

# Caracterização genética no crescimento inicial de progênes de *Eremanthus erythropappus* (DC.) MacLeish em Aiuruoca, MG, Brasil<sup>1</sup>

 [Maria Lopes Martins Avelar](#)<sup>2,3</sup>,  [Vitor Passos da Silva Júnior](#)<sup>2</sup>,  [Lucas Rodrigues Rosado](#)<sup>2</sup>,  [Flávia Maria Avelar Gonçalves](#)<sup>2</sup>,  [Adriano José Pavan](#)<sup>2</sup> e  [Lucas Amaral de Melo](#)<sup>2</sup>

**Como citar:** Avelar, M.L.M., da Silva Júnior, V.P., Rosado, L.R., Gonçalves, F.M.A., Pavan A.J & Melo, L.A. 2021. Caracterização genética no crescimento inicial de progênes de *Eremanthus erythropappus* (DC.) MacLeish em Aiuruoca, MG, Brasil. Hoehnea 48: e142020. <https://doi.org/10.1590/2236-8906-14/2020>

**ABSTRACT** - (Genetic characterization in the initial growth of progenies of *Eremanthus erythropappus* (DC.) MacLeish in Aiuruoca, Minas Gerais State, Brazil). *Eremanthus erythropappus* (DC.) MacLeish is a native species, economically appreciated due to its wood and the extraction of essential oil, whose active ingredient is alphabisabolol, but studies on genetic improvement of this species are still scarce. The aim of this study was to evaluate survival, genetic variability and estimate genetic parameters in *E. erythropappus* progenies in the field at 15, 22 and 30 months of age. The experiment was set up at Fazenda Guapiara, in Aiuruoca, Minas Gerais State, where seedlings of 15 progenies were planted in a randomized block design with five replications and six plants per plot. Plant height evaluations were performed and genetic studies were carried out in the SELEGEN software using the REML/BLUP method. At 30 months, the percentage of seedling survival was evaluated. Significant differences were observed between progenies, and the highest estimates of  $h^2_{mp}$  (0.48) and  $Ac_{prog}$  (0.69) were found at 30 months. Therefore, even in the juvenile stage, it was possible to identify genetic variability and analyze its expression over time, which makes it possible to continue studies of genetic improvement of the species.

**Keywords:** candeia, forest genetic resources, genetic improvement

**RESUMO** - (Caracterização genética no crescimento inicial de progênes de *Eremanthus erythropappus* (DC.) MacLeish em Aiuruoca, MG, Brasil). *Eremanthus erythropappus* (DC.) MacLeish é uma espécie nativa, apreciada economicamente devido a sua madeira e à extração de óleo essencial, cujo princípio ativo é o alfabisabolol, porém os estudos em melhoramento genético dessa espécie ainda são escassos. Objetivou-se com este trabalho avaliar a sobrevivência e estimar parâmetros genéticos em progênes de *E. erythropappus* em campo aos 15, 22 e 30 meses de idade. O experimento foi instalado na Fazenda Guapiara, em Aiuruoca, MG, onde foram plantadas mudas de 15 progênes em delineamento de blocos casualizados, com cinco repetições e seis plantas por parcela. Foram realizadas avaliações da altura das plantas e procederam-se aos estudos genéticos no software SELEGEN por meio do método REML/BLUP. Aos 30 meses, foi avaliado o percentual de sobrevivência das mudas. Verificou-se diferenças significativas entre as progênes, e as maiores estimativas de  $h^2_{mp}$  (0,48) e de  $Ac_{prog}$  (0,69) foram encontradas aos 30 meses. Portanto, mesmo em estágio juvenil, foi possível identificar variabilidade genética e analisar a sua expressão ao longo do tempo, o que possibilita dar continuidade aos estudos visando o melhoramento genético da espécie.

