

USO DO DELINEAMENTO SISTEMÁTICO EM PLANTIO DE *Moringa oleifera*

Revista da Universidade Vale do Rio Verde
ISSN: 1517-0276 / EISSN: 2236-5362
v. 19 | n. 1 | Ano 2021

Michelle Conceição Vasconcelos
Universidade Federal de Sergipe
michelle_florestal@yahoo.com.br

Joel Conceição Costa
Universidade Federal de Sergipe
joelconceicaoocosta@yahoo.com.br

Tássia Fernanda Santos Neri Soares
Universidade Federal de Sergipe
tassia_nanda@hotmail.com

Fernanda Vieira Santana
Universidade Federal de Sergipe
nanda.vst@hotmail.com

Renata Silva-Mann
Universidade Federal de Sergipe
renatamann@hotmail.com

RESUMO

A utilização do espaçamento adequado propicia o total aproveitamento da produção de uma espécie, e para a obtenção desse, faz-se necessário a realização de estudos. O delineamento sistemático tipo "leque" favorece o desenvolvimento de ensaios com diferentes densidades de plantas em uma área relativamente menor. Desta forma, o objetivo com este trabalho foi determinar o espaçamento ideal para o desenvolvimento de plantas de *Moringa oleifera* com relação às características dendrométricas (altura total e diâmetro do colo) e o início da floração e da frutificação por meio de plantio sob gradiente de espaçamento. O experimento foi implantado sob delineamento sistemático tipo "leque", no qual foram estabelecidas 10 diferentes densidades de plantas. As avaliações ocorreram mensalmente com medições do diâmetro do colo e altura total das plantas e observação do início da floração e da frutificação. Com a análise dos dados pode-se afirmar que as áreas por planta igual ou superior a 9,5 m² são as indicadas para o melhor desenvolvimento das plantas de moringa.

Palavras-chave: Moringaceae. Densidade de plantas. Nelder.

Use of systematic design in *Moringa oleifera* planting

ABSTRACT

The use of adequate spacing facilitates the total utilization of the production of a species, and in order to obtain this, studies are necessary. The systematic design "fan" favors the development of tests with different plant densities in a relatively smaller area. The objective of this work was to determine the ideal spacing for the development of *Moringa oleifera* plants in relation to dendrometric characteristics (total height and diameter of the colon) and the beginning of flowering and fruiting by planting under a gradient of spacing. The experiment was carried out systematic design "fan", in which 10 different plant densities were established. The monthly measurements were taken with measurement of the lap diameter and total height of the plants and observation of the beginning of flowering and fruiting. With the data it can be affirmed that the areas per plant equal or superior to 9,5 m² are indicated for the better development of the moringa plants.

Keywords: Moringaceae. Plant density. Nelder.

1. INTRODUÇÃO

O processo de implantação de uma determinada espécie requer atenção, pois para a

obtenção do melhor desempenho da mesma dependerá de todo o ciclo, desde a implantação até a colheita. É uma preocupação primária que deva ser dada com relação a escolha do

espaçamento, pois a escolha do mesmo está diretamente relacionada com a densidade de plantas na área de cultivo. Essa densidade por sua vez influencia na escolha do sistema de manejo a ser empregado, na eficiência do uso da água e de nutrientes e na incidência e propagação de doenças.

Como resultado da escolha de um espaçamento não adequado poderá ainda influenciar diretamente no desenvolvimento físico e fotossintético da planta, e conseqüentemente, interfere na produção e na qualidade do produto final. Com isso, um método de averiguação de espaçamento são os delineamentos sistemáticos de Nelder (1962), que possibilitam em uma área relativamente pequena testar várias densidades de plantas. Dentre os delineamentos, proposto por Nelder, o mais utilizado em experimentação de campo é o do tipo “leque”.

O delineamento sistemático tipo “leque”, caracteriza-se num sistema baseado em raios e arcos de círculos concêntricos, onde a retangularidade, ou seja, a razão entre as distâncias inter e intralinhas, é constante. Neste delineamento a área por planta aumenta com o aumento da distância à origem, sendo os raios separados por um ângulo constante e os arcos espaçados por uma progressão geométrica da distância radial (NELDER, 1962).

Em associação agroflorestal de “cedro-lima-Chaya” em círculo de Nelder de 3.154 m², composta por 20 círculos concêntricos, alternando com cedros e lima a 1,50 m de distância e 10 plantas por círculo, e a Chaya criada em uma moldura retangular 1,50 x 3,00 m, sobreposto ao círculo Nelder, a densidade de plantio em que alcançou o maior crescimento e

produtividade foi 3.046 a 3.297 plantas ha⁻¹ (AGUILAR et al., 2011).

