

VARIABILIDADE GENÉTICA DE POPULAÇÕES NATURAIS DE *Dipteryx alata* Vog. POR MEIO DE CARACTERES NUTRICIONAIS EM SEMENTES¹

Daniela Silvia de Oliveira CANUTO²
Alexandre Marques da SILVA³
Marcela Aparecida de MORAES³
Cristina Lacerda Soares Petrarolha da SILVA³
Mario Luiz Teixeira de MORAES³
Marco Eustáquio de SÁ⁴

RESUMO

Dipteryx alata Vog. – Leguminosa Faboidaceae (baru) é uma espécie arbórea que ocorre distribuída amplamente no cerrado. Suas árvores fornecem sombra e alimento para o gado. O fruto é rico em nutrientes, assim como a semente, que é consumida na forma de doces ou torradas. Devido à fragmentação, o bioma Cerrado apresenta apenas 20% de sua vegetação original. Isso levou à perda de alelos, diminuindo a potencialidade dessas populações em se manterem sob novas condições ambientais. Assim, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a variabilidade genética inter e intrapopulacional de três populações naturais de baru localizadas nos estados de Minas Gerais (Campina Verde), Goiás (Itarumã) e Mato Grosso do Sul (Brasilândia), utilizando caracteres nutricionais da semente. O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado com 48 tratamentos (progênies) na população de Minas Gerais, 28 na população de Goiás e 41 na população de Mato Grosso do Sul, e três repetições (nos caracteres nutricionais das sementes). As médias obtidas em g.kg⁻¹ em sementes para os macronutrientes foram: 38,89 (nitrogênio); 4,62 (fósforo); 9,52 (potássio); 4,22 (cálcio); 1,87 (magnésio); 2,38 (enxofre) e para o micronutriente zinco foi 39,30 mg.kg⁻¹. Para a maioria dos caracteres estudados a maior parte da variabilidade genética se encontra dentro de populações. Portanto, a coleta de sementes para conservação *ex situ* de *D. alata* pode ser realizada dentro das populações e *in situ* são necessárias medidas que proporcionem o aumento de fluxo gênico entre as populações, como os corredores ecológicos.

Palavras-chave: baru; cerrado; nutrientes; variabilidade genética.

ABSTRACT

Dipteryx alata Vog. – Leguminosa Faboidaceae is a tree species that is distributed thoroughly at the Cerrado. The tree is leafy; it supplies shade and food for the cattle. The fruits are rich in nutrients, as well as the seeds, that are consumed in the form of candies or toasts. Actually, in Cerrado there are only 20% of original vegetation and consequently the populations of the native tree species were fragmented. This caused the loss of alleles, the ones that possibly guaranteed the capacity of these populations of staying under new environmental conditions. Due to this situation, the objectives of this study had been to evaluate the genetic variability into and among three natural populations of *D. alata* located in Minas Gerais, Goiás and Mato Grosso do Sul State, using nutrient seed traits. The trial was established in a completely random design with 48 treatments (progenies) from Minas Gerais, 28 from Goiás and 41 from Mato Grosso do Sul populations, and three replications. The averages of the populations for the macronutrient in g.kg⁻¹ of seed had been analyzed: nitrogen (38.89), phosphorus (4.62), potassium (9.52), calcium (4.22), magnesium (1.87) and sulphur (2.38) and the micronutrient zinc (39.30) in mg.kg⁻¹. For the majority of the studied traits, the genetic variability was found within populations. Thus, for seeds collections for *ex situ* conservation of *D. alata*, seeds can be harvested within populations, and for *in situ* conservation is necessary to increase the genetic connectivity among populations, using for example ecological corridors.

Keywords: baru; cerrado; genetic diversity; nutrients.

(1) Aceito para publicação em agosto de 2008.

