

Potencial de estabelecimento precoce de procedências de *Eucalyptus cloeziana* em sistema silvipastoril em Bom Sucesso, MG

Rodolfo Soares de Almeida¹* Evandro Nunes Miranda¹ Anatoly Queiroz Abreu Torres¹ Erick Martins Nieri² Lucas Amaral de Melo¹

¹ Universidade Federal de Lavras (UFLA), Campus Universitário, Lavras - MG, Brasil

² Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará (UNIFESSPA) Av. Norte Sul, São Feliz do Xingu - PA, Brasil

Original Article

*Corresponding author:
rodoxalmeida1991@gmail.com

Palavras-chave:

Teste de procedências

Melhoramento florestal

Sistemas Agroflorestais

Keywords:

Provenance Testing

Forest Improvement

Agroforestry Systems

Received in

2021/07/22

Accepted on

2022/01/31

Published in

2022/03/31



DOI: <http://dx.doi.org/10.34062/afs.v9i1.12785>



RESUMO: Os sistemas agroflorestais com eucalipto são amplamente difundidos, contudo dentre algumas espécies potenciais são incipientes os trabalhos com melhoramento, sendo necessário avaliar e ranquear as procedências utilizadas. Neste contexto, objetivou-se avaliar o potencial de estabelecimento de quatro procedências de *Eucalyptus cloeziana* em sistemas agroflorestais. O experimento foi estabelecido no arranjo ((3 x 2) + 10) m, no delineamento de blocos casualizados completos com oito repetições e 15 plantas por parcela. As procedências testadas foram oriundas de sementes das populações de Itamarandiba, Carmo da Mata, Virginópolis e Belo Horizonte. Foram mensurados, aos 26 meses de idade, a sobrevivência, a altura (H) e o diâmetro à altura do peito (DAP) e estimado o volume (Vol) e a área de copa (AC). As procedências não diferiram quanto a sobrevivência. Para as variáveis H e DC destaca-se a procedência Itamarandiba, para Vol e AC a procedência Belo Horizonte teve desempenho aquém das demais. Em conclusão, *Eucalyptus cloeziana* apresenta boa adaptação às condições de sistema silvipastoril em Bom Sucesso – MG e destaca a procedência Itamarandiba como a de melhor desempenho silvicultural.

Potential for early establishment of *Eucalyptus cloeziana* provenances in a silvopastoral system in Bom Sucesso, MG

ABSTRACT: Agroforestry systems with eucalyptus are widespread, however, among some potential species, improvement work is incipient, and it is necessary to evaluate and rank the provenances used. In this context, the objective was to evaluate the potential of establishment of four provenances of *Eucalyptus cloeziana* in agroforestry systems. The experiment was established in an arrangement ((3 x 2) + 10) m, in a complete randomized block design with eight replications and 15 plants per plot. The provenances tested came from seeds from the populations of Itamarandiba, Carmo da Mata, Virginópolis and Belo Horizonte. At 26 months of age, survival, height (H) and diameter at breast height (DBH) were measured, and volume (Vol) and crown area (AC) were estimated. Progenies did not differ in survival. Variables H and DC stand out for the progenies Itamarandiba, for Vol and AC the origin of Belo Horizonte had a performance below the others. In conclusion, *Eucalyptus cloeziana* presents a good adaptation to the silvopastoral system conditions in Bom Sucesso – MG and highlights Itamarandiba provenance as the best silvicultural performance.

Introdução

O gênero *Eucalyptus* tem sido o mais utilizado na composição de Sistemas Agroflorestais (SAF) diante do potencial de crescimento, adaptação a diferentes condições ecológicas, usos de sua madeira, conhecimento silvicultural e genético adquirido nas últimas décadas (Torres et al. 2016). Porém para se obter elevada produtividade e madeira de qualidade, é fundamental escolher genótipos selecionados e adaptados às condições edafoclimáticas da região de plantio.

