

**NUEVAS TECNICAS PARA LA REFORESTACION DE LA REGION
SEMIARIDA DEL NORESTE BRASILEIRO**

Helton Damin da Silva *

1. INTRODUCCION

El Noreste de Brasil, con un área de 1.548.672 Km², ocupa el 18,2% del territorio nacional y posee 867.296 Km² con predominancia de clima tropical semiárido, región que se caracteriza por suelos planos y pobres en nutrientes, baja precipitación con distribución irregular, altas temperaturas y una formación vegetal de baja productividad denominada Caatinga.

A pesar de la baja productividad, en comparación con otras formaciones forestales del país, la región registra actividades de gran consumo de energía calórica basada en la quema de leña y carbón, tales como la minería, industrias de cal y cemento, cerámicas y otras industrias pequeñas, aunque de importante consumo.

El Noreste de Brasil, principalmente la región semiárida por su extensión y su potencial, requiere de un programa forestal para atender las demandas locales sin causar desequilibrio ambiental. En este proceso es importante la selección de la especie, de las formas de preparación del suelo y de los sistemas de plantación.

2. REVISION BIBLIOGRAFICA

Los sistemas de preparación de suelos deben favorecer condiciones de arraigamiento y retención de humedad adecuadas para el desarrollo de las plantas. En Brasil, en general en los poblamientos forestales se utilizan plantas producidas en vivero y preparación de suelo constituida por una limpia, en la que la vegetación se retira con maquinaria pesada; arado; nivelación y surcos; y apertura de hoyos (Barros, 1973; Siviões et al., 1981).

En las regiones semiáridas la capacidad de retención de agua de los suelos es un factor limitante para el desarrollo de las plantas. Los suelos de estas regiones, normalmente planos, favorecen el escurrimiento.

* Ingeniero Forestal M.Sc. EMBRAPA-CPATSA, Petrolina - PE. Brasil.

to superficial y el transporte de partículas de suelo, debido al régimen de lluvias con precipitaciones intensas y de corta duración.

La importancia de la humedad está demostrada por Pires y Ferreira (1982), que compararon la productividad de Eucalyptus camaldulensis en diferentes regiones bioclimáticas del Noreste brasileiro y constataron una disminución del incremento medio anual en altura a medida que se reducía la precipitación de las regiones estudiadas (Tabla Nº 1).

TABLA Nº 1

Incremento Medio Anual (IMA) de E. camaldulensis en diferentes regiones bioclimáticas del Noreste

REGION BIOCLIMATICA	I.M.A. Altura (m)
Sub - Húmeda Húmeda	3,4
Sub - Húmeda Seca	3,1
Arida	1,8

En Sudán, la importancia de los beneficios atribuidos a un mayor tenor de humedad quedó demostrada por la alta producción obtenida en poblaciones de Eucalyptus sp., que alcanzó a 60 m³/ha a los ocho años de edad (FAO, sd.).

Las formas de limpia y preparación de suelo pueden influenciar las características de éste (Kellinson, 1983). La quema de los residuos de la vegetación después de la limpia es normalmente utilizada en Zambia, sin embargo, esta práctica que elimina materiales y semillas indeseables, mantiene el suelo limpio y produce cenizas que favorecen los nutrientes, puede eliminar también los microorganismos del suelo, que son fundamentales para la descomposición de la materia orgánica y el reciclaje de los nutrientes. En áreas donde existen problemas de compactación, el uso de subsolado mejora las condiciones de suelo favoreciendo la infiltración del agua y posibilitando la formación de bosques más productivos.

Diversas formas de preparación de suelo que favorecen la retención y disminuyen el escurrimiento han sido utilizadas. En localidades con pendiente las plantaciones pueden ser establecidas en terrazas construidas en curvas de nivel (Goor, 1964). En suelos delgados, planos o de reducida pendiente, con el fin de evitar el escurrimiento superficial y la erosión y facilitar la infiltración, se puede emplear minirepresas

(FAO, sd.), trincheras y otras técnicas para interrumpir el curso de las aguas y formar lugares de captación (FAO, 1973).

Asociadas a los métodos de preparación de suelo, se deben considerar las técnicas de plantación, que pueden ser decisivas en el establecimiento, desarrollo y productividad de un bosque. Varios sistemas de plantación han sido propuestos para las regiones semiáridas. Como ejemplo se pueden citar: siembra directa (Tigre, 1984); plantas a raíz desnuda (Revell & Dorsser, 1983); cortavientos; cercas vivas y el uso de cubiertas de fibras, de láminas metálicas, o incluso la colocación de piedras en torno a las plantas, con el fin de impedir la pérdida de humedad y la erosión del suelo (Goor, 1964; Andéké-Lengui y Dommergues, 1981). Las combinaciones con cultivos agrícolas o forrajeros pueden utilizarse también, considerando la reducción de los costos de implantación y mantención y el aumento de la producción de alimentos.

