

Comportamiento de especies arbóreas forrajeras en condiciones de vivero

Performance of forage tree species under nursery conditions

Odalys C. Toral

Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey"

Central España Republicana CP 44280, Matanzas, Cuba.

E-mail: odalys.toral@indio.atenas.inf.cu

Resumen

Se estudió el comportamiento de 60 accesiones de arbóreas en condiciones de vivero, con el objetivo de caracterizar plantas arbóreas y arbustivas forrajeras y profundizar en las posibles variaciones entre especies. De acuerdo con el análisis de componentes principales existió una gran variabilidad (36%) en la primera componente, y a ello contribuyeron los indicadores, altura inicial, grosor del tallo, altura a los 90 días y afectaciones por plagas. Además, una buena parte de este porcentaje también se explicó por la contribución de las enfermedades (plano CP1-CP3). De los seis grupos formados, el IV y el VI (*L. longistylus*, *Schizolobium* sp., *M. nigra* y *T. gigantea*) mostraron un 63% de contribución positiva de las variables; mientras que las accesiones del grupo I fueron las menos sobresalientes. Se concluye que la germinación, la supervivencia y el grosor del tallo tuvieron una gran influencia en el desarrollo de las plántulas en la fase de aviveramiento, por lo que, junto al indicador altura de la planta, se deben tomar en consideración para determinar el momento óptimo de transplante. *L. longistylus*, *Schizolobium* sp., *M. nigra* y *T. gigantea* fueron las especies más destacadas en cuanto a los caracteres estudiados.

Palabras clave: árboles, germinación, supervivencia

Abstract

The performance of 60 tree accessions was studied under nursery conditions, with the objective of characterizing forage trees and shrubs and further evaluating the possible variations among species. According to the main component analysis there was a high variability (36%) in the first component and the indicators initial height, stem diameter, height 90 days after planting and pest incidence contributed to it. In addition, a good part of this percentage was also explained by the contribution of diseases (plane CP1-CP3). From the six groups formed, IV and VI (*L. longistylus*, *Schizolobium* sp., *M. nigra* and *T. gigantea*) showed 63% positive contribution of the variables; while the accessions in group I were the less outstanding. Germination, survival and stem diameter were concluded to have high influence on the development of seedlings in the nursery stage, for which, together with the indicator plant height, they should be taken into consideration to determine the optimum moment of transplantation. *L. longistylus*, *Schizolobium* sp., *M. nigra* and *T. gigantea* were the most outstanding species regarding the studied characters.

Key words: Trees, germination, survival

Introducción

En la actualidad, la utilización de los árboles y arbustos en la ganadería es una práctica común en varias regiones del mundo, lo que significa un reto para la ganadería tropical moderna, que

Introduction

Nowadays, the use of trees and shrubs in livestock production is a common practice in several regions of the world, which means a challenge for modern tropical livestock

se debate en la disyuntiva de incrementar la producción de leche y carne en forma acelerada para suplir la creciente demanda de la población, además de garantizar la conservación de los recursos naturales y el ambiente.

La implantación de los sistemas silvopastoriles en Cuba ha propiciado el desarrollo de experiencias positivas en el manejo de los pastizales de gramíneas y leguminosas, las cuales han sido establecidas incluyendo especies arbóreas en el mismo sistema de explotación (Simón *et al.*, 2005).

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

Materiales y Métodos

Tratamientos. Estuvieron constituidos por 60 accesiones de arbóreas. Se empleó un diseño de clasificación simple con arreglo factorial y diez réplicas por accesión.

Procedimiento experimental. Para el aviveramiento de las plántulas se emplearon bolsas horadadas de 28 x 13 cm, donde se depositó un sustrato compuesto por 70% de suelo y 30% de materia orgánica.

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

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

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

production that debates in the alternative of rapidly increasing milk and production to supply the growing demand of population, in addition to guaranteeing the conservation of natural resources and the environment.