A moringa (*Moringa oleífera* Lam.) por ser uma espécie que apresenta diversas utilidades, desde lubrificante de mecanismo de precisão a medicinal, ainda não possui parâmetros para o cultivo em grande escala. Desta forma, é interessante o estudo do melhor espaçamento, tendo em vista qual será o objetivo final.

A moringa é uma espécie indiana com crescimento rápido que possui um bom desenvolvimento no semiárido brasileiro, e que requer poucos cuidados com relação a tratamentos silviculturais. As partes mais utilizadas da planta são a semente, por ser rica em óleo, e ser utilizada como floculante natural de resíduos em água para utilização doméstica, e as folhas, por ser rica em nutrientes, para alimentação humana e animal.

Diante do exposto, o objetivo com este trabalho foi determinar o espaçamento ideal para o desenvolvimento de plantas de *Moringa oleífera* com relação às características dendrométricas (altura total e diâmetro do colo) e o início da floração e da frutificação por meio de plantio sob gradiente de espaçamento.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado em uma área de aproximadamente um hectare nas coordenadas geográficas de 10° 55' 26" de latitude sul e 37° 11' 57" de longitude oeste. Nesta área o solo é classificado como Argissolo Vermelho-Amarelo, com relevo plano a suavemente ondulado, caracterizado pela unidade de paisagem dos Tabuleiros Costeiros (EMBRAPA, 1999). A

região tem clima, de acordo com a classificação de Köppen, do tipo As tropical chuvoso, temperatura média anual de 25,5 °C, com verão seco e precipitação pluviométrica média anual de 1.300 mm, com chuvas concentradas nos meses de abril a setembro.

As sementes para a produção de mudas foram provenientes de quatro genótipos. As mudas foram produzidas em sacos de polietileno de aproximadamente um litro (15 x 25 cm) utilizando como substrato terra da própria área e esterco bovino na proporção de 1:2.

Durante o desenvolvimento das mudas foi realizado o preparo da área de forma mecanizada, com a limpeza do terreno por meio de roçagem, para remoção das plantas invasoras, aração a 30 cm de profundidade, gradagem cruzada, para descompactação da camada superficial do solo. Após a acidez do solo foi corrigida usando uma ton ha⁻¹ de calcário dolomítico segundo recomendação da análise do solo.

Em seguida, foi realizada a demarcação topográfica dos pontos de plantio com o auxílio de um teodolito digital (DT – 104, Topcon), e a abertura das covas (40x40x40 cm) com espaçamento segundo Nelder (1962) e Stape (1995) empregando o delineamento sistemático tipo "leque". Neste delineamento, esquematizado na Figura 1, a área por planta aumenta com o aumento da distância à origem, sendo os raios separados por um ângulo constante (10 graus) e os arcos espaçados por uma progressão geométrica da distância radial (Tabela 1).

Os três principais valores que definem este delineamento são r0 (primeira distância radial), α (fator da progressão geométrica radial) e θ (ângulo entre raios). Além destes, destacam-se a retangularidade (τ), e a área associada por planta

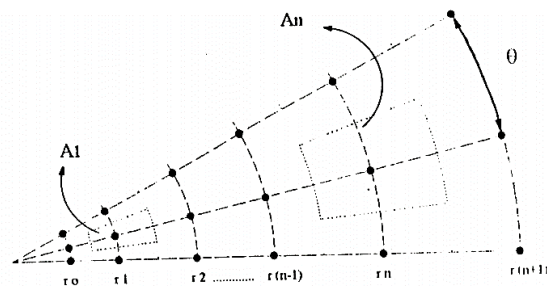
(An) (Figura 1). As relações existentes entre estes valores são (Stape, 1995):

$$r_{n+1} = r_n \cdot \alpha$$

$$\tau = \theta / (\alpha^{1/2} - \alpha^{(1/2)})$$

$$A_n = \theta \cdot r_n^2 \cdot (\alpha - \alpha^1) / 2$$

Figura 1 - Valores do raio inicial (r0), raios dos tratamentos (r1 a rn), ângulo entre raios (θ) e área associada a cada planta (A1 a An) no delineamento sistemático tipo "leque" (Oda Lombardi, 2005).



