

S
9402

Actas
Primer Congreso Latinoamericano IUFRO



*El Manejo Sustentable
de los Recursos Forestales,
Desafío del Siglo XXI*

22 al 28 de noviembre de 1998
Valdivia, Chile



COMPORTAMIENTO SILVICULTURAL DE ESPECIES DE ALGARROBO EN PETROLINA - PE, REGIÓN SEMIÁRIDA DE BRASIL¹

Paulo César Fernandes Lima²
Rudi Arno Seitz³

RESUMEN: Se estudiaron el comportamiento, productividad maderera y forrajera las especies *Prosopis alba*, *P. chilensis* y *P. tamarugo*, introducidas de Chile; *P. glandulosa* y *P. velutina* de los Estados Unidos; *P. pallida* de Perú y *P. juliflora* del Nordeste de Brasil, hasta 96 meses de edad. El experimento ubicado en Petrolina-PE, se analizó en los aspectos de supervivencia, crecimiento, productividad maderera y forrajera y sanidad de las plantas. Los datos obtenidos demuestran mortalidad total de *P. tamarugo* y buena supervivencia de *P. juliflora* (99%) y *P. pallida* (95%) en la región. Para altura, las mejores características arborea fueron en las especies *P. juliflora* (6.48 m), *P. pallida* (5.12 m) y *P. alba* (4.71 m). Las especies *P. velutina* (3.30 m) y *P. glandulosa* (2.33 m) presentaron aspecto arbustivo. Las especies tuvieron el modelo Troll de crecimiento. La fructificación empezó a partir del segundo año y en el séptimo, la mayor cosecha fue en *P. velutina* (1,7 kg/árbol) y *P. glandulosa* (1,4 kg/árbol). La proteína cruda de las hojas y vainas presentaron valores adecuados para los rumiantes, y similares las especies forrajeras de caatinga, vegetación natural del semiárido brasileño. Todas las especies presentaron digestibilidad porcentual del fruto por encima de los 65% y del 55% al 60% para las hojas, con excepción de *P. chilensis* (31%). La producción de biomasa para leña en *P. juliflora* (27.1 t/ha) fue superior a las otras especies, y el peso de los ejes y ramas (diámetro mayor que 3 cm) corresponde al 62% de toda la parte aérea leñosa del árbol. La densidad básica de la madera fue 0,91 g/cm³, para *P. juliflora* y 0,66 g/cm³; 0,71 g/cm³; 0,76 g/cm³; 0,89 g/cm³, 0,76 g/cm³ para *P. alba*, *P. chilensis*, *P. glandulosa*, *P. pallida* y *P. velutina*, respectivamente. *Melipotis ochrodes* y *Stiphra robusta* fueron los principales insectos que dañan el follaje de las especies y *Oncideres limpida*, *Oncideres aliciei*, *Nesozineus bucki* y *Retrachydes thoracicus thoracicus* fueron los insectos identificados que dañan las ramas de *Prosopis*. Los hongos *Macrophomina phaseolina*, *Fusarium* sp y *Cladosporium* sp fueron los responsables por las manchas oscuras encontradas en las vainas de todas las especies.

Palabras claves: *Prosopis*, productividad maderera, forraje

ABSTRACT: Performance, wood and fodder productivity were evaluated on *Prosopis alba*, *P. chilensis* and *P. tamarugo*, introduced from Chile; *P. glandulosa* and *P. velutina*, from USA; *P. pallida* from Peru, and *P. juliflora* from Northeastern Brazil, up to 96 months old. The experiment, carried out in Petrolina-PE, was evaluated for survival, growth, wood and fodder productivity and health aspects. The results showed no adaptation of *P. tamarugo* to Brazilian semi-arid conditions and 99% and 95 % of survival for *P. juliflora*

¹ Trabajo presentado al Primer Congreso Latinoamericano IUFRO, Valdivia, Chile, 1998

² - Ing. Forestal, Dr., EMBRAPA/CPATSA, C.P. 23, CEP 56300-000, Petrolina, PE, Brasil.

e-mail: pcflima@cpatsa.embrapa.br

³ - Ing. Agrónomo, Dr., Universidade Federal Do Paraná, Curitiba, Brasil

and *P. pallida*, respectively. For height growth, *P. juliflora* (6.48 m), *P. pallida* (5.12 m) and *P. alba* (4.71 m) were considered as tree and *P. velutina* (3.30 m) and *P. glandulosa* (2.33) as shrubs. The growth form of trunk of the trunk and branches of the trees was according to Troll's model of architecture. The pod production started at the second year and at the seventh year the highest productions were observed in *P. velutina* (1.7 kg/tree) and *P. glandulosa* (1.4 kg/tree). Crude protein in pods and leaves had the minimum levels required for ruminants, similar to "caatinga" fodder species. All species had digestibility for pods above 65% and between 55% and 60% for leaves, except *P. chilensis* (31%). The wood production of *P. juliflora* (27.1 t/ha) was superior to that of the other species and the weight of its stems and branches (diameter above 3 cm) made up 62% of its wood biomass. The basic density of the wood was 0.91 g/cm³ for *P. juliflora*, 0.66 g/cm³ for *P. alba*, 0.71 g/cm³ for *P. chilensis*, 0.76 g/cm³ for *P. glandulosa*, 0.89 g/cm³ for *P. pallida* and 0.76 g/cm³ for *P. velutina*. The main insects damaging *Prosopis* species are *Melipotis ochrodes* and *Stiphra robusta* in defoliations of plants and *Oncides limpida*, *O. alicei*, *Nesozineus bucki* and *Retrachydes thoracicus thoracicus*, cutting the branches. *Macrophomina phaseolina*, *Fusarium* sp. and *Cladosporium* sp. were the fungi that caused spots in *Prosopis* pods.

