

Comportamiento fenológico de 23 accesiones de *Leucaena* spp.

Phenological performance of 23 *Leucaena* spp. accessions

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 caracterizar el comportamiento de sus patrones fenológicos en la etapa de establecimiento; las plantas se sembraron a una distancia de 6 x 3 m entre surcos y entre plantas. Se contó el número de pinnas por hoja y de pínulas por pinna; además se midió la longitud y el ancho de las pínulas, la cantidad de legumbres por cabezuela, la longitud y el ancho de las legumbres. Se tuvo en cuenta la forma de las pinnas, el tipo y la posición de las glándulas y el color de las flores. La aparición de flores y frutos fue diferente entre las especies de este género, y se presentó sólo de forma anual en algunas de ellas. Las accesiones de cada especie tuvieron un comportamiento similar, tanto en lluvia como en seca, excepto *L. diversifolia* CIAT-17503, *L. macrophylla* CIAT-17233 y *L. esculenta* CIAT-17229 (las cuales se mantuvieron en fase vegetativa). Asimismo se pudo apreciar que las flores individuales de las especies y accesiones de *Leucaena* generalmente son pequeñas. Se concluye que existen diferencias entre las especies y accesiones evaluadas en esta fase; al igual que en el comportamiento de sus patrones de floración y fructificación.

Palabras clave: Evaluación, fenología, *Leucaena* spp.

Abstract

Twenty three *Leucaena* spp. accessions of a collection of 180 were evaluated, in order to characterize the performance of their phenological patterns in the establishment stage; the plants were sown at a distance of 6 x 3 m between rows and between plants. The number of pinnae per leaf and of pinnule per pinna was counted; in addition, the length and width of the pinnule were measured, and the quantity of legumes per capitulum, the length and width of the pods were determined. The form of the pinnae, the type and position of the glands and the color of the flowers were taken into consideration. The emergence of flowers and fruits was different among the species of this genus, and it occurred only annually in some of them. The accessions of each species had a similar performance, in the rainy, as well as the dry season, except *L. diversifolia* CIAT-17503, *L. macrophylla* CIAT-17233 and *L. esculenta* CIAT-17229 (which remained in vegetative stage). Likewise, the individual flowers of the *Leucaena* species and accessions were observed to be generally small. It is concluded that there are differences among the species and accessions evaluated in this stage; as well as in the performance of their flowering and fructification patterns.

Key words: Evaluation, phenology, *Leucaena* spp.

Introducción

Un claro entendimiento de los eventos fenológicos (floreamiento, fructificación y producción de hojas) es necesario para la eficiente planificación de las colecciones de semillas. La fenología también es importante para entender los eventos naturales o espontáneos de hibridación, las interacciones con los polinizadores, la dispersión de las semillas y el defoliador síldo, así como la evaluación y la dinámica de la población de las especies.

Las principales características de todo patrón fenológico son: la frecuencia, la amplitud (intensidad de respuesta), la duración (corta o extensa), la fecha y la sincronía en que se expresa. Según Hughes (1998), los

datos de fenología para las especies de *Leucaena* están limitados a resúmenes a nivel de especies, basados solamente en datos de observaciones obtenidos en expediciones de recolección de semillas.

Este mismo autor plantea además que existen pocos estudios detallados por especie; sin embargo, Bendeck y Foroughbakch (1988) para el caso de *L. greggii*, mostraron datos de especímenes de herbarios (poblaciones naturales) y observaciones realizadas en diferentes zonas, tales como en Hawaii (Brewbaker, 1998) y en Taiwán (Pan, 1988), donde las colecciones de este género se cultivaron como exóticas. Esta situación se mantiene vigente aún. Por ello, se realizó este estudio con el objetivo de caracterizar el comportamiento de los patrones fenológicos de las accesiones evaluadas en la etapa de establecimiento. (Wencomo y Ortiz, 2010)

Materiales y Métodos

Ubicación del área experimental. 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. En los últimos 15 años la temperatura promedio anual de la zona fue de 24,3°C; julio fue el mes más cálido (28,6°C) y enero el más frío (20,6°C). Las temperaturas máximas alcanzaron 33,4°C en agosto y las mínimas bajaron hasta 14,2°C en enero. La suma promedio de la precipitación anual fue de 1 331,18 mm, con el mayor valor en junio (235,8 mm) y el menor en febrero (27,4 mm). La lluvia caía durante la estación lluviosa (mayo-octubre) representó, como promedio, el 79,8% del volumen total anual. La evaporación en la zona aumentó a partir de enero, con valores máximos en abril (220 mm). La humedad relativa promedio anual fue de 82,6%, con el mayor valor en julio (89,0%) y el menor en abril (75,5%).

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.

El suelo de esta área tiende a ser ligeramente ácido, mientras que el contenido de materia orgánica es alto, superior a lo señalado por Hernández (2000), que es de 2 a 3%. 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 conserva en el banco de germoplasma de la Institución, se utilizaron 23 (tabla 1) representativas de la población (cuatro plantas de cada una de ellas).

