

Evaluación en vivero de especies con potencial para sistemas agroforestales en el estado Trujillo, Venezuela

Nursery evaluation of species with fodder potential for agro forest systems in Trujillo state, Venezuela

M.G. Medina^{1*}, D.E. García¹, P. Moratinos¹,
L.J. Cova² y T. Clavero³

¹Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), Trujillo, Venezuela

²Núcleo Universitario "Rafael Rangel", Universidad de los Andes, Trujillo, Venezuela

³Facultad de Agronomía, Universidad del Zulia, Zulia, Venezuela

Resumen

Con la finalidad de evaluar la altura de la planta, el diámetro del tallo, el número, la longitud y el diámetro de las ramas, la cantidad de hojas, la longitud y número de raíces de *Albizia lebbbeck*, *Leucaena leucocephala*, *Erythrina fusca*, *Swietenia macrophylla* y *Furcraea foetida*, se llevó a cabo un ensayo en la Estación Experimental del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícola en el estado Trujillo, Venezuela. Se utilizó un diseño completamente aleatorizado con medidas repetidas en el tiempo y diez réplicas por especie. Al final de la evaluación *F. foetida* exhibió la mayor altura de la planta (36,00 cm), diámetro del tallo (1,66 cm), de las ramas (0,78 cm) y longitud de las ramas (29,92 cm) ($P < 0,05$). Sin embargo, presentó menor número de hojas (3,80); de ramas (3,80) y de raíces (18,00) ($P < 0,05$). La longitud de las raíces de las especies evaluadas no mostró diferencias significativas entre sí (18,58-22,54 cm) ($P > 0,05$). Mediante el análisis de componentes principales se demostró que, exceptuando el número y la longitud de las raíces, todas las variables medidas presentaron una elevada fluctuación numérica. En este sentido, la altura de la planta, el diámetro del tallo y de las ramas y la longitud de las ramas se relacionaron negativa-

mente con el número de hojas, de ramas y de raíces. Los resultados permiten concluir que las diferencias en el comportamiento de las especies evaluadas en vivero se deben fundamentalmente a las características morfoestructurales intrínsecas de cada una.

Palabras clave: *Albizia lebbeck*, *Leucaena leucocephala*, *Erythrina fusca*, *Swietenia macrophylla*, *Furcraea foetida*, propagación, crecimiento agroforestería.

Abstract

With the purpose of evaluating plant height, stem diameter, diameter, number, longitude and diameter of branch, leaves and root quantity of *Albizia lebbeck*, *Leucaena leucocephala*, *Erythrina fusca*, *Swietenia macrophylla* and *Furcraea foetida*, an experiment was carried out in the National Institute of Agricultural Research, Trujillo, Venezuela. A completely at random design with time sampling and ten replications by species was used. At the end of evaluation, *F. foetida* showed the highest plant height (36 cm), stem diameter (1.66 cm), branch diameter (0.78 cm) and branch length (29.92 cm) ($P < 0.05$). However, this specie showed the lowest leaves, branch and root number (3.8, 3.8 and 18, respectively) ($P < 0.05$). The roots length of the evaluated species showed did not showed significant differences among them (18.58-22.54 cm) ($P > 0.05$). Through the principal components analysis could be showed that all variables had high numeric fluctuation except length and root number. In this way, plants height, stem and branches diameter, and branches length showed a negative relationship with leaves, branch and root quantity. The results could conclude that differences on species behavior in nursery are due to each intrinsic morph structural characteristics.

Key words: *Albizia lebbeck*, *Leucaena leucocephala*, *Erythrina fusca*, *Swietenia macrophylla*, *Furcraea foetida*, propagation, growth, agroforestry

Introducción

A pesar de las múltiples ventajas que presentan los sistemas agroforestales (SAFs) como estrategias para la conservación del agua y de los suelos, optimizar el reciclaje de nutrientes, favorecer la producción adicional de biomasa comestible, leña, frutos y productos medicinales; la propagación de especies arbóreas y arbustivas ha sido una de las limitaciones para su establecimiento y adop-

Introduction

Despite the multiple advantages showed by agro forestry systems (AFS) like strategies for water and soils conservation, to optimize nutrients recycle, favoring additional production of edible biomass, wood, fruits and medicinal products; the propagation of fodder and shrubs species have been one of limitations for its establishment and adoption as a pat of agricultural production

ción dentro de los esquemas de producción agrícola en Latinoamérica (Machado *et al.*, 1999; Medina *et al.*, 2007).

En este sentido, Wencomo (2004) recomienda, antes de que las especies sean sembradas directamente en el campo, su cultivo en vivero, de forma tal que las plantas estén más vigorosas para enfrentarse a las afectaciones causadas por el estrés tanto biótico como abiótico; aún cuando en muchos casos los costos de producción para el posterior establecimiento y explotación de las especies aumentan en el vivero.

Actualmente, existen muchas especies arbórea y arbustivas que son utilizadas en las condiciones tropicales como componentes importantes de SAFs, dentro de las cuales se destaca *Leucaena leucocephala* Lam. de Wit., la cual ha sido la más estudiada (Angulo *et al.*, 1997; Clavero, 1998; Ojeda *et al.*, 1998). Sin embargo, existen otras leñosas perennes en el país que no han sido evaluadas en condiciones de vivero, subestimándose así su potencial.

En este sentido, el género *Albizia* constituyen uno de los grupos de árboles leguminosos de mayor naturaleza multipropósito (García y Medina, 2005), particularmente la especie *Albizia lebeck* Benth. En los últimos años se ha destacado como una especie de gran interés en los sistemas agrosilvopastoriles para ser utilizada como fuente proteica suplementaria en la alimentación de ruminantes (Razz *et al.*, 1998; Francisco, 2003) aunque presenta como limitante un lento crecimiento en su fase de establecimiento. Adicionalmente, las especies arbóreas del género *Erythrina* son muy usadas,

schemes in Latin América (Machado *et al.*, 1999; Medina *et al.*, 2007).

