

## **PRODUTIVIDADE DE CLONES DE *Eucalyptus* spp. EM DIFERENTES ESPAÇAMENTOS NO POLO GESSEIRO DO ARARIPE**

Géssyca Fernanda de Sena Oliveira<sup>1</sup>; Marcella Gomes de Barros Monteiro<sup>1</sup>; Mayara Fernandes Costa Pedrosa<sup>2</sup>; Raíssa Santos Ferreira<sup>3</sup>; José Antônio Aleixo da Silva<sup>4</sup>.

*Universidade Federal Rural de Pernambuco*  
[eng.gessycasena@gmail.com](mailto:eng.gessycasena@gmail.com)

### **Introdução**

O Polo Gesseiro do Araripe está inserido no Sertão do Araripe, extremo oeste de Pernambuco, e produz aproximadamente 97% de todo o gesso consumido no Brasil. De acordo com Albuquerque (2012), a demanda energética responsável por essa produção gera uma grande pressão sobre a vegetação nativa da Caatinga, uma vez que a matriz energética é excepcionalmente dependente da lenha para calcinação da gipsita, matéria prima utilizada na indústria do gesso, tornando necessárias alternativas para suprir a demanda desta atividade.

Diante da atual crise energética e em função do preço da lenha ser mais viável quando comparado ao de outras fontes de energia, uma das alternativas utilizadas para mitigar a exploração irracional da vegetação da Caatinga é a implantação de florestas de espécies de rápido crescimento, como as do gênero *Eucalyptus*, que além de apresentar incremento médio anual alto, possui alta plasticidade e múltiplos usos (PINTO et al., 2014), minimizando dessa forma os impactos negativos que as florestas nativas vem sofrendo e promovendo uma maior produtividade por área em menor espaço de tempo (PIERRO, 2015).

De acordo com Silva (2005) a escolha do espaçamento para uma determinada espécie ou clone, do ponto de vista silvicultural, é de suma importância por implicar na quantidade de recursos disponíveis para o crescimento do indivíduo, que poderá vir a influenciar nas taxas de crescimento, sobrevivência e produtividade de madeira por hectare, e conseqüentemente afetando as práticas de manejo e colheita, bem como custos de produção florestal. Segundo Rondon (2002), a definição do espaçamento adequado em projetos de reflorestamentos é primordial, uma vez que o distanciamento entre plantas e linhas de plantio afeta o desenvolvimento e a produtividade dos povoamentos florestais, principalmente quando esse é formado por espécies de rápido crescimento.

Testar diferentes tipos de clones por meio da hibridação interespecífica representa uma forma rápida e eficiente de se obter ganhos genéticos no melhoramento de espécies de *Eucalyptus*, com reflexos diretos e significativos na indústria florestal (SANTOS, 2012). Ou seja, a busca pela

complementação das características da madeira, a tolerância a estresses, sejam eles bióticos ou não, bem como a manifestação de heterose verificada em vários cruzamentos híbridos, constitui os principais caminhos para se produzir indivíduos superiores em crescimento, adaptação, qualidade da madeira (ASSIS; MAFIA, 2007) e mais apropriados para se desenvolverem em determinada região.

Diante disso, este trabalho teve por objetivo avaliar a produtividade dos clones de *Eucalyptus* spp testados, comparar a produtividade de madeira nos diferentes espaçamentos, verificar se há interação entre os fatores espaçamento e clones para a produtividade e recomendar os clones e espaçamentos mais adequados para a região do Polo Gesseiro do Araripe.

### **Metodologia**

O experimento foi desenvolvido na Estação Experimental do IPA e sua implantação ocorreu no ano de 2010 com mudas de *Eucalyptus* spp. provenientes da empresa Comercial Agrícola Paineiras LTDA, localizada em Urbano Santos, no Estado do Maranhão. Essas mudas foram plantadas em covas com dimensões de 30 cm x 20 cm e adubadas conforme a recomendação da análise do solo. Foram 60 parcelas compostas por 49 árvores cada, mas com apenas 25 indivíduos compondo a área útil para fins de avaliação, pois as que se encontram nas bordas sofrem fortes influências do meio externo no que diz respeito à luminosidade e a maior disponibilidade de recursos em virtude de uma competição menos acentuada daquela observada em seu interior.

Escolheu-se o Clinômetro Eletrônico Haglöf para estimar a altura das 1500 unidades experimentais, tomando uma distância de cinco metros entre o operador e a unidade experimental a ser medida. Enquanto que o CAP (Circunferência à Altura do Peito) foi mensurado com uma fita métrica, considerando o nível de inclusão de 0,05 m e os valores obtidos foram anotados a lápis numa ficha de campo previamente elaborada e impressa.

