

RELAÇÃO DAS ESTIMATIVAS GENÉTICAS DE POPULAÇÕES DE *Xylopia emarginata* Mart. COM CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DO SOLO

Peterson Jaeger¹, Dulcinéia de Carvalho²

(recebido: 12 de setembro de 2006; aceito: 22 de março de 2007)

RESUMO: A relação entre o meio biótico e abiótico reflete no conjunto de organismos vivos de um local, sendo que as interações entre genótipo e ambiente atuam de forma análoga, porém são de difícil mensuração. Desta forma, com o presente trabalho objetivou-se relacionar características químicas do solo com os níveis de heterozigosidade de três subpopulações de *Xylopia emarginata* Mart. Os resultados da análise genética demonstraram que a subpopulação 1 diferencia-se das demais, apresentando índice de fixação de Wright significativo (-0,389). Esta diferença também foi observada pela análise de componentes principais (*Principal Component Analysis-PCA*), em que a subpopulação 1 mostrou-se influenciada pelos teores de matéria orgânica (MO), alumínio (Al), capacidade de troca catiônica efetiva (t), pH 7,0 (T) e soma de hidrogênio e alumínio (H+Al), enquanto as subpopulações 2 e 3 foram influenciadas por pH, fósforo (P) e índice de saturação de bases (V). Da mesma forma, o alelo 1 de GDH-3, GTDH-3 e SDH-3 está diretamente relacionado com MO, Al, t, T e H+Al e, o alelo 2 de EST-1 e MDH-2 está inversamente relacionado ao pH, P e V. Conclui-se que, para as populações de *Xylopia emarginata* Mart. estudadas, as características químicas do solo exercem influência nos níveis de heterozigosidade.

Palavras-chave: Genética de populações, interação genótipo-ambiente, química do solo.

RELATION OF *Xylopia emarginata* Mart. POPULATION GENETIC ESTIMATIONS WITH SOIL CHEMISTRY CHARACTERISTICS

ABSTRACT: It is known that there is a relation between the biotic and abiotic environment and that this interaction reflects in the live organisms group of a place. The interactions between genotype and environment, also already recognized, act in an analog way, but in a difficult mensurable constation. In this way, the current research objectives relating soil Chemistry characteristics with the heterozygosity levels of three *Xylopia emarginata* Mart. subpopulations. The genetic analysis results demonstrated that the subpopulation 1 differs from other ones, showing significant Wright fixation index (-0.389), while non-significant values have been found in the subpopulations 2 and 3 (-0.105 and -0.209, respectively). This difference has also been observed by the *Principal Component Analysis (PCA)*, where the subpopulation 1 has been influenced by the tenors of organic material (MO), aluminum (Al), effective cationic change capacity (t), pH 7.0 (T) and sum of hydrogen and aluminum (H+Al), while the subpopulations 2 and 3 have been influenced by pH, phosphorus (P) and basis saturation index (V). In the same way, the allele 2 of EST-1 and MDH-2 are inversely related to pH, P and V and the allele 1 of GDH-3, SDH-3 and GTDH-3 directly related with MO, AL, t, T and H+Al. In studied populations of *Xylopia emarginata* Mart. the soil chemistry characteristics affected heterozygosity levels.

Key words: genotype-environment interaction, population genetics, soil chemistry.

1 INTRODUÇÃO

O conhecimento das relações das espécies arbóreas com os meios abiótico e biótico onde elas ocorrem possibilitam a conservação da biodiversidade de uma maneira mais adequada e eficiente. Além disso, este conhecimento pode ser útil para o uso sustentável dos recursos naturais. Neste contexto, não se deve desconsiderar a grande diversidade de ambientes existentes nas florestas tropicais. Esta diversidade pode acarretar o estabelecimento de genótipos em condições específicas, o que deve ser considerado na restauração de ambientes,

para que a função ecológica seja resgatada. Portanto, na restauração de uma área degradada, é importante considerar as características naturais das espécies, principalmente adaptativas, para que a restauração siga a estrutura e dinâmica das florestas tropicais (KAGEYAMA & GANDARA, 2000).

