

EVALUACIÓN DE 57 ACCESIONES DE ARBOLES Y ARBUSTOS FORRAJEROS DURANTE EL PERÍODO DE ESTABLECIMIENTO

Odalys C. Toral

Estación Experimental “Indio Hatuey” Central España Republicana, CP 44280, Matanzas, Cuba E-mail: otoral@indio.atenas.inf.cu

Introducción

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

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

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

Por estas razones, el objetivo de esta investigación estuvo encaminado a **seleccionar las accesiones de arbóreas de mejor comportamiento durante el período de establecimiento**.

Materiales y métodos

Ubicación geográfica del área experimental

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

Características edafoclimáticas

El suelo donde se llevó a cabo la fase experimental está clasificado como Ferralítico Rojo lixiviado (Hernández et al., 1999)

Las precipitaciones ocurridas en el período experimental oscilaron entre 1 103 y 1 800 mm

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

Tratamientos

Los tratamientos lo constituyeron 57 accesiones de árboles y arbustos forrajeros. Se utilizó un diseño totalmente aleatorizado con 10 repeticiones por accesión.

Procedimiento experimental

La preparación del suelo en el área de campo *arboretum* se efectuó por el método tradicional (aradura, grada, cruce y grada), teniendo en cuenta el tipo de suelo, el cultivo precedente y el grado de infestación de malezas. Luego se surcó a una profundidad aproximada de 30,0 cm, donde se plantaron los 10 mejores individuos de cada accesión seleccionada en la fase de vivero, los cuales contaban con una altura promedio de 30-40cm con tres meses de edad. La distancia entre surcos fue de 5,0 m, mientras que los árboles se sembraron con una separación de 4,0 m entre cada individuo.

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

El control del enyerbamiento se efectuó a través de chapeas manuales y mecanizadas con el objetivo de facilitar el establecimiento de los tratamientos.

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

Variables medidas y estimadas

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

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

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

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

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

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

Resultados

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

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

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

Tabla 1. Relación entre las variables e indicadores que explican la varianza.

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

Se realizó el análisis de conglomerados, a partir de la matriz de resultados, y se detectaron cuatro grupos. En la tabla 2 se muestran los grupos, formados con las accesiones pertenecientes a cada uno de ellos. En el grupo I, formado por 22 accesiones, se destacan las del género *Leucaena* con 10, *Bauhinia* spp con 4 y *Enterolobium* spp con dos accesiones respectivamente. En el grupo II se incluyen 15 accesiones, con preponderancia para las albizias o algarrobos, y los restantes grupos estuvieron representados por especies distintas y, por ello, con una sola accesión.

Tabla 2. Accesiones pertenecientes a los grupos formados.

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

Como se aprecia en la tabla 3, las 22 accesiones que formaron el grupo I fueron las que tuvieron el máximo de contribución positiva, lo que demuestra que estas accesiones sobresalieron en la generalidad de los indicadores estudiados. Así, los meses transcurridos para el establecimiento oscilaron entre 7 y 14 (11,5 meses como promedio) y la altura entre 2,0 y 2,39 m, con una media que superó el criterio establecido. Además, se pudo observar que la supervivencia de estas accesiones en este período osciló entre 80 y 100%, con excepción de *B. reticulata* y *P. discolor*.

Tabla.3. Contribución de las variables a la formación de los grupos.

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

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

Durante este período de evaluación, el grado de afectación por plagas y enfermedades fue entre incipiente y ligero.

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

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

Discusión

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

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

A todo ello se suma que las arbóreas multipropósitos poseen mecanismos morfológicos, como la presencia de un profundo sistema radical con raíces secundarias y de otros órdenes, que les permite absorber los nutrientes de las capas

más profundas del subsuelo; mientras que la disposición de las hojas y la arquitectura de las plantas les permite hacer un uso mayor de la radiación solar (Simón et al., 2005), aspectos que favorecieron su desarrollo.

Por otra parte, se debe tener en cuenta que existen especies que manifiestan un alto grado de especificidad y tienen la capacidad de adaptarse a ambientes particulares, debido a que aprovechan bien su metabolismo y las sustancias de reserva las invierten en mantener su funcionamiento. Todos estos factores, combinados y en plena interacción, pudieron haber propiciado que en esta etapa se destacaran 22 accesiones, distribuidas en 10 de *Leucaena* spp., cuatro de *Bauhinia*, dos de *Enterolobium* y una de *Albizia*, *Cassia*, *Moringa*, *Morus*, *Pithecellobium* y *Gmelina*, respectivamente (tablas 2 y 3).

