



## Correlações entre características físicas, químicas e físico-químicas de frutos de cirigueleira

### *Correlations between the physical, chemical and physicochemical characteristics of fruit of the red mombin*

João Antonio Dutra Giles<sup>1\*</sup>, Layane Segantini Oliari<sup>1</sup>, Anna Caroline Brinco Rocha<sup>1</sup>, Edilson Romais Schmildt<sup>2</sup>, Wilton Silva<sup>1</sup>, Juliany Morosini França<sup>1</sup>

**Resumo:** A cirigueleira (*Spondias purpurea* L.) é uma frutadeira tropical pertencente à família Anacardiaceae, que produz fruto do tipo drupa e, devido a sua qualidade organoléptica, é muito apreciado em várias regiões do Brasil, sobretudo no Nordeste. Embora a espécie apresente potencial, pesquisas visando à geração de tecnologias que permitam a otimização de cultivos comerciais são escassas, tornando-se importante os estudos relacionados à seleção de plantas matrizes produtivas, cujos frutos apresentem características desejáveis. Objetivou-se com o presente trabalho avaliar a relação entre as características físicas, químicas e físico-químicas de frutos de cirigueleira, por meio de estimativas de correlações fenotípicas e genotípicas, bem como correlações canônicas. Em março de 2015, frutos maduros foram coletados em 17 cirigueleiras localizadas na região Norte do Espírito Santo. Para isso, foram selecionados 10 frutos por planta, todos em condições similares e satisfatórias de maturação fisiológica, sendo avaliados individualmente. As características avaliadas foram: comprimento e diâmetro do fruto, relação comprimento/diâmetro, massa do caroço, da polpa e do fruto, rendimento de polpa, teor de sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT) e *ratio* (SS/AT). Os dados foram submetidos à análise de variância, em seguida, efetuaram-se as análises de correlação fenotípica e genotípica entre todas as características avaliadas, bem como as correlações canônicas entre características físicas, químicas e físico-químicas. Os resultados permitem afirmar que melhoras no rendimento de polpa podem ser obtidas por meio da seleção de frutos de maior tamanho; e frutos de melhor sabor serão mais facilmente selecionados com base na acidez titulável.

**Palavras-chave:** Ciriguela. Correlações canônicas. *Spondias purpurea* L.

**Abstract:** The red mombin (*Spondias purpurea* L.) is a tropical plant of the Anacardiaceae family, which produces drupe-type fruit and which, due to its organoleptic quality, is highly appreciated in various regions of Brazil, especially in the Northeast. Although the species shows potential, research aimed at generating technologies that would enable optimisation of commercial crops is rare, so that studies related to the selection of productive mother plants, whose fruits have desirable characteristics, are important. The objective of this work was to evaluate the relationship between the physical, chemical and physicochemical characteristics of fruit of the red mombin, through estimates of phenotypic, genotypic and canonical correlations. In March of 2015, ripe fruit was collected from 17 mombin trees located in the north of the State of Espírito Santo, Brazil. Ten fruits were selected per plant, all in a similar satisfactory condition of physiological maturity, being assessed individually. The characteristics under evaluation were fruit length and diameter; length to diameter ratio; weight of the stone, pulp and fruit; pulp yield, soluble solids (SS), titratable acidity (TA) and *ratio* (SS/TA). The data were submitted to analysis of variance, followed by analysis of the phenotypic and genotypic correlation between the evaluated characteristics, as well as the canonical correlation between the physical, chemical and physicochemical characteristics. The results indicate that improvements in pulp yield can be obtained through the selection of fruits of a larger size, with better tasting fruits being more easily selected based on the titratable acidity.

**Key words:** Red mombin. Canonical correlation. *Spondias purpurea* L.

\*Autor para correspondência

Enviado para publicação em 30/06/2015 e aprovado em 20/04/2016

<sup>1</sup>Mestrando em Agricultura Tropical. Universidade Federal do Espírito Santo, Centro Universitário Norte do Espírito Santo – UFES/CEUNES. Rodovia BR 101 Norte, km 60, bairro Litorâneo. CEP: 29.932-540. São Mateus, ES. E-mail: joao\_antonioldg@hotmail.com, layaneoliari@gmail.com, caroline.rochabio@gmail.com, agrowilton@gmail.com, juliany87@gmail.com

<sup>2</sup>Doutor em Genética e Melhoramento. Professor do Departamento de Ciências Agrárias e Biológicas, UFES/CEUNES. E-mail: e.romais.s@gmail.com

## INTRODUÇÃO

Significativos avanços têm sido notados na fruticultura brasileira, consolidados no aumento da produção, da produtividade e da melhoria na qualidade dos frutos como laranja, banana, manga e uva (LEDERMAN *et al.*, 2008), porém, existe uma grande diversidade de frutos e produtos derivados com constante inserção no mercado brasileiro que, na maioria das vezes, ainda não foram devidamente pesquisados (KUSKOSKI *et al.*, 2006).

