

Parâmetros genéticos e seleção inicial de procedências e progênies de taxi-branco (*Tachigali vulgaris*) em Roraima

Genetic parameters and initial selection of *Tachigali vulgaris* provenances and progenies in Roraima

Sandra Lima Cruz^I, Cássia Ângela Pedrozo^{II}, Vanúbia Ximendes Aragão Oliveira^{III},
Andressa Maria da Silva^{IV}, Marcos Deon Vilela de Resende^V,
Delman de Almeida Gonçalves^{VI}

Resumo

Este trabalho teve como objetivos estimar parâmetros genéticos de procedências e progênies de polinização livre de taxi-branco e selecionar genótipos superiores quanto ao crescimento inicial em campo. O experimento foi instalado em 2015, no Campo experimental Serra da Prata, pertencente à Embrapa Roraima e localizado no Município de Mucajaí - RR. O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, com 28 progênies provenientes de três procedências e 20 repetições, sendo cada parcela experimental constituída por uma planta. Foram avaliados aos 6, 12 e 18 meses após o plantio, a porcentagem de sobrevivência, a altura da planta (ALT) e o diâmetro do caule a 10 cm do solo (DC) ou o diâmetro à altura do peito (DAP). As análises genético-estatísticas foram realizadas por meio do procedimento REML/BLUP, com análise de *deviance*, obtenção das estimativas dos parâmetros genéticos e predição dos valores genéticos nas diferentes idades. A sobrevivência geral variou de 50,68% a 62,10% aos 18 e aos 6 meses, respectivamente. As únicas diferenças significativas observadas foram entre progênies, para ALT e DC, aos seis meses. Com exceção do DAP avaliado aos 18 meses, as demais estimativas de herdabilidade em nível individual no sentido restrito foram moderadas, sendo estas inferiores às estimativas da herdabilidade da média de progênies. Os ganhos com a seleção de progênies e indivíduos foram de baixos a moderados e variaram entre as idades avaliadas, sendo decrescentes com o aumento da idade das plantas.

Palavras-chave: Cultivo; Melhoramento vegetal; Sobrevivência

^I Engenheira Agrônoma, MSc., Programa de Pós-Graduação em Agroecologia, Universidade Estadual de Roraima, Rua 7 de setembro, 231, Bairro Canarinho, CEP 69.306-530, Boa Vista (RR), Brasil. sandrabvrr@gmail.com (ORCID: 0000-0003-2966-4938)

^{II} Engenheira Agrônoma, Dra., Pesquisadora da Embrapa Roraima, Rodovia BR 174, Km 8, Distrito Industrial, CEP 69301-970, Boa Vista (RR), Brasil. cassia.pedrozo@embrapa.br (ORCID: 0000-0002-0474-263X)

^{III} Bióloga, Faculdades Cathedral, Av. Luís Canuto Chaves, 293, Bairro Caçari, CEP 69307-053, Boa Vista (RR), Brasil. vanubia.ximendes@hotmail.com (ORCID: 0000-0002-4698-9286)

^{IV} Bióloga, MSc., Programa de Pós-graduação em Recursos Naturais, Universidade Federal de Roraima, Av. Ene Garcez, 2413, Bairro Aeroporto, CEP 69304-000, Boa Vista (RR), Brasil. andressa.silvaalencar@hotmail.com, (ORCID: 0000-0003-0808-5224)

^V Engenheiro Agrônomo, Dr., Pesquisador da Embrapa Florestas, Estrada da Ribeira, Km 111, Bairro Guaraituba, CEP 83411-000, Colombo (PR), Brasil. marcos.resende@embrapa.br (ORCID: 0000-0002-3087-3588)

^{VI} Engenheiro Agrônomo, MSc., Pesquisador da Embrapa Amazônia Oriental, Tv. Eneas Pinheiro s/n, Marco, CEP 66095-903, Belém (PA), Brasil. delman.goncalves@embrapa.br (ORCID: 0000-0002-6876-4192)



Abstract

This study aimed to estimate the genetic parameters of open-pollinated *Tachigali vulgaris* provenances and progenies and select superior genotypes for initial growth in the field. The experiment was conducted in Campo experimental Serra da Prata which belongs to Embrapa Roraima and is located in the municipality of Mucajaí - RR. The experimental design used was randomized blocks with 28 progenies from three provenances and 20 repetitions. Each experimental plot consisted of a single plant. At 6, 12 and 18 months after planting, the survival rate (%), the height of the plant (ALT; m), the diameter of the stem 10 cm above ground (DC; mm) or the diameter at breast height (DAP; m) were evaluated. The genetic-statistical analyses were performed using the REML/BLUP procedure, with analysis of deviance, estimation of genetic parameters and prediction of genetic values at the different stages. The overall survival rate varied from 50.68% to 62.10% at 18 months and 6 months, respectively. The only significant differences were between progenies, for ALT and DC, at six months after planting. Except for the evaluated DAP at 18 months after planting, the other estimations of individual narrow sense heritability were moderated, being lower than the estimates of progenies average heritability. The gains with the selection of progenies and plants were from low to moderate and varied between each evaluated stage, decreasing with the increasing plant age.

Keywords: Growth; Plant breeding; Survival

Introdução

Tachigali vulgaris (L. G. Silva & H. C. Lima) é uma espécie arbórea pertencente à família Caesalpinoaceae (Leguminosae – Caesalpinioideae), com ocorrência natural no norte, nordeste, centro-oeste e sudeste do Brasil (SILVA; LIMA, 2019). Na Amazônia, ocorre na vegetação secundária da Floresta Ombrófila Densa, em área de terra firme. É uma espécie heliófila e pioneira, que inicia a sucessão secundária em áreas abertas, formando grupamentos moderadamente densos (CARVALHO, 2005).

