

## MANEJO ESTRATÉGICO DE LAS DEFOLIACIONES EN ESPECIES ARBÓREAS

**Ana Geraldine Francisco**

**Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey"**  
**Central España Republicana, CP 44280, Matanzas, Cuba**  
**Email: [Geral@indio.atenas.inf.cu](mailto:Geral@indio.atenas.inf.cu)**

La historia demuestra que el descuido y la inadecuada utilización que ha hecho el hombre de lo que la naturaleza le brinda, como el suelo y los árboles, han provocado en muchos casos sufrimientos humanos e incluso la ruina de países y civilizaciones. Desde Asia, el lejano Oriente y África, tierras en otros tiempos verdes, con una foresta exuberante y productiva, se han transformado en desiertos áridos; zonas que según definición de la Biblia "...abundaban en leche y miel..." hace 3000 años, ahora están constituidas por colinas y rocas (FAO, 1990). Un estudio realizado por Naciones Unidas estima que desde la Segunda Guerra Mundial el 38 % de la tierra cultivada hoy en día ha sido degradada, en alguna medida, como producto de la utilización de prácticas agrícolas convencionales e insostenibles (Gliessman, 1998; Fregoso, 2000).

Las zonas ganaderas del trópico no estuvieron exentas de la influencia de la degradación y la deforestación. A partir de la adopción de tecnologías productivas convencionales de países templados, con el empleo de altos insumos y la alimentación a base de pastos, producto principalmente del legado colonial y de la formación académica tradicional (Sánchez, 1999), se provocó en muchas partes del mundo la transformación de áreas arboladas a extensas áreas de pastoreo (Krishnamurthy y Rajagopal, 2000) donde, el forraje de los árboles y los arbustos, la biodiversidad y los múltiples beneficios de las especies perennes leñosas se vieron limitados.

En este sentido, se ha comprobado que la utilización de los árboles leguminosos ofrece una alternativa en la estabilidad ecológica y productiva en las áreas ganaderas tropicales. Estos árboles prestan servicios ambientales; se puede obtener un gran número de

productos comercializables como leña, madera, mieles, frutos y medicinas; facilitan el reciclaje de nutrientes y mejoran las características químicas y biológicas del suelo; poseen la capacidad de fijar dinitrógeno atmosférico y aportan grandes cantidades de este elemento al ecosistema; producen altas cantidades de biomasa forrajera durante todo el año, de forma estable; contienen altos niveles proteicos (14,0-36,6 % de PC) que superan los tenores presentes en la mayoría de los pastos; proporcionan otros nutrientes necesarios para el adecuado funcionamiento ruminal en dietas basadas en forrajes de baja calidad y son, a su vez, una fuente excelente de energía digestible (Castro, 1996; Shelton, 2000; Crespo, Rodríguez y Fraga, 2000; Perales, Fregoso, Martínez, Cuevas, Loaiza, Reyes, Moreno, Palacios y Guzmán, 2000; FAO, 2000).

Entre las prácticas racionales de manejo utilizadas para la obtención de forraje de árboles como alimento animal se encuentran las podas o defoliaciones manuales, las cuales, a diferencia de los sistemas puramente forestales donde el objetivo fundamental es la calidad de la madera, regulan la altura de las especies para incrementar la disponibilidad de biomasa y facilitar el manejo del cosechador; pueden disminuir la edad del tejido acumulado a partir de las defoliaciones frecuentes y así aumentar la digestibilidad del material vegetal; en las especies caducifolias retardan el estado reproductivo, con la retención de las hojas a lo largo de la estación poco lluviosa (Higuera, Castillo, García, Soto, Sandoval y Lobo, 1998; Ruíz, Febles, Untoria, Díaz y Díaz, 2000; Hernández, Benavides y Martín, 2000).

En muchas zonas de América del Sur, Asia y África, donde existen condiciones que dificultan el empleo de sistemas de pastoreo,

es común el método de corte y acarreo del follaje, que es cosechado y trasladado para suministrarlo generalmente como suplemento de las raciones basadas en gramíneas de madurez avanzada y residuos fibrosos (Benavides, 1993; Escobar, 1996); este método es factible donde existe un uso intensivo de la tierra. En estos casos las especies perennes leñosas poseen buenas producciones de biomasa, resisten las defoliaciones frecuentes y tienen altos contenidos nutricionales, y generalmente la ganadería se basa en pequeños grupos de animales en confinamiento (Muschler y Bonneman, 1997).

Al tener en cuenta la importancia de las defoliaciones dentro de los sistemas ganaderos, es necesario conocer a profundidad el funcionamiento y la influencia de estas prácticas en los árboles forrajeros en diversas condiciones edafoclimáticas y de manejo, con el fin de obtener buenos rendimientos de

biomasa con el mínimo de insumos, y que lejos de reducir el número de árboles y contribuir a la deforestación, se trate de mantener la vida y la longevidad de las plantas (FAO, 2000), garantizando la explotación adecuada y racional en las áreas dedicadas a la alimentación animal.

### Tipos de podas o defoliaciones

En la Silvicultura, una de las especialidades de las ciencias forestales, durante la etapa de manejo de las plantaciones se distinguen diferentes técnicas de corte de la biomasa aérea (fig. 1), de acuerdo con el objetivo de la producción (FAO, 2000).

Las técnicas de tallar y descope son utilizadas generalmente para obtener productos de ciclo corto (leña, cujes, etc.) y las podas de las ramas se aplican para mejorar la calidad de la madera, eliminar ramas enfermas, etc.