**Palavras-chave:** candeia, melhoramento genético, recursos genéticos florestais

## Introdução

A candeia, *Eremanthus erythropappus* (DC.) MacLeish, é uma espécie arbórea nativa pertencente à família Asteraceae, que se desenvolve em solos rasos e pouco férteis (Scolforo *et al.* 2012). É uma espécie típica de áreas entre matas e campos rupestres, campos de altitude e Cerrado, em altitudes variando de 900 a 1.700 m, tendo sido relatada sua ocorrência nos Estados de Goiás, Minas Gerais, Espírito Santo, São Paulo, Rio de Janeiro e no Distrito Federal (Scolforo *et al.* 2012).

Além da resistência natural de sua madeira a agentes xilófagos, o que permite a confecção de moirões de cerca de boa qualidade (Scolforo *et al.* 2016), a espécie

produz um óleo essencial, que está presente nas folhas, ramos e inflorescências, mas principalmente no fuste, e tem como componente majoritário o alfabisabolol. Tal componente apresenta propriedades dermatológicas, cosméticas, inseticidas, anti-inflamatórias, antibacterianas e antialérgicas (Kamatou & Viljoen 2009).

Apesar da importância econômica já conhecida da espécie, os estudos relacionados a sua silvicultura e ao desenvolvimento de programas de melhoramento genético ainda são iniciais e, conseqüentemente, pouco conclusivos. O conhecimento da espécie, da sua silvicultura, da variabilidade genética existente e da forma como ela está dividida é essencial para a definição das estratégias de melhoramento.

1. Parte da Dissertação de Mestrado da primeira Autora

2. Universidade Federal de Lavras, Avenida Dr. Sílvio Menicucci, s/n, Aquecida Sol, Campus Universitário, 37200-900 Lavras, MG, Brasil

3. Autora para correspondência: maria.lma@hotmail.com

Dessa forma, a análise genética dos indivíduos e a continuidade das avaliações dos caracteres ao longo do tempo em testes de progênies em campo permite a conservação da variabilidade genética de populações, viabiliza a caracterização genética e possibilita a formação de pomares de sementes. Além disso, em trabalhos futuros de melhoramento florestal, a utilização de progênies com melhores desempenhos e a existência de divergência genética pode permitir a manutenção da variabilidade, assim como maximizar ganhos genéticos.

Nesse contexto, o objetivo do presente trabalho foi avaliar a sobrevivência e estimar parâmetros genéticos em progênies de *Eremanthus erythropappus*, em campo, aos 15, 22 e 30 meses de idade.

## Material e métodos

O experimento foi instalado na Fazenda Guapiara, localizada no município de Aiuruoca, sul do Estado de Minas Gerais, latitude 7.560.795 S e longitude 540.637 W, em janeiro de 2016. Segundo a classificação de Köppen, o clima do local é classificado como Cwb, com temperatura média anual de 16,2 °C, tendo, no mês mais quente e no mês mais frio, temperaturas médias de 19,1 °C e 12,5 °C, respectivamente. A precipitação média anual é de 1.608 mm e a altitude de 1.265 m (Alvares *et al.* 2013).

Para a realização do estudo, foram utilizadas mudas de 15 progênies de polinização aberta de *Eremanthus erythropappus* (DC.) MacLeish, produzidas no Viveiro Florestal da Universidade Federal de Lavras, pertencente ao Departamento de Ciências Florestais (DCF), em Lavras, MG, Brasil. As sementes para produção de mudas foram coletadas de matrizes selecionadas geneticamente, aos cinco anos e meio, em um teste com 116 progênies localizado na zona rural do município de Baependi, Minas Gerais (Melo 2012).

Antes do plantio, foi realizada a visita in loco para levantamento da situação da área e planejamento das atividades silviculturais necessárias, assim como a abertura de covas com dimensões de 40 x 40 x 40 cm. As mudas foram plantadas em janeiro de 2016, em delineamento experimental de blocos casualizados, com cinco repetições em parcelas lineares, contendo seis plantas por parcela, em um arranjo espacial de 2,5 x 2,5 m.