Nos Sistemas Agroflorestais, é recomendado a exploração do componente arbóreo para diversos usos, a fim de garantir a viabilidade econômica. Oliveira et al. (2000) recomendam que pelo menos 5% da madeira produzida seja destinada para serraria a fim de que os SAF com eucalipto sejam economicamente viáveis. Para esta finalidade a espécie *Eucalyptus cloeziana* destaca-se como potencial, possuindo madeira densa e extremamente durável (Alves et al. 2017). Contudo, para esta espécie e para este produto os programas de melhoramento ainda são muito incipientes, sendo recomendado a seleção de procedências mais adaptadas e produtivas.

Os testes de procedências são um importante passo na formação de populações para os programas de melhoramento, bem como uma forma de alcançar melhores resultados de produtividade em espécies pouco melhoradas. Konzen, et al. (2017) selecionaram procedências de melhor desempenho em altura e diâmetro para as espécies de *E. smithii* e *E. benthamii* e Oliveira et al. (2018) ressaltaram diferenças no ordenamento de procedências de *E. saligna* em três ambientes distintos. De modo geral, estudos de procedência tem a finalidade de selecionar populações mais produtivas e adaptadas às condições edafoclimáticas nas quais estão plantadas.

Neste contexto, objetivou-se avaliar o potencial de estabelecimento de diferentes procedências de *E. cloeziana* F. Muell implantadas em sistema silvipastoril.

Material e Métodos

A área experimental está localizada na zona rural do município de Bom Sucesso – MG (21° 05' 37" S; 44° 37' 06" O) com altitude média de 890 m (Figura 1). O clima é classificado como Cwb de acordo com Köppen, com temperatura média anual de 19,5 °C e pluviosidade média anual de 1650 a 1850 mm, com chuvas mais concentradas nos meses de outubro a março (Alvares et al. 2013).

O experimento foi instalado em dezembro de 2015 e está disposto em delineamento de blocos casualizados completos com oito repetições e 15 árvores por parcela, sendo estas distribuídas em linhas duplas em um sistema silvipastoril. Os tratamentos consistem em quatro procedências de *E. cloeziana* F. Muell: Itamarandiba, Carmo da Mata,

Virginópolis e Belo Horizonte, consorciadas com o capim-braquiária (*Urochloa* sp.) (Figura 2).

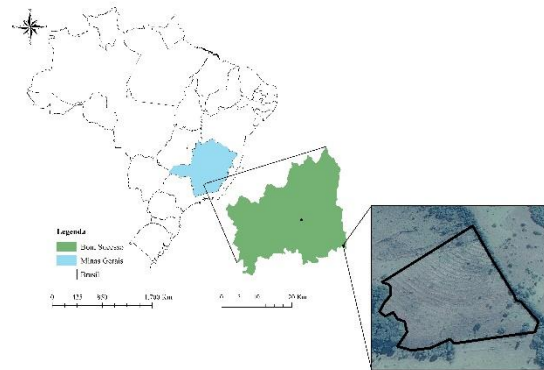


Figura 1 - Representação da localização do município de Bom Sucesso - MG e da área experimental.

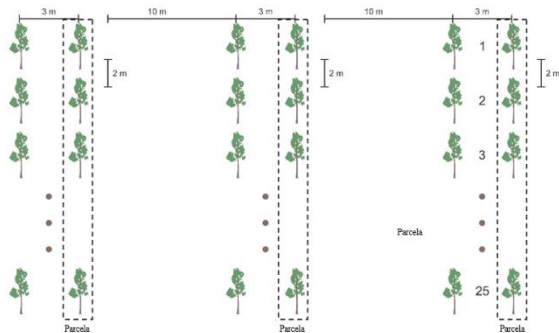


Figura 2 – Representação do arranjo experimental de *Eucalyptus cloeziana*, em sistema silvipastoril no município de Bom Sucesso, MG.

O preparo do solo foi realizado em linha por meio de um subsolador de três hastas (± 40 cm), respeitando o espaçamento de espaçamento ((3 x 2) + 10) m (Figura 2), e com aplicação de herbicida (*glyphosate*) em faixas de 5 m, sobre as linhas duplas.