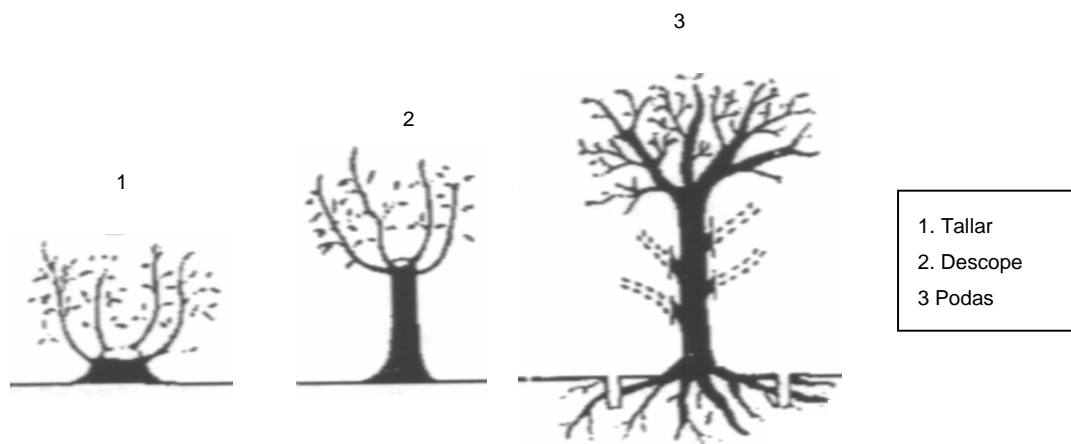


Fig. 1. Técnicas de corte en plantaciones forestales de acuerdo con el objetivo de la producción.

Con la inclusión de los árboles y los arbustos en la ganadería se hicieron algunas modificaciones en las prácticas de manejo de esta rama; la mayoría de las técnicas de poda fueron utilizadas como medio para desarrollar las perennes leñosas dentro del tradicional sistema de producción de pastos (Hernández-Daumás y Russell, 2001). A partir de los arreglos espaciales que se deseen (cercas vivas, cultivos de callejones, bancos forrajeros), las características biológicas de las especies y la zona agroecológica donde se

desarrollan, es que se determina el tipo de manejo (FAO, 2000).

En los bancos forrajeros se emplean cortes intensos, a bajas alturas (tallar) y a mitad del fuste (descope), por lo que para definir la estrategia de manejo se hace necesario conocer los efectos de las defoliaciones en las plantas, como producto de las posibles influencias negativas que puedan traer consigo, comprometiendo el sistema de explotación desde el punto de vista productivo, de persistencia o medio-ambiental.

### Efecto de las defoliaciones en la fisiología de las plantas

En las especies forrajeras el desarrollo de la biomasa cosechable, según Greaves, Henton, Piller, Meekings y Walton (1999), depende de la repartición de las reservas de carbohidratos no estructurales entre las diferentes partes de la planta (aérea y subterránea), de la presencia de tejido meristemático y de la capacidad fotosintética del área foliar residual (Stür, Shelton y Gutteridge, 1994). A su vez, los elementos anteriores están vinculados con la disponibilidad de los recursos abióticos, como el agua y los nutrientes (Richards, 1993). Las deficiencias nutricionales y el estrés hídrico disminuyen el rango de formación del rebrote y la actividad del tejido fotosintético, y pueden acelerar la senescencia de la hoja, lo que disminuye la producción de biomasa comestible (Mott, Ludlow, Richards y Parsons, 1992).

En los árboles y arbustos leguminosos, cuando las defoliaciones son moderadas, la fisiología del vegetal permite recuperar las reservas de carbohidratos y facilita la fijación biológica del dinitrógeno (Nygren, 1996), y mantiene el balance de crecimiento de las raíces y los rebrotes; si, por el contrario, se incrementa la severidad de las defoliaciones, son necesarios ajustes morfológicos, como producto de la disminución constante de área foliar que deprime el flujo de carbohidratos hacia los nódulos fijadores de nitrógeno, el cual, al no ser fijado, debe ser suministrado a partir de las reservas de las partes restantes del árbol y del nitrógeno mineral del suelo (Okano, Komaki y Matsua, 1994).

Teniendo en cuenta lo anterior, se ha demostrado que en especies como *Erythrina poeppigiana* (fig. 2) la poda causa una mortalidad de las raíces y de los nódulos fijadores de nitrógeno y la renodulación se inicia 10 semanas después de la poda.

Masa de nódulos (g/árbol)

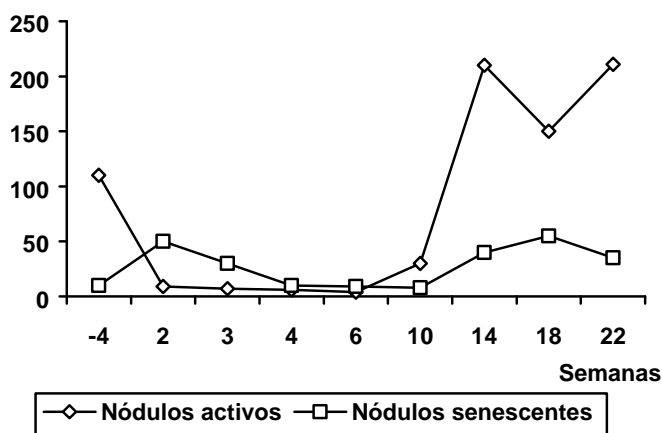


Fig. 2. Efecto de las podas en el comportamiento de nódulos de *E. poeppigiana* en sistemas agroforestales.