The implementation of silvopastoral systems in Cuba has favored the development of positive experiences in the management of pasturelands of grasses and legumes, which have been established including tree species in the same exploitation system (Simón *et al.*, 2005).

Nevertheless, there is little information on the performance of tree species in their first development stages, for which the objective of this work was to characterize forage trees and shrubs under nursery conditions and further evaluate the possible variations among species.

Materials and Methods

Treatments. They were constituted by 60 tree accessions. A simple classification design with factorial arrangement and ten replications per accession was used.

Experimental procedure. For the nursery stage of the seedlings, 28 x 13 cm pierced bags were used, in which a substratum composed by 70% soil and 30% organic matter was placed.

Before planting the weeds and surface crust were eliminated, weeding the surface or pressing the top part of the bag until loosening the soil. The seeds (three per bag) were placed at the center of the container and sown after harvesting, without performing any treatment on them.

For each accession 40 bags were planted, with the objective of evaluating only the 20 bags in the center; while the 20 others were used to avoid the edge effect of the neighboring species.

All the material sown in the nursery (40 bags per accession) received daily irrigation (8:30-10:00 a.m. and 3:00-4:30 p.m.), for maintaining the humidity necessary for germination and development of the seedlings.

With the objective of leaving only one seedling per bag (the most vigorous), a negative selection was made when the seedlings reached an average height of 7 cm.

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

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

Variables medidas o estimadas

Germinación. Se determinó mediante el conteo de las plántulas emergidas, cada tres días a partir de la siembra hasta los 30 días.

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

Altura. Después de concluida la prueba de germinación y cada siete días, se midió la altura.

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

Grosor del tallo. Esta medición se realizó cuando la plántula alcanzó 20 cm de altura, con una frecuencia de siete días.

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

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

Análisis matemático. Para la comparación de las accesiones se tomó el valor medio de todas las observaciones y se conformó una matriz de comparación.

La variabilidad y la relación entre los indicadores se obtuvo mediante un análisis de

As nursery period the time that passed since planting until the transfer of the seedlings to field conditions or evaluation stage was considered, which ended when they reached a height between 30 and 40 cm.

Measured or estimated variables

Germination. It was determined by counting the emerged seedlings, every three days since planting until they were 30 days old.

Survival. Since 30 days after planting and every seven days, survival counts were carried out in the germinated seedlings.

Height. After concluding the germination test and every seven days, height was measured.

Number of leaves. From 30 days after planting and every seven days, the number of leaves was counted.

Stem diameter. This measurement was carried out when the seedling reached 20 cm high, every seven days.

Plant health observations. Since 30 days after planting and every seven days, the pest and disease incidence rate was determined according to the value scale from 1 to 5, where:

- I-very high incidence degree (100% affected leaf area)
- II-high incidence degree (50% affected leaf area)
- III-moderate incidence degree (25% affected leaf area)
- IV-slight incidence degree (10% affected leaf area)
- V-incipient incidence degree (1% affected leaf area)

Mathematical analysis. For comparing the accessions the mean value of all the observations was taken and a comparison matrix was formed.

The variability and relationship among indicators was obtained by means of a main component analysis (MCA); while in the grouping of treatments with similar characteristics, regarding the measured and/or estimated variables, the cluster analysis was used. Before this analysis such values were typified, so that all had the same bearing on class or group formation. The statistical pack SPSS version 10.0 (Visauta, 1998) was used.

componentes principales (ACP); mientras que en la agrupación de los tratamientos con características semejantes, en función de las variables medidas y/o estimadas, se empleó el análisis de conglomerados. Previamente a este análisis se tipificaron dichos valores, de forma tal que todos tuvieran el mismo peso en la formación de las clases o grupos. Se utilizó el paquete estadístico SPSS versión 10.0 (Visauta, 1998).

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

En el caso de los indicadores plagas y enfermedades se tomó el valor inverso, ya que las medias mayores a la media poblacional significaron una mayor afectación.