Finalizada as medições, todos os valores de CAP foram convertidos em DAP utilizando a equação 1 descrita a seguir:

$$DAP = \frac{CAP}{\pi} \quad (1)$$

Em que:

DAP: Diâmetro obtido pelo CAP mensurado;

CAP: Circunferência obtida pela fita métrica;

$\pi$ : Valor de  $Pi$  (3,1415...)

No presente trabalho, a produtividade foi quantificada utilizando a fórmula tradicional (2) do volume da árvore e o fator de forma considerado para fins de cálculo foi o de 0,67.

$$V = \frac{\pi}{4} D^2 \times H \times f \quad (2)$$

Em que:

V = Volume

D = Diâmetro

H = Altura

f = Fator de forma

O procedimento estatístico foi realizado por meio do delineamento inteiramente casualizado em blocos, num esquema fatorial 3 x 5, no qual foi feita a comparação das produtividades entre os três clones (C41 – *E. urophylla*, C11 – *E. brassiana* e C39 – *E. urophylla*) e as cinco densidades populacionais (2m x 1m, 2m x 2m, 3m x 2m, 3m x 3m e 4m x 2m) a que foram submetidos, totalizando 15 tratamentos, cada um com quatro repetições, aos 78 meses de idade.

O software utilizado foi o ASSISTAT, o R e o Excel 2010 para tabulação e análise dos dados. A análise da variância (ANOVA) foi realizada a fim de constatar diferenças ou não entre as produtividades obtidas.

### **Resultados e discussão**

A ANOVA (tabela 1) demonstrou que as produtividades dos três clones avaliados apresentaram resultados altamente significativos, fazendo com que a hipótese de nulidade ( $H_0$ ) fosse rejeitada e aceitando-se a hipótese alternativa ( $H_1$ ) que admite diferença significativa em pelo menos dois tratamentos. As médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade e os resultados foram descritos nas tabelas 2, 3 e 4.

Tabela 1: Análise de Variância para a produtividade de *Eucalyptus* spp.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F
Clones	2	146194,70507	73097,35253	48,7650**
Espaçamentos	4	59761,05718	14940,26429	9,9670 **
Clones x Espaçamentos	8	150090,05896	18761,25737	12,5161**
Tratamento	14	356045,82120	25431,25737	16,9662**
Resíduo	45	67453,70293	1498,97118	
Total	59	423499,52413		
CV (%)			29,56%	

\*\*Significativo ao nível de 1% de probabilidade. ( $p < 0,01$ )

\*Significativo ao nível de 5% de probabilidade. ( $0,01 \leq p < 0,05$ )

Tabela 2: Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade para os Clones.

Clone	Médias
C41- <i>E. urophylla</i>	197,53390 a
C11 - <i>E. brassiana</i>	115,91040 b
C39 - <i>E. urophylla</i>	79,47054 c

Tabela 3: Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade para os Espaçamentos.

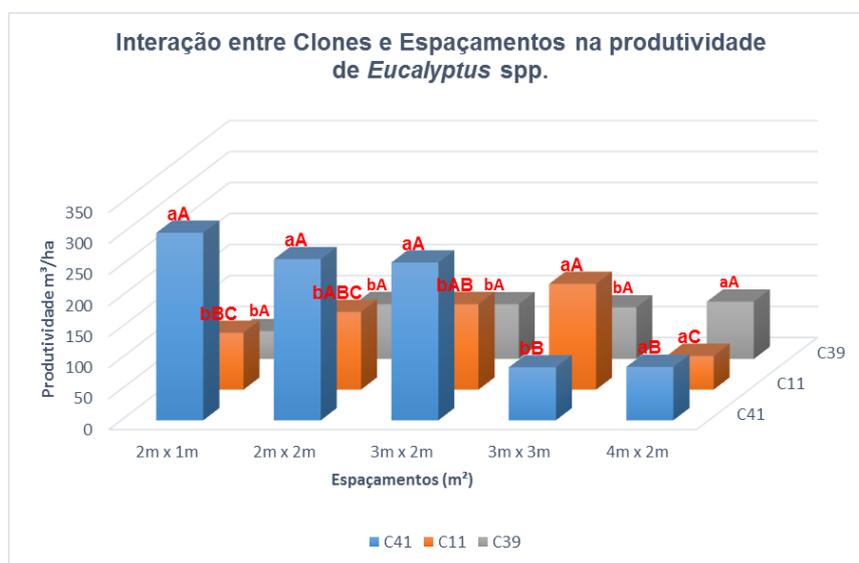
Espaçamento	Médias
2m x 1m	146,33460 ab
2m x 2m	157,78360 ab
3m x 2m	160,15690 a
3m x 3m	113,00080 bc
4m x 2m	77,58202 c

Tabela 4: Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade para a Interação entre os Clones e Espaçamentos.