A correção do solo foi realizada com a aplicação em área total de 1,5 t.ha⁻¹ de calcário, com o intuito de disponibilizar cálcio e magnésio, e a adubação de plantio constou de 150 g de NPK 06:30:06 inseridos em coveta lateral à muda (15 cm). A adubação de cobertura foi parcelada em três vezes com aplicação de 75 g de NPK 20:05:20 e uma aplicação de 10 g de ácido bórico para o primeiro ano. Aos 15 meses foi realizada uma roçada manual em área total, a fim de propiciar a limpeza da área e a entrada de gado no sistema silvipastoril.

Aos 26 meses pós-plantio foram avaliadas o percentual de sobrevivência, a altura total (Ht) e o diâmetro à altura do peito (DAP). A seleção dos cinco indivíduos para a cubagem não destrutiva e medição da área de copa foi efetuada de modo aleatório, considerando as classes de diâmetro e localização geográfica. Os diâmetros foram distribuídos em 3 classes com amplitude de 3 cm de

DAP para cada procedência de *Eucalyptus cloeziana*.

O volume individual foi calculado pela fórmula de Smalian e a área de copa pela Equação 1.

$$Ac = \frac{[(x_1x_2) \text{sen}(45^\circ) + (x_2x_3) \text{sen}(45^\circ) + \dots + (x_8x_1) \text{sen}(45^\circ)]}{2} \quad (1)$$

Em que: Ac: Área da copa; x_i : raios da copa.

Estas variáveis foram modeladas a nível de árvore individual para cada procedência pelo modelo de Schumacher e Hall (Equação 2) para análise estatística do delineamento.

$$\ln(Y) = b_0 + b_1(\ln(\text{DAP})) + b_2(\ln(\text{Ht})) \quad (2)$$

Em que: Y: variável dependente; b_i : parâmetros a serem obtidos; DAP: diâmetro à altura do peito, Ht: altura total; ln: logaritmo.

Para fins comparativos, considerou-se o percentual de sobrevivência como: - Baixo (< 60 %); - Moderado (de 60 a 89 %) e alto (> 89%), esses obtidos e balizados no índice de replantio de mudas (Macedo et al. 2010; Nieri et al. 2017).

Os dados mensurados aos 26 meses foram submetidos ao teste de normalidade de Shapiro-Wilk ($p \leq 0,05$) e à análise de variância ($p \leq 0,05$), a fim de verificar se existiam diferenças estatisticamente significativas entre as procedências para os caracteres avaliados. Quando significativo, foi aplicado o teste de Tukey ($p \leq 0,05$) para comparação das médias

Resultados e Discussão

Todos dados apresentaram normalidade esperada pelo teste de Shapiro-Wilk validando os pressupostos da análise de variância Tabela 1. As procedências não diferenciaram estatisticamente quanto a sobrevivência, porém houve diferença em todos os demais caracteres de crescimento avaliados.

A taxa de sobrevivência média do plantio foi de 83,82% pós-plantio, classificada como moderado segundo Nieri et al. (2017). Ataque de pragas, como formigas cortadeiras e patógenos observadas no plantio, foram os aspectos mais relevantes para a mortalidade. A capacidade do estabelecimento de espécies florestais, relacionada à sobrevivência, expressa o potencial de adaptação e vigor, frente às reais condições ecológicas observadas no campo (Nieri et al. 2017). Lafeté et al. (2018) ressaltam que as variáveis ambientais mais correlacionadas com a adequabilidade para o cultivo de *E. cloeziana* são a precipitação anual e isothermalidade. Sendo, portanto, a espécie adequada as condições edafoclimáticas encontradas em Bom Sucesso.

Houve diferença significativa entre as procedências para o crescimento em altura e diâmetro de *E. cloeziana* aos 26 meses pós-plantio (Tabela 1), sendo a procedência, Virginópolis (7,97 m) para a altura e a procedência Itamarandiba destacando-se em crescimento H e DAP, sendo respectivamente 8,48 m e 8,90 cm (Tabela 2). Crescimento considerado bom para os parâmetros de crescimento da espécie, que variam a altura entre 2 a 10 m e diâmetro a altura do peito variando entre 1 e 11 cm aos 24 meses (Moraes Neto et al. 2009).

