

Avaliação genética de progênes de *Leucaena leucocephala* [(Lam.) De Wit] em área da reserva indígena, em Caarapó, MS

Reginaldo Brito da Costa¹, Marcos Deon Vilela de Resende², Adriana Zanirato Contini¹, Raul Alfonso Rodrigues Roa³, Wagner José Martins⁴

Programa de Mestrado em Desenvolvimento Local, Universidade Católica Dom Bosco, C.P. 100; CEP 79117-900, Campo Grande, MS¹

EMBRAPA – Centro Nacional de Pesquisa de Florestas (CNPQ), C.P. 319; CEP 83411-000, Colombo, PR²

Universidade Católica Dom Bosco, C.P. 100; CEP 79117-900, Campo Grande, MS³
Bolsista CNPq, Programa Kaiowá/Guarani, Universidade Católica Dom Bosco, C.P. 100; CEP 79117-900, Campo Grande, MS⁴

Recebido em 06 de Junho de 2005

Resumo

O presente trabalho objetivou estimar parâmetros genéticos e avaliar o desempenho das progênes (linhagens) de *Leucaena leucocephala* [(Lam.) De Wit], com vistas à seleção do melhor material genético, para uso em diversos sistemas de produção. Trinta linhagens foram plantadas em forma de teste de progênie na Reserva Indígena Kaiowá e Guarani, em Caarapó/MS, sob delineamento de blocos ao acaso, com cinco repetições e dez plantas por parcela. Aos 13 meses de idade, foram avaliados os caracteres: altura total da planta e diâmetro do coleto. Os resultados demonstraram haver baixa variabilidade genética para os caracteres estudados, o que sugere que as 30 progênes podem ser oriundas de uma ou poucas linhagens ou cultivares. As estimativas de herdabilidades individuais foram de baixas magnitudes (3,38% a 5,13%) para os caracteres estudados. As herdabilidades da média de linhagens apresentaram moderadas magnitudes e podem proporcionar progressos genéticos consideráveis em resposta à seleção. Os resultados obtidos permitiram identificar as 4 melhores linhagens, porém para a continuidade do programa de melhoramento é necessário ampliar a base genética do material.

Palavras-chaves: Melhoramento florestal, parâmetros genéticos, ganho genético.

Genetic evaluation of *leucaena leucocephala* [(lam.) De Wit] progenies in indigenous reserve, in Caarapó city, MS

Abstract

The present research had as objective to estimate genetic parameters and evaluate the performance of *Leucaena leucocephala* [(Lam.) De Wit] progenies, aiming the selection of the best genetic material to be used in several production system. Thirty progenies were planted in a trial at the Kaiowá and Guarani Indigenous Reserve, in Caarapó, MS, Brazil, following the randomized block design, with five replications and ten plants per plot. At the age of thirteen months after the planting, the total height and diameter of the plants were evaluated. The results showed low genetic variability for the studied traits, suggesting that the progenies can be originated from few inbred lines. The estimates of the individual heritability coefficients were low (3,38% to 5,13%). The heritabilities of progeny presented moderate magnitudes and can provide considerable genetic progress from selection. The results provided the identification of the best four progenies or inbred lines. However, it is necessary to enhance the genetic base of the material for the long term improvement program.

Key words: Tree breeding, genetic parameters, genetic gain.

Introdução

A espécie leucena, *Leucaena leucocephala* [(Lam.) De Wit], pertence a família Mimosaceae, originária da América Central e atualmente disseminada por toda região tropical, é reconhecida como uma importante espécie do grupo das leguminosas arbóreas, tendo em vista o seu rápido crescimento, usos múltiplos, facilidade para consórcio com culturas agrícolas, habilidade para fixar nitrogênio e melhorar a estrutura do solo, sistema radicular robusto, tolerância à seca e à salinidade. Hedge (1985) resalta, além dessas características, o baixo custo operacional de implantação de povoamentos e a obtenção de retornos financeiros elevados e rápidos.

