 and at 0.5 to 1 m above the highest values offered *Acacia decurrens* plant height (AP) and green fodder (FV) with values of 58.7 and 50.7 cm and 60.8 and 53.5 ton/ha, percentage of dry grass (%MS) ranged between 9.06 and 4.97 when it was planted of 1.5 at 2 and 0.5 at 1 m, was greater leaf: stem (RH:T) grass planted at 0 m under the

influence of the tree with a value of 4.20. There was a positive trend between % MS and the RH: T and the negative % MS to the production of FV and AP.

**Keywords:** grass, tree, green fodder, dry matter, leaf: stem

## INTRODUCCIÓN

La actividad pecuaria principal en zonas de clima frío de Colombia, es la producción de leche, basada en razas especializadas cuya alimentación básica es el forraje del pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) y raygrases (*Lolium sp.*) (Convenio Servicio Nacional de Aprendizaje-SENA, Sociedad de Agricultores de Colombia-SAC y la Asociación Nacional de Productores de Leche-ANALAC, 2002).

Estas explotaciones en Nariño y específicamente en la zona de estudio han surgido como rotación de los sistemas papa-pastos-bovino y/o pastos-bovino-papa. La producción de ganado lechero en forma tradicional, implica un alto consumo de fertilizantes y agroquímicos, los cuales ocasionan grandes problemas ambientales, además de incrementar los costos de producción (Guerrero, 1998).

En la búsqueda de sistemas de producción más sostenibles tanto biológica como económicamente, los sistemas silvopastoriles parece ser una alternativa a corto y largo plazo (Ibrahim y Mora, 2006). La *Acacia decurrens* es una especie que se viene implementando en las pasturas con *Aubade Lolium multiflorum, Lam.*, en las zonas frías de Nariño, constituyéndose en un sistema Silvopastoril de importancia, por ser una leguminosa que puede ser utilizada como barreras rompevientos, cercas vivas, árboles dispersos en potreros, ayuda a controlar la erosión y mejorar la fertilidad de los suelos. Ofrece otros productos como leña, madera, frutos, proporcionándole otros ingresos al productor, dándole mayor estabilidad económica (Navia, 1998).

La producción de forraje de las pasturas, algunas veces puede verse reducida por la sombra de los árboles debido a la competencia por agua, luz y nutrientes con las especies herbácea; diferentes estudios han mostrado que la remoción de los árboles permite el incremento de la producción de forraje verde, por tanto, y como una consecuencia los árboles son eliminados de los terrenos (Sun et al, 1997).

La Asociación Colombiana de Médicos Veterinarios y Zootecnistas-ACOVEZ (2008), afirma que las principales interacciones negativas que se pueden presentar entre las leñosas y las pasturas son competencia por luz solar, nutrientes y agua, determinando la producción de biomasa de la pastura. La competencia por luz se puede reducir ampliando la distancia de siembra entre los árboles, especies arbóreas que tengan copa poco densa o mediante podas formativas. En arreglos de árboles en línea, se debe tener presente la dirección del sol para realizar la siembra, que el sol caiga sobre la línea de árboles y, de esta manera, se reduzca el efecto de la sombra sobre las pasturas.

El sombreado tiene un efecto más marcado sobre la tasa de crecimiento de las plantas forrajeras del tipo C4 (gramíneas tropicales) que el tipo C3 (gramíneas clima templado y leguminosas) (Clavijo, 1984) y esto se puede traducir en mayor porcentaje de materia seca.

Belsky (1992), efectuó una investigación en la que comparó el efecto de 2 especies de árboles sobre la calidad nutricional de gramíneas forrajeras en sotobosque. Ambas especies no afectaron la producción de forraje verde pero sí la calidad del forraje, los contenidos de N, P, K, Ca, B y Cu en el forraje, que se incrementaron de la pradera abierta a la zona bajo la sombra de los árboles.

Otras investigaciones han indicado que en áreas de baja densidad de árboles, con suelos de moderada a alta fertilidad y baja precipitación, los árboles pueden incrementar la producción de forraje verde y seco (Amundson y Belsky, 1992). Según Pezo e Ibrahim (1999), el establecimiento de estos sistemas se enfrenta a la renuencia de los productores a la presencia de árboles en la pradera, ya que consideran que el exceso de sombra deprime el crecimiento del pasto, si bien se reconoce la importancia de ésta para los animales.

Según Córdoba y Hernández (2006) la interceptación de la radiación solar por la copa de los árboles causa en forma directa la alteración simultánea de dos importantes recursos para el pasto, la iluminación y el calor. En forma indirecta produce la alteración de la humedad en la capa superior del suelo, valiosa para el cultivo y para la descomposición de las partes muertas de las plantas y la absorción de nutrientes. La cobertura moderada puede favorecer el crecimiento de la pastura mediante el mejoramiento de la temperatura y la humedad.

Cada especie responde diferente a la sombra dependiendo del clima. *Brachiaria brizantha* (pasto insurgente) y *B. decumbens* son de mejor calidad que *Paspalum conjugatum* (grama) cuando crecen solos; durante la época de lluvias prácticamente las tres especies de pastos presentaron valores similares de MS y proteína, la grama *Paspalum conjugatum* mostró valores de 4.8 y 7.6% cultivada sola y bajo una plantación de *Citrus sinensis* (naranja) respectivamente. *B. brizantha* disminuyó de 9.7 a 5.7% bajo las mismas condiciones y *B. decumbens* también sufrió una disminución del contenido de proteína, aunque menos acentuada que *B. brizantha*. Una situación similar, aunque más moderada, se dio durante la época seca.