É encontrada em regiões com 15 m a 1.200 m de altitude, temperatura média anual de 20,9 °C a 32,3 °C e precipitação média anual de 800 mm a 2.900 mm, com tolerância de estação seca de até 6 meses. Quanto aos solos de ocorrência, o taxi-branco ocorre naturalmente em solos arenosos a argilosos, ácidos, de baixa fertilidade química e bem drenados (CARVALHO, 2005).

O taxi-branco possui, como a maioria das espécies leguminosas, capacidade de fixação de nitrogênio atmosférico, por meio da simbiose com bactérias pertencentes ao gênero *Rhizobium*, que fixam o nitrogênio por meio da conversão de nitrogênio molecular (N₂) em amônia, nitrito e nitrato, aumentando, assim, a disponibilidade desse nutriente para a planta. Além disso, a grande quantidade de serapilheira produzida pela espécie desempenha papel fundamental na recuperação de áreas degradadas (MOCHIUTTI *et al.*, 2006).

A madeira é caracterizada por apresentar elevado poder calorífico, podendo ser utilizada para diversos fins, incluindo produção de lenha e carvão e em obras civis (PIRES; MARCATI, 2005; OLIVEIRA *et al.*, 2008). Farias *et al.* (2016) sugerem que a espécie seja utilizada em plantios comerciais, no cerrado e na região Amazônica, em substituição ao eucalipto.

Estudos voltados ao melhoramento genético do taxi-branco se resumem na avaliação da variabilidade genética em algumas populações nativas e na avaliação da eficiência de certas estratégias de seleção no Amapá (FARIAS NETO *et al.*, 1998; FARIAS NETO; CASTRO, 1999; FARIAS NETO; CASTRO, 2000). Estudos adicionais, englobando outras populações, bem como outros locais de avaliação, são necessários para avaliar o potencial de melhoramento da espécie em condições edafoclimáticas variadas.

A combinação de testes de procedências e progênies tem sido bastante utilizada no melhoramento de espécies florestais, permitindo a estimação de parâmetros genéticos e a seleção de procedências, progênies e indivíduos promissores. Além disso, esses testes podem ser transformados em pomares de sementes por mudas, por meio do desbaste seletivo de plantas (ROCHA *et al.*, 2006).

Com base no exposto, este trabalho teve como objetivos estimar parâmetros genéticos para caracteres de crescimento inicial de procedências e progênies de polinização livre de taxi-branco e selecionar, precocemente, genótipos superiores quanto a esses caracteres visando a obtenção de um pomar de sementes por mudas.

Material e métodos

Foram avaliadas 28 progênes de polinização livre, provenientes de três procedências de taxi-branco, sendo 11 progênes do município de Belterra - Pará, 12 progênes do município de Laranjal do Jari - Amapá (Jari Savana) e cinco progênes do município de Santarém - Pará. Em maio de 2015, mudas com idade aproximada de sete meses foram implantadas no Campo Experimental Serra da Prata, localizado no Município de Mucajá - Roraima (60° 58' 40" W e 02° 23' 49,5" N) e pertencente à Embrapa Roraima.

O clima do local é do tipo Aw (Köppen), com período seco de 4 meses por ano (BARBOSA, 1997) e precipitação pluvial anual média do local variando de 1.840 a 2.090 mm por ano (MOURÃO JÚNIOR *et al.*, 2003). O solo é caracterizado como Latossolo Vermelho-Amarelo, sendo a área experimental representativa de floresta ombrófila aberta, coberta por vegetação secundária de aproximadamente 10 anos (OLIVEIRA *et al.*, 2015).

O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, com 28 tratamentos (progênes) e 20 repetições, sendo cada parcela experimental constituída por uma única planta.

Para o preparo da área foram realizadas aração e gradagem. As mudas foram plantadas em covas circulares de 20 cm de raio e 40 cm de profundidade, com espaçamento entre plantas de 3 m x 2 m. A adubação de plantio consistiu na aplicação de 100 g de superfosfato triplo por cova. Trinta dias após o plantio, foram aplicados 50 g de cloreto de potássio, 50 g de ureia e 25 g de micronutrientes FTE BR 12 por cova. Essa adubação foi repetida aos 12 meses após o plantio. Visando controlar a emergência de plantas daninhas, logo após o plantio do taxi-branco, foi distribuído a lanço, na área, sementes de estilosantes da cultivar Campo Grande. As atividades de manutenção do experimento consistiram de coroamento das plantas, roçagem do estilosantes e controle de formigas cortadeiras.

Aos 6 e 12 meses após o plantio, as plantas foram avaliadas quanto aos seguintes caracteres: porcentagem de sobrevivência (S; %), altura da planta (ALT; m) e diâmetro do caule (DC; cm) a 10 cm do nível do solo. Aos 18 meses foram avaliados os caracteres S, ALT e o diâmetro à altura do peito (DAP; cm). A ALT foi obtida por meio de régua graduada, enquanto que o DC e o DAP foram obtidos por meio de paquímetro digital, com precisão de 0,02 mm.

A avaliação genético-estatística das procedências/progênes foi realizada por meio do procedimento REML/BLUP. Utilizou-se para isso o Programa Selegen-Reml/Blup (RESENDE, 2007; 2016). A análise de *deviance* foi realizada, os componentes de variância e os parâmetros genéticos foram estimados e os valores genéticos preditos. O seguinte modelo foi utilizado:

$$y = Xb + Za + Qr + e$$

Em que: *y* se refere aos vetores de dados; *b* aos efeitos fixos de blocos; *a* aos efeitos aleatórios genéticos aditivos; *r* aos efeitos aleatórios de procedências; *e* ao resíduo; *X*, *Z* e *Q* representem matrizes de incidência para *b*, *a* e *r*, respectivamente.

