

UNIVERSIDAD DE MATANZAS "CAMILO CIENFUEGOS"

**ESTACIÓN EXPERIMENTAL DE PASTOS Y FORRAJES
"INDIO HATUEY"**



Aspirante: *Ing. Odalys Caridad Toral Pérez*

**Tesis presentada en opción al grado científico
de Doctor en Ciencias Agrícolas**

Matanzas 2006

UNIVERSIDAD DE MATANZAS "CAMILO CIENFUEGOS"

**ESTACIÓN EXPERIMENTAL DE PASTOS Y FORRAJES
"INDIO HATUEY"**

**Selección de germoplasma arbóreo con potencial
forrajero para la ganadería cubana**

Autor: Ing. Odalys Caridad Toral Pérez

*Tutores: Dr. Leonel Simón Guelmes
Dr. Rey Machado Castro*

Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Agrícolas

**Matanzas, Cuba
2006**

*Los árboles, además de gran elemento de riquezas,
son los mejores amigos de la agricultura y la ganadería.*

José Martí

AGRADECIMIENTOS

- A la Revolución, que me permitió, estudiar y prepararme como una profesional capacitada para contribuir al desarrollo del país y de los países amigos.
- A mis tutores, el Dr. Leonel Simón Guelmes y al Dr. Rey L. Machado Castro, por su atención y disposición para conmigo.
- Al Dr. Pedro Pablo del Pozo y la Dra. Marta Monzote, quienes como oponentes de la defensa de esta tesis ante el tribunal ramal, realizaron un riguroso trabajo de revisión y un excelente informe de oponencia, muy útiles para los arreglos y conformación definitiva de esta tesis de doctorado.
- A Yoaima Matías Carballea[†], por su responsabilidad, calidad y rigor en todas las mediciones y evaluaciones realizadas en el área experimental, su colaboración incondicional, en la búsqueda de información bibliográfica y en el procesamiento de varios resultados de la tesis.
- A los integrantes de la Comisión de Posgrado de la EEPF “Indio Hatuey” y de la Comisión de Grado Científico de la Universidad de Matanzas, quienes con sus sabias sugerencias y críticas oportunas, permitieron la mejor elaboración y presentación de esta tesis de doctorado.
- Al colectivo del laboratorio central de análisis químico de la EEPF “Indio Hatuey”, y en especial a la Ing. Ramona Casanova Elizalde, especialista principal y jefe de este laboratorio, quienes realizaron los análisis bromatológicos de esta investigación.
- A la Lic. Alicia Ojeda González, Lic. Nayda Armengol López y Nancy Pérez Pérez, quienes trabajaron arduamente en la revisión de estilo, corrección y composición de todo el material de tesis.
- A todos los compañeros de la biblioteca, por su ayuda incondicional.
- A Maria Guadalupe Pérez, Mercedes Armas, Nilda Castro, Carmen Fung, Yolanda González, Jorge Reino, Luis Lamela, Yuseika Olivera, Claribel Benítez, Osmel Alonso y Milagros Milera por brindarme todo su apoyo.

- A los compañeros del Departamento de Matemática del ICA, siempre dispuestos a brindar ayuda y colaboración.
- Al Consejo de Dirección de la EEPF “Indio Hatuey”, por las facilidades brindadas para el desarrollo y culminación de nuestros estudios de doctorado.
- A los compañeros del área de Servicios de la EEPF “Indio Hatuey” (motel y comedor), por hacer nuestra estancia más agradable.
- Al colectivo de trabajadores de la “EEPF Indio Hatuey”, al cual me siento muy honrada de pertenecer, por su sensibilidad humana, responsabilidad y sentido de pertenencia.
- A mi familia por confiar en mí.
- A mi hijo, a quien deseo pedirle que vea en mí, el ejemplo que le he dado de dedicación y entrega total al estudio y al trabajo, para que pueda ser un profesional mejor preparado y capaz de contribuir al desarrollo del país.

DEDICATORIA

A mi hijo mi semilla, mi alegría y mi confianza para el futuro.

A mis padres y abuelos, porque ustedes fueron mi guía en el camino, por su sabiduría y ejemplo, por su amor, comprensión y sacrificio. Esta tesis es mi empeño por hacer realidad toda la confianza que depositaron en mí.

A mi compañero Jesús M. Iglesias Gómez por su dedicación, apoyo y comprensión en los momentos difíciles

A mis amigos allegados

SÍNTESIS

Los trabajos de investigación de esta tesis estuvieron encaminados a seleccionar plantas leñosas promisorias para la alimentación del ganado bovino, a partir de un proceso selectivo secuencial de un germoplasma introducido. Los ensayos experimentales fueron realizados en la Estación Experimental de Pastos y Forrajes “Indio Hatuey”. Se evaluaron 60 accesiones de arbóreas. Se utilizaron como variables la germinación, la supervivencia, el ataque de plagas y enfermedades, la altura, el período de establecimiento, la producción de biomasa comestible, leñosa y total, el número de ramas y la dinámica de crecimiento de los rebrotes. Como indicadores de la composición bromatológica de las hojas y los tallos tiernos se estudiaron los porcentajes de materia seca, fibra bruta, proteína bruta, calcio y fósforo. Para obtener la variabilidad alcanzada y la relación entre los indicadores, se llevó a cabo un Análisis de Componentes Principales; mientras que para agrupar los tratamientos con características semejantes, en función de las variables medidas y/o estimadas, se empleó el Análisis de Cluster. En el procesamiento de los resultados experimentales se utilizó el paquete estadístico SPSS, versión 10.0. Los resultados experimentales en la etapa de vivero manifestaron una alta variabilidad entre las accesiones, donde la germinación, la supervivencia, la altura inicial, la altura a los 90 días de sembrada y el grosor del tallo fueron las variables que más contribuyeron. Sobresalieron cuatro accesiones de *Bauhinia* y una de los géneros *Albizia*, *Enterolobium*, *Gliricidia*, *Guazuma*, *Lonchocarpus*, *Schizolobium*, *Morus* y *Trichantera*. Existieron diferencias entre y dentro de las accesiones evaluadas en cuanto al comportamiento en la etapa de establecimiento; 13 accesiones de *Leucaena*, siete de *Albizia*, seis de *Bauhinia*, dos de *Enterolobium*, dos de *Cassia* y una de los géneros *Morus*, *Gmelina*, *Gliricidia* y *Moringa* obtuvieron valores superiores a la media poblacional, por lo que fueron las más destacadas. En la etapa de aceptabilidad, las accesiones más ramoneadas fueron: 13 accesiones de *Leucaena*, dos de *Bauhinia*, una de los géneros *Albizia*, *Enterolobium*, *Erythrina*, *Gliricidia* y *Morus*. Los indicadores de la composición bromatológica tuvieron muy poca variación en sus valores por efecto de la época y las mayores variaciones correspondieron a las especies. Se concluye que los caracteres estudiados en vivero estuvieron muy relacionados con el desarrollo de las plantas en esta etapa de crecimiento y es necesario tenerlos en cuenta para decidir el momento óptimo de trasplante; para definir el establecimiento es importante tomar en consideración no solo la altura, sino también el tiempo que demoran para alcanzarla, así como la supervivencia; las especies evaluadas pueden representar una importante

f fuente alternativa para la alimentación de los rumiantes, en especial por su alto contenido de proteína. Se destacaron por su comportamiento general, como potencialmente útiles para la ganadería, las especies: *Albizia lebbek*, *Bauhinia sp.*, *Enterolobium cyclocarpum*, *Gliricidia sepium*, *Morus nigra*, *Leucaena leucocephala* CIAT-8069, *L. leucocephala* CIAT-9415, *L. leucocephala* CIAT-9421, *L. leucocephala* CIAT-9437, *L. leucocephala* CIAT-17223, *L. leucocephala* CIAT-17480, *L. leucocephala* CIAT-18481, *L. leucocephala* CIAT-18483, *L. leucocephala* CIAT-7872, *L. leucocephala* CNIA-250, *L. leucocephala* CIAT-17498, *L. leucocephala* cv. Cunningham y *L. macrophylla* CIAT-17240. Se recomienda continuar la evaluación de las especies seleccionadas en estudios de sistemas de producción de pastoreo-ramoneo, así como completar los estudios en lo referente a su valor nutritivo, compuestos antinutricionales, formas de conservación y producción de semillas.

ÍNDICE DE CONTENIDO

	Pág
INTRODUCCIÓN	1
Capítulo I. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	5
I.1 Utilidad de los árboles y arbustos forrajeros	5
I.2 Identificación y requisitos de las especies arbóreas forrajeras	6
I.3 El vivero como primera fase de desarrollo de las plantas arbóreas	8
I.3.1 Preparación del lecho de siembra	12
I.3.2 Momento del trasplante	13
I.4 Manejo para el establecimiento de árboles y arbustos de la familia Leguminosae	14
I.4.1 Espaciamiento	16
I.4.2 Momento de comenzar la explotación	17
I.5 Papel de los árboles y arbustos de la familia Leguminosae en la producción pecuaria	18
I.5.1 Principales especies arbóreas ramoneadas por los animales	23
I.6 Efecto de la defoliación y la altura de corte sobre los árboles y arbustos de la familia Leguminosae	26
Capítulo II. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL: GENERALIDADES	31
II.1 Ubicación geográfica del área experimental	31
II.2 Suelo	31
II.3 Clima	32
II.4 Secuencia experimental	33
II.5 Fuentes y vías de obtención del germoplasma arbóreo	33
II.6 Análisis de los datos	37

Capitulo III. ETAPA EXPERIMENTAL	38
III.1. Evaluación de árboles forrajeros en condiciones de vivero	38
III.1.1 Materiales y Métodos	38
III.1.1.1 Tratamientos	38
III.1.1.2 Procedimiento experimental	38
III.1.1.3 Variables medidas y estimadas	39
III.1.2. Resultados	40
III.2 Evaluación de árboles forrajeros durante el establecimiento	46
III.2.1 Materiales y Métodos	46
III.2.1.1 Tratamientos	46
III.2.1.2 Procedimiento experimental	46
III.2.1.3 Variables medidas y estimadas	48
III.2.2 Resultados	48
III.3 Selectividad de las especies arbóreas sometidas a pastoreo	56
III.3.1 Materiales y Métodos	56
III.3.1.1 Tratamientos	56
III. 3.1.2 Procedimiento Experimental	57
III.3.1.3 Variables medidas y estimadas	58
III.3.2 Resultados	58
III.4 Comportamiento de las arbóreas ante la poda	62
III.4.1 Materiales y Métodos	62
III.4.1.1 Tratamientos	62
III.4.1.2 Procedimiento Experimental	63

III.4.1.3 Variables medidas y estimadas	63
III.4.2 Resultados	64
Capítulo IV DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS EXPERIMENTALES	73
CONCLUSIONES GENERALES	88
RECOMENDACIONES	89
NOVEDAD CIENTÍFICA	90
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	91
ANEXOS	114

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla II.2.1 Características del suelo del área experimental	31
Tabla II.3.1 Comportamiento de las variables climáticas durante los siete años y el promedio de los últimos 15 años	32
Tabla III.1.2.1. Relación entre las variables e indicadores que explican la varianza	41
Tabla III.1.2.2. Accesiones pertenecientes a los grupos formados	42
Tabla III.1.2.3. Contribución de las variables a la formación de los grupos	42
Tabla III.1.2.4. Valores medios de las variables para las accesiones en la fase de vivero	43
Tabla III.2.2.1. Relación entre las variables e indicadores que explican la varianza	49
Tabla III.2.2.2. Accesiones pertenecientes a los grupos formados	50
Tabla III.2.2.3. Contribución de las variables a la formación de los grupos	51
Tabla III.2.2.4. Valores de los indicadores durante la fase de establecimiento	52
Tabla III.2.2.5. Comportamiento fenológico de las especies en estudio	54
Tabla III.3.2.1. Accesiones pertenecientes a los grupos formados en el período poco lluvioso	59
Tabla III.3.2.2. Accesiones pertenecientes a los grupos formados en el período lluvioso	59
Tabla III.3.2.3. Accesiones pertenecientes a los grupos formados en el comportamiento anual	61
Tabla III.3.2.4. Comportamiento fenológico de las especies en estudio	61
Tabla III.4.2.1. Relación entre indicadores y componentes principales	64
Tabla III.4.2.2. Accesiones pertenecientes a los grupos formados en el período lluvioso	65
Tabla III.4.2.3. Accesiones pertenecientes a los grupos formados en el período poco Lluvioso	65
Tabla III.4.2.4. Contribución de las variables a la formación de los grupos (período lluvioso)	66
Tabla III.4.2.5. Contribución de las variables a la formación de los grupos (período poco lluvioso)	66
Tabla III.4.2.6. Producción de biomasa en las accesiones más ramoneadas	67
Tabla III.4.2.7. Composición bromatológica de las accesiones evaluadas (%)	68
Tabla III.4.2.8. Composición bromatológica de las accesiones evaluadas (minerales)	69

ÍNDICE DE FIGURAS Y ANEXOS

Fig. III.2.1.2.1. Representación del área experimental	47
Fig. III.4.2.1. Dinámica de crecimiento de los rebrotes en el período lluvioso	71
Fig. III.4.2.2. Dinámica de crecimiento de los rebrotes en el período poco lluvioso	72
Anexo 1. Plagas que dañan las arbóreas	114
Anexo 2. Agrupamiento de las accesiones en el período poco lluvioso	115
Anexo 3. Agrupamiento de las accesiones en el período lluvioso	116
Anexo 4. Agrupamiento anual de las accesiones	117

ABREVIATURAS

AOAC	Association of Official Agricultural Chemistry
MO	Materia orgánica
MS	Materia seca
FB	Fibra bruta
PB	Proteína bruta
Ca	Calcio
P	Fósforo
K	Potasio
Mg	Magnesio
N	Nitrógeno
Na	Sodio
t	Tonelada
g	Gramo
kg	Kilogramo
L	Litro
ha	Hectárea
mm	Milímetro
cm	Centímetro
m	Metro
m ²	Metro cuadrado
UGM	Unidad de ganado mayor
UM	Unidad de medida
%	Por ciento
BT	Biomasa total
BC	Biomasa comestible
BL	Biomasa leñosa
ACP	Análisis de componentes principales

Introducción

El constante deterioro de la biodiversidad del planeta contribuye a la pérdida de los recursos genéticos. En este sentido, se conoce que de 10 000 especies de plantas comestibles y animales que el hombre utilizó en los últimos 100 años, en la actualidad se utilizan unas 150 de origen vegetal y 15 animal en forma generalizada, y la mayoría de la humanidad obtiene su energía alimentaria de solo 12 especies vegetales (Machado, 1995).

Esta pérdida de la biodiversidad, así como los procesos acelerados de calentamiento global, erosión, desertificación y salinización, pudieran disminuir a partir del tratamiento sostenible que se les dé a los ecosistemas usados en función de la agricultura y la ganadería, entre otras medidas. Cuba, al igual que el resto de los países de Latinoamérica, requiere que en el sector agropecuario se desarrollen una agricultura y una ganadería rentables y competitivas, que se correspondan con las exigencias del contexto socioeconómico, productivo y ambiental cubano, que ocupen un destacado lugar en el producto interno bruto nacional y que logren satisfacer las necesidades nutricionales de la población (Iglesias, 2003), lo cual ejerce una influencia negativa en la sostenibilidad de los ecosistemas.

En este sentido, el uso de los árboles en los planes ganaderos o la incorporación de los animales a las áreas con árboles se vislumbran como soluciones viables para este contexto, ya que estos controlan la erosión, influyen en la descontaminación del ambiente, dan sombra y alimento al ganado, y además se emplean como cercas vivas, fuentes de energía, semilla y madera. En el caso de los árboles leguminosos, a todas estas propiedades se le suma que contribuyen a la fertilidad del suelo, a partir de la fijación biológica del nitrógeno por parte de las bacterias del género *Rhizobium* (Botero y Russo, 1999).

Desde el punto de vista ecológico, el uso de árboles leguminosos puede contribuir a mejorar la productividad y la sostenibilidad de los sistemas existentes, mediante un aumento en los rendimientos y la calidad de los pastos asociados y a través de la alimentación de los animales que consumen el follaje mediante el ramoneo o la poda. Desde el punto de vista económico, el sistema se favorecería con el aumento y la diversificación de la producción, así como con la reducción de los costos derivados de la suplementación con concentrados, entre otros. Las ventajas socioeconómicas de estos sistemas agroforestales han sido señaladas por Budowski (1997), quien destaca la disminución de importaciones de insumos y/o de los gastos por concepto de productos exógenos, como una de las más importantes.

Es por esto que en el caso más específico de la ganadería, los sistemas más estudiados y en los que existe un mayor número de reportes han sido los sistemas asociados con árboles y/o arbustos leguminosos, en los que se da un mayor número de interacciones entre los componentes (Mahecha, Gallego y Peláez, 2002).

Hernández y Simón (1994) señalaron que han sido múltiples los recursos y esfuerzos que se han destinado en función de encontrar plantas leñosas que satisfagan las necesidades del sistema ganadero y en definir estrategias de trabajo que permitan su persistencia en el pastizal. En este sentido, los estudios sobre el uso de los árboles y arbustos en la ganadería han sido numerosos en los últimos años y tratan aspectos que van desde la colección y agronomía hasta la evaluación con los animales (Pezo e Ibrahim, 1996; Leng, 1997; Simón, 1998; Mahecha, et al, 2002; Sánchez, 2002; Iglesias, 2003; Martín, 2004; Soca, 2005).

Ya en la década del 70, Yepes (1974), en sus consideraciones sobre la introducción de pastos a gran escala, alertaba sobre la existencia en nuestro país de "...una vegetación clímax de los bosques semicaducifolios que botan la hoja en el primer trimestre de invierno y la renuevan en el segundo trimestre (marzo-mayo), cuando aumenta el calor y la duración del día, aunque las lluvias no han llegado. Las plantas herbáceas mientras tanto se han secado. 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...". Este autor identificó un grupo de 42 ramones (especies forrajeras de troncos leñosos), propuso la introducción de arbustos en los sistemas ganaderos y planteó que un ecosistema de sabana con arbustos es más propio y productivo que una pradera limpia de tipo no tropical.

El ramoneo directo de los árboles y arbustos, conjuntamente con el pastoreo de las plantas existentes (generalmente gramíneas) en los estratos inferiores, contribuye significativamente a la mejora de los índices productivos y reproductivos de los rebaños vacunos y de otras especies animales. En este sentido, el empleo de la tecnología de silvopastoreo con *Leucaena leucocephala* permite obtener producciones de leche entre 8 y 10 kg de leche/animal/día (2 500-4 500 kg/ha/año) y considerables mejoras en todos los parámetros reproductivos de los animales (Milera, Iglesias, Remy y Cabrera, 1994; López, 2002; Sánchez, 2002).

En sistemas de ceba bovina se han alcanzado ganancias de peso vivo entre 500 y 600 g/animal/día (700-800 kg/ha/año) (Hernández, 2000; Iglesias, 2003a). Es por esto que en la actualidad, Cuba necesita desarrollar estos sistemas de producción ganaderos diversificados, con

un mínimo uso de insumos externos, y en las que el componente arbóreo-arbustivo desempeñe un papel fundamental en la alimentación animal y en la mejora de las condiciones del entorno.

La planta arbórea forrajera más estudiada por la comunidad científica y a la vez la más utilizada por los productores, y de la cual existen amplias fuentes de información en Cuba y en el mundo, lo constituye la *Leucaena leucocephala* (Ruiz y Febles, 1998). Aunque en los últimos años las investigaciones se han ampliado a otras especies de plantas perennes leñosas, como *Albizia*, *Morera* y *Bauhinia* (Simón, Iglesias, Hernández, Hernández y Duquesne, 1990; Febles y Ruiz, 1996; Martín, 2004), el espectro varietal de los ramones o forrajeras estudiados es aún reducido, por lo que se hace necesario continuar los estudios con otras arbóreas y arbustivas, que se adapten a diferentes condiciones edafoclimáticas y de manejo, así como al uso en otras alternativas productivas (Simón, Hernández y Duquesne, 1995).

En el esfuerzo por diversificar y ampliar el uso de árboles y arbustos potencialmente útiles para los sistemas ganaderos actuales, orientados al uso de bajos insumos externos, es que se realizan los estudios de esta tesis, la cual se basó en la siguiente **Hipótesis** de trabajo:

Si se evalúa comparativa e integralmente especies arbóreas y arbustivas multipropósito, en diferentes etapas del proceso selectivo secuencial, se podrán seleccionar las más promisorias para estos fines y recomendar su inclusión paulatina en los sistemas ganaderos actuales.

Teniendo en cuenta lo planteado anteriormente, el **Objetivo general** de la tesis fue:

Seleccionar plantas promisorias para la alimentación del ganado bovino a partir de un proceso selectivo secuencial en un germoplasma de especies leñosas introducidas

Considerando que el estudio se basó en la selección de las especies arbóreas y arbustivas, se trazaron los siguientes **Objetivos específicos**:

- *Caracterizar el comportamiento de especies arbóreas y arbustivas en condiciones de vivero.*
- *Seleccionar las mejores accesiones durante el período de establecimiento.*
- *Determinar el grado de aceptabilidad, por el ganado bovino, del material establecido en condiciones de pastoreo.*
- *Determinar la respuesta a la poda de las especies arbóreas y arbustivas más ramoneadas.*

Capítulo I. Revisión bibliográfica

1.1 Utilidades de los árboles y arbustos forrajeros

Los árboles y arbustos forrajeros desempeñan un papel vital en cualquier sistema agroforestal debido a su naturaleza multipropósito. Además de proveer múltiples productos, como forraje, frutos, leña y postes, cumplen una función muy importante de servicio y protección del suelo; con su estructura (tallos y hojas) disminuyen el efecto e impacto directo del sol, la lluvia y el viento sobre este, evitando la erosión por filtración y acarreo en grietas; con sus raíces profundas y extendidas reducen la escorrentía superficial del agua de lluvia y, además, permiten una mejor absorción del agua y de los nutrimentos debido a la mayor área explorada. También contrarrestan los procesos de compactación debidos al pastoreo continuo y los procesos de erosión y arrastre de nutrientes en laderas y zonas de fuertes precipitaciones (Franco, 1999; Acosta, Plasencia, Espinosa, Jiménez y Bombino, 2005; Ørskov, 2005).

Por otro lado, favorecen el medio ambiente; el almacenamiento de C en el suelo es un factor clave en la mitigación del calentamiento global, al considerar la reincorporación al sumidero biosférico a través de la retención en la parte subterránea de los ecosistemas (Callo-Concha, Krishnamurthy y Alegre, 2001).

En estudios realizados por Acosta, Plasencia y Espinosa (2006) se reporta que una biomasa de 91,6-127,7 t de materia seca/ha, equivale a 45,8-63,8 t de carbono/ha, lo que demuestra que la introducción de árboles en los pastizales, mejora las condiciones del suelo y produce un incremento de la retención de carbono.

Es importante resaltar que en 1992 la Organización Mundial de la Salud destacó la magnitud del uso y conservación de estas plantas, que favorecen la protección del medio ambiente para una mejor calidad de vida (Nobile, 2003).

Gran importancia tiene también la sombra, que no solo contribuye al confort de los animales, sino también a la fertilidad del suelo y a mejorar el valor nutritivo de algunas especies vegetales que se reproducen bajo ellas (Pedraza, 2000). Los trabajos realizados por Guevara, Ruiz, Curbelo, Jiménez y Canino (1994) y Renda, Calzadilla, Jiménez y Sánchez (1997) también evidencian el efecto positivo de los arbustos y árboles en la producción y calidad nutritiva de algunos pastos.

La hojarasca que producen es fuente de materia orgánica. En ella los macroorganismos y los microorganismos del suelo encuentran condiciones favorables para multiplicarse y descomponer las formas complejas presentes en los tejidos, en sustancias simples como nitrógeno, fósforo, potasio, magnesio y calcio, para que sean absorbidas nuevamente por los árboles y los cultivos vecinos (Murgueitio, Rosales y Gómez, 2001). A esto se suma la posibilidad que tienen los árboles y arbustos leguminosos de fijar el N atmosférico al suelo, enriqueciéndolo a partir de la simbiosis con las bacterias del género *Rhizobium* presentes en sus nódulos radiculares.

Las características nutricionales y de producción de biomasa de muchas especies leñosas pueden permitir su integración ventajosa en los sistemas de producción animal. En la ganadería, estas especies pueden contribuir a mejorar la calidad de la dieta de los animales y a satisfacer la demanda de alimento en la época de sequía (Pedraza, 2000).

Las hojas, los tallos tiernos y las legumbres forman parte de la dieta de muchas especies de rumiantes y han sido usados tradicionalmente como fuente de forraje de los animales domésticos en Asia, África y el Pacífico (Skerman, 1977). Aunque no todos los árboles forrajeros son de la familia de las leguminosas, se reporta que existen más de 200 especies usadas como forraje, cuyo origen puede ser de las regiones tropicales o subtropicales (Brewbaker, 1986).

Por la importancia que poseen las leguminosas en el ámbito agropecuario, se hace imprescindible conocer la identidad de las especies de esta familia, de forma tal que sea posible una mejor comprensión de su adaptabilidad y potencialidad como plantas productoras de alimentos de consumo directo por el hombre o de forrajes y otras fuentes destinadas a los animales.

1.2 Identificación y requisitos de las especies arbóreas forrajeras

Los productos forestales (árboles y arbustos) presentan una amplia variedad de formas, orígenes, usos y hasta mercado; por ello, es difícil generalizar acerca de la situación y de las implicaciones en su manejo en la conservación del bosque y en el desarrollo de las comunidades humanas que lo habitan. Esto ha motivado distintas formas de clasificación sobre la base de algunas de sus características biológicas, culturales o económicas, sus usos y su ámbito de mercado (Tacón, 1999).

Lo prioritario cuando se comienza un estudio vegetacional comprende la observación detallada y acuciosa del paisaje, con el fin de visualizar los elementos generales de evolución que indiquen la

historia de la masa vegetal del lugar, sus usos en alimentación u otros (Rojas, citado por Hernández, 2006). Así, la apreciación de los recursos se hace con la descripción del paisaje presente; ya que entrega valiosos antecedentes sobre los recursos vegetales en las plantas para su colección final (Gajardo, 1993).

En Cuba el trabajo experimental orientado al desarrollo y mejora de la ganadería se ha fundamentado principalmente en la búsqueda de nuevas especies vegetales y sistemas de alimentación que contribuyan a disminuir las carencias de alimentos convencionales para los rumiantes, principalmente en la época de pocas precipitaciones. De ahí que la inclusión y utilización de las leguminosas y de los árboles y arbustos multipropósitos tropicales, como un componente de calidad esencial de los pastizales, ha constituido un objetivo priorizado en los últimos años (Febles y Ruiz, 2000)

En todas las regiones del mundo, un amplio rango de especies leñosas, leguminosas o de otras familias de plantas se han identificados como útiles para la alimentación animal, tanto de rumiantes como de monogástricos (Hughes 1998; Febles y Ruiz 2000; Galindo, Chongo, Delgado, Gutiérrez, La O, Marrero y González, 2000). En este sentido, se ha informado la existencia de 270 especies diferentes de más de 74 géneros (Blair 1990), entre los que se destacan *Albizia*, *Gliricidia*, *Erythrina* y *Leucaena* (Kass, 1994; Lowry, Prinsen y Burrows, 1994; Febles y Ruiz, 2000).

Una de las maneras primordiales para identificar especies con potencial forrajero, es mediante la observación de las preferencias de los animales en pastoreo o ramoneo. La observación en los animales ha permitido localizar especies particularmente apetecidas y con altos niveles de digestibilidad *in vitro* de la materia seca y de la proteína cruda (Pedraza, 2000; Benavides, 1998; Villareal, 2006).

Para que un árbol o arbusto pueda ser calificado como forrajero debe reunir un grupo de ventajas, tanto en términos nutricionales como de producción y de versatilidad agronómica, con relación a otros forrajes ya utilizados tradicionalmente.

En tal sentido, Benavides (2000); Febles, Ruiz y Simón (1995) y Simón, Hernández y Ojeda (2005) plantean que los requisitos más importantes para tal calificación son:

- Que su consumo por los animales sea adecuado como para esperar cambios en sus parámetros de respuesta.
- Que el contenido de nutrientes sea atractivo para la producción animal.

- Que sea tolerante a la poda.
- Que su rebrote sea lo suficientemente vigoroso como para obtener niveles significativos de producción de biomasa comestible.

Estudios sociales más profundos en cuanto al uso de esas especies por las poblaciones locales, así como los relacionados con su composición química, valor nutritivo del follaje y manejo agronómico, entre otros, son primordiales para evaluar el potencial forrajero de las especies leñosas presentes en las pasturas que se introducen en los planes ganaderos (Franke y Miranda, 1999).

1.3 El vivero como primera fase de desarrollo de las plantas arbóreas

El vivero es una instalación altamente especializada, imprescindible en todo proyecto de reforestación, ya que en él se produce el material plantable. La calidad de este material y la economía de su producción están determinadas, en gran medida, por las condiciones del vivero: su ubicación, manejo, instalaciones, estabilidad en su operación y vinculación con las investigaciones.

La calidad de la semilla es un aspecto indispensable para asegurar la producción de plántulas adecuadas y su calidad. Así, antes de iniciar la operación del vivero es necesario estar seguro de la fuente de procedencia de las semillas y la calidad de estas.

Hutton (1968) considera que la mayoría de las leguminosas tropicales presentan deficiencias en su adaptación y falta de vigor de las plántulas, lo que pudiera ser atenuado si se selecciona semilla de buena calidad, que posibilite además lograr la dominancia de las plántulas sembradas sobre las invasoras; según Ruiz y Febles (1987), esta es una condición indispensable para obtener un buen establecimiento de las leguminosas.

Se pueden considerar semillas de buena calidad aquellas que provienen de plantas sanas, bien nutridas, con un alto grado de pureza y que tengan un tamaño y formación propia de la especie.

Otro aspecto importante con respecto a las semillas es la viabilidad; algunas especies la pierden muy rápido si no se almacenan en condiciones de humedad y temperatura adecuadas. Así por ejemplo, para *C. lusitanica* se recomienda almacenar las semillas a temperaturas de 2-5°C y con un contenido de humedad de 7-10%, al igual que para *Eucalyptus* y especies de *Pinus*. En estas condiciones la viabilidad puede prolongarse por cuatro o cinco años (Salazar, 1984).

González, Matías, Pérez y Navarro (2005) informaron que las semillas de *Albizia lebbbeck* (tabla I.3.1) presentan baja germinación en el momento de su cosecha ($\approx 30\%$) y valores medios a los tres, seis y doce meses de almacenamiento en condiciones ambientales, con una tendencia a disminuir su viabilidad.

Tabla I.3.1. Comportamiento germinativo y viabilidad de semillas de *Albizia lebbbeck* (almacenadas al ambiente).

Meses	Germinación (%)	Viabilidad (%)
3	44	99
6	51	92
12	43	87

González y Mendoza (1995) reportan valores entre 18 y 47% de germinación en frigorífico y de 18-43% al ambiente para semillas de leucaena del cv. Cunningham, sin embargo, el cv. Perú alcanzó valores entre 62 y 76% de germinación en frigorífico y entre 66 y 81% al ambiente. Navarro y González (1999), en *Erythrina berteroana* almacenada al ambiente, reportan los mayores porcentajes de germinación (68) a los 12 meses de almacenadas.

En las semillas de *Gliricidia sepium* el comportamiento es diferente; Cobbina, Kolawole y Atta-Krah (1990) refieren valores de 90% en semillas recién cosechadas, con una drástica declinación en el tiempo hasta 18% a los 12 meses de almacenamiento al ambiente; en las condiciones de Cuba la germinación se deterioró en un período menor de tiempo (seis meses) y estuvo cerca de cero a los ocho meses (Navarro y González, 1999).

Otro aspecto interesante a tomar en consideración es el referido a la dormancia de las semillas de muchas arbóreas. Las semillas de leguminosas forrajeras como *Albizia*, *Cassia*, *Erythrina* y *Leucaena*, entre otras, presentan cubiertas impermeables al agua y los gases (Buch, Jara y Franco, 1997), lo que propicia que su vigor y viabilidad se prolonguen por más tiempo, con una mayor longevidad.

La literatura recoge una amplia información acerca de los métodos y técnicas utilizados para eliminar la dormancia en las leguminosas. Los más utilizados en estas especies son los

tratamientos con ácidos o método químico (Sarmiento y Schifino-Wittmann, 2000), que se aplica para lesionar los tegumentos de las semillas; el otro método lo constituye el mecánico (Teles, Alves, Olivera y Bezerra, 2000; Iriondo y Pérez, 1999), que se utiliza mucho en las condiciones de producción y consiste en la aplicación de medios mecánicos (golpes, lijas, etc.) para romper la cubierta de la semilla; y, por último, el método físico, donde se sumerge la semilla en agua a diferentes temperaturas (González, Hernández y Mendoza, 1998). Este último, con sus diversas variantes, proporciona buenos resultados en la solución de problemas prácticos, ya que no se afecta la estructura física de la semilla.

Halliday y Nakao (1984) escarificaron semillas de 33 especies arbóreas con ácido sulfúrico y diferentes tiempos de exposición, de las cuales 28 incrementaron su germinación en más del 50%. En la tabla I.3.2 se detallan las más importantes.

Tabla I.3.2. Germinación de semillas de leguminosas arbóreas con escarificación ácida.

Especie	Tiempo de cosechadas (meses)	Escarificación con ácido
<i>Acacia auriculiformis</i>	7	58 (30 min)
<i>Albizia falcataria</i>	>7	57 (30 min)
<i>Calliandra calothyrsus</i>	21	52 (15 min)
<i>Leucaena leucocephala</i>	4	100 (20 min)
<i>Prosopis tamarugo</i>	>9	100 (20 min)

Por su parte, González y Mendoza (1995) obtuvieron incrementos significativos en semillas de *L. leucocephala* cv. Cunningham que estuvieron almacenadas en frigorífico (tabla I.3.3), al sumergirlas en agua a 80°C (retirada del fuego).

También Cobbina et al (1990) apreciaron un incremento de la germinación de *L. leucocephala* (tabla I.3.4) cuando cortaron la cubierta de la semilla colocada en ambiente de invernadero (35-40°C).

Es evidente que la semilla es el punto de partida para cualquier sistema agropecuario que se desee implantar y los agroforestales no son una excepción. Por ello, es necesario conocer las

características de sus semillas, con vistas a lograr plántulas de alta calidad que posibiliten el fomento de los sistemas silvopastoriles, los cuales garantizan *a posteriori* la biomasa comestible necesaria para incrementar la producción animal.

Tabla I.3.3. Germinación de las semillas de *L. leucocephala* cv. Cunningham, por meses, según los tratamientos.

Tratamientos	Germinación (%)					
	Meses					
	0	6	12	18	24	30
Control	18,2 ^m	25,5 ^{lm}	26,5 ^{lm}	26,0 ^{lm}	29,2 ^{lm}	47,0 ^k
H ₂ O 80°C/2'	89,5 ^{ab}	82,7 ^{abc}	93,0 ^a	84,0 ^{abc}	91,7 ^{ab}	91,0 ^{ab}
H ₂ O 80°C/5'	81,5 ^{abcd}	80,0 ^{abcd}	86,5 ^{abc}	85,7 ^{abc}	81,2 ^{abcd}	85,0 ^{abc}
H ₂ O 80°C/10'	91,0 ^{ab}	73,2 ^{cdefgh}	83,5 ^{abc}	86,5 ^{abc}	81,0 ^{abcd}	79,2 ^{abcde}
H ₂ O 80°C/40'	74,0 ^{cdefgh}	79,2 ^{abcde}	70,5 ^{cdefgh}	64,0 ^{efghij}	78,0 ^{abcdef}	67,0 ^{defghi}
H ₂ O 80°C/60'	80,7 ^{abcd}	76,0 ^{bcdefg}	75,0 ^{bcdefg}	60,5 ^{ghijk}	76,2 ^{bcdefg}	66,7 ^{defghi}
ES ±	4,75***					

a,b,c,d,e,f,g,h,i,j,k,l,m Medias con superíndices no comunes difieren a P<0,05 (Duncan, 1955)
*** P<0,001

Tabla I.3.4. Germinación de *L. leucocephala* con escarificación mecánica.