Giraldo y Bolívar (1993), plantearon tres tratamientos: kikuyo asociado con *A. Decurrens* en alta densidad (1110 árboles/ha), en baja densidad (407 árboles/ha) y testigo (sin árboles).

No se encontró diferencia significativa para la producción de pasto, sin embargo tendió a ser inferior en alta densidad, 1.397 ton MS/Ha/ciclo comparada con 2.084 y 2.130 para baja densidad y testigo respectivamente. La composición botánica cambió, siendo menor la proporción de kikuyo (79.8%) en alta densidad, en cambio para la baja densidad y testigo se obtuvo un porcentaje de kikuyo de 93 y 88.9% respectivamente.

La producción y calidad de las pasturas también depende directamente de la calidad y la fertilidad del suelo. El uso de especies arbóreas mejora el ciclaje de nutrientes dentro de los potreros debido a la recuperación de los mismos a través de sus raíces, y que por lixiviación se encuentran a profundidades a las cuales no tienen acceso las raíces de las pasturas (Asociación Colombiana de Médicos Veterinarios y Zootecnistas-ACOVEZ, 2008).

Pasturas de *Cynodon nlenfluensis* en monocultivo, y asociadas con especies de árboles leguminosos (*Erithrina poeppigiana*) y no leguminosos (*Cordia alliodora*), mostraron que la producción de forraje verde del pasto que se presentaron en los sistemas asociados a árboles fueron 1,3 y 3,5 veces más con árboles no leguminosos y leguminosos, respectivamente versus los de pasturas en monocultivo, posiblemente porque en sistemas de pasturas en monocultivo no se presentó reciclaje de los nutrientes, mientras que en las pasturas asociadas con árboles hubo aportes de nitrógeno, fósforo y potasio al suelo mediante podas (Bronstein, 1984). Se han realizado trabajos con *Psidium guajava* en arreglos de cercas vivas y árboles dispersos a suelos de pasturas degradadas, los cuales presentaban baja fertilidad. Esta especie rústica, poco exigente e invasiva, se ha establecido y contribuido a la recuperación de la pastura (Somarriba, 1988).

En las fincas ganaderas, la reducción de la base forrajera durante los periodos de sequía con vientos fuertes que tienen un efecto desecante sobre la pastura, rebajando la cantidad y calidad de forraje disponible. Los árboles reducen significativamente este efecto (Somarriba, 1988). El diseño de los sistemas ganaderos con alternativas silvopastoriles para mejorar la disponibilidad y calidad de las dietas de los animales con especies arbóreas forrajeras que ofrezcan una menor alteración de la calidad a lo largo del tiempo con relación a las pasturas (Ibrahim y Mora, 2006).

Se requiere la necesidad de identificación de prácticas adecuadas de manejo para el sistema silvopastoril *Acacia decurrens-Lolium multiflorum* Lam que mejoren el desempeño de la pastura en cuanto a producción y calidad del forraje para efectos de alimentación animal en zonas de altura. El objetivo del trabajo de investigación fue evaluar la respuesta del pasto Aubade (*Lolium multiflorum*, Lam) a diferentes distancias con respecto a la *A. decurrens* sobre su desarrollo y producción, en la Granja Experimental de Botana de la Universidad de Nariño.

## METODOLOGIA

El presente estudio se realizó en la Granja de Botana de la Universidad de Nariño, Corregimiento de Catambuco, municipio de Pasto, departamento de Nariño, a una altura de 2820 msnm, 12.4°C y precipitación media anual de 694 mm, corresponde a una formación bosque seco montano bajo (bsMB), esta ubicada a 1°0.3'4.0"N y 77°44'57.5"O.

Se trabajaron 6 tratamientos que correspondieron a diferentes distancias del pasto Aubade *Lolium multiflorum* Lam con respecto a árboles de *Acacia decurrens* de 2 años de edad, evaluaciones a partir de la base del tallo incrementando su valor cada 0.5 m, de 0 a 0.5, 0.5

a 1, 1 a 1.5, 1.5 a 2, 2 a 2.5 y 2.5 a 3 m, sembrados en línea para evitar interferencia del surco siguiente. Se utilizó un diseño de bloques completo al azar (BCA), con 4 repeticiones, para un total de 24 unidades experimentales.

El área experimental fue de 143 m<sup>2</sup>. Para la siembra del pasto se utilizó semilla certificada en dosis de 30 kg/ha, sembrada al voleo, se realizó control de malezas con un herbicida pre-emergente, Roun doup en dosis de 1 L/ha y durante el ensayo se controló malezas en forma manual.

A los 90 días se realizaron evaluaciones de altura de plantas, producción de forraje verde cosechando la totalidad del pasto dentro de un marco de 0.25 x 0.25 m, tirado al azar en parcelas delimitadas de 1 m<sup>2</sup>, el cual se pesó en una balanza y los datos se extrapolaron a ton/ha (Cortes y Viveros, 1975).

Se determinó la relación hoja y tallo (R H:T), una vez cosechado el pasto en cada una de las parcelas, se fraccionaron hojas y tallos verdes y se secaron las muestras en un horno a 65 °C durante 48 horas y se pesaron posteriormente para cuantificar la relación Hoja: Tallo en base a materia seca (Estrada, 2002), en base a esta determinación se calculó la materia seca total, para determinar materia seca en ton/ha y calcular el porcentaje de materia seca.