Os valores genéticos quanto aos caracteres ALT, DC e DAP, fornecidos pelo modelo apresentado, foram utilizados para estudos de seleção, nos níveis de 20% e 40% da população de indivíduos considerada.

Resultados e discussão

A sobrevivência inicial de plantas no campo é um fator de grande importância na área florestal, uma vez que garante um bom estande em fases mais avançadas de desenvolvimento (SILVA, 2015). A sobrevivência geral das plantas de taxi-branco aos 6, 12 e 18 meses após o plantio foi de 62,10%, 50,96% e 50,68%, respectivamente, não tendo sido detectadas diferenças entre procedências e progênes (dados não apresentados). Esses valores foram inferiores aos obtidos aos 20 meses após o plantio de taxi-branco no Mato Grosso (SOUZA *et al.*, 2008) e aos 36 meses no Amazonas (MARTINOTTO *et al.*, 2012), mas semelhante ao obtido em Roraima, por Tonini e Lopes (2006), com plantas de seis anos de idade.

Um dos fatores que pode ter reduzido a sobrevivência das mudas de taxi-branco no campo foi a ocorrência de déficit hídrico após os três meses de plantio, tendo sido registrados, de setembro de 2015 a março de 2016, 200 mm de chuva. Além desse fator, as procedências/progênes avaliadas são provenientes de outros estados (Pará e Amapá), o que pode ter influenciado negativamente na adaptação da população à área experimental. Segundo Silva (2015), dentre outros fatores, baixas taxas de sobrevivência podem estar associadas à falta de adaptabilidade da espécie às condições edafoclimáticas do local de plantio.

Pela análise de *deviance*, ao nível de 5% de probabilidade, foram observadas diferenças significativas entre progênes apenas para ALT e DC aos seis meses após o plantio, indicando haver variabilidade a ser explorada apenas nessa idade de avaliação (Tabela 1). Em relação às procedências, não foram observadas diferenças significativas em nenhuma situação. Os resultados obtidos indicam que, com exceção das progênes avaliadas aos seis meses, há baixa probabilidade de ganhos genéticos com a seleção entre procedências e progênes de taxi-branco em fase inicial de desenvolvimento. Resultados similares foram obtidos ao se avaliar o crescimento inicial de pequi (Caryocar brasiliense Camb.), canafístula (Peltophorum dubium) e baru (Dipteryx alata) (ROCHA *et al.*, 2009; MOURA *et al.*, 2013; SILVA, 2015).

Tabela 1 – Estimativas dos componentes de variância e parâmetros genéticos da altura, diâmetro do caule a 10 cm do solo e diâmetro à altura do peito, avaliados em procedências e progênes de taxi-branco, aos 6, 12 e 18 meses após plantio em campo

Table 1 – Estimations of variance components and genetic parameters of height, diameter above ground and diameter at breast height evaluated from taxi-branco progenies and provenances at 6, 12 and 18 months after field planting

	6 meses		12 meses		18 meses	
	ALT (m)	DC (cm)	ALT (m)	DC (cm)	ALT (m)	DAP (cm)
σ_a^2	0,0210*	0,0364*	0,0291 ^{ns}	0,0495 ^{ns}	0,0830 ^{ns}	0,0206 ^{ns}
σ_{proc}^2	0,0020 ^{ns}	0,0001 ^{ns}	0,0090 ^{ns}	0,0005 ^{ns}	0,0160 ^{ns}	0,0142 ^{ns}
σ_e^2	0,0360	0,0742	0,1230	0,2862	0,3330	1,006134
σ_f^2	0,0600	0,1107	0,1610	0,3362	0,4340	1,040858
h_a^2	0,3560	0,3288	0,1800	0,1473	0,1930	0,0198
	(± 0,1799)	(± 0,1726)	(± 0,1420)	(± 0,1284)	(± 0,1475)	(± 0,0480)
h_{mp}^2	0,928	0,927	0,854	0,824	0,891	0,364
c_{proc}^2	0,0360	0,0006	0,0570	0,0015	0,0370	0,0136
$CV_{gi} \%$	20,63	21,71	15,47	14,39	9,54	4,78
$CV_{gp} \%$	10,31	10,85	7,73	7,19	4,77	2,39
$CV_e \%$	32,26	36,20	53,18	36,69	20,79	33,69
$CV_f \%$	0,64	0,60	0,29	0,39	0,46	0,14
Média geral	0,71	0,88	1,10	1,55	3,03	3,02

Fonte: Autores (2020)

Em que: ALT: altura; DC: diâmetro do caule a 10 cm do solo; DAP: diâmetro à altura do peito; *: Significativo a 5% de probabilidade pelo teste Qui-quadrado tabelado; ns: não significativo ao nível de 5%; σ_a^2 : variância genética aditiva; σ_{proc}^2 : variância genética entre procedências; σ_e^2 : variância residual; σ_f^2 : variância fenotípica individual; h_a^2 : herdabilidade individual no sentido restrito, ou seja, dos efeitos aditivos; h_{mp}^2 : herdabilidade da média de progênes; c_{proc}^2 : coeficiente de determinação dos efeitos de procedências; $CV_{gi} \%$: coeficiente de variação genética aditiva individual; $CV_{gp} \%$: coeficiente de variação genotípica entre progênes; $CV_e \%$: coeficiente de variação residual; $CV_f \%$: coeficiente de variação relativa.