Tabela 1. Resumo da análise de variância da porcentagem de sobrevivência, altura e diâmetro à altura do peito (DAP), volume e área de copa (Ac) de plantas de quatro procedências de *Eucalyptus cloeziana*, avaliadas aos 26 meses após o plantio, em sistema silvipastoril, em Bom Sucesso, MG.

FV	GL	Quadrado médio				
		Sobrevivência	Altura	DAP	Volume	Ac
Blocos	7	175,66 ^{ns}	0,55755 ^{ns}	0,7531 ^{ns}	0,000000198 ^{ns}	0,1438 ^{ns}
Procedências	3	411,62 ^{ns}	1,92283*	6,1667*	0,000000505*	2,9559*
Resíduo	21	247,58	0,29096	0,5548	0,00000016	0,2936
CV %		19,74	6,88	9,63	14,58	7,37
DP %		4,44	2,62	3,10	3,82	2,71
Média		79,72%	7,84 m	7,73 cm	0,002755 m ³	7,56 m ²

Em que: FV: Fonte de Variação; GL: Graus de Liberdade; DAP: diâmetro à altura do peito; Ac: área de copa; CV: Coeficiente de variação; DP: Desvio padrão; ^{ns}: não significativo a 5% de probabilidade de erro; *Significativo a 5% de probabilidade de erro.

Tabela 2. Teste Tukey para comparação de médias para diâmetro a altura do peito (DAP), altura, volume e área de copa de plantas de quatro procedências de *Eucalyptus cloeziana*, avaliadas aos 26 meses após o plantio, em sistema silvipastoril, em Bom Sucesso, MG.

Procedências	Altura (m)	DAP (cm)	Volume (m ³)	Área de copa (m ²)
Itamarandiba	8,48 a	8,90 a	0,00302 a	7,44 a
Virginópolis	7,97 ab	7,76 b	0,00283 ab	7,66 a
Carmo da Mata	7,52 b	7,36 b	0,00275 ab	8,14 a
Belo Horizonte	7,40 b	6,88 b	0,00242 b	6,68 b

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro.

Embora as procedências estudadas apresentem bom crescimento, Gonçalves e Passos (2000) afirmam que a espécie *Eucalyptus cloeziana* possui crescimento e produção mais lentos, quando comparada a outras espécies do gênero *Eucalyptus*. O crescimento em altura e DAP de *Eucalyptus camaldulensis* e *Eucalyptus urophylla* apresentaram média de 12,11 m e DAP de 11,01 cm, respectivamente, aos 26 meses em um sistema de cultivo similar, segundo dados de Oliveira et al. (2010).

Houve diferença significativa para o volume, estimado utilizando a fórmula de Schumacher e Hall e os parâmetros apresentados nas tabelas 3 e 4, entre as procedências (Tabela 1), sendo a procedência de Itamarandiba a apresentar maior valor volumétrico individual entre as procedências: 0,003m³ aos 26 meses. Contudo, não há diferença estatística entre as procedências Itamarandiba (0,00302 m³), Virginópolis (0,00283 m³) e Carmo da Mata (0,00275 m³). Trugilho et al. (2015) constataram

uma menor produção volumétrica em *Eucalyptus cloeziana* quando comparado a outros genótipos, contudo, ressaltam a sua qualidade da madeira e destacam a espécie para o uso energético da madeira.

A área de copa, modelada conforme os parâmetros apresentados na tabela 4, segue o mesmo padrão observado no volume, onde as procedências Itamarandiba (7,44 m²), Virginópolis (7,66 m²) e Carmo da Mata (8,14 m²) apresentaram maiores áreas de copa em relação a procedência de Belo Horizonte com média de 6,68 m². (Tabela 2). Esta característica possui alta correlação com as variáveis de crescimento como altura e diâmetro (Silveira et al., 2021), sendo que árvores com maiores áreas de copa possam ter maior área de exposição e captura de recursos como a luz. Zhang et al. (2020) relatam que esta competição por recursos, é uma restrição chave no crescimento das árvores.

Tabela 3. Análise descritiva dos indivíduos (n) de *Eucalyptus cloeziana* por procedência para cubagem e área de copa aos 26 meses após o plantio, em sistema silvipastoril, em Bom Sucesso, MG.