Espaçamento	C41	C11	C39
2m x 1m	302,2115 aA	91,7339 bBC	45,0585 bA
2m x 2m	259,5877 aA	125,3080 bABC	88,4552 bA
3m x 2m	254,3362 aA	137,8315 bAB	88,3030 bA
3m x 3m	85,3992 bB	170,4037 aA	83,1993 bA
4m x 2m	86,1346 aB	54,2747 aC	92,3368 aA

A figura 1 mostra graficamente o resultado obtido por meio do Teste de Tukey a 5% de probabilidade em virtude da interação existente entre os fatores avaliados (clone e espaçamento). É notório que os espaçamentos que mais se destacaram por apresentarem maiores produtividades foram o 2m x 1m, 2m x 2m e 3m x 2m, com médias de 146,33; 157,78 e 160,16 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>, respectivamente.

Figura 1: Interação Clones x Espaçamentos.



Fonte: Autoria própria, 2017.

Após realizar um experimento e avaliar a produtividade de dois híbridos do gênero *Eucalyptus* (*E. brassiana* x *E. urophylla* e *Eucalyptus grandis* x *E. camaldulensis*) em cinco espaçamentos no ano de 2006, também na Estação Experimental do IPA, Drumond et al. (2009) observaram que o híbrido *E. brassiana* x *E. urophylla* apresentou uma produção volumétrica de

26,8 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup> no espaçamento 3m x 2m, sendo significativamente superior aos demais, que tenderam a decrescer com o aumento do espaçamento. O híbrido *E. grandis* x *E. camaldulensis* uma produção volumétrica média de madeira foi 23,0 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>, variando de 20,9 a 25,8 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>. Ambos os resultados evidenciaram não existir competição entre as plantas na fase inicial de desenvolvimento.

Com relação aos clones testados, as maiores médias foram encontradas nos tratamentos com os clones C41 e C11, cujas produtividades médias foram de 197,53 e 115,91 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup> aos 76 meses de idade, respectivamente. O melhor tratamento para o clone C41 foi observado no espaçamento 2m x 1m, com produtividade de 302,21 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>. Resultado semelhante foi encontrado por Gadelha em 2014, por meio de um experimento realizado no mesmo local e se deve pela baixa competição na fase inicial do plantio.

O clone C11 apresentou maior produtividade no espaçamento 2m x 1m, com média de 259,59 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>, enquanto que sua menor média foi de 45,06 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>, podendo ser observada no espaçamento 3m x 3m. Gadelha (2014) constatou as menores médias para o espaçamento 4m x 2m para a mesma espécie, no entanto com 42 meses de idade, evidenciando que o espaçamento reduzido tem influência positiva na fase inicial de desenvolvimento das plantas, conforme relatam Oliveira Neto et al. (2003) e Oliveira et al. (2009).

Em um experimento realizado por Magalhães et al. (2005) se avaliou o desempenho de quatro espécies de eucalipto em quatro espaçamentos de plantio (3x2m; 6x2m; 6x3m e 6x4m) e a coleta dos dados foi realizada aos 112 meses de idade, aproximadamente. É notório que há uma diferença no que diz respeito à produtividade e ao espaçamento adotado em virtude das idades em que os experimentos foram avaliados e isso se deve ao fato de que o incremento em altura e diâmetro ao longo dos anos faz aumentar a competição entre os indivíduos dentro do talhão, podendo essa competição ser atenuada com a adoção de espaçamentos maiores.

É possível observar o comportamento da produtividade do clone C39 em função das diferentes densidades do povoamento. O espaçamento que propiciou as melhores condições para o desenvolvimento da variável analisada foi o de 2m x 1m, com uma produtividade média de 254,34 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>.

Para Fontenele (2016) o clone que apresentou as maiores médias no sistema de talhadia foi C39 (Híbrido de *E. urophylla*), com 72,99 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>, porém este volume foi inferior ao obtido na primeira rotação. No entanto, foi considerado em virtude dos resultados o clone mais indicado para região do Araripe.

Essa maior produção em volume pode estar atribuída ao fato da espécie possuir bom crescimento, enraizamento, capacidade de brotação de cepas e ser tolerante ao déficit hídrico,

possuir alta resistência a doenças e pela alta plasticidade da inerente ao gênero a que pertence. (FONSECA et al., 2010; FREITAS et al., 2013).

### Conclusões

Houve influência dos fatores analisados (clone x espaçamento) para a produção de madeira de *Eucalyptus* spp. na região do Araripe – PE.