As diversas características apontam a leucena como uma das espécies de maior potencial para sistemas agroflorestais (SAFs) ou sistemas agrosilvopastoris. Vários autores relatam a utilização da espécie, enfatizando o seu uso como madeira para várias finalidades, na alimentação animal como forragem, sombreamento, quebra-vento e cerca viva (Brewbaker, 1987; Austin et al., 1997 e Sun et al., 1997). As referidas características da espécie coadunam com as necessidades de alternativas de sustentabilidade na terra indígena Kaiowá e Guarani, onde grande parte da área produtiva encontra-se com algum grau de degradação.

A leucena é autógama e alopoliplóide. Em termos citogenéticos e produtivos, o comportamento de indivíduos alopoliplóides é similar ao apresentado por indivíduos diplóides. Isto ocorre porque os genomas em plantas alopoliplóides são diferentes, de forma que apenas bivalentes de cromossomos homólogos do mesmo genoma são formados. Assim, em termos de modelos genéticos em genética quantitativa, espécies poliplóides podem ser tratadas como diplóides (Wricke & Weber, 1986).

A despeito da reconhecida importância e ampla utilização da espécie, ainda persiste uma carência de informações sobre os diversos aspectos do seu melhoramento genético. Programas de melhoramento genético como aqueles desenvolvidos pela Universidade do Havaí, Oxford Forestry Institute e CSIRO na Austrália, são iniciativas ainda isoladas (Hughes, 1998; Hughes et al., 1995). Portanto, os trabalhos que possam ampliar o quadro de informações e disponibilizar material genético,

especialmente para pequenos e médios produtores, tornam-se importantes. Neste contexto, os dados apresentados por Hughes (1998), sobre conservação e melhoramento genético, incluindo o processo de domesticação de 22 espécies de leucena identificadas no mundo, demonstram o amplo cultivo e plasticidade do germoplasma.

As proposições apresentadas por Resende & Medrado (1994), abordando aspectos metodológicos do melhoramento genético da leucena, considerando-a como uma espécie autógama, também foram importantes. Da mesma forma que, a acurada predição de valores genéticos dos indivíduos candidatos à seleção é essencial nos programas de melhoramento genético florestal. Nesse sentido, a metodologia de modelos lineares mistos (REML/BLUP) para dados desbalanceados, desenvolvida para o melhoramento de plantas perenes por Resende (2000), utilizada neste trabalho, avalia individualmente os candidatos a seleção, conduzindo à maximização do ganho genético.

O presente estudo objetivou estimar parâmetros genéticos e avaliar o desempenho das progênies (linhagens) no campo, com vistas à seleção do melhor material genético, para uso em diversos sistemas de produção.

Material e Métodos

O material genético que compõe o estudo é constituído de 30 progênies (linhagens), obtidas de matrizes de leucena da área rural do município de Campo Grande, MS. As linhagens foram plantadas em forma de teste de progênie na Reserva Indígena Kaiowá e Guarani, no município de Caarapó/MS, cuja área total perfaz 3600 hectares, localizada na latitude 22 35' S e longitude 55 00' W, com altitude média de 500 m. Apresenta clima Subtropical com duas estações bem definidas: uma quente e úmida e outra mais fria e seca com a precipitação nesse período de 480 mm. A pluviosidade média anual é de 1599 mm. Encontra-se numa faixa de transição de ocorrências minerais da Formação Caiuá do Grupo Baurú e da Formação Serra Geral do Grupo São Bento.

O experimento foi estabelecido sob delineamento de blocos ao acaso, com 30 tratamentos (linhagens), cinco blocos e dez plantas por parcela linear. Aos 13 meses de idade, foram avaliados os caracteres: altura

total da planta (cm) e diâmetro do coleto (mm). As estimativas de parâmetros genéticos, fenotípicos e acurácia seletiva, assim como o desempenho das linhagens foram obtidas a partir da metodologia de modelo linear misto (REML/BLUP), seguindo-se o procedimento apresentado por Resende (2002), consistindo do seguinte:

$$y = Xb + Zg + Wc + e$$

onde:

y, b, g, c, e: vetores de dados fenotípicos de campo (y), dos efeitos de blocos (fixos), de efeitos genotípicos de progênies (aleatório), de efeitos de parcela (aleatório) e de erros aleatórios dentro de parcelas, respectivamente.

