

Producción de semillas de *Leucaena* spp. en suelo ácido

Seed production of *Leucaena* spp. on acid soil

Hilda B. Wencomo¹, Bárbara Cepero² y J. Ramírez²

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 Estación Experimental de Pastos y Forrajes Cascajal, Villa Clara, Cuba

Resumen

Este trabajo se realizó en una colección de *Leucaena* spp. que se estableció sobre un suelo ácido en la provincia de Villa Clara, con el objetivo de conocer el comportamiento de la producción de semillas de esta especie arbustiva en este tipo de suelo. Se evaluaron cuatro tratamientos (A, B, C y D), los cuales fueron definidos a través de los cuatro trimestres del año, distribuidos según un diseño completamente aleatorizado; además se observó la fenología. Se obtuvo una variación altamente significativa ($P < 0,01$) en el rendimiento de semilla total y semilla pura, y el mejor resultado se alcanzó en el tratamiento D. En este tratamiento se presentó, además, el menor peso de 1 000 semillas, lo que representó un mayor número de semillas por kilogramo y un menor costo por kilogramo de semilla (\$4,80). Se observó variación en cuanto a los patrones de la fenología de floración y fructificación de las diferentes especies y accesiones en estudio. Se concluye que la cosecha de semillas de *Leucaena* resulta más económica cuando se realiza en el cuarto trimestre del año en las condiciones en que se desarrolló el experimento.

Palabras clave: *Leucaena* spp., semillas, suelo ácido

Abstract

This work was conducted on a of *Leucaena* spp. collection that was established on acid soil in the Villa Clara province, with the objective of studying the seed production performance of this shrubby species on this soil type. Four treatments were evaluated (A, B, C and D), which were defined through the four quarters of the year, distributed according to a completely randomized design; in addition, the phenology was observed. A highly significant variation ($P < 0,01$) in the total seed and pure seed yield, and the best result was obtained in treatment D. Besides, in this treatment the lowest weight of 1 000 seeds was observed, which represented a higher number of seeds per kilogram and a lower cost per kilogram of seed (\$ 4,80). Variation was observed regarding the phenology patterns of flowering and fructification of the different studied species and accessions. The harvest of seeds from *Leucaena* is concluded to be more economical when it is carried out in the last quarter of the year under the conditions this trial was conducted.

Key words: Acid soil, *Leucaena* spp., seeds

Introducción

La colección, el procesamiento y el almacenaje de las semillas de las especies de *Leucaena*, no es una labor complicada; estas pueden secarse y guardarse a baja temperatura y humedad, siguiendo los métodos convencionales para semillas forestales. Sin embargo, en Cuba la producción de semilla de leguminosas arbustivas en las áreas dedicadas a la multiplicación de semilla de pastos, es una práctica poco generalizada.

Para la implantación de los sistemas silvopastoriles en las diferentes áreas ganaderas del país, con el fin de aprovechar al máximo los grandes beneficios que estos generan, es importante la obtención del material reproductivo de esta especie, lo cual constituye una necesidad dentro de la ganadería cubana actual, según refieren Simón *et al.* (1998).

La leucaena, especialmente *Leucaena leucocephala*, ha sido objeto de numerosas investigaciones y es la especie más plantada en los sistemas agroforestales, además de ser una de las leguminosas forrajeras con mejores características para la ganadería (Funes, 2004). Existen razones por las cuales la leucaena ha sido usada ampliamente, entre las que resaltan su alta producción de biomasa (incluso en la época poco lluviosa), su aceptabilidad por diferentes especies animales y su capacidad de rebrote después del corte y/o ramoneo (Hernández, 2000). Es probable que la combinación de los atributos encontrados en esta arborea sea única; sin embargo, presenta algunas limitaciones, tales como: su adaptación a los suelos ácidos es baja, particularmente cuando están asociados con aluminio altamente intercambiable (Ruaysoongnern *et al.*, 1989); es lenta para establecerse; es susceptible a la competencia realizada por las malezas (Clavero, 1998); su productividad en las regiones de Asia y el Pacífico se ha reducido (Napompeth y MacDicken, 1989) debido al ataque del insecto psílido (*Heteropsylla cubana*, *Homoptera: Psyllidae*) y su propagación está limitada, en muchas ocasiones, por la escasa disponibilidad de semillas.

Atendiendo a lo anteriormente señalado, el objetivo del presente trabajo consistió en conocer el comportamiento de la producción de semilla de leucaena en condiciones de suelo ácido.