Procedência	Classe	n	Média		Coeficiente de variação (%)	
			DAP (cm)	Ht (m)	DAP	Ht
Virginópolis	< 6	5	5,18	6,62	20,56	40,96
Virginópolis	6 9	5	7,95	9,70	46,75	72,50
Virginópolis	9 12	5	9,53	9,60	34,22	15,00
Carmo da Mata	< 6	5	4,69	6,00	59,41	32,00
Carmo da Mata	6 9	5	7,68	8,54	76,43	50,44
Carmo da Mata	9 12	5	9,97	9,72	4,71	25,36
Itamarandiba	< 6	5	4,88	6,76	69,76	58,24
Itamarandiba	6 9	5	7,51	9,59	53,55	26,41
Itamarandiba	9 12	5	9,94	10,48	23,44	42,56
Belo Horizonte	< 6	5	5,12	8,98	8,67	38,16
Belo Horizonte	6 9	5	7,46	8,50	61,54	71,20
Belo Horizonte	9 12	5	9,83	9,46	54,70	17,04

Tabela 4. Parâmetros para ajuste de volume e área de copa para cada procedência de *Eucalyptus cloeziana* aos 26 meses após o plantio, em sistema silvipastoril, em Bom Sucesso, MG.

Modelo	Procedências	Volume					
		β_0	β_1	β_2	Syx	Syx (%)	R ² _{aj}
Volume	Virginópolis	-9,14950	0,83470	0,76000	0,00025 m ³	8,17	94,20%
	Carmo da Mata	-8,99710	0,87710	0,65090	0,00023 m ³	7,41	94,14%
	Itamarandiba	-9,71573	0,79389	1,05689	0,00020 m ³	5,23	98,66%
	Belo Horizonte	-8,64410	0,76340	0,61940	0,00028 m ³	9,02	88,47%
Área de copa	Virginópolis	0,92024	0,55467	-0,0307	1,18 m ²	16,23	34,52%
	Carmo da Mata	1,3002	1,1312	-0,7575	1,18m ²	15,81	52,29%
	Itamarandiba	0,55429	0,6818	0,0136	0,97 m ²	12,72	73,29%
	Belo Horizonte	1,88723	0,66591	-0,5473	0,64 m ²	8,44	74,78%

Em que: β_j : parâmetros estimados; Syx: erro padrão residual; Syx%: erro padrão residual em porcentagem; R²_{aj}: coeficiente de determinação ajustado.

Contudo, aplicado ao Sistemas Agroflorestais, e principalmente ao Sistema Silvipastoril, um cuidado maior deve ser dado à área de copa, devido ao sombreamento causado pelo componente arbóreo sobre a pastagem. Lopes et al. (2017) destacam que sob sombreamento severo, existe um decréscimo de volume de biomassa da forrageira que não pode ser compensado pela adubação. Neste sistema produtivo, deve-se, portanto, realizar podas para reduzir este sombreamento causado pelas árvores, sendo a área de copa uma variável a ser observada

Conclusões

O *Eucalyptus cloeziana* demonstrou adaptado ao arranjo proposto neste trabalho e frente as reais condições edafoclimáticas do município de Bom Sucesso – MG. Dentre as procedências destaca a de Itamarandiba no crescimento das variáveis analisadas.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais (FAPEMIG) e da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

Referências

Alvares CA, Stape JL, Sentelhas PC, Gonçalves JDM, Sparovek G (2013) Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, 22(6):711-728. doi: [10.1127/0941-2948/2013/0507](https://doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507)

Alves RC, Oliveira ALC, Carrasco EVM (2017) Propriedades físicas da madeira de *Eucalyptus cloeziana* F. Muell. *Floresta e Ambiente*, 24. doi: [10.1590/2179-8087.015312](https://doi.org/10.1590/2179-8087.015312)

Gonçalves MR., Passos CAM (2000) Crescimento de cinco espécies de eucalipto submetidas a déficit hídrico em dois níveis de fósforo. *Ciência Florestal*, 10(2):145-161. doi: [10.5902/19805098488](https://doi.org/10.5902/19805098488)