Regarding this subject, Wencomo (2004) recommends before species be directly sowed in field, its cultivation on nursery, such a way that plants be more vigorous to confront the affectations caused by the biotic and abiotic stress; even though in many cases, the production costs for later establishment and exploitation of species increase on nursery.

Nowadays, there are a lot of fodder and shrubs species used in tropical conditions like important components of AFS, where *Leucaena leucocephala* Lam. de Wit. detach, which have been the more studied (Angulo *et al.*, 1997; Clavero, 1998; Ojeda *et al.*, 1998). Nevertheless, there are other perennial woods in country yet without evaluation in nursery conditions, being its potential sub-estimated.

Albizia genera constitute one of leguminous trees groups with higher multi-purpose nature (García and Medina, 2005), particularly the specie *Albizia lebeck* Benth. Last years it has been detached like great interest specie in agro silvopastoral systems to be used like supplementary proteic source in ruminants feeding (Razz *et al.*, 1998; Francisco, 2003) although it has a slow growth in its establishment phase. Moreover, the fodder species of genera *Erythrina* are very used, particularly in Trujillo state, for shadowing in coffee and cocoa, because its easy reproduction and they are also used like supports of live "guide" in pepper plantations (India) and vanilla (Puerto Rico), and also for

particularmente en el estado Trujillo, para sombrío en café y cacao, debido a su fácil reproducción, también se usan como soportes o tutores vivos en plantaciones de pimienta (India) y de vainilla (Puerto Rico) y como sombra en potreros y cercas vivas en zonas tropicales (Costa Rica). Cumplen la función de mejorar el suelo, por su capacidad de integrar nitrógeno y el efecto de abono «mulch» que sus hojas generan sobre éste (Toral, 2005).

Asimismo, la Caoba (*Swietenia macrophylla* King), es una especie forestal que presenta un gran interés económico en la Zona Andina, ya que es muy cotizada por su madera, y se encuentra en vías de extinción, entre otras cosas, por las deforestaciones indiscriminadas y por el ataque severo de plagas, además de presentar una baja capacidad de regeneración.

Por otra parte, la Cocuiza (*Furcraea foetida* (L.) Haw.) constituye una especie de elevada importancia cultural en el estado Trujillo. Sus hojas son utilizadas desde épocas precolombinas para obtener fibras y elaborar, hamacas, fajas, calzados (alparagatas de cocuiza), bolsos, artesanías y bebidas fermentadas en Venezuela. Empíricamente se ha demostrado su potencial como especie para delimitar y como cerca viva y cortina rompevientos (MARN, 2006).

Por tales motivos, esta investigación tuvo como objetivo evaluar durante la fase de vivero las características morfológicas de cinco especies (*A. lebbeck*, *L. leucocephala*, *Erythrina fusca*, *S. macrophylla* y *F. foetida*) con potencial de uso en sistemas agroforestales en el estado Trujillo, Venezuela.

shadowing in paddocks and live fences in tropical regions (Costa Rica). They have as a function to improve soil quality by its capacity to integrate nitrogen and the effect of "mulch" manure that its leaves cause (Toral, 2005).

Likewise, the Mahogany tree (*Swietenia macrophylla* King), is a fodder specie showing great economical interest in the Andean region because it is very valued by its weed and is in extinction danger, among other things, by indiscriminate deforestations and the pest attack, besides of showing a little capacity of regenerating.

On the other hand, "Cocuiza" (*Furcraea foetida* (L.) Haw.) constitute an specie of high cultural importance in Trujillo state. Its leaves are used from remote pre-Columbian times for obtaining fibers and to elaborate hammocks, belts, shoes ("Cocuiza" espadrilles), bags, crafts and fermented beverages in Venezuela. Its potential as specie to limit and as live fence and wind breaker trees (MARN, 2006).

This research had as objective to evaluate during nursery phase the morphological characteristics of the following species (*A. lebbeck*, *L. leucocephala*, *Erythrina fusca*, *S. macrophylla* and *F. foetida*) with potential of use in agro forestry systems in Trujillo state, Venezuela.

Materials and methods

Location of experimental area

Essay was carried out in the agro forest nursery of the Experimen-

Materiales y métodos

Ubicación del área experimental

El ensayo se llevó a cabo en el vivero agroforestal de la Estación Experimental del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícola (INIA), ubicada en las coordenadas 1040513 Norte y 335388 Este, a una altitud de 345±6 msnm en la población de Pampanito, municipio Pampanito, estado Trujillo, Venezuela. El área experimental presenta una precipitación promedio anual de 1500 mm y temperatura media de 27°C (Medina y García, 2009).

Especies evaluadas

Se estudiaron en total cinco especies con potencial de uso en sistemas agroforestales: *A. lebbeck* (Samán margariteño), *L. leucocephala* (Leucaena) procedencia Trujillo, *E. fusca* (Bucare anauco), *S. macrophylla* (Caoba) y *F. foetida* (Cocuiza).

Características del sustrato utilizado

Para el cultivo de las plántulas se utilizaron bolsas de nylon de polietileno negro horadadas de 1 kg, las cuales se llenaron con un sustrato compuesto por 70% de suelo franco-limoso alcalino, 10% de arena y 20% de estiércol bovino compostado.

Procedimiento experimental

El experimento se realizó durante 6 semanas (42 días). En cada bolsa (300 en total) se colocaron tres semillas de cada especie y una semilla en el caso de la Cocuiza, todas recién cosechadas y previamente seleccionadas en función de su buena apariencia externa y libre de hongos y mohos.

tal Station of the Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), located in the following coordinates 1040513 North and 335388 East, at one altitude of 345±6 masl in Pampanito, Pampanito municipality, Trujillo state, Venezuela. The experimental area shows an annual main rainfall of 1500 mm and mean temperature of 27°C (Medina and García, 2009).