Las defoliaciones influyen en los procesos de asimilación de CO<sub>2</sub>. Cuando la planta es podada las reservas de carbohidratos facilitan un rebrote vigoroso, pero cuando estas reservas no son suficientes o no existe un tiempo de recuperación, el follaje que se emite es pequeño, incapaz de asimilar suficiente

carbono para restituir las (Nygren, Kiema y Rebottaro, 1996).

Las podas reducen el follaje fotosintético, pero el remanente puede estar mejor expuesto a la radiación solar y aumentar la eficiencia de la conversión de energía, por lo que un árbol con baja densidad de área foliar puede

interceptar un mayor número de fotones por unidad de área foliar que un árbol con alta densidad (Berninger, Nikinmaa, Sievänen y Nygren, 2000).

La defoliación puede determinar en el nivel de agua de la planta, al aumentar la conductividad hídrica de la vía de raíz a hoja, y reducir las limitaciones causadas por un desajuste entre el suministro de humedad del suelo (raíces) y la demanda evaporativa (hojas) (Reich, Walters, Krause, Vanderklein, Raffa y Tabone, 1993).

### Tolerancia de las especies arbóreas a la defoliación

Según las investigaciones realizadas, existen diferencias en la tolerancia de las especies arbóreas forrajeras ante los cortes repetidos (Stür et al., 1994). Se ha demostrado que *Erythrina berteroana* en régimen de corte intenso puede disminuir su producción de rebrotes, a diferencia de los géneros *Gliricidia*, *Leucaena* y *Calliandra* que toleran cortes intensos (Catchpoole y Blair, 1990; Pezo, Kass, Benavides, Romero y Chávez, 1990). En el caso de *Sesbania grandiflora*, la

distribución de las yemas axilares meristemáticas activas se concentra en la parte superior de la planta, por lo que con defoliaciones próximas al suelo el rebrote es escaso (Catchpoole y Blair, 1990; Stür et al., 1994).

*Albizia lebbbeck*, por ejemplo, muestra tolerancia a las defoliaciones, sobre todo en zonas secas, al tener una alta capacidad de rebrote en estrés hídrico (Djogo, 1992; Lowry, Prensén y Burrows, 1994), y aunque se ha observado que el 21 % de sus raíces son superficiales, estas tienen más de 1 m de profundidad (tabla 1), lo que determina su poder de recuperación y es considerada una excelente fuente de forraje.

### Momento de la defoliación y tamaño de los árboles

La primera defoliación es determinante en el comportamiento posterior de las especies que serán manejadas en régimen de corte, pues afectará el engrosamiento de los tallos y el desarrollo radical, los cuales determinan la capacidad de rebrote de la planta (Ella, Blair y Stür, 1991).

Tabla 1. Profundidad, extensión lateral y biomasa de las raíces en especies de árboles en el noroeste de la India.

Especies	Profundidad de las raíces (m)	Extensión lateral (m)	Biomasa de las raíces (%)
<i>Acacia nilotica</i>	2,09	3,04	14
<i>Albizia lebbbeck</i>	1,18	2,65	29
<i>Dalbergia sissoo</i>	1,27	2,92	21
<i>Prosopis cinerana</i>	2,23	3,30	21
<i>L. leucocephala</i>	0,97	1,43	20

Es usual que la mayoría de las leñosas perennes alcancen de 1,0-1,5 m de altura antes de ser cortadas, y el período para lograrlo es posterior al año de establecimiento (Pezo, Romero y Kass, 1993), aunque estos indicadores pueden variar en dependencia de las características de las plantas y las condiciones edafoclimáticas.

De acuerdo con Gamboa, Mendoza, Medina y Solorio (2000), *A. lebbbeck* a los 10 meses de plantada ha logrado alturas de 1,61 m en suelos de rendzinas café rojizas y negras

con litosoles y clima cálido subhúmedo; este período fue más corto (4,3 meses) en *Leucaena leucocephala* en un suelo Ferralítico Rojo y clima tropical (Del Pozo, Jeréz, Fernández, Padilla y Ginoria, 2000), donde alcanzó una altura de 1,97 m. Los beneficios de un período adecuado de establecimiento antes de iniciar las defoliaciones fueron demostrados por Ella et al. (1991), quienes definieron que la edad de los árboles en el primer corte estaba relacionada con los rendimientos subsecuentes; en este sentido,

los rendimientos de los árboles adultos superaron a los jóvenes y mantuvieron un incremento en el crecimiento, el que fue

sustentado por las mayores reservas de carbohidratos en sus troncos y el profuso sistema radical (fig. 3).