A ausência de diferenças significativas entre procedências e progênies de taxi-branco pode indicar que a estratégia amostral não foi efetiva para reter a variabilidade genética da população considerada, devendo-se, em testes futuros, aumentar o número de materiais avaliados. Segundo Kubota *et al.* (2015), essa estratégia pode reter maior variabilidade genética em termos de número de alelos. No entanto, como a avaliação das plantas no presente estudo foi realizada em idade precoce, sugere-se que, antes da tomada de decisão de aumentar o número de procedências/progênies, a avaliação do desenvolvimento das plantas continue sendo realizada até que atinjam o estágio adulto, conforme sugerido por Silva (2015). Além disso, a avaliação de outros caracteres de importância silvicultural também deve ser considerada.

A média dos caracteres avaliados aumentou com a idade das plantas, sendo 0,71 m; 1,10 m e 3,03 m para a ALT aos 6, 12 e 18 meses após o plantio, respectivamente; 0,88 cm e 1,55 cm para o DC aos 6 e aos 12 meses, respectivamente; 3,02 cm para DAP aos 18 meses. As plantas quase quadruplicaram de altura em apenas um ano de avaliação, ou seja, dos 6 aos 18 meses. Ao se comparar os resultados de ALT, DC e DAP com aqueles obtidos para o taxi-branco, por Martinotto *et al.* (2012), no Amazonas, e por Farias Neto *et al.* (2003), no Amapá, pode-se observar que os resultados obtidos neste estudo foram, no geral, superiores. Essa superioridade de crescimento pode ser atribuída, dentre outros fatores, à superioridade genética das plantas sobreviventes, bem como ao plantio de estímulantes na área de cultivo.

Os coeficientes de variação ambiental (CV_e) obtidos nas três idades avaliadas variaram de 20,79% (ALT aos 18 meses) a 53,18% (ALT aos 12 meses), indicando que os caracteres ALT, DC e DAP foram intensamente influenciados pelo ambiente. Esses valores foram superiores aos obtidos por Farias Neto *et al.* (2003), Farias Neto e Castro (1999) e Farias Neto e Castro (2000), em estudos com taxi-branco. No entanto, nos estudos mencionados, as plantas foram avaliadas em idades mais avançadas (48 a 96 meses) e, portanto, com crescimento mais estabilizado quando comparado às plantas avaliadas no presente estudo. Segundo Silva (2015), a idade em que as avaliações são realizadas pode interferir no valor do CV_e , já que os indivíduos que se encontram em fases mais iniciais de crescimento apresentam desenvolvimento bastante irregular, de modo que se estabilizará com o passar do tempo.

O coeficiente de variação genética aditiva individual (CV_{gi}) expressa, em percentagem da média geral, a quantidade de variação genética existente entre indivíduos. Sendo assim, quanto mais elevados os valores de CV_{gi} , maiores serão as chances de ganhos com a seleção (AGUIAR *et al.*, 2010). As estimativas de CV_{gi} foram moderadas para a avaliação realizada aos seis meses após o plantio (20,36% e 21,71% para ALT e DC, respectivamente) e baixas para as demais idades (4,78% a 15,47%), indicando que a maior variabilidade genética entre indivíduos foi obtida na primeira idade de avaliação. Redução das estimativas com o aumento da idade das plantas também foi observada para o coeficiente de variação genotípica entre progênies (CV_{gp}), havendo variação de 2,39% (DAP aos 18 meses) a 10,85% (DC aos 6 meses). Resultados similares foram obtidos por Siqueira *et al.* (1993) ao avaliar procedências de baru em diferentes idades.

Quanto maior for o coeficiente de variação relativa (CV_r), o qual indica a razão entre CV_{gi} e CV_e , maior é o controle genético do caráter e menor é a influência dos fatores ambientais no fenótipo (VENCOVSKY; BARRIGA, 1992). Este parâmetro é considerado baixo quando apresenta valores entre 0 e 0,25; intermediário para valores entre 0,25 e 0,5; altos para valores entre 0,5 e 0,75 e muito altos para valores acima de 0,75 (RESENDE, 2002a). Com base nessa classificação, com exceção do DAP avaliado aos 18 meses, os valores do CV_r obtidos no presente estudo são intermediários para ALT aos 12 e 18 meses e para DC aos 12 meses e altos para ALT e DC aos seis meses. Sendo assim, a idade de seis meses após o plantio foi a que se mostrou mais indicada para a seleção em condições iniciais de desenvolvimento do taxi-branco em campo. No entanto, uma vez que os valores de CV_r variaram entre as idades avaliadas, a avaliação das plantas em idades mais avançadas deve ser considerada até que haja melhor estabelecimento delas no campo.

A variância genética aditiva (σ_a^2) foi superior à variância entre procedências (σ_{proc}^2) para todos os caracteres avaliados, sugerindo que há predominância da variabilidade genética entre progênies dentro das procedências em relação à variabilidade entre procedências. Neste caso, para maximizar ganhos genéticos e manter a variabilidade genética da espécie, deve-se investir em menor número de procedências e maior número de indivíduos por procedência. Resultados semelhantes foram encontrados por Giordani *et al.* (2012), em plantas de pequizeiro.

