

Comportamiento de 23 accesiones de *Leucaena* spp. en condiciones de establecimiento

Performance of 23 *Leucaena* spp. accessions under establishment conditions

Hilda B. Wencomo¹ y R. Ortiz²

¹*Estación Experimental de Pastos y Forrajes “Indio Hatuey”*

Central España Republicana, CP 44280, Matanzas, Cuba
E-mail: hilda.wencomo@indio.atenas.inf.cu

²*Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, La Habana, Cuba*

Resumen

Se evaluaron 23 accesiones de *Leucaena* spp. de una colección de 180, con el objetivo de conocer su comportamiento en condiciones de establecimiento y seleccionar las más destacadas, sobre la base de algunos indicadores morfológicos y del rendimiento. Las plantas se sembraron a una distancia de 6 x 3 m entre surcos y entre plantas. Los indicadores evaluados fueron: la altura de la planta, el número de ramas, el grosor del tallo y el rendimiento. *L. leucocephala* CIAT-17480, CIAT-9438, CIAT-7988, CIAT-7384 y CIAT-751, así como *L. esculenta* CIAT-17225 y CIAT-17229 fueron las primeras en alcanzar la altura y el grosor del tallo según los criterios de selección establecidos. Se pudo constatar que la dinámica de establecimiento de las especies de este género presentó diferencias entre las accesiones; asimismo, todas cumplieron con los criterios de selección, aunque no en el mismo tiempo. Se concluye que existen diferencias intraespecíficas e interespecíficas en el material evaluado. Las accesiones más destacadas fueron *L. leucocephala* cv. Cunningham, cv. Perú, CIAT-9119, CIAT-9438, CIAT-751, CIAT-7988, CIAT-7384, CIAT-7929, CIAT-17480, cv. Ipil-Ipil, cv. CNIA-250, *L. lanceolata* CIAT-17255 y CIAT-17501 y *L. diversifolia* CIAT-17270, por lo que se recomienda utilizarlas en estudios posteriores.

Palabras clave: Establecimiento de plantas, *Leucaena* spp., selección

Abstract

Twenty-three *Leucaena* spp. accessions from a collection of 180 were evaluated, with the objective of learning their performance under establishment conditions and select the most outstanding ones, based on some morphological and yield indicators. The plants were sown at a distance of 6 x 3 m between rows and plants. The evaluated indicators were: plant height, number of branches, stem diameter and yield. *L. leucocephala* CIAT-17480, CIAT-9438, CIAT-7988, CIAT-7384 and CIAT-751, as well as *L. esculenta* CIAT-17225 and CIAT-17229 were the first ones to reach the height and stem diameter according to the established selection criteria. It could be observed that the establishment dynamics of the species from this genus showed differences among the accessions; likewise, it was noticed that all of them fulfilled the selection criteria, although not at the same time. It is concluded that there are intraspecific and interspecific differences in the evaluated material. The most outstanding accessions were *L. leucocephala* cv. Cunningham, cv. Peru, CIAT-9119, CIAT-9438, CIAT-751, CIAT-7988, CIAT-7384, CIAT-7929, CIAT-17480, cv. Ipil-pil, cv. CNIA-250, *L. lanceolata* CIAT-17255, CIAT-17501 and *L. diversifolia* CIAT-17270, for which their utilization in further studies is recommended.

Key words: *Leucaena* spp., plant establishment, selection

Introducción

Son numerosos los trabajos en los que se señala que las leguminosas, en general, manifiestan serias dificultades para establecerse, debido a factores de la más diversa índole (Maasdorp, 1992; Ruiz y Febles, 2006), lo cual las hace vulnerables a la competencia con las malezas y los predadores y a las defoliaciones durante el establecimiento, así como al pastoreo y la vida silvestre. En este sentido, Ruiz y Febles (2001) y Padilla (2001) indicaron que el éxito del manejo de la pastura durante su establecimiento está basado en el uso eficiente y oportuno de los factores genéticos, ambientales y tecnológicos de que se dispone. Si se consideran estos factores se podrá cambiar una vegetación improductiva, por otra de alta productividad y sostenibilidad.

Dentro del género *Leucaena*, Sorensson *et al.* (1993) encontraron diferencias en cuanto al establecimiento, tanto entre especies como entre accesiones; por ejemplo, *Leucaena pallida* y sus híbridos mostraron un vigor superior que *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham. Por ello, el estudio de las accesiones de una especie durante la etapa de establecimiento, su caracterización y evaluación, representan una vía muy eficaz para conocer la posible diferenciación o similitud existente, y resultan, sin lugar a duda, un complemento eficaz entre los atributos a tomar en cuenta en el proceso de selección.

Atendiendo a lo anteriormente planteado se realizó este trabajo con el objetivo de conocer el comportamiento de las accesiones en esta etapa y seleccionar las más destacadas, sobre la base de algunos indicadores morfológicos y del rendimiento.

Materiales y Métodos

Localización. El estudio se realizó en las áreas de la Estación Experimental de Pastos y Forrajes “Indio Hatuey”, la cual se encuentra ubicada en los 22° 48' y 7'' de latitud Norte y los 79° 32' y 2'' de longitud Oeste, a una altitud de 19,9 msnm, en el municipio de Perico, provincia de Matanzas, Cuba (Academia de Ciencias de Cuba, 1989).

Características del clima. El comportamiento de las variables climatológicas más importantes (tabla 1) fue tomado de los registros mensuales de la estación meteorológica ubicada en las áreas de la Institución.

Tabla 1. Comportamiento de las variables climatológicas durante el período de establecimiento.

Table 1. Performance of climatological variables during the establishment period.

Año	Época	Precipitación (mm)	Temperatura mínima (°C)	Temperatura media (°C)	Temperatura máxima (°C)	Humedad relativa (%)
1	PLL	1 428,8	19,9	25,4	32,0	86,2
	PPLL	282,0	14,8	21,8	29,5	79,3
2	PLL	814,0	20,4	25,3	31,9	83,5
	PPLL	289,7	16,0	22,1	28,9	80,2
*	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 climatológicas en los últimos 15 años

Características del suelo. El experimento se llevó a cabo en un suelo de topografía llana, con pendiente de 0,5 a 1,0% y clasificado por Hernández *et al.* (2003) como Ferralítico Rojo lixiviado,

húmico nodular ferruginoso hidratado, de rápida desecación, arcilloso y profundo sobre calizas. Este tipo es equivalente al grupo de los Ferrosoles, en el sistema de clasificación de la FAO-UNESCO (Alonso, 2003). La profundidad promedio hasta la caliza es de 150 cm. Los resultados de la composición química del suelo se muestran en la tabla 2.

Tabla 2. Características químicas del suelo del área experimental.