Materiales y Métodos

El experimento se realizó en la EEPF "Cascajal", ubicada en la provincia central de Villa Clara, Cuba, en un suelo Alítico, con pH 4,3. Este suelo se caracteriza por presentar contenidos de materia orgánica de 2,0-5,0%, baja capacidad de intercambio de bases (< 20,0 cmol/kg) y una gruesa capa de mocarrero en su perfil (Hernández *et al.*, 2003).

El promedio histórico anual (23 años) de precipitación es de 1 265 mm, el 75% (948,75 mm) ocurre en el período lluvioso (mayo-octubre) y el 25% (361,25 mm) en el poco lluvioso (noviembre-abril). La temperatura media fluctúa entre los 22,0 y 27,8°C, y la humedad relativa entre 79 y 84%.

En la tabla 1 se muestran los valores medios de la temperatura máxima, mínima y media, y la humedad relativa, así como el total de precipitación y evaporación en 24 horas. Como se aprecia, todos los indicadores alcanzaron medias muy similares en los cuatro períodos, excepto la precipitación y la evaporación.

Se evaluaron 137 accesiones de *Leucaena* spp., con una edad de 150 meses (tabla 2).

Tabla 1. Comportamiento de algunos indicadores climáticos.¹

Table 1. Performance of some climatic indicators.

Indicador	A (EFM)	B (AMJ)	C (JAS)	D (OND)
Temperatura máxima (°C)	29,06	28,38	27,66	25,33
Temperatura mínima (°C)	18,08	16,46	15,76	13,46
Temperatura media (°C)	22,98	22,30	21,18	20,30
Humedad relativa (%)	83,50	82,16	84,18	80,16
Precipitación (mm)	64,30	23,16	105,84	20,16
Evaporación total (mm)	96,40	111,88	94,85	92,88

¹Datos tomados de la Estación Meteorológica de Cascajal, Villa Clara

Diseño y tratamientos. Se utilizó un diseño completamente aleatorizado para determinar el rendimiento y la calidad de la semilla producida por las accesiones de *Leucaena* según los cuatro tratamientos, que fueron definidos como los períodos correspondientes a los cuatro trimestres del año: A) enero-febrero-marzo; B) abril-mayo-junio; C) julio-agosto-septiembre; y D) octubre-noviembre-diciembre.

Procedimiento experimental. En un área de una hectárea y una población de 555 plantas/ha se tomaron cuatro grupos de forma aleatoria, las cuales fueron marcadas para facilitar las mediciones y/o observaciones programadas.

Tabla 2. Especies y accesiones evaluadas

Table 2. Evaluated species and accessions.

Especie	No. de accesiones
<i>Leucaena leucocephala</i>	120
<i>Leucaena diversifolia</i>	5
<i>Leucaena macrophylla</i>	6
<i>Leucaena shannonii</i>	2
<i>Leucaena lanceolata</i>	4

Para el momento de la cosecha se tomó como indicador que más del 80% de las legumbres cambiaran su coloración del verde al carmelita claro. La cosecha de las legumbres se realizó de forma manual y éstas se presecaron al sol y se trillaron golpeándolas con un madero fino. Se completó el secado de las semillas a la sombra hasta alcanzar entre 8 y 10% de humedad.

Posteriormente se realizó el beneficio y el almacenaje de las semillas (durante 6 y 18 meses), en condiciones ambientales.

Mediciones. En cada tratamiento se tomó la altura de los árboles en el momento de efectuar la cosecha; se cosecharon todas las legumbres en estado óptimo para producir semillas. En 100 legumbres cogidas al azar se midió su longitud, así como el número de semillas contenidas en ellas; a estas últimas se les midió el tamaño y se observó la forma que tenían; se determinó el rendimiento de semilla total, el rendimiento de semilla pura y el peso de 1 000 semillas. El número de cosechas fue de 3, 2, 2 y 2, para los tratamientos A, B, C y D, respectivamente, de acuerdo con la maduración de las legumbres.

Para evaluar los resultados económicos de todas las plantas en estudio, se tuvieron en consideración los gastos en salarios y en materiales y el tiempo empleado en cada actividad; ello permitió determinar el costo de producción del kilogramo de semilla, según los tratamientos.

Procesamiento estadístico. Se efectuó un ANOVA según modelo lineal de clasificación simple; las medias fueron comparadas mediante la dócima de Duncan (Duncan, 1955) para un 1 y 5% de significación, después de verificarse que cumplían con el ajuste de distribución normal y de homogeneidad de la varianza.