A herdabilidade é um parâmetro que pode variar sob diferentes condições ambientais, para diferentes variáveis, espécies e idades avaliadas, auxiliando na tomada de decisões quanto ao método de melhoramento florestal a ser utilizado (VENCOVSKY; BARRIGA, 1992). Estimativas de herdabilidade para o taxi-branco, em nível de campo, limitam-se a resultados obtidos no Amapá, em plantas em idade adulta (FARIAS NETO; CASTRO, 1999; FARIAS NETO; CASTRO, 2000; FARIAS NETO *et al.*, 2003). As estimativas de herdabilidade individual no sentido restrito (h_a^2), a qual quantifica a proporção aditiva da variância genética que pode ser transmitida para a próxima geração, variaram entre as idades avaliadas, sendo de 0,1800 aos 12 meses a 0,3560 aos 6 meses para ALT e de 0,1473 aos 12 meses a 0,3288 aos 6 meses para DC. A estimativa para DAP aos 18 meses foi 0,0198. Por esses resultados é possível afirmar que a seleção em nível de plantas individuais poderia resultar em ganhos genéticos consideráveis, apenas aos seis meses após o plantio. As estimativas de h_a^2 obtidas aos 12 e 18 meses foram similares às obtidas aos 22 e 24 meses, para progênies de canafístula (SILVA, 2015), e às obtidas dos 8 aos 44 meses, para procedências e progênies de pequi (GIORDANI *et al.*, 2012).

Segundo Vencovsky e Barriga (1992), a estimativa da herdabilidade baseada em média de progênies assume maior grau de precisão e, por consequência, maior acurácia, uma vez que a influência dos erros experimentais é reduzida quando se utiliza médias. As estimativas da herdabilidade da média de progênies (h_{mp}^2) foram superiores às estimativas de h_a^2 para todos os caracteres e idades avaliadas (0,364 para DAP aos 18 meses a 0,928 para ALT aos 6 meses), indicando que a seleção de progênies deve ser mais eficiente que a seleção de indivíduos. Segundo Resende (2002b), é comum encontrar, para caracteres quantitativos, valores de baixa magnitude para herdabilidade individual e que, em geral, conduzem a estimativa de magnitude de moderada a alta, para a herdabilidade em nível de média de progênies.

Considerando as duas alternativas de herdabilidade (h_a^2 e h_{mp}^2), é possível observar que há tendência de redução das estimativas com o passar do tempo, resultado que também foi observado para o baru (SIQUEIRA *et al.*, 1993). A ampla variação dos valores de h_a^2 e h_{mp}^2 pode estar relacionada à análise precoce das plantas, conforme observado por Menegatii *et al.* (2016), ao estudar procedências e progênies de *Mimosa scabrella*.

A avaliação das propriedades genéticas dos caracteres de crescimento nos primeiros anos de desenvolvimento é de grande utilidade para o melhorista que objetiva além da identificação dos melhores indivíduos, famílias e procedências, a quantificação da eficiência da seleção precoce (KAGEYAMA, 1983). Não existem informações disponíveis sobre possibilidades de ganhos genéticos com a seleção precoce em taxi-branco.

Em relação aos ganhos genéticos obtidos, a procedência Santarém apresentou valores genéticos superiores para ALT, com ganhos estimados de 3,52 cm; 6,63 cm e 6,74 cm (4,96%; 6,00% e 2,22%, respectivamente) para as idades de 6, 12 e 18 meses, respectivamente (Tabela 2). Nessas mesmas idades, as novas médias são 0,74 m; 1,17 m e 3,10 m, respectivamente. Em relação aos caracteres DC e DAP, os ganhos genéticos são muito similares entre as procedências.

Tabela 2 – Ganhos genéticos e novas médias de três procedências de taxi-branco avaliadas quanto à altura, diâmetro do caule a 10 cm do solo e diâmetro a altura do peito, aos 6, 12 e 18 meses após o plantio em Roraima

Table 2 – Genetic gains and new averages of three provenances of taxi-branco evaluated for the traits: height, diameter of the stem 10 cm above ground and diameter at breast height at 6, 12 and 18 months after planting in Roraima

ALT 6 Meses (m)			DC 6 Meses (cm)		
Procedência	Ganho	NM	Procedência	Ganho	NM
Santarém	0,0352	0,7446	Belterra	0,0008	0,8796
Belterra	0,0201	0,7295	Santarém	0,0002	0,8791
Jari Savana	0,0000	0,7094	Jari Savana	0,0000	0,8788
ALT 12 Meses (m)			DC 12 Meses (cm)		
Procedência	Ganho	NM	Procedência	Ganho	NM
Santarém	0,0663	1,1704	Belterra	0,0068	1,5537
Belterra	0,0476	1,1517	Santarém	0,0029	1,5498
Jari Savana	0,0000	1,1041	Jari Savana	0,0000	1,5469
ALT 18 Meses (m)			DAP 18 Meses (cm)		
Procedência	Ganho	NM	Procedência	Ganho	NM
Santarém	0,0674	3,1012	Belterra	0,0666	3,0691
Belterra	0,0612	3,095	Santarém	0,0474	3,0499
Jari Savana	0,0000	3,0338	Jari Savana	0,0000	3,0026

Fonte: Autores (2020)

Em que: ALT: altura; DC: diâmetro do caule a 10 do solo; DAP: diâmetro à altura do peito; NM: nova média.

A similaridade dos valores genéticos entre as três procedências avaliadas, bem como os reduzidos ganhos genéticos obtidos pela seleção, ressaltam, mais uma vez, a importância do acompanhamento das plantas em idades mais avançadas, até a fase adulta, bem como a consideração de outros caracteres, visando delinear a melhor estratégia de amostragem de procedências para testes futuros. Para uma amostragem consistente, deve-se considerar, no mínimo, 50 árvores por população (VENCOVSKY, 1986). Além disso, essas similaridades apontam para a possibilidade de ter ocorrido fluxo gênico intenso entre procedências.

