

## INTRODUCCION, EVALUACION Y SELECCION DE RECURSOS FITOGENETICOS ARBOREOS

***Odalys Toral y R. Machado***

**Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey"  
Central España Republicana, CP 44280. Matanzas, Cuba**

Después de 3 000 000 000 de años de desarrollo de las especies y los ecosistemas naturales, así como la acumulación de suelo y agua, el hombre comenzó a utilizarlos de forma anárquica, y en los últimos 200 años se ha ido destruyendo el patrimonio alcanzado de forma progresiva, poniendo en peligro a las futuras generaciones.

En la actualidad la humanidad se enfrenta a serios problemas de degradación ambiental, tales como: la contaminación de la atmósfera, el suelo y las aguas; la erosión y la desertificación, así como la pérdida de la biodiversidad, entre otros fenómenos no menos dañinos.

García-Trujillo (1993), al analizar los principales problemas de la degradación ambiental, señala que la quema de los bosques, sabanas y residuos de cosechas para diferentes fines contribuye con el 17 % de la emisión mundial de dióxido de carbono, la cual, conjuntamente con la de metano (proveniente de arrozales y rumiantes), así como el óxido nítrico y el amonio relacionados con las heces de los animales y la aplicación de fertilizantes nitrogenados, influye de forma importante en la contaminación atmosférica.

Con la deforestación en las áreas agrícolas se han agravado los problemas relacionados con la erosión de los suelos, la desertificación, la salinización y la pérdida de la biodiversidad, ya que los bosques tropicales que cubren el 6 % de la superficie de la tierra son el hogar del 70 % o más de todas las especies que habitan en el orbe.

El sostenido proceso de deforestación y desertificación en el mundo alcanzó, en 1996, pérdidas que fluctúan entre 7,6 y 10 000 000 de hectáreas de selva, y se han degradado además unos 10 000 000 de hectáreas de suelo.

En Cuba la indiscriminada tala de los bosques desde la época de la colonia redujo su superficie considerablemente. La deforestación ha contribuido al avance de la desertificación, con el aumento de la superficie de zonas áridas (300 000 000 de hectáreas en 1990). En la región del Caribe se ha agotado prácticamente la mayor parte de las reservas forestales.

En nuestro país las áreas ganaderas han sufrido una drástica reducción de sus arboledas por efecto de la tala, la quema y el empleo de postes de cemento o madera seca en sus cercados, lo que redujo sensiblemente las áreas de sombra natural y las cercas de postes vivos, así como las posibles fuentes de alimento para el ganado.

Una alternativa que podría atenuar esta difícil situación es la creación de los sistemas agroforestales o la agroforestería, ya que esta estrategia presupone un concepto en el que los sistemas diseñados involucran el uso de árboles y/o arbustos con cultivos y/o animales en la misma unidad de terreno, en los cuales se crea una fuerte interacción ecológica entre los componentes arbóreo, animal, cultivo/pasto, suelo y otros entes de índole biótica y abiótica.

El uso de los árboles en los planes ganaderos o la incorporación del ganado a las áreas con árboles han sido temas muy debatidos, ya que generan soluciones viables para los países subdesarrollados o en vías de desarrollo, al contribuir al control de la erosión y la descontaminación del ambiente, y además porque se pueden utilizar como cercas vivas, fuente de energía, madera, semillas y alimento para el ganado; y por la contribución de los árboles leguminosos a la fertilidad del suelo.

Sin embargo, la implantación de los sistemas silvopastoriles implica la selección de

especies ecológica y económicamente apropiadas para los fines que se persiguen en estos agroecosistemas. De ahí la necesidad de la puesta en marcha de un programa encaminado a la búsqueda, introducción, evaluación y selección de estos importantes fitorrecurso, como una fase imprescindible para su futura extensión.

### **Resultados del programa de introducción, evaluación y selección de recursos fitogenéticos arbóreos**

"Es un hecho poco alentador, para los expertos en prados de gramíneas, darse cuenta de que probablemente son más los animales que se alimentan de arbustos y árboles, o de asociaciones en las que las leñosas desempeñan un papel importante, que sobre verdaderos prados de gramíneas y leguminosas" (Commonwealth Agricultural Bureau, citado por Skerman, Cameron y Riveros, 1991).

Por otra parte Yepes (1974), en sus consideraciones sobre la introducción de pastos en gran escala en Cuba, alertaba sobre la existencia "...de una vegetación clímax de los bosques semicaducifolios que botan las hojas en el primer trimestre de invierno y lo remuevan en el segundo trimestre, cuando aumenta el calor y la duración del día aunque las lluvias no han llegado y las plantas herbáceas mientras tanto se han secado..." y que "...los campesinos dicen que el ganado se muere en el potrero y se salva en la manigua comiendo bejucos, leguminosas volubles y arbustos con sus vainas de invierno y en general, existen un centenar de especies de ramoneo".

Tales consideraciones sirvieron de base al desarrollo de un plan de búsqueda de los recursos fitogenéticos arbóreos. De esta forma, durante 4 años (1995-1999) se realizaron recorridos en algunos jardines botánicos institucionalizados en Cuba. Las visitas para las colectas se efectuaron en los meses comprendidos de marzo a mayo de cada año, en el momento de mayor fructificación de estas especies. Se loca-

lizaron solo aquellas especies arbóreas de las cuales se tenían referencias de sus posibles usos en zonas ganaderas del trópico, además de otras que por las características de las plantas, cumplían también los objetivos trazados. Una vez identificadas las especies se procedió a la colecta de las semillas; en todos los casos se tomó una muestra representativa y suficiente para la creación de los viveros y el futuro *arboretum* en los predios de la EEPF "Indio Hatuey".

Además, se efectuó una búsqueda de las principales instituciones internacionales que realizaban investigaciones con árboles forrajeros, así como de aquellos trabajos que mostraban los resultados del empleo de especies arbóreas en la alimentación animal. A partir de la información obtenida se formalizaron solicitudes de intercambio de germoplasma arbóreo forrajero con 13 países, se enviaron cartas de intención a 15 instituciones y desde 1996 hasta la fecha se han solicitado un total de 75 especies.

### **Resultados de la colecta de especies en los jardines botánicos y de la introducción foránea**

Con el objetivo de coleccionar especies potencialmente útiles se visitaron las áreas de los jardines botánicos de La Habana, Cienfuegos y Guisa entre los años 1995 y 1997.