No plantio, foi realizada a adubação de base com 200 g de NPK 08:20:10 + 7% Ca; 6% S; 0,1% B; 0,3% Zn e aplicação de 200 g de calcário por cova. Ao longo do tempo, foram adotadas medidas para prevenir o ataque de formigas cortadeiras, por meio de iscas formicidas MIREX-SD (10 g m<sup>-2</sup> de terra solta de formigueiro).

A primeira avaliação da altura das mudas foi realizada aos 15 meses de idade, com auxílio de uma régua graduada em centímetros. Em fevereiro de 2017, foi realizada a adubação de cobertura, utilizando 50 g de NPK 20:00:20 por muda, na projeção da copa. Aos 22 meses, foi feita a segunda avaliação da altura, e aos 30 meses, a terceira, da mesma forma como foi realizada a primeira. Não foram realizadas avaliações de diâmetro de coleto, devido à característica de bifurcação da espécie. Muitas vezes, a medição do diâmetro de coleto no campo pode apresentar

dados que não correspondem ao real, uma vez que plantas bifurcadas a baixas alturas apresentam diâmetro de coleto com valores muito altos. Aos 30 meses, foi avaliado o percentual de sobrevivência das mudas em campo.

A partir dos dados, procederam-se aos estudos genéticos no software genético SELEGEN, por meio do método REML/BLUP (Resende 2016), referentes às três avaliações de altura, realizadas aos 15, 22 e 30 meses de idade, utilizando o modelo estatístico  $Y = Xr + Za + Wp + e$ , adequado para avaliação de progênies de polinização aberta em delineamento de blocos ao acaso com várias plantas por parcela, em que:

Y: vetor de dados fenotípicos

r: vetor dos efeitos de repetição (assumidos como fixos) somados à média geral

a: vetor dos efeitos genéticos aditivos individuais (aleatórios)

p: vetor dos efeitos de parcelas assumidos como  $p \sim MNV(0, \sigma_p)$

e: vetor de erros ou resíduos em que  $e \sim MVN(0, \sigma_e)$

As letras maiúsculas X, Z e W representam as matrizes de incidência para os referidos efeitos (Resende 2016). Para verificar a significância do efeito sob estudo (e.g. genótipos), ou seja, se há variabilidade genética entre as progênies, foi realizado o teste de razão de máxima verossimilhança (LRT), obtido por meio da diferença entre as deviances encontradas nos modelos completos e àquele com a ausência do efeito correspondente.

Os parâmetros genéticos utilizados foram obtidos por meio das seguintes expressões:

$$\sigma_f = \sigma_a + \sigma_{\text{parc}} + \sigma_e \text{ (Variância fenotípica individual)}$$

$$\hat{h}_a^2 = \frac{\sigma_a}{\sigma_f} \text{ (Herdabilidade individual no sentido restrito, dos efeitos aditivos)}$$

$$\hat{h}_{\text{mp}}^2 = \frac{0,25\sigma_a}{\frac{0,25\sigma_a + \sigma_{\text{parc}}}{b} + \frac{0,75\sigma_a + \sigma_e}{nb}} \text{ (Herdabilidade da média de progênies, assumindo sobrevivência completa)}$$

$$c_{\text{parc}}^2 = \frac{\sigma_{\text{parc}}}{\sigma_f} \text{ (Coeficiente de determinação dos efeitos de parcela)}$$

$$CV_{\text{gi}}\% = \frac{(\sigma_a)^{\frac{1}{2}}}{\bar{x}} \cdot 100 \text{ (Coeficiente de variação genética aditiva individual)}$$

$$CV_e\% = \frac{[(0,75 \sigma_a + \sigma_e)/3 + \sigma_{\text{parc}}]^{\frac{1}{2}}}{\bar{x}} \cdot 100 \text{ (Coeficiente de variação experimental)}$$

$$Ac_{\text{prog}} = \sqrt{\hat{h}_{\text{mp}}^2} \text{ (Acurácia seletiva)}$$

Em que,  $\sigma_a$ : variância genética aditiva;  $\sigma_{\text{parc}}$ : variância ambiental entre parcelas;  $\sigma_e$ : variância residual (ambiental + não aditiva); n: número de plantas por parcela; b: número de blocos;  $\bar{x}$ : média geral.