(2) Agronomia da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira/UNESP e bolsista da CAPES, Av. Brasil Centro, 56, Caixa Postal 31, 15385-000, Ilha Solteira, SP, Brasil. E-mail: dsocanuto@aluno.feis.unesp.br

(3) Laboratório de Genética de Populações e Silvicultura, Departamento de Fitotecnia, Tecnologia de Alimentos e Sócio-Economia, Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira/UNESP. E-mails: amsilva@agr.feis.unesp.br; ma_apmoraes@yahoo.com.br; cristina@agr.feis.unesp.br; teixeira@agr.feis.unesp.br

(4) Laboratório de Análise de Sementes, Departamento de Fitotecnia, Tecnologia de Alimentos e Sócio-Economia, Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira/UNESP. E-mail: marcosa@agr.feis.unesp.br

1 INTRODUÇÃO

Dipteryx alata pertence à família Leguminosa Faboidaceae e é comumente conhecido como cumbaru, cumaru e coco de anta. A espécie é arbórea, oferece um fruto de casca fina, com polpa farinácea e um endocarpo rígido, com uma amêndoa dura e comestível, sendo este, seu principal atrativo para homens e animais. As sementes são nutritivas e recomenda-se a torrefação antes de serem consumidas (Togashi, 1993). Quando maduros, os frutos caem com facilidade da árvore e são consumidos pelos rebanhos criados extensivamente, funcionando como excelente complemento alimentar no período da estiagem (Silva, 1996). Dos frutos também são produzidos comercialmente a farinha, a castanha e o carvão ecológico (Silva & Egito, 2005).

As constituições químicas de sementes e frutos de espécies arbóreas não são bem conhecidas, especialmente naquelas utilizadas por extrativismo. Essas espécies são fundamentais para a sobrevivência da fauna, muitas têm uso medicinal pelas populações locais (Abdala *et al.*, 2002).

A espécie ocorre no Cerradão Mesotrófico e Mata Mesofítica, Floresta Estacional Semidecídua, principalmente no Cerrado, proliferando-se na região do Planalto Central, mais precisamente no norte de Minas Gerais, Goiás e centro de Mato Grosso, estendendo-se até a costa atlântica do Maranhão (Pio Corrêa, 1984; Lorenzi, 1998; Durigan *et al.*, 2002). Sua ampla distribuição geográfica é um indicativo da possibilidade de a espécie apresentar altos níveis de diversidade genética, conferindo assim capacidade de ocupar diferentes habitats (Kageyama *et al.*, 2003).

Entretanto, com a expansão das fronteiras agrícolas, as populações naturais vêm sendo fragmentadas e, conseqüentemente, reduzindo o tamanho das populações e levando a um risco de erosão genética. Assim, é fundamental a conservação genética *in situ* e *ex situ* da espécie a fim de preservar este recurso genético para as futuras gerações. Para isso, é fundamental conhecer a magnitude relativa de variação genética existente entre e dentro de populações, de modo a preservar o máximo da variabilidade das populações naturais (Dias & Kageyama, 1991). Os estudos fenotípicos e genotípicos, entre e dentro de

populações para diferentes caracteres, são as formas mais apropriadas para se determinar a estrutura genética de uma espécie (Kageyama & Dias, 1982), como por exemplo, teores de nutrientes presentes em tecidos vegetais para determinar os parâmetros genéticos, sendo a análise química de nutrientes um meio útil de determinação da quantidade relativa dos vários elementos necessários para o crescimento normal de diferentes espécies vegetais (Raven *et al.*, 1996).

Assim, o objetivo do trabalho foi avaliar a distribuição da variação genética entre e dentro de três populações naturais de *D. alata*, por meio dos teores dos macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg e S) e do micronutriente Zn presente nas sementes para fins de sua conservação *in situ* e *ex situ*.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Coleta e Armazenamento

As sementes de *D. alata* foram coletadas em três diferentes populações, localizadas em Campina Verde (MG), Itarumã (GO) e Brasilândia (MS). Utilizou-se o sistema GPS (*Global Position System*) para localização das populações naturais obtidas pelo aparelho do modelo Garmim III (TABELA 1).

As populações naturais de *D. alata* estão em região de domínio de Cerrado com perturbação antrópica em áreas destinadas à produção pecuária onde as matrizes são remanescentes da vegetação natural, para fornecer alimentação e sombra para o gado. As árvores matrizes foram marcadas, respeitando-se uma distância mínima de 100 m entre elas (Sebbenn, 2002). Os frutos foram coletados em 48 árvores matrizes na população de Campina Verde – MG, 26 em Itarumã – GO e 41 em Brasilândia – MS, de acordo com a quantidade de árvores remanescentes de cada local. Os frutos foram coletados nos meses de julho a setembro de 2004 e armazenados em sacos de poliéster trançados, aberto em condições naturais de ambiente, por aproximadamente seis meses até serem beneficiados. Para romper o endocarpo rígido foi utilizado prensa hidráulica, visando causar baixo nível de impacto na semente (Botezelli *et al.*, 2000).