Como se aprecia (tabla 1), en estas instituciones se coleccionaron 70 especies arbóreas y/o arbustivas pertenecientes a las subfamilias *Mimosoideae*, *Caesalpinioideae* y *Faboideae* de la familia *Leguminosae*, así como de las familias *Moraceae*, *Moringaceae*, *Burceraceae*, *Arecaceae*, *Elaeocarpaceae*, *Esterculiaceae*, *Boraginaceae*, *Myrtaceae* y *Simplocaceae*, las cuales constituyen por su valor y aceptable amplitud, un germoplasma de relevante importancia para los fines que se persiguen.

Por otra parte, como resultado de la petición de especies arbóreas y arbustivas a diversas instituciones foráneas, fue posible obtener un total de 38 accesiones en los años comprendidos entre 1995 y 1998 (tabla 2).

Tabla 1. Relación de géneros arbóreos colectados en el país.

Géneros	Especies	Accesiones	Familia
1. <i>Albizia</i>	11	11	<i>Leguminoseae</i>
2. <i>Bauhinia</i>	10	11	<i>Leguminoseae</i>
3. <i>Pithecellobium</i>	3	4	<i>Leguminoseae</i>
4. <i>Morus</i>	2	3	<i>Moraceae</i>
5. <i>Moringa</i>	1	1	<i>Moringaceae</i>
6. <i>Erythrina</i>	9	9	<i>Leguminoseae</i>
7. <i>Cassia</i>	8	8	<i>Leguminoseae</i>
8. <i>Acacia</i>	4	5	<i>Leguminoseae</i>
9. <i>Bursera</i>	1	1	<i>Burseraceae</i>
10. <i>Trophis</i>	1	2	<i>Moraceae</i>
11. <i>Lonchocarpus</i>	2	2	<i>Leguminoseae</i>
12. <i>Milletia</i>	1	1	<i>Leguminoseae</i>
13. <i>Peptademia</i>	1	1	<i>Arecaceae</i>
14. <i>Enterolobium</i>	2	2	<i>Leguminoseae</i>
15. <i>Caesalpinia</i>	1	1	<i>Leguminoseae</i>
16. <i>Gliricidia</i>	1	1	<i>Leguminoseae</i>
17. <i>Dialium</i>	1	1	<i>Leguminoseae</i>
18. <i>Muntingia</i>	1	1	<i>Elaeocarpaceae</i>
19. <i>Calliandra</i>	1	1	<i>Mimosaceae</i>
20. <i>Guazuma</i>	1	1	<i>Esterculiaceae</i>
21. <i>Cordia</i>	1	1	<i>Boraginaceae</i>
22. <i>Tamarindus</i>	1	1	<i>Caesalpinaceae</i>
23. <i>Eugenia</i>	1	1	<i>Myrtaceae</i>
24. <i>Piscidia</i>	1	1	<i>Leguminoseae</i>
25. <i>Pongamia</i>	1	1	<i>Leguminoseae</i>
26. <i>Pelthophorum</i>	1	1	<i>Leguminoseae</i>
27. <i>Cordia</i>	1	1	<i>Boraginaceae</i>
28. <i>Symplocos</i>	1	1	<i>Simplocaceae</i>
Total	70	75	

### Prospección y colecta de especies en el territorio nacional

De acuerdo con las informaciones existentes en la actualidad, Cuba posee más de 6 700 especies, de las cuales más de 1 300 son árboles, con un 35 % de especies exclusivas del país (Instituto de Ecología y Sistemática, 1999).

Dentro de esta amplia diversidad, los tipos arbóreos y arbustivos de la familia *Leguminoseae* ocupan un lugar sumamente importante, ya que de esta familia se han informado 15 géneros de la subfamilia *Caesalpinioideae*; 12 de la subfamilia *Mimosoideae* y 19 de la subfamilia *Faboideae*, con un alto número de especies (Barreto, 1990).

A partir de esta importante premisa, comenzó un fuerte trabajo de prospección y colecta de germoplasma arbóreo en diversas zonas del territorio nacional; se hizo un mayor énfasis en las especies de la familia *Leguminoseae* por sus conocidas potencialidades,

aunque también se colectó material de especies de otras familias que eran utilizadas para diversos propósitos agro-pecuarios, según las encuestas realizadas en las zonas elegidas. Para ello se tomó como base la Metodología para la colecta, conservación y caracterización de especies herbáceas, arbóreas y arbustivas útiles para la ganadería (Machado, Roche, Toral y González, 1999).

La primera de las prospecciones para la colecta específica de germoplasma promisorio de especies arbóreas y/o arbustivas se realizó en varias zonas de la Ciénaga de Zapata, en suelos de tipo Hidromórfico y Fersialítico, fundamentalmente.

Durante el transcurso de esta misión se identificaron 16 géneros con 24 especies, todas con cualidades morfológicas sobresalientes y muchas de ellas empleadas para diversos fines por los campesinos de esta región, o utilizadas espontáneamente por los animales en los hábitats silvestres donde forman parte de la vegetación natural.

Tabla 2. Relación de accesiones recibidas del extranjero.

Especies	Número de accesiones	Años
Costa Rica		
<i>Cnidoscolus acutifolium</i>	1	1995
<i>Morus alba</i>	5	
<i>Erythrina berteroana</i>	1	
<i>Erythrina poeppigiana</i>	1	
<i>Gliricidia sepium</i>	6	
Colombia		
<i>Albizia lebbeck</i>	1	1997
<i>Erythrina fusca</i>	1	
<i>Gliricidia sepium</i>	1	
<i>Leucaena</i> spp.	8	
<i>Leucaena</i> spp.	10	
Sudáfrica		
<i>Leucaena leucocephala</i>	1	1998
Estados Unidos		
<i>Delonix regia</i>	1	1996
FAO		
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	1	1997

En los recorridos efectuados fue interesante comprobar que las poblaciones más abundantes estuvieron formadas por especies de los géneros *Erythrina* y *Lysiloma*. De modo particular 2 especies de esta última: *Lysiloma sabicu* y sobre todo *Lysiloma latisiliqua*, sobresalieron por su corpulencia y altura con relación a los restantes componentes vegetales. Sin embargo, otras especies como *Albizia cubana* y *Albizia lebbeck* aparecieron con muy baja frecuencia y de forma aislada, aunque los especímenes colectados mostraban una excelente formación morfoestructural para propósitos de ramoneo.