Tanto para ALT, quanto para DC e DAP, as progênes Santarém P2/M09/2012, Belterra M17/2011 e Belterra P1 M07/2012 foram as que se destacaram em todas as idades avaliadas (Tabela 3). Se for aplicada a seleção de 20% e 40% da população de indivíduos sobreviventes para ALT, considerando a taxa de mortalidade dentro de cada progênie, são esperados ganhos de 12 cm (16,92%) e 6 cm (8,46%) para a idade de 6 meses, 10 cm (9,06%) e 3 cm (2,72%) para a idade de 12 meses e 17 cm (5,6%) e 5 cm (1,65%) para a idade de 18 meses, respectivamente.

Os ganhos obtidos pela seleção de progênes variaram de baixos a moderados e foram decrescentes com o avanço da idade de avaliação, tanto para ALT, quanto para DC e DAP. Apesar de a seleção de 20% da população proporcionar maiores ganhos para todos os caracteres, em relação à seleção de 40%, a seleção mais branda é desejável já que o propósito é a formação de um pomar de sementes por mudas.

Com relação ao DC e DAP, se for aplicada a seleção de 20% e 40%, conforme mencionado para ALT, são esperados ganhos de 0,16 cm (18,67%) e 0,08 cm (8,88%) para a idade de 6 meses, 0,12 cm (7,62%) e 0,04 cm (2,35%) para a idade de 12 meses e 0,08 cm (2,57%) e 0,02 cm (0,69%) para o DAP na idade de 18

meses. Como observado para ALT, os ganhos são decrescentes com o avanço da idade.

Tabela 3 – Ganhos genéticos e novas médias das três melhores progênie de taxi-branco considerando, simultaneamente, as idades de 6, 12 e 18 meses, quanto aos caracteres altura da planta, diâmetro do caule a 10 cm do solo e diâmetro à altura do peito, bem como ganhos genéticos e novas médias considerando a seleção de 20% e 40% da população sobrevivente

Table 3 – Genetic gains and new averages of the three best taxi-branco progenies considering the 6, 12 and 18-month stages, for height of the plant, diameter of the stem 10 cm above ground, diameter at breast height, as well as the gains and new averages considering the selection of 20% and 40% of the remaining population

ALT 6 Meses (m)			ALT 12 Meses (m)			ALT 18 Meses (m)		
Progênie	Ganho	NM	Progênie	Ganho	NM	Progênie	Ganho	NM
Santarém P2/M09/ 2012	0,27	0,98	Santarém P2/M09/ 2012	0,29	1,39	Santarém P2/M09/ 2012	0,57	3,6
Belterra P1 M07/2012	0,2	0,9	Belterra M17/2011	0,23	1,34	Belterra M17/ 2011	0,43	3,47
Belterra M17/2011	0,18	0,88	Belterra P1 M07/2012	0,21	1,31	Belterra P1 M07/ 2012	0,35	3,38
Seleção 20%	0,12 (16,92%)	0,83		0,10 (9,06%)	1,20		0,17 (5,6%)	3,20
Seleção 40%	0,06 (8,46%)	0,76		0,03 (2,72%)	1,13		0,05 (1,65%)	3,08
DC 6 Meses (cm)			DC 12 Meses (cm)			DAP 18 Meses (cm)		
Progênie	Ganho	NM	Progênie	Ganho	NM	Progênie	Ganho	NM
Santarém P2/M09/ 2012	0,27	0,98	Santarém P2/M09/ 2012	0,29	1,39	Santarém P2/M09/ 2012	0,57	3,6
Belterra P1 M07/2012	0,2	0,9	Belterra M17/2011	0,23	1,34	Belterra M17/ 2011	0,43	3,47
Belterra M17/2011	0,18	0,88	Belterra P1 M07/2012	0,21	1,31	Belterra P1 M07/ 2012	0,35	3,38
Seleção 20%	0,16 (18,67%)	1,04		0,12 (7,62%)	1,66		0,08 (2,57%)	3,08
Seleção 40%	0,08 (8,88%)	0,96		0,04 (2,35%)	1,58		0,02 (0,69%)	3,02

Fonte: Autores (2020)

Em que: ALT: altura; DC: diâmetro do caule a 10 cm do solo; DAP: diâmetro à altura do peito; NM: nova média.

Considerando a seleção individual de 20% e 40% da população quanto à ALT (Tabela 4), há ganhos esperados de 11 cm (15,51%) e 5 cm (7,05%) aos 6 meses, de 10 cm (9,06%) e 3 cm (2,72%) aos 12 meses e de 16 cm (5,27%) e 5 cm (1,65%) aos 18 meses, respectivamente.

Tabela 4 – Ganhos genéticos, novas médias e tamanho efetivo da seleção de 20% e 40% da população, avaliada quanto aos caracteres altura da planta aos 6, 12 e 18 meses, diâmetro do caule a 10 cm do solo aos 6 e 12 meses e do diâmetro à altura do peito aos 18 meses após o plantio

Table 4 – Genetic gains, new averages and effective size of the selection of 20% and 40% of the population evaluated for: height of the plant, diameter of the stem 10 cm above ground at 6 and 12 months and diameter at breast height at 18 months after the planting

	ALT 6 Meses			ALT 12 Meses			ALT 18 Meses		
	Ganho	NM	Ne	Ganho	NM	Ne	Ganho	NM	Ne
Seleção 20%	0,11	0,82	44	0,10	1,20	37	0,16	3,19	38
Seleção 40%	0,05	0,76	68	0,03	1,13	68	0,05	3,09	71
	DC 6 Meses			DC 12 Meses			DAP 18 Meses		
	Ganho	NM	Ne	Ganho	NM	Ne	Ganho	NM	Ne
Seleção 20%	0,1399	1,02	43,04	0,10	1,65	41,75	0,08	3,08	33,04
Seleção 40%	0,0671	0,95	65,24	0,04	1,58	71,73	0,02	3,02	68,29

Fonte: Autores (2020)

Em que: ALT: altura; DC: diâmetro do caule a 10 cm do solo; DAP: diâmetro à altura do peito; NM: nova média; Ne: tamanho efetivo.