As análises da estrutura genética das populações têm sido voltadas para a caracterização dos níveis de diversidade (porcentagem de locos polimórficos, número de alelos por loco e heterozigosidade média) e a distribuição da variabilidade genética entre e dentro das populações. Essa estratégia teve início com a análise das estatísticas-F,

¹Engenheiro Florestal, Mestre, Professor da Universidade do Contestado – Rua Joaquim Nabuco, 314, 89400-000 – Porto União, SC – peterson_jaeger@yahoo.com.br

²Professora do Departamento de Ciências Florestais da Universidade Federal de Lavras/UFLA – Cx. P. 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – dulce@ufla.br

sendo que atualmente outras formulações são consideradas, como a análise de variância de frequências alélicas (WEIR, 1996) e a análise de variância molecular (EXCOFFIER et al., 1992). Entretanto, apesar de sua importância para o conhecimento da estrutura das populações, essas técnicas permitem apenas uma descrição geral da heterogeneidade existente. Portanto, segundo Sokal & Jacquez (1991), para um melhor entendimento dos processos que atuam em populações locais, são necessários estudos que contemplem os processos microevolutivos, por meio de autocorrelação e comparação de matrizes.

Em populações de plantas, os componentes da variação ambiental, principalmente características climáticas e de solo, são importantes para determinar padrões de variação fenotípica, tanto por norma de reação quanto por efeitos adaptativos, no sentido *darwiniano* (MORALES, 2000). Ou seja, os componentes da variação ambiental são fatores determinantes para que diversos caracteres, ou conjunto desses, expressem diferentes respostas biológicas (DOUGLAS & MATHEWS, 1992).

Vários autores formularam a hipótese de que a alta diversidade de espécies arbóreas tropicais seria o produto de especiação não adaptativa, resultante de endogamia e deriva genética, provocadas por baixas densidades de indivíduos coespecíficos e autofecundação predominante (FEDOROV, 1966). Essa hipótese, mais conhecida como hipótese de Fedorov, tem uma clara relação com a Teoria de Equilíbrio Instável de Wright (1932), em que a subdivisão de uma população em demes, havendo baixo fluxo gênico entre os mesmos, pode resultar em uma gradual diferenciação genética devido à deriva, levando a uma eventual especiação simpátrica (BAWA, 1992). Uma hipótese alternativa, a de equilíbrio em micronichos, estabelece que a diversidade de árvores tropicais é o resultado da adaptação das populações de espécies arbóreas a nichos bastante específicos, definidos por fatores bióticos e abióticos (BAWA, 1990). Essa hipótese já requer uma baixa endogamia e grandes tamanhos efetivos de população, com o modo de especiação sendo similar ao de uma diferenciação alopátrica de espécies predominantemente alógamas (EGUIARTE et al., 1992). Assim, dentre os fatores que podem levar à formação de estrutura espacial estão a diferenciação de um caráter,

em resposta a um gradiente ambiental e a heterogeneidade entre ambientes associada à homogeneidade dentro destes ambientes (GIUDICE NETO & KAGEYAMA, 2000).

Com o presente trabalho, objetivou-se correlacionar as características genéticas populacionais de três subpopulações de *Xylopia emarginata* Mart. com as características químicas do solo onde se encontra cada subpopulação, inferindo sobre a influência dos fatores ambientais na composição genética das populações da espécie.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Espécie e área estudadas

Xylopia emarginata Mart. é uma espécie pertencente à família Annonaceae, conhecida popularmente por pindaíba-do-brejo, apresentando altura entre 10 e 20 metros, tronco com 20 a 30 cm de diâmetro, copa pequena e piramidal, com folhas estreitas, luzidas e glabras, com 4 a 6 cm de comprimento (LORENZI, 1998). É uma planta perenifólia, heliófita, ocorrendo principalmente em formações secundárias de quase todas as formações florestais, porém sempre em terrenos alagadiços de beira de rios. Apesar de sua escassa produção de sementes viáveis é citada como espécie potencial para recuperação de áreas ciliares degradadas (LORENZI, 1998). A ocorrência natural de *X. emarginata* é registrada no Distrito Federal (RATTER, 1971), no Mato Grosso (OLIVEIRA-FILHO, 1989), no triângulo mineiro (SCHIAVINI, 1992), e desde a Bahia até São Paulo (LORENZI, 1998).