Otras poblaciones, las cuales aparecieron con mayor o menor frecuencia pero siempre asociadas a los bosques, por debajo del dosel arbóreo, fueron las de *Bauhinia* (4 especies); *Cassia* (4 especies) y *Lonchocarpus* (2 especies); mientras que otras se localizaron indistintamente en cercados, zonas bajas, orilla de carreteras, e incluso formando parte de la vegetación de parques, como fue el caso de *Gliricidia sepium*, *Guazuma ulmifolia*, *Leucaena leucocephala* y *Pithecellobium glaucum*, respectivamente.

La segunda prospección se realizó en las alturas de Topes de Collantes. En esta misión se colectaron 17 accesiones pertenecientes a

15 géneros arbustivos, las que en su mayoría estuvieron asociadas a gramíneas cespitosas propias de estos ecosistemas naturales que crecían debajo del estrato aéreo de estas arbustivas.

En la tabla 3 se resumen los géneros y especies colectados en la Ciénaga de Zapata y Topes de Collantes; se destaca la presencia de un alto número de especies de la familia *Leguminosae* y de otras arbóreas importantes, cuya existencia en las condiciones de las zonas de colecta pudiera estar asociada al principio de la sucesión de las especies y a su adaptación a ambientes específicos; ello determina su presencia o ausencia en estos ecosistemas, aun cuando otros factores de origen biótico o abiótico, y de modo particular el hombre, influyen sensiblemente en su distribución.

Otras misiones de colecta fueron realizadas en el norte de la provincia de Villa Clara, en las que se obtuvo un interesante germoplasma de *Erythrina berteroana*, *G. sepium*, *A. lebbeck*, *Albizia saman* y *Sesbania sesban*, localizadas en suelos de los grupos Húmicos Calcimórficos, Hidromórficos y Fersialíticos; mientras que en recorridos efectuados en las provincias La Habana, Matanzas y Cienfuegos se colectaron *Ficus* spp., *G. ulmifolia*, *Caesalpinia pulcherrima*,

*Cassia grandis*, *Threma micranta*, *Albizia procera*, *Erythrina grisebachii*, *Erythrina variegata*, *Cordia colococca*, *Spondias purpurea*, *Spondias mombi*, *Bursera simaruba*, *Albizia*

*berteriana* y *Muntingia calabura*, cuya distribución también se corresponde con los principios antes mencionados.

Tabla 3. Géneros y especies colectadas en varias zonas de Cuba.

Géneros	Especies	Géneros	Especies
<i>Leguminosae</i>		Otras familias	
<i>Albizia</i>	2	<i>Ateraus</i>	1
<i>Bauhinia</i>	4	<i>Brosimum</i>	1
<i>Calliandra</i>	1	<i>Citharexylum</i>	1
<i>Cassia</i>	4	<i>Cecropia</i>	1
<i>Enterolobium</i>	1	<i>Eugenia</i>	1
<i>Erythrina</i>	3	<i>Exothea</i>	1
<i>Gliricidia</i>	1	<i>Flacourtia</i>	1
<i>Leucaena</i>	1	<i>Guazuma</i>	1
<i>Lonchocarpus</i>	2	<i>Hibiscus</i>	1
<i>Lysiloma</i>	2	<i>Mastichodendron</i>	1
<i>Pithecellobium</i>	1	<i>Morus</i>	1
<i>Schizolobium</i>	1	<i>Palmentiera</i>	2
<i>Senna</i>	2	<i>Trophis</i>	1

Es importante destacar que de la biodiversidad colectada, los géneros de *Leguminosae* (13) representan el 28,2% de todos los de porte arbóreo y arbustivo que se encuentran formando parte de esta flora específica para el archipiélago cubano, donde existe un total de 46 géneros con estas características (Barreto, 1990), aspecto que cobra mayor significación si se toma en consideración que muchos de estos últimos no poseen especies de utilidad, con lo que pudiera aumentar este porcentaje si solo se refiriera a aquellos que pueden utilizarse.

#### Comportamiento germinativo de las plantas arbóreas

En estudios realizados acerca del comportamiento de la germinación y la viabilidad, se observó que las semillas de *L. leucocephala* cv. Cunningham pueden conservarse por más de 12 años almacenadas en cámara fría o en condiciones

ambientales, ya que mantienen la viabilidad (González, Hernández y Mendoza, 1998).

En investigaciones desarrolladas en la EEPF "Indio Hatuey" se determinó el potencial germinativo de las semillas de *A. lebbeck*, *G. sepium* y *E. berteroana*.

La germinación de *A. lebbeck* y *E. berteroana* se presenta en las figuras 1 y 2, respectivamente. *E. berteroana* mostró un incremento significativo de la germinación durante el almacenamiento (20-68%); sin embargo, este indicador en *A. lebbeck* varió entre 29,0% (0 mes) y 31,5% (12 meses) y el valor superior se obtuvo a los 12 meses (43,7%); mientras que en *erythrina* ocurrió a los 12 meses (68%). Los valores de la viabilidad en ambas especies siempre fueron superiores a los de la germinación, lo que demostró la presencia de latencia en estas semillas. En *albizia* la viabilidad alcanzó los mayores valores a 0 mes y a los 2 meses (98,5 y 99,7%, respectivamente) y en *erythrina* se mantuvo en 93,3 % desde 0 hasta 6 meses (Navarro y González, 1999).

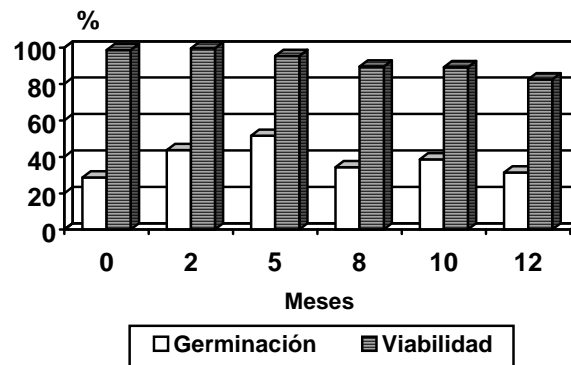


Fig. 1. Germinación y viabilidad en *A. lebbeck* (%).

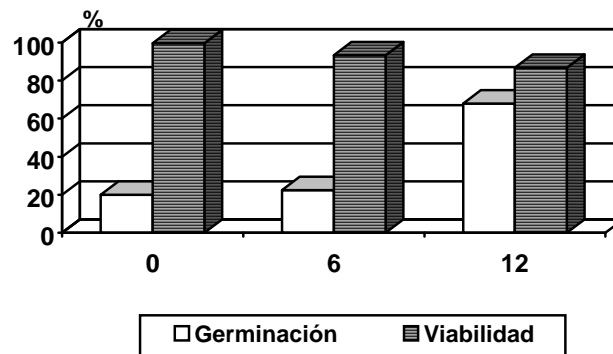


Fig. 2. Germinación y viabilidad en *E. berteroana* (%).