Además, se empleó el Análisis de Componentes Principales (ACP) (Morrison, 1967), en el cual 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, con la finalidad de transformar los factores abióticos medidos (variables climáticas), en un conjunto reducido de factores independientes que representan la variable seleccionada. La aplicación práctica se llevó a cabo mediante el método ortogonal Varimax a través del programa estadístico SPSS® versión 11,5 para Microsoft® Windows® (Visuata, 1998).

Resultados y Discusión

La altura de las plantas y el rendimiento de semilla de las accesiones de cada especie tuvieron un comportamiento similar, tanto en lluvia como en seca, por ello sólo se muestra en las tablas por especies y no por accesiones. En la tabla 3 se observan dichos indicadores y el costo de producción.

La altura varió significativamente ($P < 0,001$) y los mayores valores coincidieron con el tratamiento D, donde las plantas alcanzaron la mayor edad fundamentalmente en las accesiones de *L. leucocephala* y *L. diversifolia*. De forma similar variaron el rendimiento de semilla total y el de semilla pura; para el primer indicador se encontraron resultados similares entre los tratamientos B y D, mientras que en el segundo indicador el mejor valor se obtuvo en D, que coincidió con un alto rendimiento de semilla total, por lo que puede plantearse que a mayor altura deben

esperarse los mayores rendimientos de semilla. Es válido señalar que en estos indicadores también se destacaron las plantas de las accesiones mencionadas.

Tabla 3. Comportamiento de la altura de las plantas, el rendimiento de semillas y el costo de producción.

Table 3. Performance of plant height, seed yield and production cost.

Tratamiento	Especie	Altura (cm)	Rendimiento de semilla (kg/ha)		Valor del kg de semilla (\$)
			Total	Pura	
A (EFM)	<i>L. leucocephala</i>	139 ^a	22,4 ^a	13,4 ^a	8,07
	<i>L. diversifolia</i>	136 ^a	20,4 ^b	11,7 ^b	
	<i>L. macrophylla</i>	129 ^b	18,2 ^c	10,7 ^c	
B (AMJ)	<i>L. leucocephala</i>	228 ^a	35,6 ^a	24,6 ^a	4,93
	<i>L. diversifolia</i>	218 ^a	33,6 ^b	22,6 ^b	
	<i>L. macrophylla</i>	208 ^b	31,6 ^c	20,6 ^c	
C (JAS)	<i>L. leucocephala</i>	286 ^a	30,4 ^a	20,2 ^a	4,98
	<i>L. diversifolia</i>	276 ^a	28,2 ^b	18,0 ^b	
	<i>L. macrophylla</i>	256 ^b	25,4 ^c	16,2 ^c	
D (OND)	<i>L. leucocephala</i>	359 ^a	36,0 ^a	27,5 ^a	4,80
	<i>L. diversifolia</i>	349 ^a	32,0 ^a	25,2 ^a	
	<i>L. macrophylla</i>	329 ^b	26,0 ^b	23,8 ^b	
ES ±		14,84 ***	0,97 ***	0,74 ***	-

a, b, c Valores con superíndices no comunes en cada trimestre difieren a $P < 0,05$ (Duncan, 1955) *** $P < 0,01$

Ello pudo estar influido por diferentes factores, aunque es válido resaltar que durante la investigación el clima se mantuvo bastante estable (tabla 1) y no fue propicio para la aparición de las enfermedades, fundamentalmente las fungosas, las cuales son consideradas como causas directas de la afectación de las semillas (Lezcano, 2005), ya que provocan pérdidas considerables en su producción y calidad, además de la disminución de la germinación, la decoloración, la pérdida de peso y el deterioro. Este último, según refiere Silva (1993), provoca en las semillas la reducción del vigor, la emergencia no uniforme y la disminución del rendimiento.

Los resultados en la producción (principalmente en la especie *L. leucocephala*), aunque fueron bajos con respecto a los alcanzados por Matías *et al.* (2000), son significativos, sobre todo si se considera que el estudio se realizó en suelo ácido, el cual es limitante para el crecimiento y desarrollo de muchas plantas forrajeras.

En este sentido Peña y Aira (1996), al estudiar la producción de semilla de *L. leucocephala* en Guantánamo, obtuvieron altos rendimientos, debido posiblemente a las condiciones climáticas excepcionales en esta región.