Table 2. Chemical characteristics of the soil in the experimental area.

Indicador	Valor medio	Método analítico
pH (H ₂ O)	6,34	Potenciométrico
Materia orgánica (%)	5,42	Oniani (1964)
Nitrógeno total (%)	0,22	Kjeldahl (citado por Jackson, 1958)
P ₂ O ₅ (mg/100 g)	3,75	Walkley-Black (citado por Paneque, 2001)
K ⁺ (cmol/kg)	0,19	Maslova (citado por Dinchev, 1972)
Ca ⁺⁺ (cmol/kg)	17,1	Maslova (citado por Dinchev, 1972)
Mg ⁺⁺ (cmol/kg)	2,30	Maslova (citado por Dinchev, 1972)
Na ⁺ (cmol/kg)	0,19	Maslova (citado por Dinchev, 1972)

De acuerdo con dichos indicadores, el suelo de esta área tiende a ser ligeramente ácido, mientras que el contenido de materia orgánica es alto y superior a lo señalado por Hernández (2000). El contenido de nitrógeno total se considera medio, presenta bajos tenores de fósforo disponible y las bases intercambiables (K, Ca, Mg) muestran valores de moderados a altos. En función de estas características el suelo puede considerarse de mediana fertilidad.

Presenta baja densidad aparente, alta porosidad total y estructura granular media, condiciones que favorecen el buen desarrollo radical, la aireación y el movimiento del agua. La retención de agua es baja, lo cual puede acentuar los problemas derivados de la sequía estacional (Hernández *et al.*, 2003).

Material vegetal utilizado. De las 180 accesiones que existen en la colección de *Leucaena* spp. que se conservan en el banco de germoplasma de la Institución, se tomaron 23 (tabla 3) representativas de la población (de cada una de ellas se utilizaron cuatro plantas), las cuales fueron evaluadas anteriormente en condiciones de vivero (Wencomo y Ortiz, 2010).

Tabla 3. Accesiones estudiadas.

Table 3. Studied accessions.

Especie	No. de accesiones
<i>L. leucocephala</i>	1-11
<i>L. lanceolata</i>	12-14
<i>L. diversifolia</i>	15-16
<i>L. macrophylla</i>	17-21
<i>L. esculenta</i>	22-23
Total	23

Procedimiento experimental. Antes de efectuar el trasplante, se eliminaron las malezas y el área se mantuvo chapeada durante todo el tiempo de establecimiento. En el período experimental no se utilizó riego ni fertilización. Para la preparación del suelo se empleó el método convencional (arado, grada, cruce, grada y surcado), tomando en consideración el tipo de suelo, el cultivo precedente y el grado de infestación por malezas.

Este experimento se inició cuando las plántulas alcanzaron aproximadamente entre los 30 y 45 cm (tres meses de edad), con una apariencia saludable. En el mes de septiembre fueron trasplantadas al campo cuatro plántulas de cada una de las accesiones, en surcos espaciados a 6 m y con una separación de 3 m entre plantas. El período experimental tuvo una duración de 24 meses.

La altura de la planta se midió a partir del momento del trasplante, con una regla graduada en centímetros, cuya posición fue perpendicular y siempre en contacto con el suelo. También se contó el número de ramas y se midió el grosor del tallo, con un pie de rey. Todas estas mediciones se realizaron en las cuatro plantas trasplantadas y con una periodicidad mensual, hasta que se consideró que estaban establecidas.

Las accesiones seleccionadas debían cumplir con dos o más de los criterios evaluativos, en un período no mayor de 14 meses, según los criterios de selección establecidos por Seguí *et al.* (2002):

- Altura de 1,50 a 2 m.
- Número de ramas mayor que 10.
- Grosor del tallo entre 5 y 8 cm.
- Rendimiento de biomasa comestible de 0,75 kg de MS/planta o más.

Asimismo, se determinó el rendimiento en el corte de establecimiento; para ello se extrajeron muestras de 200 g de forraje verde, a las cuales se les calculó el contenido de MS.

Procesamiento estadístico. A través del análisis de componentes principales (ACP) (Morrison, 1967), se procesaron las mediciones realizadas durante el período de evaluación (24 meses). Se tomó como criterio de análisis aquellas componentes principales que presentaron valores propios superiores a 1 y factores de suma o de preponderancia mayor que 0,70. Asimismo, se aplicó el análisis de conglomerados para la agrupación y selección de las accesiones, utilizando como índice de similitud la distancia euclíadiana a partir de lo obtenido en el ACP (Torres *et al.*, 2006), y se determinaron los estadígrafos media y desviación estándar para las variables analizadas en esta etapa.

Los resultados de los indicadores a los 14 meses se sometieron a un ANOVA según modelo lineal de clasificación simple, y las medias fueron comparadas mediante la dócima de Duncan para un 5% de significación, después de verificar que cumplían con el ajuste de distribución normal y de homogeneidad de varianza. Todos los análisis se realizaron a través del programa estadístico SPSS® versión 11.5 para Microsoft® Windows® (Visuata, 1998).

Resultados y Discusión

En la tabla 4 se muestra el comportamiento de las accesiones en cuanto a los indicadores evaluados, y el tiempo que demoró cada una en alcanzar 1,50 m de altura. Se comprobó que algunas accesiones podían explotarse antes de los 12 meses de trasplantadas, como es el caso de *L. leucocephala* CIAT-17480, la primera que alcanzó dicha altura con sólo siete meses, y al concluir la etapa su altura era de 3,65 m y tenía un rendimiento de biomasa comestible de 0,82 kg de MS/planta.

Tabla 4. Comportamiento de las accesiones en cuanto a los indicadores evaluados.

Table 4. Performance of the accessions regarding the evaluated indicators.