Procedimiento experimental. Este experimento se inició cuando las plántulas alcanzaron aproximadamente entre los 30 y 45 cm (tres meses de edad), con una apariencia saludable; 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 total de 30 meses y se dividió en: establecimiento inicial (con una duración de aproximadamente 16 meses) y establecimiento final (14 meses), que incluyó la fase de floración y fructificación de las plantas y la caracterización morfológica de las accesiones.

Fase de floración y fructificación. Se observó el comportamiento de los patrones fenológicos de floración y fructificación en todas las accesiones, con una frecuencia semanal, y se consideró en la información el 50% o más de flores y de frutos. Para ello se utilizó la simbología establecida con este fin (Machado *et al.*, 1999).

Además, se contó el número de pinnas por hoja y de pínulas por pinna; se midió la longitud (mm) y el ancho de las pínulas (mm), la cantidad de legumbres por cabezuela, la longitud (cm) y el ancho (mm) de las legumbres. Se tuvo en cuenta la forma de las pinnas, el tipo y la posición de las glándulas y el color de las flores. Estas mediciones y observaciones se realizaron en 15 hojas por planta e igual número para el caso de las flores y de los frutos, durante dos años (Cronquist, 1981).

Tabla 1. Accesiones estudiadas y su procedencia.

Table 1. Studied accessions and their provenance.

No.	Clave	Especie	Accesión	Procedencia
1	5	<i>L. leucocephala</i>	cv. Cunningham	Australia
2	6		cv. Perú	Antigua y Barbudas
3	21		CIAT-9119	Colombia
4	26		CIAT-9438	Colombia
5	38		CIAT-751	Colombia
6	42		CIAT-7988	Colombia
7	50		CIAT-7384	Colombia
8	51		CIAT-7929	Colombia
9	52		CIAT-17480	Colombia
10	94	<i>L. lanceolata</i>	cv. Ipil-Ipil	-
11	95		cv. CNIA-250	-
12	63		CIAT-17255	Colombia
13	65	<i>L. diversifolia</i>	CIAT-17501	Colombia
14	152		CIAT-17253	Colombia
15	166		CIAT-17503	Colombia
16	107	<i>L. macrophylla</i>	CIAT-17270	Colombia
17	109		CIAT-17240	Colombia
18	110		CIAT-17233	Colombia
19	111		CIAT-17232	Colombia
20	113		CIAT-17238	Colombia
21	139	<i>L. esculenta</i>	CIAT-17231	Colombia
22	124		CIAT-17225	Colombia
23	130		CIAT-17229	Colombia

Procesamiento estadístico. Se aplicó el análisis de conglomerados para la agrupación y selección de las accesiones utilizando como índice de similitud la distancia euclidiana, 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 estas etapas. De esta forma se dispuso de grupos de especies que permitieron hacer un análisis más sencillo y objetivo de su comportamiento. Estos resultados 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 verificarse que cumplían con el ajuste de distribución normal y de homogeneidad de varianza, a través del programa estadístico SPSS® versión 11.5 para Microsoft® Windows® (Visuata, 1998).

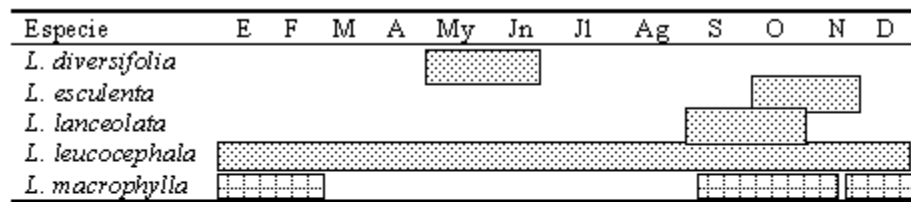
Resultados y Discusión

La fenología es un elemento interesante que se debe tener en consideración en esta etapa, al igual que en otras del desarrollo del vegetal, incluso durante su explotación, ya que puede servir como pauta en el manejo de la plantación. La aparición de las flores y los frutos en las especies de este género, según indica Hughes (1998), ocurre de forma diferente y puede ser anual en algunas de ellas (fig. 1).

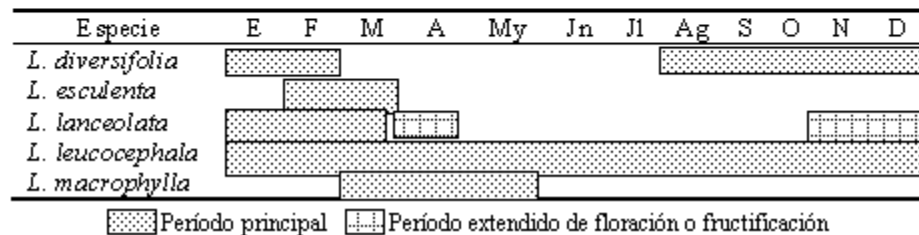
Es importante señalar que, de acuerdo con las observaciones en campo, las accesiones de cada especie tuvieron un comportamiento similar, tanto en lluvia como en seca, excepto *L. diversifolia* CIAT-17503, *L. macrophylla* CIAT-17233 y *L. esculenta* CIAT-17229 (las cuales se mantuvieron en fase vegetativa), y por ello sólo se muestra en la figura 1 los resultados por especies y no por accesiones, por cuanto constituye un carácter específico y no de las variantes poblacionales de las especies, según Wencomo (2009). Lo observado