Meses	Sin escarificación	Escarificada
0	20	96
1	18	95
2	25	96
3	28	90
4	40	96
5	22	100
6	35	99
7	32	96
8	42	95
9	40	96
12	45	96

1.3.1 Preparación del lecho de siembra

El objetivo central de la preparación del sitio es lograr en este las mejores condiciones físicas, químicas, biológicas y sanitarias para propiciar la germinación de la semilla o el prendimiento de los propágulos, además del ulterior desarrollo de las plantas, a la vez que se incrementa la productividad del trabajo en las actividades relacionadas con este proceso. Sin embargo, las investigaciones sobre la preparación del sitio de siembra resultan insuficientes.

En el establecimiento de un vivero hay que tomar en consideración dos aspectos importantes: ser construido sobre un terreno plano y contar durante todo el período que dure con suficiente agua (Anon, 1985).

La siembra puede efectuarse en cajas semilleras, en canteros o en bolsas de polietileno. En todos los casos el sustrato que se utilice debe estar mezclado con materia orgánica.

Hay especies como los *Eucalyptus* y *Mimosa scabrella*, que deben plantarse en recipientes, ya sean plásticos, metálicos, de cartón u otro material, en estos casos los costos del material, y el llenado del recipiente son caros. Si se dispone de suficiente semilla se puede sembrar directamente en los recipientes y evitar así el transplante.

Salazar (1984) informa que especies como *Tectona grandis*, *Gmelina arborea*, *Gliricidia sepium*, *Guazuma ulmifolia* y *Casuarina cunninghamiana*, se pueden producir en canteros banales y llevarlos al campo en forma de pseudoestacas cuando el árbol alcance un diámetro mayor que 1,5 cm. Este sistema reduce considerablemente los costos de producción, transporte y plantación. Cuando el material está listo para el transplante es conveniente realizar podas de raíz, defoliar parcialmente la planta y reducir la aplicación de agua para provocar un endurecimiento fisiológico y aumentar así el porcentaje de rendimiento.

Perret y Salinas (1995) y Betancourt (1999) informaron que cuando se practica la siembra directa tanto en recipientes como en canteros, la germinación de la semilla debe ser aproximadamente del 80% y es necesario colocar dos o tres semillas por golpe y ocho días después de la germinación eliminar las más débiles.

Otra alternativa es la siembra a raíz desnuda en las especies que resistan esta práctica (Fernández; González; Licea; Monzote y Díez, 1998), mediante la regeneración natural de una plantación, aunque podrían emplearse viveros en tierra o canteros.

Pezo e Ibrahim (1998) sugieren la siembra por estacas, incluyendo una técnica de aviveramiento para las llamadas pseudoestacas. Recomiendan el empleo de estacas de 30-50 cm de largo en la siembra, con incisiones para estimular el enraizamiento, y el uso de tallos maduros de 1,5 a 2,0 m de largo para ser sembrados como caña (al menos en *Erythrina berteroana* y *G. sepium*). En el caso de las cercas vivas se recomiendan estacas de 5-15 cm de diámetro, con una longitud de 2,0 a 2,5 m, y cortar el extremo basal en bisel o cono.

En *Morus alba* se emplean estacas de 25-30 cm de largo y diámetro de 1,5-2,5 cm. González y Cáceres (1996) plantearon que los diámetros mayores mostraron ventajas en cuanto a la velocidad de germinación; ello coincide con lo señalado por Palma, Santiago y Palma (1996) en relación con el diámetro de las estacas de gliricidia, aunque en este caso el mayor fue de 4 cm.

En el vivero cada cierto tiempo es necesario mover o cambiar de lugar a las plantas que se tienen en envase, para realizar la poda de raíz y evitar que ésta enraíce en el terreno.

De todo lo anterior se deduce que la preparación del lecho de siembra o plantación está estrechamente relacionada con dos factores principales: características del suelo y exigencias de las especies que estarán presentes en el sistema.

En sentido general, aunque la costumbre más generalizada es el fomento por medio de propágulos (estacas), siempre que las condiciones lo permitan es más aconsejable la siembra por semilla botánica, que resulta más eficiente, productiva y económica, produce un mejor anclaje y desarrolla raíz pivotante, lo que posibilita la extracción del agua y los nutrientes de los estratos más profundos del suelo.

1.3.2 Momento del trasplante

Las plantas deben ser trasplantadas al campo en el momento en que se inicia el período de lluvias; de esta manera, el arbolito dispondrá del agua necesaria para iniciar el crecimiento. Esto implica que hay que producirlas en la época seca y debe conocerse con bastante exactitud cuántos meses se requieren para producir las plántulas de las distintas especies.

Para que las plantas sean trasladadas al lugar definitivo de siembra deben haber alcanzado en el vivero una altura de 30 a 40 cm, lo cual se logra a los 6-18 meses de acuerdo con la especie arbórea que se produzca (Anon, 1985).

Salazar (1984) informó que para especies como *Gliricidia sepium*, *Leucaena leucocephala* y *Calliandra calothyrsus* se requieren de tres a cuatro meses en vivero antes de ser transplantadas. Resultados similares han sido reportados para las especies *Pithecellobium saman*, *Cassia grandis* y *Enterolobium contortisiliquum*. Este es el tiempo necesario para que las plántulas alcancen entre 20 y 30cm, la altura óptima para ser transplantada al campo (Anon 1997, 1998 y 2000). Con respecto a las especies *Guazuma ulmifolia* y *Brosimum alicastrum* se reporta un tiempo de permanencia en vivero entre cuatro y cinco meses (Anon, 1997a; 1999).

No es conveniente dejar las plantas más del tiempo indicado en el vivero, ya que aparte de aumentar el costo de producción, se debilita y se deteriora el sistema radical. Por otra parte, plantar árboles muy pequeños incrementa los costos de mantenimiento de la plantación y aumenta la mortalidad.

1.4 Manejo para el establecimiento de árboles y arbustos de la familia Leguminosae

El establecimiento es la fase que sustenta el desarrollo y el rendimiento posterior de la especie vegetal. Las labores que se realizan desde el momento de la siembra o plantación hasta su establecimiento final y comienzo de explotación, tienen la finalidad de beneficiar a las especies cultivadas en su competencia con la vegetación espontánea por la luz, el agua y los nutrientes; por ello, cualquier variante o tipo de labor que se efectúe durante esta etapa estará encaminada a la eliminación total o parcial de la vegetación indeseable y a estimular el desarrollo de las especies cultivadas.

Los beneficios de un período adecuado de establecimiento antes de iniciar los cortes en árboles forrajeros fueron demostrados por Ella, Blair y Stür (1991), quienes definieron que la edad de los árboles en el primer corte estaba relacionada con los rendimientos subsecuentes. En este sentido, los árboles adultos superaron a los jóvenes en cuanto al rendimiento y mantuvieron un incremento en el crecimiento, sustentado por las mayores reservas de carbohidratos en sus troncos y su profuso sistema radical. Con relación a las leguminosas tropicales (Ruiz y Febles, 1987), se considera que inicialmente la mayoría presentan deficiencias en la adaptación y falta de vigor en las plantas, lo que ocasiona dificultades en este período. Por consiguiente, se precisa la evaluación de las plantas durante las primeras etapas de crecimiento, así como conocer el

momento óptimo en que la especie adquiriera las características deseadas para la explotación, que puedan repercutir en su vida útil.

Corbea y Blanco (2005) consideran la existencia de un grupo de factores que influyen en el tipo y la cantidad de labores que se realizan para facilitar el establecimiento de las especies en fomento; estos son:

- Grado de infestación del área
- Grado de preparación del terreno
- Vía de propagación
- Capacidad de las especies para competir

Si durante el proceso de preparación del suelo se logra eliminar totalmente la vegetación existente y se permite la germinación de las semillas depositadas en la superficie, puede que no sean necesarias las labores en el establecimiento, o será suficiente una sola labor de limpieza a los 35 ó 40 días posteriores a la siembra, lo que también puede evitarse si se hace una aplicación de herbicida preemergente antes de efectuarla, aun cuando se trate de la leucaena, que presenta una débil competencia con las malezas en su estadio de plántula (Pound, Santana, Ruiz y Wildin; citados por Ruiz y Febles, 1987).

Cuando por cualquier razón la preparación del suelo es deficiente o no se puede realizar, debe acudir a utilizar una vía de propagación que permita a la especie cultivada competir ventajosamente, o al menos en igualdad de condiciones, con la vegetación espontánea. En estos casos puede ser efectivo el empleo de plantas aviveradas en bolsas, que al ser trasplantadas poseen un sistema radical desarrollado y una altura igual o superior a la de la vegetación espontánea, o plantar estacas altas que superen la altura de las malezas existentes para que no haya competencia por la luz, aunque se mantenga la que se establece por el agua y los nutrientes del suelo, con desventaja para la especie plantada (Corbea y Blanco, 2005).

A pesar de lo recomendado, debe señalarse que Simón, Francisco y Soca (1996) lograron un 90% de supervivencia al sembrar posturas de *G. sepium* y *Albizia procera*, de aproximadamente 40 cm de altura, en pastizales de *Andropogon gayanus* (>1,20 m de altura) y *Brachiaria decumbens* (50 cm de altura), es decir, en condiciones de competencia; la altura fijada para definir el establecimiento (2,0 m) se alcanzó entre los 16 y 18 meses. Similares resultados hallaron Simón y Hernández (1998) al sembrar albizia, leucaena y bauhinia en condiciones de competencia con

Panicum maximum. Los autores recomiendan emplear las plantas aviveradas en áreas de difícil mecanización, así como en las resiembras, donde se den situaciones de este tipo y se justifique económicamente.

Para que los árboles adquieran valor económico se requieren muchos años; la fase de establecimiento del pastizal es más prolongada y la producción se incrementa gradualmente en la medida que crezcan los árboles y se consolide el sistema de pastoreo. Una alternativa para atenuar esta problemática, lo constituye la siembra de cultivos agrícolas de ciclo corto de forma simultánea durante el establecimiento de las arbóreas, los cuales permiten mantener productivas las áreas con árboles durante el establecimiento, así como contribuir a amortizar la inversión que ello implica (Iglesias, 2003).

1.4.1 Espaciamiento

El aspecto más estudiado del espaciamiento ha sido la distancia entre hileras, entre otras razones por el hecho de que la técnica de siembra a chorrillo ha estado presente en muchas ocasiones y el manejo de la densidad (según el propósito) depende de este componente del espaciamiento. Por otro lado, el propósito en sí mismo (banco forrajero para corte, banco de proteína en pastoreo o asociación en potreros) introduce variantes que deben ser tomadas en consideración.

Así, en la India Hedge (1982) obtuvo el mejor resultado cuando sembró leucaena para forraje en surcos espaciados a 60 cm comparados con 100 cm; anteriormente Brewbaker y Hutton (citados por Hedge, 1982) habían informado la distancia de 75 cm entre hileras como la mejor. Benavides, Lachaux y Fuentes, (1994) reporta la obtención de hasta 30 t de MS/ha en morera, sembrada a una distancia de 1,1 m entre hileras en Costa Rica.

Para bancos de proteína de *L. leucocephala*, Ruiz y Febles (1987) alcanzaron mejores resultados con la distancia de siembra de 3,0 m entre hileras que con 1,5-2,0 m. Corbea y Ruiz (citados por Corbea y Blanco, 2005) obtuvieron resultados satisfactorios en el establecimiento de la leucaena en México cuando utilizaron distancias de 3,0 m entre los dobles surcos sembrados a 1,0 m entre sí.

El marco de siembra también influye en la producción de semillas; en este sentido Matías (1998) sembró *A. lebeck* a una distancia de 1, 2, 3, 4 y 5 m entre plantas y 4,0 m entre hileras, lo que originó los siguientes marcos de siembra: 4,0 m² (2 500 plantas/ha), 8,0 m² (1 250 plantas/ha),

12,0 m² (833 plantas/ha), 16,0 m² (583 plantas/ha) y 20,0 m² (500 plantas/ha). En el primer año de explotación el rendimiento más alto se obtuvo con el marco de siembra de 4,0 m² (285,6 kg de semilla total/ha) y en el segundo año se logró con 20,0 m² (495,6 kg/ha); mientras que en el tercero la producción se estabilizó y fue superior en los marcos de siembra de 12,0 y 16,0 m² (1 366,8 y 1 488,3 kg/ha, respectivamente).

En condiciones de producción, durante un período de transferencia de tecnologías del silvopastoreo en la provincia de La Habana, Cuba, se logró un buen establecimiento de la leucaena y la albizia usando la distancia de 5,0 m entre las hileras, vinculado esto al sistema de preparación del suelo por franjas (Simón, Lamela, Esperance y Reyes, 1998).

En los llamados bancos de proteína densos o bancos forrajeros se han recomendado distancias entre hileras de 70,0 cm (Franco y Vargas, 1998), mientras que en los bancos de proteína en pastoreo se recomienda entre 3,0 y 4,0 m.

Un aspecto importante para determinar la mejor distancia entre hileras es conocer las características del tipo de arborea que se utilizará, la estructura y el desarrollo máximo que pueda alcanzar la planta adulta, así como la mayor o menor adaptación a las condiciones de sombra de las especies que acompañan los árboles en el sistema. Este conocimiento permitirá ubicar las hileras de manera que no estén tan unidas que cuando los árboles alcancen su desarrollo total proyecten una sombra demasiado densa que pueda afectar el desarrollo de la vegetación acompañante, ni tan separadas que la vegetación acompañante situada en el área central de la calle no reciba los efectos beneficiosos de las especies arbóreas (Corbea y Blanco, 2005).

1.4.2 Momento de comenzar la explotación

Los árboles y arbustos, una vez que se encuentran bien establecidos, son especies de muy larga vida, pero en general su desarrollo es lento en la fase de plántula y son muy afectados por las defoliaciones tempranas y la competencia de las gramíneas, en especial cuando se afectan los puntos de crecimiento.

Debido a estas características, los sistemas que tienen en su constitución árboles o arbustos demoran más en estar aptos para comenzar su explotación. A diferencia de los sistemas formados por especies rastreras y/o macollosas, cuyo inicio de explotación se fija por el tiempo transcurrido después de la siembra, en el caso de los silvopastoriles este momento se determina por la altura

del árbol o arbusto. Generalmente, la altura prefijada para el inicio de la explotación se alcanza mucho después que las otras especies que conforman el sistema ya están establecidas, pero como el objetivo principal del sistema es lograr la supervivencia de las leñosas, el indicador que se toma en cuenta es el silvícola (Corbea y Blanco, 2005).

La altura a la cual se debe comenzar la explotación depende del objetivo del sistema. Cuando es la obtención de forraje mediante la siega de toda la planta, se procura que la mayor parte de la biomasa cosechada tenga una constitución no leñosa para que pueda ser consumida por los animales, por lo que la explotación se comienza con una altura de 80-90cm. Si la explotación es con pastoreo intensivo y no se planifica una poda durante un tiempo prolongado, para que el animal controle la altura por sí solo, se plantea que 90-150 cm es la mejor altura en la leucaena (Ruiz y Febles, 1987). Por su parte, Ruiz, Febles, Cobarrubias, Díaz y Bernal (1988) reportan que la leucaena debe ser comenzada a pastar cuando sus plantas alcancen una altura entre 90-100 cm después de la siembra.

Cuando el objetivo es que los animales solo puedan consumir una parte del follaje y que no afecten los puntos de crecimiento terminales o de las ramas superiores (para que la planta acumule reservas de biomasa que serán utilizadas como alimento en el período crítico del año a partir de la poda escalonada), o con fines de sombra o como abono verde, entonces es necesario comenzar la explotación con una altura promedio de 2,0 m. Esta generalmente se obtiene entre 10-12 meses, pero está en dependencia de la especie o variedad, la fertilidad del suelo, las condiciones climáticas y la atención a partir de la siembra (Simón et al., 1998).

El insuficiente conocimiento sobre el establecimiento de las arbóreas conduce, generalmente, a no lograr éxitos en la utilización eficiente de las plantas, de lo que se deriva la importancia de profundizar en este tipo de estudio con otras leguminosas arbóreas.

1.5 Papel de los árboles y arbustos de la familia Leguminosae en la producción pecuaria

Hasta hace muy poco tiempo los árboles de la familia de las leguminosas fueron desestimados por los investigadores, debido a que su utilización y manejo se limitaba a las disciplinas forestales y de agronomía de pasturas. En la actualidad, el interés de los investigadores se ha incrementado, debido a sus múltiples usos y a otras características que los distinguen de las leguminosas herbáceas (Gutteridge y Shelton, 1994).

El valor nutritivo del follaje de estas plantas arbustivas depende de la magnitud del consumo que realicen los animales y en qué cuantía ellas suministren energía, proteínas, minerales y vitaminas (Devendra, 1995). Por tanto, el consumo es el valor zootécnico individual que más influye en el valor nutritivo de los alimentos y en la productividad de los animales (Ruíz, 2000).

La composición química del follaje varía en dependencia de diversos factores, tales como: la especie, la época del año, las condiciones de crecimiento, los factores edafoclimáticos, los tratamientos silviculturales y la localidad, e incluso de las diferentes horas del día (Polis, 1986; Pedraza, 2000), lo cual está relacionado con la actividad fotosintética, máxima en momentos de mayor iluminación y respiración. Todo ello facilita los procesos de formación y degradación de las sustancias biológicamente activas en las plantas. Franco, Hernández, Gómez y Sánchez (2003) enfatizan en que en los árboles y arbustos, las hojas y los tejidos meristemáticos, como el *cambium* y las puntas de las raíces y de los tallos, contienen la mayor concentración de nitrógeno; mientras que las hojas contienen una gran proporción del nitrógeno total; el floema del tallo es también considerablemente alto en este elemento; una gran parte del nitrógeno y los minerales que se encuentran en las hojas son transferidos a los tallos durante la época estival, antes de la caída de las hojas deciduas.

Las especies arbustivas y arbóreas lignifican principalmente en los tallos y no tanto en las hojas, como ocurre en la mayoría de las gramíneas tropicales utilizadas para el pastoreo. De ahí la mayor estabilidad en la calidad nutricional del follaje de las especies leñosas a través del tiempo (Botero y Russo, 1997).

El valor forrajero de los árboles leguminosos como alimento está determinado por su habilidad para proveer los nutrientes requeridos por los animales para su mantenimiento, crecimiento, producción y reproducción. Muchas especies han sido usadas para alimentar rumiantes, aunque existen algunos estudios de su inclusión en dietas de no rumiantes (cerdos y aves) (Ly, 2005). Las hojas, los tallos comestibles y los frutos pueden ser usados como alimentos únicos o como suplementos a las dietas basales. Estos se caracterizan por presentar un elevado contenido de proteínas y una alta digestibilidad, comparada con la de los pastos (Simón, Hernández y Ojeda, 1998; Simón, 1998a).

En este sentido, Santana, Soca, Simón y Cáceres (1998) establecieron que las leguminosas forrajeras arbóreas poseen contenidos de proteína bruta que llegan a triplicar a los de los pastos tropicales e incluso a los concentrados utilizados para la alimentación de los rumiantes.

Benavides (1993) informó tenores de proteína entre 11 y 42% en 35 especies arbóreas y de ellas 20 mostraron más de 60% de digestibilidad *in vitro* de la materia seca.

Por su parte, Cáceres, González y Delgado (1994) hallaron en *Leucaena* contenidos de proteína bruta entre 15 y 30%, de fibra bruta entre 15 y 25% y la energía metabolizable osciló entre 8,34 y 10,01 MJ/kg de MS, con consumos de 40 g/kg $P^{0,75}$ en carneros, capaces de cubrir los requerimientos nutricionales de los rumiantes.

A. lebbbeck también produce un follaje de alto valor nutritivo. Skerman, Cameron y Riveros (1991) informaron contenidos de 29,2% de PB; 25,3% de FB; 7,5% de cenizas; 0,2% de P; 1,8% de Ca y 0,5% de Mg. Por otra parte, Cáceres, Santana, Simón, Rivero y Zayas (1992) encontraron valores de PB de 30% para el follaje verde, de 18,6 a 26,8% para las vainas con semilla y de 35 a 37% en la semilla. La digestibilidad del follaje de albizia es elevada: 60,1; 61,7; 85,3 y 45,4% para la MS, MO, PB y FB, respectivamente.

En un estudio realizado en el sur de México (Ku Vera, Ramírez, Jiménez, Alayón y Ramírez, (2005), se encontraron contenidos de 23,6% de proteína cruda para *Thitonia longiradiata* cosechada en Chiapas y de 9,5% para *Guazuma ulmifolia* en el mismo estado; sin embargo, en el estado de Yucatán *Brosimum alicastrum* presentó 14,8% de proteína cruda, a diferencia de *G. sepium* con 19,3%.

Galindo, Delgado, Pedraza y García (2005) estudiaron el valor nutritivo de 32 plantas arbóreas utilizadas en la alimentación de rumiantes e informaron que todas las plantas evaluadas presentaron valores de PB comprendidos entre 10,6 y 28,5% de la MS. Se destacaron, como las más promisorias, *G. sepium*, *L. leucocephala* cv. Perú, *Erythrina variegata*, *Morus alba*, *Stylobium aterrimum*, *Erythrina poeppigiana*, *Erythrina berteroana*, *A. lebbbeck* y *L. leucocephala* CNIA-250 (28,5; 27,7; 27,3; 25,8, 25,2; 24,9; 24,2 y 23,1%, respectivamente), lo que posibilita su uso como plantas proteicas.

Chongo, La O, Delgado, Galindo, Febles, Ruíz y Scull (2002), en estudios realizados con nueve accesiones de árboles y arbustos tropicales, indicaron tenores de proteínas superiores a 18% y en plantas como *L. leucocephala* y *G. sepium*, entre otras, se encontraron niveles superiores al 28%, lo que indican sus potencialidades nutritivas para el trópico.

Todas las especies de leguminosas arbóreas contienen elevados niveles de metabolitos secundarios, una parte de los cuales se han denominado factores antinutricionales (FANs), los

que pueden causar un efecto negativo en el valor nutricional del alimento, así como en la salud animal (Franco, 1999).

La presencia de compuestos secundarios de las plantas con actividad antinutricional influye en el valor nutritivo de los follajes. Estos compuestos secundarios suelen ser agrupados según las sustancias químicas que los constituyen en: compuestos fenólicos (taninos, fitoestrógenos y cumarinas); toxinas nitrogenadas (alcaloides, glicósidos cianogénicos, glucosinolatos, aminoácidos tóxicos, lectinas e inhibidores de las proteasas); terpenos (lectonas sesquiterpénicas, glicósidos cardíacos, saponinas); hidrocarburos poliacetilénicos y oxalatos (Ramos, Frutos, Giráldez y Mantecón 1998). D'Mello (1992) los considera como la mayor limitante para incrementar el uso de las leguminosas tropicales en la nutrición animal. No obstante, en algunos casos la presencia de tales sustancias podría ser beneficiosa para el animal, especialmente en los rumiantes (Preston y Leng, 1987; Rosales, Cuesta, Hernández, Laredo y Arbola, 1989; Díaz, Escobar y Viera, 1995; Orskov, 2005; Galindo, Delgado, Pedraza y García, 2005).

En este sentido, se destacan los compuestos fenólicos, como los taninos presentes en los forrajes, los cuales pudieran proteger las proteínas de la degradación ruminal (Jackson, Barry, Lascano y Palamer, 1996), intervienen en la prevención del meteorismo (Tanneer, Moore y Larking, 1995), tienen propiedades antioxidantes (Okuda, Yoshida y Hatano 1992) y estimulan el flujo salival en los animales (Van Soest, 1994).

Según Khan y Díaz-Hernández (2000), Thi Mui Nguyen, Dinh Van Binh y Orskov (2005) y Orskov (2005), estos tienen un marcado efecto contra los parásitos gastrointestinales. Los taninos condensados pueden favorecer su disminución de forma indirecta, por una mejora en el estatus nutricional y la respuesta inmune de los animales por los efectos positivos ya mencionados, o directamente, por interacciones directas de los taninos con los parásitos. Butler, Dawson, Wakelin y Buttery (2000) y Molan, Waghorn y McNabb (2002) demuestran interacciones que afectan la fisiología de los parásitos y la incubabilidad de sus huevos.

La actividad antinutricional de las saponinas es muy controvertida, ya que su diversidad hace que los efectos en la nutrición sean variados. Becker y Makkar (2001), en estudios realizados con los extractos saponínicos de especies de los géneros *Quillaja* y *Acacia* mediante degradación ruminal, informaron una alta eficiencia en la síntesis de proteína microbiana, expresado como la relación de incorporación de ^{15}N por unidad de producción de ácidos grasos; ello observaron también un mejor aprovechamiento del alimento, ya que disminuyó la velocidad de la digestión.

Entre las plantas arbóreas utilizadas para la alimentación animal las variedades de *L. leucocephala* son las más difundidas; sin embargo, la presencia de un compuesto tóxico nombrado mimosina constituyó hasta el año 1983 un freno para que estas fueran empleadas de una manera intensiva (Jones y Megarrity, 1983).

Las investigaciones realizadas por Galindo, Geerken, Elías, Aranda, Piedra, Chongo y Delgado (1995) concluyeron que en Cuba existen, de forma natural, bacterias capaces de degradar la mimosina, el 3-4 DHP y el 2-3 DHP a compuestos más simples, si bien ninguna mostró posibilidades de metabolizar de manera simultánea estos dos últimos compuestos, por lo que dichos autores descartaron la posibilidad de que alguna fuese *Synergistes jonesii*. Con estos estudios se demostró a su vez la inocuidad de la leucaena con respecto a la mimosina y se abrió el espectro investigativo para desarrollar sistemas de producción donde esta planta se intercala en el 100% del área de pastoreo.

El género *Erythrina* es reportado como una fuente importante de alcaloides (Sotelo, Soto y Lucas, 1996). Muchos estudios relacionados con este género han conducido a caracterizaciones estructurales de alcaloides (Cheeke y Shull, 1995; García-Mateo, Lucas, Zendejas, Soto, Martínez y Sotelo, 1996; Sotelo, 1997).

No obstante, está formado por más de 150 especies, 25 de las cuales abundan en América Central y el área del Caribe, y tienen un uso agropecuario bastante diverso.

García, Ojeda, Chongo y Splenger, (2004) informa que las variedades de morera Cubana, Tigreada, Acorazonada e Indonesia contienen elevadas concentraciones de carbohidratos solubles, los que oscilan entre 12 y 18% MS, con los mayores niveles en las hojas.

A pesar de lo planteado anteriormente acerca de la presencia de factores antinutricionales en las arbóreas, se reportan considerables evidencias de respuestas positivas en la producción de diferentes sistemas ganaderos cuando se emplean algunos árboles y arbustos como suplementos.

En este sentido, es bien conocido que *L. leucocephala* y *G. sepium*, entre otras leguminosas, pueden ser usadas para el mejoramiento de la producción en animales rumiantes (Palmer, Schlink y Bray, 1990; Febles y Ruiz, 2000; Pedraza, 2000). Así, en Cuba *L. leucocephala* ha demostrado que puede incrementar la producción de leche (Reinoso, 2001) y la de carne (Castillo, Ruiz, Febles, Crespo, Galindo, Chongo y Hernández, 2000) en bovinos en pastoreo. Además, por las bondades que brinda constituye una opción viable en los momentos actuales, para mejorar los resultados productivos en diferentes sistemas ganaderos. En el follaje de leucaena, al igual que en

otros árboles y leguminosas, se han informado rendimientos variables en la producción de forraje, con rangos muy amplios en toneladas de MS por hectárea para diferentes regiones tropicales, dentro de las que se encuentra Cuba (Pound y Martínez-Cairo, 1983; Macklin, Jama, Reshid y Getahun, 1988; Blair, 1990; Francisco, Simón y Soca, 1996).

Gómez (1994) informó producciones de forraje verde de *G. sepium* entre 55,5 y 80,6 t/ha; mientras que Hernández y Simón (1994), al determinar la deposición de hojarasca de *A. lebbbeck* en el suelo, obtuvieron valores de 10 y 13,6 t/ha en lluvia y seca, respectivamente.

Erythrina sp sembrada como cerca viva y con cinco años de plantada mostró rendimientos anuales superiores a 2 t de MS/km lineal, con 22,5% de proteína y 53,3% de digestibilidad (Simón et al., 2005); sin embargo, se necesita más información acerca de otras especies menos estudiadas.

Por la importancia que poseen las especies de leguminosas, como mejoradoras del suelo en los sistemas agroproductivos y por su impacto positivo en la dieta animal al ser utilizadas en asociaciones bimodales, bancos de proteína o multiasociaciones, se hace imprescindible conocer la identidad y las principales características de las especies de esta familia, de forma tal que sea posible una mejor comprensión de su adaptabilidad y potencialidad como plantas productoras de de forrajes y otras fuentes destinadas a los animales.

En los últimos años son pocos los trabajos realizados en Cuba acerca de aspectos relacionados con la preferencia de árboles y leguminosas por los animales y su relación con los indicadores químicos y antinutritivos, lo que demuestra la necesidad de realizar investigaciones futuras que avalen estos resultados.

1.5.1 Principales especies arbóreas ramoneadas por los animales

Las especies leñosas nativas presentes en un bosque han despertado recientemente un gran interés como alternativa en la alimentación de animales rumiantes (Benezra, 2003). Estas pueden aportar algunos nutrientes que comúnmente son diferentes, en cantidad y calidad, a los de las dietas constituidas solo por gramíneas tropicales, utilizadas en estos sistemas de manejo (Virgúez, 1993). Los caprinos prefieren ramonearlas que pastar, incluso cuando la disponibilidad de hierba es abundante, y si se les da esta opción, el ramoneo supone entre el 50 y 80% de la dieta (Rutter, 2004).

La aceptabilidad de diferentes especies de *Leucaena* para uso en la ganadería comenzó a ser cuestión clave cuando se evidenciaron muchas accesiones, desde el punto de vista agronómico, superiores a *L. leucocephala* (Hughes, 1998); pero, de forma general, los cultivares de *L. leucocephala* se conocen por su alta preferencia por los animales y se pueden utilizar como referencia para estos ensayos.

En pruebas de cafetería y selección de campo, se ha confirmado la excelente palatabilidad de todas las accesiones de *L. leucocephala*, así como su completa aceptabilidad por los animales (Faint, McNeill, Stewart, Castillo, Acasio y Lynch, 1998). En este sentido, Clavero (1998) encontró menos aceptación de las especies *Leucaena pallida* y *Leucaena diversifolia* y lo relacionó con los altos niveles de taninos en su composición (8,5 y 12,0% respectivamente), lo que coincide con lo planteado por Kumar y D`Mello (1995) acerca de que los niveles superiores a 6% de este constituyente pueden afectar el consumo.

En trabajos realizados por Faint *et al* (1998), algunas accesiones de *Leucaena collinsii* subsp. *Zacapna*, *Leucaena esculenta*, *Leucaena macrophylla* subsp. *Istmensis*, *L. pallida* y *Leucaena salvadorensis* presentaron menor aceptabilidad que *L. leucocephala*, aunque normalmente los animales comienzan a acostumbrarse al nuevo forraje después de las cuatro semanas. También estos autores demostraron que todas las especies de *Leucaena* son más palatables que *Calliandra calothyrsus*, *Sesbania sesban* y *G. sepium* y atribuyen esto a que requieren un menor tiempo de adaptación.

En largos períodos de pastoreo la aceptabilidad puede variar con el ambiente. Así, Jones, Galga, Castillo, Palmer, Deocareza y Bolan (1998) encontraron una disminución de la aceptabilidad de *L. pallida*, *Leucaena trichandra* y *L. diversifolia*, durante la estación seca en Australia y después de largos períodos de pastoreo en Papua, Nueva Guinea y Filipina; aunque concluyeron acerca de la necesidad de realizar investigaciones futuras que avalen estos resultados.

En muchos trabajos se ha concluido que la leucaena no debe suministrarse al ganado como única dieta, sino como un componente suplementario (Pound y Martínez-Cairo, 1983).

Actualmente, diferentes estudios de producción animal muestran los atributos de *Leucaena spp.* Así, Jones *et al* (1998), al comparar diferentes especies de leucaena en pastoreo, obtuvieron que los cultivares de *L. leucocephala* (*Cunningham* y *K-636*) mejoraron la ganancia de peso (400-800 g/día) con relación a otras especies del género y el pasto. Entre las menos productivas se encontraron *L. pallida* (250-450 g/día), *L. diversifolia* (665 g/día) y *L. trichandra*

(310-355 g/día), lo que aún demuestra el valor de las especies de *Leucaena* como suplemento proteico para bovinos que consumen pastos tropicales.

En las condiciones de Cuba se han obtenido buenos resultados en bovinos de carne en pastoreo, con ganancias de peso superiores a 700 g/día cuando se utilizan bancos de proteína de *L. leucocephala* (Castillo *et al.*, 2000), así como aumentos en la producción de leche (Reinoso 2001).

Resultados similares fueron reportados por Iglesias (2003), al informar la factibilidad de la ceba de machos y la cría de hembras de reemplazo con el uso de sistemas silvopastoriles de bajos insumos basados en leucaena, ya que no ocurren pérdidas de peso durante el año y se obtienen ganancias promedio entre 400-600 g/animal/día.

En un estudio realizado por Franco (1999), en seis agostaderos de la Mixteca Oaxaqueña, se informaron 48 especies de plantas que son consumidas por las cabras en esa región (arbóreas, arbustivas, agaves, cactus, epifitas y palmas). De estas, 18 especies se registraron como arbustivas y arbóreas y cuatro especies diferentes como frutos (vainas). Sin embargo, Villareal (2006), al estudiar el Venado cola blanca mexicano (*Odocoileus virginianus*) en una región de la Mixteca Poblana, identificó más de 100 arbóreas y arbustivas que pueden ser consumidas por este rumiante. Probablemente al haber una mayor diversidad de plantas se vuelve más selectivo el animal al consumirlas, lo que pudiera estar relacionado con la llamada teoría del bienestar ruminal (Kyriazakis y Oldham, 1997), que plantea que cuando el animal dispone de un gran número de opciones de alimentos selecciona las cantidades relativas necesarias para un buen funcionamiento del rumen.

Especies como *A. lebeck* y *Bauhinia purpurea* han sido poco estudiadas en sistemas de producción, no obstante, se ha comprobado su aceptación por los animales y buenos resultados productivos (Hernández, 2000). Este autor informó que en sistemas de *P. maximum* más *B. purpurea* las ganancias de peso vivo oscilaron entre 604 y 757 g/animal/día; sin embargo, para el caso del sistema con *A. lebeck* las ganancias fueron entre 500-700 g/animal/día.

En estudios desarrollados por Simón, Hernández y Duquesne (1995), donde se evaluaron las posibilidades del algarrobo de olor (*A. lebeck*) en asociación espontánea con pastos naturales para la cría de de añojas (5/8 Holstein x 3/8 Cebú) en pastoreo, se demostró la superioridad de este sistema sobre el tradicional de pastos naturales. Se encontraron diferencias significativas

($p < 0,01$) en las ganancias de peso vivo a favor del sistema con albizia en los dos períodos de seca evaluados (415 vs 371 y 337 vs 160 g/animal/día).

Hasta hace poco estos alimentos eran generalmente ignorados por los científicos, debido al conocimiento inadecuado de su uso potencial y a la carencia de iniciativa para desarrollar sistemas alimenticios más innovadores (Powell, Fernández-Rivera, Hiernaux y Turner, 1996; Ørskov, 2005). El enfoque convencional para los árboles forrajeros es estudiar y promover especies “en forma individual”, cuando la realidad es que, en muchas partes del mundo tropical, los animales comen o son alimentados por una variedad de mezclas de distintos follajes arbóreos (Rosales, 1998).