Key Words: *Prosopis*, fodder, wood productivity

INTRODUCCION

Face la importancia de las especies arboreas y arbustivas de uso múltiple, los sectores forestales intensificaron los estudios de las características de los árboles para utilización en sistemas agroforestales. Entre las principales características, Huxley (1983) considera la adaptación de la especie a suelos y climas inóspitos, tasa de crecimiento, palatabilidad y calidad como forraje, características de las raíces, productividad, capacidad de rebrotar y resitir a la poda, pastejo, plagas y malezas. Entretanto, la determinación y elección de una especie puede variar de una región para otra en función de los beneficios encontrados. Para las regiones semiáridas, especies del género *Prosopis* han sido indicadas.

La dispersión natural del género *Prosopis* en Brasil se encuentra en sudoeste de la provincia de Rio Grande do Sul con las especies *P. affinis* y *P. nigra*; en sur de Mato Grosso do Sul, con la especie *P. rubriflora* E. Hassler y en una pequeña área entre las provincias de Pernambuco y Piauí con la presencia de *P. ruscifolia* Grisebach (Silva, 1988). Allem & Valls (1987) relatan, ainda, la ocurencia de *P. algarobila* (sin. *P. affinis*), *P. rubriflora*, *P. ruscifolia* e *P. fiebrigii* Harms en el Pantanal Matogrossense. En Nordeste de Brasil son cultivadas *P. juliflora* (SW) DC, introducidas en 1942, con semillas procedentes del Perú (Azevedo, 1961).

Por su resitencia a la sequía y constituir fuente de alimentos para el ganado bovino y caprino, el agarrobo (*P. juliflora*) despertó interés a los agricultores, constituyeyndo una de las alternativas para reforestación en la región.

El presente trabajo, tiene como objetivo seleccionar y identificar especies del género *Prosopis* para la producción de leña y forraje, y reporta el comportamiento de las especies introducidas en la región de Petrolina-PE.

METODOLOGÍA

El experimento fué instalado en Petrolina-PE, en el Centro de Pesquisa Agropecuário do Trópico Semi-Árido (CPATSA), a 365,5 m de altitud, latitud 09°09'S y logitud 40°22'W. Según clasificación de Köppen, el clima es Bshw, semiárido cálido con lluvias en verano. La precipitación y temperatura média anual es de 400 mm y 24° C, respectivamente. La insolación y evapotranspiración media anual es de 2800 horas y 2000 mm, respectivamente (EMBRAPA, 1979). Predomina en el área experimental, suelo Podzólico Vermelho Amarelo Distrófico (Epieutrófico).

Se estudiaron las especies *Prosopis juliflora* (Sw) DC procedentes de Nordeste de Brasil; *P. pallida* (Humboldt and Bonpland ex Willdenov) H.B.K. del Perú; *P. velutina* Wooton y *P. glandulosa* Torrey de Estados Unidos de America; *P. alba* Grisebach, *P. chilensis* (Molina) Stuntz emend. Burkart y *P. tamarugo* F. Philippi, de Chile.

Las semillas de *P. juliflora* fueron recogidas en Nordeste de Brasil, en regiones con temperatura media anual entre 23 hasta 27° C, con precipitación de 250 hasta 550 mm de lluvia. Las semillas de *P. pallida* tuvieron procedencia de Piura, norte de Perú, región con temperatura media anual de 25° C, precipitación inferior a 100 mm y humedad relativa de 67,5%.

Los lotes de semillas de *P. velutina* y *P. glandulosa* fueron del semiárido de Texas-EE.UU, región del Golfo con altas humedades relativas (> 80%), altas temperaturas en verano (> 40°C) y baja precipitación (<150 mm). Las semillas de *P. alba*, *P. chilensis* e *P. tamarugo* fueron recogidas en trabajo conjunto del Instituto Forestal de Chile (INFOR), Corporación Nacional Forestal de Chile (CONAF) y Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA, en las regiones de Pampa do Tamarugal (Fundo Refresco), La Tirana, Pica, Ovalle, Combarbalá, Lampa y Santiago.

El diseño experimental utilizado fue de bloques al azar, con parcelas de 25 plantas, con diferentes números de repeticiones, siendo cuatro de *P. alba*, *P. chilensis*, *P. juliflora*, *P. pallida* y *P. tamarugo* y tres de *P. glandulosa* y *P. velutina*. Se analizaron la supervivencia, altura, diámetro del tronco, forraje (hojas y frutos) y aspectos fitosanitarios de las plantas.