Mesmo possuindo uma grande diversidade, os plantios comerciais de frutas no Brasil estão concentrados em poucas espécies. Muitas espécies, entre elas algumas pertencentes ao gênero *Spondias* (CAVALCANTE *et al.*, 2009), em razão do seu caráter essencialmente extrativista, ainda permanecem na condição de não domesticação, não existindo, portanto, sistemas de produção definidos.

Nesse contexto se insere a ciriguela (*Spondias purpurea* L.), uma fruteira tropical pertencente à família Anacardiaceae (FILGUEIRAS *et al.*, 2001). Sua região de origem abrange parte do México e países da América Central (MILLER; SCHAAL, 2006). A espécie tem se adaptado satisfatoriamente às condições edafoclimáticas de alguns países da América do Sul, como o Brasil (FREIRE, 2001), onde tem sido cultivada empiricamente, em pomares domésticos, principalmente, nas regiões Sudeste, Norte e Nordeste (LIRA JUNIOR *et al.*, 2010). A espécie produz fruto do tipo drupa de coloração vermelho-escuro quando maduro, que, devido sua característica funcional (MORÀM *et al.*, 2015) e, principalmente, sua qualidade organoléptica, é muito apreciado, tendo grande aceitação para o consumo *in natura*, além de serem utilizados no preparo de polpa concentrada, bebidas fermentadas, vinho, bebidas frias, néctares, picolés, sorvetes e geleia (FREIRE *et al.*, 2001), demonstrando elevado potencial econômico (LIRA JUNIOR *et al.*, 2014).

Apesar da potencial importância econômica desses frutos, há carência de pesquisas visando à geração de tecnologias que permitam a exploração racional em cultivos comerciais, a começar pela seleção de matrizes produtivas cujos frutos possuam características desejáveis para consumo *in natura* e para indústria (SACRAMENTO *et al.*, 2007).

A correlação de características é extremamente importante, pois permite avaliar quantitativamente a relevância de um caráter em relação a outro (FERREIRA *et al.*, 2012), permitindo saber como o melhoramento de uma característica pode causar alterações em outras. A correlação fenotípica é estimada diretamente de medidas fenotípicas, sendo resultante, portanto, de causas genéticas e ambientais. A correlação genotípica, que corresponde apenas à porção genética da correlação fenotípica, é empregada para orientar programas de melhoramento por ser a única de natureza herdável (FERREIRA *et al.*, 2003).

O conhecimento da associação entre características é de grande importância nos trabalhos de melhoramento,

principalmente se a seleção em um deles apresenta dificuldades, em razão da sua baixa herdabilidade e/ou tenha problemas de mensuração e identificação (CRUZ *et al.*, 2012). As correlações são levadas em consideração na escolha dos métodos de melhoramento quando se formulam estratégias de seleção simultânea para as várias características estudadas, predizendo a alteração na média de uma característica quando se seleciona em outra (GONÇALVES *et al.*, 2008).

A associação entre grupos de variáveis pode ser avaliada de forma criteriosa pela análise de correlação canônica, que é um procedimento estatístico multivariado, que permite observar as relações multidimensionais lineares existentes entre dois grupos ou conjunto de variáveis (BRUM *et al.*, 2011). Além disso, a grande vantagem do uso de correlações canônicas é a possibilidade em auxiliar o melhorista no estudo que envolva mais de uma variável dependente, permitindo que os esforços sejam dirigidos para características de alta herdabilidade, de fácil mensuração e de menos complexidade no melhoramento (SCHMILDT *et al.*, 2011).

Dessa forma, objetivou-se com o presente trabalho avaliar a relação entre as características físicas, químicas e físico-químicas de frutos de ciriguela, por meio de estimativas de correlações genéticas e fenotípicas, bem como por correlações canônicas.