1.6 Efecto de la defoliación y la altura de corte en los árboles y arbustos de la familia Leguminosae

Los árboles de la familia de las leguminosas son frecuentemente plantados para ser usados como forraje, tanto en sistemas extensivos de pastoreo, como en asociación con otros cultivos. En muchas de las áreas agrícolas más intensivas de Asia y África, donde la ganadería se basa en la posesión de pocos animales por pequeños propietarios, los árboles leguminosos son sembrados como bancos de proteína en tierras en desuso. Estas áreas son cosechadas en sistemas de corte y acarreo, y son la principal fuente de proteína de alta calidad usada para suplementar los forrajes de baja calidad, como los residuos de cosecha (Gutteridge y Shelton, 1994). Es por ello que un adecuado conocimiento de su manejo es fundamental para lograr mayores niveles y mayor estabilidad en la producción de biomasa.

La defoliación se describe en términos de frecuencia e intensidad. La frecuencia se define como el intervalo que existe entre un corte y otro; mientras que la intensidad se refiere a la proporción de tallos y hojas remanentes después que sucede la defoliación. Esta defoliación puede ser de todo el material vegetal a una cierta altura, o algunos tallos de la planta.

Es un hecho conocido que existe una fuerte interacción entre la frecuencia y la intensidad de defoliación: a mayor intensidad de defoliación se requerirá más tiempo para que los árboles se recuperen. Contrariamente, en sistemas de defoliación menos severos, los árboles pueden ser cosechados con más frecuencia.

La intensidad de la defoliación determina las respuestas fisiológica o morfológica de las plantas ante los cortes (Chapman y Lemaire, 1993). 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 de nitrógeno (Nygren, 1996), manteniendo el balance de crecimiento de las raíces y de 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 Matzua, 1994).

Los efectos de la defoliación en los rendimientos de hojas, tallos tiernos y tallos leñosos de árboles de porte mediano, como leucaena, son representados por Stür, Shelton y Gutteridge (1994) en una curva sigmoideal de crecimiento de tres etapas. La primera ocurre después del corte (0-4 semanas) y se caracteriza por un rebrote lento debido a la poca cantidad de área foliar. Esta es seguida por un período de máxima productividad (4-10 semanas) donde la producción de hojas aumenta marcadamente. En la fase final (10-24 semanas) se produce una alta intercepción de luz y las hojas viejas comienzan a caer. Durante la tercera fase de crecimiento, los árboles presentan incrementos de altura y aumenta la producción de biomasa leñosa, mientras que la cantidad de hojas permanece estable o con pequeños incrementos (Stür et al., 1994).

Este mismo autor plantea que existen marcadas diferencias entre las especies de árboles de la familia Leguminosae en lo relacionado con su resistencia a la defoliación. La especie de árbol leguminoso más estudiada por su valor nutricional y su capacidad de producción de biomasa en climas con dos estaciones de lluvia es la leucaena (Shelton y Brewbaker, 1994). En los últimos años se le ha prestado una gran atención al uso de la morera (*Morus alba*) en Centroamérica y Cuba (Benavides, 1992; Martín, 2004), con resultados muy satisfactorios en la cría de pequeños rumiantes, por lo que no solo las leñosas leguminosas desempeñan un papel preponderante en la alimentación animal en sistemas de corte y acarreo.

Por ejemplo, *Sesbania grandiflora* no tolera cortes repetidos en el tallo principal a ciertas alturas (Horne, Catchpoole y Ella, 1986). En otros árboles leguminosos como *Paraseranthes falcataria* y *Acacia cunninghamii* ocurre lo mismo (Gutteridge, 1990), pero no hay investigaciones que expliquen claramente esta situación. De las observaciones prácticas se deduce que en *S.*

grandiflora no se presentan tallos cercanos al suelo y cuando se corta no rebrota profusamente. Ello indica pérdida de yemas en el tallo principal (Catchpoole y Blair, 1990; Stür et al., 1994).

En el caso de *A. lebeck* (Francisco, 2003) se encontró una tendencia a una mayor producción de la fracción comestible con las defoliaciones cada 90 días y la menor ocurrió con las podas cada 45 y 150 días.

Con relación al comportamiento de *L. leucocephala* en el período seco, Hernández, Alfonso y Duquesne (1987) plantean que la capacidad de esta planta para rebrotar con vigor después de la poda en plena sequía, es la respuesta de un profundo sistema radical y de una gran cantidad de reservas de la planta.

Se ha demostrado que *Erythrina berteroana* en régimen de corte intenso puede disminuir su producción de rebrotes (Pezo, Kass, Benavides, Romero y Chávez, 1990), a diferencia de las especies de los géneros *Gliricidia*, *Leucaena* y *Calliandra* que toleran cortes intensos (Catchpoole y Blair, 1990). *A. lebeck* muestra tolerancia a las defoliaciones, sobre todo en zonas secas, al tener alta capacidad de rebrotar bajo estrés hídrico (Djogo, 1992; Lowry, Prinsen y Burrows, 1994), y aunque se ha observado que el 21% de sus raíces son superficiales, estas tienen más de un metro de profundidad, lo que determina su alto poder de recuperación, por cuanto es considerada una excelente fuente de forraje.

Usualmente el forraje de los árboles es cortado a una altura fija, lo que provoca defoliaciones muy severas. En estos casos la fase de producción máxima se retarda, y es necesario que las plantas utilicen los carbohidratos de reserva para emitir nuevas hojas y así formar un área foliar capaz de alcanzar la fase de producción máxima (Stür et al., 1994).

Los primeros estudios reportados sobre el manejo de los cortes en leucaena (Takahashi y Ripperton, 1949) comparaban la producción a tres alturas de corte (5, 38 y 76 cm) y se obtuvieron los mayores rendimientos con la altura de corte más baja. Ferraris (1979) no halló diferencias entre cortar a 10 ó 30 cm. Igualmente Pathak et al. (1980) solo encontraron pequeñas diferencias en los rendimientos de *Leucaena* cuando cortaron a 10, 20 ó 30 cm, posiblemente porque las diferencias entre las alturas eran pequeñas; mientras que Mohatkar y Relwani (1985) observaron una caída de los rendimientos al disminuir la altura de 120 a 60 cm.

Por el contrario, en otro experimento de leucaena con alturas de 50, 100 y 150 cm, se encontró que en las mayores alturas se presentaron los rendimientos más elevados, tanto para el período lluvioso como el poco lluvioso (Francisco, Simón y Soca, 1998). De igual forma, investigadores

como Herrera (1967), Pathak et al. (1980) y Pérez y Meléndez, (1980) hallaron que la mejor altura de corte para la producción de *Leucaena* fue a 75 cm del suelo (que fue la mayor altura en estudio), lo que hizo pensar que si en sus experimentos se hubieran estudiado alturas de corte mayores, se podrían alcanzar mejores resultados (Ella et al., 1991).

Por su parte, Francisco y Simón (2001) encontraron que en plantaciones de *L. leucocephala* con una altura elevada (150 cm), la variación de los niveles de corte no influyó significativamente en la producción de biomasa comestible.

Las especies del género *Albizia* constituyen unas de las menos estudiadas en lo referente a la intensidad de defoliación. Sin embargo, *A. lebbbeck* es cultivada ampliamente en los trópicos. Es un importante componente en los sistemas de producción de forraje mediante corte y acarreo en Asia, África y Sudamérica, sobre todo en áreas de suelo ácido, debido a su poder de adaptación y a la estabilidad productiva.

Según Benjamín, Shelton y Gutteridge (1999), en plantaciones de *Albizia sp.* defoliadas a 60, 100 y 150 cm, con el incremento de la altura de corte el número de raíces remanentes, hojas y yemas se elevó, lo cual determinó la rapidez del rebrote. Es necesario destacar que pueden existir diferencias en el comportamiento de las especies dentro del mismo género. Al evaluar *Albizia gummifera* y *Albizia niopoides*, esta última incrementó sus rendimientos con la elevación de la altura de corte desde 15 hasta 75 cm y en las mismas condiciones de manejo *A. gummifera* no mostró una variación significativa (Lanbi, Awojido, Adekunle, Ladipo y Akinlade, 2000).

La mayoría de los árboles leguminosos utilizados en la producción de forraje son caducifolios y, por tal motivo, al final de la época lluviosa o al inicio del período seco pierden sus hojas (Borel, 1994). Con el fin de garantizar que se produzca forraje en el período seco, es necesario efectuar podas estratégicas al final del período lluvioso para evitar la caída de las hojas (Beer, 1989).

Las podas parciales reducen el follaje fotosintético, pero el remanente puede estar mejor expuesto a la radiación solar, lo cual mejora los niveles de radiación fotosintética; además, los cortes ocasionan serios disturbios en la nodulación y en la fijación del dinitrógeno (Nygren y Ramírez, 1995). La mayor proporción de follaje rico en nitrógeno se localiza en los rebrotes, por lo que el mejor valor nutritivo está en las hojas más jóvenes; es por ello que los intervalos de corte para la producción de forraje son usualmente menores de seis meses, aunque este rango varía en dependencia de las condiciones edafoclimáticas y la especie que se manejará (Nygren, Cruz, Domenach, Vaillant y Sierra, 2000).

Los resultados de los estudios sobre intensidad de defoliación son contradictorios y, en ausencia de información detallada sobre los efectos subsecuentes de dicha práctica, solo pueden hacerse comentarios especulativos, por lo que es recomendable tener en cuenta y aplicar los principios básicos de la fisiología del rebrote de los árboles forrajeros (Ibrahim, Camero, Pezo y Esquivel, 1998). Además es probable que los sistemas de defoliación menos severos, donde quede un área foliar remanente, conlleven a una fase menor de recuperación para la planta, ya que el crecimiento es apoyado por la fotosíntesis producida en dicha área (Mochiutti, 1995).

Capítulo II. Metodología experimental: generalidades

II.1 Ubicación geográfica del área experimental

Los estudios se efectuaron en la Estación Experimental de Pastos y Forrajes “Indio Hatuey”, provincia Matanzas. Las coordenadas geográficas del lugar son 22° 48’7” de latitud norte y 81° 2’ de longitud oeste, a una altura de 19 msnm.

El período experimental fue de siete años y se enmarcó desde abril de 1996 hasta diciembre del 2003.

II.2 Suelo

El suelo donde se llevó a cabo la fase experimental está clasificado como Ferralítico Rojo lixiviado (Hernández et al., 1999); sus características químicas pueden observarse en la tabla II.2.1.

Tabla II.2.1 Características del suelo del área experimental.

Réplica	Profundidad (cm)	MO (%)	pH	P ₂ O ₅ (mg/100g)	Cationes (cmol/kg)			
					Ca	Mg	K	Na
1	0-20	3.68	5.92	3.5	17.3	2.07	0.18	0.07
2		3.27	6.00	3.4	16.6	3.52	0.15	0.04
3		3.61	6.57	4.3	19.6	1.48	0.22	0.08
4		3.57	6.75	2.3	20.7	3.74	0.19	0.09

De acuerdo con dichos indicadores, el suelo de esta área posee contenidos medios de materia orgánica (Walkley y Black, citados por Rodríguez, 2001), ya que se encuentra en el rango de 2,5 a 4,0%. Estos resultados coinciden además con la tendencia de los suelos cubanos dedicados a la ganadería, los que generalmente poseen menos del 5% de materia orgánica.

El pH encontrado fue moderadamente ácido y resultaron bajos los contenidos de fósforo disponibles. Entre los cationes cambiabiles predominó el calcio; mientras que el sodio presentó bajos contenidos. En función de estas características, puede considerarse como un suelo de mediana fertilidad.

II.3 Clima

Algunos de los indicadores más importantes de las condiciones climatológicas que prevalecieron en el área de estudio se muestran en la tabla II.3.1.; los datos fueron tomados de los registros mensuales de la estación meteorológica ubicada en la EEPF “Indio Hatuey”.

Las precipitaciones ocurridas en el período experimental oscilaron entre 1 103 y 1 800 mm, aunque hay que destacar que los datos del quinto año no se consideran típicos para las condiciones de la localidad, pues resultó el menos lluvioso y con fluctuaciones.

Las temperaturas promedio fueron bajas y oscilaron entre 21 y 26°C, muy características de esta zona del país, donde se evidenció la influencia de los frentes fríos provenientes de las masas de aire fría de las regiones polares que afectaron la región occidental del país.

Tabla II.3.1 Comportamiento de las variables climáticas durante los siete años y el promedio de los últimos 15 años.

Año	Época	Precipitación (mm)	Temperatura mínima (°C)	Temperatura media (°C)	Temperatura máxima (°C)	Humedad relativa (%)
1	PLL	935,8	20,6	25,5	31,5	84,3
	PPLL	340,1	15,2	21,7	28,9	80,7
2	PLL	1 119,9	21,3	26,0	32,2	84,0
	PPLL	198,7	19,1	23,1	30,3	78,8
3	PLL	855,6	21,7	26,1	32,9	78,5
	PPLL	406,9	16,7	21,6	27,5	84,5
4	PLL	1 428,8	19,9	25,4	32,0	86,2
	PPLL	182,0	14,8	21,8	29,5	79,3
5	PLL	814,0	20,4	25,3	31,9	83,5
	PPLL	289,7	16,0	22,1	28,9	80,2
6	PLL	1 349,1	21,1	25,2	32,8	83,2
	PPLL	415,8	16,5	22,7	29,9	78,7
7	PLL	1 274,3	-	25,6	-	84,2
	PPLL	600,0	16,2	22,5	-	71,7
*	PLL	1 035,5	20,7	26,0	32,1	83,1
	PPLL	263,9	16,0	22,1	29,7	80,8

* Promedio de las variables climáticas en los últimos 15 años

II.4 Secuencia experimental

En el trabajo de tesis se desarrollaron cuatro etapas experimentales, cada una de las cuales constituyó una etapa de evaluación discriminativa. Para una mejor comprensión de su estructura y resultados se tratarán por separado en este documento y se identificarán como:

Etapa 1. Evaluación de especies arbóreas y arbustivas forrajeras en condiciones de vivero. Las evaluaciones se iniciaron a partir de mayo de 1996, con una duración entre seis y ocho meses y finalizó cuando las plantas fueron trasladadas al campo.

Etapa 2. Evaluación de especies arbóreas y arbustivas forrajeras durante la fase de establecimiento. Esta fase se desarrolló entre 1997 y 1998 (un año de duración).

Etapa 3. Aceptabilidad relativa de las especies sometidas a pastoreo. Esta fase tuvo una duración de cinco años (desde el año 1999 hasta el 2003) y abarcó en cada año los dos períodos climáticos: lluvioso (mayo-octubre) y poco lluvioso (noviembre-abril).

Etapa 4. Comportamiento ante la poda. Esta etapa tuvo una duración de cinco años (*idem* a la anterior) y se efectuó una poda en cada época del año.

II.5 Fuentes y vías de obtención del germoplasma arbóreo

La identificación de las especies con posibilidades de uso en el sector agropecuario se efectuó a través de la revisión de la literatura relacionada con la temática agroforestal y de la prospección nacional en diferentes regiones del país. En esta última se utilizaron dos vías: la primera consistió en el uso de encuestas dirigidas a los productores y campesinos de las zonas prospectadas para indagar sobre las especies leñosas que son apetecidas por los animales, y la segunda vía fue la observación directa de los animales durante el pastoreo en las áreas forestales, donde se identificaron las especies más utilizadas.

La información obtenida a través de los productores y la literatura indicó la presencia de leñosas con potencial forrajero en una amplia gama de condiciones edafoclimáticas, lo que fue más evidente en las provincias de Matanzas, La Habana, Granma, Villa Clara, Holguín, Cienfuegos y Sancti Spiritus.

Una parte del trabajo de prospección y colecta se realizó en dos zonas de la península de Zapata, al sur de Matanzas, que difieren por las características de su suelo y vegetación:

1. **Región de Santo Tomás.** Esta zona se encuentra en la parte norte-central de la península y se caracteriza por sus suelos llanos, hidromórficos, en ocasiones anegados, que poseen una exuberante vegetación silvestre. La precipitación media en el período lluvioso es de 1 200-1 300 mm, con temperaturas mínimas y máximas de 10 y 34° C, respectivamente.

2. **Región de Guasasa.** Se encuentra ubicada en el sureste de la península, cercana a la costa; sus suelos son arenosos y en muchas ocasiones presentan extensiones apreciables de terreno con afloramiento de rocas marinas, conocidas como “diente de perro”; predomina la vegetación xerofítica. La precipitación media en esta zona es de 900-1 000 mm en el período lluvioso y las temperaturas son similares a las de la región de Santo Tomás.

Durante cuatro días se realizaron recorridos por las regiones antes señaladas. Para ello se tomaron como base todas las vías de acceso por tierra. Para la prospección y colecta del material se utilizó la metodología descrita por Machado, Roche, Toral y González (1999); para el muestreo de las zonas se tuvo en cuenta la teoría de las microfronteras descrita por Menéndez (1982).

También se colectaron especies arbóreas en la localidad de **Topes de Collantes**, situada en el macizo montañoso del Escambray de la provincia de Sancti Spiritus, siguiendo la misma metodología que en la Ciénaga de Zapata. Topes es una zona que se caracteriza por el predominio de suelos del tipo Ferralítico Amarillento típico y Ferralítico Rojo lixiviado típico, con grandes pendientes, donde existe una exuberante vegetación silvestre. La precipitación media anual es de 2 000 mm y la temperatura media de 21°C. A diferencia de la región de la Ciénaga de Zapata, su altitud sobre el nivel del mar es de 750 m.

Además, se realizaron colectas de especies arbóreas forrajeras en cuatro jardines botánicos del país, que difieren por las características de suelo y vegetación:

a) **Jardín Botánico de La Habana.** Se caracteriza por poseer un suelo Ferralítico Rojo. La precipitación media anual es de 1 200-1 600 mm, con temperaturas mínimas y máximas de 6 y 34°C, respectivamente.

b) Jardín Botánico de Cienfuegos. Los tipos de suelo predominantes son Pardo con carbonatos y Pardo sin carbonatos. La precipitación media anual es de 1 000- 1 400 mm, con temperaturas mínimas y máximas de 6 y 36°C, respectivamente.

c) Jardín Botánico de Holguín. Sus suelos son Pardo con carbonatos y la precipitación media anual oscila entre 1 000-1 200 mm, con temperaturas mínimas y máximas de 10 y 38°C, respectivamente.

d) Jardín Botánico de Guisa. Los suelos de la zona se clasifican como Pardo tropical. La precipitación media anual es similar a la del Jardín Botánico de Holguín; mientras que las temperaturas se comportan parecidas a las del Jardín Botánico de Cienfuegos.

Las especies procedentes del Jardín Botánico de La Habana se encuentran naturalizadas en Cuba, mientras que la mayoría de las colectadas en el Jardín Botánico de Cienfuegos son de origen foráneo. En el caso de las especies prospectadas en los Jardines Botánicos de Holguín y Guisa, poseen características típicas de la región oriental del país.

Posteriormente a la prospección y colecta del material identificado, se realizó el aviveramiento de las semillas y pseudoestacas de las especies para su posterior traslado a condiciones de campo.

A partir de todo este trabajo de prospección se introdujeron a la Estación 60 accesiones de arbóreas y arbustivas, agrupadas en 47 especies y 22 géneros diferentes. Con estas se continuaron los estudios secuenciales de las diferentes fases mencionadas anteriormente. A continuación se listan las accesiones introducidas y estudiadas.

1. *Albizia berteriana*
2. *Albizia caribaea*
3. *Albizia cubana*
4. *Albizia kalkora*
5. *Albizia lebbeck*
6. *Albizia lucida*
7. *Albizia odoratissima*
8. *Albizia procera*
9. *Albizia semani*
10. *Bauhinia acuminata*
11. *Bauhinia candicans*
12. *Bauhinia malabarica*
13. *Bauhinia purpurea*
14. *Bauhinia reticulata*
15. *Bauhinia retusa*
16. *Bauhinia sp.*
17. *Bauhinia variegata*
18. *Bauhinia variegata* var. *candida*
19. *Brosimum alicastrum*
20. *Bursera simaruba*
21. *Caesalpinia sappan*
22. *Cassia arcoiris*
23. *Cassia festuca*
24. *Cassia festuca* x *Cassia nudosa*
25. *Cassia grandis*
26. *Enterolobium contortisiliquum*
27. *Enterolobium cyclocarpum*
28. *Erythrina berteriana*
29. *Erythrina indica*
30. *Erythrina variegata*
31. *Gmelina arborea*
32. *Gliricidia sepium*
33. *Guazuma ulmifolia*
34. *Leucaena leucocephala* CIAT 17223
35. *Leucaena leucocephala* CIAT 17480
36. *Leucaena leucocephala* CIAT 17498
37. *Leucaena leucocephala* CIAT 18481
38. *Leucaena leucocephala* CIAT 18483
39. *Leucaena leucocephala* CIAT 7872
40. *Leucaena leucocephala* CIAT 8069
41. *Leucaena leucocephala* CIAT 9415
42. *Leucaena leucocephala* CIAT 9421
43. *Leucaena leucocephala* CIAT 9437
44. *Leucaena leucocephala* CNIA 250
45. *L. leucocephala* cv. *Cunningham*
46. *Leucaena macrophylla* CIAT 17240
47. *Lonchocarpus longistylus*
48. *Lonchocarpus punctatus*
49. *Lysiloma latisiliqua*
50. *Millettia ovalifolia*
51. *Moringa oleifera*
52. *Morus alba*
53. *Morus nigra*
54. *Pithecellobium discolor*
55. *Pithecellobium dulce*
56. *Pongamia pinnata*
57. *Pterocarpus sp.*
58. *Samanea saman*
59. *Schizolobium sp.*
60. *Trichantera gigantea*

II.6 Análisis de los datos

Para la comparación de las accesiones se tomó el valor medio de todas las observaciones y se conformó una matriz de comparación para las etapas evaluativas de vivero, establecimiento, aceptabilidad y poda.

Para obtener la variabilidad alcanzada y la relación entre los indicadores, se llevó a cabo un Análisis de Componentes Principales (ACP); mientras que para agrupar los tratamientos con características semejantes, en función de las variables medidas y/o estimadas, se empleó el análisis de conglomerados (Análisis de Cluster). Previo a este análisis se tipificaron dichos valores, de forma tal que todos tuvieran el mismo peso en la formación de las clases o grupos. Estos análisis se realizaron con el paquete estadístico SPSS versión 10.0 (Visauta, 1998).

Para obtener la contribución de las variables a la formación de los grupos se siguió el siguiente procedimiento: después de conformar los grupos (mediante el análisis de clasificación automática), se determinó la media para cada indicador a partir de la matriz de datos obtenida en cada grupo y, seguidamente, se calculó la media poblacional de todos los grupos para cada indicador. Para obtener la contribución (tanto positiva como negativa) de las variables a la formación de los grupos se tomó como base que el total de indicadores representaban el 100%; así, todos aquellos indicadores que sobrepasaban la media poblacional en cada grupo se identificaron como positivos y todos aquellos que se encontraban por debajo, como negativos; Después de prefijar el número de indicadores (positivos y negativos) se determinó, por proporciones, el valor porcentual con relación al total.

Para el caso de los indicadores *plagas, enfermedades y meses para el establecimiento* se tomó el valor inverso, ya que las medias mayores a la media poblacional significan una mayor afectación y un mayor período para el establecimiento, respectivamente.

Capítulo III. Etapa experimental

III.1. Evaluación de árboles forrajeros en condiciones de vivero

En la actualidad, la utilización de los árboles y arbustos en la ganadería es una práctica común en varias regiones del mundo, lo que significa un reto para la ganadería tropical moderna, que se debate en la disyuntiva de incrementar la producción de leche y carne en forma acelerada para suplir la creciente demanda de la población, mientras garantiza la conservación de los recursos naturales y el ambiente.

La implantación de los sistemas silvopastoriles en Cuba (Hernández y Simón, 1993) ha propiciado el desarrollo de experiencias positivas en el manejo de los pastizales de gramíneas y leguminosas, las cuales han sido establecidas incluyendo especies arbóreas en el mismo sistema de explotación.

Sin embargo, existe poca información sobre el comportamiento de las especies arbóreas en sus primeras etapas de desarrollo, por lo que el objetivo de esta etapa fue *caracterizar plantas arbóreas y arbustivas forrajeras en condiciones de vivero, profundizando en las posibles variaciones entre especies.*

III.1.1 Materiales y métodos

III.1.1.1 Tratamientos

Los tratamientos lo constituyeron las 60 accesiones de arbóreas colectadas en los lugares prospectados. Se empleó un diseño de clasificación simple con arreglo factorial y diez réplicas por accesión.

III.1.1.2 Procedimiento experimental

Para el aviveramiento de las plántulas se emplearon bolsas horadadas de 28 x 13 cm, donde se depositó un sustrato compuesto por 70% de suelo (obtenido del área donde se evaluó el material colectado posteriormente) y 30% de materia orgánica.

Antes de efectuar la siembra se eliminaron las malezas y la costra superficial, escardando la superficie o apretando la parte superior de la bolsa hasta aflojar el suelo. Las semillas (tres por bolsa) se depositaron en el centro del envase y se sembraron después de la cosecha, sin habersele realizado ningún tipo de tratamiento.

Para cada accesión se sembraron 40 bolsas, con el objetivo de evaluar solo las 20 bolsas del centro; mientras que las 20 restantes se utilizaron para evitar el efecto de borde de las especies colindantes.

Todo el material sembrado en el vivero (40 bolsas por accesión) recibió un riego diario (en el horario de 8:30-10:00 a.m. y de 3:00-4:30 pm.), manteniendo el suelo a su capacidad de campo, con el objetivo de mantener la humedad necesaria para la germinación y el desarrollo de las plántulas.

Con el objetivo de dejar una sola plántula por bolsa (la más vigorosa), se realizó una selección cuando las posturas alcanzaron una altura promedio de 7 cm.

Se consideró como período de aviveramiento el tiempo que transcurrió entre la siembra y el traslado de las plántulas a condiciones de campo o fase de evaluación, el cual culminó cuando estas alcanzaron una altura entre los 30-40 cm.

III.1.1.3 Variables medidas o estimadas

Germinación: Se determinó mediante el conteo de las plántulas emergidas, con base al total de semillas sembradas. El conteo se realizó cada tres días a partir de la siembra y hasta los 30 días.

Supervivencia: A partir de los 30 días de la siembra y con una frecuencia de siete días, se realizaron conteos de supervivencia en las plántulas germinadas.

Altura: Después de concluida la prueba de germinación y cada siete días, se midió la altura. Para ello se empleó una regla graduada colocada en posición vertical sobre la superficie del suelo, anotándose el valor que coincidía con la yema apical del tallo central.

Número de hojas: A partir de los 30 días de la siembra y con una frecuencia de siete días, se contó el número de hojas.

Grosor del tallo: Se utilizó un pie de rey. Este se colocó a una altura de 20,0 cm a partir de la superficie del suelo. Esta medición se realizó cada siete días, una vez alcanzado los 20,0 cm de altura la plántula.

Observaciones fitosanitarias: A partir de los 30 días de la siembra y cada siete días, se determinó el nivel de afectación según escala de valores del 1-5 donde:

- I- grado de afectación muy alto (100% de área foliar afectada)
- II- grado de afectación alto (50% de área foliar afectada)
- III- grado de afectación moderado (25% de área foliar afectada)
- IV- grado de afectación ligero (10% de área foliar afectada)
- V- grado de afectación incipiente (1% de área foliar afectada)

La determinación de las especies insectiles fue realizada por Alonso, O.

III.1.2 Resultados

En la tabla III.1.2.1 se indican los resultados del ACP. En función de los indicadores medidos y estimados para los tratamientos, se comprobó que la variabilidad acumulada de las tres primeras componentes fue alta, y que la primera componente (CP1) extrajo un 35,73%. Los indicadores que mejor explicaron el porcentaje de variación en este eje, los cuales se relacionaron positivamente, fueron la altura inicial, el grosor del tallo, la altura a los 90 días y las afectaciones por plagas. Además, una buena parte de este porcentaje también se explicó por la contribución de las enfermedades (plano CP1-CP3).

La segunda componente (CP2) extrajo un 21,12% de la varianza y las variables más relacionadas con este eje fueron la supervivencia y la germinación, las cuales fueron inversas a las plagas, indicador este que también se relacionó con el eje aún cuando su mayor contribución lo obtuvo en CP1.

La tercera componente (CP3) sólo extrajo un 17,30% de la varianza y en su formación contribuyeron, fundamentalmente, el número de hojas que interactuó en sentido contrario con las enfermedades.

Tabla III.1.2.1. Relación entre las variables e indicadores que explican la varianza.

Indicador	Componentes principales		
	CP 1	CP 2	CP 3
Germinación	0,35	0,74	0,38
Supervivencia	0,33	0,77	0,26
Altura inicial	0,81	0,14	-0,002
Altura 90 días	0,73	-0,005	-0,49
Grosor del tallo	0,75	-0,001	-0,22
No. de hojas	0,42	0,004	-0,61
Plagas	0,61	-0,59	0,39
Enfermedades	0,57	-0,42	0,60
Valor propio	2,86	1,69	1,39
Varianza (%)	35,73	21,12	17,30
Acumulado (%)	35,73	56,85	74,15

Al realizar el análisis de conglomerados, sobre la base de los indicadores medidos y estimados durante esta fase, se conformaron seis grupos diferentes. En la tabla III.1.2.2 se muestran las accesiones pertenecientes a cada uno de los grupos formados. En el grupo I, donde se incluyen 44 accesiones, se destacaron *Leucaena* y *Albizia* por el número de accesiones con que aparecen representados; mientras que en el grupo II se destacó la *Bauhinia*. Los restantes grupos estuvieron representados por diferentes especies que a su vez constituyeron las accesiones.

Cuando se compararon los valores medios de cada grupo con la media poblacional, las accesiones que formaron los grupos IV y VI mostraron una contribución positiva de 63% (tabla III.1.2.3); mientras que *P. dulce* (grupo V) contribuyó en un 25%. Dentro del grupo IV, formado por las accesiones *Schizolobium sp.* y *L. longistylus*, se reflejaron buenos índices de germinación (80 y 93%), supervivencia (70 y 85%), altura inicial (12 y 21 cm) y pocas afectaciones por plagas y enfermedades (tabla III.1.2.4); mientras que las accesiones del grupo VI (*Morus nigra* y *T. gigantea*) mostraron los mayores valores de altura a los 90 días (40 y 72 cm) y grosor del fuste (0,8 y 1,2 cm), los demás indicadores se comportaron similares a las del grupo IV.

Tabla III.1.2.2. Accesiones pertenecientes a los grupos formados.

Grupo	Cantidad de accesiones	Nombre
I	44	<i>L. punctatus</i> , <i>P. discolor</i> , <i>P. pinnata</i> , <i>L. leucocephala</i> CIAT-9415, <i>L. macrophylla</i> CIAT-17240, <i>A. cubana</i> , <i>A. kalkora</i> , <i>L. latisiliqua</i> , <i>L. leucocephala</i> cv. Cunningham, <i>A. berteriana</i> , <i>A. lebbeck</i> , <i>E. indica</i> , <i>L. leucocephala</i> CIAT-7872, <i>M. oleifera</i> , <i>L. leucocephala</i> CIAT-18483, <i>L. leucocephala</i> CIAT-17223, <i>L. leucocephala</i> CIAT-9421, <i>B. acuminata</i> , <i>A. semani</i> , <i>C. arcoiris</i> , <i>L. leucocephala</i> CIAT-18481, <i>L. leucocephala</i> CIAT-8069, <i>L. leucocephala</i> CIAT-17480, <i>L. leucocephala</i> CIAT-17498, <i>L. leucocephala</i> CIAT-9437, <i>L. leucocephala</i> CNIA-250, <i>B. variegata</i> var. candida, <i>B. purpurea</i> , <i>G. arborea</i> , <i>E. contortisiliquum</i> , <i>C. festuca</i> x <i>C. nudosa</i> , <i>C. sappan</i> , <i>E. berteroana</i> , <i>A. procera</i> , <i>A. odoratissima</i> , <i>C. festuca</i> , <i>A. caribaea</i> , <i>B. retusa</i> , <i>B. malabarica</i> , <i>M. ovalifolia</i> , <i>C. grandis</i> , <i>B. alicastrum</i> , <i>M. alba</i>
II	7	<i>A. lucida</i> , <i>B. reticulata</i> , <i>B. variegata</i> , <i>Bauhinia</i> sp., <i>B. candicans</i> , <i>E. cyclocarpum</i> , <i>G. sepium</i>
III	1	<i>G. ulmifolia</i>
IV	2	<i>L. longistylus</i> , <i>Schizolobium</i> sp.
V	1	<i>P. dulce</i>
VI	2	<i>M. nigra</i> , <i>T. gigantea</i>

Tabla III.1.2.3. Contribución de las variables a la formación de los grupos.

Grupo	Ger. (%)	Sup. (%)	AI (cm)	A90días (cm)	GF (mm)	NH	P	E	Contribución	
									+	-
I	55,53	63,07	13,56	38,83	0,27	10,86	3,55	4,0	-	100
II	49,01	66,07	20,21	85,96	0,59	29,3	4,0	4,0	50	50
III	42,80	71,40	3,00	12,40	0,45	12,00	4,0	4,0	25	75
IV	86,65	77,5	16,3	26,35	0,20	3,00	1,5	3,0	63	37
V	50,00	50,00	8,30	42,00	0,20	18,00	3,0	4,0	25	75
VI	84,3	84,3	33,79	55,80	1,00	11,00	5,0	5,0	63	37
\bar{x} poblacional	61,38	68,82	15,86	43,56	0,45	14,03	3,00	3,5		

Ger.= Germinación Sup.= Supervivencia AI= Altura inicial A90días= Altura a los 90 días
GF= Grosor del fuste NH= Número de hojas P= Plagas E= Enfermedades

El grupo II tuvo una buena altura inicial (entre 13 y 24 cm), altura a los 90 días (entre 65 y 96 cm), grosor del fuste (entre 0,50 y 1 cm) y número de hojas (entre 7 y 61). Sin embargo, la germinación y la supervivencia se comportaron por debajo de la media poblacional. En este grupo, las accesiones *B. variegata*, *Bauhinia sp.* y *G. sepium* sobresalieron por sus buenos índices en los indicadores antes mencionados (tabla III.1.2.4).

Tabla III.1.2.4 Valores medios de las variables para las accesiones en la fase de vivero.

