

Sobreposição de geração e seleção sexuada e assexuada em progênies de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.) nativas em área Kaiowá e Guarani

*Overlapping generation and sexual and asexual selection in progenies of "erva-mate" (*Ilex paraguariensis* St. Hil.) native in Kaiowá and Guarani area*

Raul Alfonso Rodrigues Roa¹

Reginaldo Brito da Costa²

José Franklin Chichorro³

Wagner José Martins⁴

Cristiane Almiron Batista de Freitas⁵

¹ Universidade Estadual Paulista (UNESP), Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Campus Ilha Solteira, SP. E-mail: roabio@gmail.com.

² Universidade Católica Dom Bosco (UCDB), Programa de Mestrado em Desenvolvimento Local, Campo Grande, MS.

³ Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), CTA/DEF, Alegre, ES.

⁴ Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), Mestrando em Biologia Vegetal, Campo Grande, MS.

⁵ Acadêmica do Curso de Biologia da Universidade Católica Dom Bosco.

RESUMO

O presente estudo objetivou avaliar geneticamente as progênies provenientes de plantas nativas da região de Caarapó-MS, apontando o melhor material com alta produção a ser disponibilizado para a comunidade. Dessa forma, descrever a importância da espécie para os Kaiowá/Guarani e assim definir quais as perspectivas que o teste de progênies traz a partir do cultivo da espécie como alternativa de sustentabilidade interna, na ótica indígena. O teste de progênie foi instalado sob delineamento de blocos ao acaso com 30 tratamentos (progênies), 5 repetições e 10 plantas por parcela em linhas simples, no espaçamento 3 x 2 m. Aos 14 meses de idade, as progênies foram avaliadas quanto aos caracteres: altura total das mudas (centímetros) e diâmetro do coleto (milímetros). Os resultados genéticos obtidos são promissores e podem contribuir para futuros ganhos em etapas mais avançadas. Embora não sejam elevados para a idade avaliada, estimulam a continuidade das avaliações explorando-se a variabilidade dentro das progênies. Com o teste a implantação do pomar de sementes ou clonal é uma forma efetiva para atender alguns dos anseios da comunidade indígena, tanto na produção para consumo quanto possibilidade de comercialização. O interesse demonstrado para o cultivo da espécie torna explícitos os benefícios diretos que serão repassados para as práticas culturais, fortalecendo as relações sociais, com a manutenção dos costumes e subsidiando as ações em prol da sustentabilidade indígena.

PALAVRAS-CHAVE

erva-mate
melhoramento genético
progênies

ABSTRACT

The present study aimed at evaluating genetically the native plants progenies from Caarapó-MS region, pointing out the best material with high production to become available to the community. That way, describes the importance of the specie to the Kaiowá/Guarani; thus, defines what the progenies test's perspectives are, considering the specie culture as an intern sustainability alternative in an indigenous optic. The progeny test was established in randomized blocks design, with 30 treatments (progenies), 5 replications and 10 plants per plot, on 3 x 2 m space. At the age of 14 months, total seedlings height (centimeters) and collar rot diameter (millimeters) were evaluated. The obtained genetic results are promising and can contribute to future gains in more advances stages. Although they are not elevated for the evaluated age, they stimulate the evaluations continuity exploring the variability in the progenies. The test is relevant to the implantation of the seeds orchard/clonal since it is an effective way to attend some of the demands of the indigenous community, as for consume production and commercialization possibility. The demonstrated interest on the specie culture makes the direct benefits clear. They will be passed on to cultural practices, strengthening the social relations, with the maintenance of customs; furthermore, supporting the actions concerning indigenous sustainability.

KEY-WORDS

*erva-mate
genetic improvement
progenies*

INTRODUÇÃO

A família Aquifoliaceae abrange cerca de 550 a 660 espécies, sendo a maior parte representada pelo gênero *Ilex*, a qual pertence à erva-mate, e estima-se que no Brasil, ocorram 60 espécies (EDWIN; REITZ, 1967). Conforme Prat Kricun e Belingheri (1995), entre as espécies do gênero destaca-se a *Ilex dumosa* (Reisseck), que não possui cafeína, *Ilex theezans* (Mart. Ex Reisseck) que apresenta cafeína e sabor amargo e a *Ilex paraguariensis* (St. Hil.), a mais conhecida deste gênero. Possui propriedades estimulantes, diurética e digestiva, além da cafeína, indicada assim para fadigas cerebrais, facilitando o trabalho intelectual.