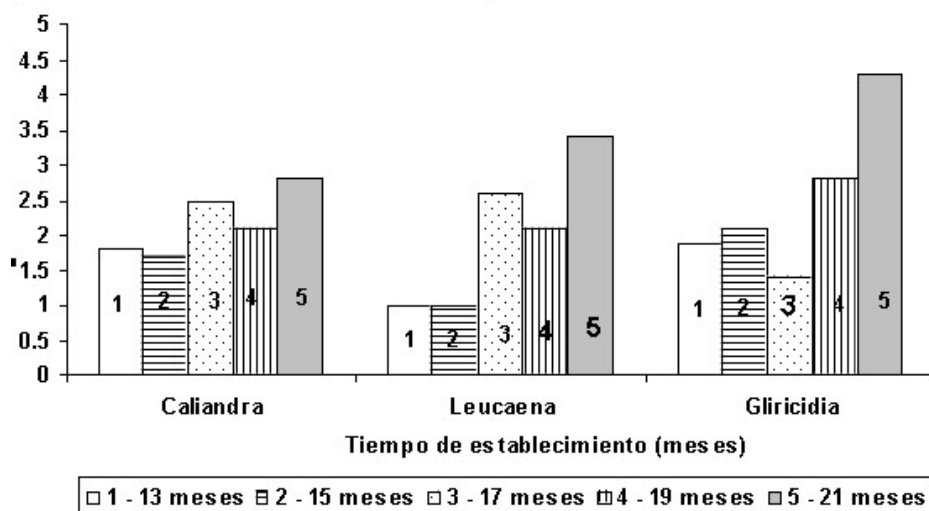


Fig. 3. Efecto del tiempo de establecimiento en árboles leguminosos antes del primer corte en el rendimiento subsecuente.

El corte del forraje en las distintas estaciones del año (seca y lluviosa) y a diferentes estadios de desarrollo (floración y vegetativo), tiene una estrecha relación y actúa en el comportamiento del rebrote. Los cortes al inicio o durante el período seco, donde existe una disminución del área fotosintéticamente activa y de la disponibilidad

de agua (Mott et al., 1992), pueden provocar el agotamiento de las reservas orgánicas (como máxima fuente de su sustento), lo que conlleva a la disminución del rango de formación del rebrote y los procesos de crecimiento de las plantas (Llamas, Castillo, Sandoval y Bautista, 2001) (tabla 2).

Tabla 2. Tasas de producción diaria de materia seca comestible (kg/ha) de *A. lebeck* con las defoliaciones cada 90 días.

Años	Meses de evaluación			
	Marzo	Junio	Septiembre	Diciembre
1	6,4 <sup>c</sup>	10,0 <sup>d</sup>	27,2 <sup>a</sup>	5,6 <sup>c</sup>
2	0,8 <sup>b</sup>	1,2 <sup>b</sup>	10,00 <sup>a</sup>	1,72 <sup>b</sup>

a,b,c Valores con superíndices no comunes en la misma fila difieren a P<0,05

Muchos de los árboles utilizados en la producción de biomasa forrajera son caducifolios o semicaducifolios y al inicio de la época de seca pierden sus hojas o una parte de ellas

(Hernández et al., 2000), pero se ha comprobado que al realizar podas estratégicas al final de la época de lluvia en *Gliricidia sepium* y *L. leucocephala* se puede retardar

esta pérdida. De acuerdo con lo señalado por Beer (1987), esto podría atribuírsele a que al podar en lluvia las plantas pueden continuar creciendo durante la estación poco lluviosa, mientras que las no podadas cesan el crecimiento vegetativo y usan las reservas para la formación de las flores y los frutos.

### Altura de defoliación

La altura a que es defoliada la especie vegetal es determinante en la productividad de

un banco forrajero a largo plazo (Pezo e Ibrahim, 1999). En un experimento con *L. leucocephala*, en el que se estudiaron diferentes alturas de corte (50, 100 y 150 cm), los rendimientos más elevados se presentaron en las mayores alturas, tanto en el período lluvioso como en el poco lluvioso (Francisco, Simón y Soca, 1998). Resultados similares fueron informados por Benjamín, Shelton y Gutteridge (1999) en los géneros *Acacia* y *Calliandra* (tabla 3).

Tabla 3. Efecto de la altura de corte en el rendimiento de materia seca de diferentes especies leguminosas arbóreas.

Tratamiento (cm)	Géneros	Hojas (g de MS/planta)	Tallos (g de MS/planta)
60	<i>Acacia</i>	80	1 111
	<i>Calliandra</i>	305	1 858
100	<i>Acacia</i>	128	744
	<i>Calliandra</i>	312	3 799

El género *Albizia* constituye uno de los menos estudiados en lo referente a la altura de defoliación. Según Benjamín et al. (1999), en plantaciones de *Albizia sp.* defoliadas a 60, 100 y 150 cm, con el incremento de la altura de corte se elevó el número de raíces remanentes, hojas y yemas, lo cual determinó la rapidez del rebrote; Francisco (2002) obtuvo resultados similares en la especie *A. lebeck* (fig. 4).

Se ha comprobado que en el manejo de la altura de poda en las especies arbóreas, el

estrato herbáceo influye en su comportamiento productivo. En plantaciones de *L. leucocephala* podadas a 50, 100 y 150 cm y donde el pastizal acompañante estaba formado por *Panicum maximum*, se demostró durante el año que las plantas con cortes bajos (50 cm) proporcionaban la menor cantidad de biomasa (Francisco et al., 1998). *P. maximum* es un estrato agresivo y de elevado crecimiento, con valores superiores a los 100 cm que afectan la máxima utilización del espacio vital y de los recursos medio-

ambientales en aquellas plantas podadas a baja altura, lo cual se revierte en la poca formación del rebrote.