Se produjeron las plantas por siembra directa en bolsas de polietileno negro, de 8 cm de diámetro y 20 cm de largo, tendo como sustrato tierra de subsolo sin abono. Se inocularon las semillas con "Rhizobium" específico para la *P. juliflora*. En el plantio en definitivo en campo (marco de 6 x 6 m), se abonó con 100 gramos por planta con una formulación NPK(5-14-3).

Para análisis de la proteína cruda (PC) y digestibilidad "in vitro" de la materia seca (DIVMS) se recogieron hojas y vainas de 90 plantas, quinze por especie, seleccionadas al azar. Las hojas recogidas en los meses de febrero y octubre/noviembre, correspondieron respectivamente los períodos de lluvia y sequía en la región. Se recogieron las vainas en los meses de octubre/noviembre. Se determinó la proteína cruda de acuerdo con la Association of Official Analytical Chemists (1975), y de DIVMS, según Tinnimit (1974).

Para la cuantificación de biomasa total se estimaron los pesos de la materia seca total leñosa de los árboles con ocho años de edad utilizando ecuaciones según Lima & Oliveira (1996). Se dividió el componente leñoso en seis clases, correspondiendo al peso de material leñoso de las ramas con diámetro inferior a 1 cm; con diámetros de 1,1 hasta 3 cm; de 3,1 hasta 5,0 cm; de 5,1 hasta 7,0 cm; de 7,1 hasta 9,0 cm y diámetros superiores a 9,0 cm.

Se secaron el material leñoso y hojas en estufa a 105° C hasta atngir el peso constante. La densidad básica média de los arboles, por especie, se estimó según Pereira et al.. (1986).

Para evaluación del aspecto fitosanitario se realizaron levantamientos de las pragas y enfermedades en las plantas de **Prosopis**, en intervalos periódicos de dos hasta tres meses, durante la conducción del experimento .

ANÁLISIS DE RESULTADOS

Las especies tuvieron el modelo Troll de crecimiento y presentaron tasa de supervivencia superior a los 40% en campo, con excepción de **P. tamarugo** que presentó mortalidad de 52% y 99% a los tres y 12 meses de edad, respectivamente. Andrade et al. (1993), en Rio Grande do Norte, verificaron mortalidad total en **P. tamarugo** con seis meses de edad.

La supervivencia de **P. juliflora** (99%) a los 96 meses (ocho años) de edad no difirió de **P. pallida** (95%), confirmando la adaptación de las especies a las condiciones del semiárido brasileño. La supervivencia de **P. velutina** (88%) también evidencia la adaptación de la especie a las condiciones edafoclimáticas locales (Cuadro 1). **P. glandulosa**, **P. alba** y **P. chilensis** fueron las especies que presentaron las menores tasas, siendo inferiores a los 65%. Factores climáticos pueden haber influenciado en las actividades fisiológicas de las especies y, consecuentemente, en la capacidad de las plantas resistiren las condiciones edafoclimáticas de Petrolina. En el local de origen de **P. alba** y **P. chilensis**, ocurre una gran oscilación de temperatura entre las máximas y mínimas del día, durante todo el año. En Petrolina esta oscilación no es grande.

Cuadro 1
SUPERVIVENCIA (%) DE LAS ESPECIES DE **Prosopis**, EN PETROLINA-PE.

| ESPECIES | MESES | | | | | | | |
|----------------------|-------|-------|------|------|-------|-------|-------|-------|
| | 3 | 13 | 24 | 39 | 63 | 75 | 87 | 96 |
| P. alba | 96 a | 95 a | 85 b | 78 b | 68 bc | 65 bc | 65 de | 57 cd |
| P. chilensis | 99 a | 97 a | 88 b | 76 b | 58 c | 55 c | 51 e | 45 d |
| P. glandulosa | 96 a | 95 a | 91 b | 87 b | 75 b | 75 b | 71 d | 64 c |
| P. juliflora | 99 a | 99 a | 99 a | 99 a | 99 a | 99 a | 99 a | 99 a |
| P. pallida | 100 a | 100 a | 97 a | 95 a | 95 a | 95 a | 95 b | 95 a |
| P. velutina | 99 a | 99 a | 99 a | 97 a | 96 a | 96 a | 89 c | 88 b |

Las média seguidas de la misma letra en misma columna no difieren entre si por test de Duncan (p>0,05)

Cuanto a la altura de las plantas, con excepción de **P. tamarugo** que fue eliminada de los análisis por no presentar supervivencia, los datos son presentados en Cuadro 2. Los resultados demuestran diferencias estadísticas para altura entre las especies, a partir del primer año. Los valores encontrados en **P. juliflora** (6,48 m) no difiere de los valores observados en **P. pallida** (5,12 m) y **P. alba** (4,71 m). Las menores alturas se encontraron en **P. glandulosa** (2,33 m) y **P. velutina** (3,30 m).