X, Z e W: matrizes de incidência para b, g e c, respectivamente.

Os coeficientes de variação genética (CV_g %) e experimental (CV_e %) bem como os coeficientes de herdabilidade foram estimados seguindo-se as fórmulas apresentadas por Vencovsky & Barriga (1992), em que:

$$CV_g (\%) = \frac{\sqrt{\hat{\sigma}_g^2}}{\bar{X}} 100$$

$$CV_e (\%) = \frac{\sqrt{\frac{\hat{\sigma}_c^2}{n} + \hat{\sigma}_e^2}}{\bar{X}} 100$$

$$\hat{h}_g^2 = \frac{\hat{\sigma}_g^2}{\hat{\sigma}_g^2 + \hat{\sigma}_c^2 + \hat{\sigma}_e^2} = \text{herdabilidade individual no sentido amplo;}$$

$$\hat{h}_{gm}^2 = \frac{bn\hat{h}_g^2}{1 + (n-1)\hat{h}_g^2 + \hat{c}^2 + (b-1)n\hat{h}_g^2} = \text{herdabilidade da média de progênie;}$$

em que n é o número de indivíduos por parcela e b é o número blocos e, coeficiente de determinação dos efeitos de parcela.

$$\hat{c}^2 = \frac{\hat{\sigma}_c^2}{\hat{\sigma}_g^2 + \hat{\sigma}_c^2 + \hat{\sigma}_e^2} = \text{coeficiente de determinação dos efeitos de parcela.}$$

$$\hat{r}_{gg} = [\hat{h}_{gm}^2]^{1/2} = \text{acurácia na seleção de progênies}$$

As estimativas dos componentes de variância foram obtidas por:

$$\hat{\sigma}_g^2 = [\hat{g}'\hat{g} \quad \hat{\sigma}_e^2 \text{tr } C^{22}]/q = \text{variância genotípica entre linhagens;}$$

$$\hat{\sigma}_c^2 = [\hat{c}'c \quad \hat{\sigma}_e^2 \text{tr } C^{33}]/s = \text{variância ambiental entre parcelas;}$$

$$\hat{\sigma}_e^2 = [y'y \quad \hat{b}'X'y \quad \hat{g}'Z'y \quad \hat{c}'W'y]/[N - r(x)] = \text{variância residual dentro de parcelas;}$$

\bar{X} = média geral do caráter avaliado.

em que:

C^{22} e C^{33} e advém de :

$$C^{-1} = \begin{matrix} C_{11} & C_{12} & C_{13} & C_{11} & C_{12} & C_{13} \\ C_{21} & C_{22} & C_{23} & C_{21} & C_{22} & C_{23} \\ C_{31} & C_{32} & C_{33} & C_{31} & C_{32} & C_{33} \end{matrix}$$

C = matriz dos coeficientes das equações de modelo misto;

tr = operador traço matricial;

r(x) = posto da matriz X;

N,q,s = número total de dados, número de linhagens e número de parcelas, respectivamente.

Resultados e Discussão

Os resultados referentes às estimativas dos parâmetros genéticos, coeficiente de variação genética (CV_g %) e coeficiente de variação experimental (CV_e %) para os caracteres altura e diâmetro das plantas são apresentados na Tabela 1.

O coeficiente de variação genética, que expressa em porcentagem da média geral a quantidade de variação genética existente, apresentou valores próximos para os dois caracteres, equivalendo a 9,35% para altura e 8,73% para diâmetro. Embora os valores

Tabela 1. Estimativas dos parâmetros genéticos¹, coeficiente de variação genética (CV_g%) e coeficiente de variação experimental (CV_e%) para os caracteres altura e diâmetro do coleto em linhagens de *Leucaena leucocephala*, em Caarapó, MS, aos 13 meses de idade.

Table 1. Genetic parameters estimates, genetic variation coefficient (CV_g%) and experimental variation coefficient (CV_e%) for the height and diameter traits in *Leucaena leucocephala* inbred lines in Caarapó, MS, after 13 months of age.