TABELA 1 – Posicionamento geográfico das populações naturais de *Dipteryx alata* obtida por GPS.

Localização das populações			
Municípios	Estado	Latitude S	Longitude W
Campina Verde	MG	19° 31' 04"	50° 01' 22"
Itarumã	GO	18° 45' 40"	51° 20' 38"
Brasilândia	MS	21° 14' 02"	52° 01' 12"
Distâncias entre populações (km)			
		Itarumã	Brasilândia
Campina Verde	–	162,37	280,66
Itarumã	–	–	271,99

2.2 Análise de Teores de Nutrientes

As análises dos teores dos macronutrientes: nitrogênio (N); fósforo (P); potássio (K); cálcio (Ca); magnésio (Mg), e enxofre (S), e do micronutriente zinco (Zn), foram realizadas nas sementes colhidas das árvores matrizes das três populações naturais de *D. alata*, obedecendo-se os procedimentos descritos por Malavolta *et al.* (1997) e Silva (1999). Assim, procedeu-se à digestão sulfúrica para o caráter N e determinada pelo método semimicro-Kjeldahl e digestão nítrico-perclórica para os teores de P, K, Ca, Mg, S e Zn. As determinações quantitativas foram realizadas por espectrofotometria com amarelo-de-vanadato (P), fotometria de chama (K) e técnicas espectrofotométricas de absorção atômica (EAA) para as análises dos teores de Ca, Mg, S e Zn. Os teores dos macronutrientes foram obtidos em g.kg⁻¹ e do zinco em mg.kg⁻¹ de sementes.

Os teores destes nutrientes foram corrigidos para um grau de umidade padrão a 13%, de forma a permitir uma posterior comparação equitativa. O grau de umidade das sementes de *D. alata* foi obtido pelo método de estufa a 105 ± 3°C, descrita por Brasil (1992).

2.3 Análise Estatística e Distribuição da Variação Genética

Para ver se existiam diferenças significativas para os caracteres nas populações e progênies dentro de populações, foram utilizadas análises de variância em nível de plantas individuais (TABELA 2). Os efeitos de progênies e populações foram considerados aleatórios. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente ao acaso, com 48 árvores (progênies) na população de Campina Verde (MG), 28 na população de Itarumã (GO) e 41 na população de Brasilândia (MS), e três repetições.

TABELA 2 – Análises de variância dentro de cada população de *Dipteryx alata*, para os caracteres nutricionais em semente.

FV	GL	QM	E (QM)
Progênies	(p-1)	Q ₁	$\sigma^2 + r\sigma_p^2$
Erro	p(r-1)	Q ₂	σ^2
Total	(p.r)-1		

Das análises de variância foram estimados os componentes de variância, os quais foram utilizados para a estimativa de parâmetros genéticos e não genéticos como: Coeficiente de Variação Genética (CV_g), Coeficiente de Variação Fenotípico em nível de Média (CV_{Fm}), Razão (\hat{b}) entre o CV_g/CV e a Herdabilidade em nível de média de progênies (\hat{h}_m^2). Assim com as análises estatística: a média (\hat{m}), o erro padrão da média [$s(\hat{m})$] e o teste F, para os caracteres nutricionais foram obtidas em nível de totais de parcelas, com base em Vencovsky & BARRIGA (1992) e Pimentel-Gomes & Garcia (2002).

A análise conjunta das populações (TABELA 3) foi empregada para avaliar as diferenças entre as populações e verificar, com base em Hamrick (1976), como a variância genética se distribui entre e dentro de populações. Assim, $\hat{\sigma}_T = \hat{\sigma}^2 + \hat{\sigma}_{p/s}^2 + \hat{\sigma}_s^2$ corresponde à variância total. Desse modo, $\hat{\sigma}_s^2 / \hat{\sigma}_T$ é a proporção da estimativa da variância entre populações e $(\hat{\sigma}^2 + \hat{\sigma}_{p/s}^2) / \hat{\sigma}_T$ é a proporção da estimativa da variância dentro de populações. As análises de variância individual e conjunta foram realizadas, utilizando o procedimento *proc glm* do SAS (SAS, 1990).

