

## DIVERSIDADE GENÉTICA EM POPULAÇÕES DE CAJAZEIRA (*Spondias mombin* L.) NO ESTADO DE PERNAMBUCO \*

Edson Ferreira da Silva<sup>1</sup>, Visêldo Ribeiro de Oliveira<sup>2</sup>, Luiza Suely Semen Martins<sup>3</sup> & Wellington Ferreira do Nascimento<sup>4</sup>

### Introdução

A espécie *Spondias mombin* L. é uma árvore frutífera da família Anacardiaceae, que pode alcançar até 25 m de altura. O gênero *Spondias* tem 18 espécies, das quais nove ocorrem na Ásia e Oceania e nove nos neotrópicos. No Brasil esta espécie é encontrada em várias regiões em diferentes tipos de vegetação, com maior ocorrência na Mata Atlântica e Floresta Amazônica (Silva & Silva, 1995) sendo vulgarmente conhecida como cajá no Nordeste, cajá-mirim no Sul e taperebá no Amazonas (Corrêa, 1984).

Economicamente, *S. mombin* destaca-se por apresentar frutos suculentos com alta concentração de vitamina C, os quais são amplamente consumidos *in natura* e principalmente utilizados na fabricação de polpas, geléias, sucos e sorvetes. Além disso, as folhas da cajazeira são utilizadas na indústria farmacêutica, por possuírem propriedades antibacterianas (Silva & Silva, 1995).

A exploração da cajazeira no Brasil é realizada basicamente de modo extrativista (Silva & Silva, 1995). No Estado de Pernambuco esta espécie encontra-se distribuída em ambientes antrópicos como margens de estradas, canaviais e quintais na Zona da Mata do Estado. No Agreste e no Sertão a espécie é menos freqüente ocorrendo principalmente em quintais e margens de estradas. Apesar de ser pouco estudada, a espécie tem grande potencial para exploração econômica, principalmente na região Nordeste, onde as condições edafo-climáticas são adequadas para o cultivo em escala comercial. Os recursos genéticos da cajazeira são de extrema importância e a sua caracterização fornece subsídios para exploração e conservação. Segundo Brown & Moran (1981), para avaliar os recursos genéticos de uma espécie são necessárias informações da estrutura genética de suas populações, que envolvem as medidas de diversidade genética dentro e entre populações.

Neste trabalho utilizou-se polimorfismo de isoenzimas para estudar a diversidade genética de populações de cajazeiras (*S. mombin*) da Zona da Mata do Estado de Pernambuco para comparar com a Coleção de Germoplasma mantida na Estação Experimental de Itambé, da Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária (IPA), visando gerar subsídios para a preservação e a exploração da variabilidade genética em programas de melhoramento genético.

<sup>1</sup> Professor Dr., Departamento de Biologia, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Rua Dom Manoel de Medeiros, s/n, Recife, 52171-900, Brasil; [edson@db.ufrpe.br](mailto:edson@db.ufrpe.br)

<sup>2</sup> Pesquisador Dr., Embrapa Semi-Árido. BR 428 Km 152, Zona Rural, 56302-970, Petrolina, PE - Caixa-Postal: 23.

<sup>3</sup> Professora Dr<sup>a</sup>., Departamento de Biologia, Universidade Federal Rural de Pernambuco.

<sup>4</sup> Aluno de mestrado em Melhoramento Genético de Plantas – UFRPE

\* Com apoio financeiro CNPq/Facepe - programa Primeiros Projetos

## Material e Métodos

Plantas da Coleção de Germoplasma da Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária (IPA), localizada na Estação Experimental de Itambé (CG-IPA) representando três regiões da Zona da Mata do Estado de Pernambuco constituíram as quatro populações utilizadas neste trabalho. As três populações naturais foram denominadas de Muribeca, Itamaracá e Mata Sul. As duas primeiras localizam-se, respectivamente, no bairro de Muribeca; no município de Jaboatão dos Guararapes, Ilha de Itamaracá e a última foi composta por indivíduos que ocorrem em canaviais, quintais e em margens de estradas na região sul da Zona da Mata. Na população CG-IPA foram amostrados todos os 33 indivíduos que compõem a coleção, e nas populações Muribeca, Itamaracá e Mata Sul foram amostrados, respectivamente, 20, 32 e 32 indivíduos adultos bem estabelecidos, de modo aleatório, visando representar a variabilidade da área amostrada.