En *G. sepium* (fig. 3) los valores de la germinación y la viabilidad coincidieron, lo que excluye la posibilidad de latencia en esta especie. Para estos indicadores hubo una disminución significativa durante el almacenamiento, desde 93 % hasta 0 % a los 10 meses. A diferencia de *A. lebbeck* y *E. berteroana*, las semillas de estas especies mostraron una caída más acentuada en la germinación y la viabilidad a partir de los 6 meses.

Las investigaciones sobre distintos métodos de escarificación de las semillas de

leguminosas arbóreas (76 especies) demostraron que el tratamiento con agua caliente a 80°C durante 2 minutos no fue el método más efectivo en todos los casos para romper la corteza dura después de 6 y 12 meses de almacenamiento.

Sin embargo, en las semillas recién cosechadas de 6 especies perennes leñosas (*A. lebbeck*, *Bauhinia purpurea*, *Bauhinia variegata*, *A. saman*, *C. grandis* y *Erythrina indica*) este tratamiento con agua caliente favoreció solo a *B. variegata* y *A. saman* (Torral, 1998).

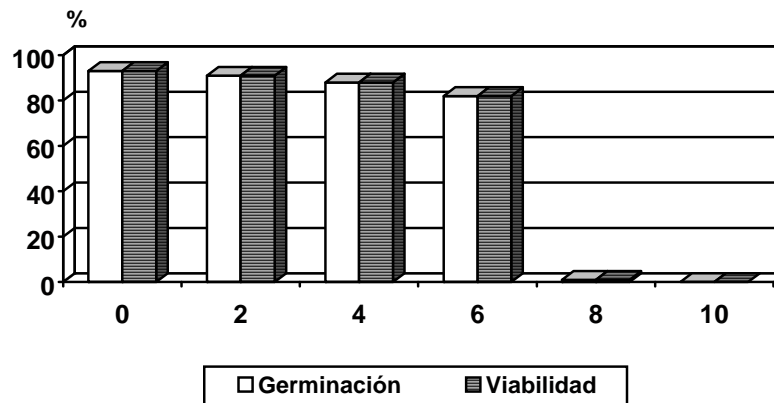


Fig. 3. Germinación y viabilidad de *G. sepium* (%).

### Evaluación del germoplasma arbóreo y arbustivo

Desde los inicios de la década de los 80 comenzó la introducción y evaluación de diferentes especies arbóreas ya conocidas internacionalmente, como *L. leucocephala* cvs. Cunningham, Perú, Ipil-Ipil y CNIA-250, y *A. lebbeck*. Todas corroboraron su potencialidad forrajera y se destacaron por su alto contenido proteico (22-28 % de PB) y sus buenos rendimientos (9-12 t de MS/ha/año). En los últimos años se ha ampliado el espectro evaluativo a 109 accesiones introducidas de *Leucaena* (90 de *L. leucocephala*, 8 de *Leucaena macrophylla*, 5 de *Leucaena diversifolia*, 2 de *Leucaena lanceolata*, 2 de *Leucaena shannonii*, una de *Leucaena pulverulenta* y una de *Leucaena greggii*), de las cuales se comportaron como árboles promisorios (forraje, leña y sombra) las accesiones de *L. leucocephala* CIAT-17498 y 18433, y *L. macrophylla* CIAT-17238. Paralelamente al estudio de las accesiones, continuó la introducción de recursos forrajeros arbóreos a partir de las prospecciones realizadas en diferentes ecosistemas relevantes del país. Como resultado de esto se fomentó un *arboretum* con 67 especies arbóreas de interés para la ganadería, que tiene más de 5 años de evaluación.

Para la selección de las mejores especies se realizaron una serie de experimentos y resultaron propuestas todas aquellas con

potencialidad para ser utilizadas en los sistemas de producción, a partir de un proceso de eliminación sucesiva que comenzó por el establecimiento de las especies en condiciones de campo y terminó con las pruebas o ensayos de selectividad por los animales (bovinos jóvenes).

### Establecimiento

Los estudios desarrollados durante el período de establecimiento en condiciones de campo (*arboretum*), a partir del material obtenido, permitieron comprobar que existió una gran variabilidad en términos de supervivencia, así como en el tiempo, la altura y el diámetro (DAP) necesarios para alcanzar el punto en que las plantas se consideraron totalmente establecidas.

Fue notorio que algunas de las especies mostraran una baja supervivencia, lo que se asoció a las condiciones restrictivas de aireación en la zona radical, motivado por el encharcamiento en los puntos donde fueron sembradas; mientras que otras no sobrevivieron al estrés causado en el momento del trasplante (Anexo 1).

Este efecto de estrés también se manifestó en los 30 días posteriores al trasplante, ya que la velocidad de crecimiento fue lenta, aunque las fluctuaciones detectadas fueron de índole específica y/o varietal. No obstante, ello no pareció desempeñar un papel decisivo en términos de velocidad de establecimiento, ya

que la recuperación que siguió a esta primera etapa permitió alcanzar un desarrollo aceptable de todas las especies, las que demoraron como promedio 19 meses para establecerse, con muy contadas excepciones.

Si se considera que una altura de 2 m es un buen indicador del establecimiento, sería posible plantear que las especies de más rápido establecimiento resultaron *Moringa oleifera* (7 meses y 2,04 m de altura), *Pterocarpus* sp. (8 meses y 2,11 m de altura), *L. leucocephala* CIAT-9421 y CIAT-7872 (9 meses y altura de 2,10 m), *L. leucocephala* CIAT-9437 y CIAT-17498, *Bauhinia* sp. y *Cassia festuca* (10 meses y altura entre 2,0 y 2,1 m), *L. leucocephala* CIAT-18483, CIAT-8069 y CIAT-18481, *Enterolobium cyclocarpum*, *Enterolobium contortisiliquum* y *Morus* sp. (11 meses y altura entre 2,02 y 2,27 m), *L. leucocephala* CIAT-17480 y CIAT-17223, *L. macrophylla* CIAT-17240, *Bauhinia pauletia* y *Pithecellobium discolor* (12 meses y altura entre 2,05 y 2,39 m). Las especies restantes se establecieron después de los 13 meses de plantadas.