Em cada tratamento foi associado uma distância radial, área por planta e densidade de forma a manter uma retangularidade (Tabela 1), isto é, garantindo distâncias constantes entre plantas no raio e nos arcos (STAPE, 1995; STAPE; BINKLEY, 2010).

Tabela 1 - Valores da distância radial, área por planta e densidade de plantas para 10 espaçamentos (tratamentos) no delineamento sistemático tipo "leque" (Stape, 1995).

Tratamento	Distância Radial (m)	Área (m ² por planta)	Densidade (planta ha ⁻¹)
01	6,42	1,40	7.143
02	7,78	2,05	4.878
03	9,42	3,01	3.322
04	11,41	4,41	2.268
05	13,82	6,47	1.546
06	16,74	9,50	1.053
07	20,27	13,93	718
08	24,55	20,43	489
09	29,73	29,97	334
10	36,00	43,95	228

O experimento foi estabelecido de forma a conter uma bordadura interna com raio de 5,30 m e uma bordadura externa com raio de 43,60 m. O delineamento foi dividido em quatro quadrantes,

em que cada quadrante foi composto por uma matriz contendo 108 plantas, sendo 90 constituindo os dez espaçamentos do experimento e 18 as bordaduras, totalizando 432 plantas.

A avaliação do experimento foi realizada mensalmente durante doze meses. Em cada uma das avaliações foram obtidos dados individuais referentes ao diâmetro do colo e altura total das plantas, com auxílio de uma trena, em cada uma das parcelas do experimento sistemático tipo “leque”.

Os dados dentrométricos foram submetidos à análise de regressão polinomial com o auxílio do programa SISVAR® (FERREIRA, 2011).

Durante as avaliações mensais dos doze meses de experimentação foi observada a ocorrência de floração e frutificação, contando-se o número de inflorescência e frutos por planta, em cada uma das parcelas do experimento.

3. RESULTADOS

De modo geral, verificou-se que os valores médios para os caracteres avaliados foram diretamente proporcionais a área útil disponível para cada planta, correspondente aos

seus respectivos espaçamentos de plantio. Portanto, a medida em que se aumentou o espaçamento ocorreu um aumento no desenvolvimento (em altura total e diâmetro do colo) das árvores.

Devido ao alto índice de mortalidade, 56% para a matriz 2 e 43% para a matriz 3, causada pelo fungo *Fusarium* sp. nos primeiros meses de implantação do experimento, estas foram excluídas das análises. Para as matrizes 1 e 4, com um período de desenvolvimento de doze meses, as plantas apresentaram diferenças significativas para variável diâmetro do colo, em que no primeiro tratamento, 1,40 m² por planta, o diâmetro do colo para as plantas da matriz 1 foi em média 3,2 cm e no último tratamento, 43,69 m² por planta, foi 3,6 cm. Para a matriz 4 foi observado maior incremento do diâmetro do colo em ambos os tratamentos, 3,7 cm e 5,2 cm.

O desenvolvimento do diâmetro do colo para as matrizes 1 e 4 pode ser observado na Figura 2, na qual se verifica o aumento do diâmetro do colo em cada tratamento (área por planta) durante o período de doze meses de avaliação.

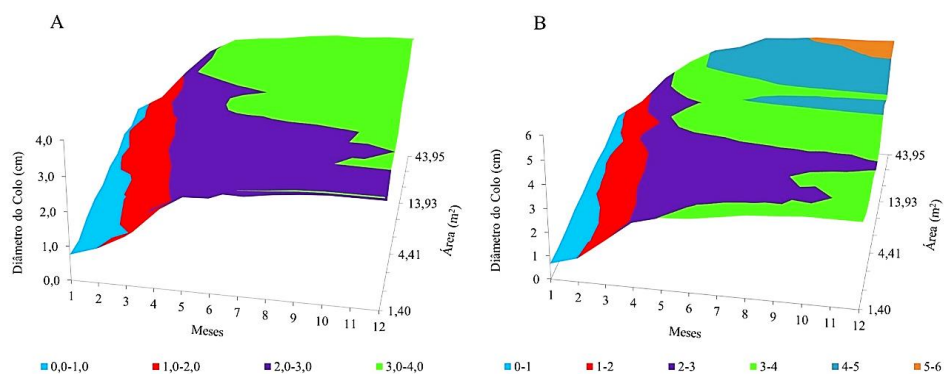


Figura 2 - Desenvolvimento do diâmetro do colo da *Moringa oleifera* Lam. nas matrizes 1 (A) e 4 (B) em cada densidade durante o período de doze meses de avaliação, no delineamento sistemático tipo “leque”.