As amostras foram constituídas de folhas jovens, para o estabelecimento de um protocolo para a realização de eletroforese isoenzimática e análise genética em laboratório. Utilizou-se eletroforese horizontal, conduzida em meio suporte de gel de amido (penetrose 30) na concentração de 13%. Os sistemas tampão gel/eletrodo utilizados foram TC (Tris Citrato, pH 7,5), TCB (Tris Citrato Borato, pH 7,5) e LB (Lítio Borato, pH 8,5). Ao término da corrida, as placas foram retiradas da cuba e os géis removidos das placas de vidro e fatiados. As fatias foram submetidas à coloração de enzimas específicas até o aparecimento das bandas, segundo protocolos estabelecidos por Alfenas *et al.* (1998).

Após serem testados 12 sistemas enzimáticos, nove foram escolhidos: peroxidase (PO), fosfatase ácida (ACP), Alfa-esterase ( $\alpha$ -EST), glutamato oxaloacetato transaminase (GOT), glucose desidrogenase (GLUDH), álcool desidrogenase (ADH), fosfatase alcalina (ALP), malato desidrogenase (MDH) e superóxido dismutase (SOD). A interpretação de cada sistema enzimático foi realizada conforme Alfenas *et al.* (1998).

A variabilidade genética foi caracterizada a partir das estimativas de frequências alélicas e dos índices de diversidade (heterozigosidade esperada  $\hat{H}_e$  e observada  $\hat{H}_o$ , porcentagem de locos polimórficos (P) e número médio de alelos por loco ( $\hat{A}$ ). Para estas estimativas, foi empregado o programa computacional BIOSYS-1 (Swofford & Selander 1989) que fornece ainda índices de fixação de acordo com estatísticas F de Wright (1965).

## Resultados e Discussão

Analisou-se 22 alelos de nove locos obtidos de nove sistemas enzimáticos, Po, Acp, Est, Got, Gludh, Adh, Alp, Mdh e Sod. As frequências alélicas variaram desde altas, como no caso do alelo A, do loco Got na população Itamaracá (0,789), até muito baixa (0,069), como no caso do alelo B, do loco Glu na população Muribeca.

Em nenhuma das populações estudadas observou-se perda de alelos. Isto provavelmente deve-se a disseminação homogênea da espécie, por ocasião da ocupação humana na referida região e também à atuação de coletores extrativistas pode ter favorecido o fluxo gênico por disseminação de sementes. Deve-se considerar ainda que, por se tratar de uma espécie arbórea, de ciclo longo, o tempo decorrido a partir da disseminação da espécie na região pode não ter sido suficiente para que houvesse perda de alelos decorrente da atuação de mecanismos dispersivos como deriva genética e seleção natural.

Para Souza *et al.* (2004), as maiores probabilidades de perda de alelo ocorrem para alelos raros ou de baixa frequência, enquanto os alelos comuns possuem maior probabilidade de serem fixados. Segundo Crow & Kimura, (1970) e Young *et al.* (1996), a intensidade dos efeitos da deriva genética é inversamente proporcional ao tamanho populacional, sendo as populações pequenas mais vulneráveis. Tal fator leva à flutuação não aleatória nas frequências alélicas e, conseqüentemente, fixação e/ou perda de alelos quando ocorre seleção, o que não foi observado nas populações de *S. mombin* estudadas.