## MATERIAL E MÉTODOS

Em março de 2015, frutos no estágio de maturação quatro, com casca de cor amarela predominante (MARTINS *et al.*, 2003), foram coletados em 17 ciriguelas (*Spondias purpurea* L.), localizadas na região Norte do Espírito Santo. A região apresenta clima tropical, classificado como Aw, de acordo com a classificação de Köppen (ALVARES *et al.*, 2013), com inverno seco e verão chuvoso.

Após a coleta, os frutos foram levados em sacos de polietileno para o Laboratório de Melhoramento de Plantas, do Centro Universitário Norte do Espírito Santo (CEUNES), da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), localizado no município de São Mateus-ES, onde foi realizada a caracterização física, química e físico-química. Para isso, foram selecionados 10 frutos por planta, eliminando os que apresentavam algum dano físico ou doença aparente, permitindo condições similares e satisfatórias de maturação fisiológica, os quais foram higienizados em água corrente, secos em papeis toalha e avaliados individualmente, perfazendo um total de 170 frutos.

As características avaliadas foram as seguintes: comprimento do fruto (CF), diâmetro do fruto (DF), relação comprimento/diâmetro (CF/DF), massa do fruto (MF), do caroço (MC) e da polpa (MP), rendimento de polpa (RP), teor de sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT) e *ratio* (SS/AT).

Inicialmente foram realizadas as avaliações físicas: o comprimento do fruto (CF) assim como o diâmetro do fruto (DF) foram determinados através de medições diretas, com auxílio de paquímetro digital, colocando-o, respectivamente, em posição paralela e transversal ao eixo do fruto, sendo expressos em milímetros (mm), e a razão entre comprimento e diâmetro (CF/DF) foi calculada pelo quociente entre os valores do comprimento e do diâmetro do fruto. A massa do fruto (MF) e a massa do caroço (MC) foram mensuradas com auxílio de balança analítica, e a massa de polpa (MP) foi determinada pela diferença entre os valores da massa do fruto e do caroço, sendo expressas em gramas (g). O rendimento de polpa (RP) foi calculado por meio do quociente entre os valores de massa de polpa e massa do fruto, e multiplicado por 100, para a representação em percentagem.

Para a caracterização química e físico-química dos frutos foram avaliadas as seguintes variáveis: teor de sólidos solúveis (SS), determinado em uma amostra da polpa empregando refratômetro de bancada tipo Abbe (Biobrix) e expresso em °Brix; acidez titulável (AT), determinada por meio da titulação com solução NaOH (0,1 N), em uma alíquota de 1 mL de polpa diluída em 50 mL de água destilada, sendo acrescida três gotas de fenolftaleína,

expressa em g de ácido cítrico 100 ml<sup>-1</sup> de polpa; e o *ratio* (SS/AT), calculado pelo quociente entre o valor do teor de sólidos solúveis e o valor da acidez titulável. Os resultados de SS e AT foram obtidos conforme a metodologia descrita em Brasil (2008).

Os dados foram submetidos à análise de variância, em seguida, efetuaram-se as análises de correlação fenotípica e genotípica entre todas as características avaliadas, bem como as correlações canônicas a partir dos dados de correlação fenotípica entre características físicas, químicas e físico-químicas. Para realização das análises usou-se o programa Genes (CRUZ, 2013).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância demonstrou diferença significativa entre as 17 plantas de cirigueira para todas as características avaliadas (Tabela 1). Essa diferença demonstra a existência de variabilidade entre as plantas, o que é importante para os estudos de correlações, posto que, segundo Falconer e McKay (1996), as causas de associação entre características podem estar ligadas à variabilidade genética.