A região de estudo está localizada a 14 Km da sede do município de Itumirim (MG), sob as coordenadas S 21°21'42,8" e W 44°46'05,2". A área de estudo caracteriza-se pela presença de matas de galeria, que apresentam limites bem definidos com uma formação não florestal (campo limpo), com altitude média de 1000 m e eventualmente interrompida por afloramentos rochosos, que originam pequenas quedas d'água.

Três subpopulações foram analisadas, sendo cada uma o resultado de uma interrupção natural da vegetação ao longo do curso d'água, a qual dá lugar a afloramentos rochosos, característicos do local. Dessa forma, a partir do local de maior altitude, as subpopulações foram denominadas SP1, SP2 e SP3 (Figura 1 e 2).

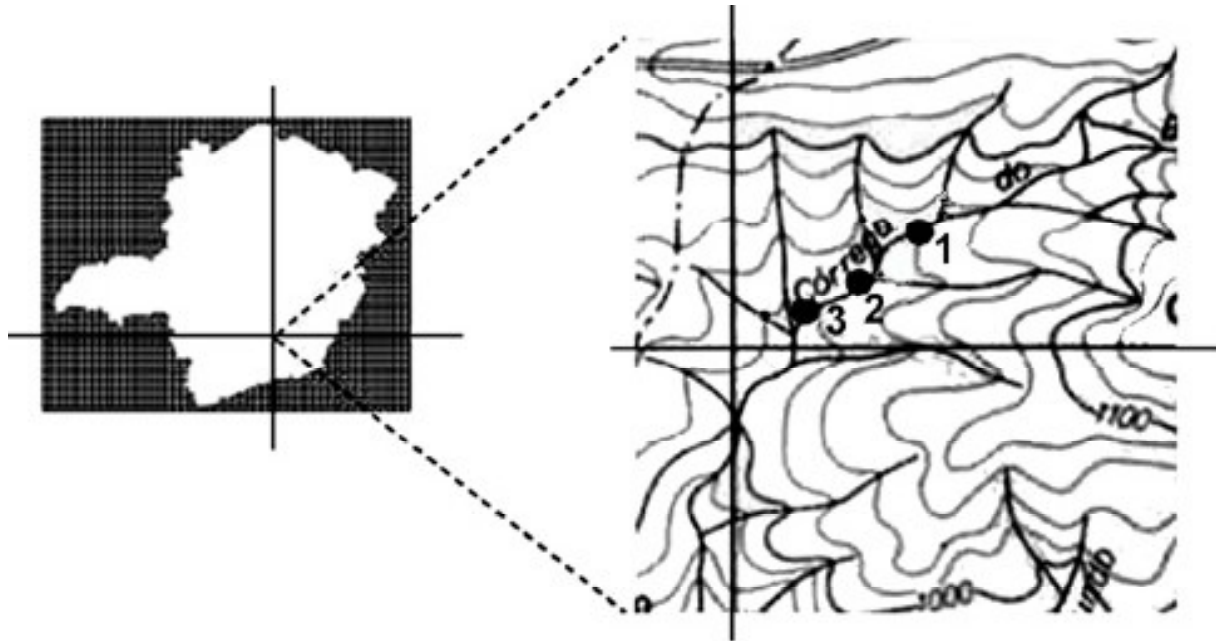


Figura 1 – Localização da população de *Xylopia emarginata* Mart. estudada no Estado de Minas Gerais.

Figure 1 – Localization of *Xylopia emarginata* Mart. population studied in Minas Gerais State.

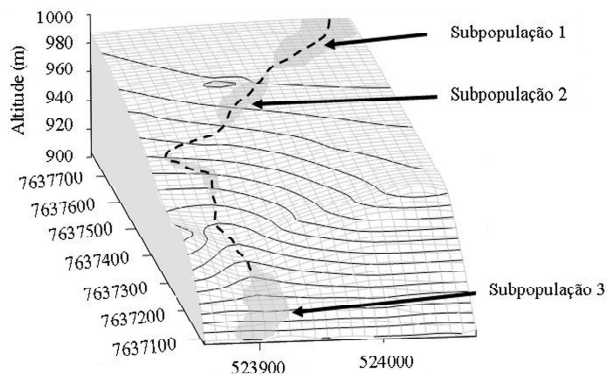


Figura 2 – Localização das subpopulações de *Xylopia emarginata* Mart. estudadas e sua relação com a topografia local.