TABELA 3 – Análises de variância conjunta, envolvendo as três populações de *Dipteryx alata*, para os caracteres nutricionais de semente.

FV	GL	QM	E (QM)
Populações (S)	(s-1)	Q ₁	$\sigma^2 + r\sigma_{p/s}^2 + p\sigma_s^2$
Progênies/S	(p-1)s	Q ₂	$\sigma^2 + r\sigma_{p/s}^2$
Erro	ps(r-1)	Q ₃	σ^2
Total	prs-1		

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir da análise dos teores de macronutrientes nas sementes de *D. alata*, verificou-se a ocorrência de predominância de teores semelhantes nas populações de Campina Verde – MG, Itarumã – GO e Brasilândia – MS (TABELA 4), o nutriente de maior teor foi o nitrogênio, vindo a seguir os teores de potássio, fósforo, cálcio, enxofre e magnésio. Estes resultados são concordantes como os obtidos por Vallilo *et al.* (1990) e Takemoto *et al.* (2001), cujas sementes de *D. alata* são provenientes, respectivamente, do Estado de São Paulo e de Goiás.

As sementes das populações Minas Gerais, Goiás e Mato Grosso do Sul apresentaram teores de zinco (33,50, 43,52, 44,12 mg.kg⁻¹, respectivamente) superiores aos encontrados por Vallilo *et al.* (1990) (10,8 mg.kg⁻¹) e por Takemoto *et al.* (2001) (41 mg.kg⁻¹), provavelmente estes teores são maiores devido à localização das populações.

O coeficiente de variação (CV) expressou a precisão experimental nas três populações naturais de *D. alata* avaliada. Os valores apresentaram baixa magnitude, variando de 1,24% a 10,83%, o que revelou alta precisão no controle ambiental. A aplicação do teste-F evidenciou diferença significativa entre as progênies dentro das populações, o que indicou boas perspectivas de obtenção de ganhos genéticos por métodos de seleção desses materiais. Esses resultados indicaram que estas populações se constituem uma amostra potencial para a utilização na conservação genética *ex situ*.

A estimativa do coeficiente de correlação devido ao ambiente comum da parcela (\hat{C}^2) foi alta para os caracteres N, K e Ca nas três populações, exceto Ca, na população de Goiás. Os demais caracteres avaliados nas sementes de *D. alata* apresentaram \hat{C}^2 inferiores a 15%, o que, segundo Resende (2002), é uma condição propícia para a estimativa de parâmetros genéticos livres dos efeitos da correlação devida ao ambiente comum da parcela, ou seja, com um menor erro experimental.

TABELA 4 – Estimativa de parâmetros estatísticos de caracteres nutricionais de sementes das três populações naturais de *Dipteryx alata*.