Estas determinaciones se llevaron a cabo en los laboratorios especializados de la Federación colombiana de Productores de papa-FEDEPAPA (Cortes y Viveros, 1975). Cada una de las variables se evaluó mediante andevas y en el caso de diferencias estadísticas entre tratamientos se realizaron pruebas de comparación de medias con el test de Tukey. Se realizó análisis de regresión para la variable % de MS vs las demás variables.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se presentaron diferencias estadísticas altamente significativas ( $p < 0.01$ ) para las variables correspondientes a altura (AP) (cm), rendimiento de forraje verde (FV) (ton/ha), relación hoja tallo (RH:T) y porcentaje de materia seca (%MS) del pasto aubade *Lolium multiflorum* Lam obtenidos por el efecto de diferentes distancias con respecto a la *Acacia decurrens* (tabla 1).

**Tabla 1. Cuadrados medios para las variables altura (cm), producción de forraje verde (FV) y materia seca MS (%) del pasto aubade *Lolium multiflorum* Lam sembrado a diferentes distancias con respecto a la *Acacia decurrens*.**

FACTOR DE VARIACIÓN	CUADRADOS MEDIOS ALTURA (cm)	CUADRADOS MEDIOS FORRAJE VERDE (ton/ha)	CUADRADOS MEDIOS RELACIÓN HOJA:TALLO RH:T	CUADRADOS MEDIOS MATERIA SECA (%)
MODELO	436.18	787.5675	2.25095	7.345969
TRATAMIENTO	684.07**	1016.571**	3.2591**	10.4620**

BLOQUE	23.04	405.893	0.5706	2.15255
ERROR	28.94	62.941	0.4535	2.35184
R <sup>2</sup>	0.88	0.86	0.72	0.65
C.V-	13.66	19.95	23.56	22.10

\*\* Diferencias estadísticas altamente significativas (p<0.01)

ns No significativo

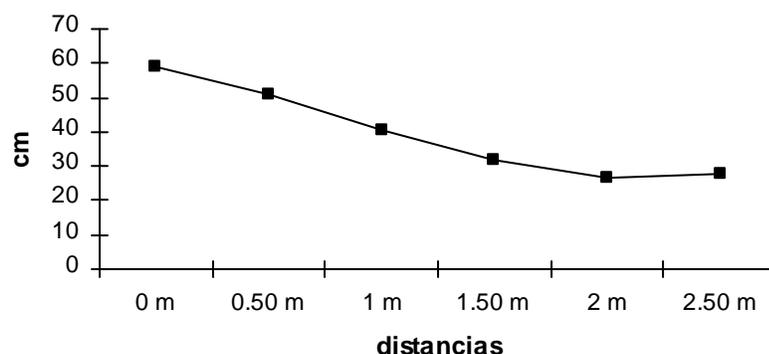
### Altura del pasto aubade *Lolium multiflorum* Lam (cm)

Se encontraron diferencias estadísticas altamente significativas (p<0.01) para la variable altura de plantas al momento del corte (Tabla 2), el pasto sembrado a una distancia de 0 a 0.5 y 0.5 a 1 m con respecto a la Acacia y debajo de la zona de influencia de la copa del árbol presentaron mayor altura de plantas con valores promedios de 58.75 y 50.75 cm, y difirieron estadísticamente de los demás tratamientos sembrados de 1 a 1.5, 1.5 a 2, 2.5 a 3 y 2 a 2.5 m con valores promedios de 40.25, 32, 28 y 26.5 respectivamente (Tabla 2 y figura 1).

**Tabla 2. Prueba de comparación de medias para las variables altura (AP) (cm), forraje verde (FV), relación hoja tallo (RH:T) y materia seca (%) del pasto aubade *Lolium multiflorum* Lam sembrado a diferentes distancias con respecto a la *Acacia decurrens*.**

ALTURA (cm)		FORRAJE VERDE (tn/ha)		RELACION HOJA:TALLO		% DE MATERIA SECA	
TRATAMIEN TO	GRUP O	TRATAMIEN TO	GRUP O	TRATAMIEN T	GRUPO	TRATAMIEN O	GRUP O
1 (0 a 0.5 m)	58.75a	1 (0 a 0.5 m)	60.02a	1 (0 a 0.5 m)	4.2025a	4 (1.5 a 2 m)	9.06a
2 (0.5 a 1 m)	50.75ab	2 (0.5 a 1 m)	59.65a	2 (0.5 a 1 m)	3.5200ab	3 (1 a 1.5 m)	8.56ab
3 (1 a 1.5 m)	40.25bc	3 (1 a 1.5 m)	33.6b	3 (1 a 1.5 m)	3.080abc	6 (2.5 a 3 m)	6.77abc
4 (1.5 a 2 m)	32.0cd	5 (2 a 2.5 m)	32.8b	4 (1.5 a 2 m)	2.355bc	5 (2 a 2.5 m)	6.72abc
6 (2.5 a 3 m)	28.0cd	6 (2.5 a 3 m)	28.8b	6 (2.5 a 3 m)	2.120bc	1 (0 a 0.5 m)	5.51bc
5 (2 a 2.5 m)	26.5d	4 (1.5 a 2 m)	23.7b	5 (2 a 2.5 m)	1.8675c	2 (0.5 a 1 m)	4.97c

Promedios dentro de una misma línea con letra similar, no difieren significativamente según la prueba de Tukey (p < 0.01).