Figure 2 – Localization of *Xylopia emarginata* Mart. subpopulations studied and its relation with the local topography.

2.2 Amostragem

A amostragem foi de acordo com Martins (1993), sendo coletados, por quadrante, dois indivíduos de *X.*

emarginata de maior altura e fisicamente próximos. A altura média dos indivíduos foi de 9,26 m. Esta metodologia foi utilizada em virtude da pequena área de mata de galeria, que não permitiu atingir um número amostral de acordo com o recomendado para trabalhos de estrutura genética de populações. O número de árvores amostradas em cada subpopulação consta na Tabela 1.

Em cada ponto quadrante foi coletada uma amostra mista de solo composta à profundidade de 0 a 20 cm, sendo que cada parte foi coletada em um raio mínimo de 1 metro do centro do ponto amostral, em cada quadrante. Considerou-se, ainda, as variações existentes nos locais de coleta, tais como a proximidade do curso d'água e elevação do terreno, caracterizando o nível de influência da água sobre a área. Os pontos quadrantes foram dispostos sistematicamente, dentro de cada população, distantes a 20 m entre si e acompanhando o curso d'água.

2.3 Caracterização genética

Para a caracterização genética, amostras foliares foram utilizadas para extração das aloenzimas. Utilizou-se a proporção de 0,5 g de material vegetal para 1,5 mL de solução extratora (ALFENAS et al., 1998). Após a maceração, o produto foi centrifugado e o sobrenadante

aplicado ao suporte de géis de poliacrilamida, composto pelo gel de concentração (4,5%) e de separação (12,5%). Procedeu-se, então, a aplicação de corrente elétrica proporcionando a migração das aloenzimas. A revelação das aloenzimas seguiu o protocolo descrito por Alfenas et al. (1998) e os sistemas enzimáticos utilizados foram beta-esterase (β -EST), glucose desidrogenase (GDH), glutamato desidrogenase (GTDH), malato desidrogenase (MDH), peroxidase (PO) e sorbitol desidrogenase (SDH).

As frequências alélicas foram obtidas pelo *software* BIOSYS 2 (SWOFFORD & SELANDER, 1997), por meio da contagem direta do número de um dado alelo por loco, dividido pelo número total de alelos naquele loco. A partir das frequências alélicas foram obtidos os seguintes índices de diversidade genética: número médio de alelos por loco (\hat{A}), porcentagem de locos polimórficos (\hat{p}), heterozigosidade média observada (\hat{H}_o) e heterozigosidade média esperada (\hat{H}_e) de acordo com as proporções de Hardy-Weinberg. Os índices de diversidade foram obtidos com o auxílio do *software* GDA – *Genetics Data Analysis* (LEWIS & ZAYKIN, 1999).

2.4 Caracterização edáfica

As análises de fertilidade e a granulometria foram realizadas no Departamento de Ciências dos Solos/UFLA, seguindo o padrão adotado por este. Foram medidas 14 variáveis químicas do solo, constantes na Tabela 3, as quais foram tomadas como parâmetros para análise, por meio da média dos pontos amostrais para cada sub-população, sendo estas aplicadas ao Teste de Tukey.

A correlação entre dados genéticos e edáficos foi realizada pela análise de componentes principais – PCA

– utilizando-se do *software* PC-ORD for Windows versão 4.14. A PCA consiste numa combinação linear das “m” variáveis originais em “n” novas variáveis, de tal modo que o primeiro componente seja responsável pela maior variação possível no conjunto de dados original, o segundo pelo maior possível restante e assim sucessivamente até que toda a variação tenha sido explicada (LOPES, 2001).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Caracterização genética

As estimativas da heterozigosidade média observada foram maiores que as esperadas em todas as subpopulações (Tabela 1). As subpopulações não apresentaram diferenças em relação à heterozigosidade observada. As subpopulações apresentaram valores de fixação negativos, sendo o maior índice encontrado na subpopulação 1 (-0,389). Nas subpopulações 2 e 3, os valores foram -0,105 e -0,209 e, conforme intervalo de confiança, encontram-se nas proporções de Hardy-Weinberg.