No.	Especie	Ger (%)	S (%)	Ai (cm)	A90días (cm)	G (mm)	Nh	P	E
1	<i>A. berteriana</i>	75	75	3.10	14.90	20	10	4	4
2	<i>A. caribaea</i>	23	35	6.00	28.50	10	14	4	4
3	<i>A. cubana</i>	50	50	5.60	32.20	20	20	3	4
4	<i>A. kalkora</i>	40	80	4.00	21.80	20	10	3	4
5	<i>A. lebbeck</i>	60	90	7.00	22.50	30	9	4	4
6	<i>A. lucida</i>	27	35	17.00	90.20	50	18	4	4
7	<i>A. procera</i>	50	42	3.50	20.50	10	9	4	4
8	<i>A. saman</i>	36	92	14.30	42.40	30	12	4	4
9	<i>A. semani</i>	46	80	6.00	64.30	30	12	4	4
10	<i>A. odoratissima</i>	40	50	3.20	25.00	20	11	4	4
11	<i>B. acuminata</i>	33	70	8.40	62.60	40	11	4	4
12	<i>B. candicans</i>	80	95	19.40	89.60	50	42	4	4
13	<i>B. malabarica</i>	10	30	3.60	30.50	30	8	4	4
14	<i>B. purpurea</i>	100	45	15.20	45.10	40	12	4	4
15	<i>B. reticulata</i>	33	45	13.00	78.00	70	7	4	4
16	<i>B. retusa</i>	13	25	10.10	39.00	20	11	4	4
17	<i>Bauhinia sp.</i>	90	95	24.20	96.00	60	25	4	4
18	<i>B. variegata</i>	63	62	27.40	90.80	60	61	4	4
19	<i>B variegata</i> var. <i>candida</i>	90	100	16.40	57.80	30	26	4	4
20	<i>B. alicastrum</i>	66	50	16.00	26.00	10	6	5	5
21	<i>C. sappan</i>	30	30	7.50	15.70	31	3	3	4
22	<i>C. arcoiris</i>	20	100	7.00	53.00	30	7	4	4
23	<i>C. grandis</i>	82	75	24.00	34.50	20	8	5	5
24	<i>C. festuca</i>	50	60	7.10	30.00	20	5	4	4
25	<i>C. festuca</i> x <i>C. nudosa</i>	30	30	6.00	47.20	40	8	4	4
26	<i>E. indica</i>	50	80	19.80	22.60	40	5	3	4
27	<i>E. berteriana</i>	30	52	4.70	10.50	35	5	3	4
28	<i>E. cyclocarpum</i>	17	70	20.30	65.00	50	15	4	4
29	<i>E. contortisiliquum</i>	10	10	7.00	48.50	.50	10	4	4
30	<i>G. ulmifolia</i>	43	71	3.00	12.40	.45	12	4	4
31	<i>G. sepium</i>	33	60	20.20	92.00	1.00	37	4	4
32	<i>G. arborea</i>	70	70	9.90	52.00	.50	29	4	4
33	<i>L. l. cv. Cunningham</i>	50	95	6.80	37.40	.29	11	3	4
34	<i>L. l. CIAT-9437</i>	82	92	11.60	67.20	.30	12	3	4
35	<i>L. l. CIAT-7872</i>	57	62	9.60	75.00	.40	16	3	4
36	<i>L. l. CNIA-250</i>	100	100	6.40	48.75	.40	12	3	4

(Continuación tabla III.1.2.4)

No.	Especie	Ger (%)	S (%)	Ai (cm)	A90días (cm)	G (mm)	Nh	P	E
37	<i>L. l.</i> CIAT-18481	95	95	14.78	48.57	.30	10	3	4
38	<i>L. l.</i> CIAT-9415	55	70	8.86	34.10	.20	15	3	4
39	<i>L. l.</i> CIAT- 9421	50	55	11.75	49.30	.20	11	3	4
40	<i>L. m.</i> CIAT-17240	70	67	9.23	37.40	.30	12	3	4
41	<i>L. l.</i> CIAT-8069	90	90	10.30	51.00	.20	11	3	4
42	<i>L. l.</i> CIAT-17480	80	80	15.50	64.40	.30	16	3	4
43	<i>L. l.</i> CIAT-17498	75	80	12.88	51.30	.30	12	3	4
44	<i>L. l.</i> CIAT-18483	40	40	11.44	46.30	.20	15	3	4
45	<i>L. l.</i> CIAT-17223	30	30	11.33	41.00	.20	12	3	4
46	<i>L. punctatus</i>	80	60	11.60	19.20	.20	7	3	4
47	<i>L. longistylus</i>	93	85	12.00	17.20	.20	2	1	3
48	<i>L. latisiliqua</i>	40	83	3.80	28.20	.10	5	3	4
49	<i>M. ovalifolia</i>	40	20	7.00	22.00	.10	5	4	4
50	<i>M. oleifera</i>	53	53	11.39	69.20	.30	11	3	4
51	<i>M. alba</i>	95	95	6.30	31.60	.64	5	5	5
52	<i>M. nigra</i>	69	68	37.58	71.60	.80	10	5	5
53	<i>P. pinnata</i>	85	85	11.90	18.30	.20	10	3	4
54	<i>P. dulce</i>	50	50	8.30	42.00	.20	18	3	4
55	<i>P. discolor</i>	70	60	11.80	21.00	.20	9	3	4
56	<i>Schizolobium sp.</i>	80	70	20.60	35.50	.20	4	2	3
57	<i>T. gigantea</i>	100	100	30.00	40.00	1.20	12	5	5

Ger= Germinación S= Supervivencia Ai= Altura inicial A 90 días= Altura a los 90 días

G= Grosor del fuste Nh= Número de hojas P= Plagas E= Enfermedades

La accesión del grupo III mostró mejores índices de supervivencia (71%), grosor del fuste (0,45 cm); mientras que la accesión del grupo V (*P. dulce*) solo se destacó en el número de hojas (18) y se comportó similar al promedio en el índice de afectación por plagas (3); el resto de los indicadores se comportaron por debajo de la media poblacional.

Las accesiones del grupo I fueron las de peor comportamiento en todos los indicadores estudiados y nunca superaron la media poblacional.

Con respecto al ataque de plagas, se observó la incidencia de *Colapsis brunnea* Fabricius en la mayoría de las especies, con un grado de afectación de incipiente a moderado, según la escala prefijada, con excepción de las accesiones de *Erythrina*, las cuales fueron afectadas por *Terastia meticulosellus* Gueneé (barrenador del tallo) en igual magnitud (Anexo 1).

Además se observaron síntomas de clorosis que posiblemente pudieron ser causados por hongos o bacterias puesto que se observaron lesiones húmedas y secas al unisum.

Durante esta etapa de evaluación hubo tres accesiones que no pudieron ser evaluadas por diferentes motivos: *Pterocarpus sp* y *Erythrina variegata* no germinaron; mientras que las pseudoestacas de *Bursera simaruba* sufrieron un fuerte ataque del barrenador del tallo, provocándole la muerte. Todo esto conllevó a que a la siguiente etapa de evaluación pasaran solamente 57 accesiones.

III.2. Evaluación de árboles y arbustos forrajeros durante el establecimiento

Una fase de suma importancia en el fomento y/o desarrollo de los sistemas con árboles lo constituye la fase de establecimiento de la plantación; sin embargo, este a su vez es uno de los períodos más difíciles y complejos por los que atraviesan las plantas, ya que en esa etapa se combinan, de forma favorable o negativamente, las condiciones inherentes al clima y al suelo, los factores de carácter fitotécnico y las características particulares de cada especie y/o variedad.

Yepes (1974), Verhoeven (citado por Teitzel y Burt, 1976) y Dudar (1982) señalaron que las leguminosas, en general, manifiestan serias dificultades para establecerse, debido a factores de la más diversa índole, como son las condiciones edafoclimáticas y características de las semillas, calidad de la preparación del suelo, entre otros, y las arbóreas no constituyen una excepción.

El estudio de las variedades de una especie durante la etapa de establecimiento y su caracterización representan, de hecho, una vía muy eficaz para conocer la posible diferenciación o similitud existente entre ellas, y resultan un complemento importante entre los atributos a tomar en consideración en el proceso de evaluación y selección.

Por estas razones, las acciones de esta etapa se encaminaron a *seleccionar las accesiones de arbóreas de mejor comportamiento durante el período de establecimiento.*

III.2.1 Materiales y métodos

III.2.1.1 Tratamientos

Los tratamientos lo constituyeron las 57 accesiones resultantes de la evaluación de la etapa III.1 en condiciones de vivero, tres accesiones no sobrevivieron en esa etapa. Se utilizó un diseño totalmente aleatorizado con 10 repeticiones por accesión.

III.2.1.2 Procedimiento experimental

La preparación del suelo en el área de campo *arboretum* se efectuó por el método tradicional (aradura, grada, cruce y grada), teniendo en cuenta el tipo de suelo, el cultivo precedente y el grado de infestación de malezas. Luego se surcó a una profundidad aproximada de 30,0 cm, donde se plantaron los 10 mejores individuos de cada accesión seleccionada en la fase de vivero.

La distancia entre surcos fue de 5,0 m, mientras que los árboles se sembraron con una separación de 4,0 m entre cada individuo.

La distribución de las plantas se efectuó en un solo bloque, donde las calles tuvieron una orientación de este a oeste, en el sentido del movimiento del sol, con el objetivo de facilitar la penetración de la luz solar en los entre surcos (Fig. III.2.1.2.1)

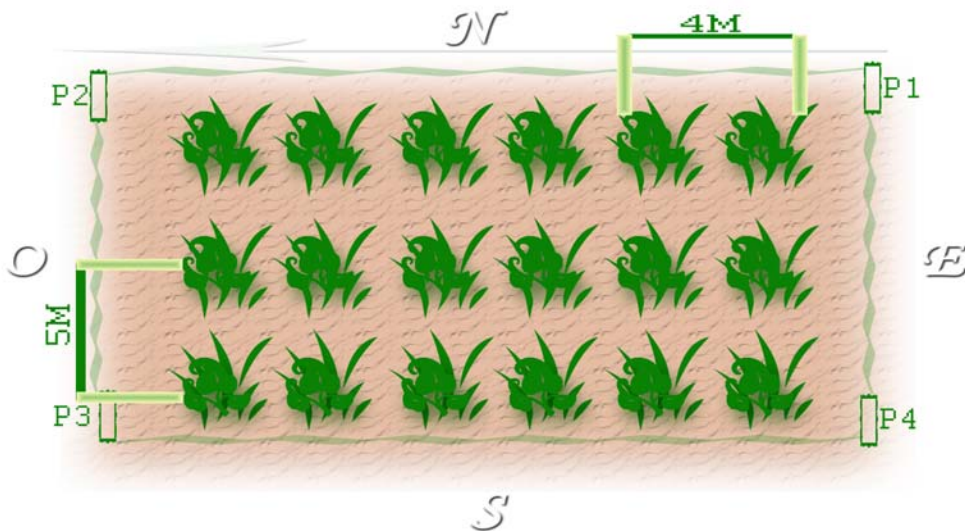


Fig. III.2.1.2.1. Representación del área experimental.

El control del enyerbamiento se efectuó a través de chapeas manuales y mecanizadas con el objetivo de facilitar el establecimiento de los tratamientos. El perímetro del *arboretum* se cercó con cerca de alambre de púas, con una distancia de 5,0 m entre postes; y se ubicaron cuatro entradas para los animales experimentales, con el objetivo de rotar el área por donde entrarían estos cada día y de esta forma evitar que alguna especie se favoreciera en el momento de la evaluación de la aceptabilidad por estar más cercana a la puerta.

En la etapa de establecimiento fisiológico y para el análisis de los resultados se estableció, como criterio de selección, que las plantas habían alcanzado el establecimiento cuando mostraron una altura de 2,0 m en un tiempo no mayor de 14 meses.

III.2.1.3 Variables medidas y estimadas

Supervivencia: Cada quince días, a partir de las siembras en el campo, se procedió al conteo del número de plantas vivas. Este conteo sólo se realizó en los primeros cuarenta días posteriores a la plantación.

Altura: Desde el momento de la siembra y cada quince días se registró la altura, en diez plantas de cada especie, mediante una regla graduada que se colocó en posición vertical sobre la superficie del suelo, anotando el valor que coincidía con la yema apical del tallo central.

Fenología: Se realizó cada 15 días en dos plantas por especies, hasta cumplirse todas las posibles floraciones. Para ello se utilizó la simbología establecida para este fin:

~ Fase vegetativa

⊂ Inicio de floración

^ Abotonamiento

⊃ Fin de floración

Observaciones fitosanitarias: A partir de la siembra en el campo y cada 15 días se determinó el grado de afectación a las 10 plantas existentes por especie, para lo cual se utilizó la siguiente escala de valores:

I- grado de afectación muy alto (100% de área foliar afectada)

II- grado de afectación alto (50% de área foliar afectada)

III- grado de afectación moderado (25% de área foliar afectada)

IV- grado de afectación ligero (10% de área foliar afectada)

V- grado de afectación incipiente (1% de área foliar afectada)

La determinación de las especies insectiles fue realizada por Alonso, O.

III.2.2 Resultados

Durante este período hubo 14 especies, que después de trasplantadas al campo, no sobrevivieron o permanecieron muy pequeñas, por lo que fueron discriminadas y no continuaron su etapa de evaluación. De esta forma, se continuó el estudio con 43 accesiones.

Las especies discriminadas fueron:

- | | |
|-------------------------------|------------------------------------|
| 1. <i>Albizia cubana</i> | 8. <i>Lonchocarpus longistylus</i> |
| 2. <i>Bauhinia retusa</i> | 9. <i>Lonchocarpus punctatus</i> |
| 3. <i>Brosimum alicastrum</i> | 10. <i>Milletia ovalifolia</i> |
| 4. <i>Cassia arcoiris</i> | 11. <i>Morus alba</i> |
| 5. <i>Cassia grandis</i> | 12. <i>Pithecellobium dulce</i> |
| 6. <i>Erythrina indica</i> | 13. <i>Pongamia pinnata</i> |
| 7. <i>Guazuma ulmifolia</i> | 14. <i>Trichantera gigantea</i> |

En la tabla III.2.2.1 se observa que la varianza acumulada en las componentes CP1 y CP2 fue alta (81,2%). Los indicadores estudiados que explicaron este porcentaje de variación en la componente 1 (la cual extrajo un 47,73% de la varianza) fueron los meses que demoraron las especies para el establecimiento y la altura, los cuales se relacionaron de forma contrastante.

La segunda componente explicó un 33,43% de la varianza acumulada y la variable más relacionada con este eje fue la supervivencia.

Tabla III.2.2.1. Relación entre las variables e indicadores que explican la varianza.

Indicador	Componentes principales	
	CP 1	CP 2
Supervivencia	0,18	0,98
Meses para el establecimiento	-0,85	-0,001
Altura	0,82	-0,23
Valor propio	1,43	1,00
Varianza (%)	47,73	33,43
Acumulado (%)	47,73	81,17

Se realizó el análisis de conglomerados, a partir de la matriz de resultados, y se detectaron cuatro grupos. En la tabla III.2.2.2 se muestran los grupos, formados con las accesiones pertenecientes a cada uno de ellos. En el grupo I, formado por 22 accesiones, se destacan las del género *Leucaena* con 10, *Bauhinia* spp con 4 y *Enterolobium* spp con dos accesiones respectivamente. En el grupo II se incluyen 15 accesiones, con preponderancia para las albizias o algarrobos, y los restantes grupos estuvieron representados por especies distintas y, por ello, con una sola accesión.

Tabla III.2.2.2. Accesiones pertenecientes a los grupos formados.

Grupo	Cantidad de accesiones	Nombre
I	22	<i>E. contortisiliquum</i> , <i>E. cyclocarpum</i> , <i>M. nigra</i> , <i>G. arborea</i> , <i>L. leucocephala</i> CIAT-18481, <i>L. leucocephala</i> CIAT-9421, <i>L. leucocephala</i> CIAT-9437, <i>L. leucocephala</i> CIAT-17498, <i>L. leucocephala</i> CIAT-7872, <i>L. leucocephala</i> CIAT-18483, <i>L. leucocephala</i> CIAT-17480, <i>L. leucocephala</i> CIAT-17223, <i>L. leucocephala</i> CIAT-8069, <i>L. macrophylla</i> CIAT-17240, <i>Bauhinia</i> sp., <i>B. purpurea</i> , <i>B. candicans</i> , <i>B. reticulata</i> , <i>C. festuca</i> , <i>P. discolor</i> , <i>A. lebbeck</i> , <i>M. oleifera</i>
II	15	<i>A. procera</i> , <i>A. kalkora</i> , <i>A. semani</i> , <i>A. caribaea</i> , <i>S. saman</i> , <i>A. lucida</i> , <i>A. odoratissima</i> , <i>B. acuminata</i> , <i>B. malabarica</i> , <i>C. festuca</i> x <i>C. nudosa</i> , <i>G. sepium</i> , <i>L. leucocephala</i> cv. Cunningham, <i>L. leucocephala</i> CNIA-250, <i>L. leucocephala</i> CIAT-9415, <i>Schizolobium</i> sp.
III	4	<i>C. sappan</i> , <i>B. variegata</i> var. Candida, <i>A. berteriana</i> , <i>E. berteriana</i>
IV	2	<i>B. variegata</i> , <i>L. Latisiliqua</i>

Como se aprecia en la tabla III.2.2.3, las 22 accesiones que formaron el grupo I fueron las que tuvieron el máximo de contribución positiva, lo que demuestra que estas accesiones sobresalieron en la generalidad de los indicadores estudiados. Así, los meses transcurridos para el establecimiento oscilaron entre 7 y 14 (11,5 meses como promedio) y la altura entre 2,0 y 2,39 m, con una media que superó el criterio establecido. Además, se pudo observar que la supervivencia de estas accesiones en este período osciló entre 80 y 100%, con excepción de *B. reticulata* y *P. discolor* (tabla III.2.2.4).

Tabla III.2.2.3. Contribución de las variables a la formación de los grupos.

Grupo	Meses para el establecimiento	Altura al establecimiento (m)	Contribución	
			+	-
I	11,5	2,11	100	
II	20,00	1,97	50	50
III	37,25	1,86		100
IV	53,00	2,04	50	50
\bar{x} poblacional	30,00	1,99		

Por su parte, dentro del grupo II, donde se agruparon siete accesiones de *Albizia* spp, dos de *Bauhinia* spp, tres de *Leucaena* spp y una de *Cassia* spp, *G. sepium* y *Schizolobium* sp., respectivamente; la altura prefijada para el establecimiento (2 m) se alcanzó cuando las plantas tenían 20 meses de edad y estos valores oscilaron entre 16 y 32 meses; mientras que las accesiones de los grupos III y IV (6 en total) demoraron mucho más (37 y 53, meses respectivamente) para establecerse. Incluso, las del grupo III nunca alcanzaron los 2,0 m de altura (tabla III.2.2.4).

Durante este período de evaluación, el grado de afectación por plagas y enfermedades fue entre incipiente y ligero (tabla III.2.2.4).

Tabla III.2.2.4. Valores de los indicadores durante la fase de establecimiento.

Especie	Supervivencia (%)	Meses para el establecimiento	Altura de establecimiento (m)	Grado de afectación (plagas)
<i>A. kalkora</i>	90	17	2.00	5
<i>A. procera</i>	100	16	2.02	5
<i>A. berteriana</i>	100	30	1.90	5
<i>A. semana</i>	100	16	2.00	5
<i>A. caribaea</i>	90	24	2.03	5
<i>A. saman</i>	100	22	2.14	5
<i>A. lebbeck</i>	100	14	2.21	5
<i>A. lucida</i>	60	23	2.00	5
<i>A. odoratissima</i>	100	29	1.92	5
<i>B. purpurea</i>	100	14	2.16	5
<i>B. reticulata</i>	50	13	2.02	5
<i>Bauhinia sp</i>	80	10	2.00	5
<i>B. variegata</i> var. Candida	100	46	2.00	5
<i>B. candicans</i>	100	13	2.05	5
<i>B. acuminata</i>	100	14	1.93	5
<i>B. malabarica</i>	100	21	2.08	5
<i>B. variegata</i>	100	49	2.02	5
<i>C. sappan</i>	80	40	1.62	4
<i>C. festuca x C. nudosa</i>	80	18	2.02	5
<i>C. festuca</i>	50	10	2.03	5
<i>E. cyclocarpum</i>	100	11	2.04	5
<i>E. contortisiliquum</i>	100	11	2.04	4
<i>E. berteroana</i>	100	33	1.93	4
<i>G. sepium</i>	80	22	2.05	5
<i>G. arborea</i>	100	12	2.06	5
<i>L. latisiliqua</i>	60	57	2.06	5

(Continuación tabla III.2.2.4)

Especie	Supervivencia (%)	Meses para el establecimiento	Altura de establecimiento (m)	Grado de afectación (plagas)
<i>L. l.</i> CIAT-18483	90	11	2.11	5
<i>L. l.</i> CIAT-17480	100	12	2.17	5
<i>L. l.</i> CIAT-9437	90	10	2.10	5
<i>L. l.</i> CNIA-250	90	26	2.09	5
<i>L.l.</i> cv. Cunningham	100	20	2.03	5
<i>L.l.</i> CIAT-8069	100	11	2.27	5
<i>L.l.</i> CIAT-17223	100	12	2.23	5
<i>L.l.</i> CIAT-9415	100	26	2.01	5
<i>L.l.</i> CIAT-7872	90	9	2.10	5
<i>L.l.</i> CIAT-18481	100	11	2.09	5
<i>L.l.</i> CIAT-9421	100	9	2.10	5
<i>L.l.</i> CIAT-17498	90	10	2.10	5
<i>L.m.</i> CIAT-17240	100	12	2.05	5
<i>M. nigra</i>	100	11	2.04	5
<i>M. oleifera</i>	70	7	2.04	5
<i>P. discolor</i>	40	12	2.39	5
<i>Schizolobium sp</i>	20	32	1.93	5

Otro elemento interesante observado en la etapa de establecimiento fue el relacionado con la fenología (tabla III.2.2.5). En este sentido, se comprobó que durante el período lluvioso el 34,8% de las accesiones (15) solo mostraron la fase vegetativa; en ello incidió *Albizia* con seis accesiones, *Cassia* y *Enterolobium* con dos y *Bauhinia*, *Gmelina*, *Lysiloma*, *Pithecellobium* y *Schizolobium*, representadas por una especie cada una. En el caso del período poco lluvioso ocurrió lo mismo con este indicador fenológico, el cual estuvo representado por 15 de las 43 accesiones en estudio y con resultados similares a los de la época anterior en cuanto a la representatividad por especies.

De acuerdo con las observaciones de campo, un grupo de especies se comportaron como tipos caducifolios, como fue el caso de *A. lebeck*, la cual pierde sus hojas en los meses de febrero a marzo, *A. procera* de marzo a mayo; *M. oleifera* en febrero y *G. sepium* de enero a febrero.

Tabla III.2.2.5. Comportamiento fenológico de las especies en estudio.

No.	Especie	Estado fenológico por época	
		Período poco lluvioso	Período lluvioso
1	<i>Albizia lebeck</i>	Vegetativo, abotonamiento, floración, fructificación	Vegetativo, abotonamiento, floración
2	<i>Albizia lucida</i>	Vegetativo	Vegetativo
3	<i>Albizia odoratissima</i>	Vegetativo, abotonamiento, floración	Abotonamiento, floración, fructificación
4	<i>Albizia kalkora</i>	Vegetativo	Vegetativo
5	<i>Albizia procera</i>	Vegetativo, abotonamiento, floración, fructificación	Vegetativo, abotonamiento, floración, fructificación
6	<i>Albizia berteriana</i>	Vegetativo	Vegetativo
7	<i>Albizia semani</i>	Vegetativo	Vegetativo
8	<i>Albizia caribaea</i>	Vegetativo	Vegetativo
9	<i>Albizia saman</i>	Vegetativo	Vegetativo
10	<i>Bauhinia purpurea</i>	Abotonamiento, floración, fructificación	Vegetativo, abotonamiento, floración, fructificación
11	<i>Bauhinia reticulata</i>	Vegetativo, abotonamiento, floración	Vegetativo, abotonamiento, floración
12	<i>Bauhinia sp.</i>	Abotonamiento, floración, fructificación	Vegetativo, abotonamiento, floración, fructificación
13	<i>Bauhinia variegata</i> (var. <i>Candida</i>)	Abotonamiento, floración, fructificación	Vegetativo, abotonamiento, floración, fructificación
14	<i>Bauhinia candicans</i>	Vegetativo, abotonamiento, floración, fructificación	Vegetativo, abotonamiento, floración, fructificación
15	<i>Bauhinia acuminata</i>	Abotonamiento, floración, fructificación	Abotonamiento, floración, fructificación
16	<i>Bauhinia malabarica</i>	Vegetativo	Vegetativo
17	<i>Bauhinia variegata</i>	Vegetativo, abotonamiento, floración	Vegetativo, abotonamiento, floración, fructificación
18	<i>Cassia festuca x</i> <i>Cassia nudosa</i>	Vegetativo	vegetativo
19	<i>Cassia festuca</i>	Vegetativo	Vegetativo
20	<i>Caesalpinia sappan</i>	Vegetativo, abotonamiento, floración, fructificación	Abotonamiento, floración, fructificación
21	<i>Erythrina berteroana</i>	Vegetativo, abotonamiento, floración, fructificación	Vegetativo, abotonamiento, floración, fructificación
22	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	Vegetativo	Vegetativo
23	<i>Enterolobium contortisiliquum</i>	Vegetativo	Vegetativo
24	<i>Morus nigra</i>	Vegetativo, abotonamiento, floración, fructificación	Vegetativo, abotonamiento, floración, fructificación
25	<i>Gliricidia sepium</i>	Vegetativo, abotonamiento, floración, fructificación	Vegetativo, abotonamiento, floración, fructificación
26	<i>Gmelina arborea</i>	Vegetativo	Vegetativo
27	<i>L. leucocephala</i> CIAT-18483	Abotonamiento, floración, fructificación	Abotonamiento, floración, fructificación

(Continuación tabla III.2.2.5)

No.	Especie	Estado fenológico por época	
		Período poco lluvioso	Período lluvioso
28	<i>L. leucocephala</i> CIAT-17480	Abotonamiento, floración, fructificación	Abotonamiento, floración, fructificación
29	<i>L. leucocephala</i> CIAT-9437	Abotonamiento, floración, fructificación	Abotonamiento, floración, fructificación
30	<i>L. leucocephala</i> CNIA-250	Abotonamiento, floración, fructificación	Abotonamiento, floración, fructificación
31	<i>L. leucocephala</i> cv. Cunningham	Abotonamiento, floración, fructificación	Abotonamiento, floración, fructificación
32	<i>L. leucocephala</i> CIAT-8069	Abotonamiento, floración, fructificación	Abotonamiento, floración, fructificación
33	<i>L. leucocephala</i> CIAT-17223	Abotonamiento, floración, fructificación	Abotonamiento, floración, fructificación
34	<i>L. leucocephala</i> CIAT-9415	Abotonamiento, floración, fructificación	Abotonamiento, floración, fructificación
35	<i>L. leucocephala</i> CIAT-7872	Abotonamiento, floración, fructificación	Abotonamiento, floración, fructificación
36	<i>L. leucocephala</i> CIAT-18481	Abotonamiento, floración, fructificación	Abotonamiento, floración, fructificación
37	<i>L. leucocephala</i> CIAT-9421	Vegetativo, abotonamiento, floración, fructificación	Abotonamiento, floración, fructificación
38	<i>L. leucocephala</i> CIAT-17498	Abotonamiento, floración, fructificación	Vegetativo, abotonamiento, floración, fructificación
39	<i>L. macrophylla</i> CIAT-17240	Abotonamiento, floración, fructificación	Vegetativo, abotonamiento, floración, fructificación
40	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	Vegetativo	Vegetativo
41	<i>Moringa oleifera</i>	Abotonamiento, floración, fructificación	Vegetativo, abotonamiento, floración, fructificación
42	<i>Pithecellobium</i> <i>discolor</i>	Vegetativo	Vegetativo
43	<i>Schizolobium</i> sp	Vegetativo	Vegetativo

III.3. Selectividad de las especies arbóreas sometidas a pastoreo

En zonas tropicales de América Latina y el Caribe las leguminosas son ampliamente utilizadas como suplemento proteico para rumiantes y monogástricos y existe una tendencia a la búsqueda de nuevas fuentes de proteínas, en la que los árboles forrajeros podrían desempeñar un papel significativo (Clavero, 1998). En este sentido, un amplio rango de especies arbóreas, tanto de leguminosas como de otras familias de plantas, han sido identificadas como útiles para la alimentación animal (Shelton y Brewbaker, 1994; Shelton, 1996).

No obstante, es conocido que la mayoría de las investigaciones con árboles que han podido constituir tecnologías para la alimentación bovina se basan principalmente en *L. leucocephala* y *G. sepium* (Alonso, Febles, Ruíz y Gutiérrez, 1999). Estudios menos profundos se han realizado con otras especies leñosas, pero aún se hace necesario realizar estudios complementarios sobre su aceptabilidad por los animales en pastoreo, en función de lograr un uso óptimo en nuestras condiciones tropicales de bajos insumos.

En la actualidad se mantienen dos enfoques principales con respecto a los estudios de aceptabilidad: pruebas tipo “cafetería u observación de lo que consumen los animales en pastoreo, acorde a su preferencia” y “medición a corto plazo de la tasa de ingestión de alimentos ofrecidos de forma secuencial”.

Los ensayos de cafetería han sido muy utilizados para determinar las diferencias de aceptabilidad relativa dentro de diferentes especies arbóreas (Rosales 1998, La O, 2001), mientras que las mediciones a corto plazo de la tasa de ingestión es una técnica que fue sugerida desde la década de los 80 por Kenney y Black (1984).

El objetivo de esta etapa de evaluación fue **determinar la aceptabilidad relativa de las especies arbóreas por el ganado bovino, a partir de pruebas de observación.**

III.3.1 Materiales y métodos

III.3.1.1 Tratamientos

Los tratamientos lo constituyeron las 43 accesiones que se consideraron establecidas, luego de la evaluación de la etapa de establecimiento. Se utilizó el mismo diseño de la etapa anterior con ocho repeticiones por accesión.

III.3.1.2 Procedimiento experimental

Se empleó el método de cafetería para determinar el nivel de aceptabilidad relativa que los bovinos hacían del follaje arbóreo y arbustivo presente en el *arboretum*. Este consistió en hacer que un grupo de animales entraran al área del *arboretum* por diferentes puertas cada día, las que estaban situadas en las esquinas del cuartón, y permitir su circulación libre en el área para que seleccionaran el material de ramoneo preferido.

Mediante este método, cada día los animales pastoreaban en el horario comprendido entre las 7:00 am y las 3:00 pm, y transcurrido el tiempo prefijado eran retirados hacia otras áreas de pastoreo para realizar el conteo del número de plantas consumidas o ramoneadas por accesión en ese día. La aceptabilidad relativa, para cada accesión, se expresó a través de una escala de tres valores, en la que:

- I- Accesión no ramoneada (0%): Ninguna de las plantas fue ramoneada por los animales
- II- Accesión medianamente ramoneada (entre 1 y el 50 % de las plantas ramoneadas)
- III- Accesión ramoneada (más del 50 % de las plantas ramoneadas)

El tamaño del área de pastoreo fue de 0,7 ha (140 m de largo por 50 m de ancho) y el primer pastoreo se realizó cuando las especies presentaron una altura promedio de 2,0 m; esta altura se prefijó como criterio para considerar establecidas las especies en el área.

Los restantes pastoreos se realizaron en función de la recuperación de las leñosas ramoneadas anteriormente y de las podas estratégicas realizadas (evaluaciones de la etapa IV), por lo que se promedió a razón de dos pastoreos por año (uno en cada época), con un reposo promedio de las arbóreas de 90 días hasta el momento de entrar los animales.

Se utilizaron 24 y 29 novillas mestizas (Holstein x Cebú), de 250 kg de peso vivo promedio, en los períodos poco lluvioso y lluvioso, respectivamente. Ello estuvo en función de la intensidad de pastoreo prefijada, la cual fue baja en el período poco lluvioso (95,2 UGM/ha/día) y moderada en el período lluvioso (161 UGM/ha/día), con cinco y siete días de estancia para estas épocas, respectivamente.

El pasto base predominante en el estrato herbáceo fue la hierba de guinea (*Panicum maximum*), el cual se cortaba a una altura de 15 cm aproximadamente antes de entrar los animales al *arboretum*, para evitar una alta disponibilidad y con ello un consumo preferencial de este por parte de los animales, en detrimento del consumo del follaje de las leñosas.

Los muestreos se llevaron a cabo durante cinco años consecutivos y prevaleció idéntico criterio de evaluación.

III.3.1.3 Variables medidas y estimadas

Fenología: Se realizó cada 15 días en las dos plantas no pastoreadas por especies, hasta cumplirse todos los posibles estadios fenológicos. Para ello se utilizó la simbología establecida para este fin:

~ Fase vegetativa	⊂ Inicio de floración
^ Abotonamiento	⊃ Fin de floración

III.3.2 Resultados

El comportamiento de la aceptabilidad de las especies arbóreas por los bovinos jóvenes en ambos períodos del año se muestra en las tablas III.3.2.1 y III.3.2.2 (anexos 2 y 3). No existieron grandes diferencias entre épocas en la preferencia de los animales por las especies para ramonear; en el grupo I (escala I o no ramoneadas) se agruparon nueve accesiones en el período poco lluvioso y seis en el período lluvioso; en el grupo III (escala III o ramoneadas) hubo preferencia por ramonear 18 accesiones durante la época de lluvia y 19 durante la seca. Dentro de estas se destacó *Leucaena spp*, con 13 accesiones, así como seis accesiones más de otras arbóreas. Por su parte, en el grupo II (escala II o medianamente ramoneadas) se agruparon 15 y 19 accesiones para los períodos poco lluvioso y lluvioso, respectivamente.

Tabla III.3.2.1. Accesiones pertenecientes a los grupos formados en el período poco lluvioso.

Grupo	Cantidad de accesiones	Nombre
I	9	<i>A. semani</i> , <i>B. acuminata</i> , <i>B. candicans</i> , <i>B. reticulata</i> , <i>C. festuca</i> , <i>M. oleifera</i> . <i>C. sappan</i> , <i>C. festuca</i> x <i>C. nudosa</i> , <i>S. saman</i>
II	15	<i>A. procera</i> , <i>A. kalkora</i> , <i>A. caribaea</i> , <i>A. lucida</i> , <i>A. odoratissima</i> , <i>A. berteriana</i> , <i>B. variegata</i> var. <i>Candida</i> , <i>B. variegata</i> , <i>B. malabarica</i> , <i>Bauhinia</i> sp., <i>E. contortisiliquum</i> , <i>G. arborea</i> , <i>L. latisiliqua</i> , <i>P. discolor</i> , <i>Schizolobium</i> sp
III	19	<i>L. leucocephala</i> CIAT-18481, <i>L. leucocephala</i> CIAT-9421, <i>L. leucocephala</i> CIAT-9437, <i>L. leucocephala</i> CIAT-17498, <i>L. leucocephala</i> CIAT-7872, <i>L. leucocephala</i> CIAT-18483, <i>L. leucocephala</i> CIAT-17480, <i>L. leucocephala</i> CIAT-17223, <i>L. leucocephala</i> CIAT-8069, <i>L. macrophylla</i> CIAT-17240, <i>L. leucocephala</i> cv. <i>Cunningham</i> , <i>L. leucocephala</i> CNIA-250, <i>L. leucocephala</i> CIAT-9415, <i>B. purpurea</i> , <i>A. lebbeck</i> , <i>E. cyclocarpum</i> , <i>M. nigra</i> , <i>E. berteroana</i> , <i>G. sepium</i>

Tabla III.3.2.2. Accesiones pertenecientes a los grupos formados en el período lluvioso.

Grupo	Cantidad de accesiones	Nombre
I	6	<i>B. reticulata</i> , <i>C. festuca</i> , <i>M. oleifera</i> . <i>C. sappan</i> , <i>C. festuca</i> x <i>C. nudosa</i> , <i>Schizolobium</i> sp
II	19	<i>A. procera</i> , <i>A. kalkora</i> , <i>A. semani</i> , <i>A. caribaea</i> , <i>A. lucida</i> , <i>A. odoratissima</i> , <i>A. berteriana</i> , <i>B. acuminata</i> , <i>B. candicans</i> , <i>B. variegata</i> var. <i>Candida</i> , <i>B. malabarica</i> , <i>B. variegata</i> , <i>Bauhinia</i> sp., <i>E. berteroana</i> , <i>E. contortisiliquum</i> , <i>G. arborea</i> , <i>L. latisiliqua</i> , <i>P. discolor</i> , <i>S. saman</i>
III	18	<i>L. leucocephala</i> CIAT-18481, <i>L. leucocephala</i> CIAT-9421, <i>L. leucocephala</i> CIAT-9437, <i>L. leucocephala</i> CIAT-17498, <i>L. leucocephala</i> CIAT-7872, <i>L. leucocephala</i> CIAT-18483, <i>L. leucocephala</i> CIAT-17480, <i>L. leucocephala</i> CIAT-17223, <i>L. leucocephala</i> CIAT-8069, <i>L. macrophylla</i> CIAT-17240, <i>L. leucocephala</i> cv. <i>Cunningham</i> , <i>L. leucocephala</i> CNIA-250, <i>L. leucocephala</i> CIAT-9415, <i>B. purpurea</i> , <i>A. lebbeck</i> , <i>E. cyclocarpum</i> , <i>M. nigra</i> , <i>G. sepium</i>

En estos ensayos de aceptabilidad fue evidente la preferencia que tuvieron los animales por ramonear, en primer lugar, las accesiones de *L. leucocephala* y, posteriormente, las especies *A. lebbeck*, *G. sepium*, *M. nigra*, *E. berteroana*, *E. cyclocarpum* y *B. purpurea*; los porcentajes de ramoneo oscilaron entre 75 y 100%.