en dichas accesiones coincide con las investigaciones de Sacandé (2000) y Venter Van De (2000), quienes refieren que en determinados ambientes es posible que algunas especies no den frutos, como sucedió en *L. esculenta* cuando se estableció en elevaciones bajas de Hawai.

Floración



Fructificación



E: Enero; F: Febrero; M: Marzo; A: Abril; My: Mayo; Jn: Junio; Jl: Julio; Ag: Agosto; S: Septiembre; O: Octubre; N: Noviembre; D: Diciembre

Fig. 1. Comportamiento de los patrones fenológicos de floración y fructificación en las especies de *Leucaena* (50% o más).

Fig. 1. Performance of the flowering and fructification phenological patterns of *Leucaena* (50% or more).

En las accesiones de *L. diversifolia* el período de floración ocurrió de mayo a junio y el de fructificación de agosto a febrero; las de *L. esculenta* florecieron de octubre a noviembre y fructificaron de febrero a marzo. Por su parte, las accesiones de *L. lanceolata* florecieron en el período de septiembre a octubre y fructificaron de noviembre a marzo, y de acuerdo con las observaciones realizadas en el campo, perdieron la mayoría de sus hojas (al igual que las de *L. esculenta*) durante el período de diciembre a abril (estación de seca); ello pudiera estar relacionado con el estrés fisiológico al que se exponen en esta época, que afecta a unas especies más que a otras, según su capacidad de respuesta a los factores bióticos o abióticos. En este sentido, Brewbaker y Sun (1996) encontraron resultados similares al evaluar estas especies fuera de sus zonas de origen.

Las accesiones de *L. leucocephala* produjeron flores y frutos prácticamente durante todo el año, debido a que como plantean González *et al.* (2005) esta es una especie de floración heterogénea, cuyas semillas no maduran al mismo tiempo, aunque es importante señalar que presentaron dos picos bien marcados de floración masiva: uno de febrero a marzo (con cosecha entre mayo y julio) y otro entre agosto y septiembre (con cosecha entre octubre y diciembre), según la accesión; mientras que las de *L. macrophylla* florecieron en el período de septiembre a diciembre y fructificaron de marzo a mayo.

Las accesiones de *L. lanceolata* alargaron su ciclo de fructificación de noviembre a abril, y las de *L. macrophylla* de diciembre a febrero, lo que se puede deber a que los patrones fenológicos se manifiestan de forma muy diferente cuando los árboles crecen fuera de sus zonas nativas (Wencomo, 2009). Por otra parte, pudieron influir las condiciones edafoclimáticas, las cuales en determinados lugares no son las idóneas para que las plantas manifiesten su capacidad de reproducción y adaptación al medio en que se encuentran, o como refiere Hidalgo (2003) a la expresión genética de las plantas en determinados ambientes o a estreses fisiológicos.

Por ejemplo, Anon (2002) observó en Taiwán que el florecimiento de todas estas especies ocurría de junio a agosto, excepto para *L. esculenta* que florecía de noviembre a enero. Similar comportamiento fue observado

en Cuba por Machado (2006) en la Ciénaga de Zapata, donde predominan condiciones de suelo y clima diferentes a las del presente estudio.

En la tabla 2 se observan las diferencias fenotípicas o morfológicas entre las accesiones. Todas las especies del género *Leucaena* poseen hojas bipinnadas; además, las hojas y las pinulas son opuestas. Las accesiones de las especies *L. lanceolata* y *L. macrophylla* presentan pinnas ovaladas o elípticas, con base débilmente asimétrica; mientras que las de *L. esculenta*, *L. diversifolia* y *L. leucocephala* tienen pinnas lineales o lineales-oblongas con base fuertemente asimétrica. El número de pares de pinnas por hoja varía de 4 a 18 y el número de pares de pinulas por pinna de 10 hasta 50; aunque en otras especies pueden llegar a alcanzar valores superiores.

Tabla 2. Principales características morfológicas de las accesiones evaluadas.

Table 2. Main morphological characteristics of the evaluated accessions.