Cuadro 2
CRECIMIENTO EN ALTURA (m) DE LAS ESPECIES DE **Prosopis** EM PETROLINA-PE

| MESES | P. alba | P. chilensis | P. glandulosa | P. juliflora | P. pallida | P. velutina |
|-------|------------|-----------------|------------------|-----------------|---------------|----------------|
| 3 | 0,71 a | 0,73 a | 0,53 ab | 0,95 a | 0,75 a | 0,70 a |
| 13 | 1,75 ab | 1,62 ab | 1,07 b | 2,37 a | 1,67 ab | 1,56 ab |
| 24 | 2,88 ab | 2,47 ab | 1,48 b | 4,18 a | 2,94 ab | 2,32 ab |
| 39 | 3,43 abc | 2,86 bc | 1,75 c | 4,78 a | 3,57 ab | 2,86 bc |
| 63 | 3,88 abc | 3,14 bc | 1,91 c | 5,51 a | 4,09 ab | 2,99 bc |
| 75 | 4,16 abc | 3,31 bc | 2,04 c | 5,86 a | 4,55 ab | 3,09 bc |
| 87 | 4,64 ab | 3,59 bc | 2,19 c | 6,24 a | 4,88 ab | 3,23 bc |
| 96 | 4,71 ab | 3,67 bc | 2,33 c | 6,48 a | 5,12 ab | 3,30 bc |

Las medias seguidas de la misma letra en una misma linea, no difieren entre si por el test de DUNCAN ($p > 0,05$).

Pires *et al.* (1988), en un estudio de progenie de *P. juliflora* en Caicó (RN) y Soledade (PB) encontraran, respectivamente, alturas medias de 1,97 m y 1,79 m, para plantas espaciadas en 3 x 3m, a los 36 meses de edad. Andrade *et al.* (1993) relatan desarrollo de *P. alba*, *P. chilensis*, *P. juliflora* y *P. pallida* en Pedro Avelino (RN), espaciadas en 7 x 7 m, con alturas de 2,06; 2,12; 2,96 y 2,54 m, respectivamente, con 60 meses de edad.

Cuanto al desarrollo del diámetro en la base del tronco (DAB), se observó mayor incremento de crecimiento en *P. alba* a partir del cuarto/quinto año y en el sexto año en *P. chilensis*. A partir del segundo año después del plantio, se observó en *P. juliflora* y *P. pallida*, menores tasas en el incremento de crecimiento del diámetro del tronco. Las otras especies mantuvieron estables sus tasas de crecimiento.

En Cuadro 3 son presentados los diámetros cuadráticos de las especies, com ocho años de edade, obtenidos en diferentes alturas del suelo. En la base (0,10 m) y al 0,30 m de altura, los mayores valores medios se observaron en *P. alba*, siendo de 20,9 cm y 18,05 cm respectivamente para estas alturas. A la altura del DAP (1,30 m), el mayor valor medio se encontró en *P. juliflora* (15,66 cm) y los menores en *P. chilensis* (7,64 cm), *P. glandulosa* (6,11 cm) y *P. velutina* (4,97 cm).

Cuadro 3
DIÁMETRO QUADRÁTICO (cm) (MÉDIA + DESVIO) OBTENIDO EN DIFERENTES ALTURA DEL FUSTE *Prosopis*, EN PETROLINA-PE, COM OCHO AÑOS DE EDAD

| ESPECIES | Altura del Tronco | | |
|----------------------|-------------------|--------------|--------------|
| | 0,10m | 0,30m | 1,30m |
| <i>P. alba</i> | 20,90 ± 5,82 | 18,05 ± 5,88 | 14,40 ± 6,29 |
| <i>P. chilensis</i> | 17,07 ± 4,54 | 13,44 ± 4,27 | 7,64 ± 3,93 |
| <i>P. glandulosa</i> | 15,55 ± 4,19 | 10,90 ± 3,90 | 6,11 ± 6,71 |
| <i>P. juliflora</i> | 17,66 ± 5,16 | 16,50 ± 5,08 | 15,66 ± 4,71 |
| <i>P. pallida</i> | 15,15 ± 3,93 | 13,90 ± 3,55 | 12,96 ± 4,06 |
| <i>P. velutina</i> | 14,28 ± 5,27 | 11,13 ± 4,56 | 4,97 ± 4,47 |

Los incrementos diamétricos verificados en la base del tronco de *P. alba* y *P. chilensis* poden estar relacionados a la reducción natural del número de plantas en el área de plantio. El crecimiento en altura no ha sido afectado pela densidad de la población, pero el diámetro si. Cuanto a la proyección y diámetro medio de la copa (DC), las mayores dimensiones, con ocho años de edad, se observaron en *P. juliflora* y *P. pallida* (Cuadro 4).

Cuadro 4

DIMENSIONES MÉDIAS (m) DE LA PROYECCIÓN DE LA COPA DE LOS ÁRBOLES *Prosopis* EN PETROLINA-PE, EN FUNCIÓN DE LA EDAD

| ESPÉCIES | Edad (meses) | | | | | |
|----------------------|--------------|------|------|------|------|------|
| | 24 | 39 | 63 | 75 | 87 | 96 |
| <i>P. alba</i> | 3,25 | 4,12 | 4,45 | 5,32 | 5,25 | 5,36 |
| <i>P. chilensis</i> | 2,36 | 2,83 | 2,74 | 3,27 | 3,74 | 3,84 |
| <i>P. glandulosa</i> | 1,92 | 2,30 | 2,73 | 2,95 | 3,11 | 3,69 |
| <i>P. juliflora</i> | 5,32 | 5,53 | 5,73 | 6,06 | 6,28 | 6,46 |
| <i>P. pallida</i> | 4,95 | 5,52 | 5,52 | 6,06 | 6,30 | 6,38 |
| <i>P. velutina</i> | 2,78 | 3,46 | 4,01 | 4,24 | 4,49 | 4,49 |

A partir de los 24 meses de edad, *P. juliflora* y *P. pallida* presentaron un mayor diámetro de copa, siendo que entre las edades de 63 y 75 meses, las ramas de los liavan. En Nordeste de Brasil, el plantio de *P. juliflora* tien por objetivo la producción de vainas para forraje, siendo el espaciamiento mínimo de 10 x 10 m.