La producción ocurrió en los meses de mayo, agosto y de septiembre a diciembre; este último fue el de mayor producción (118 accesiones produjeron semillas, lo que significa el 81,3%). Las accesiones más destacadas pertenecen a *L. leucocephala*: CIAT-17478 (3,4 kg); CIAT-17493 (2,5 kg); CIAT-17263 (2,3 kg) y cv. Perú (4,2 kg). Ello pone de manifiesto la superioridad de esta especie con respecto a las demás. Es válido mencionar que las pertenecientes a *L. shannonii* y *L. lanceolata* no produjeron semillas durante el tiempo que duró la investigación. Lo observado en dichas accesiones coincide con los resultados de las investigaciones de Sacandé (2000) y Venter (2000), quienes informaron que en determinados ambientes algunas especies no producen frutos, como sucedió en *L. esculenta* cuando se estableció en elevaciones bajas de Hawai. Este comportamiento puede deberse a que los patrones fenológicos se manifiestan de forma muy diferente cuando los árboles crecen fuera de sus zonas nativas.

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 (Hidalgo, 2003); así como la expresión genética de estas en determinados ambientes o el estrés fisiológico. Esta característica de producir flores, legumbres y semillas en este tipo de suelo 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. Por ello, es necesario el conocimiento del periodo de floración y fructificación de las plantas arbóreas, las características de sus semillas, al igual que su procesamiento después de la cosecha, y los indicadores y las condiciones para su almacenamiento.

En cuanto a los valores calculados para los costos de producción por kilogramo de semilla se obtuvo el menor costo en el tratamiento D, lo cual pudo deberse al mayor rendimiento; mientras que el costo más alto se presentó en el tratamiento A, donde la producción de semilla fue más baja y además hubo que realizar un mayor número de cosechas, como producto de la poca uniformidad en la maduración de las legumbres. El comportamiento de los diferentes individuos mostró variación, por lo que no deben establecerse criterios generalizados ni arbitrarios a partir de los indicadores evaluados, sino para cada uno de forma individual.

Los factores ambientales pueden tener efectos significativos en el potencial de producción de semillas (Carvalho y Nakagawa, 2000). Es por esto que se determinaron los factores más relacionados, para lo cual se trabajó con el ACP (tabla 4). Se detectó una varianza acumulada de 77,01% en las tres primeras componentes.

Tabla 4. Resultados del ACP y relación entre los indicadores evaluados.
Table 4. Results of the MCA and relation among the evaluated indicators.

Indicador	Componente principal		
	CP 1	CP 2	CP 3
Evaporación	0,3908	-0,7560	0,0259
Humedad relativa máxima	0,0821	0,1129	0,9171
Humedad relativa media	-0,0990	0,8904	-0,0251
Humedad relativa mínima	-0,0745	0,7898	0,1220
Precipitación	0,3691	0,4495	-0,4310
Temperatura máxima	0,9179	-0,2213	-0,0427
Temperatura media	0,8675	-0,3309	-0,0121
Temperatura mínima	0,9002	0,0569	0,0477
Valor propio	3,30	1,82	1,04
Varianza (%)	41,80	23,30	13,00
Acumulado (%)	41,80	63,61	77,01

Las variables que mejor explicaron la varianza en la primera componente (41,80%) fueron la temperatura máxima, la media y la mínima, las cuales estuvieron positivamente relacionadas entre sí; la segunda componente extrajo una varianza de 23,30%, la que estuvo explicada por la humedad relativa media, la mínima y la evaporación (de forma negativa); mientras que la tercera componente fue explicada principalmente por la humedad relativa máxima.

En sentido general, las variables quedaron bien representadas para las tres componentes, ya que la varianza explicada por los valores de r para todas fue superior al 70% (Obis, 1998), excepto para la precipitación, lo cual indica que esta variable quedó poco representada por las tres componentes y que probablemente se necesite un cuarto factor para recoger la información de esta. Los factores climáticos que más influyeron en el potencial de producción de semillas de leucaena fueron la temperatura máxima, la humedad relativa máxima y la humedad relativa media; aunque los resultados del ACP ~~de esta temperatura~~ como ~~el indicador~~ más se relacionó con este comportamiento.

La longitud media de las legumbres y el número de semillas por legumbre se muestran en la tabla 5. En el primer indicador se encontraron similares resultados entre los tratamientos C y D; mientras que en el segundo el mejor valor se obtuvo en D.