Las accesiones del grupo II comenzaron a ser ramoneadas cuando prácticamente no quedaba disponibilidad de follaje en las 18 y 19 que conformaban el grupo de la escala III. Estas se agruparon en siete accesiones de *Albizia* spp y seis de *Bauhinia* spp para el período lluvioso, y seis de *Albizia* spp y cuatro de *Bauhinia* spp para el período poco lluvioso. Además, se agruparon cinco de otras accesiones para ambos períodos. Los porcentajes de ramoneo oscilaron entre 31 y 50%.

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 mejor frecuencia, como *A. berteriana*, *A. procera*, *Albizia odoratissima*, *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.

En la tabla III.3.2.3 (anexo 4) se observa el agrupamiento de las accesiones como promedio de cinco años. Es de destacar que en el comportamiento anual no se observaron diferencias entre los grupos II y III, ya que en cada uno se agruparon 19 accesiones; mientras que el grupo I sólo estuvo conformado por cinco.

Los animales mostraron una alta preferencia por 19 accesiones (grupo III, escala III), las cuales fueron totalmente ramoneadas. Estas accesiones representaron el 44,19% del total de accesiones en estudio. Dentro de estas se destacaron las accesiones de *Leucaena* spp, con 13 y seis de otras arbóreas, lo que coincidió con los resultados obtenidos por época.

Durante esta etapa se pudo conocer los diferentes estadios fenológicos de algunas de las especies que no lo mostraron durante la etapa de establecimiento, ellas fueron *A. saman*, *E. cyclocarpum*, *Schizolobium* sp. y *P. discolor* (tabla III.3.2.4).

Las especies *A. lucida*, *A. kalkora*, *A. semani*, *A. berteriana*, *A. caribaea*, *B. malabarica*, *C. festuca* x *C. nudosa*, *C. festuca*, *E. contortisiliquum*, *G. arborea* y *L. latisiliquum* se mantuvieron en estado vegetativo.

Tabla III.3.2.3. Accesiones pertenecientes a los grupos formados en el comportamiento anual.

Grupo	Cantidad de accesiones	Nombre
I	5	<i>B. reticulata</i> , <i>C. festuca</i> , <i>M. oleifera</i> , <i>C. sappan</i> , <i>C. festuca</i> x <i>C. nudosa</i>
II	19	<i>A. procera</i> , <i>A. kalkora</i> , <i>A. semani</i> , <i>A. caribaea</i> , <i>A. lucida</i> , <i>A. odoratissima</i> , <i>A. berteriana</i> , <i>B. variegata</i> var. <i>Candida</i> , <i>B. acuminata</i> , <i>B. candicans</i> , <i>B. malabarica</i> , <i>Bauhinia</i> sp., <i>B. variegata</i> , <i>E. contortisiliquum</i> , <i>G. arborea</i> , <i>L. latisiliqua</i> , <i>P. discolor</i> , <i>S. saman</i> , <i>Schizolobium</i> sp
III	19	<i>L. leucocephala</i> CIAT-18481, <i>L. leucocephala</i> CIAT-9421, <i>L. leucocephala</i> CIAT-9437, <i>L. leucocephala</i> CIAT-17498, <i>L. leucocephala</i> CIAT-7872, <i>L. leucocephala</i> CIAT-18483, <i>L. leucocephala</i> CIAT-17480, <i>L. leucocephala</i> CIAT-17223, <i>L. leucocephala</i> CIAT-8069, <i>L. macrophylla</i> CIAT-17240, <i>L. leucocephala</i> cv. <i>Cunningham</i> , <i>L. leucocephala</i> CNIA-250, <i>L. leucocephala</i> CIAT-9415, <i>B. purpurea</i> , <i>A. lebbeck</i> , <i>E. cyclocarpum</i> , <i>M. nigra</i> , <i>E. berteroana</i> , <i>G. sepium</i>

Tabla III.3.2.4. Comportamiento fenológico de las especies en estudio.

No.	Especie	Estado fenológico por época	
		Período poco lluvioso	Período lluvioso
1	<i>Albizia saman</i>	Vegetativo, abotonamiento, floración	Floración, fructificación
2	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	Vegetativo, abotonamiento, floración	Floración, fructificación
3	<i>Pithecellobium discolor</i>	Vegetativo, abotonamiento, floración	Floración, fructificación
4	<i>Schizolobium</i> sp	Vegetativo, abotonamiento, floración	Floración, fructificación

III.4. Comportamiento de las arbóreas ante la poda

En muchas de las áreas agrícolas más intensivas de Asia y África, donde la ganadería se basa en la posesión de pocos animales por pequeños propietarios, los árboles leguminosos son sembrados como bancos de proteína en tierras en desuso. Estas áreas son cosechadas bajo sistemas de corte y acarreo y son la principal fuente de proteína de alta calidad, como los residuos de cosecha (Gutteridge y Shelton, 1994).

Por otra parte, una gran cantidad de los árboles leguminosos utilizados en la producción de forraje son caducifolios o semicaducifolios y, por tal motivo, al final de la época lluviosa o al inicio del período seco pierden sus hojas (Borel, 1994). Para garantizar que se produzca forraje en el período seco, tanto para ramoneo como para acarreo, es necesario efectuar podas estratégicas al final del período lluvioso para evitar la caída de las hojas (Beer, 1989; Hernández, 2000).

En el caso de los árboles no caducifolios que se encuentran en sistemas de pastoreo, en ocasiones se presenta la problemática de que estos sobrepasan la altura óptima de ramoneo, por lo que los animales no alcanzan el follaje disponible y se hace necesario podarlos y ofertar ese forraje directamente en el potrero, principalmente en la época poco lluviosa, cuando la disponibilidad de pastos es menor (Iglesias, 2003).

Tomando en consideración estas premisas se realizó esta cuarta etapa de evaluación con el objetivo de *estudiar la respuesta de especies arbóreas ante la poda estratégica*.

III.4.1 Materiales y métodos

III.4.1.1 Tratamientos

Como se indicó en el procedimiento experimental seguido en la etapa III.3, las arbóreas fueron podadas de forma estratégica. De ahí que a medida que se alcanzaron los resultados en los primeros pastoreos, se decidió determinar el comportamiento de las arbóreas ante la poda, pero solo en aquellas que fueron totalmente ramoneadas. Por consiguiente, los tratamientos los conformaron las 20 accesiones que resultaron más ramoneadas en la etapa de selectividad.

Se utilizó el diseño experimental establecido en la etapa III.2 con ocho repeticiones por accesión.

III.4.1.2 Procedimiento experimental

De los diez individuos plantados por accesión en cada surco, se seleccionaron ocho para el corte o la poda estratégica; mientras que los dos restantes no se podaron, con el objetivo de observar su comportamiento y crecimiento en el tiempo.

En noviembre de 1998 se realizó un corte de uniformización para establecer la altura de poda (100 cm). Durante los cinco años en que se realizaron los cortes (1999-2003), se consideró la altura como criterio para efectuarlos. De esta forma, cuando el 50% de los árboles del área alcanzaban una altura de 2,0 m se procedía a podar a 1,0 m sobre la superficie del suelo. Con posterioridad se realizaron dos podas en cada año, en los meses de abril (período poco lluvioso) y agosto (período lluvioso), para obtener los rendimientos en ambas estaciones.

III.4.1.3 Variables medidas y estimadas

En cada corte se pesó y cuantificó la biomasa total y esta se separó en biomasa comestible (hojas y tallos tiernos <6mm) y biomasa leñosa o no comestible (tallos >6mm). Con posterioridad se tomaron muestras de 300 g de biomasa comestible de cada accesión y se secaron en la estufa a 80°C hasta peso constante, para la determinación de la composición bromatológica.

A partir de los datos tomados en el campo se calcularon las variables para los análisis estadísticos, utilizando para ello las siguientes fórmulas:

- Producción de biomasa total (BT)

$$BT = \sum \text{peso de las hojas y tallos tiernos} + \sum \text{peso de los tallos leñosos}$$

- Producción de biomasa comestible (BC)

$$BC = BT - \sum \text{peso de los tallos leñosos}$$

- Producción de biomasa leñosa (BL)

$$BL = \sum \text{de tallos leñosos}$$

Los **análisis de laboratorio** para la determinación del porcentaje de materia seca, proteína bruta, fibra bruta, calcio, potasio y fósforo de cada una de las muestras tomadas por accesión, se realizaron según las técnicas descritas por la AOAC (1990).

Se midió el **número de rebrotes** que presentaban las plantas en el momento de la poda; para ello se contaron los brotes de cada una de las ocho plantas podadas anteriormente.

La **dinámica de crecimiento** se midió con una frecuencia semanal, hasta que los rebrotes alcanzaron 1,50 m de altura. Esta medición se efectuó con la ayuda de una regla graduada, tomando la longitud en los cinco primeros rebrotes.

Fenología: Se realizó cada 15 días en las dos plantas no podadas por especies, hasta cumplirse todos los posibles estadios fenológicos. Para ello se utilizó la simbología establecida para este fin:

- ~ Fase vegetativa
- ∧ Abotonamiento
- ⊂ Inicio de floración
- ⊃ Fin de floración

III.4.2 Resultados

Los resultados del ACP (tabla III.4.2.1) permitieron constatar la existencia de un alto valor en la varianza acumulada para ambos períodos del año (80,88 para el período lluvioso y 85,30 para el poco lluvioso) y los indicadores biomasa comestible, biomasa leñosa y biomasa total resultaron ser los que mejores explicaron este porcentaje de variación para ambas épocas; aunque también se debe tomar en consideración el número de rebrotes, que en ambos casos alcanzó valores superiores al 0,50 y se relacionó positivamente con los anteriores.

Tabla III.4.2.1. Relación entre indicadores y componentes principales.

Indicador	Período lluvioso	Período poco lluvioso
	Componente principal	Componente principal
	CP 1	CP 1
BC	0,98	0,98
BL	0,97	0,98
BT	0,98	0,95
No. de rebrotes	0,59	0,77
Valor propio	3,23	3,41
Varianza (%)	80,88	85,30
Varianza acumulada	80,88	85,30

Al realizar el análisis de clasificación automática, se obtuvieron dos grupos, tanto para el período lluvioso como para el poco lluvioso. En las tablas III.4.2.2 y III.4.2.3 se muestran los grupos formados con las accesiones pertenecientes a cada uno de ellos en cada época.

Tabla III.4.2.2. Accesiones pertenecientes a los grupos formados en el período lluvioso.

Grupo	Cantidad de accesiones	Nombre
I	18	<i>L. leucocephala</i> CIAT-9437, <i>L. leucocephala</i> CIAT-9415, <i>L. leucocephala</i> CIAT-17480, <i>L. leucocephala</i> CIAT-8069, <i>L. leucocephala</i> CIAT-9421, <i>L. leucocephala</i> CIAT-18481, <i>L. leucocephala</i> CIAT-17223, <i>L. leucocephala</i> CIAT-7872, <i>L. leucocephala</i> CIAT-18483, <i>L. leucocephala</i> cv. Cunningham, <i>L. leucocephala</i> CNIA-250, <i>B. purpurea</i> , <i>M. nigra</i> , <i>A. lebbeck</i> , <i>G. sepium</i> , <i>E. cyclocarpum</i> , <i>E. berteriana</i> , <i>Bauhinia</i> sp.
II	2	<i>L. macrophylla</i> CIAT-17240, <i>L. leucocephala</i> CIAT-17498

Como se observa, el grupo I (para ambas épocas) estuvo conformado por la mayoría de las accesiones (18 en el período lluvioso y 19 en el poco lluvioso). Se destacan *Leucaena* y *Bauhinia* por el número de contribuyentes en ese grupo. En lo que respecta al grupo II, solo se agruparon tres accesiones del género *Leucaena*, con la especie *L. macrophylla* y *L. leucocephala* en las lluvias y solo una de *L. leucocephala* en la época de escasez de precipitaciones.

Tabla III.4.2.3. Accesiones pertenecientes a los grupos formados en el período poco lluvioso.

Grupo	Cantidad de accesiones	Nombre
I	19	<i>L. leucocephala</i> CIAT-9437, <i>L. leucocephala</i> CIAT-9415, <i>L. leucocephala</i> CIAT-17480, <i>L. leucocephala</i> CIAT-8069, <i>L. macrophylla</i> CIAT-17240, <i>L. leucocephala</i> CIAT-9421, <i>L. leucocephala</i> CIAT-18481, <i>L. leucocephala</i> CIAT-17223, <i>L. leucocephala</i> CIAT-7872, <i>L. leucocephala</i> CIAT-18483, <i>L. leucocephala</i> cv. Cunningham, <i>L. leucocephala</i> CNIA-250, <i>B. purpurea</i> , <i>M. nigra</i> , <i>A. lebbeck</i> , <i>G. sepium</i> , <i>E. cyclocarpum</i> , <i>Bauhinia</i> sp.
II	1	<i>L. leucocephala</i> CIAT-17498

Durante el período lluvioso (tabla III.4.2.4), las dos accesiones que formaron el grupo II (*L. macrophylla* CIAT-17240 y *L. leucocephala* CIAT-17498) fueron las que tuvieron mayor contribución positiva; mientras que la última también sobresalió en el poco lluvioso (tabla III.4.2.5), lo que demuestra la superioridad de esta accesión de *L. leucocephala*.

Tabla III.4.2.4. Contribución de las variables a la formación de los grupos (período lluvioso).

Grupo	BC kg/árbol	BL kg/árbol	BT kg/árbol	No. rebrotos	Contribución	
					+	-
I	0,78	0.71	1,49	12	-	100
II	3,09	2,93	6,02	19	100	-
\bar{x} poblacional	1,94	1.82	3,76	15,5		

Tabla III.4.2.5. Contribución de las variables a la formación de los grupos (período poco lluvioso).

Grupo	BC kg/árbol	BL kg/árbol	BT kg/árbol	No. rebrotos	Contribución	
					+	-
I	0,35	0,38	0,73	10	-	100
II	1,25	1,75	3.00	22	100	-
\bar{x} poblacional	0,80	1,06	1,86	16		

Los resultados mostraron que en el período lluvioso (tabla III.4.2.6), *L. macrophylla* CIAT-17240 y *L. leucocephala* CIAT-17498 resultaron las de mejor comportamiento en cuanto a la biomasa potencialmente comestible, cuyo valor medio varió entre 3,02 y 3,15 kg de MS/árbol; mientras que un amplio número, constituido por 18 especies (grupo I), produjo entre 0,50 y 1,40 kg de MS comestible/árbol. El número de rebrotos osciló entre 7 y 24 y en este indicador *L. leucocephala* CIAT-17498 fue la de mejores resultados.

Sin embargo, en el período poco lluvioso la producción de biomasa comestible solo fluctuó entre 0,10 y 1,25 kg de MS comestible/árbol; se destacó de nuevo *L. leucocephala* CIAT-17498 (grupo

II) con el máximo valor. Un comportamiento similar al encontrado en el período lluvioso fue constatado en los indicadores restantes (tabla III.4.2.6).

En la tabla III.4.2.7 se presentan los contenidos de materia seca, fibra bruta y proteína bruta de la biomasa comestible de las plantas en las épocas lluviosa y poco lluviosa, respectivamente. En la mayoría de estas, dichos indicadores sufrieron poca variación en sus valores por el efecto de la época, tendencia que se comprobó también para el resto de los indicadores (minerales), que se analizarán posteriormente.

En tal sentido, los contenidos de materia seca se comportaron en un rango de 20,00-35,68%, con los valores más bajos para *L. leucocephala* CIAT-17498 (20,00%) y los más altos para *L. leucocephala* cv. Cunningham (33,00%); la proteína bruta estuvo entre 12,55 y 31,35%, con los resultados más bajos para *B. purpurea* y los más altos para *L. leucocephala* CIAT-9437.

Tabla III.4.2.6 Producción de biomasa en las accesiones más ramoneadas.

Especie	Período lluvioso				Período poco lluvioso			
	BC kg/árbol	BL kg/árbol	BT kg/árbol	No. rebrotos	BC kg/árbol	BL kg/árbol	BT kg/árbol	No. rebrotos
<i>L. l.</i> CIAT-9437	0.73	0.75	1.48	12	0.30	0.40	0.70	11
<i>L. m.</i> CIAT-17240	3.02	2.98	6.00	14	0.96	1.14	2.1	15
<i>L. l.</i> CIAT-9415	0.55	0.50	1.05	12	0.50	0.60	1.1	7
<i>L. l.</i> CIAT-17480	0.50	0.50	1.00	10	0.10	0.20	0.30	6
<i>Bauhinia sp.</i>	1.30	0.75	2.05	21	0.76	0.76	1.52	14
<i>L. l.</i> CIAT-17498	3.15	2.88	6.03	24	1.25	1.75	3.00	22
<i>L. l.</i> CIAT- 8069	0.73	0.65	1.38	9	0.15	0.15	0.30	13
<i>L. l.</i> CIAT-9421	0.65	0.68	1.33	11	0.40	0.45	0.85	10
<i>L. l.</i> CIAT-18481	1.40	1.32	2.72	8	0.35	0.35	0.70	7
<i>L. l.</i> CIAT-17223	0.50	0.45	0.95	10	0.20	0.25	0.45	10
<i>L. l.</i> CIAT-7872	0.53	0.45	0.98	11	0.20	0.10	0.30	9
<i>L. l.</i> CIAT-18483	0.55	0.65	1.20	11	0.35	0.35	0.70	12
<i>B. purpurea</i>	0.65	0.55	1.20	9	0.22	0.22	0.45	11
<i>M. nigra</i>	1.03	1.00	2.03	9	0.60	0.65	1.25	11
<i>A lebbeck</i>	0.73	0.80	1.53	12	0.15	0.15	0.30	4
<i>G. sepium</i>	1.15	1.60	2.75	16	0.45	0.30	1.75	6
<i>E. cyclocarpum</i>	0.58	0.55	1.13	18	0.15	0.32	0.47	12
<i>L. l.</i> cv. Cunningham	0.87	0.58	1.45	7	0.30	0.30	0.60	17
<i>L. l.</i> CNIA-250	0.53	0.40	0.93	17	0.10	0.20	0.30	8
<i>E. berteriana</i>	1.00	0.65	1.65	18	-	-	-	-

BC- biomasa comestible

BL- biomasa leñosa

BT- biomasa total

La concentración de los componentes estructurales (fibra bruta) se comportó entre el 12,23 y 35,83%. De todos los follajes analizados, el menos fibroso resultó el de *L. leucocephala* CIAT-17223 (12 %) en la época lluviosa; mientras que *Bauhinia sp.* mostró el peor valor (35 %) en esa misma época, no siendo así en la seca, donde fue ampliamente superada por *A. lebbeck* y *E. berteriana*. Esta última presentó valores por encima de 30% en ambas épocas del año.

Tabla III.4.2.7. Composición bromatológica de las accesiones evaluadas (%).

Especie	Período lluvioso			Período poco lluvioso		
	MS %	FB %	PB %	MS %	FB %	PB %
<i>L. l.</i> CIAT-9437	25.73	17.73	27.72	27.58	25.87	31.35
<i>L. m.</i> CIAT-17240	28.49	27.89	24.43	29.32	19.93	27.58
<i>L. l.</i> CIAT-9415	23.57	21.96	20.01	23.60	16.64	24.82
<i>L. l.</i> CIAT-17480	27.01	17.81	24.77	25.48	18.08	24.71
<i>Bauhinia sp.</i>	30.17	35.83	18.60	31.34	27.97	17.08
<i>L. l.</i> CIAT-17498	25.18	14.89	29.96	20.00	19.23	23.58
<i>L. l.</i> CIAT- 8069	25.58	14.42	25.55	27.29	17.47	26.97
<i>L. l.</i> CIAT-9421	25.18	14.89	29.96	28.11	17.39	23.65
<i>L. l.</i> CIAT-18481	27.30	15.91	26.31	24.64	24.24	23.64
<i>L. l.</i> CIAT-17223	26.25	12.23	27.82	26.20	19.39	21.31
<i>L. l.</i> CIAT-7872	27.01	15.13	25.58	30.15	18.79	24.60
<i>L. l.</i> CIAT-18483	27.66	16.31	22.99	20.72	17.19	25.57
<i>B. purpurea</i>	33.69	33.34	12.55	28.02	26.48	15.58
<i>M. nigra</i>	24.38	14.78	15.05	29.24	14.32	15.39
<i>A. lebbeck</i>	29.73	31.81	25.68	31.61	32.58	23.99
<i>G. sepium</i>	27.25	29.11	25.79	29.52	27.21	23.89
<i>E. cyclocarpum</i>	31.29	19.77	21.85	28.88	16.48	20.60
<i>L. l.</i> cv. Cunningham	35.68	20.92	22.53	33.75	16.35	22.34
<i>L. l.</i> CNIA-250	29.44	15.08	22.98	32.12	17.37	21.52
<i>E. berteriana</i>	22.23	34.00	22.05	23.27	32.74	23.06

En la tabla III.4.2.8 se muestra el rango de variación de los principales minerales entre las especies estudiadas, donde se observó una oscilación para el caso del Ca entre 1,11 y 2,83%, para el P entre 0,08 y 0,31% y para el K entre 1,07 y 3,68%.

En el período lluvioso, las accesiones que presentaron los más altos valores de Ca fueron *Bauhinia sp.*, *B. purpurea* y *E. berteroana*, con 2,54; 2,39 y 2,73%, respectivamente.

En el período poco lluvioso se repitió *Bauhinia sp.*, con 2,58%, y entre las más destacadas se encontraron *L. leucocephala* CIAT-9437 y *L. leucocephala* CNIA-250, con valores de 2,83 y 2,44%, respectivamente.

En el caso del P, los porcentajes mayores se registraron en *M. nigra* (0,31 en ambas épocas); sin embargo, en la época poco lluviosa todas las accesiones alcanzaron concentraciones por encima de 0,13%.

Entre todas las accesiones, los valores más bajos de K se registraron en *B. purpurea*, *A. lebbeck*, *L. leucocephala* cv. Cunningham y *L. leucocephala* CNIA-250.

Tabla III.4.2.8 Composición bromatológica de las accesiones evaluadas (minerales).

Especie	Período lluvioso			Período poco lluvioso		
	Ca	P	K	Ca	P	K
<i>L. l.</i> CIAT-9437	1.31	0.08	3.40	2.83	0.23	2.41
<i>L. m.</i> CIAT-17240	1.62	0.09	2.21	1.11	0.29	2.74
<i>L. l.</i> CIAT-9415	1.98	0.11	2.04	1.80	0.17	2.11
<i>L. l.</i> CIAT-17480	1.40	0.08	3.44	1.67	0.18	2.60
<i>Bauhinia sp.</i>	2.54	0.14	2.29	2.58	0.14	2.27
<i>L. l.</i> CIAT-17498	1.80	0.13	3.40	2.10	0.25	2.08
<i>L. l.</i> CIAT- 8069	1.77	0.12	2.93	2.00	0.14	2.88
<i>L. l.</i> CIAT-9421	1.80	0.13	3.40	1.90	0.16	2.78
<i>L. l.</i> CIAT-18481	1.45	0.09	3.68	2.01	0.18	2.61
<i>L. l.</i> CIAT-17223	1.69	0.09	3.34	2.22	0.15	2.48
<i>L. l.</i> CIAT-7872	1.64	0.10	3.02	1.83	0.15	1.52
<i>L. l.</i> CIAT-18483	1.52	0.10	3.08	2.39	0.19	1.73
<i>B. purpurea</i>	2.39	0.15	1.84	2.02	0.24	1.61
<i>M. nigra</i>	1.90	0.31	2.57	1.86	0.31	1.96
<i>A lebbeck</i>	1.89	0.09	1.73	2.04	0.16	1.47
<i>G. sepium</i>	1.39	0.18	1.09	1.43	0.16	2.05
<i>E. cyclocarpum</i>	1.95	0.12	2.07	1.80	0.13	1.88
<i>L. l.</i> cv. Cunningham	1.89	0.10	1.69	1.84	0.13	1.07
<i>L. l.</i> CNIA-250	1.78	0.13	1.91	2.44	0.15	1.37
<i>E. berteroana</i>	2.73	0.15	2.25	1.63	0.28	2.12

Con respecto a la dinámica de crecimiento de los rebrotes, durante el período lluvioso se evidenció un ritmo ascendente a partir de los 15 días de haberse efectuado la poda y hasta los 120 días posteriores. Aquí sobresalieron las accesiones de *B. purpurea*, *E. cyclocarpum*, *E. berteriana* y *G. sepium*. Un comportamiento similar mostraron en este período las accesiones de *Leucaena*, aunque los ritmos de crecimiento más rápidos fueron evidentes en *L. leucocephala* CIAT-9437, CIAT-8069, CIAT-17480, CIAT-18481 y CIAT-18483, hasta los 75 días (figura III.4.2.1).

En la figura III.4.2.2 se muestra la dinámica de crecimiento de los rebrotes en el período poco lluvioso; la altura de las ramas se incrementó con el tiempo, aunque con una velocidad menor que la alcanzada en el período lluvioso. Este rápido crecimiento se observó desde los 15 hasta los 75 días para las accesiones de *Bauhinia*, *Enterolobium*, *Morus* y *Erythrina*, respectivamente. Sin embargo, *A. lebeck* apenas mostró crecimiento después del corte. En el caso de las accesiones de *Leucaena* el crecimiento se evidenció a partir de los 15 y hasta los 120 días, con los mejores valores para *L. leucocephala* CIAT-17223, 9421 y 9415 y *L. macrophylla* CIAT-17240. Interesante fue el comportamiento de *L. leucocephala* cv. Cunningham, la que expresó el más bajo poder de rebrote entre estas y a partir de los 60 días no mostró ningún crecimiento.

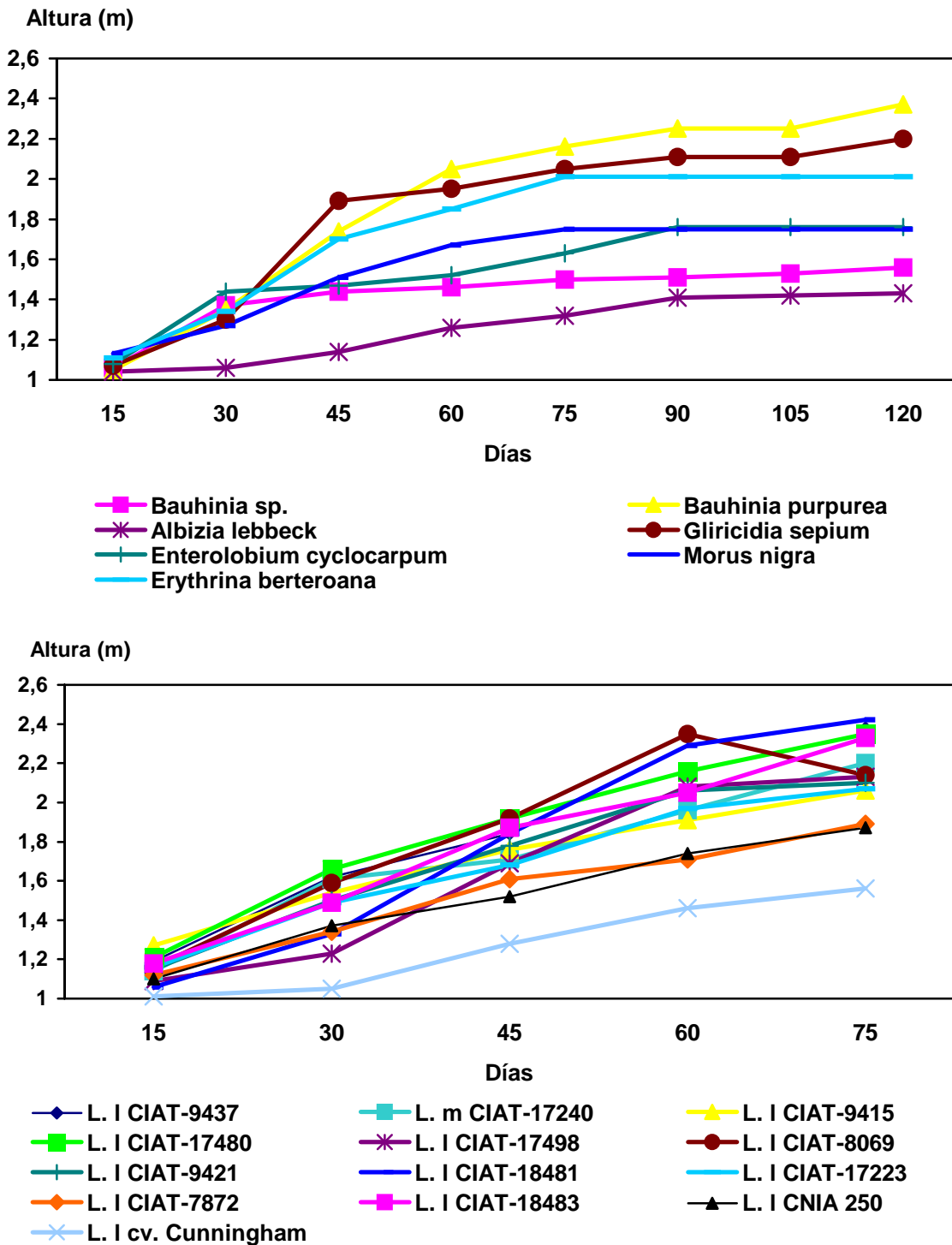


Fig. III.4.2.1 Dinámica de crecimiento de los rebrotes en el período lluvioso.

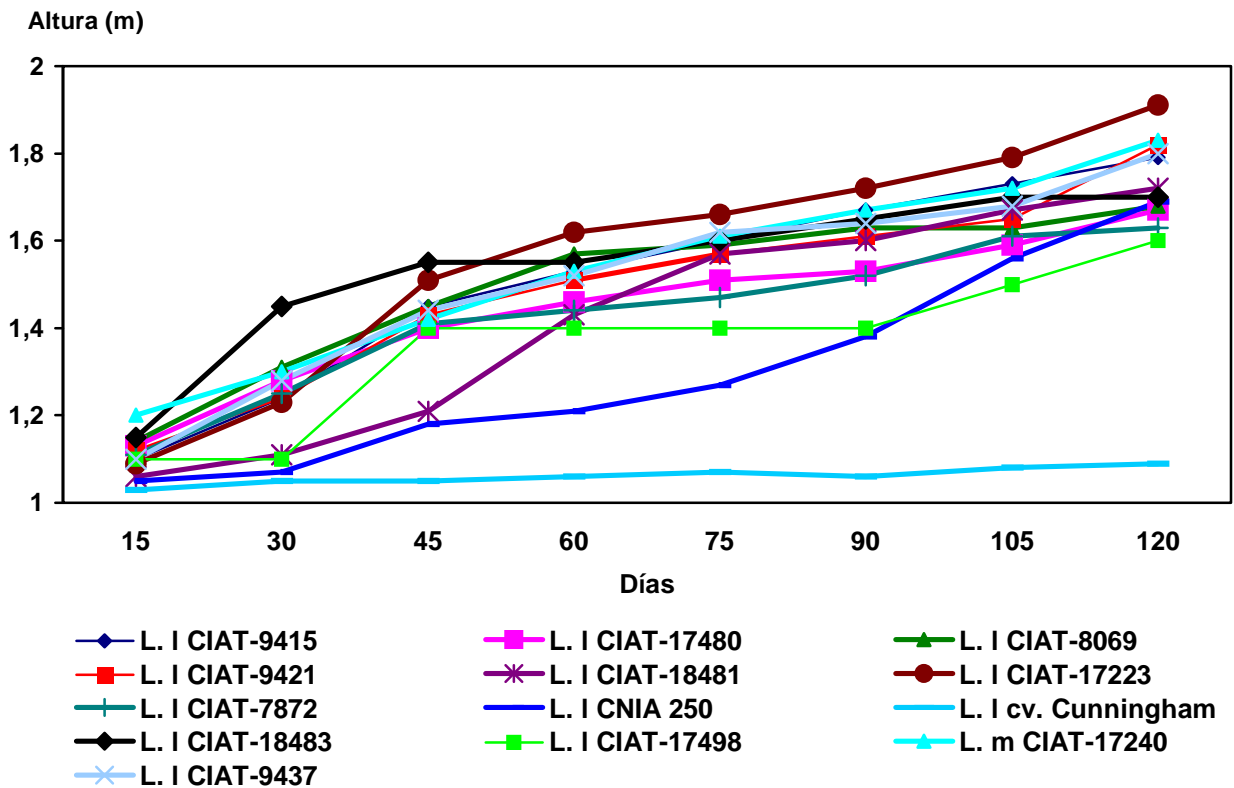
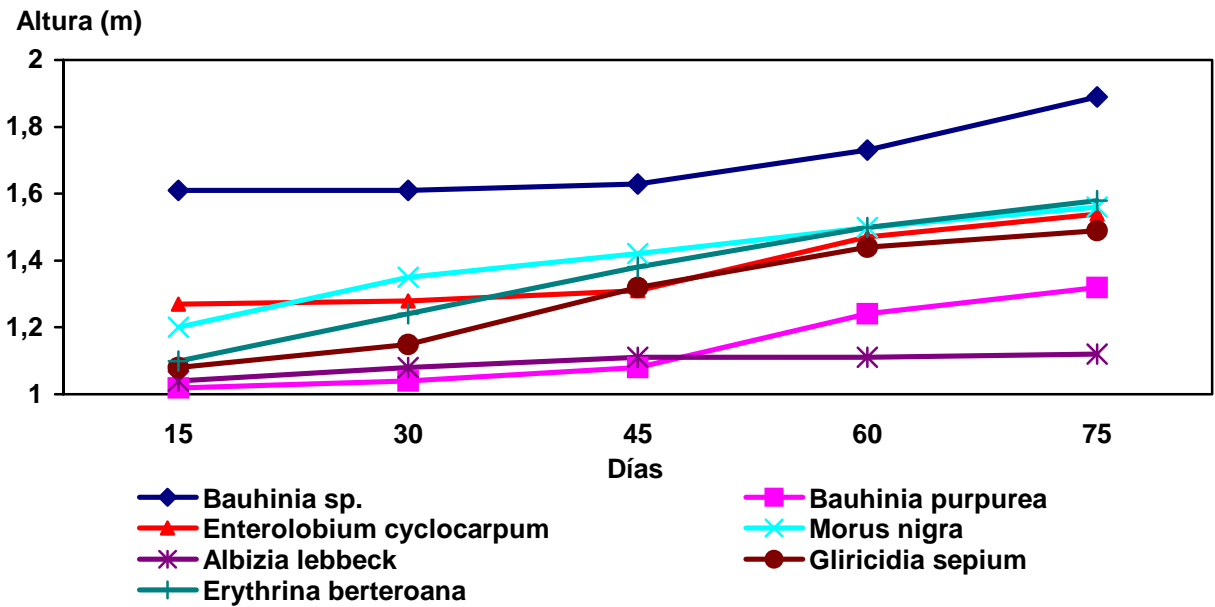


Fig. III.4.2.2 Dinámica de crecimiento de los rebrotes en el período poco lluvioso.

Capítulo IV. Discusión de los resultados experimentales

El análisis de componentes principales (ACP), propuesto por Pearson en la década del 20, constituye una de las técnicas de análisis multivariado más difundidas en la actualidad. Este análisis ha sido muy utilizado en la interpretación de datos provenientes de investigaciones en la rama agrícola (Machado, 2002; Sánchez, 2003), ya que la interpretación de una matriz de datos a través de un ACP, facilita las herramientas necesarias para abordar con efectividad y rigor esta compleja problemática.