Evaluated species

Five species with fodder potential in agro forest systems were evaluated: *A. lebbeck* ("Samán margariteño"), *L. leucocephala* (Leucaena) coming from Trujillo, *E. fusca* ("Bucare anauco"), *S. macrophylla* (Caoba) and *F. foetida* ("Cocuiza").

Characteristics of substrate used

To cultivate plantlets nylon bags (1 kg) of black polyethylene perforated were used, then they were fulfilled with a substrate composed by 70% of alkaline silt loam soil, 10% sand and 20% of composted bovine manure.

Experimental procedure

The experiment was carried out during 6 weeks (42 days). In each bag (300 as total) three seeds each species and in case of "Cocuiza" were placed, all of them just harvested and previously selected as a function of its good external appearance and fungi and mildew free.

All the material planted in nursery received a daily irrigation during 20 minutes in early hours (4 L/min/m²) for keeping need moisture for germination and development of new plantlets. When these reached a high average height of 7 cm thinning

Todo el material plantado en el vivero recibió un riego diario por 20 minutos en horas de la mañana (4 L/ minutos/m²) para mantener la humedad necesaria para la germinación y el desarrollo de las nuevas plántulas. Cuando éstas alcanzaron una altura promedio de 7 cm se realizó una labor de raleo para dejar en cada bolsa la más vigorosa. No se aplicó enraizador ni fertilizante químico, ya que las condiciones del sustrato se consideraron óptimas.

Mediciones

Las mediciones se realizaron con una frecuencia semanal en plantas seleccionadas previamente y etiquetadas según la especie. Los variables evaluadas fueron: altura de la planta en cm (con regla graduada desde el nivel del suelo hasta el ápice de la rama), diámetro del tallo en cm (en la base de la plántula con pie de rey), número de ramas, de hojas, de raíces y nódulos (mediante conteo visual), longitud de la rama primaria y de la raíz (en cm con regla graduada), diámetro de la rama primaria (en la intercepción de la base de la rama y el tallo, con pie de rey).

Diseño experimental, tratamientos y análisis estadístico

Se empleó un diseño totalmente aleatorizado con medidas repetidas en el tiempo y 10 réplicas. Las especies evaluadas constituyeron los tratamientos. Para el procesamiento de los datos se utilizó el paquete estadístico SPSS versión 10.0 para Windows (Visauta, 1998) empleando la prueba de comparación de Duncan para $P < 0,05$. Para llevar a cabo el análisis de componentes principales (ACP) se utilizó la opción "Data Reduction"

labor was carried out to leave in any bag the more vigorous. Neither rooter nor chemical fertilizer was applied, because the substrate conditions were considered as optimum.

Measurements

They were accomplished with a weekly frequency in plants previously selected and labeled according the specie. The variables evaluated were: plant height in cm (with graduate ruler from soil level until apex branch), stem diameter in cm (in seedling base with "pie de rey"), branches, leaves, roots and nodules number (by visual account), primary branch length and root (in cm with graduate ruler, primary branch diameter (in the interception of branch base and stem with "pie de rey").

Experimental design, treatments and statistical analysis

A complete at random design was used with repeated measurements on time and 10 replications. The evaluated species were the treatments. For data processing the statistical program SPSS version 10.0 for Windows (Visauta, 1998) and also the Duncan comparison test for $P < 0.05$. To accomplish the principal components analysis (PCA) the option "Data Reduction" was used and also the covariance matrix to obtain relations among the variables.

Results and discussion

For height variable, significant differences among the species ($P > 0.05$) (table 1) were not observed the two first evaluation weeks; from

empleando la matriz de covarianza para la obtención de las relaciones entre las variables.

Resultados y discusión

Para la variable altura, en las dos primeras semanas de evaluación no se observaron diferencias significativas entre las especies ($P > 0,05$) (cuadro 1); a partir de la tercera semana la Cocuiza se diferenció marcadamente del resto ($P < 0,01$), comportamiento que se mantuvo hasta el final de la evaluación.

A partir de la cuarta semana ocurrió una división, en relación a la altura, del resto de las especies en estudio; se formaron dos grupos: *Erythrina-Caoba* y *Albizia-Leucaena*, ambas agrupaciones presentaron diferencias estadísticas entre sí hasta el final de la evaluación ($P < 0,01$).

Hasta la quinta semana la altura de la Cocuiza mostró aumentos sustanciales en cada una de las mediciones, para luego exhibir incrementos menos marcados. El resto de las especies presentaron aumentos de la altura relativamente constantes, aunque más discretos.

El crecimiento promedio de este grupo, al compararlo con el de la Cocuiza, representó tan solo la mitad del de ésta (14,74 cm vs. 26,04 cm). La Cocuiza en comparación con el resto, alcanzó una mayor altura en menor tiempo, debido a las particularidades del desarrollo de esta planta, la cual desde el inicio experimentó un crecimiento acelerado.

Los valores de altura de las plantas en la presente investigación son inferiores a los informados por Toral

the third week, the "Cocuiza" showed a strong difference from rest ($P < 0.01$), the same behavior was observed until the end of the evaluation.

From the fourth week a division occurs, in relation to height of rest of studied species; two groups were formed: *Erythrina-Caoba* and *Albizia-Leucaena*, both groups showed statistical differences among them until the end of evaluation ($P < 0.01$).

On the fifth week the height of the "Cocuiza" showed substantial increases in each of measurements, for after exhibit less marked increases. The rest of species showed relatively constant height increases, even more discrete.

The average growth of this group, when comparing with those of "Cocuiza", only represented the half (14.74 cm vs. 26.04 cm). La "Cocuiza" in comparison to the rest, reached a high height in short time, because the particularities of plant development, which from the beginning showed a rapid growth.