No	Accesión	Pímulas (mm)		Forma de las pinnas	Número (u)		Glándulas (mm)			Color de la flor
		Longitud	Ancho		Pinnas/hoja	Pímulas/pinna	Tipo	Longitud	Ancho	
1	cv. Cunningham	1,0-1,2	1,5-2,0		16-18	36-38		1,2	0,5	
2	cv. Perú	1,0-1,4	1,5-3,0		14-16	34-36		1,5	0,5	
3	CIAT-9119	1,0-1,2	1,5-2,0		14-16	34-36		1,2	1,0	
4	CIAT-9438	1,0-1,2	1,5-2,0		16-18	28-30		1,0	1,0	
5	CIAT-751	1,0-1,1	1,5-2,0		16-18	34-36		2,2	1,5	
6	CIAT-7988	1,0-1,1	1,5-2,0	F _Y	16-18	36-38	G ₁	1,0	0,5	F _b
7	CIAT-7384	1,0-1,3	1,5-2,0		16-18	32-34		2,5	1,0	
8	CIAT-7929	1,0-1,3	1,5-3,0		12-14	36-38		2,2	1,5	
9	CIAT-17480	1,0-1,2	1,5-2,0		10-12	32-34		0,5	0,5	
10	cv. Ipil Ipil	1,0-1,3	1,5-3,0		8-10	32-34		1,2	1,0	
11	cv. CNIA 250	1,0-1,1	1,5-2,0		10-12	28-30		2,1	1,5	
12	CIAT-17255	1,0-1,3	2,0-2,1	F _Y	6-8	16-18	G ₂	1,0	1,0	
13	CIAT-17501	1,0-1,3	2,0-2,3	-	4-6	16-18		1,0	1,0	F _b
14	CIAT-17253	1,0-1,3	2,0-2,1		4-6	16-18	NG	1,5	1,0	
15	CIAT-17503	2,0-2,4	1,0-1,2	F _Y	6-8	32-34		0,5	0,5	-
16	CIAT-17270	2,0-2,2	1,0-1,3	F _Y	6-8	32-34	G ₃	2,1	1,5	F _b
17	CIAT-17232	1,0-0,5	1,0-2,0	-	16-18	48-50		3,0	2,0	F _b
18	CIAT-17233	1,0-0,8	1,0-1,8	F _Y	16-18	46-48		3,0	1,2	-
19	CIAT-17240	1,0-0,5	1,0-1,8		14-16	46-48	G ₄	2,0	1,0	
20	CIAT-17238	1,0-0,5	1,0-2,0	F _Y	14-16	46-48		1,5	0,5	F _b
21	CIAT-17231	1,0-0,5	1,0-2,0		14-16	46-48	NG	1,1	1	
22	CIAT-17225	2,0-2,9	2,0-3,5	-	8-10	10-12	G ₅	2,5	1,5	F _b
23	CIAT-17229	2,0-2,5	2,0-3,5	F _Y	8-10	10-12		2,0	1,0	-

Forma de las pinnas: Ff_a Pinnas ovaladas o elípticas y bases débilmente asimétricas, Ff_b Pinnas lineales o lineales-oblongas con bases fuertemente asimétricas.

Glándulas: G₁ Glándula elíptica, cóncava, G₂ Glándula redonda elíptica, en forma de cúpula, G₃ Glándula discoide poco profunda, en forma de taza, elíptica o triangular redonda, G₄ Glándula elíptica, convexa, redonda cónica, G₅ Glándula plana elíptica, grande, poco profunda, cóncava, en forma de taza, NG No se observaron.

Color de la flor: F_b Flores blancas; F_r Flores rosadas, rojizas o morado pálido

Especies y accesiones: 1-11 *L. leucocephala*, 12-14 *L. lanceolata*, 15-16 *L. diversifolia*, 17-21 *L. macrophylla*, 22-23

L. esculenta

Igualmente, se observa que las accesiones de *L. leucocephala* presentan glándulas elípticas y cóncavas; mientras que las de *L. lanceolata* son redondas elípticas, en forma de cúpula, excepto para la accesión CIAT-17253, en la que no se observó la presencia de éstas a pesar de ser una de las características de la especie como tal.

En el caso de las accesiones de *L. diversifolia* se encontraron glándulas discoides, poco profundas, en forma de taza y elípticas o triangulares redondas; mientras que en las de *L. macrophylla* eran elípticas, convexas, redondas o cónicas, excepto para la accesión CIAT-17231, que no presentó glándula. En las accesiones de *L. esculenta* son planas, elípticas, grandes, poco profundas, cóncavas y en forma de taza.

Según Hughes (1997), las glándulas constituyen un indicador de identificación de las especies de este género, ya que su número y disposición es muy variable. También se les conoce como nectarios extraflorales (Hughes, 1998), debido a que se presentan en las hojas y secretan néctar; con frecuencia aparecen secas e inactivas, específicamente en las hojas más viejas.

Todas las accesiones tienen semillas ovaladas y coloración de carmelita claro a carmelita oscuro, al igual que las legumbres; presentan flores blancas, excepto *L. diversifolia* CIAT-17270 que tiene flores rosadas, rojizas o morado pálido. Según Anon (2002) las flores, los frutos y las semillas son indicadores que sirven para identificar las especies de este género.