Cuanto a la fructificación, *P. juliflora*, *P. pallida* y *P. velutina* empezaron la producción al 21 meses de edad, en cuanto *P. glandulosa* solamente después del tercer año. La producción de *P. alba* y *P. chilensis* fueron muy baja, no siendo considerada en análisis. En el Cuadro 5, la evolución de la producción media anual de vaina de las especies, en Petrolina.

Cuadro 5
PRODUCCIÓN MEDIA DE VAINAS DE *Prosopis* (g/ARBOLE) EM PETROLINA, HASTA LOS SIETE AÑOS DE EDAD

| ESPECIES | EDAD (AÑOS) | | | | | |
|----------------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <i>P. glandulosa</i> | 0 | 10,25 (25) | 72,87 (32) | 293,51 (55) | 455,58 (61) | 1359,30 (67) |
| <i>P. juliflora</i> | 399,74 (62) | 93,02 (41) | 93,23 (60) | 141,05 (39) | 80,28 (42) | 22,37 (9) |
| <i>P. pallida</i> | 361,29 (49) | 232,68 (57) | 346,99 (83) | 1245,61 (77) | 1270,05 (82) | 287,62 (81) |
| <i>P. velutina</i> | 23,86 (12) | 84,98 (57) | 601,36 (64) | 1502,06 (90) | 1761,67 (96) | 1742,13 (96) |

Números entre paréntesis son porcentaje de árboles fructificando

El declíneo en la producción de vaina en *P. juliflora* y *P. pallida* puede estar relacionado al espaciamiento utilizado. Estas especies presentaron mayor largura de copa y adensamiento de las mismas. En la proporción en que las copas fueron creciendo hubo una disminuyeción en la producción de frutos.

Biomasa

Cuanto la producción de biomasa leñosa seca (t/ha) y el porcentaje de peso de la materia seca obtenida, en relación a las clases diamétricas del tronco y ramas de los árboles, por hectárea, son presentados en Cuadro 6. Las especies *P. glandulosa* y *P. velutina* tuvieron un mayor peso del material leñoso en las ramas con diámetros inferiores a 3,0 cm. Con estos resultados, correspondiendo a 74 y 68% del peso total de la materia seca leñosa producida, respectivamente, para estas especies, son limitadas las recomendaciones para plantios con fines energéticos.

Cuadro 6

BIOMASA LEÑOSA SECA (t/ha) EN ESPECIES *Prosopis*, EN PETROLINA-PE, COM OCHO AÑOS DE EDADE, POR CLASES DE DIÁMETRO

| Clases Troncos y ramas | ESPECIES | | | | | |
|------------------------------|---------------|-----------------|------------------|-----------------|---------------|----------------|
| | P. alba | P. chilensis | P. glandulosa | P. juliflora | P. pallida | P. velutina |
| < 1cm | 1,556 (25) | 0,924 (32) | 1,517 (43) | 4,609 (17) | 4,653 (30) | 1,431 (33) |
| 1,1 - 3,0 | 1,173 (19) | 0,765 (26) | 1,108 (31) | 5,828 (21) | 3,330 (21) | 1,540 (35) |
| 3,1 - 5,0 | 1,066 (17) | 0,581 (20) | 0,441 (12) | 6,230 (25) | 2,726 (17) | 0,822 (19) |
| 5,1 - 7,0 | 0,765 (12) | 0,246 (8) | 0,159 (5) | 3,985 (15) | 2,052 (13) | 0,191 (4) |
| 7,1 - 9,0 | 0,608 (10) | 0,179 (6) | 0,166 (5) | 2,982 (11) | 1,363 (9) | 0,196 (5) |
| > 9,0 | 1,104 (17) | 0,237 (8) | 0,138 (4) | 2,982 (11) | 1,535 (10) | 0,170 (4) |
| TOTAL (t/ha) | 6,272c | 2,932c | 3,529c | 27,109a | 15,666b | 4,350c |

Números entre paréntesis indican el porcentaje média en relación al total, por especie. Médias con letras iguales en una misma línea no difeire entre si al nivel de probabilidad de 95%, por el teste de Duncan.

P. juliflora fue la especie que presentó menor porcentaje del peso de la materia seca de los ramos con diámetro inferior a 3,0 cm (38%). Es decir que existe un mayor aprovechamiento del material leñoso para energía. Mayores porcentajes del peso de la materia seca de las ramas con diámetros superiores al diámetro comercial mínimo para leña se observaron en *P. juliflora* (62%), *P. alba* (56%) y *P. pallida* (49%).