Existieron 18 especies que no alcanzaron la altura prefijada de 2 m para el establecimiento (Anexo 2), lo cual pudo estar asociado a las características genotípicas de la planta, así como también a la fecha de siembra, que estuvo en dependencia de las colectas realizadas.

Otro elemento interesante observado en la etapa de establecimiento fue el relacionado con la fenología. En este sentido, se comprobó que un grupo de especies arbóreas no mostraron todas las fases fenológicas durante el período experimental y se mantuvieron en fase vegetativa; mientras que 34 presentaron los diferentes estadios fenológicos durante el año. También se pudo observar que existió un grupo de especies que son caducifolias, como es el caso de *B. pauletia*, *A. lebbeck* y *Albizia lucida*, las cuales pierden sus hojas en los meses de febrero a marzo; *A. procera* de marzo a mayo; *Cassia festuca* x *Cassia nodosa* de abril a mayo; *E. contortisiliquum* de noviembre a enero; *M. oleifera* en febrero; *G. sepium* de enero a febrero; *E. cyclocarpum* y *Gmelina arborea* de diciembre a febrero.

Del total de especies en estudio, solamente 15 produjeron semillas durante el establecimiento. En este sentido, los ecotipos del

género *Leucaena* mostraron un comportamiento bastante similar en cuanto a la cantidad de semillas por legumbre, que varió entre 15 y 20 semillas; solo *L. leucocephala* CIAT-18483 y *L. macrophylla* CIAT-17240 alcanzaron valores inferiores a los antes mencionados (11 y 9 semillas, respectivamente). El número total de legumbres varió marcadamente entre los ecotipos del género *Leucaena*; el mayor número de legumbres se detectó en *L. leucocephala* CIAT-9421 (531 legumbres), CIAT-9437 (416 legumbres), CIAT-7872 (281 legumbres) y CIAT-8069 (203 legumbres). Los menores valores se obtuvieron en *L. macrophylla* CIAT-17240 (8 legumbres) y *L. leucocephala* CIAT-18483 (26 legumbres), lo que constituye una limitante para la propagación de estas últimas, en contraste con las anteriores.

Las restantes especies mostraron variación tanto en la cantidad de semillas por legumbre como en el número total de legumbres; los mayores valores se obtuvieron en *A. lebbeck* y *B. purpurea*, con 7 semillas por legumbre, y los menores en *Caesalpinia sappan* y *M. oleifera*. Con relación al número total de legumbres, este fue mayor en *Bauhinia acuminata* (20 legumbres) y *A. lebbeck* (19 legumbres).

Esta variación en la producción de semillas entre las especies en estudio pudo estar motivada por el grado de preparación del suelo y el mantenimiento de la limpieza que se le aplicó al área, entre otros factores agronómicos, así como también por el comportamiento de las lluvias, las plagas y las enfermedades. Todas estas constituyen variables de las cuales dependen los rendimientos, asociados a la respuesta genotípica que posean los individuos en particular.

El efecto de la distancia entre árboles en la producción de semillas de *A. lebbeck* (1, 2, 3 y 4 m entre plantas y 4 m entre hileras) se estudió durante 3 años (Matías y Ruz, 1996). Los mejores valores para el primer año se obtuvieron en la densidad de 4 m<sup>2</sup>/planta (12 448 kg/ha); sin embargo, después del tercer año se logró una estabilización del rendimiento y la densidad de 4 x 4 m (583 plantas/ha) fue la mejor, con 977 kg/ha.



### Producción y calidad de la biomasa comestible

Uno de los indicadores más importantes en el proceso de evaluación y determinación de la potencialidad de las especies para incluirlas en los sistemas productivos es la producción de biomasa total, la fracción comestible y su aceptabilidad por parte de los animales.

Partiendo de esta premisa, se desarrolló un ensayo durante 1 año en el que las plantas establecidas se sometieron a un régimen de poda (una por época) con el objetivo de determinar la biomasa total, la biomasa comestible, la fracción leñosa y el número de ramas de cada accesión.

Los datos fueron analizados por época, para lo cual se utilizó un análisis jerárquico de

clasificación automática. En ambos períodos se formaron cuatro grupos (tabla 4).

Los resultados mostraron que *A. procera* (grupo 4) y *E. contortisiliquum* (grupo 2) resultaron las de mejor comportamiento en cuanto a la biomasa potencialmente comestible, cuyo valor medio varió entre 0,8 y 4,3 kg de MS/árbol; mientras que un amplio número, constituido por 43 especies, produjo 0,55 kg de MS comestible/árbol, aunque la peor especie (grupo 3) fue *Bauhinia malabarica* que solo produjo 0,2 kg de MS comestible/árbol. Sin embargo, en el número de ramas se observó un comportamiento diferente, ya que la especie del grupo 2 resultó la de mayor producción de ramas (26), seguida por las especies de los grupos 1, 4 y 3 (14, 12 y 10 ramas, respectivamente).

Tabla 4. Agrupamiento de las especies en estudio.

Grupos	Período poco lluvioso							
	BC		BL		BT		NR	
	X	DS	X	DS	X	DS	X	DS
1	0,55	0,77	0,77	1,08	1,33	1,74	14,32	11,82
2	0,83	-	4,55	-	5,38	-	26	-
3	0,20	-	0,25	-	7,65	-	10	-
4	4,35	-	4,3	-	8,65	-	12	-

Grupos	Período lluvioso							
	BC		BL		BT		NR	
	X	DS	X	DS	X	DS	X	DS
1	0,90	0,79	0,88	0,90	1,73	1,69	8,04	4,82
2	4	1,87	4,32	0,53	8,32	1,87	32	-
3	7,2	-	7,5	-	14,7	-	6	-
4								

BC: biomasa comestible

BT: biomasa total

X: valores medios

BL: biomasa leñosa

NR: número de ramas

DS: desviación estándar

En el período lluvioso el agrupamiento de las especies fue similar al del poco lluvioso. *A. procera* (grupo 3) continuó siendo la especie de mayor producción (7,2 kg de MS/árbol), y en orden descendente se agruparon *Bauhinia* sp. y *P. discolor*, que constituyeron el grupo 2 con un valor medio de producción de biomasa de 4 kg de MS/árbol; mientras que el resto de las especies se nuclearon en el grupo 1, con valores de 0,9 kg de MS/árbol. La mayor producción de ramas se encontró en las

especies del grupo 2 (32 ramas), seguidas por las de los grupos 1 y 3 (8 y 6 ramas, respectivamente).