**Figura 1. Altura total del pasto aubade *Lolium multiflorum* Lam (cm) sembrado a diferentes distancias con respecto a la *Acacia decurrens***

Según Pezo e Ibrahim (1999), la tasa de crecimiento de las pasturas es menor cuando crecen bajo la copa de los árboles que a pleno sol, no todas las forrajeras responden de igual manera a la disminución de la energía lumínica, es posible que la condición genética del pasto *Lolium multiflorum* Lam permita esta condición de resistencia al sombreado. En esta investigación se obtuvo mejor distribución del área foliar en altura cuando el pasto se sembró a distancias más cortas y con influencia de la copa de *Acacia decurrens*, Wong y Wilson (1980), mencionan que las plantas que crecen bajo condiciones de sombra sufren cambios morfológicos como mecanismo de adaptación a la baja intensidad de luz, producción de mayor índice de área foliar, mejor distribución del área foliar en altura, coeficientes de extinción de luz más bajos y una reducción en la tasa respiratoria. Cruz, 1977 afirma que bajo condiciones de sombreado se mejora la relación entre fotosíntesis y respiración (eficiencia en el uso de la luz). Murtagh *et al.* (1987) encontraron que la respiración de *Pennisetum clandestinum* (kikuyo) disminuyó a menos de una tercera parte al bajar de 30°C a 15°C la temperatura ambiente, aumentándose su crecimiento.

El resultado positivo en altura del pasto sembrado de 0 a 0.5 y 0.50 a 1 m también pudo deberse a que *Acacia decurrens* es una leguminosa que aporta nitrógeno al suelo, produce hojarasca, se aumenta el % de MO y nutrientes en la zona de plateo, Serrao (1991), afirma que un efecto importante de los árboles es el reciclaje de nutrientes por aporte de hojarasca, bombeo de nutrientes por las raíces y aumento de la disponibilidad de P, Ca, K y Mg ( Montagnini, 1992; Russo y Botero, 1996) que se traduce en rendimientos en los pastos asociados.

Las distancias más amplias de 1 a 1.5, 1.50 a 2, 2.50 a 3 y 2 a 2.5 m ocasionaron un menor efecto en altura del pasto, esto difiere de lo afirmado por algunos autores (Sun et al, 1997; Zelada, 1996) que mencionan mayor crecimiento de pasturas cuando se encuentran a plena exposición solar sin interferencia de árboles, en plantas tipo C<sub>4</sub> como las gramíneas.

## Producción de forraje verde (ton/ha)

Los valores de forraje verde oscilaron entre 60.02 y 23.7 ton/ha para los tratamientos pasto Aubade *Lolium multiflorum* Lam sembrado de 0 a 0.5 m y de 1.5 a 2 m con respecto a la *Acacia decurrens* (Tabla 1). Se encontraron diferencias estadísticas altamente significativas ( $p < 0.01$ ) para forraje verde (ton/ha) (Tabla 2), cuando el pasto se encontraba a una distancia de 0 a 0.5 y 0.5 a 1 m con respecto a árboles de *Acacia decurrens*, la producción de forraje verde de *Lolium multiflorum lam* (aubade) fue mucho más significativa (60.02 y 59.65 ton/ha) y difirió estadísticamente de los tratamientos 3, 5, 6 y 4 sembrados a 1 a 1.5, 2 a 2.5, 2.5 a 3 y 1.5 a 2 m con respecto a la *Acacia decurrens* con valores de 33.6, 32.8, 28.8 y 23.7 ton/ha (Tabla 3 y figura 2).

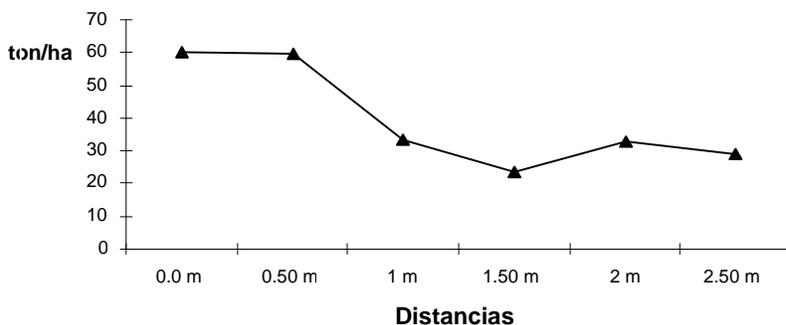


Figura 2. Producción de forraje verde (ton/ha) del pasto aubade *Lolium multiflorum* Lam sembrado a diferentes distancias con respecto a la *Acacia decurrens*, Botana, 2009

Según Córdoba y Hernández (2006), en cualquier sistema silvopastoril es importante la detección de las especies de gramíneas que ofrezcan la mayor eficiencia en el uso de la radiación solar para la producción de forraje, este resultado a incrementos positivos en la producción de forraje verde cuando el pasto se encontraba a distancias de 0 a 0.5 y 0.5 a 1 m, permiten concluir que el pasto *Lolium multiflorum* Lam (aubade) es un forraje que se adapta muy bien a zonas de altura y puede adaptarse a condiciones de luminosidad limitada convirtiéndose en una base para la diversificación e intensificación de los sistemas ganaderos en el trópico. Una pastura creciendo bajo 50% de cobertura de *Erythrina poeppigiana* (poró gigante), *Gliricidia sepium* (madero negro) y otros árboles, presentó notables incrementos en crecimiento, producción y calidad nutricional y mantuvo el mismo crecimiento que pasturas a cielo abierto (Daccarett y Blydenstein, 1968).