Konzen ER, Navroski MC, Pereira MDO, Nascimento B, Meneguzzi A, Souza PFD (2017) Variação genética para variáveis de crescimento de procedências de *Eucalyptus benthamii* Maiden & Cabbage e *E. Smithii* RT Baker do Sul do Brasil. *Cerne*, 23(3):359-366. doi: <https://doi.org/10.1590/01047760201723032357>

Lafetá BO, Penido TMA, Machado ELM., Santana RC, dos Santos Vieira, D (2018) Climatic suitability for *Eucalyptus cloeziana* cultivation in four Brazilian states. *Floresta*, 48(1):77-86. doi: [10.5380/ufv.v48i1.50496](https://doi.org/10.5380/ufv.v48i1.50496)

Lopes CM, Paciullo DSC, Araújo SAC, Gomide CDM, Morenz MJF, Villela SDJ (2017) Massa de forragem, composição morfológica e valor nutritivo de capim-braquiária submetido a níveis de sombreamento e fertilização. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 69:225-233. doi: [10.1590/1678-4162-9201](https://doi.org/10.1590/1678-4162-9201)

Macedo RLG, Vale AB, Venturin N (2010) *Eucalipto em sistemas agroflorestais*. Lavras: Editora UFLA. 331p.

Moraes Neto SP, Pulrolnik K, Vilela L, Moraes Munhoz DJ, Junior RG, Marchão RL (2009)

Modelos Hipsométricos para Eucalyptus cloeziana e Eucalyptus urophylla x Eucalyptus grandis em Sistema Agrossilvipastoril. Planaltina: EMBRAPA Cerrados, 34p.

Nieri EM, Macedo RLG, Venturin N, Venturin RP, Pinto JA, Melo LA (2017) Silvicultural performance of forest species introduced in integrated livestock forest system in Lavras, MG, Brazil. *Ciência Rural*, 47(12):4-8. doi: [10.1590/0103-8478cr20161106](https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20161106)

Oliveira ADD, Scolforo JRS, Silveira VDP (2000) Análise econômica de um sistema agro-silvi-pastoril com eucalipto implantado em região de cerrado. *Ciência Florestal*, 10:01-19. doi: [10.5902/19805098392](https://doi.org/10.5902/19805098392)

Oliveira TK, Macedo RLG, Venturin N, Higashikawa EM (2009) Desempenho silvicultural e produtivo de eucalipto sob diferentes arranjos espaciais em sistema agrossilvipastoril. *Pesquisa Florestal Brasileira*, 53(5):611-619. doi: <https://doi.org/10.4336/2009.pfb.60.01>

Silveira AC, Hess AF, Schorr LPB, Stepka TF, Krefta SM, Atanazio KA (2021) Variáveis de copa na determinação da densidade máxima de florestas de *Araucaria angustifolia* (Bertol) Kuntze. *Scientia Forestalis*, 49(130):e3545. doi: <https://doi.org/10.18671/scifor.v49n130.16>

Torres CMME, Oliveira AC, Pereira BLC, Jacovine LAG, Oliveira Neto SN, Carneiro ADCO, Torres CMME (2016) Estimativas da produção e propriedades da madeira de eucalipto em Sistemas Agroflorestais *Scientia Forestalis*, 44(109):17-148. Doi: <https://doi.org/10.18671/scifor.v44n109.13>

Trugilho PF, Goulart SL, Assis COD, Couto FBS, Alves ICN, Protásio TDP, Napoli A (2014) Características de crescimento, composição química, física e estimativa de massa seca de madeira em clones e espécies de *Eucalyptus* jovens. *Ciência Rural*, 45:661-666. doi: <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20130625>

Zhang X, Wang Z, Chhin S, Wang H, Duan A, Zhang J (2020) Relative contributions of competition, stand structure, age, and climate factors to tree mortality of Chinese fir plantations: long-term spacing trials in southern China. *Forest Ecology and Management*, 465:118103. doi: [10.1016/j.foreco.2020.118103](https://doi.org/10.1016/j.foreco.2020.118103)