Los análisis correspondientes a la composición química de estas arbóreas mostraron que poseen contenidos de proteína cruda superiores a los de los pastos tropicales, y en varios casos también a los de los concentrados comerciales. Sobresalieron en este sentido 18 accesiones, con niveles superiores al 20 %, entre las que se incluyen

las especies *A. saman*, *Albizia semani*, *A. caribaea*, *A. lucida*, *A. cubana*, *G. sepium* y *L. leucocephala*.

### Aceptabilidad

Si bien la producción de biomasa, su fracción comestible y su calidad constituyen importantes indicadores para la selección del germoplasma promisorio, su aceptabilidad por parte de los animales pudiera considerarse como una de las cualidades determinantes de este proceso.

El comportamiento de la aceptabilidad de las especies arbóreas por los bovinos jóvenes en ambos períodos del año se muestra en el Anexo 3 (accesiones bien ramoneadas 22, medianamente ramoneadas 37 y no ramoneadas 7).

En la época de seca se constató que los animales mostraron una preferencia media por las arbóreas, lo que pudo deberse a que no tenían el hábito de consumirlas ya que provenían de otros potreros, así como también a la baja disponibilidad de pasto (1,3 t de MS/ha/rotación), el cual tenía una alta proporción de gramíneas con relación a las leguminosas (76,27:19,49 % para el primer año y 91,98:6,17 % para el segundo año), y se conoce que los bovinos tienen preferencia por las primeras. En este sentido se pudo observar que los animales, una vez que hacían su entrada al área, primero consumían el pasto y después ramoneaban las arbóreas.

En el período lluvioso *L. leucocephala* CIAT-17240 pasó a la escala III (ramoneada) y *A. lebbeck* a la II (medianamente ramoneada) y se observó que el ramoneo de estas comenzó a partir del primer día de pastoreo. La proporción gramíneas:leguminosas se comportó bastante similar para cada año (86,07:11,39% para el primero y 83,08:16,18% para el segundo). Debe destacarse que se produjo un aumento de las leguminosas en este período en el segundo año, lo que pudo estar motivado por la emergencia de plantas a partir de las reservas de semilla que existían en el suelo, así como también por el aporte de estas en las excretas de los animales durante el pastoreo (Torral y Simón, 2001).

En estos ensayos de aceptabilidad fue evidente la preferencia que tuvieron los animales por ramonear, en primer lugar, los

ecotipos de *L. leucocephala*; de esta forma se corroboran los resultados alcanzados en otras áreas del trópico (Suárez, Rubio, Franco, Vera, Pizarro y Amézquita, 1987), así como los obtenidos en Cuba por Wencomo y Seguí (1998), asociados al hábito de consumo de los animales en estas áreas, en las que esta especie es muy abundante.

También se observó que una vez que los ecotipos de *L. leucocephala* y *A. lebbeck* carecían prácticamente de follaje disponible para el ramoneo, otras especies fueron consumidas con mucha menor frecuencia, como *A. berteriana*, *A. procera*, *Albizia odoratissima*, *A. cubana*, *A. lucida* y *Albizia kalkora*, pero solo a partir del tercer día en el período poco lluvioso, y a partir del quinto y el sexto día en el lluvioso para ambos años. Ello confirma la observación realizada por Febles, G. (comunicación personal), quien al estudiar la aceptabilidad de un grupo de especies arbóreas por los animales, comprobó la superioridad en este sentido de *Albizia lebbeckoides*, *A. lucida*, *A. caribaea* y *Albizia amara*, entre otras, en la categoría de medianamente consumidas.

### CONCLUSIONES

Después de haber evaluado las accesiones y variedades en estudio desde la fase de prospección, pasando por los estudios de establecimiento, fenología, producción de semillas y biomasa, hasta las pruebas de ramoneo, se concluye que:

- En la Ciénaga de Zapata existe un grupo de especies que son importantes en la alimentación de los animales, las cuales deben ser mejor estudiadas para recomendar su introducción en los sistemas de explotación, así como también para su posible expansión a otros lugares. En la zona de Topes de Collantes se halló un alto potencial forrajero arbóreo, del cual hacen el mayor uso los bovinos.
- *A. lebbeck* y *E. berteriana* presentan dormancia poscosecha; mientras que las semillas de *Gliricidia* no presentan este fenómeno y deben sembrarse antes de los 6 meses poscosecha, ya que se deterioran.
- Con excepción de *B. reticulata*, *E. variegata*, *C. festuca*, *Schizolobium* sp.,

*Pterocarpus* sp. y *P. discolor*, el resto de las especies mostraron un buen comportamiento en cuanto a la supervivencia durante el establecimiento (60-100 %).

- Todas las especies crecieron lentamente, sobre todo durante los primeros 30 días posteriores al trasplante; no obstante, se destacaron por un establecimiento más acelerado *M. oleifera*, *Pterocarpus* sp., *L. leucocephala* CIAT-9421, CIAT-7872, CIAT-9437, CIAT-17498, CIAT-18483, CIAT-8069, CIAT-18481, CIAT-17480 y CIAT-17223, *L. macrophylla* CIAT-17240, *Bauhinia* sp., *C. festuca*, *A. saman*, *E. cyclocarpum*, *E. contortisiliquum*, *Morus* sp., *B. pauletia* y *P. discolor*.
- Durante el establecimiento se detectaron un grupo de especies caducifolias, entre las que se encuentran: *A. lebbeck*, *C. festuca* x *C. nodosa*, *E. contortisiliquum*, *G. sepium*, *E. cyclocarpum*, *G. arborea*, *A. lucida*, *B. pauletia*, *A. procera* y *M. oleifera*.
- *L. leucocephala* CIAT-9421, CIAT-9437, CIAT-18481, CIAT-17480, CIAT-17223, CIAT-7872 y CIAT-8069, *A. lebbeck* y *B. purpurea* se destacaron por su alto potencial de producción de semillas.
- El marco de siembra óptimo para *A. lebbeck* fue de 16 m<sup>2</sup>/planta (583 plantas/ha), ya que su producción de biomasa resultó más alta y estable, además de que la semilla fue de mejor calidad.
- Los mayores valores de producción de biomasa comestible se obtuvieron en las especies *A. procera*, *G. arborea*, *P. discolor*, *L. macrophylla* CIAT-17240, *Bauhinia* sp., *B. purpurea*, *B. candicans*, *B. malabarica*, *E. contortisiliquum*, *L. leucocephala* CIAT-18483, *S. saman*, *A. lebbeck*, *C. sappan*, *G. ulmifolia*, *C. festuca* x *C. nodosa*, *L. punctatus* y *A. kalkora*.
- Las especies *A. saman*, *A. semani*, *A. caribaea*, *A. lucida*, *A. cubana*, *A. lebbeck*, *G. sepium*, *S. saman*, *L. leucocephala* CIAT-9437, CIAT-9415, CIAT-17480, CIAT-7872, CIAT-18483 y cv. Cunningham, y *L. macrophylla* CIAT-17240 sobresalieron con niveles superiores al 20 % de proteína cruda.
- La selección de especies forrajeras por los animales no varió grandemente entre las dos épocas del año. Los animales