Em relação ao DC, a seleção de 20% e 40% proporciona ganhos esperados de 0,14 cm (15,93%) e 0,07 cm (7,97%) aos 6 meses e de 0,10 cm (6,46%) e 0,04 cm (2,59%) aos 12 meses. Quanto ao DAP aos 18 meses, os ganhos esperados são de 0,08 cm (2,66%) e 0,02 cm (0,67%), respectivamente.

Os ganhos obtidos para seleção de plantas individuais também variaram de baixos a moderados, e decresceram com a idade de avaliação, sendo a idade de 6 meses a que proporcionou os maiores ganhos. Apesar de a seleção de 20% proporcionar maiores ganhos para todos os caracteres, esse nível não conduz a um tamanho efetivo considerado aceitável (RESENDE, 2002a; SEBBENN, 2003) para que ocorra a manutenção da variabilidade genética para o melhoramento da população. Por outro lado, o tamanho efetivo para a seleção de 40% é considerável aceitável (acima de 50) para os três caracteres (RESENDE, 2002a; SEBBENN, 2003).

Os ganhos genéticos obtidos por Farias Neto *et al.* (2003), no Amapá, com a seleção de progênes de meio-irmãos de taxi-branco, com intensidade de seleção de 33%, foram de 4,05% e 7,21% para ALT e de 5,25% e 8,41% para DAP, aos 48 e 96 meses após o plantio, respectivamente (FARIAS NETO *et al.*, 2003).

Conclusões

Foram detectadas diferenças significativas apenas para o fator progênie, avaliado aos seis meses após o plantio, sendo os ganhos obtidos com a seleção de progênie e de indivíduos de baixos a moderados e decrescentes com a idade das plantas. As progênie Santarém P2/M09/2012, Belterra M17/2011 e Belterra P1 M07/2012 se destacaram para todos os caracteres e idades avaliadas.

Agradecimentos

Ao Programa de Pós-Graduação em Agroecologia da Universidade Estadual de Roraima, à Embrapa Roraima e aos funcionários José de Anchieta Moreira da Costa, Adebaldo Sampaio Teles e Hugo Moreira da Costa, pelo auxílio na coleta dos dados.

Referências

- AGUIAR, A. V.; SOUZA, V. A.; SHIMIZU, J. Y.; Seleção genética de progênie de *Pinus greggii* para formação de pomares de sementes. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 32, p. 62, p.107-117, 2010.
- BARBOSA, R. I. Distribuição das chuvas em Roraima. In: BARBOSA, R. I.; FERREIRA, E. J. G.; CASTELLÓN, E. G. (Org.). **Homem, ambiente e ecologia no estado de Roraima**. Manaus: INPA, 1997. p. 325-335.
- CARVALHO, P. E. R. **Taxi-Branco, Taxonomia e Nomenclatura**. 2005. 10 f. (Embrapa Florestas. Circular Técnica; 111). Embrapa Florestas. Colombo, 2005.
- FARIAS NETO, J. T.; CASTRO, A. W. V.; MOCHIUTTI, S. Eficiência da seleção combinada no melhoramento genético do taxi-branco (*Sclerolobium paniculatum* Vogel). **Acta Amazonica**, Manaus, v. 28, n. 2, p. 147-152, 1998.
- FARIAS NETO, J. T.; CASTRO, A. W. V. Avaliação de Progênie de Taxi-branco (*Sclerolobium paniculatum*) e estimativas de parâmetros genéticos. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 29, n. 3, p. 423-428, 1999.
- FARIAS NETO, J. T.; CASTRO, A. W. V. Aplicação de diferentes critérios de seleção no melhoramento genético do taxi-branco. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 41, p. 46-54, jul./dez. 2000.
- FARIAS NETO, J. T.; CASTRO, A. W. V.; BIANCHETT, A. Aplicação da seleção precoce em famílias de meios irmãos de taxi-Branco. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 33, n. 1, p. 85-91, 2003.
- FARIAS, J.; MARIMON, B. S.; SILVA, L. C. R.; PETTER, F. A.; ANDRADE, F. R.; MORANDI, P. S.; MARIMON-JUNIOR, B. H. Survival and growth of native *Tachigali vulgaris* and exotic *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis* trees in degraded soils with biochar amendment in southern Amazonia. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 368, p. 173-182, 2016.
- GIORDANI, S. C. O.; FERNANDES, J. S. C.; TITON M.; SANTANA, R. C. Parâmetros genéticos

para caracteres de crescimento em pequizeiro. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 43, n. 2, p. 146-153, 2012.

KAGEYAMA, P. Y. **Seleção precoce a diferentes idades em progenies de *Eucalyptus grandis* (hill) maiden**. Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1983.

KUBOTA, T. Y. K.; MORAES, M. A.; SILVA, E. E. C. B.; PUPIN, S.; AGUIAR, A. V.; MORAES, M. L. T.; FREITAS, M. L. M.; SATO, A. S.; MACHADO, J. A. R.; SEBBENN, A. M. Variabilidade genética para caracteres silviculturais em progênes de polinização aberta de *Balfourodendron riedelianum*. **ScientiaForestalis**, Piracicaba, v. 23, n. 106, p. 407-415, 2015

MARTINOTTO, F.; MARTINOTTO C.; COELHO, M. F. B.; AZEVEDO, R. A. B.; FIGUEIREDO e ALBUQUERQUE, M. C. Sobrevivência e crescimento inicial de espécies nativas do Cerrado em consórcio com mandioca. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 47, n. 1, p. 22-29, jan. 2012.