**Tabela 1** - Resumo da análise de variância das variáveis relacionadas aos frutos de 17 plantas de cirigueira, com as respectivas médias, coeficiente de variação experimental (CVe, em %) e herdabilidade (h<sup>2</sup>, em %), Norte do Estado do Espírito Santo, 2015

*Table 1* - Summary of the analysis of variance for variables related to the fruit of 17 plants of the red mombin, with their respective mean values, experimental coefficient of variation (CVe, in%) and heritability (h<sup>2</sup>, in%), in the North of the State of Espírito Santo, 2015

Características1	Quadrado Médio		Média	CVe	h <sup>2</sup>
	Plantas	Resíduo			
CF	24,2770**	3,8877	31,44	6,27	83,99
DF	25,5924**	2,4119	22,52	6,89	90,58
CF/DF	0,0068**	0,0328	1,40	5,88	79,30
MF	29,3776**	3,4677	10,04	18,56	88,20
MC	0,5653**	0,1107	1,83	18,16	80,43
MP	29,1142**	2,8288	8,20	20,50	90,28
RP	190,4848**	15,4275	80,96	4,85	91,90
SS	57,0559**	2,8661	16,04	10,56	94,98
AT	1,2418**	0,1873	1,18	36,74	84,92
<i>Ratio</i>	362,6382**	25,5925	16,10	31,42	92,94

\*\*Significativo a 1% pelo teste F;

CF: comprimento do fruto (mm), DM: diâmetro do fruto (mm), MF: massa do fruto (g), MC: massa do caroço (g), MP: massa da polpa (g), RP: rendimento de polpa (%), SS: sólidos solúveis (° Brix), AT: acidez titulável (g de ácido cítrico 100 ml<sup>-1</sup> de polpa), *Ratio*: relação SS/AT.

\*\*Significant at 1% by F-test.

CF: fruit length (mm), DM: fruit diameter (mm), MF: weight of fruit (g), MC: weight of stone (g), MP: weight of pulp (g), RP: pulp yield (%), SST: soluble solids (° Brix), AT: titratable acidity (g citric acid 100 ml<sup>-1</sup> pulp), Ratio: SS/AT.

A herdabilidade foi superior a 80% para todas as características avaliadas, exceto para a razão entre comprimento e diâmetro do fruto (CF/CD) (Tabela 1). A herdabilidade é a porção da variância fenotípica que é de origem genética, ou seja, expressa o grau de correlação entre o fenótipo e o genótipo (SILVA *et al.*, 2012). Dessa forma, ela infere a confiabilidade de valor fenotípico como indicador do verdadeiro valor genotípico (FALCONER, 1981).

As correlações fenotípicas e genotípicas entre as dez características são apresentadas na Tabela 2. Percebe-se correlação significativa e de alta magnitude entre várias características. Essa alta correlação indica a possibilidade de se obter ganho na seleção indireta de uma característica em relação à outra, sendo tal fato potencializado pela maior herdabilidade da característica em questão.

A massa de polpa e o rendimento de polpa, que estão entre as características mais importantes, apresentaram correlação positiva com o tamanho do fruto, sendo ambas características mais sensíveis ao diâmetro do fruto (0,94 e 0,75) do que ao comprimento do fruto (0,82 e 0,48); mesmo comportamento foi observado para a massa do fruto, sendo mais sensível ao diâmetro do fruto (0,92). Cavalcante *et al.* (2009), estudando componentes qualitativos do cajá (*Spondias mombin* L.), também verificaram correlação

positiva e altamente significativa (0,98) entre a massa e o diâmetro de frutos. Dessa forma, na seleção indireta de plantas com frutos de maior rendimento de polpa, deve-se selecionar plantas com frutos de maior diâmetro, reafirmando a correlação negativa (-0,74) entre o rendimento de polpa e a relação CF/DF.

Como esperado, o *ratio* (SS/AT), importante na definição de sabor dos frutos, mostrou maior correlação com a acidez (-0,87) do que com o teor de sólidos solúveis (0,18). Soares *et al.* (2008), estudando as correlações entre os caracteres morfo-agronômicos de cajazeira (*Spondias mombin* L.), também observaram correlação negativa (-0,97) entre a relação SS/AT e a acidez. Esses resultados indicam que frutos de melhor sabor serão mais facilmente selecionados com base na alteração da acidez. A acidez, entretanto, conforme Morgado *et al.* (2010), é de fundamental importância para a industrialização, pois confere maior dificuldade de deterioração por microrganismos e permite maior flexibilidade na adição de açúcar. Por outro lado, a seleção em direção ao aumento da relação SS/AT é desejável para a obtenção e aceitação de frutos para o consumo *in natura*.