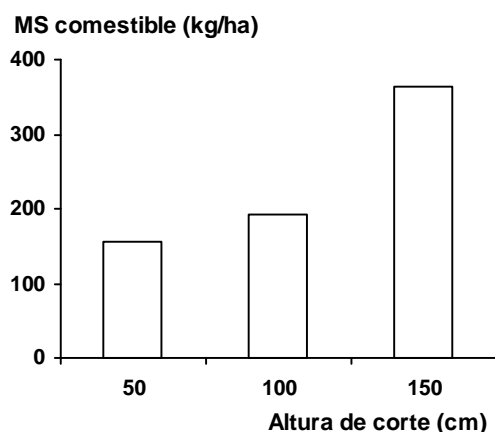


Fig. 4. Producción de materia seca comestible en *A. lebbeck* con tres alturas de corte (50, 100 y 150 cm).

#### Intervalos entre cortes

Los intervalos entre cortes o la frecuencia con que es podada la planta es un factor determinante en la proporción de la fracción vegetal (biomasa total, comestible o leñosa). Cuando se prolongan los intervalos (fig. 5), generalmente la cantidad de biomasa total se eleva y se presenta una acumulación de tejido leñoso, a la vez que existe una declinación de la fitomasa comestible (Papanastasis, Platis y Dini-Papanastasis, 1998; Hernández-Daumás, Russell y Arah, 2001); cuando se disminuyen los intervalos, la producción de biomasa decrece (tabla 4).

El momento óptimo para cosechar el follaje de las especies arbóreas es cuando existe la máxima producción de biomasa comestible;

esto ocurre cuando dicha fracción representa del 50 al 60 % del total producido (Stür et al., 1994) y se inicia la caída de las hojas en las ramas inferiores, lo cual varía con la especie, la densidad de plantación y las condiciones climáticas.

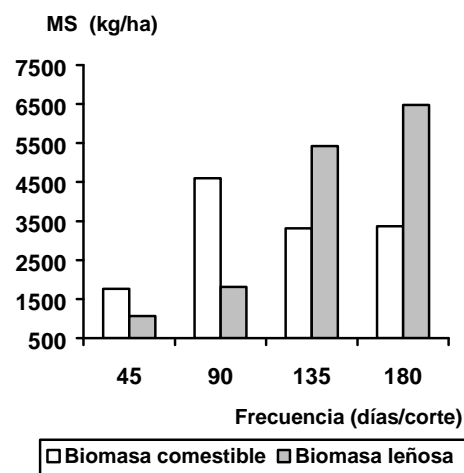


Fig. 5. Producción de materia seca comestible y leñosa en *A. lebbeck* con diferentes frecuencias de defoliación.

Tabla 4. Producción de forraje en *G. sepium* durante 10 años.

Régimen de poda (días)	Biomasa (kg/ha)
45	*
60	2,036
90	5,017
120	5,915

\*Los árboles mueren a los 4,5 años con este régimen de poda  
Fuente: Nygren, Berninger, Nikinmaa, Sievänen y Cruz (2001)

El uso de las frecuencias de corte en las zonas húmedas es más flexible con relación a las zonas secas y en las tropicales de altura, donde el crecimiento es más lento y las especies necesitan un período mayor de

recuperación. Mochiutti (1995) considera que el rango óptimo para cosechar el forraje de *G. sepium* en el trópico húmedo está entre 50 y 75 días, mientras que en climas semiáridos *Robinia pseudoacacia* y *Quercus pubescens* mostraron su mayor capacidad de producción de biomasa con un rango de 120 y 180 días, respectivamente (Papanastasis et al., 1998).

Los intervalos de corte influyen en la calidad del material cosechado. Las mayores frecuencias de defoliación pueden aumentar el contenido proteico (fig. 6) y reducir la fibra bruta, con la remoción del follaje y su reemplazo por tejido más joven (Gómez, Murgueitio, Molina, Molina, Molina y Molina, 1995; Higuera et al., 1998). Ferrer, Clavero y Razz (1999) consideran que los cortes frecuentes cada 6 semanas disminuyen los contenidos de Ca e incrementan los de P (tabla 5); mientras que Clavero y Razz (1999) encontraron un incremento del contenido de fibra neutro detergente (FND) y una disminución de la proteína cruda a medida que transcurría el ciclo biológico de la planta, debido a un aumento de los elementos estructurales y la reducción del número de hojas jóvenes.

### Densidad de plantación

Los árboles forrajeros plantados con mayores densidades de siembra deben aportar mayores producciones de biomasa comestible por área, pero hasta cierto punto, ya que en plantaciones sobredensas las plantas han demostrado un bajo crecimiento como producto de la competencia entre los individuos por la luz, el abastecimiento de agua y la nutrición mineral (Vázquez y Torres,

1995). En *Leucaena*, con tres densidades de plantación (6, 3 y un árbol/m<sup>2</sup>) y tres frecuencias de corte (60, 90 y 120 días), Savory, Breen y Bealce (1980) detectaron que la mayor producción de materia seca ocurrió con la plantación más densa (8,2 t de MS/ha/año). Resultados similares observaron Pineda y Ramírez (2000) en *Calliandra calothyrsus* y *Perymenium grande*, donde la mayor densidad de siembra (un árbol/m<sup>2</sup>) produjo los más altos rendimientos, con diferencias estadísticas significativas en la producción de biomasa aérea comestible, no comestible y en el porcentaje de proteína cruda.