A erva-mate é uma espécie vegetal muito conhecida e utilizada em Mato Grosso do Sul, fazendo parte da história de sua colonização. Os ervais nativos eram encontrados desde a foz do Rio Pardo, no rio Paraná, até Sete Quedas, percorrendo toda a linha fronteira com o Paraguai, chegando à Ponta Porã, estendendo-se pela serra de Maracajú até os limites do município de Sidrolândia (ARRUDA, 1986). Esses ervais foram um dos grandes responsáveis por alguns fluxos migratórios de colonizadores para a região sul do então Estado de Mato Grosso, situada, preferencialmente, na região de Ponta Porã (JUSTINIANO, 2006).

Porém, com o avanço das fronteiras agrícolas essas áreas começaram a ser ameaçadas, principalmente, para a cultura Kaiowá e Guarani, visto o seu importante significado, pois está ligada aos costumes e pode contribuir para o fortalecimento das relações pessoais que se estabelecem a partir da organização social (BRAND, 1997). A ocupação do território indígena pelos colonos tornou-se inevitável, ocorrendo de forma sistêmica, provocando o desmatamento e, conseqüentemente, profundas alterações ecológicas no mesmo território

O conhecimento da erva-mate e de suas propriedades pelos Kaiowá e Guarani deve-se a privilegiada localização da etnia em Mato Grosso do Sul. Conforme Arróspide (1997), a utilização, pelos Guarani, era restrita no início do século XVI. Os xamãs eram os únicos que a usavam para rituais de consulta aos maus espíritos, porém, era servida, também, moderadamente, aos velhos para restituir as forças. O uso da erva-mate

pelos não-índios era mais restrita e atendia apenas ao uso terapêutico. Devido à convivência com os nativos, a erva foi sendo incorporada e utilizada frequentemente.

No caso específico da aldeia Te'y Kue, em Caarapó, essa área possuía ervas nativas, que tornaram-se reduzidos com a supressão dos recursos naturais. Com isso, a dificuldade em manter a erva-mate nativa dentro da aldeia para o próprio consumo, tornou-se complexa. Atualmente, há um interesse significativo da comunidade indígena relacionado ao cultivo e exploração da espécie, tendo em vista o uso cotidiano e o seu valor cultural agregado. A demanda crescente e o anseio da comunidade indígena e da população urbana e rural da região demonstram a necessidade de disponibilizar o material melhorado geneticamente, para o cultivo e exploração sustentável.

Neste contexto, o presente estudo tem por objetivo avaliar geneticamente as progênies provenientes de plantas nativas da região de Caarapó-MS, apontando o melhor material com melhores caracteres de crescimento, o qual poderá ser propagado via sexuada ou assexuada a ser disponibilizado para a comunidade.

1 MATERIAL E MÉTODOS

As mudas de erva-mate foram produzidas partindo de sementes coletadas de matrizes nativas de polinização aberta, no município de Caarapó, MS. Estabelecidas em forma de teste de progênie na Reserva Indígena Kaiowá e Guarani cuja área total perfaz 3600 hectares está localizada na latitude 22°35'S e longitude 55°00'W. O clima é de savana com duas estações bem definidas: uma quente e úmida e outra mais fria e seca com um déficit hídrico. A pluviosidade média anual está em torno de 1599 mm.

O teste de progênie foi instalado sob delineamento de blocos ao acaso com 30 tratamentos (progênies), 5 repetições e 10 plantas por parcela em linhas simples, no espaçamento 3 x 2 m nas entre linhas de *Cajanus cajan*, o feijão guandú, aproveitando o sombreamento proporcionado e por seu consumo pelos Kaiowá e Guarani. Aos 14 meses de idade, as progênies foram avaliadas quanto aos caracteres: a) altura total das mudas – determinada com auxílio de trena graduada e

as medidas expressas em centímetros e, b) diâmetro do coleto – obtido utilizando-se paquímetro e expresso em milímetros.

As variáveis foram analisadas usando-se a metodologia de modelo linear misto (univariado aditivo), seguindo-se o modelo apresentado por Resende (2002), consistindo do seguinte:

$$y = Xb + Za + Wc + e, \text{ em que:}$$

y, b, a, c e e: vetores de dados, dos efeitos de blocos (fixos), de efeitos genéticos aditivos (aleatório), de efeitos de parcela (aleatório) e de erros aleatórios, respectivamente.