ramonearon con mayor preferencia 12 de los ecotipos estudiados de *L. leucocephala*, así como las especies *A. lebbeck*, *B. purpurea*, *Bauhinia* sp., *B. simaruba*, *C. chayamansa*, *E. cyclocarpum*, *E. berteoana*, *G. sepium* y *Morus* sp.

## CONCLUSIONS

After evaluating the accessions and varieties under research from the prospection stage, going through the studies of establishment, phenology, seed production and biomass, to the browsing tests, it is concluded that:

- In Ciénaga de Zapata there is a group of species, which are important for animal feeding and should be more thoroughly studied for recommending their introduction in ploitation systems, as well as for their possible expansion to other sites. In the Topes de Collantes area a high tree forage potential was found, which is mostly used by bovines.
- *A. lebbeck* and *E. berteoana* show post-harvest latency; while *Gliricidia* seeds do not show this phenomenon and must be sown before 6 months post-harvest, because they deteriorate.
- With the exception of *B. reticulata*, *E. variegata*, *C. festuca*, *Schizolobium* sp., *Pterocarpus* sp. and *P. discolor*, the rest of the species howed a good performance regarding survival during the establishment (60-100 %).
- All the species grew slowly, specially during the first 30 days after transplanting; however, *M. oleifera*, *Pterocarpus* sp., *L. leucocephala* CIAT-9421, CIAT-7872, CIAT-9437, CIAT-17498, CIAT-18483, CIAT-8069, CIAT-18481, CIAT-17480 and CIAT-17223, *L. macrophylla* CIAT-17240, *Bauhinia* sp., *C. festuca*, *A. saman*, *E. cyclocarpum*, *E. contortisiliquum*, *Morus*, sp., *B. pauletia* and *P. discolor* stood out for a more speedy establishment.
- During the establishment a group of deciduous species was detected, among which we find: *A. lebbeck*, *C. festuca* x *C. nodosa*, *E. contortisiliquum*, *G. sepium*, *E. cyclocarpum*, *G. arborea*, *A. lucida*, *B. pauletia*, *A. procera* and *M. oleifera*.

- *L. leucocephala* CIAT-9421, CIAT-9437, CIAT-18481, CIAT-17480, CIAT-17223, CIAT-7872 and CIAT-8069, *A. lebbeck* and *B. purpurea* stood out for their high seed production potential.
- Optimum sowing frame for *A. lebbeck* was 16 m<sup>2</sup>/plant (583 plants/ha), because its biomass production was higher and more stable, and also its seed had higher quality.
- The highest production values of edible biomass were obtained in the species *A. procera*, *G. arborea*, *P. discolor*, *L. macrophylla* CIAT-17240, *Bauhinia* sp., *B. purpurea*, *B. candicans*, *B. malabarica*, *E. contortisiliquum*, *L. leucocephala* CIAT-18483, *S. saman*, *A. lebbeck*, *C. sappan*, *G. ulmifolia*, *C. festuca* x *C. nodosa*, *L. punctatus* and *A. kalkora*.
- The species *A. saman*, *A. semani*, *A. caribaea*, *A. lucida*, *A. cubana*, *A. lebbeck*, *G. sepium*, *S. saman*, *L. leucocephala* CIAT-9437, CIAT-9415, CIAT-17480, CIAT-7872, CIAT-18483 and cv. Cunningham, and *L. macrophylla* CIAT-17240 stood out with more than 20 % of crude protein.
- The selection of forage species by the animals did not vary greatly between the two seasons of the year. The animals browsed more preferably 12 of the ecotypes studied of *L. leucocephala*, as well as the species *A. lebbeck*, *B. purpurea*, *Bauhinia* sp., *B. simaruba*, *C. chayamansa*, *E. cyclocarpum*, *E. berteriana*, *G. sepium* and *Morus* sp.

## REFERENCIAS

- Barreto, Adelaida. 1990. Botánica de las leguminosas. Instituto de Ecología y Sistemática. La Habana, Cuba. 39 p. (Mimeo)
- Gonzalez, Yolanda; Hernández, A. & Mendoza, F. 1998. Comportamiento de la germinación y viabilidad de las semillas de leguminosas arbustivas. I. *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham. Memorias III Taller Internacional Silvopastoril "Los árboles y arbustos en la ganadería". EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. p. 107
- Instituto de Ecología y Sistemática. 1999. Cuba y sus árboles. (Eds. María E. Zulueta & H. Moreno). Editorial Academia, Cuba. 214 p.
- Machado, R.; Roche, R.; Toral, Odalys & González, E. 1999. Metodología para la colecta, conservación y caracterización de especies herbáceas, arbóreas y arbustivas útiles para la ganadería. **Pastos y Forrajes**. 22:181
- Matías, C. & Ruz, Vivian. 1996. Efecto de la distancia entre plantas en el potencial de producción de semillas de *Albizia lebbeck*. Resúmenes. Taller Internacional "Los árboles en los sistemas de producción ganadera". EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. p. 98
- Navarro, Marlen & Gonzalez, Yolanda. 1999. Identificación del período de latencia en tres especies de árboles leguminosos. **Pastos y Forrajes**. 22:239
- Skerman, P.J.; Cameron, D.G. & Riveros, F. 1991. Leguminosas forrajeras tropicales. FAO. Roma, Italia. p. 569
- Suárez, S.; Rubio, J.; Franco, C.; Vera, R.; Pizarro, E. & Amézquita, N.C. 1987. *Leucaena leucocephala*: producción y composición de leche y selección de ecotipos con animales en pastoreo. **Pasturas Tropicales**. 9 (2):11
- Toral, Odalys. 1998. Comportamiento de especies arbóreas forrajeras en sus primeras etapas de desarrollo. **Pastos y Forrajes**. 21:293
- Toral, Odalys & Simón, L. 2001. Aceptabilidad relativa de especies arbóreas forrajeras de los géneros *Leucaena* y *Albizia*. **Pastos y Forrajes**. 24:209
- Wencomo, Hilda B. & Seguí, Esperanza. 1998. Estudio de la capacidad de recuperación en plantas adultas de *Leucaena* spp. después de la poda. Memorias III Taller Internacional Silvopastoril "Los árboles y arbustos en la ganadería". EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. p. 113
- Yepes, S. 1974. La Introducción y la destrucción de pastos (ramoneo). Resúmenes. I Seminario Interno Científico-Técnico. EEPF "Indio Hatuey". Matanzas. Cuba. Series Técnico-Científica A-5. p. 73

Recibido el 17 de septiembre del 2001

Aceptado el 15 de octubre del 2001

Anexo 1. Relación de especies que no sobrevivieron en condiciones de campo.