Es interesante subrayar que todas estas accesiones crecieron en condiciones de ambiente estresante, si se parte del hecho de que el suelo donde se llevó a cabo este experimento es de mediana fertilidad y está caracterizado por sus bajos contenidos de fósforo y contenidos medios de nitrógeno, y que durante esta etapa no se aplicó riego ni fertilización.

El amplio rango de variación alcanzado entre las accesiones, en los indicadores medidos y estimados, se puede considerar alto, ya que resultó superior al 80% (tabla 1); aspecto que pudo deberse a la relación contrastante que existió entre las variables estudiadas en esta etapa experimental, fundamentalmente la altura y los meses que demoran las plantas para el establecimiento, cuyo contraste indica que no todas las plantas fueron más altas con el aumento de la edad, por lo que el desarrollo no solo se manifiesta en el aumento de la altura, sino también en el engrosamiento del fuste y las ramas, así como en el aumento de estas en número, junto con el de las hojas.

Los valores de los indicadores medidos, como los meses que demoran las plantas para establecerse y la altura al establecimiento, se comportaron de forma satisfactoria para el grupo I, según lo indicado en la tabla 3. Igual comportamiento tuvo la supervivencia. Se pudo observar que la altura de las plantas se incrementó con la edad, hasta los 12 meses después de plantadas las accesiones. Inicialmente, entre los dos y cuatro meses, se presentó un crecimiento lento, que pudo deberse al estrés causado en el momento del trasplante. Es posible que las fluctuaciones detectadas fueran de índole específica y/o varietal, ya que las precipitaciones durante el tiempo que duró esta etapa de establecimiento (un año) fueron aceptables (entre 1 140 y 1 225 mm anuales) y no parecieron desempeñar un papel decisivo en términos de velocidad de establecimiento, ya que la recuperación que siguió a esta primera etapa permitió alcanzar un desarrollo aceptable de todas las especies, las que demoraron como promedio 19 meses para establecerse, con muy contadas excepciones. Este lento crecimiento de las plantas durante los primeros cuatro meses coincide con lo reportado por Francisco (2002), quien obtuvo resultados similares en *G. sepium* y lo relacionó con el estrés que sufrieron las plantas al ser trasladadas al campo.

Un análisis global de la información (tablas 1 a la 3) muestra resultados importantes y novedosos para Cuba, tanto metodológica como técnicamente. Este primer año de evaluación permitió conocer la persistencia de las diferentes accesiones en condiciones estresantes, las cuales no se presentaron en la etapa de vivero, donde se garantizaron condiciones controladas para el desarrollo de las plántulas, principalmente el suministro de humedad suficiente y estable, así como el escarde de las plantas indeseables que compiten por el agua y la luz (Alonso et al., 1999).

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

El hecho de que las afectaciones por plagas no se relacionaran con las demás variables, obedece al estrecho rango de variación, en términos de valor absoluto,

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

Un resultado interesante observado en la etapa de establecimiento lo constituyó la fenología. En este sentido, se comprobó que un grupo de especies arbóreas no mostraron todas las fases fenológicas durante el período experimental y se mantuvieron en fase vegetativa, lo cual pudo estar motivado por las condiciones climáticas, así como también por el corto período de evaluación para este indicador, donde no tuvieron tiempo para expresar su fenología completa.

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

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

Los resultados del presente estudio son similares a los presentados por autores como Daubenmire (1972); Frankie, Baker y Opler (1974); Matías, González, Alonso, Tang y Delgado (1993); Borchert (1994); Cornelius (1996); Anon (1997, 2000) y Echevarría, Rodríguez, Morales, Vera, Espín, Corrales, Fuentes y Pérez (2000), para las especies *A. lebbeck*, *G. sepium*, *Bauhinia sp.*, *E. berteroana*, *P. dulce*, *E. cyclocarpum*, *E. contortisiliquum* y *L. leucocephala*, donde se ha notado la existencia de fluctuaciones anuales y tendencias supranuales en la fenología de estas especies en diferentes condiciones edafoclimáticas de Costa Rica y en bosques estacionalmente secos, en Honduras y en Cuba.