Estimativas	Altura (cm)	Diâmetro do coleto (mm)
\hat{h}_g^2	0,0513	0,0338
\hat{h}_{gm}^2	0,3547	0,2629
$\hat{\sigma}_g^2$	108,369	1,2038
$\hat{\sigma}_c^2$	485,568	8,2739
$\hat{\sigma}_e^2$	1515,13	26,124
$\hat{\sigma}_f^2$	2109,07	35,601
Média geral	111,2936	12,554
(CV _g %)	9,35	8,73
(CV _e %)	22,67	26,28

¹ Herdabilidade individual no sentido amplo no bloco (\hat{h}_g^2), herdabilidade da média de progênies (\hat{h}_{gm}^2), variância genotípica entre progênies ($\hat{\sigma}_g^2$), variância ambiental entre parcelas ($\hat{\sigma}_c^2$), variância residual dentro de parcela ($\hat{\sigma}_e^2$), variância fenotípica individual ($\hat{\sigma}_f^2$), coeficiente de variação genética (CV_g%) e coeficiente de variação residual dentro de parcelas (CV_e%).

sejam de baixa magnitudes, quando comparados aos CV_e % (22,67% para altura e 26,28% para diâmetro), há que se considerar a idade avaliada e a possibilidade de que ocorra maior expressão genética em idades mais avançadas.

A baixa variabilidade genética constatada na Tabela 1 sugere que as 30 progênies podem ser oriundas de uma ou poucas linhagens ou cultivares. Estes dados são condizentes com aqueles apresentados por Costa et al. (2001), para matrizes de leucena em Mato Grosso do Sul. Nesta linha de

pensamento, Resende & Medrado (1994), propõe que o melhoramento genético da espécie em estudo deve seguir estratégias diferenciadas daquelas amplamente empregadas no melhoramento de espécies florestais alógamas. Deverá diferir, também, segundo os mesmos autores, das estratégias padrões empregadas no melhoramento de espécies autógammas anuais, pois sendo uma espécie perene, a leucena permite que genótipos inferiores heterozigóticos sejam utilizados para plantios. Em espécies autógammas anuais somente genótipos homozigóticos são utilizados para plantio. Isto é devido à possibilidade de fixação de genótipos superiores nas autógammas perenes em qualquer geração, por meio da propagação repetida dos mesmos via sementes ou estacas clonais. Em espécies autógammas anuais, que geralmente não permitem a propagação vegetativa, obrigatoriamente, deve se encaminhar para a homozigose total, como única forma de fixação de genótipos superiores. Trabalhos que envolvem essa discussão foram apresentados no âmbito da FAO (Wiersum, 1996) e na Austrália (Sorensson, 1995; Sorensson, 1997).

As herdabilidades individuais, no sentido amplo, foram de baixas magnitudes (3,38% a 5,13%) para os caracteres estudados, em decorrência da baixa variabilidade, conforme demonstrado pelo coeficiente de variação genética (CV_g%). Há, porém que se considerar as herdabilidades da média de linhagens (26,29% a 35,47%) sugerindo progresso genético em resposta à seleção usando a informação das linhagens. Estas herdabilidades conduziram à acurácia seletiva de 59% para o caráter altura e 51% para o caráter diâmetro. A acurácia refere-se à correlação entre o valor genotípico verdadeiro e aquele estimado ou predito a partir das informações dos experimentos de campo. Este parâmetro varia no intervalo de 0 a 1. Portanto, acurácias maiores que 50% são razoáveis.

Na Tabela 2 são apresentados os efeitos genotípicos, valores genotípicos, ganhos genéticos preditos e nova média da população, para o caráter altura (cm) das 10 melhores linhagens de leucena.

Verifica-se que as linhagens 6, 4, 9 e 22 foram superiores para o caráter altura quando comparado às demais linhagens. No que se refere aos ganhos genéticos, estes foram consideráveis (8,43%), selecionando-se as 4 melhores linhagens). Avaliações

Tabela 2. Efeitos genotípicos, valores genotípicos, ganhos genéticos preditos e nova média da população, para o caráter altura (cm) das 10 melhores linhagens de *Leucaena leucocephala*, em Caarapó, MS, aos 13 meses de idade.