Espezie	Accesión	Altura (m)	Díámetro (cm)	NR	RBC (kg MS/planta)	TE (meses)
<i>L. leucocephala</i>	CIAT-17480	3,65 ^a	4,40 ^a	47 ^a	0,82 ^a	7
<i>L. leucocephala</i>	CIAT-9438	2,70 ^{ab}	3,40 ^{bc}	41 ^a	0,65 ^{bcd}	8
<i>L. leucocephala</i>	CIAT-7988	3,22 ^a	4,25 ^{ab}	44 ^a	0,69 ^{cd}	9
<i>L. esculenta</i>	CIAT-17225	3,60 ^a	4,37 ^a	37 ^{ab}	0,65 ^{def}	9
<i>L. esculenta</i>	CIAT-17229	3,60 ^a	4,35 ^a	27 ^b	0,63 ^f	9
<i>L. leucocephala</i>	CIAT-7384	2,92 ^{ab}	4,15 ^{ab}	37 ^{ab}	0,67 ^{cde}	10
<i>L. leucocephala</i>	CIAT-751	2,25 ^{abc}	3,37 ^{bc}	42 ^a	0,64 ^f	10
<i>L. leucocephala</i>	Cunningham	2,60 ^{ab}	3,51 ^{bc}	20 ^c	0,81 ^a	12
<i>L. leucocephala</i>	Perú	2,58 ^{ab}	3,21 ^{bc}	27 ^b	0,72 ^{bc}	12
<i>L. leucocephala</i>	CNIA-250	2,57 ^{ab}	3,21 ^{bc}	26 ^{bc}	0,68 ^{bcd}	11
<i>L. leucocephala</i>	CIAT-9119	2,55 ^{ab}	3,18 ^{bc}	38 ^{ab}	0,78 ^{ab}	13
<i>L. leucocephala</i>	CIAT-7929	2,54 ^{ab}	3,18 ^{bc}	39 ^{ab}	0,67 ^{cde}	13
<i>L. leucocephala</i>	cv. Ipil-Ipil	2,64 ^{ab}	4,10 ^b	29 ^{ab}	0,77 ^b	14
<i>L. lanceolata</i>	CIAT-17255	2,75 ^{ab}	4,17 ^b	27 ^b	0,64 ^f	14
<i>L. lanceolata</i>	CIAT-17501	2,55 ^{ab}	3,13 ^c	26 ^b	0,66 ^{bcd}	14
<i>L. lanceolata</i>	CIAT-17253	2,54 ^{ab}	3,11 ^c	27 ^b	0,63 ^f	13
<i>L. macrophylla</i>	CIAT-17240	2,07 ^c	3,15 ^c	21 ^c	0,69 ^{cd}	15
<i>L. macrophylla</i>	CIAT-17233	2,05 ^c	3,12 ^c	25 ^c	0,63 ^f	16
<i>L. macrophylla</i>	CIAT-17232	2,06 ^c	3,15 ^c	23 ^c	0,65 ^{bcd}	16
<i>L. macrophylla</i>	CIAT-17238	2,07 ^c	3,12 ^c	21 ^c	0,63 ^f	16
<i>L. macrophylla</i>	CIAT-17231	2,04 ^c	3,13 ^c	22 ^c	0,66 ^{bcd}	15
<i>L. diversifolia</i>	CIAT-17503	2,09 ^c	3,13 ^c	25 ^c	0,82 ^a	14
<i>L. diversifolia</i>	CIAT-17270	2,05 ^c	3,13 ^c	21 ^c	0,67 ^{cde}	14
EE±		0,036*	0,034*	0,023*	0,036*	-

a,b,c,d,e,f Valores con diferentes letras dentro de cada componente difieren estadísticamente a P<0,05

EE±: Error estándar; TE: Tiempo que demoró en alcanzar 1,50 m de altura (meses), NR: Número de ramas, RBC: Rendimiento biomasa comestible (kg MS/planta)

A pesar de que las siete primeras accesiones no mostraron diferencias significativas con relación a las variedades comerciales *L. leucocephala* cv. Cunningham, cv. Perú y cv. CNIA-250 en términos de altura, diámetro y número de ramas, es válido señalar que los valores fueron numéricamente superiores en algunos casos, lo cual se puede considerar alentador en el proceso de selección. En el caso de CNIA-250 los resultados coinciden con los obtenidos por Hernández y Seguí (1998) en condiciones de vivero, y con los de Machado y Núñez (1994) y los de Wencomo *et al.* (2001) cuando la evaluaron en la etapa de establecimiento, donde también mostró un comportamiento similar.

Del mismo modo, en la mayoría de los casos las plantas que presentaron la mayor altura coincidieron con las de mayor número de ramas. Ello indica que en estas accesiones se pudiera obtener una mayor producción o disponibilidad de biomasa, lo cual es muy importante para la producción de forraje y, por ende, para la alimentación animal; similares resultados informaron Dávila y Urbano (1996) en 13 cultivares de *L. leucocephala*, en los cuales los valores más bajos de altura coincidieron con los más bajos en diámetro, número de ramas y rendimiento promedio de materia seca.

Igualmente se pudo apreciar que aunque no existieron diferencias significativas para un amplio grupo de accesiones en términos del número de ramas, *L. leucocephala* CIAT-17480 y CIAT-7988

fueron las más sobresalientes en este indicador (47 y 44, respectivamente), seguidas de *L. leucocephala* CIAT-751 y CIAT-9438 (42 y 41 para cada una). Se encontraron más brotes en las plantas más altas y vigorosas.

El establecimiento constituye un período de suma importancia en el fomento del pastizal y resulta una de las fases más difíciles, ya que en esta etapa es preciso combinar, de forma favorable, las condiciones inherentes al suelo y al clima, los factores de carácter fitotécnico y las características de la variedad. La mayoría de las leguminosas arbóreas tienen un crecimiento lento durante la fase de plántulas, lo cual las hace vulnerables a la competencia con las malezas y los predadores y a las defoliaciones durante el establecimiento (Ruiz y Febles, 2006), así como al pastoreo y a la vida silvestre.

Este lento crecimiento inicial puede estar relacionado con la poca cantidad de área foliar y también con la dinámica del crecimiento y la expansión foliar, según criterios de Díaz (2006). En este sentido las investigaciones que se conocen están relacionadas con los pastos, pero según señala Anon (2002), lo mismo ocurre en las especies arbustivas y arbóreas. Del mismo modo, el problema del crecimiento se relaciona con la partición de la biomasa con cierta prioridad durante las primeras semanas hacia el sistema radical, lo cual fue confirmado por Shelton (2000), quien afirmó que este órgano en los árboles tiene un alto componente de raíces permanentes estructurales, así como un sistema de raicillas que son las responsables de la asimilación del agua y los nutrientes. Una gran proporción de las sustancias asimiladas son translocadas a la parte estructural no productiva de la raíz del árbol.

Debe señalarse que según lo informado por Bowen (1985), las raíces también están relacionadas con el lento crecimiento del sistema aéreo de las plantas, ya que el sistema radical utiliza la mayor parte de los fotosintatos en su crecimiento en esta fase inicial. Los sistemas radicales tienen una proporción alta de raíces estructurales permanentes, así como una matriz de raíces finas responsables de la absorción de los nutrientes y el agua. En los árboles, de forma general, existe una densidad de longitud radical que varía entre 0,8 y 0,7 cm/cm³, la cual es mucho más baja que en las plantas herbáceas (*L. leucocephala*, entre 0,5 y 2 cm³), por lo que se hace difícil el acceso a los nutrientes menos móviles, debido a que la concentración de las raíces se encuentra en la profundidad de 15-30 cm de suelo. Consideraciones similares fueron realizadas por Ruiz y Febles (2006).