O espaçamento 2m x 1m é o mais indicado para clone C41, enquanto que os espaçamentos 3m x 2m e 3m x 3m proporcionam maiores médias de produtividade para o clone C11 e o 2m x 2m é o mais indicado para o clone C39.

O clone C41 é o mais recomendado para esta região por apresentar as maiores médias de produtividade em três espaçamentos (2m x 1m, 2m x 2m e 3m x 2m).

**Palavras-Chave:** Crescimento florestal; matriz energética; florestas plantadas; semiárido.

### Referências

ALBUQUERQUE, L. **Análise crítica das políticas públicas em mudanças climáticas e dos compromissos nacionais de redução de emissão de gases de efeito estufa no Brasil.** 2012. 108 f. Dissertação Tese (Mestrado em Ciências) – Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Rio de Janeiro – RJ, 2012.

ASSIS, T.F., MAFIA, R.G. Hibridação e clonagem. In: Borém, A. (ed.) **Biotecnologia Florestal.** Viçosa [s.n.]. 2007. p. 93-121.

DRUMOND, M. A. et al. Efeito do espaçamento sobre o desenvolvimento inicial de híbridos de *Eucalyptus* na Chapada do Araripe, Pernambuco. In: **Embrapa Florestas-Artigo em anais de congresso (ALICE).** In: CONGRESSO BRASILEIRO SOBRE FLORESTAS ENERGÉTICAS, 1., 2009, Belo Horizonte. Anais. Colombo: Embrapa Florestas, 2009.

FONSECA, S. M.; RESENDE, M. D. V.; ALFENAS, A. C.; GUIMARÃES, L. M. S.; ASSIS, T. F.; GRATTAPAGLIA, D. **Manual prático de melhoramento genético do eucalipto.** Viçosa: Editor a UFV, 2010.

FONTENELE, N. M. **Comparação entre a produtividade e análise econômica de clones de *Eucalyptus* spp. em sistemas de alto fuste e talhadia no Polo Gesseiro do Araripe - PE.** 2016. 62 f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

FREITAS, E.C.S. de; OLIVEIRA NETO, S.N. de; FONSECA, D.M. da; SANTOS, M.V.; LEITE, H.G.; MACHADO, V.D. Deposição de serapilheira e de nutrientes no solo em sistema agrossilvipastoril com eucalipto e acácia. **Revista Árvore**, v.37, p.409-417, 2013.

GADELHA, F. H. L. **Desempenho silvicultural e avaliação econômica de clones híbridos de eucaliptos plantados em diferentes regimes de manejo para fins energéticos.** 2014. 147 f. Tese

(Doutorado) - Curso de Engenharia Florestal, Departamento de Ciência Florestal, Universidade Federal Rural de Pernambuco - Ufrpe, Recife, 2014.

MAGALHÃES, W. M. et al. Desempenho silvicultural de espécies de *Eucalyptus* spp. em quatro espaçamentos de plantio na região noroeste de Minas Gerais. **Floresta e Ambiente**, v. 12, n. 1, p. 1-7, 2005.

OLIVEIRA NETO, S. N.; REIS, G. G.; REIS, M. G. F.; NEVES, J. C. L. Produção e distribuição de biomassa em *Eucalyptus camaldulensis* em resposta à adubação e ao espaçamento. **Revista Árvore**, v. 27, n. 1, p. 15-23, 2003.

OLIVEIRA, F.P.; SILVA, M.L.N.; CURIN,.; SILVA, M.A.; MELLO, C.R. Potencial erosivo da chuva no Vale do Rio Doce, região Centro Leste do estado de Minas Gerais: primeira aproximação. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.33, n.6, p. 1569-1577, 2009.

PIERRO, B. Modos de restaurar as florestas. **Pesquisa FAPESP**, v. 238, p. 32-35, 2015.

PINTO, D. S.; RESENDE, R. T.; MESQUITA, A. G. G.; ROSADO, A. M.; CRUZ, C. D. Seleção precoce para características de crescimento em testes clonais de *Eucalyptus*. **Scientia. Forestalis**, Piracicaba, v. 42, n. 102, p. 251-257, 2014.

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, p. 573 - 576, 2002.

SANTOS, G. A. dos. **Interação genótipos x ambientes para produtividade de híbridos multi-espécies de eucalipto no Rio Grande do Sul**. 2012. 128 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Florestal, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2012.

SILVA, C. R. da. **Efeito do espaçamento e arranjo de plantio na produtividade e uniformidade de clones de *Eucalyptus* na região nordeste do Estado de São Paulo**. 2005. 51f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz". Universidade de São Paulo, Piracicaba. 2005.