Hubo una tendencia al incremento de los valores en ambos indicadores desde el tratamiento A hasta el D. El mayor valor de estos componentes del rendimiento en D pudo ser una de las causas que determinaron la

mayor producción en este período; esto también pudo deberse, en alguna medida, a diferentes factores tales como: la altura de las plantas, las diferencias genéticas, las condiciones de maduración, el tamaño de las semillas o el tipo de dormancia (Sánchez *et al.*, 2004).

Tabla 5 Comportamiento de algunos componentes del rendimiento.

Table 5. Performance of some yield components.

Tratamiento	Especie	Longitud promedio de las legumbres (cm)	Número de semillas/legumbre
A (EFM)	<i>L. leucocephala</i>	14,7 ^a	13,07 ^a
	<i>L. diversifolia</i>	13,5 ^b	12,06 ^b
	<i>L. macrophylla</i>	11,9 ^c	10,60 ^c
B (AMJ)	<i>L. leucocephala</i>	15,2 ^a	14,90 ^a
	<i>L. diversifolia</i>	13,0 ^b	12,84 ^b
	<i>L. macrophylla</i>	10,8 ^c	10,08 ^c
C (JAS)	<i>L. leucocephala</i>	16,6 ^a	17,40 ^a
	<i>L. diversifolia</i>	14,4 ^b	15,25 ^b
	<i>L. macrophylla</i>	12,5 ^c	13,62 ^c
D (OND)	<i>L. leucocephala</i>	16,6 ^a	17,50 ^a
	<i>L. diversifolia</i>	14,4 ^b	15,37 ^b
	<i>L. macrophylla</i>	12,5 ^c	13,95 ^c
ES ±		0,95 ***	0,72 ***

a,b,c Valores con superíndices no comunes en cada trimestre difieren a $P < 0,05$ (Duncan, 1955) *** $P < 0,01$

Con respecto al peso de 1 000 semillas (tabla 6) el menor valor se encontró en el tratamiento D, lo que determinó que se presentara en este un mayor número de semillas por kilogramo. Según refieren Gómez *et al.* (2002) esto posibilita un mayor número de plantas por kilogramo con relación al resto de los tratamientos, lo cual puede resultar beneficioso en el momento de realizar la siembra y propagación de la especie.

Tabla 6. Peso y cantidad de semillas.

Table 6. Seed weight and quantity.

Tratamiento	Especie	Peso de 1 000 semillas (g)	Número de semillas/kg
A (EFM)	<i>L. leucocephala</i>	58,8	17 007
	<i>L. diversifolia</i>	58,7	16 964
	<i>L. macrophylla</i>	58,3	16 904
B (AMJ)	<i>L. leucocephala</i>	61,8	16 181
	<i>L. diversifolia</i>	60,9	16 176
	<i>L. macrophylla</i>	60,5	16 173
C (JAS)	<i>L. leucocephala</i>	57,9	17 271
	<i>L. diversifolia</i>	57,4	17 264
	<i>L. macrophylla</i>	57,2	17 256
D (OND)	<i>L. leucocephala</i>	54,8	18 248
	<i>L. diversifolia</i>	54,6	18 236
	<i>L. macrophylla</i>	54,3	18 232

En las condiciones que se realizó este estudio y de acuerdo con los resultados, se concluye que las semillas de *Leucaena* se deben cosechar en el trimestre octubre-noviembre-diciembre, ya que resulta la opción más factible desde los puntos de vista económico y productivo; aunque teniendo en consideración la necesidad actual de semillas de esta planta, se puede recomendar la cosecha en los trimestres abril-mayo-junio y julio-agosto-septiembre, donde el costo no superó los \$5,00 por kilogramo y las producciones también son aceptables, lo cual permitirá hacer un uso más extensivo de estas accesiones en otras zonas.