Es probable que el lento crecimiento inicial en las plantas de las accesiones de este género sea de índole específica, y la accesión, pese a las diferencias existentes, no parece desempeñar un papel decisivo cuando se trata de obtener un material que posea un establecimiento mucho más rápido, lo cual coincide con las observaciones efectuadas por Sierra (citado por Ruiz y Febles, 1987), quien determinó una altura promedio de 120 cm en los primeros 150 días en 90 variedades de *L. leucocephala*. La lentitud en esta especie en sus primeros estadios fue indicada también por Harding (1972) y Cooksley (1974), y constituye una de las limitaciones más adversas en Cuba para su establecimiento; de acuerdo con las observaciones, todo parece indicar que esto se revela de forma similar para las accesiones de las otras especies de *Leucaena*.

En el análisis de componentes principales se obtuvo una sola componente, la cual explicó el 87,94% de la varianza total (tabla 5). En esta componente todos los indicadores contribuyeron a expresar la varianza extraída. Con este análisis se corroboró la estrecha relación entre los indicadores que se tomaron en consideración.

Tabla 5. Resultados del ACP y relación entre los indicadores evaluados.

Table 5. Results of the MCA and relation among the evaluated indicators.

Indicador	Componente principal CP 1
Altura de la planta (cm)	0,970
Número de ramas	0,969
Grosor del tallo (cm)	0,921
Rendimiento (kg MS/planta)	0,889
Valor propio	3,51
Varianza (%)	87,94
Acumulado (%)	87,94

La variabilidad mostrada a través de los indicadores puede que se deba a la alta relación que existió entre estos en la etapa que se analiza, aspecto que permite la agrupación de las accesiones y su posterior selección en función de ellos. El alto porcentaje de la varianza explicada por esa componente, sugiere que esta contiene indicadores que pueden discriminar bien las accesiones en estudio. Por ello, pudiera plantearse que la variabilidad estuvo relacionada con el contraste en el comportamiento de estas especies y accesiones, respaldado por la diferenciación existente entre los indicadores morfológicos que las caracterizan.

Resultados similares en términos de variación obtuvieron Machado y Núñez (1994) al evaluar ocho accesiones de *L. leucocephala*, en suelos de mediana fertilidad, quienes encontraron una varianza acumulada de 81,7% en las dos primeras componentes, cuando utilizaron los mismos indicadores de este estudio; al igual que en investigaciones realizadas por Machado (2006) en el establecimiento de accesiones de esta especie en suelos hidromórficos del humedal Ciénaga de Zapata.

Ello pudiera indicar que, independientemente de las condiciones edafoclimáticas existentes durante esta etapa (tablas 1 y 2), las poblaciones, y en particular las accesiones de las especies del género *Leucaena*, pudieron expresar una marcada variación entre individuos para algunos indicadores y agruparse en función de esas variables, lo que puede representar un elemento positivo en el trabajo de caracterización y selección. En ello pudo influir la variabilidad inter-específica e intraespecífica de la muestra, que estuvo conformada por varias especies con sus respectivas accesiones, las cuales se diferencian de forma marcada desde el punto de vista morfológico.

Asimismo, puede plantearse que a pesar de que en el establecimiento de los árboles y los arbustos, al igual que en el de otras especies vegetales, debe considerarse un grupo de indicadores que relacionen los conceptos de crecimiento y desarrollo, también se debe hacer énfasis en las características biológicas de las especies, de forma tal que permita sentar las bases sobre las cuales deben apoyarse los trabajos futuros de evaluación y caracterización.

En correspondencia con el alto valor alcanzado por la varianza acumulada y el valor propio de la CP₁, es posible asumir que la variabilidad fenotípica fue suficientemente propicia para que estos indicadores fuesen incluidos, en su totalidad, en el análisis de conglomerados, y de esta forma determinar la diferenciación o similitud entre las especies y accesiones.

El análisis de conglomerados sobre la base de los resultados del ACP durante esta etapa, permitió la formación de tres grupos. Las accesiones pertenecientes a cada uno de ellos se muestran en la tabla 6, al igual que la media y la desviación estándar de cada uno de los grupos formados.

Tabla 6. Distribución de los individuos, media y desviación estándar según el análisis de conglomerados.

Table 6. Distribution of the individuals, mean and standard deviation according to the cluster analysis.

Indicador	Grupo I		Grupo II		Grupo III	
	X	DS	X	DS	X	DS
Altura de la planta (cm)	175,86	2,26	156,47	3,36	161,12	3,36
Número de ramas	36,85	1,91	23,25	0,95	23,25	0,95
Grosor del tallo (cm)	1,20	0,02	0,80	0,12	0,85	0,12
Rendimiento (kg MS/planta)	28,75	0,61	22,80	2,589	22,80	2,58
Grupo	Cantidad	Accesiones				
I	14	<i>L. leucocephala</i> cv. Cunningham, cv. Perú, CIAT-9119, CIAT-9438, CIAT-751, CIAT-7988, CIAT-7384, CIAT-7929, CIAT-17480, cv. Ipil-Ipil, cv. CNIA-250, <i>L. lanceolata</i> CIAT-17255, CIAT-17501, <i>L. diversifolia</i> CIAT-17270				
II	4	<i>L. lanceolata</i> CIAT-17253, <i>L. diversifolia</i> CIAT-17503, <i>L. esculenta</i> CIAT-17225, CIAT-17229				
III	5	<i>L. macrophylla</i> CIAT-17240, CIAT-17233, CIAT-17232, CIAT-17238, CIAT-17231				

X: Media, DS: Desviación estándar

De acuerdo con los resultados, se puede deducir que las accesiones pertenecientes al grupo I se caracterizaron por ser las plantas más altas, más ramificadas, de mayor grosor y de mayor rendimiento. Es válido resaltar que las accesiones que formaron este grupo en esta etapa fueron las mismas que sobresalieron en condiciones de vivero (Wencomo y Ortiz, 2010), por lo que pudiera plantearse que dicha etapa debe ser tomada en consideración para la preselección de accesiones con características favorables, aunque se deben confirmar en etapas posteriores.

Estos resultados mostraron que en las poblaciones de las especies de este género se pueden hallar individuos capaces de manifestar un comportamiento similar en suelos como el estudiado; ello pudiera estar asociado a la posibilidad que posee el genoma individual de responder de forma favorable al medio circundante (Hidalgo, 2003). Un patrón similar al de las accesiones sobresalientes de *L. leucocephala* fue observado por Machado (2006) en *L. leucocephala* cv. Cunningham, CIAT-482, PI-14, cv. México y CNIA-250, con excelentes características de adaptabilidad, lo que reafirma las aseveraciones anteriores.