Os valores da divergência estimados entre as subpopulações, quando tomadas duas a duas (Tabela 2), mostraram que as subpopulações 2 x 3 (0,006) não apresentaram valores significativos, podendo inferir-se sobre a existência de similaridade genética entre estas subpopulações. O valor da divergência genética ($\hat{\theta}_p$) encontrado pode ser considerado médio, levando em conta os resultados obtidos para outras espécies arbóreas, conforme citados por Eguiarte et al. (1993), Hamrick et al. (1993), Moraes (1997), Oliveira (2000), Paiva (1992), Póvoa (2002) e Reis (1996).

Tabela 1 – Estimativa do índice de fixação de Wright (\hat{f}), heterozigosidade observada (\hat{H}_o) e heterozigosidade esperada (\hat{H}_e) das subpopulações 1, 2 e 3 de *Xylopia emarginata* Mart.. SP – subpopulação. () desvio padrão; n – tamanho populacional.

Table 1 – Wright fixation index (\hat{f}), observed heterozygosity (\hat{H}_o) and gene diversity (\hat{H}_e) of the subpopulations 1, 2 and 3 of *Xylopia emarginata* Mart. SP – subpopulation. () standard deviation; n – population size.

	SP1	SP2	SP3
\hat{f}	-0,389 [-0,578 a -0,125]	-0,105 [-0,343 a 0,219] ^{ns}	-0,209 [-0,396 a 0,008] ^{ns}
\hat{H}_o	0,566 (0,074)	0,377 (0,060)	0,476 (0,057)
\hat{H}_e	0,411 (0,024)	0,342 (0,031)	0,399 (0,028)
n	29	24	10

Tabela 2 – Estimativa do índice de estrutura genética ($\hat{\theta}_p$) para as subpopulações de *Xylopia emarginata* Mart. comparadas duas a duas. [] intervalo de confiança.

Table 2 – Genetic divergence among subpopulations ($\hat{\theta}_p$) for *Xylopia emarginata* Mart., compared by pairs. [] confidence interval.

Interações entre subpopulações	$\hat{\theta}_p$
1 e 2	0,063 [0,014 a 0,114]
1 e 3	0,070 [0,008 a 0,141]
2 e 3	0,006 [-0,027 a 0,016] ^{ns}

3.2 Caracterização edáfica

Os resultados da análise química do solo em cada subpopulação são apresentados na Tabela 3. Observou-se que os valores de SB, K e P-rem não apresentaram diferenças entre as subpopulações, enquanto que os valores de Ca, Al, H+Al, V, T e m, foram diferentes entre as subpopulações. Somente o Ca teve comportamento diferenciado, sendo que ao longo do gradiente topográfico o V aumentou e os demais elementos decresceram. Os níveis de Mg, P, MO, pH e (t) foram diferentes sempre em uma das subpopulações, não tendo nenhum comportamento diferenciado em função do gradiente topográfico.

Entre as 14 variáveis químicas do solo analisadas somente nove contribuíram para a ordenação das parcelas (Figura 3). Apenas o primeiro eixo apresentou elevado autovalor (“*eigenvalue*”), sendo assim o único com informação suficiente para ordenação das parcelas, explicando 85% dos dados.

Segundo a PCA, a ordenação gerada com dados de solos relacionados com as subpopulações mostrou um gradiente indicando a SP1 em um dos extremos, influenciada por matéria orgânica (MO), alumínio (Al), capacidade de troca catiônica efetiva (t) e em pH 7,0 (T) e soma de hidrogênio e alumínio (H+Al). No outro extremo teve-se a SP2 e SP3, influenciadas por pH, fósforo (P) e índice de saturação de bases (V). Ressalta-se que pela PCA, parcelas opostas ao sentido das variáveis também são afetadas por estas, mas em sentido inverso. Portanto, na medida em que se desloca em direção à SP2 e SP3, a partir de SP1, o teor de matéria orgânica, T, H+Al e Al diminui, e o valor do pH, P e V aumenta.

Tabela 3 – Comparação entre as características químicas do solo, segundo o teste F, em subpopulações de *Xylopia emarginata* Mart.

Table 3 – Comparison among soil chemicals characteristics, by F test, in *Xylopia emarginata* Mart. subpopulations.