Analisando a Figura 2, é possível observar que a partir do tratamento com 9,50 m² por planta para a matriz 1; e do tratamento 13,93 m² por planta para a matriz 4 obteve-se um maior desenvolvimento em diâmetro de colo em relação aos demais espaçamentos. Este fato é esperado, no entanto, é conveniente se avaliar o espaçamento em que se tenha o melhor desenvolvimento inicialmente. Após três anos de plantio é pertinente se realizar uma avaliação econômica deste plantio, conforme sugerido para outras espécies (NASCIMENTO, 2011).

Para a variável altura total das plantas ocorreram diferenças significativas entre os tratamentos para ambas as matrizes. O primeiro tratamento, 1,40 m² por planta, a altura para as plantas da matriz 1 foi em média 1,41 m e no último tratamento, 43,69 m² por planta, foi de 1,75 m. Para a matriz 4 foi observado, 1,39 m e 2,40 m, e apenas o último tratamento se obteve um maior incremento em altura.

O desenvolvimento da altura total para as matrizes 1 e 4 pode ser observada na Figura 3.

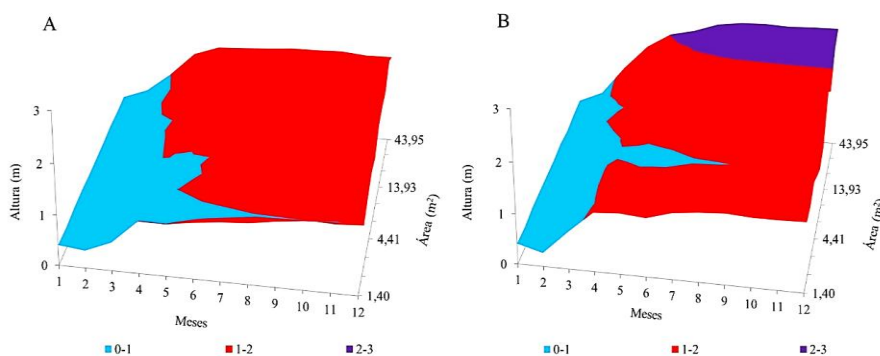


Figura 3 - Desenvolvimento da altura total da *Moringa oleifera* Lam. nas matrizes 1 (A) e 4 (B) em cada tratamento durante o período de doze meses de avaliação, no delineamento sistemático tipo “leque”.

É possível observar que o mesmo comportamento do diâmetro do colo é observado para altura total, em que a partir do tratamento com 9,50 m² por planta para a matriz 1; e do tratamento com 13,93 m² por planta para a matriz 4, se observou um maior desenvolvimento em altura total em relação aos demais.

É notável que ambas as matrizes apresentaram desenvolvimento rápido do diâmetro do colo nos primeiros seis meses (Figura 2), alcançando a faixa de 3-4 cm de diâmetro, contudo a matriz 4 possui melhor desempenho e seu desenvolvimento continuou nos outros seis meses, atingindo diâmetro de até 5-6 cm nas menores densidades.

A matriz 4, com o parâmetro altura, permanece mostrando-se com melhor performance, pois atingiu altura na faixa de 1-2 m a partir do quarto mês e ainda atingiu alturas superior a dois metros.

Nas Figuras 2 e 3 pode-se constatar que para o tratamento de 13,93 m² por planta (matriz 1) e para o tratamento com 20,43 m² por planta (matriz 4), para os quais se observou diâmetro do colo e altura total inferior em relação aos demais, esta redução pode ser explicada pelo ataque de formigas cortadeiras na área experimental que influenciou o desvio de energia necessária para o desenvolvimento morfológico das plantas para a brotações.

Na Tabela 2 são descritas as estimativas dos parâmetros b0 e b1 para as variáveis, diâmetro do colo e altura total, obtido no intervalo de confiança de 95% de probabilidade.

Tabela 2 - Estimativas dos parâmetros b0 e b1 da regressão linear no intervalo de confiança de 95% de probabilidade, das variáveis diâmetro do colo e altura total, no delineamento sistemático tipo “leque”.

Parâmetros	Diâmetro do colo	Altura total
b0	2,606667	1,014185
b1	0,168081	0,097300

4. DISCUSSÃO

As plantas de moringa apresentam uma relação direta entre o desenvolvimento em altura e diâmetro do colo, algo que não ocorre com plantas de *Eucalyptus* sp. plantadas também em delineamento sistemático, como exemplo o estudo de Stape e Binkley (2010).