The values of plant height in this research are low to those reported by Toral (1998) (37.74 cm), by studying behavior of *A. lebbeck*, *Albizia saman*, *Bauhinia purpurea*, *Bauhinia variegata*, *Cassia grandis* and *Erythrina indica* in nursery at 90 days; and those reported by Wencomo *et al.*, (2003) (25.03 cm) and Wencomo (2004) (21.72 cm) when evaluating 145 and 50 accessions of genus *Leucaena*, respectively.

In relation to the stem diameter in "Cocuiza", from the first evaluation week remarkable increases were observed ($P < 0.01$) (table 2), when comparing to the other species

Cuadro 1. Comportamiento de la altura de la planta, el diámetro del tallo, el número de hojas y de ramas de especies con potencial de uso en sistemas agroforestales en el estado Trujillo, Venezuela.

Table 1. Behavior of plant height, stem diameter, leaves and branches number of species with use potential in agro forestry systems, Trujillo state, Venezuela.

Especie	Altura de la planta (cm) semana						Media
	1	2	3	4	5	6	
Albizia	7,90	11,46	13,10 ^b	13,66 ^c	14,20 ^c	15,12 ^c	12,57 ^C
Leucaena	5,92	9,10	12,67 ^b	14,02 ^c	14,67 ^c	16,78 ^c	12,19 ^C
Erythrina	9,28	14,56	16,65 ^b	20,86 ^b	21,98 ^b	24,50 ^b	17,97 ^B
Caoba	5,38	12,60	17,60 ^b	19,34 ^b	20,58 ^b	21,86 ^b	16,23 ^B
Cocuiza	9,06	16,06	26,14 ^a	33,14 ^a	35,84 ^a	36,00 ^a	26,04 ^A
EE±	1,01 ^{NS}	1,43 ^{NS}	1,76 ^{**}	1,32 ^{**}	1,07 ^{**}	1,76 ^{**}	1,07 ^{**}
Diámetro del tallo (cm)							
Albizia	0,20 ^b	0,20 ^b	0,26 ^b	0,28 ^b	0,30 ^b	0,35 ^b	0,27 ^B
Leucaena	0,15 ^b	0,16 ^b	0,16 ^b	0,19 ^b	0,25 ^b	0,30 ^b	0,22 ^B
Erythrina	0,25 ^b	0,34 ^b	0,34 ^b	0,34 ^b	0,36 ^b	0,50 ^b	0,36 ^B
Caoba	0,32 ^b	0,38 ^b	0,38 ^b	0,39 ^b	0,40 ^b	0,43 ^b	0,38 ^B
Cocuiza	0,78 ^a	1,08 ^a	1,30 ^a	1,38 ^a	1,51 ^a	1,66 ^a	1,29 ^A
EE±	0,08 ^{**}	0,09 [*]	0,07 ^{**}	0,08 ^{**}	0,07 ^{**}	0,09 ^{**}	0,09 ^{**}

Grupos de medias con diferentes letras, en un mismo momento de evaluación, presentan diferencias significativas a P<0,05. *(P<0,05), ***(P<0,01), NS: no significativo

Cuadro 1. Comportamiento de la altura de la planta, el diámetro del tallo, el número de hojas y de ramas de especies con potencial de uso en sistemas agroforestales en el estado Trujillo, Venezuela (Continuación).

Table 1. Behavior of plant height, stem diameter, leaves and branches number of species with use potential in agro forestry systems, Trujillo state, Venezuela (Continuation).

Especie	Altura de la planta (cm) semana						Media
	1	2	3	4	5	6	
	Número de hojas						
Albizia	2,80	6,20 ^a	9,20 ^a	10,20 ^a	11,80 ^b	13,60 ^b	8,97 ^B
Leucaena	2,20	4,80 ^b	7,60 ^b	11,30 ^a	16,40 ^a	21,00 ^a	10,55 ^A
Erythrina	2,00	4,60 ^b	8,80 ^b	12,00 ^a	16,60 ^a	20,00 ^a	10,83 ^A
Caoba	2,40	4,60 ^b	6,50 ^b	9,00 ^b	9,80 ^b	12,30 ^b	7,43 ^B
Cocuiza	2,00	2,00 ^c	2,40 ^c	2,60 ^c	3,20 ^c	3,80 ^c	2,67 ^C
EE±	0,62 ^{NS}	1,02 ^{NS}	1,83 ^{**}	1,65 ^{**}	1,52 ^{**}	1,83 ^{**}	1,01 [*]
	Número de ramas						
Albizia	2,40	3,70	4,60 ^a	4,80 ^a	5,90 ^a	6,70 ^a	4,68 ^A
Leucaena	2,00	2,40	3,80 ^a	4,90 ^a	6,60 ^a	7,40 ^a	4,52 ^A
Erythrina	2,00	3,00	4,20 ^a	5,80 ^a	6,40 ^a	7,00 ^a	4,73 ^A
Caoba	3,00	3,60	4,80 ^a	5,20 ^a	6,40 ^a	6,60 ^a	4,93 ^A
Cocuiza	2,00	2,20	2,40 ^b	2,60 ^b	3,20 ^b	3,80 ^b	2,70 ^B
EE±	0,65 ^{NS}	1,11 ^{NS}	1,02 [*]	1,54 ^{**}	1,09 ^{**}	1,03 ^{**}	1,12 ^{**}

Grupos de medias con diferentes letras, en un mismo momento de evaluación, presentan diferencias significativas a $P < 0,05$. * ($P < 0,05$), ** ($P < 0,01$), NS: no significativo

(1998) (37,74 cm), estudiando el comportamiento de *A. lebbeck*, *Albizia saman*, *Bauhinia purpurea*, *Bauhinia variegata*, *Cassia grandis* y *Erythrina indica* en vivero a los 90 días; y a los informados por Wencomo *et al.* (2003) (25,03 cm) y Wencomo (2004) (21,72 cm) al evaluar 145 y 50 accesiones del género *Leucaena*, respectivamente.