Durante las observaciones se apreció que las flores individuales de las especies y accesiones de *Leucaena* generalmente son pequeñas (5-15 mm de largo) y arregladas en cabezuelas; según informes de Anon (2002), las anteras, los filamentos de estambres y el estilo determinan el color de la flor, y no la corola y el cáliz, que están más cerca de la base.

Es conveniente resaltar que las flores individuales dentro de la cabeza son sostenidas por pequeñas brácteas; estas casi siempre son peltatas (están adjuntas a la superficie basal en vez de estar al margen de las brácteas, como en una sombrilla). Las brácteas sólo se observan cuando las flores están en la yema, momento en que cubren la cabeza, se esconden cuando éstas se abren y en la mayoría de las especies son redondas. Es válido señalar además que las flores de las especies y accesiones de este género están dispuestas en grupos de dos a cinco, en ocasiones hasta siete en los nudos, en los tallos y en las axilas de las hojas jóvenes en desarrollo o brácteas.

En las accesiones de las especies *L. leucocephala* y *L. diversifolia*, los tallos en floración siguen creciendo y forman hojas después de la floración, con las legumbres formadas debajo del ápice del tallo. Según Anon (2003) estos tallos tienen crecimiento indeterminado y se les llama auxotéticos. En este caso las legumbres maduran dentro y no en la periferia de la copa del árbol.

En las accesiones de las especies *L. lanceolata*, *L. macrophylla* y *L. esculenta* las legumbres aparecen en grupos de uno a cuatro por cabezuela, pero en algunas especies puede haber de seis a 15 y hasta 45; el tallo deja de crecer después de florecer, las legumbres se forman en las puntas de los tallos en la periferia de la copa del árbol; a este tipo de tallo que tiene crecimiento determinado se le conoce con el nombre de anauxotético. Estos mueren después que maduran las legumbres.

Esta característica de producir flores, legumbres y semillas durante la etapa de establecimiento es muy importante, ya que manifiesta la lucha de las especies con el ambiente, por la supervivencia. La importancia de esto radica en que la semilla es el punto de partida para cualquier sistema agropecuario que se desee fomentar y los agroforestales (silvopastoriles) no son una excepción. Por ello, es necesario y primordial el conocimiento del período de floración y fructificación de las plantas arbóreas, las características de sus simientes, al igual que su procesamiento después de la cosecha y los indicadores y condiciones para su almacenamiento, con vista a lograr lotes de semillas 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.

Las diferencias fenotípicas encontradas en cada una de las especies y accesiones de *Leucaena*, fueron informadas en estudios realizados por Hughes (1998) y Wencomo (2009). El conocimiento de estas diferencias es de suma importancia al utilizarlas en el fomento de un determinado sistema, sea silvopastoril o no, ya que ello tiene una marcada influencia en relación con el manejo que se les dé o el propósito productivo para el cual sean destinadas. Por ejemplo, las diferencias en el comportamiento de los patrones fenológicos de floración y fructificación de cada una de ellas, brindarían la posibilidad de poder usarlas indistintamente en la misma unidad de área: unas para la producción y cosecha de semillas y otras en función de la producción de biomasa, para estudios futuros de mejoramiento o para definir cuándo debe realizarse la poda.

De acuerdo con los resultados se concluye que existen diferencias entre las especies y accesiones evaluadas en cuanto al comportamiento en la fase de establecimiento; *Leucaena spp.* mostró su capacidad de floración y fructificación, con diferencias entre los individuos.

Teniendo en cuenta los resultados de esta investigación y la poca información disponible sobre esta temática, que resulta de importancia, se recomienda profundizar en este tipo de estudio con las accesiones de este género y de otras arbustivas forrajeras.