Table 2. Genotypic effects and genotypic values and genetic gain and the mean of the improved population for height (cm) concerning to the best 10 inbred lines of *Leucaena leucocephala*, in Caarapó, MS, after 13 months of age.

Linhagens	Efeitos genotípicos preditos (g)	Valores genotípicos (u + g) preditos	Ganho genético predito (cm)	Nova Média da população
6	11,84	123,14	11,84	123,14
4	11,21	122,50	11,53	122,82
9	8,58	119,87	10,54	121,84
22	5,87	117,16	9,38	120,67
25	5,34	116,63	8,57	119,86
23	5,11	116,40	7,99	119,28
2	4,85	116,15	7,54	118,84
5	4,62	115,91	7,18	118,47
28	3,24	114,53	6,74	118,03
3	3,12	114,42	6,38	117,67
Acurácia seletiva				0,5955

sucessivas poderão confirmar o desempenho dos referidos materiais genéticos.

Na Tabela 3 são apresentados os efeitos genotípicos, valores genotípicos, ganhos genéticos preditos e nova média da população, para o caráter diâmetro (mm) das 10 melhores linhagens de leucena.

Constata-se que as linhagens 25, 22, 9 e 19, apresentaram melhor desempenho que as demais. Embora os ganhos para o caráter diâmetro sejam de menor magnitude (5,30%) para a idade avaliada. De forma similar ao caráter altura, avaliações posteriores em idades mais avançadas poderão confirmar o desempenho desses materiais para o efeito de seleção, visando maximizar o ganho genético.

Cabe ressaltar o desempenho das linhagens 9 e 22 presentes entre as 4 melhores para os caracteres considerados. Estes germoplasmas são promissores para a continuidade das avaliações. Entretanto, a amostragem de novas populações, assim como diferentes espécies de leucena, utilizadas em outros

tabela 3. Valores fenotípicos, genotípicos, ganhos genéticos preditos e nova média da população para o caráter diâmetro do coleto (mm) das 10 melhores linhagens de *Leucaena leucocephala*, em Caarapó, MS, aos 13 meses de idade.

Table 3. Genotypic effects and genotypic values genetic gain and the mean of the improved population for diameter (mm) concerning to the best 10 inbred lines of *Leucaena leucocephala*, in Caarapó, MS, after 13 months of age.

Linhagens	Efeitos genotípicos preditos (g)	Valores genotípicos (u + g) preditos	Ganho genético predito (cm)	Nova Média da população
25	0,89	13,44	0,89	13,44
22	0,61	13,16	0,75	13,30
9	0,61	13,16	0,70	13,26
19	0,56	13,12	0,67	13,22
29	0,55	13,11	0,64	13,20
30	0,50	13,06	0,62	13,17
2	0,49	13,05	0,60	13,16
6	0,44	13,00	0,58	13,14
4	0,44	12,99	0,57	13,12
23	0,41	12,96	0,55	13,10
Acurácia seletiva				0,5127

trabalhos devem estar presentes na estratégia de melhoramento genético da espécie para o estado de Mato Grosso do Sul e, em especial, para as áreas indígenas Kaiowá e Guarani, com ênfase, em sistemas agroflorestais (SAFs) e conseqüente melhoria da estrutura e fertilidade do solo.

Conclusões

As estimativas herdabilidades individuais foram de baixas magnitudes (3,38% a 5,13%) para os caracteres diâmetro e altura, em decorrência da baixa variabilidade, conforme demonstrado pelo coeficiente de variação genética (CV_g %);

As herdabilidades da média de linhagens podem proporcionar progresso genético consideráveis em resposta à seleção usando a informação das linhagens;

Os resultados permitiram identificar as 4 melhores linhagens, porém para a continuidade do programa de melhoramento é necessário ampliar

a base genética do material;

Sugere-se a amostragem de novas populações, assim como outras espécies de leucena, utilizadas em outros programas de melhoramento.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Fundo Nacional do Meio Ambiente (FNMA) pelo apoio financeiro ao projeto “Gestão Ambiental em área indígena Kaiowá e Guarani”, à CAPES, ao CNPq e UCDB pelas bolsas concedidas a Adriana Zanirato Contini, Wagner José Martins e Raul Alfonso Rodrigues Roa, respectivamente.