En cuanto al diámetro del tallo, desde la primera semana de evaluación en la Cocuiza se observaron notables incrementos ($P < 0,01$) (cuadro 2), al compararla con las otras especies que mostraron aumentos discretos. El resto de las especies no mostraron diferencias significativas entre sí hasta el final del ensayo ($P > 0,05$).

En todas las especies el diámetro de la base del tallo se incrementó en el tiempo, lo que evidencia que a medida que las plantas maduraron expresaron un mayor desarrollo. Estos resultados demuestran que desde la emergencia, las especies arbóreas evaluadas presentaron un comportamiento similar, caracterizada por un engrosamiento lento y progresivo del tallo. El promedio de esta variable se consideró bajo, al compararlo con los reportados por Sánchez y Ramírez (2006) para *L. leucocephala* (0,9 cm) y *Prosopis juliflora* (0,8 cm) a los 32 días; aunque resultó ser discretamente superior al promedio obtenido por Wencomo (2004) para accesiones del género *Leucaena* (0,34 cm) a los 70 días; relacionado quizás con las condiciones ambientales que prevalecieron en las áreas de estudio o las particularidades genéticas de las accesiones utilizadas en cada ensayo.

Se observaron diferencias significativas a partir de la tercera sema-

showing discrete increases. The rest of species does not show significant differences among them until the end of the essay ($P > 0.05$).

In all the species the diameter of the stem base was increased on time, showing that when plants become mature they express a high development. These results shown that from the emergence, the fodder species evaluated showed a similar behavior, characterized by a slow increasing and progressive of the stem. The average of this variable was considered low when comparing with those reported by Sánchez and Ramírez (2006) for *L. leucocephala* (0.9 cm) and *Prosopis juliflora* (0.8 cm) at 32 days; even though it was discretely superior to the average obtained by Wencomo (2004) for accesions of genera *Leucaena* (0.34 cm) at 70 days; may be related to the environmental conditions prevailing in the studied areas or genetic particularities of accesions used in each essay.

Significant differences were observed from the third week, against "Cocuiza", in relation to the leaves number, until the end the experiment ($P < 0.01$). The higher number of species leaves, compared with those of "Cocuiza", was caused by the exhibition of a slow leaflets production because the morph-structural particularities of species in *Agavaceae* family, in which the leaves production dynamics is slow and stepped. Likewise, the quantity of mean leaves of the entire fodder species is higher to those obtained by Sánchez and Ramírez (2006) in similar crop conditions.

Cuadro 2. Comportamiento del diámetro y longitud de la rama y el número y la longitud de las raíces de especies con potencial de uso en sistemas agroforestales en el estado Trujillo, Venezuela.

Table 2. Behavior of diameter and branch length and the roots species number and length with potential use in agro forestry systems, Trujillo state, Venezuela.

Especie	Diámetro de las ramas (cm) semana						Media
	1	2	3	4	5	6	
Albizia	0,10 ^b	0,10 ^b	0,10 ^b	0,12 ^b	0,14 ^b	0,16 ^b	0,12 ^B
Leucaena	0,05 ^b	0,05 ^b	0,05 ^b	0,06 ^b	0,07 ^b	0,08 ^b	0,06 ^B
Erythrina	0,10 ^b	0,10 ^b	0,11 ^b	0,16 ^b	0,18 ^b	0,22 ^b	0,15 ^B
Caoba	0,05 ^b	0,11 ^b	0,13 ^b	0,14 ^b	0,14 ^b	0,14 ^b	0,12 ^B
Cocuiza	0,46 ^a	0,52 ^a	0,55 ^a	0,65 ^a	0,68 ^a	0,78 ^a	0,61 ^A
EE±	0,08*	0,09*	0,07*	1,02*	1,12*	0,24*	0,12*
	Longitud de la rama (cm)						
Albizia	1,74 ^b	1,84 ^b	2,16 ^b	2,79 ^c	2,96 ^c	3,07 ^c	2,43 ^C
Leucaena	1,32 ^b	1,32 ^b	1,49 ^b	1,77 ^c	2,39 ^c	4,26 ^c	2,09 ^C
Erythrina	1,43 ^b	2,30 ^b	3,05 ^b	5,59 ^b	8,76 ^b	10,44 ^b	5,26 ^B
Caoba	0,72 ^c	1,09 ^b	1,61 ^b	1,95 ^c	2,37 ^c	4,04 ^c	1,96 ^C
Cocuiza	6,90 ^a	16,10 ^a	21,97 ^a	27,7 ^a	28,94 ^a	29,92 ^a	21,92 ^A
EE±	0,31**	0,73**	1,02**	0,45**	0,72**	0,87**	0,97*

Grupos de medias con diferentes letras, en un mismo momento de evaluación, presentan diferencias significativas a $P < 0,05$. *($P < 0,05$), **($P < 0,01$), NS: no significativo

Cuadro 2. Comportamiento del diámetro y longitud de la rama y el número y la longitud de las raíces de especies con potencial de uso en sistemas agroforestales en el estado Trujillo, Venezuela (Continuación).

Table 2. Behavior of diameter and branch length and the roots species number and length with potential use in agro forestry systems, Trujillo state, Venezuela (Continuation).