De manera general, fue evidente que la dinámica de establecimiento de las plantas en las especies de este género presentó diferencias en su comportamiento y entre las accesiones; por ello, no debe ser analizada de forma estática y arbitraria, sino tomando en consideración diferentes factores, tanto bióticos como abióticos.

Durante esta etapa de evaluación todas las accesiones cumplieron con los criterios de selección predeterminados, aunque no en el mismo tiempo, lo cual pudo estar asociado a las características genotípicas de la planta, a la capacidad de utilización de los nutrientes presentes en el suelo o a la eficiencia con que fueron utilizados por parte de las plantas.

Otro elemento a considerar es el relacionado con el suelo, el cual no se fertilizó y ello pudo afectar el crecimiento y desarrollo de las plantas; aunque este está catalogado de mediana fertilidad (Hernández, 2000). Un factor adicional, unido en mayor o menor grado a los citados como probables a influir en los resultados, pudiera ser la falta de humedad del suelo producto del déficit de precipitaciones durante el período seco, que pudo afectar a la joven planta en crecimiento. Resultados similares fueron reportados en las investigaciones realizadas por Toral (2005) al evaluar germoplasma arbóreo promisorio para los sistemas agroforestales.

Asimismo, esta etapa permitió conocer el establecimiento de las diferentes accesiones en condiciones naturales, las cuales difirieron de la etapa de vivero donde se garantizaron condiciones semicontroladas para el desarrollo de las plántulas, principalmente el suministro de humedad suficiente y estable. Con relación a ello y a los criterios de selección predeterminados, se destacaron *L. leucocephala* cv. Cunningham, cv. Perú, CIAT-9119, CIAT-9438, CIAT-751, CIAT-7988, CIAT-7384, CIAT-7929, CIAT-17480, cv. Ipil-Ipil y cv. CNIA-250; *L. lanceolata* CIAT-17255 y CIAT-17501; y *L. diversifolia* CIAT-17270. La presencia de estas tres últimas accesiones en el mismo grupo que las de la especie *L. leucocephala*, indica que presentan comportamientos muy similares en función de los indicadores evaluados.

De acuerdo con los resultados se concluye que la variabilidad total fue alta (87,94%), lo que determinó una marcada diferenciación entre las accesiones y en particular para *L. leucocephala*. Los indicadores morfológicos contribuyeron en la posterior agrupación y selección de las accesiones más sobresalientes. Existieron diferencias intraespecíficas e interespecíficas en el material evaluado en el establecimiento. Las accesiones que mostraron mejor comportamiento fueron: *L. leucocephala* CIAT-9119, CIAT-9438, CIAT-751, CIAT-7988, CIAT-7384, CIAT-7929 y CIAT-17480; *L. lanceolata* CIAT-17255 y CIAT-17501, y *L. diversifolia* CIAT-17270, además de las variedades comerciales *L. leucocephala* cv. Cunningham, cv. Perú, cv. CNIA-250 y cv. Ipil-Ipil. La selección de las 11 accesiones de *L. leucocephala*, dos de *L. lanceolata* y una de *L. diversifolia*, representa el 60,86% del total del material evaluado, resultados que se consideran aceptables en trabajos de este tipo. Estas accesiones mostraron valores de altura, número de ramas, grosor del tallo y rendimiento superiores a los de los patrones de comparación.

Por ello, se recomienda incluirlas en otras investigaciones para la evaluación del potencial de producción de semillas (para asegurar el fomento de nuevas áreas donde se emplee el silvopastoreo) y la determinación de sus características específicas, así como todos aquellos aspectos que intervienen en la cadena tecnológica de la producción y mantenimiento de su calidad. Además se deben considerar los factores relacionados con el crecimiento y desarrollo, tales como: los indicadores fotosintéticos, la respiración, el funcionamiento hormonal, el área foliar, el suelo y el clima, que permitan completar las investigaciones acerca de las especies menos estudiados de este género.

Referencias bibliográficas

- Academia de Ciencias de Cuba. 1989. Nuevo Atlas Nacional de Cuba. Instituto Cubano de Geodesia y Cartografía. La Habana, Cuba. p. 41
- Alonso, J. 2003. Factores que intervienen en la producción de biomasa de un sistema silvopastoril leucaena (*Leucaena leucocephala* cv. Perú) y guinea (*Panicum maximum* cv. Likoni). Tesis presentada en opción al grado de Doctor en Ciencias Agrícolas. La Habana, Cuba. 109 p.
- Anon. 2002. *Leucaena leucocephala* (Lam) de Wit. <http://www.rockfound.org.mx/pumilabies.html/2002>. (Consulta: 23 de octubre 2005)
- Bowen, G.D. 1985. Roots as a component of tree productivity. In: Attributes of trees as crop plants. (Eds. M.G.R. Cannell & J.E. Jackson). Institute of Terrestrial Ecology, Natural Environment Research Council. Abbots Ripton, England. 75 p.
- Cooksey, D.G. 1974. A study of preplanting herbicide, nitrogen, burning and post-emergence cultivation on the establishment of *Leucaena leucocephala*. *Qd. J. Agric. Anim. Sci.* 31:271
- Dávila, C. & Urbano, D. 1996. Leguminosas arbóreas en la zona sur del Lago de Maracaibo. En: Leguminosas forrajeras arbóreas en la agricultura tropical. (Ed. T. Clavero). Centro de Transferencia de Tecnología en Pastos y Forrajes. Universidad del Zulia, Venezuela. p. 101
- Díaz, M. 2006. Fotosíntesis. En: Compendio de Conferencias del Programa de la Maestría en Pastos y Forrajes. Curso: Fundamentos de la producción de pastos. EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. 13 p.