Com base na utilização do teste de qui-quadrado ( $\chi^2$ ) para os nove locos em relação ao equilíbrio de Hardy-Weinberg (EHW) verificou-se que apenas dois locos (Est e Adh) encontram-se em equilíbrio nas quatro populações estudadas (Tabela 1). Verifica-se, pela mesma tabela, que para as populações CG-IPA, Muribeca e Itamaracá a maioria dos locos encontra-se em desequilíbrio. Já a população Mata Sul apresentou cinco locos em equilíbrio e quatro em desequilíbrio. Estes resultados indicam a atuação de efeitos não aleatórios nas frequências alélicas, seja deriva genética ou seleção, em todas as populações estudadas. Sendo a população Mata Sul a menos afetada, por apresentar apenas quatro locos em desequilíbrio. O maior número de locos em equilíbrio observado na população Mata Sul pode também ter sido decorrente da amostragem que foi feita em uma área mais abrangente, e isso normalmente reduz a probabilidade de amostrar indivíduos aparentados.

Tabela 1 – Resumo dos resultados do teste de Qui-quadrado ( $\chi^2$ ) para o Equilíbrio de Hardy-Weinberg em nove loci nas quatro populações de *Spondias mombin* estudadas

Locus	Populações							
	CG-IPA		Muribeca		Itamaracá		Mata Sul	
	GL	$\chi^2$	GL	$\chi^2$	GL	$\chi^2$	GL	$\chi^2$
Po	3	16,021*	3	9,713*	3	12,090*	3	13,273*
Acp	3	8,699*	3	23,233*	3	14,940*	3	13,144*
Est	1	0,000 <sup>ns</sup>	1	0,000 <sup>ns</sup>	1	1,052 <sup>ns</sup>	1	0,049 <sup>ns</sup>
Got	1	28,940*	1	25,145*	1	14,341*	1	25,070*
Glu	3	16,682*	3	21,974*	3	10,156*	3	4,162 <sup>ns</sup>
Adh	1	0,851 <sup>ns</sup>	1	0,232 <sup>ns</sup>	1	1,605 <sup>ns</sup>	1	0,000 <sup>ns</sup>
Alp	3	13,077*	3	18,829*	3	11,987*	3	10,424*
Mdh	1	4,949*	1	1,067 <sup>ns</sup>	1	0,681*	1	0,223 <sup>ns</sup>



Sod            1            0,005<sup>ns</sup>            1            6,723\*            1            1,052<sup>ns</sup>            1            0,019<sup>ns</sup>

P < 0,05, ns = not significant

Foi observado 100% de locos polimórficos para todas as populações e o número médio de alelos por loco foi de 2,4, (Tabela 2). A heterozigosidade média observada ( $H_o$ ) variou de 0,572 a 0,735 e a heterozigosidade esperada ( $H_e$ ), que corresponde à diversidade genética das populações, variou de 0,530 a 0,574 (Tabela 2). Esses valores são superiores à média relatada por Hamrick e Godt (1990) para espécies tropicais e similares aos obtidos por Kageyama et al. (2003) para seis espécies arbóreas tropicais. O maior índice de diversidade genética  $\hat{H}_e$  foi observado na população Itamaracá (0,735) e o menor na população CG-IPA (0,572). A menor diversidade observada na população CG-IPA em relação às demais (Muribeca, Itamaracá e Mata Sul), provavelmente, deve-se à estratégia de coleta para estabelecimento desta coleção. Pois segundo Ledman (2006)\*, na ocasião da coleta dos germoplasmas para implantação da referida coleção, buscou-se coletar indivíduos que representassem a diversidade fenotípica local, porém considerando-se as boas características comerciais dos frutos, o que pode ter restringido a variabilidade para outras características.