	SP 1	SP 2	SP 3
pH	4,63a	5,13 b	5,34 b
P	1,42ab	1,24 a	2,04 b
K	30,90a	33,29 a	34,20 a
Ca	0,30ab	0,28 ab	0,40 ac
Mg	0,11a	0,25 b	0,14 ab
Al	1,33a	0,79 b	0,54 c
H+Al	11,51a	5,97 b	3,08 c
SB	0,51a	0,56 a	0,66 a
(t)	1,84a	1,34 b	1,20 b
T	12,02a	6,10 b	3,72 c
V	5,50a	10,08 b	17,04 c
m	71,40a	60,75 b	46,20 c
MO	3,25a	2,00 b	1,24 b
P-rem	41,85a	38,80 a	36,44 a

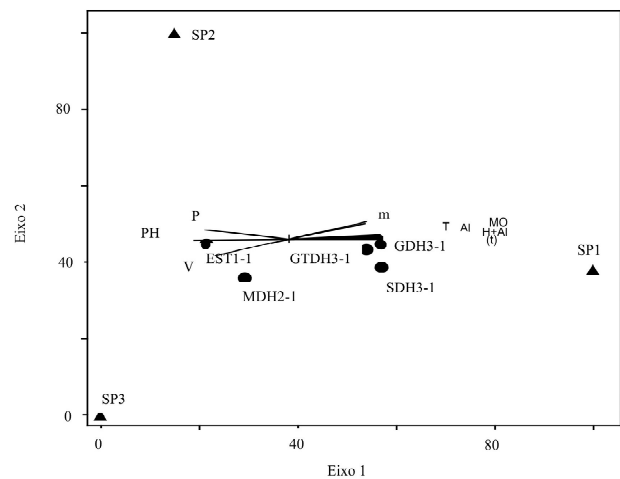


Figura 3 – Ordenação de parcelas e freqüências alélicas baseado em características químicas do solo, segundo análise de componentes principais (PCA).

Figure 3 – Ordination graph of plots and alelic frequencies based in soil chemical characteristics, by principal components analysis (PCA).

O ordenamento das variáveis do solo com variáveis genéticas (frequências alélicas), mostra que o alelo 1 dos locos EST-1 e MDH-2 estão orientados segundo os teores de pH, fósforo e saturação de bases. Considerando o caráter de complementaridade desses alelos dentro de seus respectivos locos, tem-se que o alelo 2 de EST-1 e MDH-2 estão inversamente relacionados pela características acima citadas, bem como o alelo 1 de GDH-3, SDH-3 e GTDH-3, os quais demonstraram estar relacionados com matéria orgânica (MO), alumínio (Al), capacidade de troca catiônica efetiva (t) e em pH 7,0 (T) e soma de hidrogênio e alumínio (H+Al).

Alguns estudos, como o de Jerep et al. (2002) e Telles et al. (2001) tem relatado a influência do ambiente em características das plantas, sugerindo uma adaptação dos genótipos às condições do ambiente. Telles et al. (2001) observaram que os fenótipos de árvores de *Eugenia dysenterica* são influenciados pelo tipo de solo onde a população se encontra, independentemente da sua distribuição espacial e da divergência genética, o que sugere um processo adaptativo ou uma resposta por norma de reação às variações ambientais nessas subpopulações. Também foram encontradas em *Parapiptadenia rigida*, sob alagamento parcial, alterações morfoanatômicas e funcionais, que proporcionam a oxigenação das raízes e o metabolismo aeróbio e evitam a dessecação decorrente da queda na taxa de absorção (JEREP et al., 2002). Somente 60% das plantas sujeitas ao alagamento total da parte aérea sobreviveram. Assim, é possível propor que o alagamento esteja, ao longo do tempo, selecionando os genótipos relacionados às características que conferem tolerância, mas, principalmente, os relacionados à retomada do crescimento após o término do alagamento. Esta situação levaria à diferenciação genética entre as subpopulações sujeita e não sujeita ao alagamento (JEREP et al., 2002). Comparativamente, em *Xylopia emarginata* observou-se uma divisão em dois grupos, sendo um deles formado pelas subpopulações 2 e 3 e outro pela subpopulação 1. No primeiro grupo, localizado em solo onde o fósforo, o índice de saturação de bases e o pH apresentam maiores valores, existe a tendência de predominância dos alelos EST1-1 e MDH2-1, bem como a condição de equilíbrio de Hardy-Weinberg (EHW). No segundo grupo, onde as características do solo, acima citadas tendem a ser menores, observa-se como característica o excesso de heterozigotos. Ao contrário dos trabalhos de Jerep et al. (2002) e Telles et al. (2001), o perfil encontrado em *X. emarginata* não demonstra alterações morfoanatômicas, podendo-se inferir