- Dinchev, D. 1972. Agroquímica. Edición Revolucionaria. Instituto Cubano del Libro. La Habana, Cuba
- Harding, W.A.T. 1972. The contribution of plant introduction to pasture development in the tropics of Queensland. *Tropical Grasslands*. 6:191
- Hernández, A. et al. 2003. Nuevos aportes a la clasificación genética de suelos en el ámbito nacional e internacional. Instituto de Suelos. Ministerio de la Agricultura. AGRINFOR. La Habana, Cuba. 145 p.
- Hernández, I. 2000. Utilización de las leguminosas arbóreas *L. leucocephala*, *A. lebbeck* y *B. purpurea* en sistemas silvopastoriles. Tesis presentada en opción al grado de Dr. en Ciencias Agrícolas. Instituto de Ciencia Animal. Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. 118 p.
- Hernández, L.A. & Seguí, E. 1998. Comportamiento de *Leucaena* spp. en fase de vivero. *Pastos y Forrajes*. 21:47
- Hidalgo, R. 2003. Variabilidad genética y caracterización de especies vegetales. En: Análisis estadístico de datos de caracterización morfológica de recursos fitogenéticos (Franco, T.L. e Hidalgo, R., Eds.). Boletín técnico No. 8. Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos (IPGRI). Cali, Colombia. 89 p.
- Jackson, M.L. 1958. Soil chemical analysis. Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs, New York
- 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, R. 2006. Adaptabilidad de gramíneas y leguminosas en suelos hidromórficos del humedal Ciénaga de Zapata. Establecimiento. *Pastos y Forrajes*. 29:155
- Machado, R. & Núñez, C. A. 1994. Caracterización de variedades de *Leucaena leucocephala* para la producción de forrajes. I. Establecimiento. *Pastos y Forrajes*. 17:13
- Morrison, D. 1967. Multivariate statistical methods. Mc Graw-Hill Book Company. New York, USA. 150 p.
- Oniani, O.G. 1964. Determinación del fósforo y potasio del suelo en una misma solución en los suelos Krasnoziom y Podzólicos de Georgia (en ruso). *Agrojimia*. 6:25
- Padilla, C. 2001. Siembra y establecimiento de pastizales de gramíneas. I Foro Latinoamericano de Pastos y Forrajes. La Habana, Cuba. (cd-rom)
- Paneque, V.M. 2001. Manual de técnicas analíticas para análisis de suelo, foliar, abonos orgánicos y fertilizantes químicos. INCA. La Habana, Cuba. 95 p.
- Ruiz, T.E. & Febles, G. 1987. *Leucaena* una opción para la alimentación bovina en el trópico y el subtrópico. EDICA. La Habana, Cuba. 200 p.
- Ruiz, T.E. & Febles, G. 2001. Algunas valoraciones conceptuales sobre el establecimiento de las leguminosas en el trópico. Conferencia. I. Foro Latinoamericano de Pastos y Forrajes. La Habana, Cuba. (cd-rom)
- Ruiz, T.E. & Febles, G. 2006. Agrotecnia para el fomento de sistemas con leguminosas. Parte 2. En: Recursos forrajeros herbáceos y arbóreos. (Ed. Milagros Milera). EEPF "Indio Hatuey" Matanzas, Cuba-Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala. p. 103
- Seguí, E. et al. 2002. Informe final de proyecto "Caracterización botánica y morfoagronómica de una colección de *Leucaena* spp. y selección de las mejores accesiones para los sistemas agroforestales". PNCT "Mejoramiento vegetal y recursos fitogenéticos" CITMA-EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. 50 p. (Mimeo).
- Shelton, H.M. 2000. Potential and limitations of *Leucaena* sp. for silvopastoral systems. In: Simposio Internacional: Sistemas Agroforestais Pecuarios na America de Sul, Brasil. (cd-rom)
- Sorensson, C. et al. 1993. Seedling growth of cultivars and hybrids within the genus *Leucaena*. *Trop. Grassl.* 27:45

Toral, O. 2005. La utilización del germoplasma arbóreo forrajero. En: El Silvopastoreo: Un nuevo concepto de pastizal (Ed. L. Simón). Estación Experimental de Pastos y Forrajes “Indio Hatuey”. Matanzas, Cuba-Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala. p. 34

Torres, V. et al. 2006. Modelo estadístico para la medición del impacto de la innovación o transferencia tecnológica en la rama agropecuaria. Informe técnico. Instituto de Ciencia Animal. La Habana, Cuba

Visuata, B. 1998. Análisis estadístico con SPSS para Windows. Vol. II. Estadística multivariante. (Ed. C. Fernández). Mc Graw Hill, Madrid. p. 24

Wencomo, Hilda B. et al. 2001. Comportamiento de accesiones de *Leucaena* spp. en la fase de establecimiento. *Pastos y Forrajes*. 24:115

Wencomo, Hilda B. & Ortiz, R. 2010. Comportamiento de 23 accesiones de *Leucaena* spp. en condiciones de vivero. *Pastos y Forrajes*. 33 (2):

Recibido el 29 de enero del 2009

Aceptado el 23 de octubre del 2009

Performance of 23 *Leucaena* spp. accessions under establishment conditions

Abstract

Twenty-three *Leucaena* spp. accessions from a collection of 180 were evaluated, with the objective of learning their performance under establishment conditions and select the most outstanding ones, based on some morphological and yield indicators. The plants were sown at a distance of 6 x 3 m between rows and plants. The evaluated indicators were: plant height, number of branches, stem diameter and yield. *L. leucocephala* CIAT-17480, CIAT-9438, CIAT-7988, CIAT-7384 and CIAT-751, as well as *L. esculenta* CIAT-17225 and CIAT-17229 were the first ones to reach the height and stem diameter according to the established selection criteria. It could be observed that the establishment dynamics of the species from this genus showed differences among the accessions; likewise, it was noticed that all of them fulfilled the selection criteria, although not at the same time. It is concluded that there are intraspecific and interspecific differences in the evaluated material. The most outstanding accessions were *L. leucocephala* cv. Cunningham, cv. Peru, CIAT-9119, CIAT-9438, CIAT-751, CIAT-7988, CIAT-7384, CIAT-7929, CIAT-17480, cv. Ipil-pil, cv. CNIA-250, *L. lanceolata* CIAT-17255, CIAT-17501 and *L. diversifolia* CIAT-17270, for which their utilization in further studies is recommended.

Key words: *Leucaena* spp., plant establishment, selection

Introduction

Many works have reported that legumes, in general, show serious difficulties to be established, due to the most diverse factors (Maasdorp, 1992; Ruiz and Febles, 2006), which makes them vulnerable to the competition with weeds and predators and defoliations during the establishment, as well as grazing and wildlife. In this sense, Ruiz and Febles (2001) and Padilla (2001) indicated that the success of pasture management during establishment is based on the efficient and timely use of the available genetic, environmental and technological factors. If these factors are considered, unproductive vegetation can be replaced by high quality and sustainable vegetation.

Within the *Leucaena* genus, Sorensson *et al.* (1993) found differences regarding establishment among species as well as among accessions; for example, *Leucaena pallida* and its hybrids showed higher vigor than *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham. For such reason, the study of the accessions of a species during the establishment stage, their characterization and evaluation represent a very efficacious way to learn the possible existing differentiation or similarity, and they are, undoubtedly, an efficacious complement among the attributes to be taken into consideration in the selection process.

Due to the above-mentioned reasons, this work was conducted with the objective of learning the performance of the accessions in this stage and select the most outstanding, based on some morphological and yield indicators.