Resultados

En la tabla 1 se indican los resultados del ACP. En función de los indicadores medidos y estimados para los tratamientos, se comprobó que la variabilidad acumulada de las tres primeras componentes fue alta, y que la primera componente (CP1) extrajo un 35,73%. Los indicadores que mejor explicaron el porcentaje de variación en este eje, los cuales se relacionaron positivamente, fueron la altura inicial, el grosor del tallo, la altura a los 90 días y las afectaciones por plagas, aunque este último indicador mostró una aceptable representatividad en la CP2, por cuanto se explica en el plano CP1-CP2; también

In order to obtain the contribution of the variables to group formation, the following procedure was followed: after the groups were formed (through the automatic classification analysis) the mean was determined for each indicator, from the data matrix obtained in each group and, afterwards, the population mean of all the groups was calculated for each indicator. In the case of variable contribution (positive as well as negative), it was taken as base that the total of indicators represented 100%; thus, all those indicators that exceeded the population mean in each group were identified as positive and all the ones that were below, as negative. After pre-fixing the number of indicators (positive and negative) the percentage value with regards to the total was determined, by proportions.

In the case of the indicators pests and diseases the inverse value was taken, because the means higher than the population mean represented higher incidence.

Results

Table 1 shows the results of the MCA. Regarding the measured and estimated indicators for the treatment, it was proven that the accumulated variability of the first three components was high and that the first component (CP1) extracted 35,73%. The indicators that better explained the variation percentage in this axis, which were positively related, were initial height, stem diameter, height 90 days after planting and pest incidence, although this latter indicator showed acceptable representativeness in CP2, for which it is explained in the plane CP1-CP2; a good part of the accumulated variation percentage was explained by the contribution of diseases in the plane CP1-CP3.

The second component (CP2) extracted 21,12% of the variance and the most related variables with this axis were survival and germination, which were inverse to pests, indicator that was also related to the axis even when its highest contribution was obtained in CP1.

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

Table 1. Relationship among variables and indicators that explain the variance.

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

una buena parte del porcentaje de variación acumulada se explicó por la contribución de las enfermedades en el plano CP1-CP3.

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

La tercera componente (CP3) sólo extrajo un 17,30% de la varianza y en su formación contribuyó, fundamentalmente, el número de hojas que interactuó en sentido contrario a las enfermedades, explicado en el plano CP3-CP1.

Al realizar el análisis de conglomerados, sobre la base de los indicadores medidos y estimados durante esta fase, se formaron seis grupos. En la tabla 2 se muestran las accesiones pertenecientes a cada uno de los grupos. En el grupo I, donde se incluyen 44 accesiones, se destacaron *Leucaena* y *Albizia* por el número de accesiones con que aparecen representados; mientras que en el grupo II se destacó *Bauhinia*. Los restantes grupos estuvieron representados por diferentes especies, que a su vez constituyeron las accesiones.

Cuando se compararon los valores medios de cada grupo con la media poblacional, las accesiones que formaron los grupos IV y VI

The third component (CP3) only extracted 17,30% of the variance and in its formation mainly the number of leaves that interacted contrary to diseases, explained in the plane CP3-CP1.

When performing the cluster analysis, based on the measured and estimated indicators during this stage, six groups were formed. Table 2 shows the accessions belonging to each group. In group I, where 44 accessions are included, *Leucaena* and *Albizia* stood out for the number of accessions that represent them; while in group II *Bauhinia* stood out. The other groups were represented by different species, which in turn constituted the accessions.

When the measured values of each group were compared to the population mean, the accessions that formed groups IV and VI showed 63% positive contribution (table 3); while *P. dulce* (group V) contributed 25%. Within group IV, formed by the accessions *Schizolobium sp.* and *L. longistylus*, good indexes of germination (87%), survival (77%), initial height (16 cm) and little incidence of pests and diseases were reflected; while the accessions of group VI (*Morus nigra* and *T. gigantea*) showed the best height values 90 days after planting (50 cm) and stem diameter (1,0 cm); the other indicators had similar performance to group IV.

Group II had good initial height (20 cm), height 90 days after planting (86 cm), stem

Tabla 2. Accesiones pertenecientes a los grupos formados.