El presente trabajo relata las técnicas en desarrollo por el Programa Nacional de Investigación Forestal (PNPF), en el Centro de Investigación Agropecuaria del Trópico Semiárido (CPATSA), y las Empresas Estatales de Investigación de Paraíba (EMEPA), de Río Grande del Norte (EMPARN) y de Ceará (EPACE).

3. TECNOLOGIAS EN ESTUDIO EN LA REGION SEMIARIDA

CPATSA, a través de PNPF, está desarrollando estudios referentes a selección de especies, producción de plantas, métodos de preparación de suelo y técnicas de plantación para posibilitar la actividad forestal en la región.

3.1 Selección de las Especies

La selección de las especies a utilizar en la reforestación de la región semiárida, está basada en ensayos que han incluido especies, variedades y procedencias resistentes a la sequía y productoras de madera y/o forraje. Entre las especies exóticas se pueden destacar: Eucalyptus crebra, procedencias 6946 y 11958 (Pires et al., 1985); Eucalyptus camaldulensis, procedencias 10923, 10912, 10533, 10550 y 82214 (Souza et al., 1985); Leucaena leucocephala (Lima, 1982) y Prosopis juliflora. Entre las especies nativas se destacan Angico (Anadenanthera macrocarpa), Pau d'Arco (Tabebuia impetiginosa) y Sabiá (Mimosa caealpiniaefolia).

3.2 Producción de Plantas

Resultados experimentales demostraron que en la región semiárida

da las plantas pueden ser producidas en recipientes plásticos, donde la siembra es hecha entre 0,5 y 1,0 cm de profundidad, cubiertas con una ligera capa de arena. Recipientes como el laminado de madera o el tubo de papel periódico también se mostraron eficientes para la producción de plantas.

EPARN está realizando con buenos resultados, estudios sobre sistemas de plantación para Algarrobo utilizando plantas podadas en la parte aérea y el sistema radicular, raíz desnuda y siembra directa en el campo. El objetivo principal en este caso es la reducción de los costos de establecimiento, donde las operaciones de vivero, plantación y, principalmente transporte, contribuyen significativamente en aumentar este costo. Por ejemplo, el sistema de producción de plantas en recipientes, implica un transporte efectuado en cajas plásticas con capacidad para 25 plantas con un peso aproximado de 20 Kg. Estas mismas cajas pueden transportar hasta 100 plantas con su parte aérea y sus raíces podadas, o todavía, empleando sacos de arpillera, transportar plantas suficientes para la plantación de 2 ó 3 ha de Algarrobo con un espaciamiento de 10 x 10 m.

Otro estudio que ha sido desarrollado por CPATSA con el objeto de formar poblaciones homogéneas es la producción de plantas por propagación vegetativa. En trabajos con Prosopis juliflora, especie que presenta grandes variaciones fenotípicas para la producción de frutos y madera, se han obtenido enraizamientos de estacas provenientes de cepas (70%) y de ramillas de copas (61%) (Souza y Nascimento, 1984). Se espera que con el uso de esta técnica, asociada al mejoramiento genético, se obtendrá un aumento y homogenización de la producción de madera y forraje.

3.3 Limpia y Preparación de Suelo

La limpia, dependiendo de la topografía y la densidad de la vegetación, puede ser manual o mecanizada. Cuando es mecanizada se efectúa mediante un cable tirado por dos máquinas o con un tractor con pala frontal. La limpia manual depende principalmente de la disponibilidad y costo de la mano de obra local.

En cuanto a la preparación de suelo, el método comúnmente usado es la aradura y nivelación, ajustado a cada tipo de suelo. En regiones con déficit hídrico, entretanto, es necesario el uso de prácticas especiales que favorezcan la infiltración y retención de agua.

Un estudio sobre métodos de limpia y preparación de suelo se está llevando a cabo en CPATSA. Los resultados preliminares obtenidos (Tabla Nº 2) indican que Eucalyptus crebra y Leucaena leucocephala son sensibles a la preparación de suelo.