A relação entre a altura e o diâmetro de plantas é denominada de relação hipsométrica. Por meio dessa relação foi desenvolvido modelo matemático que estima indiretamente a altura, mas a relação hipsométrica é desenvolvida para aplicação no povoamento onde se procedeu a recolha dos dados, ou em povoamentos que apresentem características análogas (TOMÉ et al., 2007).

Nascimento et al. (2012) verificaram que para *Anadenanthera macrocarpa* e *Schinus terebinthifolius* com o aumento do espaçamento (1,0 x 1,0, 1,5 x 1,5, 2,0 x 2,0 e 3,0 x 2,0 m) houve um aumento da altura e do diâmetro ao nível do solo.

Resultados semelhantes para o desenvolvimento do diâmetro foram encontrados para o *Eucalyptus dunii* com 8,5 anos, cultivado em delineamento sistemático tipo “leque” (STAPE; BINKLEY, 2010). Mas com relação à

altura foi observado que o pico de crescimento do *Eucalyptus dunii* foi menor com o aumento do espaçamento, enquanto que para a *Moringa oleifera* ocorreu o inverso, maior crescimento em altura com o aumento do espaçamento.

Era esperado que a moringa tivesse um incremento em altura nas maiores densidades de plantio, em que a área por planta fosse menor, pois haveria uma maior competição por luz e assim um maior desenvolvimento em altura e menor em diâmetro. Uma possível explicação para este fato seria a competição por nutriente e água disponível no solo. Assim, é possível afirmar que a moringa precisa de maior espaçamento (maior área por planta) para um pleno desenvolvimento.

Contudo, se o cultivo de moringa visar à produção de folhas, para a alimentação humana e animal e/ou outros fins, plantios mais adensadas favorecerá, pois este terá maior número de planta por hectares e, conseqüentemente, maior produção de folhagens por hectare. O mesmo não se aplica para a produção de sementes, pois para este fim a planta precisa estar em pleno desenvolvimento para a produção e isso ocorre em plantios menos densos.

Rondon (2002) também observou que para o *Schizolobium amazonicum* o aumento da densidade populacional promoveu a redução da altura e do diâmetro das plantas. Sendo que os espaçamentos que proporcionaram maiores crescimentos em altura e diâmetro foram o 4x3 m e 4x4 m dos espaçamentos estudados (1,5x1,5 m, 2x2 m, 3x2 m, 3x3 m, 4x2 m, 4x3 m, 4x4 m).

Para o *Jacaranda cuspidilifolia* plantado em delineamento sistemático tipo “leque”, Moraes et al. (2013) observaram os resultados contrário ao da moringa, em que menores

densidade de plantio houve uma diminuição no desenvolvimento (em altura e diâmetro) das árvores.

Pode-se ainda inferir sobre o início da floração e da frutificação da moringa que iniciou ao quinto e sétimo mês de desenvolvimento nos espaçamentos com área por planta igual ou maior que 9,50 m². Foi possível observar em média duas a quatro inflorescências e em média três frutos por planta para as matrizes 1 e 4. Desta forma, a produção de frutos também é afetada pela densidade de plantio, como foi possível observar para duas cultivares de amora-preta que à medida que se aumentou o número de plantas por hectare, houve uma redução da produção de frutas por planta, que pode ser atribuída à concorrência entre plantas por nutrientes e luz, o que reduz os índices biométricos (diâmetro de tronco, comprimento de ramos etc.) das plantas em alta densidade (RASEIRA et al., 2007).

Evidencia-se, portanto, que o delineamento sistemático tipo “leque” criou gradientes de espaçamentos capazes de influenciar os caracteres dendométricos avaliados para as plantas de moringa. E que a área de 9,5 m² por planta permite o melhor desenvolvimento em crescimento nos primeiros doze meses após o plantio.