Table 2. Accessions belonging to the groups formed.

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

mostraron una contribución positiva de 63% (tabla 3); mientras que *P. dulce* (grupo V) contribuyó en un 25%. Dentro del grupo IV, formado por las accesiones *Schizolobium* sp. y *L. longistylus*, se reflejaron buenos índices de germinación (87%), supervivencia (77%), altura inicial (16 cm) y pocas afectaciones por plagas y enfermedades; mientras que las accesiones del grupo VI (*Morus nigra* y *T. gigantea*) mostraron los mayores valores de altura a los 90 días (56 cm) y grosor del fuste (1,0 cm); los demás indicadores se comportaron similares a las del grupo IV.

El grupo II tuvo una buena altura inicial (20 cm), altura a los 90 días (86 cm), grosor del fuste (0,59 cm) y número de hojas (29).

Sin embargo, la germinación y la supervivencia se comportaron por debajo de la media poblacional. En este grupo, las accesiones *B. variegata*, *Bauhinia* sp. y *G. sepium* sobresalieron por sus buenos índices en los indicadores antes mencionados.

La accesión del grupo III mostró mejores índices de supervivencia (71%) y grosor del fuste (0,45 cm); mientras que la accesión del grupo V

diameter (0,59 cm) and number of leaves (29). However, germination and survival were below the population mean. In this group, the accessions *B. variegata*, *Bauhinia* sp. and *G. sepium* stood out for their good values in the above-mentioned indicators.

The accession of group III showed better survival rates (71%) and stem diameter (0,45 cm); while the accession of group V (*P. dulce*) only stood out in number of leaves (18) and had a similar performance to the average in the rate of pest incidence (3); the other indicators were below the population mean.

The accessions of group I had the worst performance in all the indicators studied and never exceeded the population mean.

With regards to attacks by pests, the incidence of *Colapsis brunnea* Fabricius was observed in most species, with an incidence rate from incipient to moderate, according to the pre-fixed scale, with the exception of the *Erythrina* accessions, which were affected by *Terastia meticulosellus* Gueneé (stem borer) in similar magnitude.

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

Table 3. Contribution of the variables to group formation.

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

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

(*P. dulce*) solo se destacó en el número de hojas (18) y se comportó similar al promedio en el índice de afectación por plagas (3); el resto de los indicadores se comportaron por debajo de la media poblacional.

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

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

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

Discusión

De acuerdo con los resultados del ACP, es posible afirmar que existió un alto contraste entre las accesiones, demostrado por la alta variabilidad acumulada, en función de los indicadores medidos o estimados.

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

In addition, chlorosis symptoms were observed, which could have been caused by fungus or bacteria, because moist and dry lesions were observed.

Discussion

According to the results of the MCA, it is possible to state that there was high contrast among the accessions, proven by the high accumulated variability, regarding the measured or estimated indicators.

In this sense, a high differentiation was present among the studied variables, particularly for initial height, height 90 days after planting, stem diameter, germination and pest incidence; aspects that certainly contributed in the grouping of the accessions and their later selection.

This indicates that these variables characterized the development of the seedling in this growth stage, which reasserts the existence of high phenotypical variability in the population and, especially, in the indicators of plant development and the incident stress degree during that period.

Similar results were reported by Hernández and Seguí (1998), who when evaluating a wide collection of *Leucaena* spp. obtained a very effective variability (60,4%) in the first component, when analyzing such variables as stem diameter, plant height and number of branches, in the nursery stage.

Also Wencomo *et al.* (2003) worked with this collection, formed by 145 accessions of *Leucaena* spp. and found an accumulated

Ello indica que estas variables caracterizaron el desarrollo de la plántula en esta fase de crecimiento, lo que reafirma la existencia de una gran variabilidad fenotípica en la población y, de modo sobresaliente, en los indicadores del desarrollo de las plantas y el grado de estrés incidente durante este período.