Em seguida, empregou-se a análise multivariada, aos 30 meses, por meio do método de agrupamento de Tocher (Resende & Duarte 2007), considerando a distância de Mahalanobis a fim de determinar a divergência genética e definir grupos entre as progênies avaliadas. O método de Tocher é um método de agrupamento simultâneo de otimização que realiza a separação das progênies de uma só vez, no qual as distâncias médias de dissimilaridade dentro de cada grupo devem ser menores que as distâncias médias entre os grupos (Cruz *et al.* 2014).

## Resultados e Discussão

O teste de progênies de *Eremanthus erythropappus* (DC.) MacLeish apresentou baixo percentual de sobrevivência aos 30 meses de idade (63%), quando comparado com os percentuais de sobrevivências de outras espécies arbóreas nativas (Martinotto *et al.* 2012). Entretanto, o valor observado no presente estudo corrobora com o percentual encontrado por Queiroz & Firmino (2014) para *Dipteryx alata* (63,9%).

Nesse contexto, o principal problema no crescimento inicial de espécies florestais é a presença de plantas daninhas, principalmente a braquiária (*Urochloa decumbens* (Stapf) R. D. Webster), uma vez que a competição com outras espécies por água, luz e nutrientes interfere no crescimento da espécie de interesse, aumentando as taxas de mortalidade, como reportado em vários trabalhos (Pires *et al.* 2012, Canuto *et al.* 2015).

Pela análise de deviance, foi verificada a significância do efeito de genótipos, o que indica a existência de variabilidade

genética entre as progênies avaliadas em relação à altura (tabela 1), possibilitando o sucesso com a seleção (Pinto *et al.* 2014) e, posteriormente, boas perspectivas para o ganho com a seleção das melhores progênies.

Os valores médios encontrados para altura foram de 0,96 m, 1,13 m e 1,96 m aos 15, 22 e 30 meses, respectivamente, após o plantio (tabela 2). Foi verificado um incremento médio anual (IMA) de 0,77 aos 15, 0,62 aos 22 e 0,78 aos 30 meses de idade, resultados inferiores quando comparados com os de Oliveira *et al.* (2015) para *Tabebuia aurea* (11,4), *Dipteryx alata* (19,2), *Caryocar brasiliensis* (15,7) um ano após o plantio.

Os coeficientes de herdabilidade individual no sentido restrito ( $h^2_a$ ) estimados variaram de 0,08 a 0,18 para altura nas três avaliações (tabela 2). De acordo com Resende (2002a), esses valores são considerados baixos, porém observa-se que suas estimativas são crescentes ao longo do tempo. Tais estimativas indicam a porcentagem da variação fenotípica em altura que é de natureza genética (Ramalho *et al.* 2012).

Tabela 1. Análise de deviance para altura em teste de progênies de *Eremanthus erythropappus* aos 15, 22 e 30 meses de idade, na Fazenda Guapiara, em Aiuruoca, MG, Brasil.

Table 1. Deviance analysis for height in *Eremanthus erythropappus* progeny test at 15, 22 and 30 months of age, at Fazenda Guapiara, in Aiuruoca, Minas Gerais State, Brazil.

Efeito	15 meses		22 meses		30 meses	
	Deviance	LRT	Deviance	LRT	Deviance	LRT
Progênies	4285,51	48,26**	4461,20	57,86**	2351,03	3,84*
Modelo completo	4237,25		4403,34		2347,19	

\* Significativo a 5% de significância. Qui-quadrado tabelado: 3,84 para os níveis de significância de 5%.

\*\*Significativo a 1% de significância. Qui-quadrado tabelado: 6,63 para os níveis de significância de 1%.