que a manutenção das subpopulações estudadas em condições diferentes de solo se dá por processos fisiológicos.

Este fato demonstra que o conhecimento da composição genética populacional é de suma importância, seja para conservação da variabilidade genética da espécie, seja para a escolha de matrizes para recuperação de áreas degradadas. A definição para tais práticas dar-se-ia pela análise das características químicas do solo, delimitando assim, qual o conjunto de genótipos mais adequado para a produção de mudas e posterior plantio.

4 CONCLUSÕES

Geneticamente a SP1 diferenciou-se das demais, caracterizada pelo excesso de heterozigotos, enquanto que a SP2 e SP3 encontram-se em equilíbrio de Hardy-Weinberg (EHW). Comparando com os dados de solo, o perfil genético supracitado apresentou compatibilidade com os valores de pH, (t) e MO, ou seja, onde há EHW existe igualdade estatística entre os níveis encontrados para essas variáveis químicas. Ainda, observou-se a ocorrência distinta dos alelos EST1-1 e MDH2-1 em solos com baixos teores de matéria orgânica, alumínio e capacidade de troca catiônica. Sugere-se, desta forma, que as características químicas do solo interferem na frequência alélica das populações de *X. emarginata* e, conseqüentemente, em sua estrutura genética populacional.

5 AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq, pela concessão das bolsas de Mestrado e Produtividade em Pesquisa concedida ao primeiro e segundo autor, respectivamente. Agradecem a todos que, de alguma forma, participaram na realização deste trabalho.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALFENAS, C. A. et al. **Eletroforese de proteínas e isoenzimas afins**: fundamentos e aplicações em plantas e microorganismos. Viçosa: UFV, 1998. 574 p.
- BAWA, K. S. Mating systems, genetic differentiation and speciation in tropical rain forest plants. **Biotropica**, [S.l.], v. 24, p. 250-255, 1992.
- BAWA, K. S. Plant pollinator interactions in tropical rain forests. **Annual Review of Ecology and Systematics**, Palo Alto, v. 21, p. 399-422, 1990.