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

2 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 apresentam-se os valores genéticos aditivos preditos ($\hat{\mu} + \hat{a}$) e genotípicos ($\hat{\mu} + \hat{g}$), assumindo-se grau médio de dominância igual a 1 em uma população com nível intermediário de melhoramento, ganhos genéticos e nova média da população dos 10 melhores genótipos de erva-mate aos 14 meses de idade para o caráter altura.

Tabela 1 - Efeitos aditivos (\hat{a}), valores genéticos aditivos ($\hat{\mu} + \hat{a}$) preditos, efeitos genotípicos (\hat{g}) e valores genotípicos ($\hat{\mu} + \hat{g}$) para os 10 melhores genótipos de erva-mate aos 14 meses de idade para o caráter altura no município de Caarapó, MS, em 2007.

Propagação sexuada					Propagação assexuada				
Bloco	Genótipo	Indivíduo	\hat{a}	$\hat{\mu} + \hat{a}$	Bloco	Genótipo	Indivíduo	\hat{g}	$\hat{\mu} + \hat{g}$
4	5	1	8,52	41,02	4	5	1	13,14	45,65
3	20	8	7,35	38,69	3	20	8	8,47	40,97
2	20	7	6,81	38,22	2	20	7	7,69	40,19
3	20	6	6,31	37,34	3	21	7	7,24	39,74
3	21	7	3,00	37,27	2	9	10	6,49	39,00
2	20	8	5,78	37,15	2	9	6	6,43	38,94
3	20	6	5,62	37,14	1	16	9	6,32	38,82
1	16	9	5,46	36,88	3	21	8	6,22	38,72
3	20	9	5,34	36,86	2	20	8	6,09	38,60
2	9	10	5,24	36,82	3	20	6	5,90	38,40
Média Geral									32,51

Verifica-se que dentre o material selecionado, considerando-se propagação assexuada (ordenadas por \hat{g}) para altura (Tabela 1), a progênie 20 foi comum à propagação sexuada (ordenadas por \hat{a}), porém, a sequência dos melhores genótipos altera-se pelo tipo de propagação considerada. A seleção dos melhores indivíduos baseado no sistema de propagação (assexuada ou sexuada) está intimamente aos objetivos do programa de melhoramento da espécie. Se o objetivo visa a transformação do teste de progênie em pomar de semente por mudas, o ideal é selecionar os indivíduos com base em \hat{a} . Por outro lado, se o objetivo é fornecer material para instalação de um pomar clonal, então deve-se selecionar os indivíduos baseado em \hat{g} , para que haja maximização do ganho genético.

Os valores genotípicos ($\hat{\mu} + \hat{g}$) preditos e genético aditivo ($\hat{\mu} + \hat{a}$) para os 10 melhores genótipos variaram de 38,40 a 45,65 e 36,82 a 41,02, respectivamente, para o caráter altura (Tabela 1). Para o caráter diâmetro (Tabela 2) tais valores variaram de 21,31 a 23,50 e 20,75 a 22,33, respectivamente. Pôde-se observar que de maneira geral, os valores genotípicos ($\hat{\mu} + \hat{g}$) preditos, foram superiores ao genético aditivo ($\hat{\mu} + \hat{a}$), tanto para altura como para diâmetro, podendo indicar maiores possibilidades de ganhos com a implantação de pomares clonais.

Tabela 2 - Efeitos aditivos (\hat{a}), valores genéticos aditivos ($\hat{\mu} + \hat{a}$) preditos, efeitos genotípicos (\hat{g}) e valores genotípicos ($\hat{\mu} + \hat{g}$) para os 10 melhores genótipos de erva-mate aos 14 meses de idade para o caráter diâmetro no município de Caarapó, MS, em 2007.

Propagação sexuada					Propagação assexuada				
Bloco	Genótipo	Indivíduo	\hat{a}	$\hat{\mu} + \hat{a}$	Bloco	Genótipo	Indivíduo	\hat{g}	$\hat{\mu} + \hat{g}$
1	16	8	3,15	22,33	1	16	8	4,32	23,50
1	22	8	2,58	21,76	1	22	8	3,86	23,04
2	16	5	2,55	21,73	2	16	5	3,31	22,49
1	16	1	2,02	21,20	3	20	6	2,57	21,75
1	16	7	2,02	21,20	4	21	4	2,50	21,68
1	16	2	1,79	20,97	1	16	1	2,43	21,61
3	20	6	1,76	20,95	1	16	7	2,43	21,61
4	21	4	1,76	20,94	4	13	9	2,34	21,52
3	11	7	1,61	20,79	3	11	7	2,25	21,43
1	16	5	1,57	20,75	4	21	5	2,13	21,31
Média Geral									19,18

Na Tabela 3 são apresentados os valores genéticos preditos para altura das plantas (cm) por seleção com sobreposição de geração dos 20 melhores genitores de erva-mate, no município de Caarapó, MS, em 2007.