Pop	Caráter	$\hat{m} \pm s(\hat{m})$	F _(prog)	CV(%)	\hat{C}^2
MG	N (g.kg ⁻¹)	39,47 ± 0,25	8,02**	3,04	0,2494
	P (g.kg ⁻¹)	5,01 ± 0,04	117,11**	1,63	0,0256
	K (g.kg ⁻¹)	9,73 ± 0,21	14,03**	10,83	0,2138
	Ca (g.kg ⁻¹)	4,24 ± 0,05	4,98**	9,52	0,6028
	Mg (g.kg ⁻¹)	1,75 ± 0,03	35,27**	4,72	0,0846
	S (g.kg ⁻¹)	2,46 ± 0,05	204,44**	2,81	0,0147
	Zn (mg.kg ⁻¹)	33,50 ± 0,62	186,62**	1,82	0,0107
GO	N (g.kg ⁻¹)	39,19 ± 0,35	9,07**	2,20	0,2204
	P (g.kg ⁻¹)	3,69 ± 0,11	624,36**	1,46	0,0048
	K (g.kg ⁻¹)	11,46 ± 0,45	63,39**	5,74	0,0473
	Ca (g/kg)	3,05 ± 0,09	14,48	8,78	0,2071
	Mg (g.kg ⁻¹)	1,79 ± 0,07	129,49**	3,86	0,0232
	S (g.kg ⁻¹)	2,48 ± 0,06	138,46**	2,62	0,0217
	Zn (mg.kg ⁻¹)	43,52 ± 2,15	272,81**	2,35	0,0073
MS	N (g.kg ⁻¹)	38,09 ± 0,25	5,16**	3,40	0,3874
	P (g.kg ⁻¹)	4,52 ± 0,04	107,45**	1,52	0,0279
	K (g.kg ⁻¹)	8,49 ± 0,13	6,88**	9,09	0,4360
	Ca (g.kg ⁻¹)	4,64 ± 0,06	15,15**	5,49	0,1980
	Mg (g.kg ⁻¹)	2,03 ± 0,03	26,12**	5,24	0,1148
	S (g.kg ⁻¹)	2,25 ± 0,03	48,34**	4,03	0,0621
	Zn (mg.kg ⁻¹)	44,12 ± 1,22	814,31**	1,24	0,0025

POP: populações; MG: Minas Gerais (Campina Verde); GO: Goiás (Itarumã); MS: Mato Grosso do Sul (Brasilândia); F_(prog): teste F para o efeito de progênie; CV: coeficiente de variação experimental; \hat{C}^2 : coeficiente de correlação devida ao ambiente comum da parcela.

Os coeficientes de variação genética e fenotípica (TABELA 5) apresentaram valores altos quando comparados a caracteres silviculturais de *D. alata*, encontrados por Siqueira *et al.* (1993). A estimativa da razão \hat{b} foi alta para a maioria dos caracteres analisados, indicando boas perspectivas para o melhoramento genético dos caracteres por seleção, sendo que o caráter mais favorável à seleção nas populações MG e MS é o zinco (9,63 e 20,17, respectivamente) e na população GO é o fósforo (14,41).

O coeficiente de herdabilidade foi alto para todos os caracteres estudados, variando de 0,81, para o teor de nitrogênio na população de MS

a 1,00 para o teor de enxofre na população MG, fósforo e zinco na população de GO e zinco na população MS. Isto mostra que o controle genético dos caracteres foi alto, sendo sua expressão fenotípica determinada em maior parte pela variância genética, o que no caso de melhoramento genético significa que métodos simples de seleção podem proporcionar ganhos consideráveis para os caracteres estudados. Assim, conhecer a distribuição da variação genética destes caracteres entre e dentro de populações é fundamental para o êxito da utilização destas populações em programas de conservação genética *ex situ* e de melhoramento.

TABELA 5 – Estimativas de parâmetros genéticos para os caracteres nutricionais em sementes de três populações naturais de *Dipteryx alata*.

Pop	Caráter	CV _g (%)	CV _{Fm} (%)	\hat{b}	\hat{h}_m^2
MG	N (g.kg ⁻¹)	5,70	6,10	1,87	0,88
	P (g.kg ⁻¹)	10,11	10,16	6,22	0,99
	K (g.kg ⁻¹)	22,58	23,43	2,08	0,93
	Ca (g.kg ⁻¹)	10,96	12,26	1,15	0,80
	Mg (g.kg ⁻¹)	16,02	16,25	3,39	0,97
	S (g.kg ⁻¹)	23,17	23,23	8,23	1,00
	Zn (mg.kg ⁻¹)	17,49	17,53	9,63	0,99
GO	N (g.kg ⁻¹)	4,43	4,69	2,01	0,89
	P (g.kg ⁻¹)	21,11	21,13	14,41	1,00
	K (g.kg ⁻¹)	26,16	26,37	4,56	0,98
	Ca (g.kg ⁻¹)	18,62	19,30	2,12	0,93
	Mg (g.kg ⁻¹)	25,28	25,38	6,54	0,99
	S (g.kg ⁻¹)	17,76	17,82	6,77	0,99
	Zn (mg.kg ⁻¹)	27,43	27,48	11,66	1,00
MS	N (g.kg ⁻¹)	4,90	5,46	1,44	0,81
	P (g.kg ⁻¹)	9,11	9,15	5,96	0,99
	K (g.kg ⁻¹)	12,73	13,77	1,40	0,85
	Ca (g.kg ⁻¹)	11,93	12,34	2,17	0,93
	Mg (g.kg ⁻¹)	15,17	15,47	2,89	0,96
	S (g.kg ⁻¹)	16,03	16,19	3,97	0,98
	Zn (mg.kg ⁻¹)	25,08	25,10	20,17	1,00