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: noviembre del 2008
- Anon. 2003. Propagation of *Leucaena leucocephala*. <http://instruct1.cit.cornell.edu/Courses/hort400/mppts/leucprop.html> Consulta: noviembre del 2008
- Bendeck, L. & Foroughbakch, R. 1998. Distribution and phenology of *L. greggii*. S. Watson in northeastern México. *Leucaena Research Report*. 9:66
- Brewbaker, J.L. 1998. *Leucaena leucocephala*. Un árbol versátil fijador de nitrógeno. En: Una guía útil para los árboles de uso múltiple. <http://www.winrock.org/forestry.factpub/Spleucaena.html.2001>. Consulta: noviembre del 2008
- Brewbaker, J.L. & Sun, W. 1996. Improvement of nitrogen-fixing trees for enhanced site quality. In: Tree improvement for sustainable tropical forestry. (Eds. J.M. Dieters *et al.*). Proceedings QFRI-IUFRO Conference. Queensland, Australia. p. 437
- Cronquist, A. 1981. An integrated system of clasification of flowering plants in Colombia. University Press, New York
- González, Yolanda et al. 2005. Producción, beneficio y conservación de semillas de plantas arbóreas. 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. 53
- 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. lebbek* 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.
- Hidalgo, R. 2003. Variabilidad genética y caracterización de especies vegetales. En: Análisis estadístico de datos de caracterización morfológica de recursos fitogenéticos (Eds. T.L. Franco y R. Hidalgo). Boletín técnico No. 8. Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos (IPGRI). Cali, Colombia. 89 p.
- Hughes, C.E. 1997. Species delimitation and new taxa and combinations in *Leucaena* (Leguminosae). *Contributions University Michigan Herbarium*. 21: 277
- Hughes, C.E. 1998. *Leucaena*. Manual de Recursos Genéticos. No. 37. Oxford Forestry Institute. Department of Plant Sciences. University of Oxford. p. 91
- Machado, R. 2006. Adaptabilidad de gramíneas y leguminosas en suelos hidromórficos del humedal Ciénaga de Zapata. Establecimiento. *Pastos y Forrajes*. 29:155
- Machado, R. *et al.* 1999. Metodología para la colecta, conservación y caracterización de especies herbáceas, arbóreas y arbustivas útiles para la ganadería. *Pastos y Forrajes*. 22:181
- Pan, F.G. 1988. *Comparison of diploid and tetraploid Leucaena diversifolia*. *Quarterly Journal of Chinese Forestry*. 21: 89
- Sacandé, M. 2000. Stress, storage and survival of neems seed. PhD Thesis Wageningen University. Wageningen, The Netherlands. 124 p.
- 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
- Venter Van De, A. 2000. What is seed vigour? *ISTA New Bulletin*. 121:13

- Visuata, B. 1998. Análisis estadístico con SPSS para Windows. Vol. II. Estadística multivariante. (Ed. C. Fernández). Mc Graw Hill, Madrid, España. p. 24
- Wencomo, H.B. 2009. Evaluación morfoagronómica e isoenzimática y selección de accesiones de *Leucaena* spp. con fines silvopastoriles. Tesis presentada en opción al Grado Científico de Doctor en Ciencias Agrícolas. La Habana, Cuba. <http://biblioteca.ihatuey.cu/links/pdf/tesis/tesis/hildawencomo.pdf>
- Wencomo, H.B. & Ortiz, R. 2010. Comportamiento de 23 accesiones de *leucaena* spp. en condiciones de establecimiento. *Pastos y Forrajes*. 33:249

Phenological performance of 23 *Leucaena* spp. accessions

Abstract

Twenty three *Leucaena* spp. accessions of a collection of 180 were evaluated, in order to characterize the performance of their phenological patterns in the establishment stage; the plants were sown at a distance of 6 x 3 m between rows and between plants. The number of pinnae per leaf and of pinnule per pinna was counted; in addition, the length and width of the pinnule were measured, and the quantity of legumes per capitulum, the length and width of the pods were determined. The form of the pinnae, the type and position of the glands and the color of the flowers were taken into consideration. The emergence of flowers and fruits was different among the species of this genus, and it occurred only annually in some of them. The accessions of each species had a similar performance, in the rainy, as well as the dry season, except *L. diversifolia* CIAT-17503, *L. macrophylla* CIAT-17233 and *L. esculenta* CIAT-17229 (which remained in vegetative stage). Likewise, the individual flowers of the *Leucaena* species and accessions were observed to be generally small. It is concluded that there are differences among the species and accessions evaluated in this stage; as well as in the performance of their flowering and fructification patterns.

Key words: Evaluation, phenology, *Leucaena* spp.

Introduction

A clear understanding of phenological events (flowering, fructification and leaf production) is necessary for the efficient planning of seed collections. Phenology is also important to understand the natural or spontaneous hybridization events, interactions with pollinators, seed dispersal and psyllid defoliator, as well as the evaluation and population dynamics of the species.

The main characteristics of every phenological pattern are: frequency, amplitude (response intensity), duration (short or large), date and synchrony in which it is expressed. According to Hughes (1998), the phenology data for the *Leucaena* species are limited to abstracts at species level, only based on data from observations obtained in expeditions of seed collection.

This author also states that there are few detailed studies per species; however, Bendeck and Foroughbakch (1988) for the case of *L. greggii*, showed data from herbarium species (natural populations) and observations made in different zones, such as Hawaii (Brewbaker, 1998) and Taiwan (Pan, 1988), where the collections from this genus were cultivated as exotic. This situation still persists. For such reason, this study was conducted in order to characterize the performance of the phenological patterns of the evaluated accessions in the establishment stage. (Wencomo and Ortiz, 2010)

Materials and Methods

Location of the experimental area. 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. In the last 15 years the average annual temperature of the zone was 24,3°C; July was the hottest month (28,6°C) and January the coldest one (20,6°C). The maximum temperatures reached 33,4°C in August and the minimum temperatures were down to 14,2°C in January. The average sum of annual rainfall was 1 331,18 mm, with the highest value in June (235,8 mm) and the lowest one in February (27,4 mm). The rainfall during the rainy season (May-October) represented, as average, 79,8% of the total annual volume. The evaporation in the zone increased since January with maximum values in April (220 mm). Annual average relative humidity was 82,6%, with the highest value in July (89,0%) and the lowest one in April (75,5%).