Tabela 2. Parâmetros genéticos referentes à altura das progênies de *Eremanthus erythropappus* (DC.) MacLeish, em campo, aos 15, 22 e 30 meses de idade, na Fazenda Guapiara, em Aiuruoca, MG, Brasil.  $V_a$ : variância genética aditiva.  $V_{\text{parc}}$ : variância ambiental entre parcelas.  $V_c$ : variância residual (ambiental + não aditiva).  $V_f$ : variância fenotípica individual.  $h^2_a$ : herdabilidade individual no sentido restrito, ou seja, dos efeitos aditivos.  $h^2_{\text{mp}}$ : herdabilidade da média de progênies.  $c^2_{\text{parc}}$ : coeficiente de determinação dos efeitos de parcela.  $Ac_{\text{prog}}$ : acurácia da seleção de progênies.  $CV_{\text{gi}}\%$ : coeficiente de variação genética aditiva individual.  $CV_e\%$ : coeficiente de variação experimental.

Table 2. Genetic parameters related to the height of the progenies of *Eremanthus erythropappus* (DC.) MacLeish, in the field, at 15, 22 and 30 months of age, at Fazenda Guapiara, in Aiuruoca, Minas Gerais State, Brazil.  $V_a$ : additive genetic variance.  $V_{\text{parc}}$ : environmental variance between plots.  $V_c$ : residual variance (environmental + non-additive).  $V_f$ : individual phenotypic variance.  $h^2_a$ : individual narrow-sense heritability.  $h^2_{\text{mp}}$ : progeny-mean heritability.  $c^2_{\text{parc}}$ : coefficient to determine the effects of plot.  $Ac_{\text{prog}}$ : accuracy for the selection of progeny.  $CV_{\text{gi}}\%$ : individual additive genetic coefficient of variation.  $CV_e\%$ : experimental coefficient of variation.

Parâmetros	15 meses	22 meses	30 meses
$V_a$	426,18	820,41	474,33
$V_{\text{parc}}$	1527,46	2511,05	265,37
$V_c$	3512,90	4850,76	1966,29
$V_f$	5466,55	8182,22	2706,00
$h^2_a$	0,08 +- 0,07	0,10 +- 0,08	0,18 +- 0,14
$h^2_{\text{mp}}$	0,20	0,24	0,48
$c^2_{\text{parc}}$	0,28	0,31	0,09
$Ac_{\text{prog}}$	0,45	0,49	0,69
$CV_{\text{gi}}\%$	21,40	25,33	11,09
$CV_e\%$	47,22	50,74	13,00
$CV_f$	0,23	0,25	0,43
Média geral (cm)	96,47	113,09	196,36

Entretanto, por se tratar de avaliações em idades precoces de uma espécie florestal, em que seus genes agem de forma diferente nos vários estágios de desenvolvimento, as progênies podem não ter demonstrado seu potencial genético, ou seja, os genes podem não ter se expressado ainda nas idades avaliadas (Almeida 2011), além de ter apresentado grande influência ambiental, evidenciada pelos altos valores de  $c^2_{\text{parc}}$ .

Os coeficientes de herdabilidade média de progênies ( $h^2_{\text{mp}}$ ) variaram de 0,20 a 0,48, valores considerados por Resende (2002b) de média magnitude. Chinelato *et al.* (2014) estudando progênies de guapuruvu (*Schizolobium parahyba*), encontraram estimativas de  $h^2_{\text{mp}}$  de 0,27 aos 20 meses de idade, valor próximo ao observado no presente estudo aos 22 meses (0,24).

Em diversos trabalhos, foi evidenciada a superioridade da  $h^2_{\text{mp}}$  em relação à  $h^2_a$ , demonstrando maiores possibilidades de ganhos pela seleção das melhores progênies, do que dentro das progênies (Almeida 2011, Biernaski *et al.* 2012, Santos *et al.* 2013). Segundo Vencovsky & Barriga (1992), a utilização da  $h^2_{\text{mp}}$  aumenta o grau de precisão e diminui erros experimentais por utilizar médias.