É importante a estratégia para o Estado que pode ser adotada nos pomares clonais usando o modelo linear misto Reml/Blup: a) testando pomares de 1,5 geração com seleção parentais; b) pomares de sementes com seleção de indivíduos no experimento (pomares de segunda geração); c) Pomar com sobreposição de geração que é uma modalidade recente. Estes pomares são compostos de uma mistura de Indivíduos selecionados no experimento com algum parental superior. Nesse caso, somente um ranking simples por valores genéticos preditos é utilizado e os materiais superiores são incluídos no pomar não levando em consideração se pertencem à geração atual ou anterior (RESENDE, 2002).

Tabela 3 - Valores genéticos preditos para altura das plantas (cm) por seleção com sobreposição de geração dos 20 melhores genitores de erva-mate, no município de Caarapó, MS, em 2007.

Genitor	Indivíduos	Efeito genético aditivo predito(a)	Ganho Genético	Nova Média
5	1	8,5152	8,5152	41,0180
20	8	6,1882	7,3517	39,8545
20	7	5,7174	6,8062	39,3091
20	0	5,5450	6,4909	38,9938
21	7	4,8377	6,1603	38,6631
20	8	4,7660	5,9279	38,4307
20	6	4,6460	5,7453	38,2482
16	9	4,6499	5,6069	38,1097
20	9	4,6378	5,4698	37,9727
9	10	4,3735	5,3582	37,8611
9	6	4,3538	5,2636	37,7665
16	7	4,3177	5,1845	37,6873
16	0	4,3133	5,1119	37,6148
21	8	4,2418	5,0486	37,5514
16	5	4,2248	4,9907	37,4935
20	2	4,1807	4,9286	37,4315
4	4	3,9973	4,8684	37,3712
4	0	3,9050	4,8067	37,3095
21	6	3,7572	4,7438	37,2466
4	9	3,6119	4,6868	37,1897

Observa-se que entre os 20 melhores indivíduos selecionados para o caráter altura, a serem incluídos no pomar de sementes com sobreposição de geração, três deles (identificados por “zero” na coluna “indivíduos”) estão relacionados os genitores 20, 16 e 4, respectivamente. Isto demonstra que, em geral indivíduos da geração atual tendem a ser melhores do que aqueles provenientes da geração anterior, como esperado. Entretanto, os parentais 20, 16 e 4 apresentaram-se superiores de vários Indivíduos da geração atual e deverão ser mantidos na população de melhoramento.

Na Tabela 4 são apresentados os valores genéticos preditos para diâmetro das plantas (mm) por seleção com sobreposição de geração dos 20 melhores genitores de erva-mate, no município de Caarapó, MS, em 2007.

Tabela 4 - Valores genéticos preditos para diâmetro das plantas (mm) por seleção com sobreposição de geração dos 20 melhores genitores de erva-mate, no município de Caarapó, MS, em 2007.

Genitor	Indivíduos	Efeito genético aditivo predito(a)	Ganho genético	Nova Média
16	8	3,1528	3,1528	22,3334
16	0	2,8059	2,9794	22,1599
22	8	2,5570	2,8453	22,0258
16	5	2,5467	2,7706	21,9511
16	1	2,0194	2,6204	21,8009
16	7	2,0194	2,5202	21,7007
20	2	1,7928	2,4163	21,5968
21	6	1,7646	2,3348	21,5153
11	4	1,7614	2,2711	21,4516
16	7	1,6123	2,2052	21,3858
16	5	1,5661	2,1471	21,3276
13	9	1,5661	2,0987	21,2792
21	9	1,5603	2,0573	21,2378
21	5	1,5347	2,0200	21,2005
21	3	1,4354	1,9810	21,1615
20	7	1,3767	1,9432	21,1237
16	2	1,3699	1,9095	21,0900
16	3	1,3394	1,8778	21,0583
13	4	1,3394	1,8495	21,0300
11	8	1,3336	1,8237	21,0042

Por outro lado, para o caráter diâmetro das plantas (Tabela 4), entre os 20 melhores indivíduos selecionados para compor o pomar de sementes com sobreposição de geração, apenas 1 indivíduo (identificado por “zero” na coluna “indivíduos”) está relacionado ao genitor 16 da geração anterior. É importante ressaltar, que o genitor 16 apresenta potencial acima dos demais e deverá compor o pomar com sobreposição de geração.