- |                                  |  |
|----------------------------------|--|
| 1. <i>Albizia lebbeckoides</i>   | 12. <i>Erythrina poeppigiana</i>                             |
| 2. <i>Albizia zigia</i>          | 13. <i>Eugenia uniflora</i>                                  |
| 3. <i>Bauhinia hokerii</i>       | 14. <i>Gliricidia sepium</i> (ecotipo esparza guanacaste)    |
| 4. <i>Cassia moschata</i>        | 15. <i>Gliricidia sepium</i> (ecotipo la mansión guanacaste) |
| 5. <i>Dialium guineense</i>      | 16. <i>Gliricidia sepium</i> (ecotipo naranjo de alajuela)   |
| 6. <i>Erythrina americana</i>    | 17. <i>Gliricidia sepium</i> (ecotipo santa rosa guanacaste) |
| 7. <i>Erythrina cubensis</i>     | 18. <i>Leucaena leucocephala</i> cv. México                  |
| 8. <i>Erythrina dominguensis</i> | 19. <i>Leucaena leucocephala</i> cv. Perú                    |
| 9. <i>Erythrina grisebachii</i>  | 20. <i>Piscidia liscipula</i>                                |
| 10. <i>Erythrina misorensis</i>  | 21. <i>Symplocos</i> sp.                                     |
| 11. <i>Erythrina pallida</i>     |  |

Anexo 2. Relación de especies que no alcanzaron la altura fijada para el establecimiento.

- |                                  |                                     |
|----------------------------------|-------------------------------------|
| 1. <i>Bauhinia retusa</i>        | 10. <i>Guazuma ulmifolia</i>        |
| 2. <i>Brosimum alicastrum</i>    | 11. <i>Lonchocarpus longistylus</i> |
| 3. <i>Bursera simaruba</i>       | 12. <i>Lonchocarpus punctatus</i>   |
| 4. <i>Cassia arcoiris</i>        | 13. <i>Malvaviscus arboreus</i>     |
| 5. <i>Cassia grandis</i>         | 14. <i>Milletia ovalifolia</i>      |
| 6. <i>Cnidoscolus chayamansa</i> | 15. <i>Morus alba</i>               |
| 7. <i>Erythrina indica</i>       | 16. <i>Pithecellobium dulce</i>     |
| 8. <i>Erythrina</i> sp.          | 17. <i>Pongamia pinnata</i>         |
| 9. <i>Ficus</i> sp.              | 18. <i>Trichanthera gigantea</i>    |

Anexo 3. Agrupamiento de las especies evaluadas con animales

Accesiones ramoneadas (escala III)	Accesiones medianamente ramoneadas (escala II)	Accesiones no ramoneadas (escala I)
<i>Albizia lebbbeck</i>	<i>Albizia berteriana</i>	<i>Bauhinia pauletia</i>
<i>Bauhinia purpurea</i>	<i>Albizia caribaea</i>	<i>Bauhinia retusa</i>
<i>Bauhinia</i> sp.	<i>Albizia cubana</i>	<i>Erythrina variegata</i>
<i>Bursera simaruba</i>	<i>Albizia kalkora</i>	<i>Malvaviscus arboreus</i>
<i>Cnidoscolus chayamansa</i>	<i>Albizia lucida</i>	<i>Moringa oleifera</i>
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	<i>Albizia odoratissima</i>	<i>Pithecellobium dulce</i>
<i>Erythrina berteroana</i>	<i>Albizia procera</i>	<i>Pterocarpus</i> sp.
<i>Gliricidia sepium</i>	<i>Albizia saman</i>	
<i>Leucaena leucocephala</i> CIAT- 8069	<i>Albizia semani</i>	
<i>L. leucocephala</i> CIAT- 9415	<i>Bauhinia acuminata</i>	
<i>L. leucocephala</i> CIAT- 9421	<i>Bauhinia candicans</i>	
<i>L. leucocephala</i> CIAT- 9437	<i>Bauhinia malabarica</i>	
<i>L. leucocephala</i> CIAT-17223	<i>Bauhinia reticulata</i>	
<i>L. leucocephala</i> CIAT-17480	<i>Bauhinia variegata</i>	
<i>L. leucocephala</i> CIAT-18481	<i>Bauhinia variegata</i> (var. Candida)	
<i>L. leucocephala</i> CIAT-18483	<i>Brosimum alicastrum</i>	
<i>L. leucocephala</i> CIAT-7872	<i>Caesalpinia sappan</i>	
<i>L. leucocephala</i> CNIA-250	<i>Cassia arcoiris</i>	
<i>L. leucocephala</i> CIAT-17498	<i>Cassia festuca</i>	
<i>L. leucocephala</i> cv. Cunningham	<i>Cassia festuca</i>	
<i>Leucaena macrophylla</i>	x <i>Cassia nodosa</i>	
CIAT- 17240	<i>Cassia grandis</i>	
<i>Morus</i> sp.	<i>Enterolobium contortisiliquum</i>	
	<i>Erythrina indica</i>	
	<i>Erythrina</i> sp.	
	<i>Ficus</i> sp.	
	<i>Gmelina arborea</i>	
	<i>Guazuma ulmifolia</i>	
	<i>Lonchocarpus longistylus</i>	
	<i>Lonchocarpus punctatus</i>	
	<i>Lysiloma latisiliqua</i>	
	<i>Milletia ovalifolia</i>	
	<i>Morus alba</i>	
	<i>Pithecellobium discolor</i>	
	<i>Pongamia pinnata</i>	
	<i>Schizolobium</i> sp.	
	<i>Trichanthera gigantea</i>	