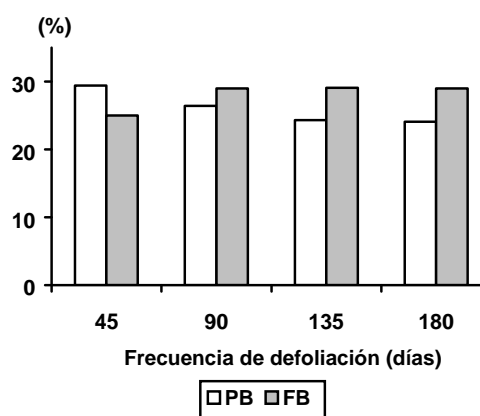


Fig. 6. Contenido de proteína cruda en la materia seca comestible de *A. lebeck* con diferentes frecuencias de defoliación.

Tabla 5. Contenidos de calcio y fósforo en la biomasa comestible de *G. sepium* con diferentes frecuencias de corte.

Frecuencia de corte (semanas)	Calcio (%)	Fósforo (%)
12	2.03	0.28
9	1.73	0.27
6	1.72	0.30

Fuente: Ferrer et al. (1999)



Existe además interacción entre la frecuencia de poda y la densidad de siembra (Hernández et al., 2000). Se considera que los árboles deben ser cosechados cuando el dosel arbóreo se cierra y la biomasa aérea ha alcanzado el índice de área foliar mayor, justamente antes de la caída de las hojas más bajas de la canopia (Blair et al., 1990). En los árboles sembrados con altas densidades el cierre de sus copas se debe alcanzar antes que en los sembrados a bajas densidades. En este caso, para maximizar la producción de biomasa comestible en plantaciones densas se requieren intervalos de corte más cortos que en plantaciones ralas (Horne, Catchpoole y Ella, 1986).

### CONCLUSIONES

Cuando se utiliza una planta arbórea en sistemas de corte, es necesario tener en cuenta aspectos importantes del manejo como el momento de la primera defoliación, la tolerancia de las plantas ante los continuos cortes a que son sometidas durante todo el período de explotación, la altura de los árboles y la altura a la que se realiza la defoliación, el tiempo que media entre los cortes y la densidad a que es establecida la plantación; conjuntamente con factores intrínsecos del sistema como aquellos relacionados con las características fisiológicas de la especie, el estrato herbáceo y las condiciones edafoclimáticas donde se desarrollen las plantaciones, lo que garantizará una explotación adecuada en las áreas de alimentación animal, que pueda revertirse con posterioridad en incrementos de leche y carne, productos de alta demanda en la población.

### CONCLUSIONS

When a tree is used in cutting systems, it is necessary to take into account important aspects of management as the moment of first defoliation, plant tolerance to the continuous cuttings to which they are subject during the whole exploitation period, tree height and the height at which cutting is performed, time between cuttings and plantation density; along with intrinsic factors of the systems such as those related to the physiological characteristics of the species, the herbaceous

stratum and the edaphoclimatic conditions of the sites where the plantations are developed, which will guarantee an adequate exploitation in the animal feeding areas that may lead afterwards to increases of milk and beef, products highly demanded by the population.

### REFERENCIAS

- Beer, J. 1987. Experiences with fences lives fodder trees in Costa Rica and Nicaragua. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 11 p.
- Benavides, J.E. 1993. Utilización de poró (*Erythrina spp.*) en sistemas agroforestales con rumiantes menores. In: *Erythrina in the New and Old Worlds.* (S.B. Westley and M. Powell, Eds.). Nitrogen Fixing Tree Association, Paia, HI, USA. p. 237
- Benjamín, A.K.; Shelton, H.M. & Gutteridge, R.C. 1999. Productivity of five tree legumes species in the tropics. [cd-rom]. In: AAAP-ASAP Congress. Sydney, Australia
- Berninger, F.; Nikinmaa, E.; Sievänen, R. & Nygren, P. 2000. Modelling of reserve carbohydrate dynamics, regrowth and nodulation in a N<sub>2</sub>-fixing tree managed by periodic prunings. *Plant, Cell and Environment.* 23:1025
- Castro, C. 1996. Tolerancia de gramíneas forrajeras tropicais ao sombreamento. Tese (Doutorado em Zootecnia). Universidade Federal de Vicosa, Brasil. 247 p.
- Catchpoole, D.W. & Blair, G. 1990. Forage tree legumes. 1. Productivity and N economy of *Leucaena*, *Gliricidia*, *Calliandra* and *Sesbania* and tree/green panic mixture. *Australian Journal of Agricultural Research.* 41:521
- Clavero, T. & Razz, Rosa. 1999. Valor nutritivo de la *Gliricidia sepium* en condiciones de bosque seco tropical. *Rev. cubana Cienc. agríc.* 33:97
- Crespo, G.; Rodríguez, Idalmis & Fraga, S. 2000. Estudio de la acumulación de hojarasca y nutrientes retornados por ellas en las especies *Albizia lebbek* (L.) Benth y *Cajanus cajan* (L.) Mill sp. Memorias IV Taller Internacional Silvopastoril "Los árboles y arbustos en la ganadería tropical". EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. p. 182
- Del Pozo, P.P.; Jeréz, Irma; Fernández, Lucía; Padilla, P. & Ginoria, J. 2000. Análisis del crecimiento y desarrollo morfológico de la *Leucaena leucocephala* en un agroecosistema silvopastoril. Modelado del crecimiento. Memorias IV Taller Internacional Silvopastoril "Los árboles y arbustos en la ganadería tropical". EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. p. 24
- Djogo, A.P.Y. 1992. The possibilities of using local drought on multipurpose trees and shrub