El ACP presenta múltiples ventajas y ha probado que permite determinar la mayor parte de la varianza de los datos y con ello se convierte en una herramienta de extrema utilidad para simplificar el análisis e interpretación de una gran cantidad de variables consideradas en una evaluación exhaustiva (Broschat, citado por Borrego, Fernández, López, Parga, Murillo y Carvajal, 1999).

Coincidiendo con los elementos planteados por este grupo de autores y con la unidad de criterios existente, el interés de esta tesis no residió en determinar el efecto de un grupo de variables sobre otra en particular, sino en caracterizar las relaciones que pueden existir entre estas de forma simultánea, determinar las tendencias con que influyen y sopesar la importancia que tiene cada una en la variación general existente. Por ello, un enfoque multivariado a través de un ACP facilitaría tales objetivos, ya que las diferencias existentes entre magnitudes y la alta correlación entre variables proporcionan las premisas adecuadas para este tipo de análisis (Kosaki, Wasano y Juo, 1989; Torres, Martínez y Noda, 1993).

De acuerdo con los resultados del ACP realizado en la fase de vivero (tabla III.1.2.1), es posible afirmar que existe un alto contraste entre accesiones, demostrado por la alta variabilidad acumulada, en función de los indicadores medidos o estimados.

En este sentido, se manifestó una alta diferenciación entre las variables estudiadas, particularmente para la altura inicial, la altura a los 90 días, el grosor del tallo, la germinación y la incidencia de plagas; aspectos que contribuyeron decididamente en la agrupación de las accesiones estudiadas y su posterior selección.

Ello indica que estos caracteres tuvieron una gran influencia en el desarrollo de la plántula en esta fase de crecimiento, lo que reafirma la existencia de una gran variabilidad fenotípica en la

población y, de modo sobresaliente, en los indicadores del desarrollo de las plantas y el grado de estrés incidente durante este período.

Resultados similares fueron reportados por Hernández y Seguí (1998), quienes al evaluar una amplia colección de *Leucaena* spp. obtuvieron una variabilidad muy efectiva (60,4%) en la primera componente, cuando analizaron variables tales como el grosor del tallo, la altura de la planta y el número de ramas, en la etapa de vivero.

También Wencomo, Cepero e Iglesias (2003) trabajaron con esta colección, conformada por 145 accesiones de *Leucaena* spp., y encontraron una varianza acumulada de 76,8% en las dos primeras componentes, cuando utilizaron indicadores similares a los de este trabajo durante el período de aviveramiento, los cuales estuvieron positivamente relacionados y contribuyeron fuertemente a la agrupación posterior de las accesiones estudiadas.

Todo lo anterior indica que, independientemente de las condiciones edafoclimáticas existentes durante esta fase (tabla II.3.1), las poblaciones y en particular estas accesiones, pueden expresar una variación marcada entre individuos para algunos indicadores y de esta forma agruparse en función de esas variables, lo que representa un elemento positivo en el trabajo de evaluación.

Además, se constató que la variabilidad estuvo bien distribuida, ya que el valor propio en todos los casos fue superior a uno, índice aceptable para que la variabilidad correspondiente a cada indicador esté relacionada de forma más efectiva con cada eje, en correspondencia con este tipo de análisis (Philippeau, 1986). Por tal razón, todos los indicadores tomados en consideración se incluyeron en la agrupación de estas accesiones a través del análisis de conglomerados, cuyos resultados se discutirán con posterioridad.

Aunque la varianza en CP2 sólo alcanzó un valor de 21,12%, esta se puede considerar aceptable, sobre todo si se tiene en cuenta su valor propio. Ello indica que la germinación y la supervivencia, así como el efecto provocado por la presencia de plagas, pueden constituir indicadores de contraste entre las arbóreas y arbustivas estudiadas y que dichos indicadores, sobre la base del principio del ACP, no tuvieron relación con los analizados con anterioridad. Ello es totalmente lógico si se analiza la naturaleza y la transcendencia de tales indicadores, los cuales pueden incidir de modo muy independiente.

Sin embargo, la relación efectiva que se estableció para CP2 entre la germinación y la supervivencia, y el contraste con la presencia de plagas y, de cierto modo, las enfermedades, es una relación consecuente con el desarrollo de las plántulas, pues solo se puede esperar

supervivencia de todo aquel material que germine y luego no se afecte considerablemente por el estrés que se produce por la incidencia de las plagas y enfermedades en las pequeñas plántulas. Estas variables se expresaron en sentido inverso a las dos anteriores, es decir, afectando, o bien la germinación, o bien la supervivencia.

En el tercer eje (CP3), con un bajo porcentaje de la varianza total (17,30%), contribuyeron de forma decisiva las afectaciones por enfermedades y el número de hojas, que se orientó en sentido contrario. De acuerdo con el valor de la varianza que extrajo esta componente, puede deducirse que el peso que tuvieron estas variables estructurales con relación a la varianza total fue marcadamente menor que el de las variables a las que se hizo referencia con anterioridad.

El contraste entre el número de hojas y el grado de afectación por enfermedad es lógico, ya que a un aumento del grado de afectación por enfermedad puede corresponder una relativa disminución del número de hojas, por cuanto estos indicadores actúan en sentido contrario.

Al comparar las accesiones entre ellas, fue posible comprobar la existencia de resultados alentadores, ya que algunas tuvieron un comportamiento muy positivo al utilizar el análisis de conglomerados; ello estuvo estrechamente relacionado con las respuestas contrastantes que se manifestaron entre los tratamientos, efecto que motivó una considerable diferenciación individual y la subsiguiente formación de grupos bien definidos (tablas III.1.2.2 y III.1.2.3).

Por otra parte, no se encontró relación entre los caracteres estudiados (tabla III.1.2.3), por lo que resulta importante no prefijar la altura de la planta como único indicador a tener en cuenta en el momento de trasplante. Clavero (1998) indicó que es necesario tomar como criterio cada uno de ellos, ya que están muy relacionados con el desarrollo de la plántula en esta fase, además de influir en su arquitectura (Machado y Núñez, 1994).

A pesar de la poca representatividad en el número de las especies evaluadas y teniendo en consideración los resultados alcanzados en esta etapa, se puede plantear que las diferencias entre los seis grupos formados evidenciaron contrastes entre y dentro de las especies y accesiones, por lo que estos indicadores no se deben establecer de una forma estática para todas en sentido general, sino que debe tenerse al menos un criterio para cada una de las accesiones por separado.

También se pudo observar que todas las accesiones evaluadas en esta etapa presentaron un mejor comportamiento que las variedades comerciales *L. leucocephala* cvs. Cunningham y CNIA-250, lo que coincide con las investigaciones realizadas por Hernández y Seguí (1998), donde la

CNIA-250 también presentó problemas durante la etapa de vivero, así como con los resultados de Machado y Núñez (1994) y Wencomo et al. (2002).

A pesar de que la literatura disponible no ofrece mucha información acerca del estudio de las leguminosas arbóreas en la etapa de vivero, autores como Jones y Jones (1982), Clavero (1998) y Shelton, Lowry, Gutteridge, Bray y Wildin (1991) plantean que las plantas de leucaena, en condiciones favorables de vivero, tienen un rápido crecimiento y que están listas para ser trasplantadas cuando alcanzan aproximadamente entre 30 y 50 cm de altura, lo que evita que las raíces perforen las bolsas y se fijen al suelo y que los tallos se alarguen demasiado. Esto corrobora los resultados de la presente investigación con las 13 accesiones de *Leucaena*, las cuales a los 90 días de sembradas en vivero alcanzaron una altura promedio de 39 cm.

Sin embargo, durante esta etapa tres accesiones no pudieron ser evaluadas: *Pterocarpus sp.*, *E. variegata* y *B. simaruba*.

En el caso de *Pterocarpus sp* el problema estuvo relacionado con su germinación, lo que pudo deberse a la dormancia de sus semillas. En este sentido, Schmidt (2000) refiere que es común para este género la dormancia mecánica y Willan (1985) reporta doble dormancia (mecánica y física) para *Pterocarpus angolensis*, que es una especie afín. De igual forma, esto pudo suceder en las semillas de *E. variegata*, ya que ha sido reportada la dormancia en otras especies de *Erythrina*, como *E. abyssinica* (Laurent y Chamshama, 1987), *E. mysorensis* y *E. berteroana* (González, Reino, Sánchez, Fung y Machado, 2005).

En este sentido, se puede plantear que existen algunas semillas de arbóreas que no necesitan ser tratadas para que germine su embrión; como *G. sepium* (Navarro y González, 1999) y *B. purpurea* (González, 2003); no obstante, hay otras semillas que poseen dormancia, aun recién cosechadas, y por tanto la escarificación es imprescindible para lograr una buena germinación. Un ejemplo de ello lo constituyen las pruebas realizadas en condiciones de vivero por González, et al. (2005), quienes informan resultados en la estimulación de la germinación en semillas de 10 especies arbóreas tratadas con agua a 80°C durante dos minutos.

Otros trabajos realizados con leguminosas tropicales como *L. leucocephala* cv. Cunningham, demostraron una mejoría de la germinación al aplicar tratamiento a las semillas con agua a 80°C durante 2 min. (González y Mendoza, 1995) y cuando este se combina con técnicas novedosas como la de la hidratación-deshidratación (González et al., 2005). Algunos autores como Duguma,

Kang y Okali (1988), plantean que las altas temperaturas favorecen la eliminación de la impermeabilidad de las cubiertas seminales y originan mayores germinaciones.

En este período casi todas las accesiones mostraron lesiones en el follaje por *Colapsis brunnea*; sin embargo, la presencia de esta plaga no ocasionó daños significativos en la plantación.

También Wencomo et al. (2003) reportaron la presencia de *Colapsis brunnea* en un vivero de leucaena, aunque esta no ocasionó daños significativos en los pequeños árboles, por lo que el ataque se catalogó de ligero a muy ligero.

En el caso de *Bursera simaruba*, su pérdida en vivero se debió al fuerte ataque que sufrieron las estacas por el barrenador del tallo.

La mayoría de las leguminosas arbóreas tienen un crecimiento lento durante la etapa de plántulas, lo que las hace vulnerables a la competencia con las malezas y los predadores, y a las defoliaciones durante el establecimiento (Maasdorp, 1992), así como al pastoreo y a la vida silvestre (Wildin, 1986).

Todo parece indicar que la preparación de suelo (método convencional de aradura, grada, recuce y grada) y la distancia de siembra (4 x 5 m) empleados en este estudio, permitieron un lecho de siembra apropiado para las plantas y de hecho favoreció su crecimiento y desarrollo, lo que permitió alcanzar un buen establecimiento del material empleado en esta fase.

A todo ello se suma que las arbóreas multipropósitos poseen mecanismos morfológicos, como la presencia de un profundo sistema radical con raíces secundarias y de otros órdenes, que les permite absorber los nutrientes de las capas más profundas del subsuelo; mientras que la disposición de las hojas y la arquitectura de las plantas les permite hacer un uso mayor de la radiación solar (Simón et al., 2005), aspectos que favorecieron su desarrollo.

Por otra parte, se debe tener en cuenta que existen especies que manifiestan un alto grado de especificidad y tienen la capacidad de adaptarse a ambientes particulares, debido a que aprovechan bien su metabolismo y las sustancias de reserva las invierten en mantener su funcionamiento. Todos estos factores, combinados y en plena interacción, pudieron haber propiciado que en esta etapa se destacaran 22 accesiones, distribuidas en 10 de *Leucaena* spp., cuatro de *Bauhinia*, dos de *Enterolobium* y una de *Albizia*, *Cassia*, *Moringa*, *Morus*, *Pithecellobium* y *Gmelina*, respectivamente (tablas III.2.2.2 y III.2.2.3).

Es interesante subrayar que todas estas accesiones crecieron en condiciones de ambiente estresante, si se parte del hecho de que el suelo donde se llevó a cabo este experimento es de

mediana fertilidad y está caracterizado por sus bajos contenidos de fósforo y contenidos medios de nitrógeno (tabla II.2.1), y que durante esta etapa no se aplicó riego ni fertilización.

El amplio rango de variación alcanzado entre las accesiones, en los indicadores medidos y estimados, se puede considerar alto, ya que resultó superior al 80% (tabla III.2.2.1); aspecto que pudo deberse a la relación contrastante que existió entre las variables estudiadas en esta etapa experimental, fundamentalmente la altura y los meses que demoran las plantas para el establecimiento, cuyo contraste indica que no todas las plantas fueron más altas con el aumento de la edad, por lo que el desarrollo no solo se manifiesta en el aumento de la altura, sino también en el engrosamiento del fuste y las ramas, así como en el aumento de estas en número, junto con el de las hojas.

Los valores de los indicadores medidos, como los meses que demoran las plantas para establecerse y la altura al establecimiento, se comportaron de forma satisfactoria para el grupo I, según lo indicado en la tabla III.2.2.3. Igual comportamiento tuvo la supervivencia (tabla III.2.2.4). Se pudo observar que la altura de las plantas se incrementó con la edad, hasta los 12 meses después de plantadas las accesiones. Inicialmente, entre los dos y cuatro meses, se presentó un crecimiento lento, que pudo deberse al estrés causado en el momento del trasplante. Es posible que las fluctuaciones detectadas fueran de índole específica y/o varietal, ya que las precipitaciones durante el tiempo que duró esta etapa de establecimiento (un año) fueron aceptables (entre 1 140 y 1 225 mm anuales) y no parecieron 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. Este lento crecimiento de las plantas durante los primeros cuatro meses coincide con lo reportado por Francisco (2002), quien obtuvo resultados similares en *G. sepium* y lo relacionó con el estrés que sufrieron las plantas al ser trasladadas al campo.

Un análisis global de la información (tablas III.2.2.1 a la III.2.2.4) muestra resultados importantes y novedosos para Cuba, tanto metodológica como técnicamente. Este primer año de evaluación permitió conocer la persistencia de las diferentes accesiones en condiciones estresantes, las cuales no se presentaron en la etapa de vivero, donde se garantizaron condiciones controladas para el desarrollo de las plántulas, principalmente el suministro de humedad suficiente y estable, así

como el escarde de las plantas indeseables que compiten por el agua y la luz (Alonso et al., 1999).

Sorensson, Shelton, Austin y Brewbaker (1993) encontraron diferencias en cuanto al establecimiento, tanto entre géneros como entre especies. Por ejemplo, dentro de *Leucaena* la especie *L. pallida* y sus híbridos mostraron un vigor superior que *L. leucocephala* cv. Cunningham. Un comportamiento similar reportó Wencomo, Hernández y Seguí, (2001) al estudiar 170 accesiones de *Leucaena*, de las que sólo 124 lograron alcanzar 1,50 m de altura durante los primeros 14 meses.

El hecho de que las afectaciones por plagas no se relacionaran con las demás variables, obedece al estrecho rango de variación, en términos de valor absoluto, existente en esta variable. En este período el comportamiento de dicho indicador fue similar al de la fase de vivero, por lo que no hubo una incidencia fuerte en el área foliar, lo que pudo deberse a que este efecto no influyó o influyó muy poco en el desarrollo de las plantas, ya que los valores observados en dicho indicador se encuentran en el rango de incipiente a moderado (tabla III.2.2.4). Este aspecto es muy interesante, ya que los efectos ocasionados por este tipo de estrés, muy común en las fases de establecimiento, pueden ocasionar cuantiosas pérdidas en términos cuantitativos y cualitativos de la biomasa, lo que se ha discutido en innumerables trabajos desarrollados con recursos fitogenéticos.

Un resultado interesante observado en la etapa de establecimiento lo constituyó la fenología (tabla III.2.2.5). 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, lo cual pudo estar motivado por las condiciones climáticas, así como también por el corto período de evaluación para este indicador, donde no tuvieron tiempo para expresar su fenología completa.

En las zonas tropicales los estudios fenológicos resultan complejos, dado por los fenómenos atmosféricos que ocurren cada año, que provocan desfasajes en la fenología en un gran número de árboles, o lo que es lo mismo, la aparición del fenómeno de erratismo (Sans y Massalles, 1988), es decir la aparición anárquica de brotes independientes de los factores climáticos.

Otras accesiones produjeron flores, legumbres y semillas durante la fase de establecimiento, aspecto muy positivo y que muestra la lucha de las especies con el ambiente por la supervivencia.

Los resultados del presente estudio son similares a los presentados por autores como Daubenmire (1972); Frankie, Baker y Opler (1974); Matías, González, Alonso, Tang y Delgado (1993);

Borchert (1994); Cornelius (1996); Anon (1997, 2000) y Echevarría, Rodríguez, Morales, Vera, Espín, Corrales, Fuentes y Pérez (2000), para las especies *A. lebbeck*, *G. sepium*, *Bauhinia sp.*, *E. berteriana*, *P. dulce*, *E. cyclocarpum*, *E. contortisiliquum* y *L. leucocephala*, donde se ha notado la existencia de fluctuaciones anuales y tendencias supranuales en la fenología de estas especies en diferentes condiciones edafoclimáticas de Costa Rica y en bosques estacionalmente secos, en Honduras y en Cuba.

Durante esta etapa de evaluación existieron 14 especies que no alcanzaron la altura prefijada para el establecimiento, lo cual pudo estar asociado a las características genotípicas de la planta, ya que al analizar las causas biológicas que pudieran haber originado esta poca resistencia al ambiente, se descartan los factores nutricionales del suelo, pues a pesar de ser de fertilidad media, no se conoce que alguna de estas especies requiera de algún nutrimento en demasía.

Por otra parte, las condiciones climáticas fueron aceptables. La competencia con las malezas pudo haber sido un factor negativo, pero también se descarta, ya que las plantas individuales tenían ruidos adecuados y las calles se chapeaban convenientemente. Se descarta igualmente la entrada de animales bovinos o de otro tipo de animales al área, ya que se encontraba cercada.

Una vez establecidas las plantas arbóreas comienza su período de explotación, el cual puede ser muy disímil, en función de los objetivos trazados por el investigador o el productor. La fase de explotación puede abarcar todo el año o estar dividida por épocas o etapas del año.

En el caso de las investigaciones desarrolladas para el análisis de la etapa de aceptabilidad, los dendogramas realizados (anexos 2, 3 y 4) permitieron formar tres grupos de accesiones para cada época del año, así como para el comportamiento anual.

Al respecto, Visauta (1998) plantea que una buena función discriminante es aquella que proporciona varios grupos con puntuaciones discriminantes medias, muy diferentes entre sí, y en cambio con poca variabilidad interna dentro de cada grupo; lo que se corresponde con los resultados encontrados en este trabajo, donde los grupos estuvieron debidamente clasificados.

De forma general, durante todo el año las especies más consumidas fueron *Leucaena spp* con 13 accesiones, seguida de *A. lebbeck*, *B. purpurea*, *E. cyclocarpum*, *E. berteriana*, *G. sepium* y *M. nigra*. Resultados similares fueron obtenidos por Wencomo y Seguí (1998), cuando evaluaron 34 accesiones de *Leucaena spp*. También en otros estudios de selección de especies por animales en pastoreo, realizados por Suárez, Rubio, Franco, Vera, Pizarro y Amézquita (1987) con 32 ecotipos de arbóreas (entre las que se incluyen *L. leucocephala* CIAT-17480 y CIAT-17498), se

observó una alta preferencia de los animales por consumir las accesiones de *Leucaena*, ya que después de los ocho días de introducidos los animales, las plantas presentaron un aspecto de defoliación total y entre los ecotipos que sobresalieron por su persistencia y tolerancia al pastoreo, se encontraron *L. leucocephala* CIAT-18481, CIAT-17482, CIAT-17491 y CIAT-17492.

B. reticulata, *C. festuca*, *M. oleifera*, *C. sappan* y *C. festuca x C. nudosa*, a pesar de ser especies de la familia de las leñosas forrajeras, no fueron ramoneadas en ninguno de los períodos evaluados. Ello se corresponde con los resultados de Febles y Ruiz (2000) al determinar la aceptabilidad de 16 especies arbóreas, en condiciones experimentales similares; estos autores reportaron a *M. oleifera* como una especie no consumida, entre otras.

Generalmente, se considera que las leguminosas son una fuente importante de proteína cruda y, en menor grado, de energía para los animales en pastoreo; además, gozan de buena aceptabilidad por los animales. Sin embargo, las especies del género *Albizia*, que producen un follaje de alto valor nutritivo, cuyo contenido de PC varía entre 18 y 30% (Skerman et al., 1991; Cáceres, Santana, Simón, Rivero y Zayas, 1992), no resultaron altamente ramoneadas (estas se consideraron medianamente ramoneadas). Resultados similares fueron informados por Febles y Ruiz (2000), al estudiar la aceptabilidad de un grupo de especies arbóreas, entre las que se encontraban *Albizia lebbekoides*, *A. lucida*, *A. caribaea* y *Albizia amara* en la categoría de medianamente consumidas.

Tomando en consideración el agrupamiento de las accesiones y el contenido de proteína bruta (tablas III.3.2.1, III.3.2.2 y III.4.2.7), no parece probable que exista relación entre la aceptabilidad y el nivel de proteína cruda de la especie, sino que esta diferenciación pudiera estar relacionada con estímulos sensoriales, o tal vez a la visión, el gusto o el olfato, e incluso a la presencia de polifenoles en el follaje, aspecto que tiene una gran importancia para la selección de las especies por parte de los animales.

En este sentido, Diestel y Provenza (1991) y Ramos et al. (1998) afirmaron que los compuestos secundarios presentes en las leñosas forrajeras desempeñan un papel importante en el animal, relacionado principalmente con la aceptabilidad de su follaje. Así, se conoce que existen algunos compuestos que al ser consumidos, se relacionan con problemas de toxicidad y provocan efectos adversos en la respuesta animal. En este caso se encuentran los aminoácidos tóxicos y sustancias

como los taninos y las saponinas, los cuales existen frecuentemente en las leguminosas (D' Mello, 1992).

Más recientemente se ha planteado que cuando el animal dispone de un gran número de opciones de alimentos, selecciona las cantidades relativas necesarias para un buen funcionamiento del rumen (Kyriazakis y Oldham, 1997), lo que se ha denominado “teoría del bienestar ruminal” (Stuart, 2000). Por estas razones, algunos autores como Woodward y Coppock (1995) plantean que la comprensión de los factores físicos y químicos que influyen en la selección de las plantas arbustivas ayudará a la identificación de recursos forrajeros promisorios, y reafirman que dentro de estas últimas se encuentran accesiones de *Leucaena*, *Albizia*, *Gliricidia*, *Bauhinia*, *Enterolobium*, *Morus* y *Erythrina*.

Los resultados mostraron la existencia de una alta variación entre géneros y especies, además de que permitieron separar las accesiones por su aceptabilidad en condiciones de pastoreo simulado. Al analizar el comportamiento general de la aceptabilidad durante los cinco años del período experimental, se observó una ligera coincidencia entre los grupos de seca y el comportamiento anual. Ello pudiera estar relacionado con las características de crecimiento de las accesiones y la influencia de las precipitaciones en el área experimental, las cuales durante el año 2000 fueron muy bajas (870 mm anuales) (tabla II.3.1). Al respecto, diferentes autores (Rhoades 1979; Johnson, Molyneux y Merrill, 1985, Baldizán, Chacón, Aguilar y Armas, 2000) plantean que frente a las condiciones severas, como las sequías y el excesivo pastoreo, las plantas tienden a aumentar sus defensas, sobre todo de tipo cualitativo (alcaloides, glucósidos cianogénicos), ya que en estos casos les resulta más difícil regenerar los tejidos dañados por el animal, aspecto que pudiera haber provocado una disminución del consumo en los animales en la época de seca con respecto a la lluvia.

Otros factores que pudieron determinar, en gran medida, en las diferencias detectadas en términos de aceptabilidad de las accesiones, están relacionados con las diferencias en algunas características de crecimiento, como la altura de la planta, la inserción de la primera rama, la distancia entre ramas y la relación hoja-tallo, entre otros (Ruiz y Febles, 1987, 1998, Lazo, Ruiz, Febles, Zaragoza, Bernal y Díaz, 1994, Febles y Ruiz, 2000), aunque estas no fueron objeto de estudio de este trabajo.

Estos resultados sugieren no desechar aquellos ecotipos que tienen menor aceptabilidad o ninguna, ya que si se suministran combinados con otros de alta aceptabilidad, pudieran llegar a

ser consumidos por los animales, especialmente después de un período de adaptación, y contribuir así a la persistencia de las accesiones más ramoneadas. Además, estos pudieran cumplir otras funciones en diferentes sistemas productivos, tales como: sombra, cercas, protección de otras accesiones, fijadores de nitrógeno, protección contra predadores u otra aplicación que sea de utilidad en el sistema.

Sin embargo, el principal valor de esta etapa experimental estuvo en la identificación de aquellas accesiones que no tienen problemas de aceptabilidad y con las cuales se puede proceder a una evaluación completa de su valor nutritivo, en experimentos de producción animal, de acuerdo con el sistema de alimentación que se utilice.

Durante esta etapa se observó también el estado fenológico de las 15 especies que no mostraron variación en este indicador durante el establecimiento; de estas, solo cinco completaron sus estadios, lo cual pudo deberse a las condiciones edafoclimáticas o a diferencias intraespecíficas, aspectos que no fueron objeto de estudio.

En mucho de los trabajos realizados para seleccionar accesiones en fases avanzadas de ese proceso, por lo regular se ha tomado en consideración el comportamiento de los individuos, en número relativamente pequeño, al menos durante uno, dos o tres años consecutivos, de manera tal que el resultado se vea más favorecido por la repetividad en el tiempo, como criterio de una mayor rigurosidad (Machado y Núñez, 1993; Machado, 1999), lo que justifica no incluir un número alto de tratamientos. También resulta importante llevar a cabo el proceso de selección sobre la base del comportamiento estacional, ya que ello permite ampliar relativamente el rango de individuos que se seleccionarán durante cada período. Se conoce que el período poco lluvioso o época de menor precipitación posee una connotación especial desde el punto de vista de la selección, debido a las condiciones de estrés que implica la especificidad de sus indicadores climáticos en este sentido.

Por esta razón, para llevar a cabo los estudios de respuesta a la poda y de composición química de las arbóreas, se decidió analizar las accesiones pertenecientes al grupo de las más ramoneadas (escala III).

Al realizar el ACP relacionado con la poda se observó que la variabilidad mostrada por las accesiones a través de los indicadores medidos fue alta, superior al 80%. Ello se explica por la alta correlación que existió entre las variables estudiadas en esta etapa, particularmente en la biomasa comestible, la biomasa leñosa y la biomasa total, variables que, además, se relacionaron

de forma positiva con el número de rebrotes, principalmente en el período lluvioso, como era de esperar. Estos aspectos contribuyeron en la agrupación de las accesiones estudiadas y su posterior selección. En este sentido, cabe destacar que uno de los indicadores más relacionados con el comportamiento agroproductivo de las plantas es el rendimiento de biomasa comestible (Boschini, Argel y Pérez, 2002), el cual está vinculado con las condiciones ambientales, incluido el manejo, como la poda o el corte. Los cambios que se produzcan en este sentido pueden modificar de manera sensible la producción de materia seca, máxime si otros factores como la presencia de plagas y/o enfermedades intervienen negativamente en su expresión.

Los resultados permitieron confirmar que los rendimientos de las mejores accesiones estuvieron dentro del rango aceptable para estas plantas, tanto en el período lluvioso (tabla III.4.2.4) como en el período poco lluvioso (tabla III.4.2.5). Las mejores respuestas de la biomasa comestible, la biomasa leñosa, la biomasa total y el número de rebrotes, se presentaron en *L. leucocephala* CIAT-17498 para ambos períodos y en *L. macrophylla* CIAT-17240 para el período lluvioso, todos a una altura de 1,50 m. Una respuesta similar fue observada por Francisco y Simón (2001), al estudiar diferentes alturas de poda en una plantación de *L. leucocephala* CNIA-250 y en *L. leucocephala* cv. Cunningham (Hernández, Benavides y Simón, 1996), quienes reportan los mejores rendimientos a la altura de 1,50 m.

Esto pudo deberse a la presencia de un área adecuada de tejido parenquimático reservante y tejido meristemático activo (Stür et al., 1994), factores necesarios en el desarrollo del rebrote; además, en estudios realizados con anterioridad se ha determinado que las leñosas forrajeras poseen una alta capacidad de rebrote aun en plena sequía, debido a su sistema radical pivotante que puede alcanzar los nutrientes de las capas más profundas del suelo (Hernández et al., 1987). Por otra parte, se conoce que el crecimiento de una planta no solo está regulado por las sustancias minerales absorbidas por las raíces, los hidratos de carbono sintetizados en la fotosíntesis por las hojas y las sustancias de reserva, sino también por las hormonas (Vázquez y Torres, 1995).

En el caso de las arbóreas y arbustivas, donde existen suficientes reservas y área fotosintéticamente activa, existe un alto traslado hormonal hacia las raíces y estas, a su vez, logran la absorción de sustancias y el sostén. También una parte de los recursos de la planta se invierten en la formación de tejido leñoso.

Otras accesiones que, a pesar de no haber alcanzado los mayores rendimientos de biomasa, se destacaron en ambos períodos por los valores obtenidos resultaron ser: *Bauhinia* sp., *M. nigra*, *G.*

sepium, *L. leucocephala* CIAT-18481, *L. leucocephala* cv. Cunningham y *E. berteroana*, con valores entre 0,87 y 1,30 kg de BC/árbol. En otros trabajos se señala que las ofertas de biomasa comestible para *Bauhinia* sp. oscilaron entre 0,40 y 0,60 kg de MS/ha, mientras que para *Leucaena* spp. variaron entre 0,30 y 0,70 kg de MS/ha (Hernández, 2000).

Con relación a los posibles cambios en la composición bromatológica de cada especie en los diferentes períodos del año, se pudo observar, a diferencia de lo que en general ocurre con otras plantas forrajeras en similares condiciones agrotécnicas, que ninguno de los indicadores sufrió gran variación en sus valores por el efecto de la época. Este comportamiento posiblemente se deba a que las plantas arbustivas, y sobre todo las arbóreas, tienen una menor dependencia de los nutrientes y el agua disponibles en las capas más superficiales del suelo, ya que pueden extraer estos elementos a mayores profundidades del perfil del suelo, lo que les permite manifestar un comportamiento más estable a través de todo el año en cuanto a la composición química de su biomasa.

Los contenidos de MS y FB de las accesiones estudiadas se encuentran entre los rangos alcanzados para estas arbóreas, lo que fue corroborado por Cáceres y Santana (1990); Simón et al. (1990); Cáceres et al. (1994); Soca, Simón y Cáceres (1996); Cáceres y González (1998); González y Cáceres (2002) y Cáceres, González y Arece (2003).

Resultados similares en cuanto a los contenidos proteicos han sido reportados para estas y otras accesiones de arbóreas por Simón, Cáceres, Santana, Hernández, Iglesias, Duquesne, Delgado y Docazal (1992); Cáceres y González (1998); Arango, Adogla, Bessa, Omphile y Tshireletso (2000); González y Cáceres (2002) y Cáceres et al. (2003).

Existieron diferencias en cuanto a la composición bromatológica de las diferentes accesiones. Las diferencias en el contenido de MS y PB pudieran estar determinadas por las respuestas específicas de las accesiones a las condiciones ambientales, ya que su potencial biológico depende en gran medida del clima y de las características de crecimiento, entre otros (Febles y Ruiz, 2000). Estos efectos han sido ampliamente descritos para las leguminosas en general (Minson, 1990; Norton, 1994) y un patrón similar se ha encontrado en las gramíneas tropicales (Del Pozo, 1998).

Las fluctuaciones en los valores de la fibra pudieron estar influenciadas por la naturaleza física de las muestras, así como por las respuestas a las condiciones ambientales, factores genéticos y

diferencias en su desarrollo fenológico (Febles y Ruiz, 2000; Pedraza, 2000), que pudieran estar presentes en estas accesiones.

Los valores de Ca pudieron estar favorecidos por la madurez de los rebrotes. Francisco (2002) reportó resultados similares para *A. lebbeck*.

Ruiz y Febles (1987) plantearon que las plantas de leucaena tienen la capacidad de rebrotar después de haber sido cortadas, así como de restablecerse rápidamente del estrés fisiológico o ambiental, lo cual se corroboró en el presente trabajo (figs. III.4.2.1 y III.4.2.2).

La dinámica de crecimiento de los rebrotes (fig. III.4.2.1 y III.4.2.2) se manifestó de forma ascendente en ambas épocas a partir de los 15 días de haber sido podadas hasta los 120 días posteriores. En ambos períodos la especie *G. sepium* resultó ser la de más lento crecimiento. Resultados similares fueron reportados por Wencomo (2002), en un estudio realizado con 34 accesiones de leucaena.

Dichas accesiones mostraron su alta capacidad de recuperación después de la poda mediante el incremento de los rebrotes. Esta tendencia creciente, que se apreció en la velocidad de crecimiento, pudiera estar influenciada, entre otros factores, por la edad de la planta, ya que en experimentos realizados por Ella et al. (1991) se demostró que las plantas con mayor edad presentan un número superior de ramificaciones, como consecuencia de una elevada cantidad de puntos de crecimiento y de reservas, las cuales son responsables de un mayor número de rebrotes independientemente de las hojas remanentes en las plantas después del corte o el pastoreo. Este comportamiento pudiera estar asociado también con las reservas de carbohidratos, como fue planteado por Brewbaker (1987).

Los resultados y el alcance del análisis realizado a partir de caracteres tales como la germinación, la altura a los 90 días de plantadas, los meses que demoran para alcanzar la altura de establecimiento, la supervivencia, las afectaciones por plagas y enfermedades, la aceptabilidad y la composición bromatológica, entre otros, permitieron constatar las potencialidades de un numeroso grupo de accesiones de arbóreas, con aceptables respuestas en términos de producción de biomasa y comportamiento general; de esta manera se demostró que existe un germoplasma que puede ser explotado, sin insumos, como elemento importante de la sostenibilidad que debe identificar los sistemas actuales y futuros.

A partir del análisis de los resultados, las accesiones que sobresalieron en cada una de las etapas estudiadas (vivero, establecimiento, aceptabilidad y poda) y que se destacaron, por su

comportamiento general, fueron: *Albizia lebbbeck*, *Bauhinia sp.*, *Enterolobium cyclocarpum*, *Gliricidia sepium*, *Morus nigra*, *Leucaena leucocephala* CIAT-8069, *L. leucocephala* CIAT-9415, *L. leucocephala* CIAT-9421, *L. leucocephala* CIAT-9437, *L. leucocephala* CIAT-17223, *L. leucocephala* CIAT-17480, *L. leucocephala* CIAT-18481, *L. leucocephala* CIAT-18483, *L. leucocephala* CIAT-7872, *L. leucocephala* CNIA-250, *L. leucocephala* CIAT-17498, *L. leucocephala* cv. Cunningham y *L. macrophylla* CIAT-17240. Estas accesiones constituyeron el 30% del total evaluado y a su vez representaron seis géneros de leñosas, con siete especies bien caracterizadas.

Este porcentaje se considera aceptable, ya que en un estudio inicial de evaluación sólo se pretende identificar las accesiones que mejor se comporten en un ambiente determinado, para después proseguir a otras fases de evaluación más avanzadas, como es el estudio en sistemas de producción; todo ello con el fin de simular un sistema en el que interactúen los elementos del complejo suelo-planta-animal.

Además, estos resultados se corresponden con el principio de que “uno de los pasos más importantes en un programa de investigación en pastos y forrajes lo constituye la evaluación de nuevas especies y variedades que mejoren cuantitativamente y cualitativamente las ya existentes, bien sean nativas, naturalizadas o introducidas”.

Así, la continuidad de un trabajo más profundo de evaluación pudiera formar parte de estas soluciones, ya que el material obtenido reúne las características deseables desde el punto de vista de la producción de biomasa y la persistencia; mientras que otras características cuantitativas deseables aquí discutidas pudieran ser aprovechadas con el fin de aumentar las posibilidades de uso de este germoplasma, conforme a lo planteado por Hernández (1984).