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

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

Conclusiones

Luego del transplante a campo, 22 accesiones alcanzaron una altura promedio de 2,11 m entre los 7 y 14 meses (11,5 meses como promedio), lo que superó el criterio establecido para el establecimiento.

La supervivencia de estas accesiones en este período osciló entre 80 y 100%, con excepción de *B. reticulata* y *P. discolor*.

Bibliografía

- ANON. 1997. Nota técnica sobre Manejo de semillas forestales. *Pithecellobium saman* (Jacq.) Benth. Proyecto Semillas Forestales del CATIE (PROSEFOR). Turrialba, Costa Rica. No. 9, sept. 2 p.
- ANON. 2000. Nota técnica sobre Manejo de semillas forestales. *Enterolobium contortisiliquum* (Vellozo) Morong. Proyecto Semillas Forestales del CATIE (PROSEFOR). Turrialba, Costa Rica. No. 104, julio. 2 p.
- BORCHERT, R. 1994. Water status and development of tropical trees during seasonal drought. *Trees*. 8:115-125
- CORNELIUS, J. 1996. Fenología de 16 especies forestales del Valle de Comayagua, Honduras. *Boletín Mejoramiento genético y semillas forestales*. 13:4
- DAUBENMIRE, R. 1972. Phenology and other characteristics of tropical semideciduous forest in Northwestern Costa Rica. *J. Ecol.* 60:147-170
- FRANCISCO, ANA GERALDINE. 2002. Nota técnica: Evaluación de una plantación de *Gliricidia sepium* durante el período de establecimiento. *Pastos y Forrajes* 25: 155
- FRANKIE, G.W., BAKER, H.G. & OPLER, P.A. 1974. Comparative phenological studies of trees in tropical wet and dry forests in the lowlands of Costa Rica. *J. Ecol.* 72:75-91
- HERNÁNDEZ, A.; PEREZ, J.M.; BOSCH, D.; RIVERO, L.; CAMACHO, E.; RUIZ, J.; JAIME, E.; MARSON, R.; OBREGON, A.; TORRES, J.M.; GONZALEZ, J.E.; ORELLANA, R.; PANQUE, J.; MESA, A.; FUENTES, ENMA; DURAN, J.E.; PENA, J.; CID, G.; PONCE, D.; HERNANDEZ, MAYDA; FROMETA, E.; FERNANDEZ, LIBIA; GARCES, N.; MORALES, MARISOL; SUAREZ, ALBIA; MARTINEZ, E. & RUIZ, J.M. 1999. Clasificación genética de los suelos de Cuba. Instituto de Suelos. Ministerio de la Agricultura. AGRINFOR. Ciudad de La Habana, Cuba. 64 p.
- 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
- MATÍAS, C.; GONZÁLEZ, YOLANDA; ALONSO, O.; TANG, M. & DELGADO, A. 1993. Tecnología de producción de semilla. Producción, beneficio y tratamientos de semillas de *Leucaena leucocephala*. EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. 18 p. (Mimeo)
- SANS, F. & MASALLES, R. 1998. Fenología de las primeras etapas de la sucesión secundaria tras el abandono de los cultivos en la Comarca de "Las Ganigas". *Lazarva*. 10:169-179
- SIMÓN, L.; HERNÁNDEZ, I. & OJEDA, F. 2005. Protagonismo de los árboles en los sistemas silvopastoriles. En: El Silvopastoreo: Un nuevo concepto de pastizal. (Ed. L. Simón). Editorial Universitaria. Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala. p. 21
- SORENSSON, C.; SHELTON, H.M.; AUSTIN, M.T. & BREWBAKER, J.L. 1993. Seedling growth of cultivars and hybrids within the genus *Leucaena*. *Tropical Grassland*. 27:45
- WENCOMO, HILDA., HERNANDEZ, L. & SEGUÍ, ESPERANZA. 2001. Comportamiento de accesiones de *Leucaena* spp. en la fase de establecimiento. *Pastos y Forrajes*. 24:115
- WILDIN, J.H. 1986. Tree *Leucaena*-to feed, shade and fertilizer too. Queensland Department of Primary Industries. Brisbane, Queensland. Extension Bulletin RQR 86003. p. 12