Pop: populações; MG: Minas Gerais (Campina Verde); GO: Goiás (Itarumã); MS: Mato Grosso do Sul (Brasilândia); CV_g: coeficiente de variação genética; CV_{Fm}: coeficiente de variação fenotípico em nível de média; \hat{b} : razão entre o CV_g/CV; \hat{h}_m^2 : herdabilidade em nível de média de progênies.

As médias encontradas para os macronutrientes na análise conjunta (TABELA 6) seguem a mesma seqüência de teores das populações MG e GO. Os valores do CV apresentaram-se baixos, o que mostrou um bom controle experimental e uma boa confiabilidade nas estimativas dos parâmetros genéticos. Na maioria dos caracteres avaliados nas sementes de *D. alata* a distribuição da variação genética encontra-se dentro de populações, em média 72,40%, ficando abaixo do que foi apresentado por Moraes (1992), que avaliou caracteres quantitativos e izoenzimáticos em populações de *Myracrodruon urundeuva* e encontrou 96,3% da variabilidade genética dentro de populações. Gusson *et al.* (2005) também encontraram elevado percentual de variabilidade dentro de populações de *Eschweilera ovata* (97,9%). Tais resultados estão de acordo com Hamrick (1983) que cita o fato de que altos níveis de variabilidade genética dentro de populações têm

sido detectados para a maioria das espécies arbóreas temperadas e tropicais, avaliadas a partir de caracteres quantitativos e de dados de marcadores genéticos.

Com base nos fatores ecológicos que determinam a estrutura genética em populações de plantas (Loveless & Hamrick, 1984), esperava-se que as populações de *D. alata* tivessem valores maiores para a variabilidade genética dentro de populações. Esta expectativa pautava-se no fato da espécie em questão apresentar uma série de características ecológicas que favorecem o alto fluxo gênico entre populações e, portanto, altos níveis de variabilidade intrapopulacionais. Entre estas características pode-se citar: reprodução sexuada, alogamia, dispersão dos frutos via animais, com manutenção da integridade das sementes, flores hermafroditas polinizadas por abelhas e outros pequenos insetos (Melhen, 1972; Siqueira *et al.*, 1993; Carvalho, 1994; Pádua *et al.*, 1998; Macedo *et al.*, 2000; Durigan *et al.*, 2002).

Para os teores de P e Ca a variação genética foi maior entre populações do que dentro de populações. Tais resultados sugerem que estas variações entre populações sejam dadas por variação ambiental como é observado nos resultados do \hat{C}^2 , já que no solo do cerrado ocorrem altas variações no pH e na disponibilidade de nutrientes e água.

A variabilidade genética entre populações foi em média 27,60%, segundo Sebbenn *et al.* (2001),

valores maiores que 5% são encontrados quando são estudadas muitas populações, representando uma grande diversidade de habitats de ocorrência das espécies e/ou existem grandes diferenças na taxa de cruzamento entre populações. As populações naturais de *D. alata* estão isoladas por barreiras naturais como os rios que separam os Estados de suas ocorrências, e a distância entre as populações em estudo (TABELA 1).

TABELA 6 – Análise de variância conjunta e parâmetros genéticos para os caracteres nutricionais em sementes, envolvendo as três populações naturais de *Dipteryx alata*.