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

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

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

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

Aunque la varianza en CP2 sólo alcanzó un valor de 21,12%, esta se puede considerar aceptable, sobre todo si se tiene en cuenta su valor

variance of 76,8% in the first two components, when similar indicators to the ones in this work were used, during the nursery stage, which were positively related and contributed strongly to the later grouping of the accessions.

All the above-expressed indicates that, independently from the existing edaphoclimatic conditions during this stage, the populations and particularly these accessions, can express remarkable variation among individuals for some indicators and thus be grouped regarding those variables, which represents a positive element in the evaluation work.

In addition, variability was observed to be well distributed, because the proper value in all cases was higher than one, acceptable value for the variability corresponding to each indicator to be related more effectively to each axis, in correspondence with this type of analysis (Philippeau, 1986). For such reason, all the indicators taken into consideration were included in the grouping of these accessions through the cluster analysis, which results will be discussed later.

Although the variance in CP2 only reached 21,12%, it can be considered acceptable, especially if its proper value is considered. This indicates that germination and survival, as well as the effect caused by the presence of pests, can constitute indicators of contrast between the studied trees and shrubs, and that such indicators, based on the principle of the MCA, were not related to the previously analyzed ones. This is completely logical if the nature and transcendence of such indicators is analyzed, which can have incidence in a very independent way.

However, the effective relationship established for CP2 between germination and survival, as well as the contrast with the presence of pests and diseases, is a consequence of the development of seedlings, because survival can only be expected from the material that germinates and is not considerably affected later by the stress produced due to the incidence of pests and diseases on small seedlings. These variables were inversely expressed to the two former ones, that is, affecting, germination or survival.

propio. Ello indica que la germinación y la supervivencia, así como el efecto provocado por la presencia de plagas, pueden constituir indicadores de contraste entre las arbóreas y las arbustivas estudiadas, y que dichos indicadores, sobre la base del principio del ACP, no tuvieron relación con los analizados con anterioridad. Ello es totalmente lógico si se analiza la naturaleza y la transcendencia de tales indicadores, los cuales pueden incidir de modo muy independiente.

Sin embargo, la relación efectiva que se estableció para la CP2 entre la germinación y la supervivencia, así como el contraste con la presencia de plagas y enfermedades, es una consecuencia del desarrollo de las plántulas, pues solo se puede esperar supervivencia de todo aquel material que germine y después no se afecte considerablemente por el estrés producido por la incidencia de las plagas y enfermedades en las pequeñas plántulas. Estas variables se expresaron en sentido inverso a las dos anteriores, es decir, afectando, la germinación o la supervivencia.

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

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

Al comparar las accesiones entre sí, fue posible comprobar la existencia de resultados alentadores, ya que algunas tuvieron un comportamiento muy positivo al utilizar el análisis de conglomerados; ello estuvo estrechamente relacionado con las respuestas contrastantes que se manifestaron entre los tratamientos, efecto que motivó una considerable diferenciación individual

In the third axis (CP3), with low percentage of total variance (17,30%), the disease incidence and number of leaves, which were contrary oriented, contributed decisively. According to the variance value this component extracted, it can be deduced that the bearing of number of leaves with regards to total variance, was remarkably lower than that of the variables which were referred before.

The contrast between the number of leaves and the degree of disease incidence is logical, because an increase of the incidence rate of disease can be in correspondence with a relative decrease of the number of leaves, as these indicators act contrary.

When comparing the accessions among themselves, it was possible to verify the existence of encouraging results, because some had a very positive performance when using the cluster analysis; this was closely related to the contrasting responses that were manifested among treatments, effect that caused a considerable individual differentiation and the subsequent formation of well defined groups (tables 2 and 3).

In spite of the little representativeness in the number of evaluated species and taking into consideration the results reached in this stage, it can be stated that the differences among the six groups formed showed contrasts among and within the species and accessions, for which these indicators should not be established statically for all of them in general, but at least one criterion should be considered for each accession separately.