El resultado encontrado difiere de otros autores que no encontraron diferencias o la producción de biomasa disminuyó con el sombreado (Mesquita, *et al.*, 1994; Somarriba, 1988), la influencia de los árboles sobre la producción de las pasturas,

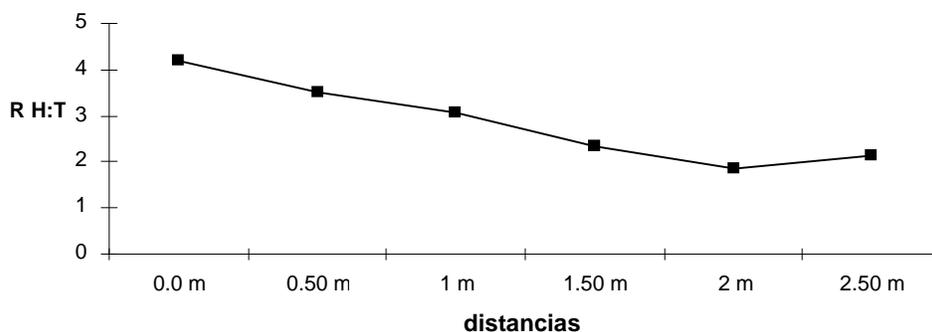
considerando solamente la intersección de la radiación solar, se espera resulte en una reducción de la misma, en comparación con potreros abiertos.

Sin embargo los árboles pueden ejercer otros efectos positivos, encontrándose resultados muy variables dependiendo de las especies de pastos y árboles que son utilizados ( Serrao, 1991; Asociación Colombiana de Médicos Veterinarios y Zootecnistas ACOVEZ, 2008). Algunos autores reportan aumentos en la producción del pasto, cuando estos son asociados con leguminosas (Bustamante, 1991; Libreros, *et al.*, 1993) , la *Acacia sp.*, tiene la capacidad de fijar altas cantidades de nitrógeno atmosférico, gracias a su simbiosis con microorganismos del suelo como especies de bacterias de género *Rhizobium* (Dart, 1994) situación que también puede explicar los incrementos de FV del pasto *Lolium multiflorum* (aubade) cuando se encontraban a distancias de 0 a 0.5 y 0.5 a 1 m con respecto al árbol.

Se encontró un efecto positivo del árbol en la pastura sembrada a menores distancias posiblemente porque la *Acacia decurrens* incorpora nutrientes a su biomasa en la producción de hojarasca, la cual se descompone liberando nuevamente los nutrientes y dejándolo a disposición de la pastura evaluada.

### Relación hoja tallo (r h:t) en base a materia seca

Se presentaron diferencias estadísticas significativas ( $p < 0.01$ ) para la relación hoja tallo (R H:T) en base a materia seca (Tabla 2). La prueba de comparación de medias muestra que el pasto sembrado de 0 a 0.5 m con respecto al árbol alcanzó valores de R H:T de 4.202 con respecto a la pastura que se encontraba de 2 a 2.5 m con respecto al árbol con un valor de 1.8675 (Tabla 3 y Figura 3).



**Figura 3. Relación hoja:tallo del pasto aubade *Lolium multiflorum* Lam sembrado a diferentes distancias con respecto a la *Acacia decurrens*, Botana, 2009.**

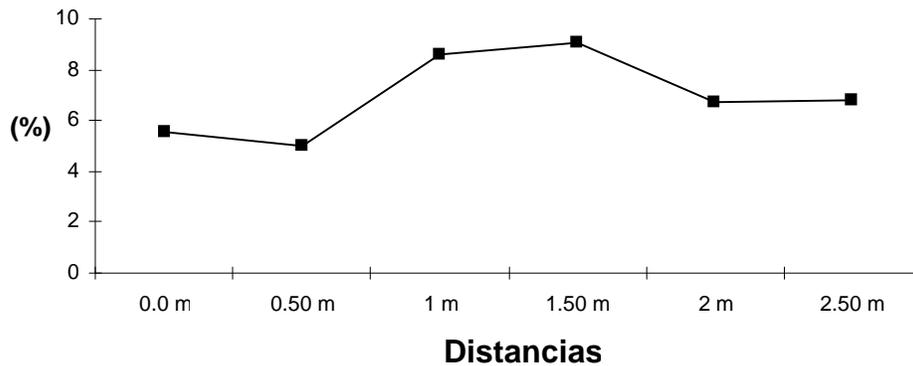
Bolivar et al (1998) en el estudio "Producción de *Brachiaria humidicola* bajo un sistema silvopastoril con *Acacia mangium* en el trópico húmedo", reportaron valores de 1.2 y 1.1, la

*B. humidicola* presentó mejor calidad en la época lluviosa en términos de mayor relación H:T y cuando se encontraba asociada con *Acacia mangium* y no en monocultivo. Los anteriores resultados coinciden con los reportados en el sentido de que pasto aubade *Lolium multiflorum* Lam sembrado a distancias más cortas con respecto a la *Acacia decurrens* también reportó valores más altos por efecto posiblemente de mecanismos a la adaptación al sombreado, mayor contenido de materia orgánica y de nutrientes en el área de plateo y mayor humedad que se tradujeron igualmente en una mayor producción de forraje verde (FV) y a distancias más amplias la relación H:T fue menor.