Os coeficientes de determinação dos efeitos de parcela ( $c^2_{\text{parc}}$ ) encontrados foram de 0,28, 0,31 e 0,09 aos 15, 22 e 30 meses, respectivamente. Tais parâmetros expressam a variabilidade entre as parcelas e, quanto maior for esse coeficiente, maior será a variabilidade causada por fatores ambientais (Pimentel *et al.* 2014). Além disso, os coeficientes de variação experimental ( $CV_e\%$ ) variaram de 13,00% a 50,74%. Essa alta variação ambiental pode ser explicada pelo estágio inicial de desenvolvimento das plantas e pela competição com plantas daninhas, quando estas não haviam sido eliminadas, acarretando perdas e desuniformidade no crescimento.

Em relação aos coeficientes de variação genotípico entre progênies ( $CV_{\text{gi}}\%$ ), as estimativas variaram de 11,09 a 25,33% (tabela 2), resultados semelhantes aos encontrados por Menegatti *et al.* (2016) para altura em *Mimosa scabrella* aos 12 meses, 15,31% em procedências de Lages e 28,72% em procedências de Abelardo Luz. Segundo Resende (2002a), quanto maior o seu valor, maiores as chances de serem obtidos ganhos genéticos na seleção, uma vez que existe variabilidade genética entre as progênies, demonstrando que grande parte da variação total é devida a causas genéticas.

A correlação entre os valores genotípicos verdadeiros das progênies e aqueles estimados ou preditos a partir das informações do experimento em campo é obtida pela acurácia seletiva ( $Ac_{\text{prog}}$ ), parâmetro que aumenta à medida que os desvios entre o real e o estimado diminuem (Resende 2007).

Os valores de  $Ac_{\text{prog}}$  encontrados variaram de 0,45 a 0,69 (tabela 2) e, de acordo com Resende & Duarte (2007) são considerados de moderada a alta magnitude, resultados semelhantes aos observados por Canuto *et al.* (2015) para baru (*Dipteryx alata*) aos 21 meses em campo (0,73). A baixa acuracidade na detecção dos efeitos genotípicos pode estar atrelada à juvenildade do material experimental, que ainda não expressou devidamente seus valores genéticos, porém segue aumentando com o crescimento das plantas.

O método de agrupamento de Tocher permitiu a formação de três grupos (tabela 3), confirmando a presença de variabilidade no germoplasma e a divergência genética entre as progênies. O grupo I reuniu o maior número de progênies, sete do total (9, 14, 22, 23, 24, 34 e 35), demonstrando que elas são similares entre si. O grupo II foi formado por três genótipos (6, 25 e 27) e o grupo III, por quatro (12, 29, 31 e 36).

A similaridade entre as progênies pode ser devida, em parte, a sua origem, como observado por Ivoglo *et al.* (2008) em progênies de *Coffea canephora*. No grupo III, 50% das progênies (31 e 36) são procedentes do município de Baependi, Minas Gerais, de modo que fossem agrupadas em um mesmo grupo.

Segundo Vaz-de-Melo *et al.* (2017), a divisão de progênies em grupos distintos é essencial na seleção de genitores e no direcionamento de cruzamentos, uma vez que as novas combinações híbridas a serem estabelecidas devem ser baseadas na magnitude de suas dissimilaridades e no potencial desses genitores, ou seja, recombinar progênies mais divergentes. Em trabalhos futuros de melhoramento genético da espécie, envolvendo a transformação do teste em pomar de sementes por mudas, por exemplo, deverão ser utilizadas progênies de grupos diferentes por apresentarem pouca similaridade, visando a manutenção da variabilidade genética e a possibilidade de cruzamentos que possam resultar em ganhos genéticos.

## Conclusões

Há variabilidade e divergência genética entre as progênies de *Eremanthus erythropappus* (DC.) MacLeish, mesmo em idades juvenis, o que permite a conservação genética da população e, em avaliações futuras, pode possibilitar a formação de pomares de sementes, visando à obtenção de ganhos e proporcionar sucesso com a seleção.

Tabela 3. Formação de grupos com base no método de Tocher para altura em progênies de *Eremanthus erythropappus* (DC.) MacLeish, aos trinta meses de idade, na Fazenda Guapiara, em Aiuruoca, MG, Brasil.