Especie	Diámetro de las ramas (cm) semana						Media
	1	2	3	4	5	6	
	Número de raíces						
Albizia	16,00 ^a	25,60 ^a	30,40 ^a	33,20 ^a	39,20 ^a	46,20 ^a	31,77 ^A
Leucaena	4,60 ^b	8,80 ^c	11,60 ^b	15,00 ^b	21,80 ^b	33,00 ^b	15,80 ^B
Erythrina	15,00 ^a	18,60 ^b	25,40 ^a	27,60 ^a	32,00 ^a	43,00 ^a	26,77 ^A
Caoba	3,98 ^b	6,94 ^c	11,78 ^b	14,10 ^b	18,64 ^b	30,13 ^b	14,26 ^B
Cocuiza	3,51 ^b	5,40 ^c	6,98 ^c	9,68	15,00 ^b	18,00 ^c	9,76 ^C
EE±	1,05 ^{**}	1,23 ^{**}	1,43 ^{**}	1,52 ^{**}	1,73 ^{**}	1,32 ^{**}	1,43 ^{**}
	Longitud de las raíces (cm)						
Albizia	4,00	8,00	10,54	12,72	16,42	19,26	11,82
Leucaena	2,48	5,96	8,54	12,00	15,00	18,98	10,49
Erythrina	2,96	7,48	9,00	13,76	18,00	22,23	12,24
Caoba	2,42	6,25	8,10	14,32	16,70	20,80	11,43
Cocuiza	3,06	6,15	11,02	14,50	18,20	22,54	12,58
EE±	0,76 ^{NS}	1,02 ^{NS}	1,32 ^{NS}	1,26 ^{NS}	1,43 ^{NS}	1,37 ^{NS}	1,27 ^{NS}

Grupos de medias con diferentes letras, en un mismo momento de evaluación, presentan diferencias significativas a P<0,05. *(P<0,05), ***(P<0,01), NS: no significativo

na, en contra de la Cocuiza, en cuanto al número de hojas, hasta el final del experimento ($P < 0,01$). El mayor número de hojas del resto de las especies, comparada con el de Cocuiza, se debió a que ésta exhibe una lenta producción de folíolos dada las particularidades morfo-estructurales de las especies pertenecientes a la familia *Agavaceae*, en la cual la dinámica de producción de hojas es lenta y escalonada. Asimismo, la cantidad de hojas promedio de todas las especies arbóreas fue mucho mayor a la obtenida por Sánchez y Ramírez (2006) en condiciones similares de cultivo.

A partir de la quinta semana *L. leucocephala* y *E. fusca* exhibieron la mayor cantidad de hojas ($P < 0,01$).

En relación al número de ramas primarias, se observó que hasta la tercera semana no se encontraron diferencias significativas entre las especies. La similitud en cuanto al aumento del número de ramas en la mayoría de las especies, pudo deberse a que presentan una arquitectura similar en cuanto al patrón de formación y disposición de las ramas en su etapa inicial de desarrollo. Al respecto, Medina *et al.* (2007) evaluando *Moringa oleifera* y *L. leucocephala* a la sexta semana informaron valores similares (8-11 ramas) a los del presente experimento (6-7 ramas).

En todas las semanas se observaron los mayores valores del diámetro de las ramas primarias con la Cocuiza ($P < 0,05$). El resto de las especies no mostraron diferencias estadísticas entre sí.

La Cocuiza sobresalió durante la etapa experimental; ya que a pesar de exhibir un lento incremento del

From fifth week *L. leucocephala* and *E. fusca* showed the greater leaves quantity ($P < 0.01$).

In relation to the number of primary branches, on third week significant differences were not found among the species. The similarity in relation to the increase of branches number in the most of species could be caused by a similar architecture in relation to the pattern of formation and disposition of branches in its initial development stage. On this respect, Medina *et al.* (2007) evaluating *Moringa oleifera* and *L. leucocephala* to the sixth week informed similar values (8-11 branches) to those of this experiment (6-7 branches).

The higher diameter values of primary branches in all the weeks were observed with "Cocuiza" ($P < 0.05$). The rest of species did not show statistical differences among them.

The "Cocuiza" was outstanding during the experimental stage; because despite showing a slow increase of leaves and primary branches number, this specie shows a rapid development with high production of foliar area and could reach until 1 m length (MARN, 2006).

The increase of number and length of branches describes the plant need of having a great photosynthesizer from the initial stage, because even root is an important organ to guarantee a vigorous aerial development and shows stop function, resides of absorbing water and mineral elements required for this process; on the initial development stage, the root system is incipient and the basic

número de hojas y de ramas primarias, esta especie manifiesta un rápido desarrollo con elevada producción de área foliar y puede alcanzar hasta 1 m de longitud (MARN, 2006).

El incremento sostenido del número de ramas y su longitud, describe la necesidad de las plantas de disponer de la mayor zona fotosintetizadora posible desde la etapa inicial, ya que aunque la raíz constituye un órgano importante para garantizar un vigoroso desarrollo aéreo y presenta función de anclaje, además de absorber el agua y los elementos minerales requeridos para este proceso; en la etapa inicial de desarrollo el sistema radical es incipiente y mediante el proceso de fotosíntesis se obtienen las estructuras carbonadas básicas promotoras del desarrollo foliar (Pineda, 2004).

En el caso de la relación entre la altura de la planta y el diámetro, los resultados coinciden con los obtenidos por Wencomo (2004), por Wencomo *et al.* (2003) y con los informados por Sánchez y Ramírez (2006) para el caso de *L. leucocephala*, cultivada en condiciones similares a la descrita en este experimento.

Con relación al nexo entre la cantidad de hojas y de ramas, este resultado se explica por el hecho de que al haber mayor número de ramas primarias, la cantidad de hojas en la planta se incrementa, existiendo mayor área foliar y por consiguiente mayor producción de fotoasimilados, los cuales son responsables del crecimiento tanto en altura y longitud de cualquier otro órgano de la planta (Pineda, 2004).

carbonated structures promoting foliar development are obtained through the photosynthesis process (Pineda, 2004).

In case of relationship between plant height and diameter, results agree with those obtained by Wencomo (2004), those of Wencomo *et al.* (2003) and those reported by Sánchez and Ramírez (2006) for *L. leucocephala*, cultivated in similar conditions to those described in this research.

In relation to connection between leaves and branches quantity, this result is explained why when there is great number of primary branches, the leaves quantity in plants also increases, by living as a result higher foliar area and as a consequence great photo assimilates production which are responsible of growing both in height and length of any other plant organ (Pineda, 2004).