El peso de la materia seca leñosa total por hectárea, encontrado para *P. juliflora* (27,109 t/ha) es estadísticamente superior al encontrado para las demás especies. *P. pallida* presentó producción de 15,666 t/ha, *P. alba* 6,222 t/ha, *P. velutina* 4,350 t/ha, *P. glandulosa* 3,529 t/ha y *P. chilensis* 2,932 t/ha. Las producciones de leña por hectárea de *P. alba* y *P. chilensis*, especies arbóreas, no difirieron estadísticamente de *P. glandulosa* y *P. velutina*, especies arbustivas, provavelmente en función de la tasa de mortalidad ocurrida en *P. alba* y *P. chilensis*.

Las densidades medias de la madera encontradas en *P. alba* (0,66 g/cm³), *P. chilensis* (0,71 g/cm³), *P. glandulosa* (0,76 g/cm³), *P. juliflora* (0,91 g/cm³), *P. pallida* (0,89 g/cm³) y *P. velutina* (0,76 g/cm³) estan en conformidad con valores encontrados para el género. Densidades de 0,85 a 1,13 g/cm³ han sido encontrados en *P. juliflora* en Nordeste de Brasil por Drumond et al. (1985), Zakia et al. (1989) y Andrade (1985).

Forraje

Los valores encontrados para digestibilidad de la vaina de las especies de *Prosopis* estudiadas en Petrolina, no difirieron estadísticamente pelo test de Tukey (P < 0,05) (Cuadro 7). Todas las especies presentaran tasas de digestibilidad superiores a los 65% para las vainas. *P. chilensis* presentó menor tasa (31,63%) de digestibilidad para las hojas. CONTRERAS TAPIA (1982) encontró, respectivamente valores de 58,29 y 77,11% de digestibilidade para hojas y frutos de *P. chilensis* en Pampa do Tamarugal, Chile.

Cuadro 7
VALORES DE DIGESTIBILIDAD "IN VITRO" DE LA MATERIA SECA (DIVMS) Y PROTEÍNA CRUDA (PC) DE VAINAS Y HOJAS DE *Prosopis*, EN PETROLINA-PE.

| ESPECIES | Hojas | | Vainas | |
|----------------------|----------|-----------|----------|-----------|
| | PC (%) | DIVMS (%) | PC (%) | DIVMS (%) |
| <i>P. alba</i> | 23,27 a | 57,06 a | - | - |
| <i>P. chilensis</i> | 24,03 a | 31,63 b | - | - |
| <i>P. glandulosa</i> | 21,24 ab | 60,16 a | 10,36 ab | 79,65 a |
| <i>P. juliflora</i> | 18,49 b | 59,06 a | 7,82 b | 74,59 a |
| <i>P. pallida</i> | 17,83 b | 55,55 a | 8,08 b | 67,91 a |
| <i>P. velutina</i> | 23,59 a | 57,94 a | 11,35 a | 71,40 a |

Las medias seguidos da la misma letra en una misma columna no difieren entre si por el test de Tukey ($P < 0,05$)

Respecto a los teores de Proteína Cruda, lo menor valor encontrado en *P. juliflora* (7,82%), no difirió de aquellos obtenidos en *P. pallida* (8,08%) y *P. glandulosa* (10,36%), pero difirió estadísticamente de *P. velutina* (11,35%). Todas las especies presentaron valor de PC de acuerdo con el mínimo requerido por el rúmen de los animales.

En Nordeste de Brasil, Nobre (1982a) y Barros & Queiroz Filho (1982) encontraron valores de 10,19 y 9,19 % para Proteína Cruda en vainas de *P. juliflora*. En norte do Perú, Zevallos & Higaonna (1977/1978) encontraran 9,8% de proteína cruda en frutos de *P. pallida*, mientras que valores de 7,8% foran encontrados por Soares & Saens (1977/1978) para la misma especie, en misma región.

Becker & Grosjean (1980), en EE.UU., encontraron, respectivamente, valores de 9,38 y 11,81 % de proteína cruda en vainas de *P. glandulosa* y *P. velutina*. En Sudan, para vainas de *P. chilensis*, Gabar (1988) encontró valores del 12,49 % para proteína cruda. Los valores medios de proteína cruda y DIVMS en hojas, encontrados en Petrolina, entre los períodos de lluvia y de sequía presentaron diferencias estadísticas entre las especies (Cuadro 8). Solamente *P. alba* presentó aumento de digestibilidad en las hojas (9,2%) del período de lluvia para secano. Las demás especies disminuyeron del 1 hasta el 12%. En general, la digestibilidad media de las hojas de las especies se redujó de 54,7% en abril para 52,4% en agosto.