It could also be observed that all the evaluated accessions in this stage showed a better performance than the commercial varieties *L. leucocephala* cvs. Cunningham and CNIA-250, which coincides with the research works carried out by Hernández and Seguí (1998), where CNIA-250 also showed problems during the nursery stage, as well as the results obtained by Machado and Núñez (1994) and Wencomo *et al.* (2003).

Although the available literature does not offer much information about the study of

y la subsiguiente formación de grupos bien definidos (tablas 2 y 3).

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

También se pudo observar que todas las accesiones evaluadas en esta etapa presentaron un mejor comportamiento que las variedades comerciales *L. leucocephala* cvs. Cunningham y CNIA-250, lo que coincide con las investigaciones realizadas por Hernández y Seguí (1998), donde la CNIA-250 también presentó problemas durante la etapa de vivero, así como con los resultados de Machado y Núñez (1994) y Wencomo *et al.* (2003).

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

Conclusiones

La germinación, la supervivencia y el grosor del tallo tuvieron una gran influencia en el desarrollo de las plántulas en la fase de aviveramiento, por lo que, junto al indicador altura de la planta, se deben tomar en consideración para determinar el momento óptimo de transplante.

leguminous trees, authors like Jones and Jones (1982), Shelton *et al.* (1991) and Clavero (1998) stated that the leucaena plants, under favorable nursery conditions, have a fast growth and are ready to be transplanted when they reach about 30-50 cm of height, which prevents the roots from perforating the bags and get fixed to the soil and the stems from becoming too large. This corroborates the results of this research with the 13 *Leucaena* accessions, which 90 days after being planted in nursery reached an average height of 39 cm.

Conclusions

Germination, survival and stem diameter had great influence on the development of seedlings in the nursery stage, for which, together with the indicator plant height, they must be taken into consideration to determine the optimum transplantation time.

From the species under study, *L. longistylus*, *Schizolobium* sp., *M. nigra* and *T. gigantea* were the most outstanding ones.

--End of the English version--

De las especies en estudio, *L. longistylus*, *Schizolobium* sp., *M. nigra* y *T. gigantea* resultaron las más destacadas.

Referencias bibliográficas

- Clavero, T. 1998. *Leucaena leucocephala*. Alternativa para la alimentación animal. Centro de Transferencia de Tecnologías en Pastos y Forrajes. La Universidad del Zulia, Venezuela. 78 p.
- Hernández, L. & Seguí, Esperanza. 1998. Comportamiento de *Leucaena* spp en fase de vivero. *Pastos y Forrajes*. 21:47
- Jones, R.J. & Jones, R.M. 1982. Observations on the persistence and potential beef production of pastures based on *Trifolium semipilosum* and *Leucaena leucocephala* in subtropical coastal Queensland. *Tropical Grasslands*. 16:24
- Machado, R. & Núñez, C.A. 1994. Caracterización de variedades de *Leucaena leucocephala* para la producción de forrajes. I. Establecimiento. *Pastos y Forrajes*. 17:13
- Philippeau, G. 1986. Comment interpreter les resultats d'un analyse in composants principales. Service des Etudes Statistiques ITCF. Lusignan, France. 36 p.

- Shelton, H.M. *et al.* 1991. Sustaining productive pastures in the tropics. 7. Tree and shrubs legumes in improved pastures. *Tropical Grasslands*. 25:119
- Simón, L. *et al.* 2005. Protagonismo de los árboles en los sistemas silvopastoriles. En: El Silvopastoreo: Un nuevo concepto de pastizal. (Ed. L. Simón). EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba-Universidad de San Carlos, Guatemala. p. 19
- Visauta, B. 1998. Análisis estadístico con SPSS para Windows. Estadística multivariada. Vol. II. McGraw-Hill/Interamericana de España, S. A.V. 358 p.
- Wencomo, Hilda *et al.* 2003. Comportamiento de 145 accesiones de *Leucaena* spp. aviveradas en un sustrato con suelo ácido. *Pastos y Forrajes*. 26:21

Recibido el 7 de julio del 2008
Aceptado el 15 de octubre del 2008