Caracteres	N (g.kg ⁻¹)	P (g.kg ⁻¹)	K (g.kg ⁻¹)	Ca (g.kg ⁻¹)	Mg (g.kg ⁻¹)	S (g.kg ⁻¹)	Zn (mg.kg ⁻¹)
Média	38,89	4,62	9,52	4,22	1,87	2,38	39,30
F	6,77**	154,14**	113,2**	8,16**	4,19**	38,62**	388,34**
CV (%)	3,08	1,58	9,45	7,92	4,87	3,28	1,69
ENTRE	0,0895	0,5305	0,2352	0,5278	0,1829	0,0425	0,3236
DENTRO	0,9105	0,4695	0,7648	0,4722	0,8171	0,9575	0,6764

4 CONCLUSÕES

1. As sementes das três populações naturais de *D. alata* estudadas apresentaram elevados teores dos macronutrientes nitrogênio, magnésio, fósforo potássio e o micronutriente zinco.
2. Existe variação genética significativa entre e dentro das populações, indicando a possibilidade de obter-se ganhos genéticos com a seleção.
3. A maior parte da diversidade genética encontra-se dentro das populações e as três populações naturais de *D. alata* apresentam diversidade genética potencial para a conservação *ex situ*, cuja amostragem deve ser feita dentro das populações, utilizando um grande número de árvores e sementes por árvores.

5 AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à CAPES, ao CNPq e à FUNUNESP pelo apoio financeiro. Ao Aguinaldo José Freitas Leal e seus pais (Campina Verde – MG); Rodrigo Rodrigues Bernardes Palazzo (Itarumã – GO)

e José Cambuim pelo apoio na coleta dos frutos. À Selma Maria Bozzite Moraes pelo apoio nas análises laboratoriais e a Profa. Dra. Ana Lilia Alzate Marin pelas sugestões ao trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABDALA, L. *et al.* Biochemical traits useful for the determination of genetic variation in a natural population of *Myracrodruon urundeuva*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 37, n. 7, p. 909-916, 2002.
- BOTEZELLI, L.; DAVIDE, A. C.; MALAVASI, M. M. Caracterização dos frutos e sementes de quatro procedências de *Dipteryx alata* Vogel (baru). **Cerne**, Lavras, v. 6, n. 1, p. 9-18, 2000.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. Departamento Nacional de Defesa Vegetal. Coordenação de Laboratório Vegetal. **Regras para análise de sementes**. Brasília, DF: Coordenação de Laboratório Vegetal, 1992. 365 p.

- CARVALHO, P. E. R. **Espécies florestais brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidade e uso da madeira.** Colombo: EMBRAPA-CNPQ; Brasília, DF: EMBRAPA-SPI, 1994. p. 199-204.
- DIAS, L. A. S.; KAGEYAMA, P. Y. Variação genética em espécies arbóreas e conseqüências para o melhoramento florestal. **Agrotropica**, Itabuna, v. 3, n. 3, p. 119-127, 1991.
- DURIGAN, G. *et al.* **Sementes e mudas de árvores tropicais.** São Paulo: Páginas & Letras, 2002. 65 p.
- GUSSON, E.; SEBBENN, A. M.; KAGEYAMA, P. Y. Diversidade e estrutura genética espacial em duas populações de *Eschweilera ovata*. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 67, p. 123-135, 2005.
- HAMRICK, J. L. Variation and selection in western montane species II. Variation within and between populations of white fir an elevational transect. **Theoretical and Applied Genetics**, Asheville, v. 47, p. 27-34, 1976.
- _____. The distribution of genetic variation within and among natural plant population. In: SCHONE-WALD-COX, C. M. *et al.* **Genetics and conservation.** Menlo Park: Benjamin Cummings, 1983. p. 335-348.
- KAGEYAMA, P. Y.; DIAS, I. S. Aplicação da genética em espécies florestais nativas. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, Campos do Jordão, 1982. **Anais... São Paulo: UNIPRESS, 1982.** p. 782-791. (**Silvic. S. Paulo**, São Paulo, v.16A, pt. 2, 1982, Edição especial).
- KAGEYAMA, P. Y. *et al.* Diversidade e autocorrelação genética espacial em populações de *Ocotea odorifera* (Lauraceae). **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 64, p. 108-119, 2003.
- LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil.** Nova Odessa: Plantarum, 1998. 368 p.
- LOVELESS, M. D.; HAMRICK, J. L. Ecological determinants of structure in plant populations. **Annual Review of Ecology and Systematics**, Palo Alto, v. 15, p. 65-95, 1984.
- MACEDO, M.; FERREIRA, A. R.; DA SILVA, C. J. Estudos da dispersão de cinco espécies-chave em um capão no Pantanal de Poconé, Mato Grosso. In: SIMPÓSIO SOBRE RECURSOS NATURAIS E SÓCIO-ECONÔMICOS DO PANTANAL, 3., Corumbá, 2000. Corumbá: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA-CPAP, 2000. p. 229-229.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. de. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações.** 2. ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319 p.
- MELHEM, T. S. **Fisiologia do desenvolvimento de *Dipteryx alata* Vog.:** contribuição ao seu estudo. 1972. 215 f. Tese (Doutorado) - Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- MORAES, M. L. T. **Variabilidade genética por isoenzimas e caracteres quantitativos em duas populações naturais de aroeira (*Myracrodruon urundeuva* F.F. & M.F. Allemão – Anacardiaceae (Syn: *Astronium urundeuva* (Fr. Allemão) Engler).** 1992. 139 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- PÁDUA, J. G. *et al.* Diversidade e estrutura genética de três procedências de baru (*Dipteryx alata* Vog.) por meio de RAPD. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UFLA - CICESAL, 11., Lavras, 1998. Lavras: CICESAL, 1998. p. 129.
- PIMENTEL-GOMES, F.; GARCIA, C. H. **Estatística aplicada a experimentos agrônômicos e florestais: exposição com exemplos e orientações para uso de aplicativos.** Piracicaba: FEALQ, 2002. 309 p.
- PIO CORRÊA, M. **Dicionário das plantas úteis do Brasil.** Rio de Janeiro, 1984. v. 2, 707 p.
- RAVEN, P. H.; EVERT, R. F.; EICHHORN, S. E. **Biologia vegetal.** 5. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Kooga: 1996. 728 p.
- RESENDE, M. D. V. **Genética biométrica e estatística no melhoramento de plantas perenes.** Brasília, DF: Embrapa: Informação Tecnológica, 2002. 975 p.
- SAS INSTITUTE. **SAS/STAT user's guide: version 6. 4. ed.** Cary, 1990. v. 2.