Diferentes autores (Eriksen y Whitney, 1981; Mesquita, *et al.*, 1994, Wong y Wilson, 1980; Zelada, 1996) reportan mayor contenido de hojas en las gramíneas creciendo bajo la copa de los árboles o con sombra artificial cuando la reducción en la radiación solar no es demasiado como mecanismo de adaptación al sombreado, aunque esta respuesta fisiológica depende de la especie. En el caso contrario Bustamante (1991) reporta una relación hoja: tallo cuando la *B. humidicola* se asoció con *E. poeppigiana* encontrando valores de 4.6 y 7.6 con y sin árboles respectivamente. Por otra parte Bernal (1981), reporta que el pasto aubade *Lolium multiflorum* Lam presenta alta digestibilidad tanto de hojas como tallos por parte del animal, los resultados obtenidos permiten entonces hacer un manejo de distancias cortas para la siembra de la pastura con relación a la *Acacia decurrens*.

#### **Porcentaje de materia seca (%)**

Los valores para % MS estuvieron entre 4.72 y 12.22, coincidiendo con los reportados por Buitrago y Cruz. (1983) para esta especie con valores máximos de 15.1% (Tabla 1). Se encontraron diferencias estadísticas significativas ( $P < 0.01$ ) cuando se evaluó MS (%) (Tabla 2), los mayores porcentajes de MS se obtuvieron con el tratamiento 4 pasto que se encontraba a una distancia de 1.5 a 2 m con respecto a la *Acacia decurrens* contra el tratamiento 2 sembrado a una distancia de 0.5 a 1 m con respecto al árbol con valores que oscilaron entre 9.06 y 4.97% (Tabla 3 y figura 4).



**Figura 4. Producción de materia seca (%) del pasto aubade *Lolium multiflorum* Lam sembrado a diferentes distancias con respecto a la *Acacia decurrens*, Botana, 2009**

Lo anterior se puede explicar por cuanto las pasturas tropicales del tipo metabólico C<sub>4</sub> alcanzan su máxima calidad con niveles altos de intensidad lumínica, si se considera solamente la intersección de la radiación solar, se espera que resulte en una reducción en la tasa de calidad, como sucedió con los tratamientos más cercanos a la copa de los árboles sembrados de 0.50 a 1 y de 0 a 0.5 m en comparación con los tratamientos que se encontraban más lejos, esta situación la sustenta Giraldo y Velez, 1993, cuando hace referencia a praderas abiertas sin árboles.

Los resultados sugieren una mejor calidad expresada en porcentaje de materia seca MS para los tratamientos 4, 3, 6 y 5 pasto aubade *Lolium multiflorum* Lam sembrado a distancias más amplias con respecto a la *Acacia decurrens*, con valores de % de MS de 9.06, 8.56, 6.77 y 6.72 respectivamente, si se tiene en cuenta que la interferencia por luminosidad en estas distancias es nula, y aunque la producción de forraje verde FV no fue la mayor para estos tratamientos se podría concluir que la cantidad de agua en los tejidos fue mucho menor.

Es posible que las pasturas sembradas a distancias más cercanas al árbol de 0 m y 0.50 m aunque ocasionaron mayor producción de forraje verde posiblemente por la producción de hojarasca de la *Acacia decurrens*, aumentos del porcentaje de materia orgánica que ocasionaron un mayor contenido de N-disponible en el suelo, como también la acción fijadora de N de la *Acacia decurrens*, incrementaron los contenidos de agua en los tejidos y disminuyeron el contenido de MS, los pastos bajo sombra moderada reducen un poco su tasa fotosintética (Ludlow, 1978; Johnson y Thornley, 1984; Herrero, 1995) y por tanto la concentración de compuestos nitrogenados en la hoja, se mantiene por mayor tiempo (Ludlow *et al.*, 1988).

La consideración anterior está sustentada por otros autores que han reportado aumentos en la disponibilidad del forraje verde cuando estos están asociados con árboles (Wilson *et al.*, 1990; Bustamante, 1991; Libreros, 1993) estos aumentos en la mayoría de los casos se han obtenido en condiciones de sombreado moderado (30-40%) y donde el nivel de nitrógeno en el suelo es bajo. En esas condiciones se ha observado mayor concentración de N en el área sombreada (Eriksen y Whitney, 1981; Wilson, *et al.*, 1990; Belsky, 1993) situación que sugiere un aumento en la disponibilidad de N para las gramíneas. Clavijo (1984), afirma como el nitrógeno da mayor crecimiento vegetativo lo cual produce mayor sombrero, disminuyéndose la temperatura del suelo y por consiguiente reduciéndose la pérdida de humedad del suelo, causando una mayor eficiencia en el uso del agua y disminuyendo el % de MS.

Esta investigación igualmente sugiere que pasto Aubade *Lolium multiflorum* Lam sembrado a distancias más cortas de 0.5 a 1 y de 0 a 0.5 m puede igualar en % de MS al pasto que se encontraba a mayores distancias de 2 a 2.5 y 2.5 a 3 m y que está a plena exposición solar, con valores de 8.56, 6.77, 6.72 y 5.51% de materia seca sin verse afectada la producción de materia verde y comportarse en calidad de igual forma si fuese una pradera abierta. Mora (2009), manifiesta que igualmente los bovinos necesitan de agua y humedad en los pastos aparte de los nutrientes contenidos en él para su normal desarrollo, por lo tanto se considera que el pasto aubade *Lolium multiflorum* Lam sembrado en influencia de la copa del árbol se convierte en una muy buena alternativa para la implementación de sistemas silvopastoriles y de alimentación animal, por cuanto se tradujo en valores apreciables de forraje verde (FV) y contenidos de MS (%).