Referencias bibliográficas

- Carvalho, N.M. & Nakagawa, J. 2000. Sementes: ciência, tecnologia e produção. Jaboticabal: FUNEP. 588 p.
- Clavero, T. 1998. *Leucaena leucocephala*. Alternativa para la alimentación animal. Centro de Transferencia de Tecnologías en Pastos y Forrajes. Universidad del Zulia, Venezuela. 78 p.
- Funes, F. 2004. Sistemas ganaderos agroecológicos. Experiencias del Instituto de Investigaciones de Pastos y Forrajes y su red de estaciones experimentales. Simposio Internacional sobre Ganadería agroecológica. La Habana. Cuba. p. 1
- Gómez, I. *et al.* 2002. Producción de semillas de *Leucaena leucocephala* cv. Ipil-Ipil en áreas de pastoreo de la premontaña Sierra Maestra. *Pastos y Forrajes*. 25:281
- 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 tres especies arbóreas en un contexto silvopastoril. Tesis presentada en opción al grado de Doctor en Ciencias. ICA. La Habana, Cuba. 118 p.
- 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.
- Lezcano, J.C. 2005. Micoflora asociada a semillas almacenadas de *Leucaena leucocephala* cv. Perú. Tesis presentada en opción al título de Maestro en Ciencias en Sanidad Vegetal. CENSA. La Habana, Cuba. 96 p.
- Matías, C. *et al.* 2000. Agrotecnia, producción, beneficio y conservación de semillas de plantas arbóreas. En: Taller Internacional "La semilla en la ganadería". EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. (cd-rom).
- Morrison, D. 1967. Multivariate statistical methods. Mc Graw-Hill Book Company. New York, USA. 150 p.
- Napompeth, B. & MacDicken, K.G. 1989. *Leucaena psyllid*: problem and management. Proceedings of an International Workshop. Bogor, Indonesia
- Obis, T. 1998. Análisis factorial, discriminante y cluster. Técnicas de investigación. Publicación docente. Departamento de Economía de la Empresa. Universidad Autónoma de Barcelona, España. 71 p.
- Peña, M. & Aira, A. 1996. Manejo y producción de un banco de semillas de *Leucaena leucocephala*. Resúmenes X Seminario Científico de Pastos y Forrajes. EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. 97 p.
- Ruaysoongnern, S. *et al.* 1989. The nutrition of *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit cv. Cunningham seedlings. I. External requirements and critical concentrations in index leaves of nitrogen, phosphorus, potassium, calcium, sulfur and manganese. *Australian Journal of Agricultural Research*. 40:1241
- Sacandé, M. 2000. Stress, storage and survival of neems seed. PhD Thesis Wageningen University. Wageningen, The Netherlands. 124 p.
- Sánchez, J.A. *et al.* 2004. Estudio ecofisiológico de semillas de interés agroforestal. *Biotechnología Aplicada*. 21 (3):172
- Silva, C.A. 1993. Microorganismos y deterioro. En: Aspectos relacionados con el deterioro de las semillas. *Revista ICA*. 28:140
- Simón, L. *et al.* 1998. Protagonismo de los árboles en los sistemas silvopastoriles. En: Los árboles en la ganadería. Tomo 1. Silvopastoreo. EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. p. 23
- Venter, A. van de. 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). McGraw Hill, Madrid, España. p. 24

Recibido el 2 de febrero del 2009

Aceptado el 15 de junio del 2009

Seed production of *Leucaena* spp. on acid soil

Abstract

This work was conducted on a of *Leucaena* spp. collection that was established on acid soil in the Villa Clara province, with the objective of studying the seed production performance of this shrubby species on this soil type. Four treatments were evaluated (A, B, C and D), which were defined through the four quarters of the year, distributed according to a completely randomized design; in addition, the phenology was observed. A highly significant variation ($P < 0,01$) in the total seed and pure seed yield, and the best result was obtained in treatment D. Besides, in this treatment the lowest weight of 1 000 seeds was observed, which represented a higher number of seeds per kilogram and a lower cost per kilogram of seed (\$ 4,80). Variation was observed regarding the phenology patterns of flowering and fructification of the different studied species and accessions. The harvest of seeds from *Leucaena* is concluded to be more economical when it is carried out in the last quarter of the year under the conditions this trial was conducted.

Key words: Acid soil, *Leucaena* spp., seeds

Introduction

The collection, processing and storage of seeds from the *Leucaena* species, is not a complex labor; they can be dried and stored at low temperature and humidity, following the conventional methods for forestry seeds. However, in Cuba the seed production of shrubby legumes in areas dedicated to the multiplication of pasture seeds, is a little generalized practice.

For implementing silvopastoral systems in the different livestock production areas of the country, in order to utilize best the large benefits they generate, obtaining the reproductive material is important, which constitutes a need within the Cuban current livestock production, according to Simón *et al.* (1998).

Leucaena, especially *Leucaena leucocephala*, has been object of many studies and it is the most planted species in agroforestry systems, besides being one of the forage legumes with better characteristics for livestock production (Funes, 2004). There are reasons for which leucaena has been widely used, among which the following stand out: its high biomass production (even in the dry season), its acceptability by different animal species and its regrowth capacity after cutting and/or browsing (Hernández, 2000). The combination of the attributes found in this tree is likely to be unique; however, it shows some limitations, such as: its adaptation to acid soils is low, particularly when they are associated to highly exchangeable aluminum (Ruaysoongnern *et al.*, 1989); its establishment is slow (Clavero, 1998); its productivity in the Asian and Pacific regions has been reduced (Napompeth and MacDicken, 1989) due to the attack of the psyllid insect (*Heteropsylla cubana*, Homoptera: Psyllidae) and its propagation is limited, very often, by low seed availability.