Os resultados obtidos com o experimento genético poderão contribuir para a sustentabilidade interna, especialmente com a participação dos jovens, propiciando uma possível alternativa na geração de renda. Os indígenas, por sua vez, podem ser agentes do processo de desenvolvimento local, porque demonstraram, por meio dos relatos, o anseio de possuir em suas áreas erva-mate para o seu próprio consumo e, a possibilidade de venda do excedente e apontaram possibilidades reais de ganho. Isso torna-se possível apoiado na tríade histórico-cultural-econômico para atingir os objetivos da sustentabilidade.

CONCLUSÕES

A variabilidade genética demonstrada e as herdabilidades individuais e de progênes obtidas, estimulam o monitoramento continuado das progênes no campo, com perspectivas de maximizar os ganhos genéticos na sequência das avaliações.

Os valores genéticos preditos com propagação sexuada e assexuada indicam maiores possibilidades de ganhos com a implantação de plantios clonais, a serem adotadas no final do programa de melhoramento da erva-mate em Caarapó, dentro da Reserva Indígena Tey’Kue, em Mato Grosso do Sul.

Entre os 20 melhores genitores selecionados para o caráter altura, considerando-se a sobreposição de geração, destacaram-se três genitores, 20, 16 e 4, apresentando-se superiores aos demais da geração atual e deverão ser mantidos na população de melhoramento. Por outro lado, para o caráter diâmetro das plantas apenas um genitor destacou-se, o 16 da geração anterior. Portanto, esse genitor 16 deverá compor o pomar com sobreposição de geração.

O plantio da erva-mate contribuirá com a reposição da riqueza ambiental do território, permitindo a continuidade do conhecimento cultural relevante, potencializando a experiência histórica dos Kaiowá e Guarani.

O uso indiscriminado das árvores nativas associado ao processo de ocupação de áreas para o avanço de monoculturas agrícolas nas áreas remanescentes levou a supressão das populações naturais de *Ilex paraguariensis*. O processo histórico do estado de Mato Grosso do Sul envolve a erva-mate tanto pelo mercado consumidor e valor cultural. Portanto, a espécie torna-se importante para o desenvolvimento do Estado e, também, contribui para a manutenção das práticas culturais. Devido à importância que a espécie possui, também, para a cultura Kaiowá e Guarani – pois há um elo entre o mundo natural e o sobrenatural e a possibilidade desses costumes contribuírem para o fortalecimento das relações pessoais que se estabelecem a partir da organização social – é fundamental que haja disponível dentro da área indígena, material vegetal que atenda a demanda interna, além de gerar possíveis excedentes para comercialização. As populações indígenas, apesar dos avanços percebidos, ainda enfrentam desafios, principalmente, pelo seu modo de vida peculiar, que lhes garantiu até o presente momento, e até certo ponto, a manutenção de seu bem-estar social relativo, aproveitando suas potencialidades a partir de sua ótica, para a execução de qualquer atividade desempenhada pelo não-índio.

REFERÊNCIAS

ARRÓSPIDE, J.L. *Antonio Ruiz de Montoya y las reducciones del Paraguay*. Asunción: Centro de Estudios Paraguayos Antonio Guasch, 1997.

ARRUDA, G. H. *Ciclo da erva-mate em Mato Grosso do Sul, 1883-1947*. Campo Grande: Euvaldo Lodi, 1986. p. 195-310.

BRAND, A.J. *O impacto da perda da terra sobre a tradição Kaiowá/Guarani*. 1997. Tese (Doutorado em História) - Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1997.

EDWIN, G.; REITZ, R. *Aquifoliáceas*. Itajaí: Herbário Barbosa Rodrigues, 1967. 47p. (Boletim).

JUSTINIANO, A.L. *Vocabulário da erva-mate no cone sul de Mato Grosso do Sul*. Campo Grande: Editora da UNIDERP, 2006.

PRAT KRICUN, S.D.; BELINGHERI, L.D. Recolección de especies silvestres y cultivadas del género *Ilex*. In: *Erva-mate*. Biología e cultura no Cone Sul. Porto Alegre: UFRS, 1995. p. 313-21.

RESENDE, M.D.V. *Software Selegem-REML/BLUP*. Colombo: Embrapa Florestas, 2002. 67p.