Soil characteristics. The trial was conducted on a plain topography soil, with 0,5 to 1,0% in slope and classified by Hernández *et al.* (2003) as lixiviated Ferralitic Red, hydrated humic nodular ferruginous, of

quick desiccation, clayey and deep on calcareous rocks. This type is equivalent to the Ferrosol group, in the classification system of FAO-UNESCO (Alonso, 2003). The average depth to the calcareous rock is 150 cm.

The soil of this area tends to be slightly acid, while the organic matter content is high, higher than the one reported by Hernández (2000), which is from 2 to 3%. The total nitrogen content is considered moderate; it shows low values of available phosphorus and the exchangeable bases (K, Ca, Mg) show moderate to high values. Regarding these characteristics, the soil can be considered to have 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 which is preserved in the germplasm bank of the institution, 23 were used (table 1), representative of the populations (four plants from each).

Experimental procedure. This trial began when the seedlings reached approximately between 30 and 45 cm (three months of age), with healthy appearance; four seedlings from each accession were transplanted to the field, in rows spaced at 6 m and a separation of 3 m between plants. The experimental period had a total duration of 30 months and it was divided into: initial establishment (lasting approximately 16 months) and final establishment (14 months), which included the plant flowering and fructification stage and the morphological characterization of the accessions.

Flowering and fructification stage. The performance of the flowering and fructification phenological patterns was observed in all the accessions, with a weekly frequency, and 50% or more of flowers and fruits was considered in the information. For this, the symbols established for that purpose were used (Machado *et al.*, 1999).

In addition, the number of pinnae per leaf and of pinnules per pinna were counted; the length (mm) and width of the pinnules (mm) was measured, the quantity of pods per head, the length (cm) and width (mm) of the pods were also determined. The form of the pinnae, the type and position of the gland and the color of the flowers were taken into consideration. These measurements and observations were made on 15 leaves per plant and equal number for the case of flowers and fruits, during two years (Cronquist, 1981).

Statistical processing. The cluster analysis was used for the grouping and selection of the accessions, using as similarity index the Euclidian distance, from the data obtained in the PCA (Torres *et al.*, 2006), and the stadigraphs mean and standard deviation were determined for the variables analyzed in these stages. Thus, groups of species were obtained that allowed making a simpler and more objective analysis of their performance. These results were subject to an ANOVA according to simple classification lineal model, and the means were compared by means of Duncan's test for 5% significance, after verifying that they fulfilled the normal distribution adjustment and the variance homogeneity, through the statistical program SPSS® version 11.5 for Microsoft Windows® (Visuata, 1998).

Results and Discussion

Phenology is an interesting element which must be taken into consideration in this stage, as in the others of plant development, even during exploitation, because it can be used as a rule in plantation management. The emergence of flowers and fruits in the species of this genus, according to Hughes (1998), occurs differently and it can be annual in some of them (fig. 1).

It is important to state that, according to the field observations, the accessions of each species had a similar performance, in the rainy as well as the dry season, except *L. diversifolia* CIAT-17503, *L. macrophylla* CIAT-17233 and *L. esculenta* CIAT-17229 (which remained in vegetative stage), and for such reason figure 1 only shows the results per species and not per accessions, because it constitutes a specific character and not a character of the population variants of the species, according to Wencomo (2009). The observations made on such accessions coincide with the studies conducted by Sacandé and Venter Van De

(2000), who express that in certain environments it is possible that some species do not produce fruits, as occurred with *L. esculenta* when it was established in low hills of Hawaii.

In the accessions of *L. diversifolia* the flowering period occurred from May to June and the fructification period from August to February; the *L. esculenta* accessions flowered from October to November and produced fruits from February to March. On the other hand, the *L. lanceolata* accessions flowered in the period from September to October and fructified from November to March, and according to the observations made in the field, they lost most of their leaves (like the leaves of *L. esculenta*) during the period from December to April (dry season); this could be related to the physiological stress to which they are exposed in this season, which affects some species more than the other ones, according to their capacity of response to biotic or abiotic factors. In this sense, Brewbaker and Sun (1996) found similar results when evaluating these species out of their origin zones.

The *L. leucocephala* accessions produced flowers and fruits practically throughout the year, because as it is stated by González *et al.* (2005) this is a heterogeneous flowering species, which seeds do not mature at the same time, although it is important to state that two well marked massive flowering peaks occurred: one from February to March (with harvest between May and July) and another between August and September (with harvest between October and December), according to the accession; while the *L. macrophylla* accessions flowered in the period from September to December and fructified from March to May.

The *L. lanceolata* accessions enlarged their fructification cycle from November to April, and those of *L. macrophylla* from December to February, which can be due to the fact that phenological patterns are manifested very differently when trees grow out of their native zones (Wencomo, 2009). On the other hand, the edaphoclimatic conditions could have influenced, which in certain places are not suitable for the plants to show their capacity of reproduction and adaptation to the environment in which they are, or as according to Hidalgo (2003) to the genetic expressions of plants in certain environments or to physiological stresses.