Referências Bibliográficas

- AUSTIN, M.T., BREWBAKER, J.L., WHEELER, R. and FOWNES, J.H. Short-rotation biomass trial of mixed and pure stands of nitrogen-fixing trees and *Eucalyptus grandis*. **Australian Forestry**, v.60, p.161-168, 1997.
- BREWBAKER, J.L. *Leucaena*: a multipurpose tree genus for tropical agroforestry. In: STEPLER, H.A.; NAIR, P.K. (Eds.). **Agroforestry: a decade of development**. Nairobi: ICRAF, p.289-323, 1987.
- COSTA, R.B.; RESENDE, M.D.V.; FERREIRA, M.S.; FERREIRA, J.S.. **Estimação de parâmetros genéticos e predição de valores genotípicos para o caráter germinação em leucena pelo procedimento REML/BLUP**. Colombo: Embrapa Florestas, 2001, 20p. (Embrapa Florestas - Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 7).
- HEDGE, N. *Leucaena* for energy plantation. **BAIF Journal**, v.5, p.37-42, 1985.
- HUGHES, C.E. **Leucaena: a genetic resources handbook**. University of Oxford: Tropical Forestry Papers, 1998. 274p.
- HUGHES, C.E.; SORENSON, C.T.L.; BRAY, R.; BREWBAKER, J.L. *Leucaena* germplasm collections, genetic conservation and seed increase. In: WORKSHOP HELD IN BORGOR, Indonesia. **Proceedings...** Canberra: ACIAR 57, 1995. p.66-74.
- RESENDE, M.D.V. **Análise estatística de modelos mistos via REML/BLUP na experimentação em melhoramento de plantas perenes**. Embrapa Florestas, Colombo: Embrapa Florestas, 101p, 2000. (Documentos, 47).
- RESENDE, M.D.V. **Software SELEGEN – REML/BLUP**. Colombo: Embrapa Florestas, 2002. 67p. (Documentos, 77).
- RESENDE, M.D.V.; MEDRADO, M.J.S. Aspectos metodológicos no melhoramento genético de *Leucaena leucocephala*, uma espécie florestal autógama. In: CONGRESSO BRASILEIRO SOBRE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 1., 1994, Porto Velho. **Anais...** Colombo: EMBRAPA-CNPF, 1994. p. 233-348. (Documentos, 27).
- SORENSSON, C.T. A breeding strategy for moving acid soil resistant genes into *L. leucocephala* – opportunities via unreduced gametes. **LEUCNET News**, v.4, p. 22-24, 1997.
- SORENSSON, C.T. Potencial for improvement of *Leucaena* through interespecific hybridization. In: WORKSHOP HELD IN BOGOR. Canberra. **Proceedings...** Canberra: ACIAR 57, 1995. p. 47-53.
- SUN, W., BREWBAKER, J.L. and AUSTIN, M.T. Cloning ability of *Leucaena* species and hybrids. In: LEUCAENA-ADAPTATION, QUALITY AND FARMING SYSTEMS, 1997, Canberra. **Proceedings...** Canberra: ACIAR 86, 1997. p.185-187.
- VENCOVSKY, R.; BARRIGA, P. **Genética biométrica no fitomelhoramento**. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética, 1992. 496p.
- WIERSUM, K.F. Domestication of valuable tree species in agroforestry systems: evolutionary stages from gathering to breeding. In: LEAKEY, R.R.B.; TEMU, A.B.; MELNYK, M. and VANTOMME, P. (Eds.). **Domestication and Commercialization of non-timber forest products in agroforestry systems**. FAO, Rome: Non-Wood Forest Products 9, 1996. p.147-159

WRICKE, G.; WEBER, W.E. Quantitative genetics and selection in plant breeding. Berlin: Walter de Gruyter, 1986. 406p.