The increase pattern of primary branches length was similar to those observed for the branches diameter. During six weeks the "Cocuiza" showed statistical differences ($P < 0.01$) respect to the rest of species and on the last three measurements *E. fusca* was moved away from the group of *A. lebbeck*, *L. leucocephala* and *S. macrophylla*.

In case of "Cocuiza" the increases on branches elongation were continues in all the measurements moments, but from fourth week there was not significant increases. The branches of the rest of species did not show increases on its length, except those of *Erythrina* which were maintain in elongation from fourth week.

El patrón de aumento de la longitud de las ramas primarias fue similar al observado para el diámetro de las ramas. Durante las seis semanas la Cocuiza mostró diferencias estadísticas ($P < 0,01$) con el resto de especies y en las últimas tres mediciones *E. fusca* se diferenció también del grupo formado por *A. lebbeck*, *L. leucocephala* y *S. macrophylla*.

En el caso de la Cocuiza los aumentos en la elongación de las ramas fueron continuos en todos los momentos de medición, pero a partir de la cuarta semana no se observó incrementos significativos. Por su parte, las ramas del resto de las especies, no mostraron aumentos en su longitud, salvo las de *Erythrina* las cuales se elongaron sostenidamente a partir de la cuarta semana.

Con relación al número de raíces, *A. lebbeck* y *E. fusca* mostraron ser las especies con el mayor sistema radical, bajo las condiciones y duración del experimento (cuadro 2). De la tercera a la quinta medición el resto de las especies, excluyendo Cocuiza, no exhibieron diferencias entre sí. Sin embargo, al final del ensayo la Cocuiza presentó la menor cantidad de raíces ($P < 0,01$).

Para la variable longitud de las raíces las especies no manifestaron diferencias estadísticas entre sí en ningún momento de la evaluación ($P > 0,05$), consistente con una elongación constante de la parte radical a lo largo del ensayo. El promedio al final de la evaluación osciló entre 18,58 y 22,54 cm.

Se observó que a medida que la longitud de la raíz se incrementó, aumentó significativamente el número

In relation to the roots number, *A. lebbeck* and *E. fusca* were the species with the greater root system, taking into consideration the conditions and duration of experiment (table 2). From third to fifth measurement, the rest of species, excluding "Cocuiza", did not show differences among them. However, at the end of essay, "Cocuiza" showed the lower roots quantity ($P < 0.01$).

For the variable roots length, the species did not show statistical differences among them at any moment of the evaluation ($P > 0.05$), in agreement with a constant elongation of root part along the essay. The average at the end of the evaluation varied between 18.58 and 22.54 cm.

It was observed that when root length increased, the roots number increased in a significant way too, probably because root is forced to reach new regions and to increase its absorption capacity to offer nutrients need for the growth of the entire plant (Lindorf *et al.*, 1999).

The results of PCA shown that in the first component (PC 1) was extracted the 76.01% of variability and all the variables, to a greater or lesser extent, contributed to the group variance (table 1). All the variables describing the aerial behavior of plants studied were mainly represented in PC 1. Height was positively related to stem and branches diameter and length, whereas a negative connection between these variables with the leaves, branches and roots was observed.

The second component (PC 2) explained 15.43% of variability and it

de raíces, debido probablemente a que la raíz se ve forzada a alcanzar nuevas zonas e incrementar su capacidad de absorción para proporcionar los nutrientes necesarios para el crecimiento de toda la planta (Lindorf *et al.*, 1999).

En otro sentido, los resultados del ACP muestran que en la primera componente (CP 1) se extrajo el 76,01% de la variabilidad y todas las variables, en mayor o menos medida, aportaron a la varianza grupal (cuadro 3). Todas las variables que describieron el comportamiento aéreo de las plantas en estudio se encontraron mayormente representadas en el CP 1. La altura se relacionó positivamente con el diámetro del tallo, de las ra-

was mainly represented by the roots number and its length, both variables showed a narrow positive interaction among them. In this second component were observed the variables describing behavior of evaluated species.

The morph-structural variability of species, as a function of PCA results was high, since between the two first components more than 90% of total variance was extracted.

Conclusions

The evaluated species showed a good behavior during nursery stage that makes evident the feasibility of cultivate them in nursery conditions.

Cuadro 3. Resultados del ACP y relación entre las variables morfoestructurales medidas en el vivero en Trujillo, Venezuela.

Table 3. Results of PCA and relationship between the morph structural variables measured in nursery, Trujillo state, Venezuela.

Variable	Componente principal	
	1	2
Altura	0,96	0,11
Diámetro de tallo	0,99	0,04
Número de hojas	-0,90	0,12
Número de ramas	-0,88	0,16
Diámetro de ramas	0,99	0,09
Longitud de ramas	0,99	0,05
Número de raíces	-0,51	0,67
Longitud de raíz	0,41	0,89
Valor propio (λ)	6,08	1,23
Varianza (%)	76,01	15,43
Varianza total (%)	76,01	91,44

ACP: Análisis de componentes principales

mas y su longitud, mientras que se observó un nexo negativo entre dichas variables con el número de hojas, de ramas y de raíces.

La segunda componente (CP 2) explicó el 15,43% de la variabilidad y estuvo representada mayoritariamente por el número de raíces y su longitud, ambas variables presentaron una interrelación positiva muy estrecha entre sí. En este segundo componente se representaron las variables que describieron el comportamiento radical de las especies evaluadas.

La variabilidad morfoestructural de las especies, en función de los resultados del ACP fue alta; ya que entre las dos primeras componentes se extrajo más del 90% de la varianza total.

Conclusiones

Las especies evaluadas mostraron un buen comportamiento durante la etapa de estudio, lo que denota la factibilidad de cultivarlas en condiciones de vivero.

Las plántulas de *F. foetida* se encuentran óptimas para el trasplante a partir de la quinta semana, ya que exhibe valores adecuados de las principales variables, que garantizan un buen comportamiento en campo. Para el resto de las especies se sugieren mayor tiempo de permanencia en vivero, con el fin de presentar posteriormente un buen establecimiento en campo.