Due to the above-mentioned reasons, the objective of this work was to learn the performance of leucaena seed production under acid soil conditions.

Materials and Methods

The trial was conducted at the EEPF “Cascajal”, located in the central province Villa Clara, Cuba, on an Alitic soil, with pH 4,3. This soil shows organic matter contents between 2,0 and 5,0%, low base exchange capacity ($< 20,0$ cmol/kg) and a thick mocarrero layer in its profile (Hernández *et al.*, 2003).

The historical annual average (23 years) of rainfall is 1 265 mm, where 75% (948,75 mm) occurs in the rainy season (May-October) and 25% (361,25 mm) in the dry season (November-April). Mean temperature varies between 22,0 and 27,8°C, and relative humidity from 79 to 84%.

Table 1 shows the average values of maximum, minimum and mean temperature, and relative humidity, as well as total rainfall and evaporation in 24 hours. As can be observed, all the indicators reached very similar means in the four periods, except rainfall and evaporation.

One hundred and thirty seven accessions of *Leucaena* spp., 150 months old, were evaluated (table 2).

Design and treatments. A completely randomized design was used to determine the yield and quality of the seed produced by the *Leucaena* accessions, according to the four treatments, which were defined as the periods corresponding to the four quarters of the year: A) January-February-March; B) April-May-June; C) July-August-September; and D) October-November-December.

Experimental procedure. In a one-hectare area, with a population of 555 plants/ha four groups were randomly taken, which were marked to facilitate the programmed measurements and/or observations.

For the harvest moment the fact that more than 80% of the pods changed their color from green to light brown was taken as indicator. The pod harvest was manually performed and they were pre-dried under sunlight and threshed with a thin piece of wood. Seed drying was completed under shade until reaching between 8 and 10% moisture.

Afterwards, the seeds were cleaned and stored (for 6 and 18 months), under ambient conditions.

Measurements. In each treatment tree height was measured at the moment of the harvest; all the pods in optimum status to produce seeds were harvested. In 100 randomly chosen pods their length was measured, as well as the number of seeds contained in them; the size of the latter was measured and their size was observed; the total seed yield, pure seed yield and weight of 1 000 seeds were determined. The number of harvests performed was 3, 2, 2 and 2, for treatments A, B, C and D, respectively, according to pod maturation.

In order to evaluate the economic results of all the plants under study, the expenses in salaries, materials and the time used in each activity were taken into consideration; this allowed to determine the production cost of the seed kilogram according to the treatments used.

Statistical processing. An ANOVA was made according to lineal model of simple classification; the means were compared through Duncan's test (Duncan, 1955) for 1 and 5% significance, after verifying they fulfilled the normal distribution and variance homogeneity adjustment.

In addition, the Main Component Analysis (MCA) (Morrison, 1967) was used, in which those main components that showed values higher than 1 and sum or preponderance factors higher than 0,70 were taken as analysis criterion, with the purpose of transforming the abiotic factors measured (climatic variables), in a reduced set of independent factors that represent the selected variable. The practical application was carried out by means of the Varimax orthogonal method through the statistical program SPSS® version 11,5 for Microsoft® Windows® (Visuata, 1998).

Results and Discussion

The plant height and seed yield of the accessions of each species had a similar performance, in the rainy as well as in the dry season, which is why they appear in the tables per species and not per accessions. Table 3 shows such indicators and the production cost.

The height varied significantly ($P < 0,001$) and the highest values coincided with treatment D, where the plants reached the oldest age mainly in the accessions of *L. leucocephala* and *L. diversifolia*. Likewise, total seed and pure seed yield varied; for the first indicator similar results were found between treatments B and D, while in the second indicator the best value was obtained in D, which coincided with a high total seed yield, for which it can be stated that at more height better seed yields can be expected. It is valid to express that the plants of the above-mentioned accessions also stood out in these indicators.

This could have been influenced by different factors, although it is valid to emphasize that during the study the climate remained pretty stable (table 1) and was not propitious for the appearance of diseases, mainly the fungal ones, which are considered direct causes of seed damage (Lezcano, 2005), because they cause remarkable losses in seed production and quality, in addition to the decrease of germination, discoloration, weight loss and deterioration. The latter, according to Silva (1993), causes vigor reduction, non uniform emergence and yield decrease in seeds.