Table 3. Forming groups based on Tocher method for height in *Eremanthus erythropappus* (DC.) MacLeish progenies, at thirty months of age, at Fazenda Guapiara, in Aiuruoca, Minas Gerais State, Brazil.

Grupo	Progênies						
I	9	14	22	23	24	34	35
II	6	25	27				
III	12	29	31	36			

## Agradecimentos

À Citróleo Indústria e Comércio de Óleos Essenciais Ltda., pelo fornecimento da área de plantio e financiamento das atividades silviculturais. Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq, pelo apoio financeiro do projeto de pesquisa (Proc. Nº 408927/2016-0) e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais - FAPEMIG, pela concessão de Bolsas.

## Conflitos de interesse

Não há conflitos de interesse.

## Contribuição dos Autores

Maria Lopes Martins Avelar: contribuição na condução do experimento, na realização e na interpretação das análises genéticas e estatísticas, na revisão bibliográfica, na discussão e na preparação do manuscrito.

Vitor Passos da Silva Júnior: contribuição na condução do experimento, na interpretação das análises genéticas e estatísticas, na discussão e na preparação do manuscrito.

Lucas Rodrigues Rosado: contribuição na condução do experimento, na interpretação das análises genéticas e estatísticas.

Flávia Maria Avelar Gonçalves: supervisora; contribuição nas análises genéticas e estatísticas e na discussão do tema.

Adriano José Pavan: contribuição na condução do experimento e na discussão do tema.

Lucas Amaral de Melo: supervisor; contribuição nas análises genéticas e estatísticas e na discussão do tema.

## Literatura citada

- Almeida, E.V.** 2011. Avaliação da variabilidade genética em progênies de *Myracrodruon urundeuva* (Fr. All) na baixana cuiabana. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá.
- Alvares, C.A., Stape, J.L., Sentelhas, P.C., Gonçalves, J.L.M. & Sparovek, G.** 2013. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift* 22: 711-728.
- Biernaski, F.A., Higa, A.R. & Silva, L.D.** 2012. Variabilidade genética para caracteres juvenis de progênies de *Cedrela fissilis* VELL.: subsídio para definição de zonas de coleta e uso de semente. *Revista Árvore* 36: 49-58.
- Canuto, D.V.O., Zaruma, D.U.G., Moraes, M.A., Silva, A.M., Moraes, M.L.T. & Freitas, M.L.M.** 2015. Caracterização genética de um teste de progênies de *Dipteryx alata* Vog. Proveniente de remanescente florestal da Estação Ecológica de Paulo de Faria, SP, Brasil. *Hoehnea* 42: 641-648.
- Chinelato, F.C.S., Moraes, C.B., Carignato, A., Tambarussi, E.V., Zimback, L., Palomino, E.C. & Mori, E.S.** 2014. Variabilidade genética em progênies de guapuruvu *Schizolobium parahyba*. *Scientia Agropecuaria* 5: 71-76.
- Cruz, C.D., Regazzi, A.J. & Carneiro, P.C.S.** 2014. Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético. 5 ed. UFV, Viçosa.
- Ivoglo, M.G., Fazuoli, L.C., Oliveira, A.C.B., Gallo, P.B., Mistro, J.C., Silvarolla, M.B. & Toma-Braghini, M.** 2008. Divergência genética entre progênies de café robusta. *Bragantia* 67: 823-831.
- Kamatou, G.P.P. & Viljoen, A.M.** 2009. A review of the application and pharmacological properties of  $\alpha$ -bisabolol and  $\alpha$ -bisabolol-richeols. *Journal of the American Oil Chemists' Society* 87: 1-7.
- Martinotto, F., Martinotto, C., Coelho, M.F.B., Azevedo, R.A.B. & Albuquerque, M.C.F.** 2012. Sobrevivência e crescimento inicial de espécies arbóreas nativas do Cerrado em consórcio com mandioca. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 47: 22-29.
- Melo, L.A.** 2012. Seleção e resgate de árvores superiores de candeia (*Eremanthus erythropappus* (DC.) MacLeish). Tese de Doutorado, Universidade Federal de Lavras, Lavras.
- Menegatti, R.D., Mantovani, A. & Navroski, M.C.** 2016. Parâmetros genéticos para caracteres de crescimento inicial de progênies de bracinga em Lages, SC. *Pesquisa Florestal Brasileira* 36: 235-243.
- Oliveira, M.C., Ribeiro, J.F., Passos, F.B., Aquino, F.G., Oliveira, F.F. & Sousa, S.R.** 2015. Crescimento de espécies nativas em um plantio de recuperação de Cerrado sentido restrito no Distrito Federal, Brasil. *Revista Brasileira de Biociências* 13: 25-32.
- Pimentel, A.J.B., Guimarães, J.F.R., Souza, M.A., Resende, M.D.V., Moura, L.M., Rocha, J.R.A.S.C. & Ribeiro, G.** 2014. Estimacão de parâmetros genéticos e predição de valor genético aditivo de trigo utilizando modelos mistos. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 49: 882-890.
- Pires, A.C.V., Pereira, S.R., Fernandes, G.W. & Oki, Y.** 2012. Efeito de *Brachiaria decumbens* na herbivoria e no desenvolvimento de duas leguminosas nativas de cerrado. *Planta Daninha* 30: 737-746.
- Queiroz, S.E.E. & Firmino, T.O.** 2014. Efeito do sombreamento na germinação e desenvolvimento de mudas de baru (*Dipteryx alata* Vog.). *Revista Biociências* 20: 64-69.
- Ramalho, M.A.P., Abreu, A.F.B., Santos, J.B. & Nunes, J.A.R.** 2012. Aplicações da genética quantitativa no melhoramento de plantas autógamas. 1 ed. UFLA, Lavras.
- Resende, M.D.V.** 2002a. Seleção genética computadorizada: manual do usuário. EMBRAPA-CNPQ, Colombo.
- Resende, M.D.V.** 2002b. Genética biométrica e estatística no melhoramento de plantas perenes. Embrapa Informação Tecnológica, Brasília.
- Resende, M.D.V.** 2007. Matemática e estatística na análise de experimentos e no melhoramento de genético. Embrapa Florestas, Colombo.
- Resende, M.D.V.** 2016. Software Selegen-REML/BLUP: a useful tool for plant breeding. *Crop Breeding and Applied Biotechnology* 16: 330-339.