Cuadro 8
PROTEÍNA CRUDA (PC), DIGESTIBILIDAD "IN VITRO" DE MATERIA SECA (DIVMS) Y TANINO DE *Prosopis*, EN PETROLINA-PE, EN LOS PERÍODOS DE LLUVIA Y SECANO

| ESPECIES | PC (%) | | DIVMS (%) | | Tanino (%) |
|----------------------|---------|---------|-----------|---------|------------|
| | Época 1 | Época 2 | Época 1 | Época 2 | Época 2 |
| <i>P. alba</i> | 24,68 | 21,85 | 54,55 | 59,58 | 1,97 |
| <i>P. chilensis</i> | 24,69 | 23,37 | 32,62 | 30,64 | 4,35 |
| <i>P. glandulosa</i> | 17,87 | 24,61 | 63,07 | 57,25 | 2,25 |
| <i>P. juliflora</i> | 19,53 | 17,45 | 59,48 | 58,73 | 1,89 |
| <i>P. pallida</i> | 16,76 | 18,90 | 57,05 | 54,05 | 2,01 |
| <i>P. velutina</i> | 22,73 | 24,46 | 61,77 | 54,10 | 2,25 |

Época 1 (lluvia) - fevereiro Época 2 (secano) - outubro/novembro

Solamente *P. alba* presentó aumento de digestibilidad en las hojas (9,2%) del período de lluvia para secano. Las demás especies disminuyeron del 1 hasta el 12%. En general, la digestibilidad media de las hojas de las

especies se redujó de 54,7% en abril para 52,4% en agosto. Cuanto al teor de proteína cruda, *P. glandulosa*, *P. pallida* y *P. velutina* presentaron una tasa de aumento en el período lluvioso respecto al seco, mientras que *P. alba*, *P. chilensis* y *P. juliflora* presentaron, disminución. En general, se observa disminución entre estos períodos. Teores de proteína cruda alrededor del 14,4% fueron encontrados por Zevallos & Higaonna (1977/1978), en Perú, en hojas de *P. pallida*. En Sudán, teores de 14,79% fueron encontrados por Gabar (1989) en hojas de *P. chilensis*.

El teor de tanino en las hojas, que pode intervenir tanto en la palatabilidad cuanto en la reducción de la actividad microbiológica en el rúmen de los animales, variaran entre especies, siendo mayor en *P. chilensis* (4,35 %) y menor en *P. juliflora* (1,89 %). Los valores estan en nivel aceptable para dieta de los animales, estando los teores de *P. chilensis* un poco por encima, pero no ultrapasó el limite crítico.

Plagas y Enfermidades

Se observaron, en dos años, elevados niveles poblacionales de insectos defoliadores en todas las especies de *Prosopis*, disminuyendo con las primeras lluvias. Los análisis demostraron mayor tasa de pérdida de hojas en *P. alba*, *P. velutina* y *P. glandulosa* y menor pérdida en *P. chilensis*, *P. juliflora* y *P. pallida*, en el primero año de ocurrencia. En el segundo año, se observó mayor infestación en *P. juliflora*, *P. alba* y *P. pallida*. Los insetos, después de atingiren la fase adulta, fueron identificados como *Melipotis ochrodes* (Guinée) [Lepidoptera: Noctuidae].

Aún que, con nivel poblacional anual elevado, pero con daños leves, se observó ataque de *Stiphra robusta* Mello-Leitão [Orthoptera: Proscopiidae] en todas las especies de *Prosopis*. Los daños causados por estos insectos son la reducción de la área de las hojas y, conseqüentemente, reducción de la tasa fotosintética.

Otros insectos que causaron daños en *Prosopis* han sido los insectos "serradores". La presencia del "serradores" ocurrió a partir del segundo año de plantio. En Cuadro 9 estan relacionados los insectos "serradores" encontrados causando daños em *Prosopis*, en Petrolina-PE.

Cuadro 9
INSECTOS SERRADORES QUE CAUSAN DAÑOS EN *Prosopis*, EN PETROLINA-PE

| INSECTOS | ESPÉCIE DE <i>Prosopis</i> |
|--|---|
| <i>Oncideres limpida</i> Bates, 1985 | <i>P. juliflora</i> ; <i>P. pallida</i> |
| <i>Oncideres alicei</i> Lane, 1977 | <i>P. chilensis</i> ; <i>P. velutina</i> |
| <i>Nesozineus bucki</i> Breun., 1954 | <i>P. pallida</i> ; <i>P. alba</i> ; <i>P. glandulosa</i> |
| <i>Retrachydes thoracicus thoracicus</i> Ol., 1970 | <i>P. chilensis</i> ; <i>P. velutina</i> |

Cuanto a las enfermedades en plantas de *Prosopis*, no se constataron problemas, pero fueron observados en las vainas de *P. juliflora*, *P. pallida*, *P. glandulosa* y *P. velutina* manchas oscuras, identificadas como siendo una asociación de los hongos *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goindanish, *Fusarium* sp y *Cladosporium* sp.

CONCLUSIONES

Ente las especies estudiadas, *Prosopis juliflora* y *P. pallida* son indicadas para reforestación en el semiarido brasileño, con el objetivo de producción de leña y forraje, en cuanto *P. glandulosa* y *P. velutina*, para forraje.

Cuanto la calidad de forraje, todas las especies presentaron buena digestibilidad de las vainas y hojas, bien como tasas de proteína cruda, de acuerdo con el requerido por el rumen de los animales.