Tabela 2 - Índices de diversidade e fixação alélica nas populações de *Spondias mombin* estudadas no Estado de Pernambuco

Populações	Número médio de alelos por locos ( $\hat{A}$ )	% de locus polimórficos (P)	heterozigose média		Índice de fixação médio $f$
			Observada $\hat{H}_o$	Esperada $\hat{H}_e$	
<b>CG-IPA</b>	2,4	100,0	0,572	0,530	-0,08
	(0,2)		(0,115)	(0,026)	
<b>Muribeca</b>	2,4	100,0	0,701	0,539	-0,30
	(0,2)		(0,109)	(0,025)	
<b>Itamaracá</b>	2,4	100,0	0,735	0,538	-0,37
	(0,2)		(0,109)	(0,030)	
<b>Mata Sul</b>	2,4	100,0	0,650	0,574	-0,32
	(0,2)		(0,108)	(0,028)	

Apesar da maioria das plantas estarem em áreas antrópicas, as mesmas tem sido preservadas pelas comunidades, principalmente visando à coleta extrativista de frutos. Os índices médios de fixação alélica ( $f$ ) foram negativos todas as quatro populações (Tabela 2). Valores negativos para índice de fixação indicam ausência de endogamia nas populações.

\* Lederman, I. E. – Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária (IPA), comunicação pessoal.

## Conclusão

Há alta diversidade genética nas populações de cajazeira na Zona da Mata de Pernambuco, sendo maior dentro do que entre as populações.

Apesar ter sido evidenciado alterações nas frequências alélicas para o equilíbrio de Hardy-Weinberg nas populações de *S. mombin* estudadas, as mesmas não estão sofrendo efeito de endogamia e nem se mostraram vulneráveis à perda de variabilidade.

CG-IPA, que constitui a Coleção de Germoplasma do IPA (preservada), apresenta pouca diferenciação em relação às demais populações e, portanto, tem boa representatividade da diversidade genética existente na região.

## Referencias Bibliográficas

- ALFENAS, A. C.; PETERS, I.; BRUNE, W.; PASSADOR, G. C. **Eletroforese de proteínas e isoenzimas de fungos e essências florestais**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1998. 242p.
- BROWN, A. H. D.; MORAN, G. F. Isozymes and the genetic resources of forest trees. In: CONCKLE, M. T. **Isozymes of North American forest insects**. Bekeley: U.S. Department Agriculture, 1981. p. 1-10.
- CORRÊA, M. P. **Dicionário das plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas** (6 v.). Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura/IBDF, 1984.
- CROW, J.E.; KIMURA, M.A. **An introduction to population genetics theory**. London: Harper Row, 1970. 591p
- HAMRICK, A.D.H.; GODT, M.J.W. Allozyme diversity in plant species. In: BROWN, A.D.H.; CLEG, M.T.; KAHLER, A.L.; WEIR, B.S. **Plant population genetics, breeding and genetic resources**. Sinauer, Suderland – Massachusetts 1990. p.43-63.
- KAGEYAMA, P.Y.; SEBBENN A.M.; RIBAS, L.A.; GANDARA, F.B.; CASTALLEN, M.; PERECIM, M.B.; VENCOVSKY R. Diversidade genética em espécies arbóreas tropicais de diferentes estágios sucessionais por marcadores genéticos. **Scientia Forestalis**, Piracicaba n.64: 93-107, 2003.
- SILVA, A. Q.; SILVA, H. Cajá, uma frutífera tropical. **Informativo da Sociedade Brasileira de Fruticultura**, Itajaí, v. 14, n. 4, 1995.
- SOUZA, L. M. F. I.; KAGEYAMA, P. Y.; SEBBENN, A. M. Estrutura genética em populações fragmentadas de *Chorisia speciosa* St. Hil (Bombacaceae). **Scientia Forestalis** Piracicaba, n.65, p.70-79, 2004.
- SWOFFORD, D.L.; SELANDER, R.B. **Biosys-1**. A computer program analysis of allelic variation in population genetics and biochemical systematics. Release 1,7. Champaign: Illinois Natural History Survey, 1989. 43p.

WRIGHT, S. The interpretation of population structure by F-statistic with special regard to systems of mating. **Evolution**, Boulder, v.19, p.395-420, 1965.

YOUNG, A.; BOYLE, T.; BROWN, T. The population genetic consequences of habitat fragmentation for plants. **Trend in Ecology and Evolution**, Amsterdam, v.11, n.10, p.413-418, 1996.