TABLA Nº 2

Resultados Preliminares del Efecto de la Limpia y Preparación de Suelos en el Desarrollo de E. crebra y L. leucocephala a los 4 años de edad

ESPECIE	METODO DE LIMPIA	TRATAMIENTO	Sobreviv. (%)	Altura (m)	D.A.P. (cm)
<u>E. crebra</u>	Manual	Quema y aradura	93	5,2	5,6
	Mecanizado	Aradura	78	5,0	5,6
	Manual	Quema	70	4,3	4,5
	Mecanizado	Casillas	44	3,7	3,4
<u>L. leucocephala</u>	Manual	Quema y aradura	89	4,5	3,8
	Mecanizado	Aradura y nivelación	70	3,6	3,2
	Manual	Quema	33	3,5	3,4
	Mecanizado	Casillas	15	3,0	2,6

3.4 Plantación con Riego

La técnica del riego permite que la plantación pueda ser efectuada durante todo el año, independientemente de las lluvias. El riego normalmente se efectúa con un carro cisterna y apunta sólo al establecimiento de las plantas.

Como en la región semiárida, además de la mala distribución de las lluvias, la cantidad de agua disponible es escasa, CPATSA está desarrollando estudios relativos al mejor aprovechamiento de las aguas de lluvia para la implantación y mantención de bosques.

Una de las alternativas en ensayo es el uso de potes de barro permeables que, enterrados cerca de las plantas, mantienen por diferencia de potencial una alta humedad en torno a las raíces, favoreciendo así la supervivencia.

3.5 Captación de Agua "in situ"

El régimen pluviométrico bajo e irregular y la alta insolación, características de la región semiárida, favorecen la pérdida de agua por escurrimiento superficial y por evaporación. El período

estival prolongado puede llevar las plantas a un "stress", provocando una reducción de la tasa de crecimiento y hasta la muerte de las plantas.

Sistemas de plantación que favorecen la captación "in situ" y la infiltración de las aguas de lluvia, para el establecimiento de especies forestales, se están desarrollando en CPATSA uno de estos sistemas consiste en la formación de depresiones cuadrangulares por la apertura de surcos cruzados, siendo necesario la terminación manual de estas depresiones o bajos. Otro sistema consiste en el surcamiento en curvas de nivel y nivelación, después se establecen las depresiones formando el área de captación del agua de las lluvias las depresiones pueden ser individualizadas a través de la formación de diques. Este sistema ha demostrado eficiencia en la captación de agua en la implantación de Algarrobo y Leucaena, además de permitir el aprovechamiento de los espacios intermedios para cultivos agrícolas o forrajeros.

3.6 Espaciamiento

Existe un efecto del espaciamiento de plantación en la tasa de crecimiento, calidad de la madera, rotación, técnicas de explotación y costos de producción en las regiones húmedas (Balloni, 1983). En las regiones semiáridas este efecto tiende a ser más acentuado por la escasez de agua en el suelo.

Resultados experimentales obtenidos por CPATSA demuestran para Eucalyptus camaldulensis (Tabla Nº 3) y Leucaena leucocephala (Tabla Nº 4) que los espaciamientos más amplios proporcionan mayores tasas de sobrevivencia y de desarrollo en altura y diámetro (DAP).

TABLA Nº 3

Resultados Preliminares del Ensayo de Espaciamiento
con E. camaldulensis a los 4 años de edad
Petrolina - PE

ESPACIAMIENTO (m)	SOBREVIVENCIA (%)	ALTURA (m)	DIAMETRO (DAP) (cm)
1,0 x 1,5	39	3,25	2,15
3,0 x 2,0	69	3,90	3,26
3,0 x 3,0	100	4,26	3,62
3,0 x 1,0 x 2,0	66	3,34	2,39

TABLA Nº 4

Resultados Preliminares del Ensayo de Espaciamento
con L. leucocephala a los 4 años de edad
Petrolina - PE

ESPACIAMIENTO (m)	SOBREVIVENCIA (%)	ALTURA (m)	DIAMETRO (DAP) (cm)
1,0 x 1,0	67	2,73	1,96
2,0 x 1,5	91	3,38	2,59
3,0 x 1,5	96	3,45	2,59
3,0 x 2,0	86	3,62	2,83
3,0 x 2,5	96	3,60	3,10

3.7 Combinaciones

Como una forma de reducir los costos y posibilitar el establecimiento de plantaciones, se pueden emplear combinaciones entre árboles y especies forrajeras y/o agrícolas. En CPATSA se están estudiando diferentes combinaciones, incluyendo especies madereras y/o forrajeras, como Algarrobo, Leucaena y Eucalyptus crebra con especies forrajeras tales como Capim buffel, Palma y Sorgo.