Materials and Methods

Location. The study was conducted in areas of the Experimental Station of Pastures and Forages "Indio Hatuey", which is located at 22° 48' and 7° latitude north and 79° 32' and 2° longitude west, at an altitude of 19,9 masl, in the Perico municipality, Matanzas province, Cuba (Academia de Ciencias de Cuba, 1989).

Climate characteristics. The performance of the most important climatic variables (table 1) was taken from the monthly records of the meteorological station located in areas of the Institution.

Soil characteristics. The trial was conducted on a plain topography soil, with a slope from 0,5 to 1,0% and classified by Hernández *et al.* (2003) as lixivated Ferralic Red, hydrated ferruginous nodular humic, of rapid desiccation and deep on limestone. This type is equivalent to the Ferrosol group, in the classification system of FAO-UNESCO (Alonso, 2003). The average depth to the limestone is 150 cm. The results of the chemical composition of the soil are shown in table 2.

According to such indicators, the soil of this area tends to be slightly acid, while the organic matter content is high and higher than the report made by Hernández (2000). The total nitrogen content is considered moderate, it shows low available phosphorus values and the exchangeable bases (K, Ca, Mg) show values from moderate to high. According to these characteristics the soil can be considered of moderate fertility.

It shows low apparent density, high total porosity and moderate granular structure, conditions that favor good root development, aeration and water movement. Water retention is low, which can stress the problems derived from seasonal drought (Hernández *et al.*, 2003).

Plant material used. From the 180 accessions existing in the *Leucaena* spp. collection that are preserved in the germplasm bank of the Institution, 23 were taken (table 3), representative of the population (four plants were used from each one), which were previously evaluated under nursery conditions (Wencomo and Ortiz, 2010).

Experimental procedure. Before making the transplant, weeds were eliminated and the area was maintained clean throughout the establishment time. In the experimental period neither irrigation nor fertilization was used. For the soil preparation the conventional method was used (plough, harrow, cross, harrow and furrow opening), taking into consideration soil type, preceding crop and degree of weed infestation. This trial began when the seedlings reached approximately between 30 and 45 cm (three months old), with healthy appearance. In September four seedlings from each accession were transplanted to the field, in rows separated by 6 m and a space of 3 m between plants. The experimental period lasted 24 months.

Plant height was measured from the moment of transplant, with a ruler graduated in centimeters, which position was perpendicular and always in contact with the soil. The number of branches was also counted and the stem diameter was measured with a caliper. All these measurements were performed monthly on the four transplanted plants, until they were considered established.

The selected accessions should fulfill two or more evaluation criteria, in a period no longer than 14 months, according to the selection criteria established by Seguí *et al.* (2002):

- Height from 1,50 to 2 m.
- Number of branches higher than 10.
- Stem diameter between 5 and 8 cm.
- Edible biomass yield 0,75 kg DM/plant or more.

Likewise, yield in the establishment cutting was determined; for that 200 g-samples of green forage were extracted and their DM content was calculated.

Statistical processing. Through the main component analysis (MCA) (Morrison, 1967), the measurements performed during the evaluation period (24 months) were processed. As analysis criterion those main components that showed proper values higher than 1 and sum or preponderance factors higher than 0,70 were taken. Likewise, the cluster analysis was applied for the grouping and selection of the accessions using as similarity index the Euclidian distance, from the results of the

MCA (Torres *et al.*, 2006), and the mean and standard deviation stadigraphs were obtained for the variables analyzed in this stage.

The results of the indicators after 14 months were subject to an ANOVA according to lineal model of simple classification, and the means were compared through Duncan's test for 5% significance, after verifying that they fulfilled the normal distribution and variance homogeneity adjustment. All the analysis were made by means of the statistical program SPSS® version 11.5 for Microsoft® Windows® (Visuata, 1998).

Results and Discussion

Table 4 shows the performance of the accessions regarding the evaluated indicators, and the time each one took to reach 1,50 m of height. It was observed that some accessions could be exploited 12 months after transplanted, as in the case of *L. leucocephala* CIAT-17480, the first to reach such height with only seven months, and by the end of the stage its height was 3,65 m and had an edible biomass yield of 0,82 kg DM/plant.

Although the first seven accessions did not show significant differences with regards to the commercial varieties *L. leucocephala* cv. Cunningham, cv. Peru and cv. CNIA-250 in terms of height, diameter and number of branches, it is valid to state that the values were numerically higher in some cases, which can be considered encouraging in the selection process. In the case of CNIA-250 the results coincide with the ones obtained by Hernández and Seguí (1998) under nursery conditions, and those obtained by Machado and Núñez (1994) and Wencomo *et al.* (2001) when evaluating it in the establishment stage, where it also showed a similar performance.

Likewise, in most cases the plants that showed the highest height coincided with the ones with the highest number of branches. This indicates that in these accessions a higher production or biomass availability can be obtained, which is very important for forage production and, thus, for animal feeding; similar results were reported by Dávila and Urbano (1996) in 13 cultivars of *L. leucocephala*, in which the lowest height values coincided with the lowest ones in diameter, number of branches and average dry matter yield.

Similarly, it could be observed that although there were no significant differences for a large group of accessions in terms of the number of branches, *L. leucocephala* CIAT-17480 and CIAT-7988 were the most outstanding in this indicator (47 and 44, respectively), followed by *L. leucocephala* CIAT-751 and CIAT-9438 (42 and 41 for each one). More growths were found in the highest and most vigorous plants.

Establishment constitutes a highly important stage in the promotion of the pastureland and is one of the most difficult periods, because in this stage it is essential to combine, favorably, the conditions inherent to soil and climate, phytotechnical factors and variety characteristics. Most tree legumes grow slowly during the seedling phase, which makes them vulnerable to weed competition and predators and to defoliations during establishment (Ruiz and Febles, 2006), as well as to grazing and wildlife.

This slow initial growth can be related to the little amount of leaf area and also to the growth dynamics and leaf expansion, according to criteria expressed by Díaz (2006). In this sense, the known studies are related to pastures, but according to Anon (2002), the same occurs in shrubby and tree species. Likewise, the problem of growth is related to biomass partition with certain priority during the first weeks towards the root system, which was confirmed by Shelton (2000), who stated that this organ in trees has a high component of permanent structural roots, as well as a system of rootlets, which are responsible for water and nutrient assimilation. A high proportion of the assimilated substances are transferred to the non productive structural part of the tree root.

It must be said that according to Bowen (1985), the roots are also related to the slow growth of the aerial system of plants, because the root system uses most photosynthates for its growth in this

initial stage. Root systems have a high proportion of permanent structural roots, as well as a matrix of fine roots responsible for the absorption of nutrients and water. In trees, in general, there is a density of root length that varies between 0,8 and 0,7 cm/cm³, which is much lower than in herbaceous plants (*L. leucocephala*, between 0,5 and 2 cm³), for which the access to less mobile nutrients become difficult, because the concentration of roots is found at a soil depth of 15-30 cm. Similar considerations were made by Ruiz and Febles (2006).