En las condiciones de evaluación, a partir de la tercera semana, las especies comienzan a exhibir particularidades, en función de las caracte-

Seedlings of "Cocuiza" (*F. foetida*) are optimum for transplant from the fifth week, because shows values adequate of principal variables that guarantee a good behavior in field. For the rest of species, a greater time of permanency on nursery is suggested, with the purpose of showing a good establishment in field.

In conditions of evaluation, from third week, the species begin to exhibit particularities, as a function of morph-structural characteristics. In this study, the variability was more accentuated in the aerial morph-structural components, compared with descriptors of root development.

It is suggested to carry out researches, especially about fodder size species, during an evaluation period superior to those used in this study and also direct sowing studies, because nursery system is expense, especially in large areas.

Acknowledgements

Authors want to express their thanks to the support staff of the Experimental Station of INIA Trujillo state by the collaboration offered to carry this research.

End of english version

terísticas morfoestructurales de cada una. En este sentido, la variabilidad fue más acentuada en los componentes morfoestructurales aéreos, comparados con los descriptores del desarrollo radical.

Se sugiere realizar investigaciones, sobre todo con las especies de porte arbóreo, durante un periodo de

evaluación mayor al utilizado en este trabajo y efectuar estudios con siembra directa en campo, ya que el sistema de vivero es costoso, sobre todo en grandes áreas.

Agradecimientos

Los autores quieren expresar un reconocimiento especial al personal de apoyo perteneciente a la Estación Experimental del INIA del estado Trujillo por la colaboración brindada para llevar a cabo esta investigación.

Literatura citada

- Angulo R., Y. Montilla, M. Rivas, T. Clavero, R. Razz y C. Castro. 1997. Efecto de diferentes aguas residuales sobre el crecimiento de la *Leucaena leucocephala* en condiciones de vivero. *Interciencia*, 22(1): 28-30.
- Clavero T. 1998. *Leucaena leucocephala*. Alternativa para la alimentación animal. Centro de Transferencia de Tecnología en Pastos y Forrajes. La Universidad del Zulia, Maracaibo, Venezuela.
- Francisco A. 2003. Efecto de diferentes frecuencias de defoliación en la producción de biomasa de *Albizia lebbek* I. Hojas y tallos tiernos. *Pastos y Forrajes*, 26:125-128
- García, D.E. y Medina, M.G. 2005. Contenido antinutricional de la biomasa comestible en especies forrajeras del género *Albizia*. *Zootecnia Trop.* 23 (4): 345-351.
- Lindorf, H., L. Parisca y P. Rodríguez. 1999. Botánica. Clasificación estructura reproducción. Universidad Central de Venezuela. Ediciones de la Biblioteca. Segunda Edición. Caracas, Venezuela. 584 p.
- Machado R., R. Roche., O. Toral y E. González. 1999. Metodología para la colecta, conservación y caracterización de especies herbáceas, arbóreas y arbustivas útiles para la ganadería. *Pastos y Forrajes*, 22(3): 181-203.
- MARN, 2006. Informe Técnico: Principales avances en la utilización de especies para sistemas agroforestales en el estado Trujillo. Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales, estado Trujillo, Venezuela 6p.
- Medina M.G., García D.E., Clavero T. e Iglesias J.M. 2007. Estudio comparativo de *Moringa oleifera* y *Leucaena leucocephala* durante la germinación y la etapa inicial de crecimiento. *Zootecnia Trop.*, 25(2): 83-93.
- Medina M.G. y García D.E. 2009. Siembra y propagación de especies con potencial agroforestal en vivero. Informe anual de investigación del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA)-Trujillo. 6 p.
- Ojeda L., R. Herrera, E. Furrázola, C. Hernández y A. Castellón. 1998. Inoculación de *Leucaena leucocephala* cv Perú con micorrizas versículo-arbusculares en la fase de vivero. *Pastos y Forrajes*, 21(2): 159-164.
- Pineda M. 2004. Resúmenes de fisiología vegetal. Servicio de publicaciones de la Universidad de Córdoba. Córdoba, España. pp. 109-120.
- Razz, R.; Clavero, T. y Urdaneta, J. 1998. Valor nutritivo de *Albizia lebbek* en dos localidades del Estado Zulia, Venezuela. En: Memorias III Taller Internacional Silvopastoril. Los árboles y arbustos en la ganadería. EEPF «Indio Hatuey». Matanzas, Cuba. p.52.
- Sánchez, Y., Ramírez, M. 2006. Tratamientos pre-germinativos en semillas de *Leucaena leucocephala* (Lam. De Wit.) y *Prosopis juliflora* (Sw) D.C.. *Rev. Fac. Agron. (LUZ)*, 23: 257-272.

- Toral O. 1998. Comportamiento de especies arbóreas forrajeras en sus primeras etapas de desarrollo. *Pastos y Forrajes*, 21(4): 293-302.
- Toral O. 2005. La utilización del germoplasma arbóreo forrajero. En: Simón L. (Ed) *El Silvopastoreo: Un Nuevo Concepto de Pastizales*. Est. Exp. Pastos y Forrajes "Indio Hatuey", Matanzas, Cuba. pp. 34-47.
- Visauta B. 1998. *Análisis Estadístico con SPSS para Windows. Estadística Multivariante*. Mc-Graw-Hill-Interamericana. Madrid, España. 300 p.
- Wencomo H., B. Cepero y J.M. Iglesias. 2003. Comportamiento de 145 accesiones de *Leucaena* spp. aviveradas en un sustrato con suelo ácido. *Pastos y Forrajes*, 26(1): 21-26.
- Wencomo H. 2004. Evaluación de 50 accesiones de *Leucaena* spp. en la fase de vivero. *Pastos y Forrajes*, 27(4): 321-329.