The results in production (mainly in the species *L. leucocephala*), although low as compared to the ones obtained by Matías *et al.* (2000), are significant, especially if it is considered that the study was conducted on acid soil, which is a limitation for the growth and development of many forage plants.

In this sense, Peña and Aira (1996), when studying the seed production of *L. leucocephala* in Guantánamo obtained high yields, possibly due to the exceptional climatic conditions in this region.

The production occurred in May, August and from September to December; this last month was the one with the highest production (118 accessions produced seeds, which means 81,3%). The most outstanding accessions belong to *L. leucocephala*: CIAT-17478 (3,4 kg); CIAT-17493 (2,5 kg); CIAT-17263 (2,3 kg) and cv. Peru (4,2 kg). This shows the superiority of this species as compared to the others. It should be stated that the accessions belonging to *L. shannonii* and *L. lanceolata* did not produce seeds during the research period. The observations made in these accessions coincide with the results from the studies conducted by Sacandé (2000) and Venter (2000), who reported that in certain environments some species do not produce fruits, as happened in *L. esculenta* when it was established in low hills in Hawaii. This performance could have been due to the fact that phenological patterns are manifested differently when the trees grow away from their native zones.

On the other hand, the edaphoclimatic conditions, which in certain places are not adequate for plants to show their capacity of reproduction and adaptation to the environment in which they live (Hidalgo, 2003); as well as their genetic expression in certain environments or physiological stress could have influenced it. This characteristic of producing flowers, pods and seeds on this soil type is very important, because it shows the struggle of species with the environment for survival. Its importance lies on the fact that the seed is the starting point for any farming system to be developed. For such reasons, the knowledge of the flowering and fructification period of trees, the characteristics of their seeds, as well as their processing after harvest, and the indicators and conditions for their storage, is necessary.

Regarding the calculated values for the production costs per kilogram of seed, the lowest cost was obtained in treatment D, which could have been due to the higher yield; while the highest cost belonged to treatment A, where the seed production was the lowest and besides a higher number of harvests had to be made, as a product of the little uniformity in pod maturation. The performance of the different individuals showed variation, for which neither generalized nor arbitrary criteria should be established from the evaluated indicators, but for each one individually.

The environmental factors can have significant effects on the seed production potential (Carvalho and Nakagawa, 2000). That is why the most related factors were determined, for which the MCA was used (table 4). A cumulative variance of 77,01% was detected in the first three components.

The variables that best explained the variance in the first component (41,80%) were maximum, mean and minimum temperature, which were positively related among themselves; the second component extracted a variance of 23,30%, which was explained by mean and minimum relative humidity and evaporation (negatively); while the third component was explained mainly by the maximum relative humidity.

In general, the variables were well represented for the three components, because the variance explained by the values of r for all the variables was higher than 70% (Obis, 1998), except for rainfall, which indicates that this variable was little represented by the three components and that probably a fourth factor is needed to gather information from it. The climatic factors with the highest influence on the seed production potential of leucaena were maximum temperature, maximum relative humidity and mean relative humidity; although the results of the main component analysis emphasize maximum temperature as the indicator most related to this performance.

The mean length of the pods and the number of seeds per pod are shown in table 5. In the first indicator similar results were found between treatments C and D; while in the second indicator the best value was obtained in treatment D.

There was a trend towards the increase of the values in both indicators from treatment A to D. The higher value of these yield components in treatment D, could have been one of the causes that determined the highest production in this period; this could have been also due to different factors such as plant height, genetic differences, maturation conditions, seed size or type of dormancy (Sánchez *et al.*, 2004).

Regarding the weight of 1 000 seeds (table 6) the lowest value was found in treatment D, which determined that a higher number of seeds per kilogram occurred in this treatment. According to Gómez *et al.* (2002) this allows a higher number of plants per kilogram as compared to the other treatments, which can be beneficial at the moment of conducting the planting and propagation of the species.

In the conditions under which this study was conducted and according to the results, it is concluded that *Leucaena* seeds should be harvested in the quarter October-November-December, because it is the most feasible option from the economic and productive points of view; although taking into consideration the present need for seeds of this plant, harvest can be recommended in the quarters April-May-June and July-August-September, in which the cost did not exceed \$5,00 per kilogram and the productions are also acceptable, which will allow to make a more extensive use of these accessions in other zones.