- DOUGLAS, M. E.; MATHEWS, W. J. Does morphology predict ecology?: hypothesis testing within freshwater stream fish assemblage. **Oikos**, Copenhagen, v. 65, p. 213-224, 1992.
- EGUIARTE, L. E.; PEREZ-NASSER, L.; PIÑERO, D. Genetic structure, outcrossing rate and heterosis in *Astrocaryum mexicanum* (tropical palm): implications for evolution and conservation. **Heredity**, [S.l.], v. 69, p. 217-228, 1993.
- EXCOFFIER, L.; SMOUSE, P. E.; QUATTRO, J. M. Analysis of molecular variance inferred from metric distances among DNA haplotypes: application to human mitochondrial DNA data. **Genetics**, Bethesda, v. 131, p. 479-491, 1992.
- FEDOROV, A. A. The structure of the tropical rain forest and speciation in the humid tropics. **Journal of Ecology**, Oxford, 1966.
- GIUDICE NETO, J. D.; KAGEYAMA, P. Y. Estrutura genética espacial em populações naturais de *Machaerium villosum* Vog. (Leguminosae) na região de Moji-Guaçu, SP, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 23, n. 2, p. 207-215, jun. 2000.
- HAMRICK, J. L.; MURAWSKI, D. A.; NASON, J. D. The influence of seed dispersal mechanisms on the genetic structure of tropical tree populations. **Vegetation**, Dordrecht, v. 107/108, p. 281-297, June 1993.
- JEREP, F. C.; SILVA, D. C. G.; MEDRI, M. E.; RUAS, P. M.; RUAS, C. F.; MOREIRA, R. M. P.; GALLO, M. C. C. Tolerância ao alagamento e caracterização genética de populações de *Parapiptadenia rigida* Benth. Brennan (Leguminosae) nativas de mata ciliar. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GENÉTICA, 48., 2002, Águas de Lindóia, SP. **Anais... Águas de Lindóia**: [s.n.], 2002.
- KAGEYAMA, P. Y.; GANDARA, F. B. Recuperação de áreas ciliares. In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO-FILHO, H. F. **Matas ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo: [s.n.], 2000. p. 249-269.
- LEWIS, P. O.; ZAYKIN, D. **GDA genetic data analysis**: version 1.0 (d12) for Windows. Albuquerque: The University of New Mexico, 1999. 39 p.
- LOPES, L. F. D. **Análise de componentes principais aplicada à confiabilidade de sistemas complexo**. 2001. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2001.
- LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual para identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil**. Nova Odessa: Plantarum, 1998.
- MARTINS, F. R. **Estrutura de uma floresta mesófila**. Campinas: Unicamp, 1993. 243 p.
- MORAES, P. L. R. **Estrutura genética de populações de *Cryptocaya moschata* Nees e *Martius Ex Nees* (Lauraceae)**. 1997. 190 f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas/Biologia Vegetal) - Universidade Estadual de São Paulo, Rio Claro, 1997.
- MORALES, E. Estimating phylogenetic inertia in *Tithonia* (Asteraceae): a comparative approach. **Evolution**, Lawrence, v. 54, n. 2, p. 475-484, 2000.
- OLIVEIRA, A. F. **Estrutura genética de populações naturais de *Copaifera langsdorffii* Desf. a partir de isoenzimas**. 2000. 114 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2000.
- OLIVEIRA-FILHO, A. T. Composição florística e estrutura comunitária da floresta de galeria do córrego da Paciência, Cuiabá (MT). **Acta Botânica Brasílica**, São Paulo, v. 3, n. 1, p. 91-112, jan./abr. 1989.
- PAIVA, J. R. **Variabilidade isoenzimática em populações naturais de seringueira [*Hevea brasiliensis* (Willd. Ex. ADR. De Juss.) Muell. Arg.]**. 1992. 142 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 1992.
- PÓVOA, J. S. R. **Distribuição da variabilidade genética de *Cedrela fissilis* Vell., em fragmentos florestais, no sul de Minas Gerais, por meio de isoenzimas**. 2002. 95 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2002.
- RATTER, J. A. **Notas sobre a vegetação da fazenda Água Limpa (Brasília-DF)**. Brasília, DF: UnB, 1971. (Coleção textos universitários, 3).
- REIS, M. S. **Distribuição e dinâmica da variabilidade genética em populações naturais de palmeiro (*Euterpe edulis*)**. 1996. 209 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Genética e Melhoramento de Plantas) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 1996.

SCHIAVINI, I. **Estrutura de comunidades arbóreas de mata de galeria da Estação Ecológica do Panga (Uberlândia-MG)**. 1992. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Campinas, Campinas, 1992.

SOKAL, R. R.; JACQUEZ, G. M. Testing inferences about microevolutionary processes by means of spatial autocorrelation analysis. **Evolution**, Lawrence, v. 45, p. 152-168, 1991.

SWOFFORD, D. L.; SELANDER, R. B. **Biosys-2, a computer program for the analysis of allelic variation in population genetics and biochemical systematics**. Urbana: University of Illinois, 1997.

TELLES, M. P. C.; SILVA, R. S. M.; CHAVES, L. J.; COELHO, A. S. G.; DINIZ FILHO, J. A. F. Divergência entre subpopulações de cagaiteira (*Eugenia dysenterica*) em resposta a padrões edáficos e distribuição espacial. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 11, p. 1387-1394, nov. 2001.

WEIR, B. S. **Genetic data analysis II: methods for discrete population genetic data**. Sunderland: Sinauer Associates, 1996. 445 p.

WRIGHT, S. The roles of mutation, inbreeding, cross-breeding, and selection in evolution. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF GENETICS, 6., 1932. **Proceedings...** [S.l.: s.n.], 1932. v. 1, p. 356-366.