La ocurrencia de insectos en la población de *Prosopis* no interfirió en el desarrollo de las plantas, siendo los principais daños causados por insectos defoliadores y "serradores". Los hongos son responsables por las manchas oscuras en los frutos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Allem, A. C.; Valls, J. F. M. 1987. Recursos forrageiros nativos do Pantanal Mato-grossense. Brasília : EMBRAPA-CERNAGEN, 339p. (EMBRAPA-CERNAGEN. Documentos, .8).
- Andrade, G. de C.; Cristo, R. C. de; Henriques, O. N.; Lima, P. C. F. 1993. Introdução e seleção de espécies de *Prosopis* na região semi-árida do Rio Grande do Norte. IN: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 7., Curitiba, 1993. Floresta para o desenvolvimento: política, ambiente, tecnologia e mercado. São Paulo: SBS/SBEF. v.1, p.134-136.
- Andrade, I. V. de. 1985. Contribuição da Sudene para utilização do potencial florestal do semi-árido. Silvicultura, São Paulo, v.10, n.37, p.9-17. Edição Especial
- Association of Official Analytical Chemist. 1985. Official Methods of Analysis. 12 ed. Washington DC:AOAC.
- Azevedo, G. Algaroba. Rio de Janeiro : Serviço de Informação Agrícola, 1961. 31p. (SIA, 843).
- Barros, N. A. M.T. de; Queiroz Filho, J.L. de. 1982. Efeitos da substituição progressiva do melaço por vagens de algaroba (*Prosopis juliflora* (SW)) na alimentação de ruminantes. In: SIMPOSIO BRASILEIRO SOBRE ALGAROBA, 1, 1982, Natal. Algaroba. Natal:EMPARN, p.385-407 (EMPARN, Documentos, 7)
- Becker, R.; Grosjean, O.k. 1980. A compositional study of two varieties of mesquite (*P. glandulosa*, *P. velutina*). Journal Agricultural Food. Chem., Easton, v.28, p.22-25.
- Contreras Tapia, D.L. 1982. Distribuição, produtividade e manejo de ecossistemas naturais e artificiais de tamarugo e algaroba no Chile. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE ALGAROBA, 1, 1982, Natal. Algaroba. Natal:EMPARN. v.2, p.25-96 (EMPARN, Documentos, 8).
- Drumond, M.A.; Pires, I.E.; Brito, J.O. 1985. Algarobeira: uma alternativa para preservar as espécies nativas do Nordeste semi-árido. Silvicultura, São Paulo, v.10, n.37, p.51-52, Edição Especial.
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi-Árido, Petrolina-PE.1979 Relatório técnico anual do Centro

de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi-Árido, 1977-1978. Brasília, EMBRAPA-DID.

- Gabar, A.E.I.A.** 1988. *Prosopis chilensis* in Sudan: A nonconventional animal feed resource. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON PROSOPIS 2, 1986, Recife. The current state of knowledge on *Prosopis juliflora*. Rome: FAO, p.371-377.
- Huxley, P. A.** 1983 The role of trees in agroforestry: some comments. In: HUXLEY, P. A. (Ed.) Plant research and agroforestry. Nairobi : ICRAF, p.257-270.
- LIMA , P. C. F.** Comportamento de *Leucaena leucocephala* (Lam) de Wit comparado com *Prosopis juliflora* (SW) DC e *Eucalyptus alba* Reinw ex Blume em Petrolina (PE), região semi-árida do Brasil. Curitiba, 1982. Dissertação (Mestrado) Setor de Ciências Agrárias - Universidade Federal do Paraná.
- Lima, P.C.F.; Oliveira, E.** 1996. Equações para estimativas de biomassa de espécies de *Prosopis* no semi-árido brasileiro. Boletim de Pesquisa Florestal, Colombo, n.32/33, p.67-79.
- Nobre, F. V.** 1982. A algarobeira no Nordeste brasileiro, especialmente no Rio Grande do Norte. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE ALGARROBA 1, 1982, Natal. Algaroba. Natal:EMPARN, p.257-282. (EMPARN.Documentos, 7).
- Pereira, J.C.D.; HIGA, A.R.; SHIMIZU, J.Y.; HIGA, R.C.V.** 1986. Comparação da qualidade da madeira de três procedências de *Eucalyptus dunnii* Maiden para fins energéticos. Boletim de Pesquisa Florestal, Colombo, n.13, p.9-16.
- Pires, I. E.; Andrade, G. de C.; Araújo, M. de S.** 1988. Genetic variation for growth characteristics in *P. juliflora* progenies. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON PROSOPIS 2., 1986, Recife. The current state of knowledge on *Prosopis juliflora*. Rome : FAO, p.251-257.
- Silva, M. A.** 1988 Taxonomy and distribution of the genus *Prosopis* L. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON PROSOPIS, 2., 1986, Recife. The current state of knowledge on *Prosopis juliflora*. Rome: FAO, p.177-185.
- Suárez, C.A.L.; Saéñz, V. M. de** 1977/1978. obtención de alcohol etílico a partir del fruto de algarrobo (*Prosopis pallida*). Zonas Aridas, Lima, n.5, p.77-89.
- Tinnimit, P.** 1974. Forage evaluation using various laboratory techniques. East Lansing. Dissertação Mestrado, Michigan State University.
- Zakia, M.J.B.; Pareyen, F.G.; Burkart, R.N.; Isaia, E.M.B.I.** 1989. Incremento médio anual de algarobais no Seridó -RN. IPA News, Recife, n.8, p.1-4
- Zevallos P., P.; Higaonna O.,R.** 1977/1978. Valor pecuario y apicola de 10 especies forestales de las zonas secas y semisecas de lambayeque. Zonas Aridas, Lima, n.5, p.31-43.