MENEGATTI, R. D.; MANTOVANI, A.; NAVROSKI, M. C. Parâmetros genéticos para caracteres de crescimento inicial de progênes de bracinga em Lages, SC. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 36, n. 87, p. 235-243, 2016.

MOCHIUTTI, S.; QUEIROZ, J. A. L.; MELÉM JUNIOR, N. J. Produção de serapilheira e retorno de nutrientes de um povoamento de taxi-branco e de uma floresta secundária no Amapá. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 52, p. 3-20, jan./jun. 2006

MOURA, N. F.; CHAVES, L. J.; NAVES, R. V.; AGUIAR, A. V.; SOBIERAJSKI, G. R. Variabilidade entre procedências e progenies de pequizeiro (*Caryocar brasiliense* Camb.). **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 97, n. 41, p. 103-112, mar. 2013.

MOURÃO JÚNIOR, M.; XAUD, M. R.; XAUD, H. A. M.; MOURA NETO, M. M.; ARCO VERDE, M. F.; XAUD, M. R.; MOURA NETO, M. A.; ARCO-VERDE, M. F.; PEREIRA, P. R. V. S.; TONINI, H. **Precipitação pluviométrica em área de transição savana-mata de Roraima: campos experimentais Serra da Prata e Confiança**. 2003. 7 f. (Embrapa Roraima. Comunicado Técnico; 17). Embrapa Roraima. Boa Vista, 2003.

OLIVEIRA, I. R. M.; VALE, A. T.; MELO, J. T.; COSTA, A. F.; GONCALEZ, J. C. Biomassa e características da madeira de *Sclerolobium paniculatum* cultivado em diferentes níveis de adubação. **CERNE**, Lavras, v. 14, n. 4, p. 351-357, out. 2008.

OLIVEIRA, J. M. F.; SCHWENGBER, D. R.; JORDÃO, S. M. S.; FERREIRA, L. M. M.; SILVA, A. J.; LOZANO, R. M. D. Crescimento inicial de espécies florestais em solo sob diferentes preparos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 35. 2015, Natal. **Anais...** Natal: UFLA, 2015.

PIRES, I. P.; MARCATI, C. R. Anatomia e uso da madeira de duas variedades de *Sclerolobium paniculatum* Vog. do sul do Maranhão, Brasil. **Acta Botânica Brasileira**. v. 19, n. 4, p. 669 - 678, 2005.

RESENDE, M. D. V. **Genética biométrica e estatística no melhoramento de plantas perenes**. Brasília: EMBRAPA, 2002a. 975 p.

RESENDE, M. D. V. **Efeitos fixos ou aleatórios de repetições no contexto dos modelos mistos no melhoramento de plantas perenes**. Colombo: Embrapa Florestas, 2002b. 23 p.

RESENDE, M. D. V. **Matemática e estatística na análise de experimentos e no melhoramento genético**. Colombo: Embrapa Florestas, 2007. 17 p.

RESENDE, M. D. V. Software Selegen-REML/BLUP: a useful tool for plant breeding. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Viçosa, v. 16, n. 4, p. 330-339, dez. 2016.

ROCHA, M. G. B.; PIRES, I. E.; XAVIER, A.; CRUZ, C. D.; ROCHA, R. B. Avaliação genética de progênes de meio-irmãos de *Eucalyptus urophylla* utilizando os procedimentos REML/BLUP e

E(QM). **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 16, n. 4, p. 369-379, 2006.

ROCHA, R. B.; ROCHA, M. G. B.; SANTANA, R. C.; VIEIRA, A. H. Estimação de parâmetros genéticos e seleção de procedências e famílias de *Dipteryx alata* Vogel (baru) utilizando metodologia de REML-BLUP e E(QM). **Cerne**, Lavras, v. 15, n. 3, p. 331-338, agosto 2009.

SEBBENN, A. M. Tamanho amostral para conservação *ex-situ* de espécies arbóreas com sistema misto de reprodução. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v. 15, n. 2, p. 147-162, dez. 2003.

SIQUEIRA, A. C. M. F.; NOGUEIRA, J. C. B.; KAGEYAMA, P. Y. **Conservação dos recursos genéticos ex situ do Cumbaru (*Dipteryx alata*) Vog - Leguminosae**. Revista do Instituto Florestal, São Paulo, v. 5, n. 2, p. 231-243, 1993.

SILVA, L. E. **Variabilidade e estimação de parâmetros genéticos via modelos mistos em Canafístula**. 2015. 54 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 2015.

SILVA, L. G.; LIMA, H. C. 2019. Tachigali. In: FORZA, R. C. et al (eds). **Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Rio de Janeiro: Jardim Botânico do Rio de Janeiro. <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/listaBrasil/ConsultaPublicaUC> (acesso em 22.04.2019).

SOUZA, C. R.; LIMA, R.; AZEVEDO, C. P.; ROSSI, L. M. B. Efficiency of forest species for multiple use in Amazonia. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 36, n. 77, p. 7-14, mar. 2008.

TONINI, H.; LOPES, C. E. V. **Características do setor madeireiro do Estado de Roraima**. 2006. 25 f. (Embrapa Roraima. Documentos; 8). Embrapa Roraima. Boa vista, 2006.

VENCOVSKY, R. **Tamanho efetivo populacional na coleta e preservação de germoplasma de espécies alógamas**. 1986. 15 f. Embrapa-CENARGEN. Brasília, 1986.

VENCOVSKY, R.; BARRIGA, P. **Genética biométrica no fitomelhoramento**. 1992. 486 p. Sociedade Brasileira de Genética. Ribeirão Preto, 1992.