La viabilidad de estos sistemas puede ser observada en plantaciones de Algarrobo con Palma forrajera, donde a los dos años de edad la productividad media de las parcelas simples fue de 10 ton/ha y de las parcelas combinadas 11,5 ton/ha. En este caso la combinación, además de ofrecer la madera y los frutos, promovió un aumento de 15% en la productividad de la Palma.

4. CONSIDERACIONES FINALES

En base a los resultados preliminares se puede inferir que:

- La producción de plantas propagadas vegetativamente asociada al mejoramiento genético, puede ser utilizada para uniformar y aumentar la productividad del Algarrobo.
- La plantación de Algarrobo con plantas podadas en la parte aérea y el sistema radicular reduce los costos de transporte.

- La preparación de suelo favorece la sobrevivencia y desarrollo de Eucalyptus crebra y Leucaena leucocephala.
- Los sistemas de captación de agua "in situ" promueven mayor infiltración de las aguas de las lluvias, tornándola disponible por un mayor período de tiempo.
- Espaciamientos más amplios favorecen mejores desarrollos en altura y diámetro.
- *Los sistemas combinados pueden reducir los costos de establecimiento y mantención de bosques.*

BIBLIOGRAFIA

- ANDÉKÉ-LENGUI, M.A. & DIMMERGUES, Y. Coastal sand dune stabilization in Senegal. In: INTERNATIONAL WORKSHOP ON CASUARINA ECOLOGY MANAGEMENT AND UTILIZATION, Canberra, Austrália, 1981. Proceedings... Melbourne, CSIRO, 1983. p. 158-66.
- BALLONI, E.A. Influencia do espaçamento de plantio na produtividade florestal. Silvicultura, São Paulo, 8(31):588-93, julho 1982.
- BARROS, N.F. Notas de aula silvicultura I. Vicososa, MG. ed. 1973. 83 p.
- DELWAULLE, J.C. Plantations forestières en Afrique Tropicale. Revue Bois et forests des tropiques. Noguent-sur-Marue (183):3-17, jan.-fev. 1979.
- FAO, Roma, Itália. Establishment techniques for forest plantations. 1978. 183 p. il. (FAO. Forestry Paper, 8).
- FAO, Roma, Itália. Prácticas de plantación de árboles em la sabana africana. Roma, s.d. 203p. il.
- GOOR, A.Y. Métodos de plantación forestal en zonas áridas. FAO, Roma, Itália. 1964. 265 p. il.
- KELLINSON, R.C. Prácticas culturais para a otimização da produtividade de eucaliptos para fibras e energia. Silvicultura, São Paulo, 8(31):593-5, jul.-ago. 1983.
- PIRES, I.E. & FERREIRA, C.A. Potencialidade do Nordeste do Brasil para reflorestamento. Curitiba, EMBRAPA/URPFCS, 1982. 30 p. (EMBRAPA/URPFCS. Circular Técnica, 6).
- PIRES, I.E.; SOUZA, S.M.; & SILVA, H.D. Comportamento de espécies e procedências de Eucaliptos em Petrolina-PE. Petrolina 1985 (EMBRAPA/CPATSA Pesquisa em Andamento).
- REVELL, D.H. & DORSSER, J.C. van. Implantação de florestas de eucaliptos em Nova Zelândia usando mudas de raiz nua. Silvicultura, São Paulo, 8(31):

607-8, jul.-ago. 1983.

SIMÕES, J.W.; BRANDI, R.M.; LEITE, N.B. & BALLONI, E.A. Formação, e manejo e exploração de florestas com espécies de rápido crescimento. Brasília, DF.; IBDF, 1981. 131 p. il.

SOUZA, S.M. & NASCIMENTO, C.E.S. Propagação vegetativa de algaroba (*Prosopis juliflora*), (SW) DC por estaquia. s.n.t. 1984. 12p.

SOUZA, S.M.; LIMA, P.C.F. & SILVA, H.D. Comportamento de *E. camaldulensis* Dehnh Petrolina, PE, aos 36 meses de idade. Petrolina, PE (EMBRAPA/CPATSA - Pesquisa em andamento).

SUITER FILHO, W., RESENDE, G.C. de; MENDES, C.J. & CASTRO, P.F. Efeitos de diversos métodos de preparo de solo sobre o desenvolvimento de *Eucalyptus grandis* Hill (Ex-Maiden) Plantado em solos con camadas de impedimento. Piracicaba, SP.; IBEF, 1980. 9 p. (IPEF. Circular Técnica, 90).

TIGRE, C.B. Silvicultura para as matas xerófilas. 2 ed. Fortaleza, DNOCS, 1970. (Brasil. DNOCS. Publicação, 243. Série I-A).