- species as alternative to lamtoro (*Leucaena leucocephala*) for agroforestry and social forestry in West Timor. Working Paper No. 32. EASPI-East West Centre, Honolulu, Hawaii. 41 p.
- Ella, A.; Blair, G.J. & Stür, W.W. 1991. Effect of age of tree legumes at the first cutting on subsequent production. **Tropical Grasslands**. 25:275
- Escobar, A. 1996. Fisiología de la nutrición en la vaca de doble propósito en América Tropical. (Eds. Arango, N.L.; Charry, A. y Vera, R.R.). ICA-CIAT, Colombia. p. 115
- FAO. 1990. Conservación de suelo para los pequeños agricultores en las zonas tropicales húmedas. FAO, Roma. 79 p.
- FAO. 2000. Improved pruning techniques. [cd-rom]. Livestock and environment. FAO, Roma.
- Ferrer, O.; Clavero, T. & Razz, Rosa. 1999. Frecuencia de defoliación y densidad de siembra en el contenido mineral del Matarratón (*Gliricidia sepium*) **Rev. cubana Cienc. agríc.** 33:325
- Francisco, Geraldine. 2002. Manejo de las defoliaciones en la *Albizia lebbbeck* para la producción de biomasa forrajera. Tesis presentada en opción al título académico de Master en Pastos y Forrajes. EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. 80 p.
- Francisco, Geraldine; Simón, L. & Soca, Mildrey. 1998. Efecto de tres alturas de corte en el rendimiento de biomasa de *Leucaena leucocephala* cv. CNIA-250. **Pastos y Forrajes**. 21:337
- Fregoso, L.E. 2000. Investigación agrícola para el desarrollo sostenible: retos y oportunidades para el siglo XXI. En: Red Gestión de Recursos Naturales. Desarrollo Sostenible. No. 21, p. 16
- Gamboa, M.A.; Mendoza, H.; Medina, A. & Solorio, F.J. 2000. Evaluación agronómica y producción de forraje de cinco especies de árboles forrajeros en Yucatán. Memorias IV Taller Internacional Silvopastoril "Los árboles y arbustos en la ganadería tropical". EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. p. 188
- Gliessman, S.R. 1998. Agroecology: Ecological processes in sustainable agriculture. Ann Arbor Press. Chelsea, MI. p. 12
- Gómez, María Elena; Murgueitio, E.; Molina, H.; Molina, H.; Molina, E.J. & Molina, J.P. 1995. Matarratón (*Gliricidia sepium*). En: Árboles y arbustos forrajeros utilizados en alimentación animal como fuente proteica. CIPAV, Colombia. p. 13
- Graves, A.J.; Henton, S.M.; Piller, G.J.; Meekings, J.S. & Walton, E.F. 1999. Carbon supply from starch reserves to spring growth: Modelling spatial patterns in kiwifruit canes. **Annals of Botany**. 83:431
- Hernández-Daumás, S. & Russell, G. 2001. The tree-grass-soil interaction in silvopastoral systems. In: International Symposium on Silvopastoral Systems. Second Congress of Livestock Production in Latin America. San José, Costa Rica. p. 140
- Hernández-Daumás, S.; Russell, G. & Arah, J. 2001. Modelling carbon and nitrogen cycling in a humid tropical silvopastoral systems. In: International Symposium on Silvopastoral Systems. Second Congress of Livestock Production in Latin America. San José, Costa Rica. p. 178
- Hernández, I.; Benavides, J.E. & Martín, G. 2000. El corte y acarreo de los árboles forrajeros como una alternativa en una ganadería ambiental e intensiva. Memorias IV Taller Internacional Silvopastoril "Los árboles y arbustos en la ganadería tropical". EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. p. 494
- Higuera, A.; Castillo, A.; García, C.; Soto, I.; Sandoval, L. & Lobo, R. 1998. Efecto de la frecuencia y altura de corte sobre el rendimiento y calidad del forraje de diferentes variedades de Quinchoncho *Cajanus cajan* (L.) Mill sp. **Rev. Fac. Agron. (LUZ)**. 15:188
- Horne, P.M.; Catchpole, D.N. & Ella, A. 1986. Cutting management of tree and shrub legumes. In: Forages in the Asian and South Pacific agriculture. (Eds. G.J. Blair, D.A. Ivory and T.R. Evans). ACIAR. Proceedings. Canberra, Australia. p. 164
- Krishnamurthy, L. & Rajagopal, I. 2000. Diseño y manejo de sistemas agroforestales con una gran diversidad de especies para la producción sostenible. Red Gestión de Recursos Naturales. Desarrollo sostenible. p. 32
- Llamas, E.; Castillo, J.B.; Sandoval, C. & Bautista, F. 2001. Trees forage production and quality on a quarry soil in Mérida, Yucatán, México. In: International Symposium on Silvopastoral Systems. Second Congress of Livestock Production in Latin America. San José, Costa Rica. p. 355
- Lowry, J.B.; Prinsen, J.H. & Burrows, D.M. 1994. *Albizia lebbbeck* a promising forage tree for semiarid regions. In: Forage tree legumes in tropical agriculture. (Eds. R.C. Gutteridge & H.M. Shelton). CAB International, UK. 389 p.
- Mochiutti, S. 1995. Comportamiento agronómico y calidad nutritiva de *Gliricidia sepium* (Jacq.) Walp. bajo defoliación manual y pastoreo en el trópico húmedo. Tesis Mag. Sc. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 144 p.
- Mott, J.J.; Ludlow, M.M.; Richards, J.H. & Parsons, A.D. 1992. Effects of moisture supply in the dry season and subsequent grasses *Themeda*