REFERÊNCIAS

- AGUILAR, J. M.; MACARIO, P. A.; HERNANDEZ, S.; HUERTA, E.; ALBA, R. Crecimiento y productividad en la asociación agroforestal 'cedro-lima-chaya' a diferente densidad de plantación. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 6, n. 4, p. 694-702, 2011.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Embrapa Produção de Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999, p. 412.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, p. 1039-1042, 2011.
- FERRERE, P.; LÓPEZ, G. A.; BOTA, R. T.; GALETTI, M. A.; ESPARRACH, C. A.; PATHAUER, P. S. Efecto de la densidad de plantación sobre el crecimiento de *Eucalyptus globulus* en un ensayo Nelder modificado. Investigación agraria: **Sistemas y recursos forestales**, v. 14, n. 2, p. 174-184, 2005.
- MORAES, M. A.; MORAES, S. M. B.; SILVA, E. C. B.; KUBOTA, T. Y. K.; SILVA, A. M.; RESENDE, M. D. V.; MORAES, M. L. T. Variação genética em progênies de *Jacaranda cuspidifolia* Mart. utilizando o delineamento sistemático tipo “leque”. **Scientia Forestalis**, v. 41, n. 98, p. 175-183, 2013.
- NASCIMENTO, A. V. **Avaliação de sistemas agroflorestais utilizando o modelo experimental Nelder como alternativa sustentável para a agricultura familiar no estado de Sergipe, Brasil**. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Agroecossistemas). Universidade Federal de Sergipe, 2011.
- NASCIMENTO, D. F.; LELES, P. S. S.; NETO, S. N. O.; MOREIRA, R. T. S.; ALONSO, J. M. Crescimento inicial de seis espécies florestais em diferentes espaçamentos. **Cerne**, v. 18, n. 1, p. 159-165, 2012.
- NELDER, J. A. New kinds of systematic designs for spacing experiments. **Biometrics**, v. 18, p. 283-307, 1962.
- OBUSENG, V.; NAREETSILE, F.; KWAAMBWA, H. A study of the removal of heavy metals from aqueous solutions by *Moringa oleifera* seeds and amine-based ligand 1,4-bis[N,N-bis(2-picoyl)amino]butane. **Analytica Chimica Acta**, v. 730, n. 12, p. 87-92, 2012.
- ODA LOMBARDI, M. **Aplicação de métodos geoestatísticas para identificação de dependência espacial na análise de dados de um experimento e delineamento sistemático tipo leque**. Tese de Doutorado. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. 2005.
- SANTANA, C. R.; PEREIRA, D. F.; ARAÚJO, N. A.; CAVALCANTI, E. B.; SILVA, G. B.;

Caracterização físico-química da moringa (*Moringa oleifera* Lam.). **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v.12, n.1, p.55-60, 2010.

SANTOS, W. R.; MATOS, D. B.; OLIVEIRA, B. M.; SANTANA, T. M.; SANTANA, M. M.; SILVA, G. F. Estudo do tratamento e clarificação de água com torta de sementes de *Moringa oleifera* Lam. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v.13, n.3, p.293-297, 2011.

STAPE, J. L. **Utilização de delineamento sistemático tipo “leque” no estudo de espaçamentos florestais**. Dissertação de Mestrado. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. 1995.

STAPE, J. L.; BINKLEY, D. Insights from full-rotation Nelder spacing trials with *Eucalyptus* in São Paulo, Brazil. **Southern Forests**, v. 72, n. 2, p. 91–98, 2010.

ROSEIRA, A.; ROSEIRA, M. C. B.; ANTUNES, L. E. C.; PEREIRA, J. F. M. Influência da densidade de plantio na produtividade de cultivares de amoreira-preta. **Revista Brasileira Agrociência**, v. 13, n. 4, p. 551-554, 2007.

RONDON, E. V. Produção de biomassa e crescimento de árvores de *Schizolobium amazonicum* (Huber) ducke sob diferentes espaçamentos na região de mata. **Revista Árvore**, v. 26, n. 5, p. 573-576, 2002.

TOMÉ, M.; RIBEIRO, F.; FAIAS, S. Relação Hipsométrica Geral para *Eucalyptus globulus* Labill.em Portugal. **Silva Lusitana**, v. 15, n. 1, p. 41-55, 2007.

Michelle Conceição Vasconcelos

Professora Colaboradora Voluntária do Departamento de Engenharia Agrônômica da Universidade Federal de Sergipe

Joel Conceição Costa

Engenheiro Agrônomo pela Universidade Federal de Sergipe

Tássia Fernanda Santos Neri Soares

Doutoranda do Programa de Pós-graduação em Agricultura e Biodiversidade da Universidade Federal de Sergipe

Fernanda Vieira Santana

Doutoranda do Programa de Pós-graduação em Agricultura e Biodiversidade da Universidade Federal de Sergipe

Renata Silva-Mann

Professora Associado III do Departamento de Engenharia Agrônômica da Universidade Federal de Sergipe