CANUTO, D. S. de O. *et al.* Variabilidade genética de populações naturais de *Dipteryx alata* Vog. por meio de caracteres nutricionais em sementes.

SEBBENN, A. M. Número de árvores matrizes e conceitos genéticos na coleta de sementes para reflorestamento com espécies nativas. **Rev. Inst. Flor.**, São Paulo, v. 14, n. 2, p. 115-132, 2002.

_____. *et al.* Estrutura genética em populações de *Tabebuia cassinoides*: implicações para o manejo florestal e a conservação genética. **Rev. Inst. Flor.**, São Paulo, v. 13, n. 2, p. 99-113, 2001.

SILVA, A. K.; EGITO, M. Rede de comercialização solidária de agricultores familiares e extrativismo do Cerrado: um novo protagonismo social. **Agriculturas**, Rio de Janeiro, v. 2, n. 2, p. 14-16, 2005.

SILVA, F. C. (Org.). **Manual de análise química de solos, plantas e fertilizantes**. Brasília, DF: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 1999. 370 p.

SILVA, S. **Frutos no Brasil**. São Paulo: Empresa das Artes, 1996. 233 p.

SIQUEIRA, C. M. F.; NOGUEIRA, J. C. B.; KAGEYAMA, P. Y. Conservação dos recursos genéticos *ex situ* do cumbaru *Dipteryx alata* Vog. – Leguminosae. **Rev. Inst. Flor.**, São Paulo, v. 5, n. 2, p. 231-243, 1993.

TAKEMOTO, E. *et al.* Composição química da semente e do óleo de baru (*Dipteryx alata* Vog.) nativo do Município de Pirenópolis, Estado de Goiás. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, São Paulo, v. 60, n. 2, p. 113-117, 2001.

TOGASHI, M. **Composição e caracterização química e nutricional do fruto do baru (*Dipteryx alata* Vog.)**. 1993. 108 f. Tese (Mestrado em Ciência da Nutrição) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

VALLILO, M. I. *et al.* Composição química da polpa e da semente do fruto do cumbaru (*Dipteryx alata* Vog.) – caracterização do óleo da semente. **Rev. Inst. Flor.**, São Paulo, v. 2, n. 2, p. 115-125, 1990.

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