Conclusiones

1. La germinación, la supervivencia y el grosor del tallo tuvieron una gran influencia en el desarrollo de las plántulas en la fase de aviveramiento, por lo que, junto al indicador altura de la planta, se deben tomar en consideración para determinar el momento óptimo de transplante.
2. Luego del transplante a campo, 22 accesiones alcanzaron una altura promedio de 2,11 m entre los 7 y 14 meses (11,5 meses como promedio), lo que superó el criterio establecido para el establecimiento. La supervivencia de estas accesiones en este período osciló entre 80 y 100%, con excepción de *B. reticulata* y *P. discolor*.
3. En los ensayos de aceptabilidad fue evidente la preferencia que tuvieron los animales por ramonear, en primer lugar, las accesiones de *L. leucocephala* y, posteriormente, las especies *A. lebbeck*, *G. sepium*, *M. nigra*, *E. berteroana*, *E. cyclocarpum* y *B. purpurea*, oscilando los porcentajes de ramoneo entre 75 y 100%.
4. El período lluvioso resultó el de mejores resultados en cuanto a la producción de biomasa potencialmente comestible, destacándose la *L. leucocephala* CIAT-17498 en este indicador y en el número de rebrotes para ambas épocas.
5. El 75% de las accesiones evaluadas fueron capaces de adaptarse a las condiciones de suelo y fueron tolerantes en función del régimen de explotación al que fueron sometidas, teniendo en cuenta que no se utilizó ni riego ni fertilizantes.
6. Los contenidos de Materia Seca, Fibra Bruta y Proteína Bruta de la biomasa comestible de las plantas sufrieron poca variación en sus valores por el efecto de la época, tendencia que se comprobó también para los minerales. Todas demostraron ser una importante alternativa para la alimentación de los rumiantes por sus altos contenidos de Proteína Bruta.
7. Las accesiones que sobresalieron en cada una de las etapas estudiadas y que se definen como potencialmente útiles para la ganadería, fueron: *Albizia lebbeck*, *Bauhinia sp.*, *Enterolobium cyclocarpum*, *Gliricidia sepium*, *Morus nigra*, *Leucaena leucocephala* CIAT-8069, *L. leucocephala* CIAT-9415, *L. leucocephala* CIAT-9421, *L. leucocephala* CIAT-9437, *L. leucocephala* CIAT-17223, *L. leucocephala* CIAT-17480, *L. leucocephala* CIAT-18481, *L. leucocephala* CIAT-18483, *L. leucocephala* CIAT-7872, *L. leucocephala* CNIA-250, *L. leucocephala* CIAT-17498, *L. leucocephala* cv. *Cunningham* y *L. macrophylla* CIAT-17240. Estas representaron el 30% del total de accesiones evaluadas y abarcan 6 géneros de leñosas, con 7 especies bien caracterizadas.

Recomendaciones

1. Pasar las accesiones medianamente y totalmente ramoneadas a otra fase de evaluación, en condiciones edafoclimáticas contrastantes, con el fin de completar la información disponible.
2. Evaluar las especies más promisorias en sistemas de producción de pastoreo-ramoneo, así como completar los estudios de las mismas en lo referente a su valor nutritivo, compuestos antinutricionales, formas de conservación, producción de semillas, etc.
3. Considerar los resultados fenológicos obtenidos durante el establecimiento para la planificación de las futuras siembras y cosechas.
4. Utilizar los aspectos metodológicos desarrollados en este trabajo, como pauta a seguir en investigaciones futuras con un perfil similar, así como para la confección de materiales didácticos para la enseñanza pre y postgraduada.

NOVEDADES CIENTÍFICAS

- Constituyen de relevancia para Cuba, los estudios efectuados en materia de prospección y colecta dirigidos a fomentar un *arboretum*, con la finalidad de evaluar plantas leñosas forrajeras potencialmente útiles para la ganadería.
- Se desarrolló e implementó una metodología para evaluar plantas leñosas. Con ello se amplía la base metodológica para la evaluación de germoplasma destinado a este sector, la que se diferencia en términos de: vías de obtención, inclusión de indicadores y etapas no utilizadas, método de muestreo para estimar la aceptabilidad y el uso de análisis estadísticos multivariados para determinar la potencialidad del material evaluado.

Bibliografía consultada

- ACOSTA ZOE G., PLASENCIA J. Y ESPINOSA A. 2006. Servicios ambientales de un sistema silvopastoril de *Eucalyptus saligna* en *Panicum maximum*. En. Memorias IV Congreso Latinoamericano de agroforestería para la producción animal. Estación Experimental de Pastos y Forrajes “Indio Hatuey”, Matanzas. Centro de Convenciones Plaza América, Cuba. CD-ROM
- ACOSTA, ZOE; PLASENCIA, J.; ESPINOSA, A.; JIMÉNEZ, A. & BOMBINO, L. 2005. Estudio de impacto ambiental (EIA) como herramienta para la toma de decisiones en el establecimiento de sistemas agroforestales. [cd-rom] III Foro Latinoamericano de Pastos y Forrajes. 7-11 noviembre del 2005, La Habana
- ALONSO, J.; FEBLES, G.; RUIZ, T.E. & GUTIÉRREZ, J.C. 1999. Siembra con semilla botánica y a diferentes alturas de transplante en el establecimiento de *Erythrina mysorensis*. *Rev. cubana Cienc. agríc.* 33:319
- ANON. 1985. Construyamos nuestro vivero. Dirección General de Protección y Plantaciones Forestales. SARH, México. 22 p.
- ANON. 1997. Nota técnica sobre Manejo de semillas forestales. *Pithecellobium saman* (Jacq.) Benth. Proyecto Semillas Forestales del CATIE (PROSEFOR). Turrialba, Costa Rica. No. 9, sept. 2 p.
- ANON. 1997a. Nota técnica sobre Manejo de semillas forestales. *Guazuma ulmifolia* Lam. Proyecto Semillas Forestales del CATIE (PROSEFOR). Turrialba, Costa Rica. No. 1, julio.2 p.
- ANON. 1998. Nota técnica sobre Manejo de semillas forestales. *Cassia grandis* Linnaeus F. Proyecto Semillas Forestales del CATIE (PROSEFOR). Turrialba, Costa Rica. No. 36, julio. 2 p.
- ANON. 1999. Nota técnica sobre Manejo de semillas forestales. *Brosimum alicastrum* Swartz. Proyecto Semillas Forestales del CATIE (PROSEFOR). Turrialba, Costa Rica. No. 88, diciembre. 2 p.
- ANON. 2000. Nota técnica sobre Manejo de semillas forestales. *Enterolobium contortisiliquum* (Vellozo) Morong. Proyecto Semillas Forestales del CATIE (PROSEFOR). Turrialba, Costa Rica. No. 104, julio.2 p.
- AOAC. 1990. Official methods of analysis (11th ed.). Association of Official Agricultural Chemistry. Washington, D.C.

- ARANGO, A.A., ADOGLA. BESSA, T.; OMPHILE, U.J. & TSHIRELETSO. 2000. Significance of browses in the nutrition of Tswana goats. *Arch Zootecnia*. 49:469-480
- BALDIZÁN, A.; CHACÓN, E.; AGUILAR, L. & ARMAS, S. 2000. Evaluación bromatológica y determinación cualitativa de compuestos secundarios en plantas nativas del bosque seco tropical (caducifolio) en los altos llanos centrales de Venezuela. En: Memorias IV Taller Internacional Silvopastoril “Los árboles y arbustos en la ganadería”. Tomo 1. EEPF “Indio Hatuey”. Matanzas, Cuba. p. 15
- BECKER, K. & MAKKAR, H.P.S. 2001. Investigations on beneficial effects of saponins on rumen fermentation. Indian Institute of Chemical Biology. Calcuta, India. (mimeo)
- BEER, J.W. 1989. Experiencias con cercas de árboles forrajeros en Costa Rica y Nicaragua. En: Avances en la investigación agroforestal. (Eds. J.W. Beer, H.W. Fassbender and J. Heuveldop). CATIE-GTZ. Turrialba, Costa Rica. 244-253
- BENAVIDES, J.E. 1992. Agroforestería y alimentación de cabras en América Central. Conferencias. Experiencias y alternativas en el manejo silvopastoril en la Sierra Ecuatoriana. 27 p. (Mimeo)
- BENAVIDES, J.E.; LACHAUX, M. & FUENTES, M. 1994. Efecto de la aplicación de estiércol de cabra en el suelo sobre la calidad y producción de biomasa de Morera (*Morus sp.*). En: Árboles y Arbustos Forrajeros en América Central. Vol. I. Serie Técnica. Informe técnico No 236. Compilación y edición técnica: Jorge E. Benavides. CATIE, Turrialba, Costa Rica. p.495
- BENAVIDES, J.E. 1998. Árboles y arbustos forrajeros: Una alternativa agroforestal para la ganadería. Memorias de una conferencia electrónica. “Agroforestería para la Producción Animal en Latinoamérica”. FAO-CIPAV. Cali, Colombia
- BENAVIDES, J.E. 2000. Árboles y arbustos forrajeros: una alternativa agroforestal para rumiantes menores. [cd-rom]. Resúmenes XVI Reunión Latinoamericana de Producción Animal, Uruguay
- BENEZRA, M. 2003. Selección de especies leñosas en un bosque seco tropical para vacunos adultos usando análisis histológico fecal. *Archivos de Zootecnia Tropical*. 21(1):73-85
- BENJAMÍN, A.K.; SHELTON, H.M. & GUTTERIDGE, R.C. 1999. Productivity of five tree legumes species in the tropics. [cd-rom]. AAAP-ASAP. Congress. Sydney, Australia

- BETANCOURT, A. 1999. Silvicultura especial de árboles maderables tropicales. Instituto Cubano del Libro. Editorial Científico Técnica. Ciudad de La Habana, Cuba. p. 1-34
- BLAIR, J.E. 1990. The diversity and potential value of shrubs and tree fodders. In: Shrubs and tree fodders for farm animals. (Ed. C. Devendra). Proceedings of a workshop in Denpasar, Indonesia. IDRC. p. 2-9
- BORCHERT, R. 1994. Water status and development of tropical trees during seasonal drought. *Trees*. 8:115-125
- BOREL, R. 1994. Diseño y manejo de sistemas agroforestales. En: Agroforestería para el Ecodesarrollo. Curso Internacional de Entrenamiento. Material de estudio. Centro de Agroforestería para el Desarrollo Sostenible. UACH, México. p. 470-489.
- BORREGO, F.; FERNANDEZ, J.M.; LÓPEZ, A.; PARGA, V.M.; MURILLO, MARGARITA & CARVAJAL, A. 1999. Correlación y componentes principales de variación en variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.). *Agronomía Mesoamericana*. 10(2):61
- BOSCHINI, C.; ARGEL, P.J. & PÉREZ, G. 2002. Field studies to determine DM yields and quality of forage sorghum lines and pearl millet in a subhumid environment of Costa Rica. In: Grass and legume genotypes with superior adaptation to edaphic and climatic constraints are developed. http://www.ciat.cgiar.org/forrajes/pdf/output3_2002.pdf.
- BOTERO, R. & RUSSO, R. 1999. Utilización de árboles y arbustos fijadores de nitrógeno en sistemas sostenibles de producción animal en suelos ácidos tropicales. En: Agroforestería para la producción animal en América Latina. FAO, Roma. p. 171-192
- BOTERO, R. & RUSSO, R.O.. 1997. Utilización de árboles y arbustos fijadores de nitrógeno en sistemas sostenibles de producción animal en suelos ácidos tropicales. En: III Seminario "Manejo y Utilización de Pastos y Forrajes en Sistemas de Producción Animal". (Eds. R. Tejos, C. Zambrano, M. Camargo, L.E. Mancilla y W. García). UNELLEZ. Barinas, Venezuela. p. 49-63
- BREWBAKER, J. 1987. Species in the genus *Leucaena*. *Leucaena Research Reports*. 7:6
- BREWBAKER, J.L. 1986. Leguminous tree and shrubs for Southeast Asia and the South Pacific. In: Forages in Southeast Asia and South Pacific Agriculture. (Eds. G.J. Blair, D.A. Ivory and T.R. Evans). ACIAR Proceedings Series No. 12. Australia. p. 43-50

- BUCH, M.S.; JARA, L.F. & FRANCO, E. 1997. Viabilidad de semillas pretratadas de *Caesalpinia velutina* (B & R). Standl., *Enterolobium cyclocarpum* (J). Griseb y *Leucaena leucocephala* (Lam) de Wit. *Boletín de Mejoramiento Genético y Semillas Forestales*. 16:8
- BUDOWSKI, G. 1997. Los efectos socioeconómicos del manejo de la foresta en la vida de las personas que habitan en el área. Caso de América Central y algunos países del Caribe. En: *Agroforestería para el Ecodesarrollo*. Vol. III. Centro de Agroforestería para el Desarrollo sostenible. Universidad Autónoma de Chapingo. Chapingo, México. p. 71-77
- BUTLER, N.L.; DAWSON, J.M.; WAKELIN, D. & BUTTERY, P.J. 2000. Effect of dietary tannins and protein concentration nematode infection (*T. columbriformis*) in lambs. *J. Agric. Sci.* 134:89-99
- CÁCERES, O. & GONZÁLEZ, E. 1998. Valor nutritivo de follaje de árboles y arbustos tropicales. IV. *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham. *Pastos y Forrajes*. 21:3
- CÁCERES, O. & SANTANA, H. 1990. Valor nutritivo de *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham en diferentes momentos del año. *Pastos y Forrajes*. 13:197
- CÁCERES, O., GONZÁLEZ, E. & ARECE, J. 2003 Nota técnica: valor nutritivo del follaje de árboles y arbustos tropicales. V. *Bauhinia purpurea*. *Pastos y Forrajes* 26:243
- CÁCERES, O.; GONZÁLEZ, E. & DELGADO, R. 1994. Valor nutritivo de los árboles forrajeros tropicales. Resúmenes. Taller Internacional "Sistemas Silvopastoriles en la Producción Ganadera". EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. p. 30
- CÁCERES, O.; SANTANA, H.; SIMÓN, L.; RIVERO, L. & ZAYAS, G. 1992. Valor nutritivo y utilización del algarrobo de olor (*Albizia lebbek*) en ovinos. Resúmenes. IX Seminario Científico Nacional y I Hispanoamericano de Pastos y Forrajes. EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. p. 141
- CALLO-CONCHA D, KRISHNAMURTHY L, ALEGRE J. 2001. Cuantificación del Carbono Secuestrado por algunos Sistemas Agrícolas Forestales y Testigos, en tres Pisos Ecológicos de la Amazonía del Perú. En: Gayoso, J. y Jandl, R. Memorias Simposio Internacional "Medición y Monitoreo de la Captura de Carbono en Ecosistemas Forestales". IUFRO World Series Vol. 13: pp 19-31. Chile
- CASTILLO, E.; RUIZ, T.E.; FEBLES, G.; CRESPO, G.; GALINDO, JUANA; CHONGO, BERTHA & HERNÁNDEZ, J.L. 2000. Efecto de la inclusión de *L. leucocephala* en el 100%

- del área de pastos naturales en el comportamiento de machos bovinos. *Rev. cubana Cienc. agríc.* 34:309
- 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*. 41:521-530
- CHAPMAN, D.E. & LEMAIRE, G. 1993. Morphogenetic and structural determinants of plant regrowth after defoliation. Proceedings XVII International Grassland Congress, New Zealand. p. 6
- CHEEKE, P.R. & SHULL, L.R. 1995. Natural toxicants in feeds and poisonous plants. (Ed. C.T. Wesport). AVI Publication Co. USA. p. 127-130
- CHONGO, BERTHA; LA O, O.; DELGADO, DENIA; GALINDO, JUANA; FEBLES, G.; RUÍZ, T.E. & SCULL, IDANIA. 2002. Potencialidades nutritivas de árboles y arbustos tropicales en la alimentación de rumiantes. [cd-rom]. Memorias V Taller Internacional sobre la utilización de los sistemas silvopastoriles para la producción animal. I Reunión Regional “Morera: Planta multipropósito”. EEPF “Indio Hatuey”, Matanzas Cuba
- CLAVERO, T. 1998. *Leucaena leucocephala*. Alternativa para la alimentación animal. Centro de Transferencia de Tecnologías en Pastos y Forrajes. La Universidad del Zulia, Venezuela. 78 p.
- COBBINA, J.; KOLAWOLE, G.O. & ATTA-KRAH, A.N. 1990. *Leucaena* and *Gliricidia* seed viability and germination as influenced by storage conditions. *Leucaena Research Reports*. 11:91
- CORBEA, L.A. & BLANCO, F. 2005. Métodos de propagación, siembra y establecimiento de plantas arbóreas con fines silvopastoriles. En: El Silvopastoreo: Un nuevo concepto de pastizal. (Ed. L. Simón). Editorial Universitaria. Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala. p 75
- CORNELIUS, J. 1996. Fenología de 16 especies forestales del Valle de Comayagua, Honduras. *Boletín Mejoramiento genético y semillas forestales*. 13:4
- DAUBENMIRE, R. 1972. Phenology and other characteristics of tropical semideciduous forest in Northwestern Costa Rica. *J. Ecol.* 60:147-170

- DEL POZO, P.P. del 1998. Análisis del crecimiento del pasto estrella (*C. nlemfuensis*) bajo condiciones de corte y pastoreo. Tesis presentada en opción al grado de Doctor en Ciencias Agrícolas. ISCAH-ICA. La Habana, Cuba. 83 p.
- DEVENDRA, C. 1995. Composition and nutritive value of browse legume. In: Tropical legumes in animal nutrition. (Ed. J.P.F. D'Mello and C. Devendra). CAB International. p. 49-65
- DÍAZ, Y.; ESCOBAR, A. & VIERA, J. 1995. Efecto de la sustitución parcial del suplemento convencional por follaje de Pachecoca (*Pachecoa venezuelensis*) o Gliricidia (*Gliricidia sepium*) en la alimentación de corderos postdestete. *Livestock Research for Rural Development*. 7(1)
- DIESTEL, R.A. & PROVENZA, F.D. 1991. Experience in early life affects voluntary intake of blackbrush by goats. *Journal of Chemical Ecology*. 17:431-450
- 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.
- D'MELLO, J.P. 1992. Toxic factors in tropical legumes. *World Rev. Anim. Prod.* 18:41
- DUDAR, Y.A. 1982. Nota técnica acerca de la dinámica de germinación en semillas de leguminosas. *Pastos y Forrajes*. 5:39
- DUGUMA, B.; KANG, B.T. & OKALI, D.U.U. 1988. Factors affecting germination of leucaena (*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit) seed. *Seed Science and Technology*. 16:489
- ELLA, A.; BLAIR, G.J. & STUR, W.W. 1991. Effect of age forage tree legumes at the first cutting on subsequent production. *Tropical Grasslands*. 25(3):275-280
- FAINT, M.A.; MCNEILL, D.M.; STEWART, J.L.; CASTILLO, A.C.; ACASIO, R.N. & LYNCH, J.J. 1998. Palatability of *Leucaena* to ruminants. In: *Leucaena-adaptation quality and farming systems*. (Eds. H.M. Shelton, R.C. Gutteridge, B.F. Mullen and R.A. Bray). Queensland, Australia. p. 215.
- FEBLES, G. & RUIZ, T.E. 1996. Consideraciones acerca de la integración de los sistemas silvopastoriles a la ganadería tropical. En: *Leguminosas forrajeras arbóreas en la agricultura tropical*. (Ed. T. Clavero). La Universidad del Zulia, Venezuela. p. 91-99
- FEBLES, G. & RUIZ, T.E. 2000. Discriminación masal de plantas arbustivas. Informe etapa No. 4. Proyecto 0029. Tecnología para el establecimiento y puesta en explotación de leguminosas rastreras y arbustivas. Instituto de Ciencia Animal. La Habana, Cuba

- FEBLES, G.; RUIZ, T.E. & SIMÓN, L. 1995. Utilización de los árboles y arbustos en la ganadería. Conferencias. Seminario Científico Internacional XXV Aniversario del Instituto de Ciencia Animal. La Habana, Cuba. p. 194
- FERNÁNDEZ, J.; GONZÁLEZ, A.; LICEA, O.; MONZOTE, M. & DIEZ, J. 1998. Establecimiento de la baría (*Cordia gerascanthus*) a raíz desnuda en un suelo Pardo grisáceo de Las Tunas. En: Memorias. III Taller Internacional Silvopastoril “Los Árboles y Arbustos en la Ganadería”. EEPF “Indio Hatuey”. Matanzas, Cuba. p. 82
- FERRARIS, R. 1979. Productivity of *Leucaena leucocephala* in the wet tropics of north Queensland. *Tropical Grasslands*. 13(1):20
- FRANCISCO, ANA GERALDINE. 2002. Nota técnica: Evaluación de una plantación de *Gliricidia sepium* durante el período de establecimiento. *Pastos y Forrajes* 25: 155
- FRANCISCO, ANA GERALDINE; SIMÓN, L. & SOCA, MILDREY. 1998. Efecto de tres alturas de corte en el rendimiento de biomasa de *L. leucocephala* cv. CNIA-250. *Pastos y Forrajes*. 21:337
- FRANCISCO, GERALDINE & SIMÓN, L 2001. Estudios del nivel de poda en una plantación de *Leucaena leucocephala* CNIA-250. *Pastos y Forrajes*. 24:139
- FRANCISCO, GERALDINE. 2003. Efecto de diferentes frecuencias de defoliación en la producción de biomasa de *Albizia lebbek*. II. Biomasa comestible, leñosa y total. *Pastos y Forrajes*. 26:209
- FRANCISCO, GERALDINE; SIMÓN, L. & SOCA, MILDREY. 1996. Efecto de la altura de poda en *Leucaena leucocephala* para la producción de biomasa. En: II Taller Internacional “Los árboles en los sistemas de producción ganadera”. EEPF “Indio Hatuey”. Matanzas, Cuba. p. 47
- FRANCO, G.F.J. 1999. Estrategias de pastoreo y aportaciones a la optimización de la explotación caprina en la Mixteca Oaxaqueña, México. Tesis Doctoral. FV-UC. España
- FRANCO, G.F.J.; HERNÁNDEZ, H.J.E.; GÓMEZ, C.A. & SÁNCHEZ, R.M. 2003. Determinación de la relación entre el grado de preferencia de especies arbóreas y arbustivas por un rebaño de cabras en libre pastoreo trashumante y la cobertura vegetal presente en agostaderos del nudo Mixteco Oaxaqueño, México. Memorias. 3er. Congreso de la Asociación Latinoamericana de Especialistas en Pequeños Rumiantes y Camélidos Sudamericanos. Viña del Mar, Chile. p. 41-42

- FRANCO, R. & VARGAS, S. 1998. La leucaena densa, una opción para la alimentación de los terneros. Memorias. III Taller Internacional Silvopastoril “Los Árboles y Arbustos en la Ganadería”. EEPF “Indio Hatuey”. Matanzas, Cuba. 140 p.
- FRANKE, M. & MIRANDA, E. 1999. Presencia de árboles y arbustos de uso múltiple en pasturas en el Estado de Acre. Manual de proteínas forestales no maderables. p. 1-6
- FRANKIE, G.W., BAKER, H.G. & OPLER, P.A. 1974. Comparative phenological studies of trees in tropical wet and dry forests in the lowlands of Costa Rica. *J. Ecol.* 72:75-91
- GAJARDO, R. 1993. La vegetación natural de Chile, clasificación y distribución geográfica. Editorial Universitaria. Santiago de Chile, Chile
- GALINDO, J.; DELGADO, D.; PEDRAZA, R. & GARCÍA, D.E. 2005. Impacto de los árboles, los arbustos y otras leguminosas en la ecología ruminal de animales que consumen dietas fibrosas. *Pastos y Forrajes*. 28:59-68
- GALINDO, JUANA; CHONGO BERTHA; DELGADO, DENIA C.; GUTIÉRREZ, ODILIA; LA O, O.; MARRERO, YOANDRA & GONZÁLEZ, NIURCA. 2000. Informe final de Proyecto CITMA 000-008-20. “Manipulación de la fermentación ruminal de animales que consumen dietas fibrosas”. Instituto de Ciencia Animal. La Habana, Cuba
- GALINDO, JUANA; GEERKEN, C.M.; ELÍAS, A.; ARANDA, NIURKA; PIEDRA, REGLA; CHONGO, BERTHA & DELGADO, DENIA. 1995. Bacterias que degradan la mimosina, el 2,3 dihidroxipiridona y 3 hidroxí-4 (1H) piridona en el rumen. *Rev. cubana Cienc. agríc.* 29:53
- GARCÍA, D.E.; OJEDA, F.; CHONGO, BERTHA & SPLENGER, IRAIDA. 2004. Determinación de carbohidratos no estructurales en cuatro variedades de morera (*Morus alba* L.). [cd-rom]. Memorias VI Taller Internacional Silvopastoril “Los árboles y arbustos en la ganadería”. EEPF “Indio Hatuey”, Matanzas. Cuba
- GARCÍA-MATEO, R.; LUCAS, B.; ZENDEJAS, M.; SOTO, M.; MARTÍNEZ, M. & SOTELO, A. 1996. Variation of total nitrogen, non-protein nitrogen content and types of alkaloids at different stages of development in *Erythrina americana* seeds. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 44:2987-2991
- GONZÁLEZ YOLANDA; REINO, J.; SÁNCHEZ, J.A.; FUNG, CARMEN & MACHADO, R. 2005. Validación de la técnica de hidratación-deshidratación en semillas de *L. leucocephala* cv. Cunningham. *Pastos y Forrajes*. 28:117

- GONZÁLEZ, E. & CÁCERES, O. 1996. Comportamiento en vivero de morera (*Morus* sp.) con diferentes sustratos en bolsa y tres diámetros de esqueje. Resúmenes. Taller Internacional “Los Árboles en los Sistemas de Producción Ganadera”. EEPF “Indio Hatuey”. Matanzas, Cuba. p. 16
- GONZÁLEZ, E. & CÁCERES, O. 2002. Valor nutritivo de árboles, arbustos y otras plantas forrajeras para los rumiantes. *Pastos y Forrajes*. 25:15
- GONZÁLEZ, YOLANDA & MENDOZA, F. 1995. Efecto del agua caliente en la germinación de *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham. *Pastos y Forrajes*. 18:59
- GONZÁLEZ, YOLANDA, HERNÁNDEZ, A. & MENDOZA, F. 1998. Comportamiento de la germinación y la viabilidad de las semillas de leguminosas arbustivas. I. *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham. En: Memorias III Taller Internacional Silvopastoril “Los árboles y arbustos en la ganadería”. EEPF “Indio Hatuey”. Matanzas, Cuba. p. 107
- GONZÁLEZ, YOLANDA. 2003. Comportamiento germinativo y deterioro de las semillas de *Bauhinia purpurea* almacenadas al ambiente. *Pastos y Forrajes*. 26:115-118
- GONZÁLEZ, YOLANDA; MATÍAS, C.; PÉREZ, A. & NAVARRO, MARLEN. 2005. Producción, beneficio y conservación de semillas de plantas arbóreas. En: El Silvopastoreo: Un nuevo concepto de pastizal. (Ed. L. Simón). Editorial Universitaria. Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala. p. 49
- GUEVARA, R.; RUIZ, R.; CURBELO, L.; JIMÉNEZ, A. & CANINO, E. 1994. Efecto de la sombra del algarrobo común (*Samanea saman*) sobre el comportamiento productivo del pastizal. En: Resúmenes. Taller Internacional “Sistemas Silvopastoriles en la producción ganadera”. EEPF “Indio Hatuey”. Matanzas, Cuba. p. 54
- GUTTERIDGE, R.C. & SHELTON, H.M. 1994. El campo y el potencial de las leguminosas arbóreas en la agroforestería. En: Agroforestería en desarrollo: Educación, investigación y extensión. (Eds. L. Krishnamurthy y J.A Leos). Centro de Agroforestería para el Desarrollo Sostenible. UACH, México. p. 17-43
- GUTTERIDGE, R.C. 1990. Agronomic evaluation of tree and shrub species in southeast Queensland. *Tropical Grasslands*. 24(1) 29-36
- HALLIDAY, J. & NAKAO, PATRICIA. 1984. Technical note on the germination of leguminous tree seeds. *Pesq. Agropec. Bras*. 19:231

- HECHEVARRÍA, ORLIDIA; RODRÍGUEZ, E.; MORALES, N.; VERA, N.; ESPÍN, G.; CORRALES, B.; FUENTES, V. & PÉREZ, A. 2000. Calendario fenológico de 51 especies forestales de Cuba. *Mejoramiento genético y semillas forestales*. (23):5
- HEGDE, N. 1982. Leucaena forage management in India. In: Leucaena research in the Asian-Pacific region. Proc. of a Workshop, Singapore. p. 73
- HERNÁNDEZ, A.; PEREZ, J.M.; BOSCH, D.; RIVERO, L.; CAMACHO, E.; RUIZ, J.; JAIME, E.; MARSON, R.; OBREGON, A.; TORRES, J.M.; GONZALEZ, J.E.; ORELLANA, R.; PANEQUE, J.; MESA, A.; FUENTES, ENMA; DURAN, J.E.; PENA, J.; CID, G.; PONCE, D.; HERNANDEZ, MAYDA; FROMETA, E.; FERNANDEZ, LIBIA; GARCES, N.; MORALES, MARISOL; SUAREZ, ALBIA; MARTINEZ, E. & RUIZ, J.M. 1999. Clasificación genética de los suelos de Cuba. Instituto de Suelos. Ministerio de la Agricultura. AGRINFOR. Ciudad de La Habana, Cuba. 64 p.
- HERNÁNDEZ, C. A; ALFONSO, A. & DUQUESNE, P. 1987. Producción de carne basada en pastos naturales mejorados con leguminosas arbustivas y herbáceas. II. Ceba final. *Pastos y Forrajes*. 10:246-255
- HERNÁNDEZ, I. & SIMÓN, L. 1993. Los sistemas silvopastoriles: empleo de la Agroforestería en las explotaciones ganaderas. *Pastos y Forrajes*. 16:99
- HERNÁNDEZ, I. & SIMÓN, L. 1994. Razones para emplear plantas perennes leñosas en la ganadería vacuna. Taller Internacional. "Sistemas Silvopastoriles en la Producción Ganadera". EEPF "Indio Hatuey", Matanzas, Cuba. 44 p.
- HERNÁNDEZ, I. 2000. Utilización de las leguminosas arbóreas *L. leucocephala*, *A. lebbek* y *B. purpurea* en sistemas silvopastoriles. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Agrícolas. Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey", Matanzas-Instituto de Ciencia Animal, La Habana, Cuba. 138 p.
- HERNÁNDEZ, I.; BENAVIDES, J. & SIMÓN, L. 1996. Manejo de las podas de *L. leucocephala* para la producción de forraje. *Agroforestería en las Américas*. 11-12:24
- HERNÁNDEZ, J.E. 2006. Valoración de la caprinocultura en la Mixteca Poblana: socioeconomía y recursos arbóreos-arbustivos. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Veterinarias. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Camagüey, Cuba-Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, México. 100 p.