- Resende, M.D.V. & Duarte, J.B.** 2007. Precisão e controle de qualidade em experimentos de avaliação de cultivares. *Pesquisa Agropecuária Tropical* 37: 182-194.
- Santos, A.M., Rosado, S.C.S., Rosado, L.R. & Stehling, E.C.** 2013. Estimação de parâmetros genéticos em teste de procedência e progênie de cedro australiano. *Anais do 7º Congresso Brasileiro de Melhoramento de Plantas, Uberlândia*, pp. 428-432.
- Scolforo, J.R.S., Oliveira, A.D. & Davide, A.C.** 2012. Manejo sustentável da candeia: o caminhar de uma nova experiência florestal em Minas Gerais. Ed. UFLA, Lavras.
- Scolforo, J.R.S., Altoe, T.F., Scolforo, H.F., Mello, J.M., Silva, C.P.C. & Ferraz Filho, A.C.** 2016. Management strategies of *Eremanthus erythropappus* (DC.) MacLeish under different initial spacing. *Ciência e Agrotecnologia* 40: 298-304.
- Vaz-de-Melo, A., Colombo, G.A., Do Vale, J.C., Santana, W.D. & Fernandes, M.S.** 2017. Estratégias de seleção entre progênies meios-irmãos de milho-pipoca no cerrado Tocantinense. *Brazilian Journal of Applied Technology for Agricultural Science* 10: 41-50.
- Vencovsky, R. & Barriga, P.** 1992. Genética biométrica no fitomelhoramento. Sociedade Brasileira de Genética, Ribeirão Preto.

**Recebido:** 28.02.2020

**Aceito:** 20.01.2021

**Editor Associado:** Marília Gaspar Máis