Se estableció el modelo de mejor ajuste para relacionar el porcentaje de materia seca (%MS) con altura de plantas (AP), forraje verde (FV) y relación hoja:tallo (H:T).  $\%MS = -0.94723632AP - 0.05282441FV + 16.01959632RH:T$   $R^2 = 88.97$  Esta ecuación permitió establecer que el % de MS del pasto aubade *Lolium multiflorum* Lam está influenciada positivamente por la relación hoja:tallo (R H:T), y que los valores de AP y FV influyen muy poco en la producción de este parámetro.

## CONCLUSIONES

- El sistema silvopastoril se puede establecer sembrando el pasto aubade *Lolium multiflorum* Lam desde los 0 a 0.5 m con respecto al tallo de la *Acacia decurrens* ya que ofreció buenos resultados en cuanto a altura de plantas (AP) y de forraje verde (FV).
- Los mayores valores de porcentajes de materia seca (%MS) se alcanzaron cuando el pasto *Lolium multiflorum* Lam se sembró a una distancia de 1.5 a 2 m y los menores cuando se sembró a una distancia de 0.5 a 1 m con respecto al árbol.
- Disminuir las distancias entre surcos de *Acacia decurrens* para incrementar los valores en porcentajes de materia seca (%MS) en la pastura.

- El sistema silvopastoril en términos de calidad presentó una mayor relación H:T cuando se encontraba sembrado a distancias de 0 a 0.5 m con respecto a la *Acacia decurrens* con un valor de 4.20.
- Se comprobó una relación importante entre el porcentaje de materia seca (%MS) y la relación hoja:tallo (R H:T). Se observó tendencia negativa para el %MS en función de altura de plantas (AP) y forraje verde (FV).

## BIBLIOGRAFIA

- Amundson, R. y Belsky, A. 1992. Effects of trees on understorey vegetation and soils at forest/savanna boundaries in East Africa. In: Furley, P.A. and Proctor, J. *The Nature and Dynamics of Forest-Savanna Boundaries*).
- Asociación Colombiana de Médicos Veterinarios y Zootecnistas-ACOVEZ. 2008. Sistemas silvopastoriles para el diseño de fincas ganaderas sostenibles. Colombia, s.e. 4 p.
- Belsky, A. 1992. Effects of trees on nutritional quality of understorey gramineous forage in tropical savannas. *Tropical Grasslands* (1992) 26:12-20.
- Bernal, E. 1981. Los raigrases tetraploides, una solución para la producción lechera. *Semillas* (4):28-32; (5): 19.33.
- Bolívar, D. 1998. Contribución de *Acacia mangium* al mejoramiento de la calidad forrajera de *Brachiaria humidicola* y la fertilidad de un suelo ácido en el trópico húmedo. Tesis Magister Scientiae. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 105 p.
- Bolívar, D; Ibrahim, M; y Jiménez, F. 1998. Producción de *Brachiaria humidicola* bajo un sistema silvopastoril con *Acacia mangium* en el trópico húmedo. Tesis Mag. Sc. Turrialba, C R, CATIE, 97 p
- Bronstein, G. 1984. Producción comparada de una pastura de *Cynodon plectostachyus* asociada con árboles de *Cordia alliodora*, asociada con árboles de *Erythrina poeppigiana* y sin árboles. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR. UCRCATIE. 110 pp.
- Buitrago, A y Cruz, P. 1983. Niveles óptimos de fertilización compuesta en 3 variedades de raigrases tetraploides. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Tunja, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Facultad de Ciencias Agropecuarias. 75 p.
- Bustamante, J. 1991. Evaluación de comportamiento de ocho gramíneas forrajeras asociadas con poró (*Erythrina poeppigiana*) y solas. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 131 p

Convenio Servicio Nacional de Aprendizaje-SENA, Sociedad de Agricultores de Colombia -SAC y Asociación Nacional de Productores de Leche-ANALAC. 2002. Curso manejo integrado de pastos y conservación de forrajes. Memorias técnicas. Bogotá, PRODUMEDIOS. 87 p.

Córdoba, H y Hernandez, S. 2006. Competencia por luz en sistemas silvopastoriles. Eric Córdoba es tesista, procedente de Ocuilzapotlán, Tabasco, y Salvador Hernández es investigador de Sistemas Silvícolas y Agroforestales, de ECOSUR Villahermosa (shernand@vhs.ecosur.mx).

Clavijo, P. 1984. Los factores de la producción vegetal. En: Fertilidad de suelos: diagnóstico y control. SCCS. Bogotá. 420 p.

Cortés, F. y Viveros, M. 1975. Guías de laboratorio para análisis bromatológico. Pasto. Universidad de Nariño. 26 p.

Cruz, P. 1997. Effect of shade on the growth and mineral nutrition of a C4 perennial grass under field conditions. Plant and Soil.

Daccarett, M. y Blydenstein, J. 1968. La influencia de los árboles leguminosos y no leguminosos sobre el forraje que crece bajo ellos. Turrialba. Costa Rica. CATIE.