- HERNÁNDEZ, L. & SEGUÍ, ESPERANZA. 1998. Comportamiento de *Leucaena* spp en fase de vivero. *Pastos y Forrajes*. 21:47
- HERNÁNDEZ, R. 1984. Evaluación agronómica de gramíneas en regiones ganaderas bajo diferentes ambientes. Tesis presentada en opción de grado de candidato a Doctor en Ciencias Agrícolas. Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias de La Habana. Instituto de Ciencia Animal. Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey". Cuba, 167 p.
- HERRERA, P.G. 1967. Altura de corte y de planta en gandul y acacia forrajera. *Agricultura Tropical*. 23(1):34-42
- HORNE, P.M.; CATCHPOOLE, D.W. & ELLA. A. 1986. Cutting management of tree and shrub legumes. In: Forages in Southeast Asia and South Pacific Agriculture. (Eds. G.J. Blair, D.A. Ivory and T.R. Evans). ACIAR Proceedings Series No. 12. Australia. p.164-169
- HUGHES, C.E. 1998. *Leucaena*. Manual de recursos genéticos. Tropical Forestry Papers 37. Oxford Forestry Institute, Department of Plant Sciences, University of Oxford
- HUTTON, E.M. 1968. Tropical legumes. *Agric. Sci. Review*. 6:7
- IBRAHIM, M.; CAMERO, A.; PEZO, D. & ESQUIVEL, J. 1998. Sistemas silvopastoriles. En: Apuntes de clase del curso corto Sistemas Agroforestales. (Eds. F. Jiménez y A. Vargas). CATIE, Turrialba. Costa Rica. p. 289-314
- IGLESIAS, J. 2003. Experiencias prácticas del silvopastoreo en condiciones de la producción. Memorias Taller Internacional Ganadería, Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente. Instituto de Investigaciones de Pastos y Forrajes. La Habana, Cuba. P. 175.
- IGLESIAS, J.M. 2003a. Los Sistemas Silvopastoriles, una alternativa para la crianza de bovinos jóvenes en condiciones de bajos insumos. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Veterinarias. Instituto de Ciencia Animal, La Habana - Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey". Universidad de Matanzas "Camilo Cienfuegos". Matanzas, Cuba. 100 p.
- IRIONDO, J.M. & PÉREZ, C. 1999. Propagation from seeds and seeds preservation. In: A colour atlas of plant propagation and conservation. (Ed. B.G. Bowes). Mason Publishing, London. 46 p.
- JACKSON, F.S.; BARRY, T.N.; LASCANO, C. & PALAMER, B. 1996. The extractable and bound condensed tannin content of leaves from tropical tree, shrub and forages legumes. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 17(1):103-110

- JOHNSON, A.E.; MOLYNEUX, R.J. & MERRILL, G.B. 1985. Chemistry of toxic range plants. Variation in pyrrolizidine alkaloid content of Senecio, Amsinckia, and Crotalaria species. *J. Agric. Food Chem.* 33:50-55
- JONES, R.J. & JONES, R.M. 1982. Observations on the persistence and potential beef production of pastures based on *Trifolium semipilosum* and *Leucaena leucocephala* in subtropical coastal Queensland. *Tropical Grasslands.* 16:24
- JONES, R.J. & MEGARRITY, R.G. 1983. Comparative toxicity responses of goats fed on *Leucaena leucocephala* in Australia and Hawaii. *Australian Journal of Agricultural Research.* 34:781
- JONES, R.J.; GALGA, K.K.; CASTILLO, A.C.; PALMER, A.; DEOCAREZA, A. & BOLAN, M. 1998. Animal production from five species of *Leucaena*. In: *Leucaena-adaptation quality and farming systems.* (Eds. H.M. Shelton, R.C. Gutteridge, B.F. Mullen and R.A. Bray). Queensland, Australia. p. 247
- KASS, D.L. 1994. *Erythrina* species-Pantropical multipurpose tree legumes. In: Forage tree legumes in tropical agriculture. (Ed. R.C. Gutteridge and H.M. Shelton). CAB International, Oxford. p. 83-96
- KENNEY, P.A. & BLACK, J.L. 1984. Factors affecting diet selection by sheep. I. Potential intake and acceptability of feed. *Aust. J. Agric. Res.* 35:551
- KHAN, L.P. & DÍAZ-HERNÁNDEZ, A. 2000. Tannis with antihelmintic properties. (Ed. J.D. Broker). Proceedings of the International Workshop on Tannin in Livestock and Human Nutrition. ACIAR Proceedings. No. 92. p. 140-154
- KOSAKI, T.; WASANO, K. & JUO, A.S.R. 1989. Multivariate statistical analysis of yield determining factors. *Soil Sci. Plant Nutr.* 35 (4):597
- KU VERA, J.C.; RAMÍREZ AVILÉS, L.; JIMÉNEZ FERRER, G.; ALAYÓN, J.A & RAMÍREZ CANCINO, L. 2005. Árboles y arbustos para la producción animal en el trópico mexicano. <http://www.fao.org/ag/aga/agap/FRG/AGROFOR1/ku10.htm>. [Consulta: sept. 2005]
- KYRIAZAKIS, L. & OLDHAM, J.D. 1997. Food intake and diet selection in sheep: the effect of manipulating the rates of digestion of carbohydrates and protein of the foods offered as a choice. *British Journal of Nutrition.* 77:243

- LA O, O. 2001. Contribución al estudio de algunos aspectos nutritivos y fisiológicos del uso de diferentes ecotipos del género *Leucaena* en la alimentación de rumiantes. Tesis en opción al grado de Doctor en Ciencias Veterinarias. ICA. La Habana, Cuba. 83 p.
- LANBI, A.; AWOJIDO, A.A.; ADEKUNLE, I.O.; LADIPO, D.O. & AKINLADE, J.A. 2000. Fodder production responses to pruning height and fodder quality of some trees and shrubs in a forest-savanna transition zone in Southwestern Nigeria. *Agroforestry Systems*. 2:302
- LAURENT, N. & CHAMSHAMA, S.A.O. 1987. Studies on the germination of *Erythrina abyssinica* and *Juniperus procera*. *The International Tree Crops Journal*. 4:291-298
- LAZO, J.; RUIZ, T.E.; FEBLES, G.; ZARAGOITIA, L.; BERNAL, G. & DÍAZ, L.E. 1994. Crecimiento comparativo de tres variedades de *L. leucocephala* asociadas con Bermuda 68 bajo pastoreo de terneros. *Rev. cubana Cienc. agríc.* 28:349
- LENG, R.A: 1997. Tree foliage in ruminant nutrition. FAO Animal production and health paper No. 139, Rome. 100 p.
- LOPEZ, O. 2002. Caracterización del comportamiento productivo y reproductivo de vacas Mambí de primera lactancia en un sistema silvopastoril. Tesis presentada en opción al título de Master en Ciencias. Estación Experimental de Pastos y Forrajes “Indio Hatuey”. Universidad de Matanzas “Camilo Cienfuegos”. Matanzas, Cuba. 64 p.
- LOWRY, J.B., PRINSEN, J.H., & BURROWS, D.M. 1994. *Albizia lebbek*-a promising forage tree for semiarid regions. In: Forage tree legumes in tropical agriculture. (Ed. R.C. Gutteridge and H.M. Shelton). CAB International, Oxford. p. 75-83
- LY, J. 2005. Uso del follaje de árboles tropicales en la alimentación porcina. *Pastos y Forrajes*. 28:11-29
- MAASDORP, B.V. 1992. Adaptation of genus *Leucaena* to high altitude, subhumid conditions in Zimbabwe. *Agroforestry Research in Southern Africa. Summary Proceedings International Workshop*. ICRAF. Nairobi, Kenya. p. 127
- MACHADO, HILDA, 1995. Evaluación del cumplimiento de las actividades científico técnicas del territorio en el período 1991-1995 y perspectivas futuras EEPF “Indio Hatuey”. Universidad de Matanzas “Camilo Cienfuegos”. Matanzas, Cuba. (Mimeo)
- MACHADO, R & NÚÑEZ, C.A. 1993. Comportamiento y selección de variedades de *Centrosema* spp asociadas a bermuda 68 bajo condiciones de pastoreo simulado. *Pastos y Forrajes*. 16:123

- MACHADO, R. & NÚÑEZ, C.A. 1994. Caracterización de variedades de *Leucaena leucocephala* para la producción de forrajes. I. Establecimiento. *Pastos y Forrajes*. 17:13
- MACHADO, R. 1999. Selección de germoplasma de *Centrosema* spp bajo condiciones de pastoreo simulado. *Pastos y Forrajes*. 22:307
- MACHADO, R. 2002. Variaciones morfoestructurales y poblacionales de *Andropogon gayanus* Kunth y su relación con la vegetación adventicia bajo pastoreo intensivo. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Agrícolas. Universidad de Matanzas “Camilo Cienfuegos”. Estación Experimental de Pastos y Forrajes “Indio Hatuey”. Matanzas. Cuba. 132 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
- MACKLIN, B.; JAMA, B.; RESHID, K. & GETAHUN, A. 1988. Results of alley cropping experiment with *Leucaena leucocephala* and *Zea mays* at the Kenya coast. *Leucaena Research Reports*. 9:61-64
- MAHECHA, LILIANA; GALLEGRO, L. & PELÁEZ, F. 2002. Situación actual de la ganadería de carne en Colombia y alternativas para impulsar su competitividad y sostenibilidad. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*. 15:213-225
- MARTÍN, G. 2004. Evaluación de los factores agronómicos y sus efectos en el rendimiento y la composición bromatológica de *Morus alba* Linn. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Agrícolas. Estación Experimental de Pastos y Forrajes “Indio Hatuey”. Universidad de Matanzas “Camilo Cienfuegos”. Matanzas, Cuba. 90 p.
- MATÍAS, C. 1998. Determinación del marco de siembra óptimo para la producción de semillas de *Albizia lebbek*. *Pastos y Forrajes*. 21:67
- MATÍAS, C.; GONZÁLEZ, YOLANDA; ALONSO, O.; TANG, M. & DELGADO, A. 1993. Tecnología de producción de semilla. Producción, beneficio y tratamientos de semillas de *Leucaena leucocephala*. EEPF “Indio Hatuey”. Matanzas, Cuba. 18 p. (Mimeo)
- MENÉNDEZ, J. 1982. Estudio regional y clasificación de las leguminosas forrajeras autóctonas y/o naturalizadas en Cuba. Tesis presentada en opción al grado de Doctor en Ciencias Agrícolas. ISCAH. La Habana, Cuba. 89 p.

- MILERA, MILAGROS; IGLESIAS, J., REMY, V. & CABRERA, M. 1994. Empleo de bancos de proteína de *L. leucocephala* cv. Perú para la producción de leche. *Pastos y Forrajes* 17:73-82
- MINSON, D.J. 1990. Forage in ruminant nutrition. Academic Press, New York
- MOCHIUTTI, S. 1995. Comportamiento agronómico y calidad nutritiva de *Gliricidia sepium* (Jacq.) Walp. bajo defoliación manual y pastoreo en el trópico húmedo. Tesis Mag. Sci. Turrialba, Costa Rica. 144 p.
- MOHATKAR, L.C. & RELWANI, L.L. 1985. Effect of plant population, stubble height and number of cuttings on the growth, seed, forage and firewood productions of *Leucaena* K8. *Leucaena Research Reports*. 6:40
- MOLAN, A.L.; WAGHORN, G.C. & MCNABB, W.C. 2002. Effect of condensed tannins on egg hatching and larval development of *Trichistrongylus culobriiformis* *in vitro*. *Vet. Record*. 150(3):65
- MURGUEITIO, E.; ROSALES, M. & GÓMEZ, MARÍA ELENA. 2001. Agroforestería para la producción animal sostenible. CIPAV. Cali, Colombia. 67 p.
- NAVARRO, MARLEN & GONZALEZ, YOLANDA. 1999. Identificación del período de latencia en tres especies de árboles leguminosos. *Pastos y Forrajes*. 22:239
- NOBILE, R.A. 2003. Las plantas nativas en el saber popular. Resúmenes del Foro 2003, de la Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Nacional de Córdoba, Argentina
- NORTON, B.W. 1994. Anti-nutritive and toxic factors in forage tree legumes. In: Forage tree legumes in tropical agriculture. (Eds. R.C. Gutteridge & H.M. Shelton). CAB International. Wallingford, UK. p. 202-215
- NYGREN, P. & RAMÍREZ, C. 1995. Production and turnover of N₂ fixing nodules in relation to foliage development in periodically pruned *Erythrina poeppigiana* (*Leguminosae*) trees. *Forest Ecology and Management*. 73:59
- NYGREN, P. 1996. Implicaciones de las características del poró (*Erythrina poeppigiana*) en su manejo en sistemas agroforestales. *Revista Forestal Centroamericana*. 16(5):16
- NYGREN, P.; CRUZ, P.; DOMENACH, ANNE MARIE; VAILLANT, U. & SIERRA, J. 2000. Influence of forage harvesting on dynamics of biological dinitrogen fixation of a tropical woody legume. *Tree Physiology*. 20:41

- 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*. 63:125-130
- OKUDA, T.; YOSHIDA, T. & HATANO, T. 1992. Phenolic compounds in food and their effects on health II. In: Antioxidant effects of tannins and related polyphenols. (Eds. Mon-Tuan Huang; Chi-Tnag Ho and Chang Y. Lee). American Chemical Society. p. 87-97
- ØRSKOV, E.R. 2005. La producción animal y su efecto en el suelo, las plantas y las personas. Notas del curso de postgrado. Instituto de Ciencia Animal. La Habana, Cuba
- PALMA, J.M.; SANTIAGO, L. & PALMA, A. 1996. Efecto del diámetro de estaca sobre la supervivencia en *Gliricidia sepium*. Resúmenes. Taller Internacional “Los Árboles en los Sistemas de Producción Ganadera”. EEPF “Indio Hatuey”. Matanzas, Cuba. p. 24
- PALMER, B., SCHLINK, A.C., & BRAY, R.A. 1990. Tree and shrub legumes for forage in the humid tropics. In: Resource utilization for livestock production in Malaysia. (Eds. Wan Zahari Mohamed, Wong Hee Kum, Engku Azahan Ahmed and Dahalan Ismail). The Malaysian Society of Animal Production and Malaysian Agricultural Research and Development Institute. p. 138-150
- PATHAK, P.S.; RAI, P. & ROY, R.D. 1980. Forage production from koo-babool (*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit). 1. Effect of plant density, cutting intensity and interval. *Forage Research*. 6(1):83-90
- PEDRAZA, R.M. 2000. Valoración nutritiva del follaje de *Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth ex Walp. y su efecto en el ambiente ruminal. Tesis en opción al grado de Doctor en Ciencias Veterinarias. Instituto de Ciencia Animal. Universidad Agraria de La Habana. La Habana, Cuba. 116 p.
- PEDRAZA, R.M. 2004. Estimación del valor nutritivo de los forrajes para rumiantes con especial referencia a la evaluación nutritiva del forraje de árboles y arbustos identificados como promisorios. [cd-rom]. Curso Taller Iberoamericano “Sistemas de Alimentación Animal Sostenibles”. Red XIX.D “Red Iberoamericana para el Mejoramiento Productivo de Pequeños Rumiantes y Camélidos Sudamericanos”. Universidad de Ciego de Ávila, Cuba
- PÉREZ, P. & MELÉNDEZ, P. 1980. The effect of height and frequency of defoliation on formation of buds of *Leucaena leucocephala* in the state of Tabasco, México. *Trop. Anim. Prod.* 5(3):278-282

- PERRET, SANDRA & SALINAS, A. 1995. Aprendamos a vivir con la Naturaleza. El Vivero. Instituto Forestal (INFOR). Santiago-Chile. Chile. 12 p.
- PEZO, D. & IBRAHIM, M. 1996. Sistemas silvopastoriles una opción para el uso sostenible de la tierra en sistemas ganaderos. En: 1er. Forum Internacional sobre Pastoreo intensivo en zonas tropicales. FIRA. Banco de México. Morelia, México. 39 p.
- PEZO, D. & IBRAHIM, M. 1998. Sistemas silvopastoriles. Colección de Módulos Agroforestales No. 2. CATIE. p. 15
- PEZO, D.; KASS, M.; BENAVIDES, J.E.; ROMERO, F. & CHAVEZ, 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, Canada. p. 163-175
- PHILIPPEAU, G. 1986. Comment interpreter les resultats d' un analyse in composants principales. Service des Etudes Statistiques ITCF. Lusignan, France. 36 p.
- POLIS, O. 1986. Informe final de la asesoría técnica extranjera. Instituto de Investigaciones Forestales. Ciudad de La Habana, Cuba. p. 80. (Mimeo)
- POUND, B. & MARTÍNEZ CAIRO, L. 1983. *Leucaena*; its cultivation and uses. Overseas Development Administration, London. 290 p.
- POWELL, J.M.; FERNÁNDEZ-RIVERA, S.; HIERNAUX, P. & TURNER, M.D. 1996. Nutrient cycling in integrated rangeland/cropland systems of the Sabel. *Agricultural Systems*. 52(2 y 3):143-170
- PRESTON, T.R. & LENG, R.A. 1987. Matching ruminant production with available resources in the tropics and subtropics. Penambul Books. Armidale. p. 21-24, 104, 111, 117-118, 124-136
- RAMOS, G.; FRUTOS, P.; GIRÁLDEZ, F.J. & MANTECON, A.R. 1998. Los compuestos secundarios de las plantas en la nutrición de los herbívoros. *Arch. Zootec*. 47:597-620
- REINOSO, M. 2001. Contribución al conocimiento del potencial lechero y reproductivo de sistemas de pastoreo racional arborizados empleando vacas Siboney de Cuba. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Veterinarias. Universidad Central "Martha Abreu". Villa Clara, Cuba. 99 p.
- RENDA, A.; CALZADILLA, E.; JIMÉNEZ, MARTA & SÁNCHEZ, J. 1997. El silvopastoreo en Cuba. Conferencia electrónica de la FAO sobre "Agroforestería para la producción animal en Latinoamérica"

- RHOADES, D.F. 1979. Evolution of plant chemical defense against herbivores. In: *Herbivores: Their interactions with secondary plant metabolites*. (Eds. G.A. Rosenthal and D.H. Janzen). Academic Press, New York. p 3-54
- RODRIGUEZ, P.I. 2001. *Fundamentos de la Silvicultura*. Universidad Santo Tomás. Bogotá, D.C. Colombia. 300 p.
- ROSALES, M. 1998. Avances en el uso de la diversidad forrajera tropical para la alimentación de bovinos. *Estrategias de alimentación para la ganadería tropical*. (Ed. T. Clavero). Centro de Transferencia de Tecnologías en Pastos y Forrajes, Universidad de Zulia. Venezuela. p. 85
- ROSALES, M.; CUESTA, A.; HERNÁNDEZ, I.; LAREDO, M. & ARBOLA, H. 1989. Uso de los árboles forrajeros para el control de los protozoarios ruminales. *Livestock Research for Rural Development*. 1(1): 15
- RUIZ, R. 2000. Aplicación de los principios nutricionales para elevar el consumo voluntario en rumiantes. *Alimentación y salud animal en el trópico*. Resúmenes del Taller Cuba-Venezuela. Congreso Internacional sobre Mejoramiento Animal. La Habana, Cuba. p 23
- RUIZ, T. & FEBLES, G. 1987. *Leucaena*, una opción para la alimentación en el trópico y subtropical. EDICA. La Habana, Cuba. 200 p.
- RUIZ, T. E.; FEBLES, G.; COBARRUBIA, O.; DÍAZ, L.E. & BERNAL, G. 1988. La altura de la planta como criterio para comenzar a pastar la *Leucaena leucocephala*, después de la siembra. *Rev. cubana Cienc. agríc.* 22:201
- RUIZ, T.E. & FEBLES, G. 1998. Agronomía y manejo de la *Leucaena leucocephala*. En: Curso Internacional "Los sistemas silvopastoriles en la ganadería tropical". EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. 24 p.
- RUTTER, S.M. 2004. Comportamiento de ovejas y cabras. Cap. X. *Etología de los animales domésticos*. (Ed. P. Jensen). Ed. Acribia SA, España. p. 155
- SALAZAR, R. 1984. Algunos conceptos básicos para producir plantas en viveros. Trabajo presentado en el curso corto sobre Producción de leña y carbón. República Dominicana CATIE/ISA. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Departamento de Recursos Naturales Renovables. Turrialba, Costa Rica. 7 p.
- SÁNCHEZ, J.A. 2003. Efectos de tratamientos de hidratación-deshidratación y choque térmico sobre la germinación y establecimiento de *Trichospermum mexicanum*. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Biológicas. Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio

- Ambiente. Instituto de Ecología y Sistemática. Departamento de Ecología Funcional. Ciudad de La Habana, Cuba. 87 p.
- SÁNCHEZ, TANIA. 2002. Evaluación de un sistema silvopastoril con hembras Mambí de primera lactancia bajo condiciones comerciales. Tesis presentada en opción al título de Master en Ciencias. Estación Experimental de Pastos y Forrajes “Indio Hatuey”. Universidad de Matanzas “Camilo Cienfuegos”. Matanzas, Cuba. 60 p.
- SANS, F. & MASALLES, R. 1998. Fenología de las primeras etapas de la sucesión secundaria tras el abandono de los cultivos en la Comarca de “Las Ganigas”. *Lazarva*. 10:169-179
- SANTANA, H.; SOCA, MILDREY; SIMÓN, L. & CÁCERES, O. 1998. Efecto del follaje de *Albizia lebbek* sobre el valor nutritivo de una dieta de king grass. *Pastos y Forrajes*. 21:87.91
- SARMENTO, M.B. & SCHIFINO-WITTMANN, M.T. 2000. Different treatments and their effects on germination of *Leucaena* seeds. *Revista Científica Rural*. 5:89-94
- SCHMITD, L. 2000. Guide to handling of tropical and subtropical Forest seed.(Ed. K. Olesen). Danida Forest Seed Center. Denmark. 511 p.
- SHELTON, H.M. & BREWBAKER, J.L. 1994. *Leucaena leucocephala*-the most widely used forage tree legume. In: Forage tree legumes in tropical agriculture. (Eds. R.C. Gutteridge and H.M. Shelton). CAB International. Wallingford, UK. p. 15
- SHELTON, H.M. 1996. El género *Leucaena* y su potencial para los trópicos. En: Leguminosas forrajeras arbóreas en la agricultura tropical. (Ed. T. Clavero). Centro de Transferencia de Tecnología en Pastos y Forrajes. La Universidad del Zulia. Maracaibo, Venezuela. p. 17
- SHELTON, H.M.; LOWRY, J.B.; GUTTERIDGE, R.C.; BRAY, R.A. & WILDIN, J.H. 1991. Sustaining productive pastures in the tropics. 7. Tree and shrubs legumes in improved pastures. *Tropical Grasslands*. 25:119
- SIMÓN, L. & HERNÁNDEZ, I. 1998. Efecto del momento de plantación de tres leguminosas arbóreas en pasto guinea. *Pastos y Forrajes*. 21:331
- SIMÓN, L. 1998. Resultados económico-productivos de la validación del silvopastoreo. En: Los árboles en la ganadería. Tomo I. Silvopastoreo. (Ed. L. Simón). EEPF “Indio Hatuey”. Matanzas, Cuba. p. 45-53
- SIMÓN, L.; CÁCERES, O.; SANTANA, H.; HERNÁNDEZ, I.; IGLESIAS, J.; DUQUESNE, P.; DELGADO, R. & DOCAZAL, G. 1992. Resultados obtenidos en la alimentación de

- bovinos y ovinos. VI Encuentro Técnico de la Filial Territorial de ACPA. Matanzas, Cuba. (Mimeo)
- SIMÓN, L.; FRANCISCO, ANA GERALDINE & SOCA, MILDREY. 1996. Efecto de la altura del pasto en plantaciones de *Gliricidia sepium* y *Albizia procera*. En: Resúmenes. Taller Internacional “Los Árboles en los Sistemas de Producción Ganadera”. EEPF “Indio Hatuey”. Matanzas, Cuba. p. 94
- SIMÓN, L.; HERNÁNDEZ, I. & DUQUESNE, P. 1995. Efecto del pastoreo de *Albizia lebbek* Benth. (algarrobo de olor) en el comportamiento de hembras bovinas en crecimiento. *Pastos y Forrajes*. 16:67
- SIMÓN, L.; HERNÁNDEZ, I. & OJEDA, F. 1998. Protagonismo de los árboles en los sistemas silvopastoriles. En: Los árboles en la ganadería. Tomo I. Silvopastoreo. (Ed. L. Simón). EEPF “Indio Hatuey”. Matanzas, Cuba. p. 28
- SIMÓN, L.; HERNÁNDEZ, I. & OJEDA, F. 2005. Protagonismo de los árboles en los sistemas silvopastoriles. En: El Silvopastoreo: Un nuevo concepto de pastizal. (Ed. L. Simón). Editorial Universitaria. Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala. p. 21
- SIMÓN, L.; IGLESIAS, J.; HERNÁNDEZ, C.A.; HERNÁNDEZ, I. & DUQUESNE, P. 1990. Producción de carne a base de pastoreo combinado de gramíneas y leguminosas. *Pastos y Forrajes*. 13:179-183
- SIMÓN, L.; LAMELA, L.; ESPERANCE, M. & REYES, F. 1998. Metodología para el establecimiento y manejo del silvopastoreo. En: Los Árboles en la ganadería. Tomo I. Silvopastoreo. (Ed. L. Simón). EEPF “Indio Hatuey”. Matanzas, Cuba. p. 37
- SKERMAN, P.J. 1977. Tropical forage legumes. FAO Plant Production and Protection Series No. 2. Rome, Italy. 609 p.
- SKERMAN, P.J.; CAMERON, D. G. & RIVEROS, F. 1991. Leguminosas forrajeras tropicales. Colección FAO. Producción y protección vegetal. Roma. 707 p.
- SOCA, MILDREY. 2005. Las nematodosis gastrointestinales de los bovinos jóvenes, comportamiento en los sistemas silvopastoriles cubanos. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Veterinarias. Universidad Agraria de La Habana “Fructuoso Rodríguez Pérez”, La Habana - Estación Experimental de Pastos y Forrajes “Indio Hatuey”. Universidad de Matanzas “Camilo Cienfuegos”. Matanzas, Cuba. 100 p.

- SOCA, MILDREY; SIMÓN, L. & CÁCERES, O. 1996. Aprovechamiento de la proteína del follaje de *Albizia lebbek* y *Leucaena leucocephala*. En: Resúmenes. Taller Internacional "Los Árboles en los Sistemas de Producción Ganadera". EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. p. 32
- SORENSSON, C.; SHELTON, H.M.; AUSTIN, M.T. & BREWBAKER, J.L. 1993. Seedling growth of cultivars and hybrids within the genus *Leucaena*. *Tropical Grassland*. 27:45
- SOTELO, A. 1997. Constituents of wild food plants. In: Functionality of food phytochemicals. (Eds. T. Johns & J.T. Romeo). Plenum Press. New York. p. 89-111
- SOTELO, A.; SOTO, M. & LUCAS, B. 1996. Comparative studies of the alkaloids composition of two Mexican *Erythrina* species and nutritive value of the detoxified seeds. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 41:2340-2343
- STUART, J.R. 2000. AUTAPO (Apoyo a la Universidad de Tarija y Potosí). En: Informe técnico de la caracterización del cuadro de hematuria enzootica bovina que afecta zonas ganaderas del departamento de TARIJA. Octubre-noviembre. Tarija, Bolivia
- STÜR, W.W.; SHELTON, H.M. & GUTTERIDGE, R.C. 1994. Defoliation management of forage tree legumes. In: Forage tree legumes in tropical agriculture. (Eds. R.C. Gutteridge and H.M. Shelton). *CAB International*. Wallingford, UK. p. 158
- 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
- TACÓN, A. 1999. Identificación y caracterización de productos forestales no maderables en el bosque nativo chileno. Actas del Primer Congreso Latinoamericano (IUFRO). Valdivia, Chile
- TAKAHASHI, M. & RIPPERTON, J.C. 1949. Koa haola (*Leucaena glauca*): Its establishment, culture and utilization as a forage crop. Bulletin 100. Hawaii Agriculture Experimental Station. p. 56
- TANNEER, G.J.; MOORE, A.E. & LARKING, P.J. 1995. Proanthocyanidins inhibit hydrolysis of leaf proteins by rumen microflora *in vitro*. *British Journal of Nutrition*. 71(6):947-958
- TEITZEL, J.K. & BURT, R.L. 1976. *Centrosema pubescens* in Australia. *Tropical Grassland*. 10:5

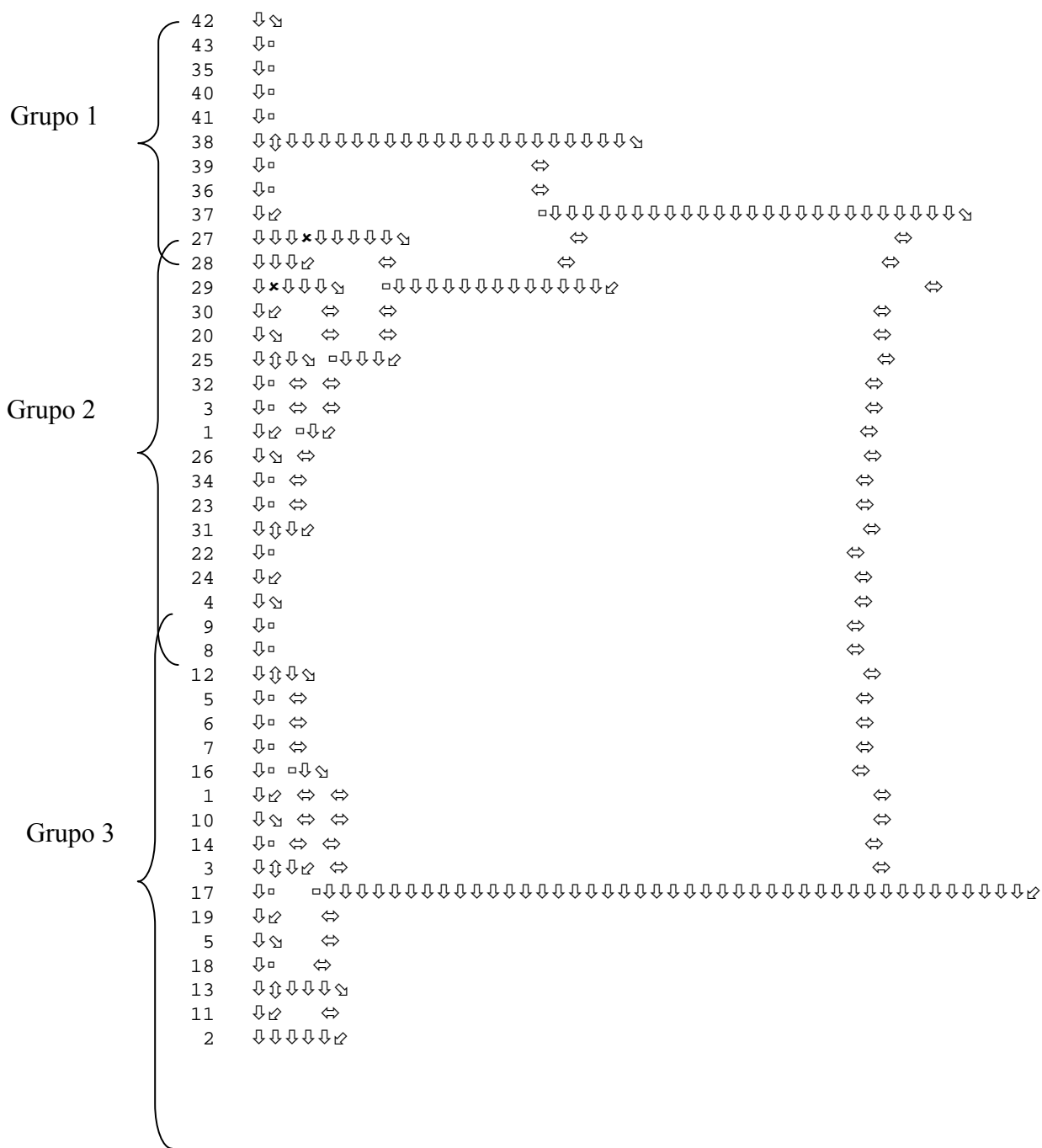
- TELES, M.M.; ALVES, A.A.; OLIVERA, J.C.G. DE & BEZERRA, A.M.E. 2000. Métodos para quebra de dormencia em sementes de leucaena (*Leucaena leucocephala* (Lam) de Wit). *Revista Brasileira de Zootecnia*. 29:387
- THI MUI NGUYEN; DINH VAN BINH & ORSKOV E.R. 2005. Effect of foliages containing condensed tannins on gastrointestinal parasites. *Animal Feed Science and Technology* 121:77-87
- TORRES, VERENA; MARTINEZ, M.O. & NODA, AIDA. 1993. Ejemplo de aplicación de técnicas multivariadas en diferentes etapas del proceso de evaluación de especies de pastos. I. Componentes principales. *Rev. cubana Cienc. agric.*27:131
- VAN SOEST, P.J. 1994. Nutritional ecology of the ruminant. Second Edition. Cornell University Press, Ithaca, N. Y., USA. p. 476
- VÁZQUEZ, E. & TORRES, S. 1995. Fisiología vegetal. Editorial Pueblo y Educación. La Habana, Cuba. 451 p.
- VILLARREAL, O.A. 2006. Conservación y manejo del venado cola blanca mexicano como propuesta del modelo de ganadería diversificada en la Mixteca Poblana, México. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Veterinarias. Universidad de Camagüey. Camagüey, Cuba. 114 p.
- VIRGUEZ, G. 1993. Estudio de tres especies forrajeras nativas áridas de Venezuela utilizadas en la dieta de caprinos. Tesis de grado en Producción Animal. Facultades de Agronomía y Ciencias Veterinarias. Universidad Central de Venezuela, Maracay. Venezuela. p. 149
- VISAUTA, B.1998. Análisis estadístico con SPSS para Windows. Estadística multivariada. Vol. II. McGraw-Hill/Interamericana de España, S. A.V. 358 p.
- WENCOMO, HILDA, CEPERO, BÁRBARA & IGLESIAS, J.M. 2003. Comportamiento de 145 accesiones de *Leucaena* spp. aviveradas en un sustrato con suelo ácido. *Pastos y Forrajes*. 26:21
- WENCOMO, HILDA., HERNANDEZ, L. & SEGUÍ, ESPERANZA. 2001. Comportamiento de accesiones de *Leucaena* spp. en la fase de establecimiento. *Pastos y Forrajes*. 24:115
- WENCOMO, HILDA. & SEGUÍ, ESPERANZA. 1998. Estudio de la capacidad de recuperación en plantas adultas de *Leucaena* spp. después de la poda. En: Memorias. III Taller Internacional Silvopastoril "Los Árboles y Arbustos en la Ganadería. EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. p. 113

- WENCOMO, HILDA. 2002. Nota técnica: aceptabilidad y capacidad de rebrote de diferentes accesiones de *Leucaena* spp. *Pastos y Forrajes*. 25:161
- WILDIN, J.H. 1986. Tree *Leucaena*-to feed, shade and fertilizer too. Queensland Department of Primary Industries. Brisbane, Queensland. Extension Bulletin RQR 86003. p. 12
- WILLAN, R.L. 1985. A guide to forest seed handling. FAO Forestry Paper No. 20/2. Rome, Italy.
- WOODWARD, A. & COPPOCK, D.L. 1995. Role of plant defense in the utilization of native browse in Southern Ethiopia. *Agroforestry Systems*. 32(2):147-161
- YEPES, S. 1974. La introducción y la destrucción de pastos. Resúmenes 1er. Seminario Interno Científico Técnico. EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. Series Técnico-Científicas A.S. p. 73 (Mimeo)

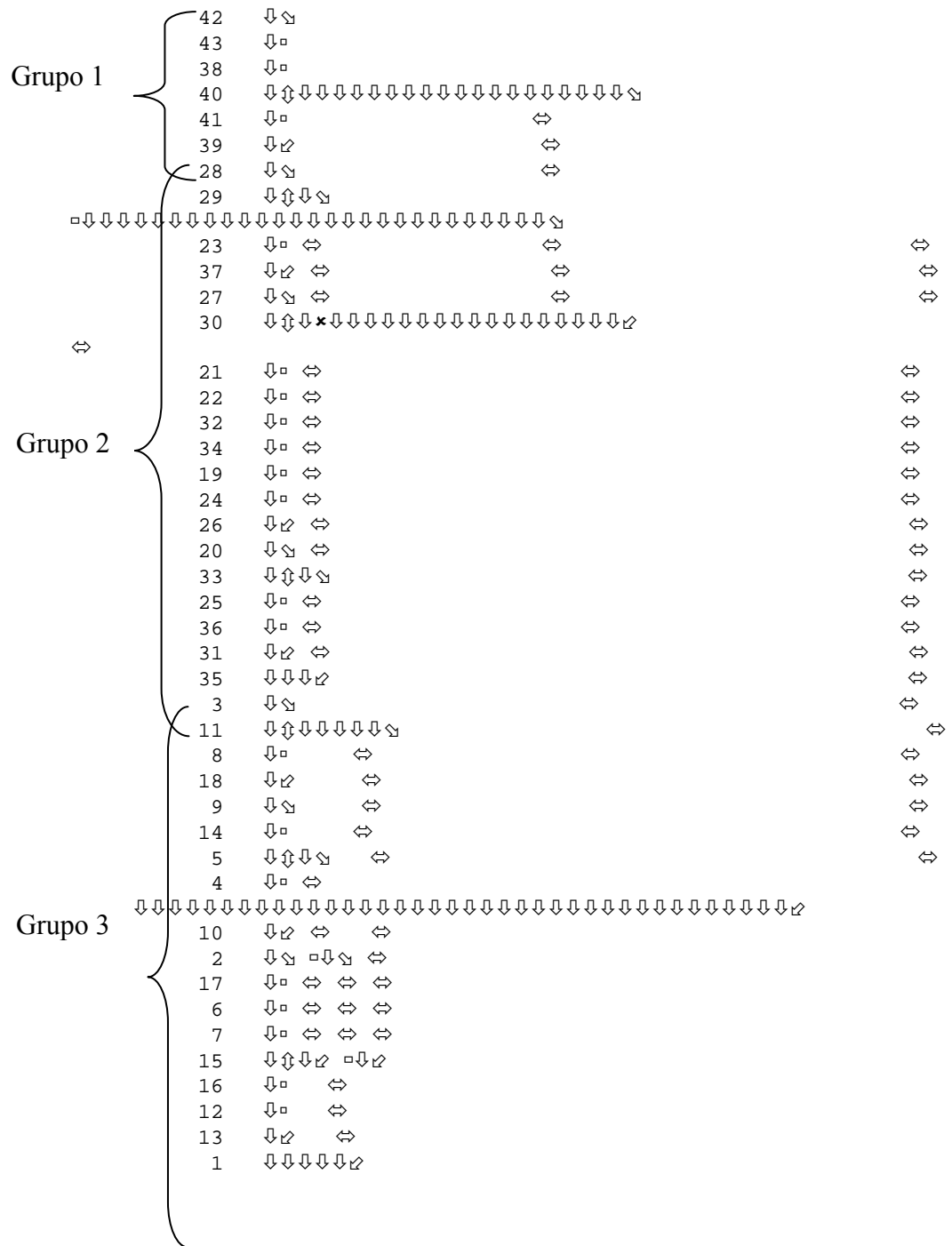
Anexo 1. Plagas que dañan las arbóreas.

Orden	Familia	Insecto (nombre científico)	Especie que daña	Tipo de lesión
<i>Coleoptera</i>	<i>Chrysomelidae</i>	<i>Colaspis brunnea</i>	<i>Albizia spp.</i>	Roeduras irregulares, algo redondeadas
			<i>Bauhinia spp.</i>	
			<i>Erythrina spp.</i>	
			<i>Gliricidia sepium</i>	
			<i>Leucaena spp.</i>	
	<i>Curculionidae</i>	<i>Pachnaeus litus</i>	<i>Morera sp.</i>	Roeduras en forma de figura
			<i>Bauhinia spp.</i>	
			<i>Albizia spp.</i>	
			<i>Erythrina spp.</i>	
			<i>Gliricidia sepium</i>	
<i>Lepidoptera</i>	<i>Pyralidae</i>	<i>Terastia meticulosellus</i>	<i>Eythrina spp.</i>	Túneles en los tallos

Anexo 1. Agrupamiento de las accesiones en el período poco lluvioso



Anexo 2. Agrupamiento de las accesiones en el período lluvioso



Anexo 3. Agrupamiento anual de las accesiones