For example, Anon (2002) observed in Taiwan that the flowering of all these species occurred from June to August, except for *L. esculenta* which flowered from November to January. Similar performance was observed in Cuba by Machado (2006) in Ciénaga de Zapata, where soil and climate conditions prevail different from the ones in this study.

Table 2 shows the phenotypical or morphological differences among the accessions. All the species of the *Leucaena* genus have bipinnate leaves; in addition, the leaves and pinnules are opposed. The accessions of the species *L. lanceolata* and *L. macrophylla* show oval or elliptical pinnae, with weakly asymmetric base; while the accessions of *L. esculenta*, *L. diversifolia* and *L. leucocephala* have lineal or lineal-oblong pinnae, with strongly asymmetric base. The number of pinnae pairs per leaf varies from 4 to 18 and the number of pinnula pairs per pinna from 10 to 50; although in other species they can reach higher values.

Likewise, the *L. leucocephala* accessions are observed to show elliptical and concave glands; while those of *L. lanceolata* are round elliptical, dome-shaped, except for the accession CIAT-17253, in which their presence was not observed in spite of being one of the species characteristics as such.

In the case of the *L. diversifolia* accessions discoid glands were found, little deep, cup-shaped and elliptical or round triangular; while in the *L. macrophylla* accessions they were elliptical, convex, round or conic, except for the accession CIAT-17231, which did not show any gland. In the *L. esculenta* accessions they are flat, elliptical, large, little deep, concave and cup-shaped.

According to Hughes (1997), glands constitute an identification indicator of the species of this genus, because their number and disposition is very variable. They are also known as extrafloral nectaries (Hughes, 1998), because they appear in the leaves and secrete nectar; they often appear dry and inactive in the oldest leaves.

All the accessions have oval seeds and they are light to dark brown; just like the pods; they show white flowers, except *L. diversifolia* CIAT-17270, which has pink, reddish or light purple flowers. According to Anon (2002), the flowers, fruits and seeds are indicators that serve to identify the species of this genus.

During the observations the individual flowers of the *Leucaena* species and accessions were observed to be generally small (5-15mm long) and arranged in capitulum; according to Anon (2002), the anthers, the stamen filaments and the style determine the color of the flower, and not the corolla and the calyx, which are closer to the base.

It is convenient to emphasize that the individual flowers within the head are sustained by small bracts; they are almost always peltate (they are attached to the basal surface instead of being at the margin of the bracts, as in an umbrella). The bracts are only observed when the flowers are in the bud, moment in which they cover the head, they hide when the flowers open and in most species they are round. It is also valid to state that the flowers of the species and accessions of this genus are arranged in groups of two to five, sometimes even seven in the nodes and the axils of the young developing leaves or bracts.

In the accessions of the species *L. leucocephala* and *L. diversifolia*, the flowering stems keep growing and form leaves after flowering, with the pods formed under the stem apex. According to Anon (2003) these stems have indeterminate growth and are called auxotelic. In this case the pods mature inside and not in the periphery of the tree crown.

In the accessions of the species *L. lanceolata*, *L. macrophylla* and *L. esculenta* the pods appear in groups of one to four per capitulum, but in some species there can be from six to 15 and up to 45; the stem stops growing after flowering, the pods are formed on the stem tips in the periphery of the tree crown; this type of stem which has definite growth is known as anauxotelic. They die after the pods mature.

This characteristic of producing flowers, pods and seeds during the establishment stage is very important, because it shows the struggle of species with the environment, for survival. The importance of this lies on the fact that the seed is the starting point for any livestock production system that is to be promoted and agroforestry (silvopastoral) systems are no exception. For such reason the knowledge about the flowering and fructification of trees, the characteristics of their seeds, as well as their processing after harvest, and the indicators and conditions for their storage, is necessary and essential, in order to achieve high quality seed lots that allow the development of silvopastoral systems, which guarantee *a posteriori* the necessary edible biomass to increase animal production.

The phenotypical differences found in each of the *Leucaena* species and accessions, were reported in studies made by Hughes (1998) and Wencomo (2009). The knowledge of these differences is very important when using them in the development of a certain system, silvopastoral or not, because it has a remarkable influence regarding their management or the productive purpose for which they are destined. For example, the differences in the performance of the flowering and fructification phenological patterns of each would provide the possibility of using them indistinctly in the same area unit: some for seed production and harvest and others for biomass production, for future breeding studies or to define when pruning should be conducted.

According to the results, it is concluded that there are differences among the evaluated species and accessions regarding the performance in the establishment stage; *Leucaena* spp. showed its flowering and fructification capacity, with differences among individuals.

Taking into account the results of this study and the little available information about this topic, which is important, it is recommended to continue doing further studies with the accessions of this genus and other forage shrubs.