Dart, P. 1994. Microbial symbioses of tree and shrub legumes. En: Gutteridge, R. C. y H. M. Shelton (edt). Forage tree legumes in tropical agriculture. Wallingford, UK. Cab Internacional. Pp. 143-157.

Eriksen, F. y Whitney, A. 1981. Effects of light intensity on growth of some tropical forage species. 1. Interaction of light intensity and nitrogen fertilisation on six forage grasses. Agronomy Journal 73: 427- 433

Estrada, J. 2002. Pastos y Forrajes para el trópico Colombiano. Centro Editorial UNICALDAS, Manizales, Universidad de Caldas. 511 p.

Giraldo, L y Velez, G. 1993. El componente animal en los sistemas silvopastoriles. Industrias □□Producción Agropecuaria. Azoodea, Medellín, 1 (3): 27-31

Giraldo, L y Bolivar, D. 1993. Evaluación de un Sistema Silvopastoril de *Acacia decurrens* Asociada con Pasto kikuyo *Pennisetum clandestinum*, en Clima Frío de Colombia. Universidad Nacional de Colombia. Sede Medellín. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Departamento de producción animal. CONISILVO (Consortio para la investigación y desarrollo de sistemas silvopastoriles). Medellín.

Guerrero, R. Fertilización de cultivos de clima frío. Santafé de Bogotá: Monómeros Colombo Venezolanos, 1998. 421 p.

Herrero, M. 1995. Grassland Modelling: A Decision Support Tool. Ciencias Veterinarias. Costa Rica.

Ibrahim, M. y Mora, J. 2006. Potencialidades de los sistemas silvopastoriles para la generación de servicios ambientales. Memorias de una conferencia electrónica. Iniciativa de Ganadería, Medio Ambiente y Desarrollo (LEAD-FAO). Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza CATIE).

Johnson, I. y Thornley. 1984. A model of instantaneous and daily canopy photosynthesis. Journal of Theoretical Biology.

Libreros, J. 1993. Efecto de depositar en el suelo material de poda de poró (*Erythrina poeppigiana*) sobre la producción y calidad de la biomasa de king grass (*Pennisetum purpureum* ı *P. Typhoides*) establecido en asocio. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 116 p

Ludlow, M., Samarakoon y Wilson, J.R. 1988. Influence of light regime and leaf nitrogen concentration on 77K fluorescence in leaves of four tropical grasses: no evidence for photoinhibition. Australian Journal of Plant Physiology.

Ludlow, M. 1978. Light Relations of Pasture Plants. En Wilson, J.R. (ed). Plant Relations in Pastures. CSIRO. East Melbourne, Australia.

Mesquita, M; De Paula, V; Sette, D; E De Assis, H (1994) Efeito de árvores isoladas sobre a disponibilidade e composicao mineral de forragem em pastagens de Braquiaria. Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia 23(5): 709-718

Montagnini F, et. al. (1992) Sistemas agroforestales: principios y aplicaciones en los trópicos. 2 ed. San José, Costa Rica. Organización para estudios tropicales (OET), 622 p

Mora, J. 2009. Consulta por Internet. Dirección de correspondencia: agroforesteriapecuaria@gmail.com.

Navia, J. Cultivo en callejones: una opción tecnológica para el manejo de suelos. In Memorias Seminario Internacional en Agroforestería. San Juan de Pasto, UDENAR, 1998. 160 p.

Murtagh, G., Hallingan y Greer. 1987. Components of Growth and Dark Respiration of Kikuyu (*Pennisetum clandestinum* Chiov.) at various Temperatures. Annals of Botany.

Pezo, D. e Ibrahim, M. 1998. Sistemas silvopastoriles. Módulo de Enseñanza Agroforestal No. 2. CATIE-GTZ. Costa Rica

Russo, R. y Botero, R. 1996. El sistema silvopastoril Laurel-Bachiaria como una opción para recuperar pastizales degradados en el trópico húmedo de Costa Rica. *In* I Congreso Agropecuario y Forestal de la Región Huetar Atlántica. Guápiles, Costa Rica 4 p

Serrao, E. 1991. Sustainability of pastures replacing forests in the Latin American humid tropics: The Brazilian Experience. *In* DESFIL humid tropical lowlands conference. (1991, Panama City, Pan.), [Conferencia], P irr

Somarriba, E. 1988. Pasture growth and floristic composition under the shade of guajava (*Psidium guajava*) trees in Costa Rica. *Agroforestry Systems* (Netherlands). 6: 153-162

Sun, D.; Dickinson, G.R.; Robson, K.J. 1997. Growth of *Eucalyptus pellita* and *E. urophylla* and effects on pasture production on the coastal lowlands of tropical northern Australia. *Australian Forestry* 59 (2): 136 - 141.

Wilson, J, Hill, K, Cameron, D, Shelton, H. 1990. The growth of *Paspalum notatum* under the shade of a *Eucalyptus grandis* plantation canopy or in full sun. *Tropical Grasslands* 24 (1): 24-28

Wong, C y Wilson, J. 1980. Effects of shading on the growth and nitrogen content of Green Panic and Siratro in pure and mixed swards defoliated at two frequencies. *Australian Journal of Agricultural Research* 31: 269-285

Zelada, C. 1996. Tolerancia a la sombra de especies forrajeras herbáceas en la Zona Atlántica de Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica. CATIE. 88p.