The slow initial growth in the plants from the accessions of this genus is likely to be specific and the accession, in spite of the existing differences, does not seem to play a decisive role when obtaining a material with much faster establishment, which coincides with the observations made by Sierra (cited by Ruiz and Febles, 1987), who determined an average height of 120 cm in the first 150 days in 90 *L. leucocephala* varieties. The slowness in this species in its first stages was also indicated by Harding (1972) and Cooksley (1974), and constitutes one of the most adverse limitations in Cuba for its establishment; according to the observations, everything seems to indicate that this is similarly revealed for the accessions of other *Leucaena* species.

In the main component analysis only one component was obtained, which accounted for 87,94% of the total variance (table 5). In this component all the indicators contributed to express the extracted variance. With this analysis the close relation among the indicators taken into consideration was corroborated.

The variability shown through the indicators can be due to the high relation that existed among them in the analyzed stage, aspect that allows the grouping of the accessions and their later selection regarding the indicators. The high variance percentage explained by that component suggests that it contains indicators that can discriminate well the studied accessions. For such reasons, it could be said that variability was related to the contrast in the performance of these species and accessions, supported by the existing differentiation among the morphological factors that characterize them.

Similar results in terms of variation were obtained by Machado and Núñez (1994), when evaluating eight *L. leucocephala* accessions on moderate fertility soils, who found a cumulative variance of 81,7% in the first two components, using the same indicators of this study; as well as in studies conducted by Machado (2006) on the establishment of this species on hydromorphic soils of the Ciénaga de Zapata swamp.

This could indicate that, independently from the existing edaphoclimatic conditions during this stage (tables 1 and 2), the populations, and particularly the accessions of the species from the *Leucaena* genus, could express a remarkable variation among individuals for some indicators and be grouped regarding those variables, which can represent a positive element in the characterization and selection work. This could have been influenced by the interspecific and intraspecific variability of the sample that was formed by several species with their respective accessions, which are remarkably differentiated from the morphological point of view.

Likewise, although in the establishment of trees and shrubs, as in the establishment of other species, a group of indicators must be considered, which relate the concepts of growth and development, emphasis must be also made on the biological characteristics of the species, so that it allows to establish the foundations on which future evaluation and characterization works must be supported.

In correspondence with the high value reached by the cumulative variance and the proper CP₁ value, it is possible to assume that the phenotypical variability was propitious enough for all these indicators to be included in the cluster analysis, and thus determine the differentiation or similarity among the species and accessions.

The cluster analysis based on the results of the MCA during this stage, allowed the formation of three groups. The accessions belonging to each of them are shown in table 6, as well as the mean and standard deviation of each of the groups formed.

According to the results, it can be deduced that the accessions belonging to group I were the highest, most branched and highest yield plants. It is valid to emphasize that the accessions in group I in this stage were the same that stood out under nursery conditions (Wencomo and Ortiz, 2010), for which it could be said that such stage should be considered for the pre-selection of accessions with favorable characteristics, although they should be confirmed in later stages.

These results showed that in the populations of species from this genus individuals can be found capable of showing a similar performance on such soils as the one studied; this could be associated to the possibility of the individual genome to respond favorably to the surrounding environment (Hidalgo, 2003). A similar pattern to that of the outstanding accessions of *L. leucocephala* was observed by Machado (2006) in *L. leucocephala* cv. Cunningham, CIAT-482, PI-14, cv. Mexico and CNIA-250, with excellent adaptability characteristics, which confirms the above-mentioned assertions.

In general, it was evident that the establishment dynamics of the plants in the species from this genus showed differences in its performance and among accessions; for such reason, it should not be statically and arbitrarily analyzed, but rather taking into consideration different biotic as well as abiotic factors.

During this evaluation stage all the accessions fulfilled the predetermined selection criteria, although not at the same time, which could have been related to the genotypical characteristics of the plant, the utilization capacity of the nutrients present in the soil or the efficiency with which they were used by the plants.

Another element to be considered is that related to soil, which was not fertilized and it could have affected the growth and development of plants; although it is classified as a moderate fertility soil (Hernández, 2000). An additional factor, related to a higher or lesser extent to the above-mentioned ones as likely to having influenced the results, could be the lack of soil humidity, because of the rainfall deficit during the dry season, which could affect the young growing plant. Similar results were reported in the research conducted by Toral (2005) when evaluating promising tree germplasm for agroforestry systems.

Likewise, this stage allowed to know the establishment of the different accessions under natural conditions, which differed from the nursery stage where semi-controlled conditions for seedling development were guaranteed, mainly the supply of sufficient and stable humidity. Regarding that and the predetermined selection criteria, *L. leucocephala* cv. Cunningham, cv. Peru, CIAT-9119, CIAT-9438, CIAT-751, CIAT-7988, CIAT-7384, CIAT-7929, CIAT-17480, cv. Ipil-pil and cv. CNIA-250; *L. lanceolata* CIAT-17255 and CIAT-17501; and *L. diversifolia* CIAT-17270 stood out. The presence of the three last accessions in the same group as those of the species *L. leucocephala* indicates that they show very similar performances regarding the evaluated indicators.

According to the results, total variability was concluded to be high (87,94%), which determined a remarkable differentiation among the accessions and particularly for *L. leucocephala*. The morphological indicators contributed in the later grouping and selection of the most outstanding accessions. There were intraspecific and interspecific differences in the evaluated material in the establishment. The accessions that showed the best performance were: *L. leucocephala*, CIAT-9119, CIAT-9438, CIAT-751, CIAT-7988, CIAT-7384, CIAT-7929 and CIAT-17480; *L. lanceolata* CIAT-17255 and CIAT-17501; and *L. diversifolia* CIAT-17270, in addition to the commercial varieties *L. leucocephala* cv. Cunningham, cv. Peru, cv. CNIA-250 and cv. Ipil-pil. The selection of the 11 accessions of *L. leucocephala*, two of *L. lanceolata* and one of *L. diversifolia*, represents 60,86% of the total evaluated material, results that are considered acceptable in this type

of works. These accessions showed higher values of height, number of branches, stem diameter and yield than the comparison patterns.

For such reason, they are recommended to be included in other studies for the evaluation of the seed production potential (to ensure the development of new areas where silvopastoral systems are used) and the determination of their specific characteristics, as well as all those aspects that are involved in the technological chain of production and quality maintenance. In addition, the factors related to growth and development must be considered, such as: photosynthetic indicators, respiration, hormonal functioning, leaf area, soil and climate, which allow to complete the studies about the less studied species in this genus.