- triandra*, *Heteropogon contortus* and *Panicum maximum*. **Australian Journal of Agricultural Research**. 43:241
- Muschler, R.G. & Bonneman, C. 1997. Potentials and limitations of agroforestry for changing land-use in the tropics: experiences from Central America. **Forest Ecology and Management**. 91:61
- Nygren, P. 1996. Implicaciones de las características ecofisiológicas del poró (*Erythrina poeppigiana*) en su manejo en sistemas agroforestales. **Revista Forestal Centroamericana**. 16:16
- Nygren, P.; Berninger, F.; Nikinmaa, E.; Sievänen, R. & Cruz, P. 2001. Evaluating the sustainability of tree fodder harvesting: A modelling approach. In: International Symposium on Silvopastoral Systems. Second Congress of Livestock Production in Latin America. San José, Costa Rica. p. 223
- Nygren, P.; Kiema, P. & Rebottaro, S. 1996. Canopy development, CO<sub>2</sub> exchange and carbon balance of a modelled agroforestry tree. **Tree Physiology**. 16:733
- Okano, K.; Komaki, S. & Matsua, K. 1994. Remobilization of nitrogen from vegetative parts to sprouting shoots of young tea (*C. sinensis*) plants. **Japanese Journal of Crop Science**. 63:125
- Papanastasis, V.P.; Platis, P.D. & Dini-Papanastasis, O. 1998. Effects of age and frequency of cutting on productivity of Mediterranean deciduous fodder tree and shrub plantations. **Forest Ecology and Management**. 110:283
- Perales, M.; Fregoso, L.E.; Martínez, C.O.; Cuevas, V.; Loaiza, A.; Reyes, J.E.; Moreno, T.; Palacios, O. & Guzmán, J.L. 2000. Evaluación del sistema agrosilvopastoril del sur de Sinaloa. En: Sustentabilidad y sistema campesino. Cinco experiencias de evaluación en México rural. (Maser O. y S. López Ridaura, Eds.). Mundi-Prensa-Gira-UNAM. México. p. 143
- Pezo, D. & Ibrahim, M. 1999. Sistemas Silvopastoriles. 2<sup>da</sup> edición. Proyecto agroforestal CATIE/GTZ. Turrialba, Costa Rica. 276 p.
- Pezo, D.; Kass, M.; Benavides, J.E.; Romero, F. & Chávez, C. 1990. Potential of legume tree fodders as animal feed in Central America. In: Shrubs and tree fodders for farm animals. (Ed. C. Devendra). IDRC. Ottawa, Can. p. 163
- Pezo, D.; Romero, F. & Kass, M. 1993. Manejo agronómico de leguminosas arbóreas para la producción de forraje de calidad: algunas experiencias con *Erythrina spp.* y *Gliricidia sepium*. En: 1<sup>er</sup> Simposium sobre leguminosas forrajeras arbóreas. Sociedad Venezolana de Pastizales y Forrajes. Capit. Zuliano y Universidad de Zulia. Maracaibo, Venezuela. 24 p.
- Pineda, O. & Ramírez, O.A. 2000. Producción de biomasa aérea en Caliantra (*Calliandra calothyrsus*) y Taxiscobo (*Perymenium grande*) bajo diferentes sistemas de manejo en Coban, Alta Verapaz, República de Guatemala. Memorias IV Taller Internacional Silvopastoril "Los árboles y arbustos en la ganadería tropical". EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. p. 226
- Reich, P.B.; Walters, M.B.; Krause, S.C.; Vanderklein, D.W.; Raffa, K.R. & Tabone, T. 1993. Growth, nutrition and gas exchange of *Pinus resinosa* following artificial defoliation. **Trees-structure and Function**. 1:67
- Richards, J.H. 1993. Physiology of plants recovering from defoliation. Proceedings of the 17<sup>th</sup> International Grassland Congress. Palmerston North, New Zealand. Vol. 1, p. 85
- Ruiz, T.E.; Febles, G.; Untoria, J.A.; Díaz, H. & Díaz, L.E. 2000. La poda: una labor necesaria en *L. leucocephala* para los sistemas silvopastoriles. Memorias IV Taller Internacional Silvopastoril "Los árboles y arbustos en la ganadería tropical". EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. p. 233
- Sánchez, M.D. 1999. Sistemas agroforestales para intensificar de manera sostenible la producción animal en América Latina tropical. En: Agroforestería para la producción animal en América Latina. FAO. Roma, Italia. p. 2
- Savory, R.; Breen, J. & Bealce, C.I.A. 1980. *Leucaena* research in Malawi. **Leucaena Newsletter**. 1:15
- Shelton, H.M. 2000. Potencial y limitaciones de *Leucaena* spp. para sistemas silvopastoriles. Simposio Internacional: Sistemas Agroforestales pecuarios en América del Sur. FAO, Brasil. p. 32
- Stür, W.W.; Shelton, H.M. & Gutteridge, R.C. 1994. Defoliation and management of forage tree legumes. In: Forage tree legumes in tropical agriculture. (Gutteridge, R.C. and Shelton, H.M., Eds.). CAB International. Wallingford, UK. p. 144
- Vázquez, E. & Torres, S. 1995. Fisiología vegetal. Editorial Pueblo y Educación. La Habana, Cuba. 451 p.

Recibido el 27 de noviembre del 2002

Aceptado el 5 de mayo del 2003