O estudo de correlações possibilita a predição dos efeitos em uma determinada característica quando outra correlacionada a ela for manipulada por processos seletivos. Desse modo, permite-se estabelecer a viabilidade de realizar

**Tabela 2** - Estimativa dos coeficientes de correlação fenotípica (diagonal superior) e genotípica (diagonal inferior) entre 12 características avaliadas em frutos de 17 plantas de cirigueleira, Norte do Estado do Espírito Santo, 2015

**Table 2** - Estimates of the phenotypic (upper diagonal) and genotypic (lower diagonal) correlation coefficients between 12 characteristics evaluated in the fruit of 17 red mombin plants, in the North of the State of Espírito Santo, 2015

Características <sup>1</sup>	CF	DF	CF/DF	MF	MC	MP	RP	SS	AT	Ratio
CF	-	0,82	-0,22	0,85	0,25	0,82	0,48	0,38	0,29	-0,28
DF	0,86	-	-0,74	0,92	-0,07	0,94	0,75	0,28	0,37	-0,24
CF/DF	-0,36	-0,79	-	-0,59	0,44	-0,65	-0,74	-0,07	-0,32	0,11
MF	0,86	0,95	-0,70	-	0,10	0,99	0,71	0,16	0,43	-0,42
MC	0,17	-0,17	0,55	0,01	-	-0,04	-0,61	-0,34	-0,38	0,08
MP	0,83	0,97	-0,76	0,99	-0,12	-	0,80	0,21	0,49	-0,43
RP	0,52	0,81	-0,87	0,74	-0,66	0,82	-	0,35	0,61	-0,41
SS	0,43	0,32	-0,09	0,17	-0,37	0,22	0,36	-	-0,03	0,18
AT	0,31	0,41	-0,41	0,49	-0,49	0,55	0,69	-0,03	-	-0,87
Ratio	-0,28	-0,25	0,15	-0,45	0,13	-0,46	-0,46	0,17	-0,91	-

Na diagonal superior valores entre |0,49 e 0,59| e superiores a |0,61| são significativo a 5 e 1%, respectivamente pelo teste *t*;

CF: comprimento do fruto, DM: diâmetro do fruto, MF: massa do fruto, MC: massa do caroço, MP: massa da polpa, RP: rendimento de polpa, SS: sólidos solúveis, AT: acidez titulável, Ratio: relação SS/AT.

For the upper diagonal, values between |0.49 and 0.59| and greater than |0.61| are significant at 5% and 1%, respectively by *t*-test;

CF: fruit length, MD: fruit diameter, MF: weight of fruit, MC: weight of stone, MP: weight of pulp, RP: pulp yield, SS: soluble solids, AT: titratable acidity, Ratio: SS/AT.

**Tabela 3** - Correlações canônicas (*r*) e pares canônicos estimados entre características de frutos de 17 plantas de cirigueleira, Norte do Estado do Espírito Santo, 2015

**Table 3** - Canonical correlation (*r*) and estimated canonical pairs between the characteristics of the fruit of 17 red mombin plants, in the North of the State of Espírito Santo, 2015

Características	Pares canônicos	
	1º	2º
Grupo I		
RP	1,0510	0,3196
Ratio	0,1442	1,0891
Grupo II		
MF	0,8310	-0,3149
MC	-0,7767	-0,5880
SS	0,0040	0,0517
AT	-0,1362	-1,1884
R	0,99230007**	0,90263423**
GL	8	3

\*\*Significativo a 1% pelo teste de qui-quadrado.

RP: rendimento de polpa, Ratio: razão entre SS e AT, MF: massa do fruto, MC: massa do caroço, SS: sólidos solúveis, AT: acidez titulável.

\*\*Significant at 1% by Chi-square test

RP: pulp yield, Ratio: SS/AT, MF: weight of fruit, MC: weight of stone, SS: soluble solids, AT: titratable acidity.

seleção em outra característica de fácil mensuração, visando obter ganhos de difícil avaliação ou de baixa herdabilidade (CRUZ *et al.*, 2012).

A Tabela 3 apresenta as correlações canônicas e os pares canônicos estimados entre as características rendimento de polpa e ratio (grupo I), bem como massa do fruto, massa do caroço, sólidos solúveis e acidez titulável (grupo II) de frutos de cirigueleira. As correlações canônicas foram significativas pelo teste do qui-quadrado. Isso demonstra que os dois grupos de características se relacionam de forma dependente (CRUZ *et al.*, 2012). Consequentemente, os dois pares canônicos são de interesse do estudo.

Pelo estudo dos coeficientes do primeiro par canônico fica evidente que o maior rendimento de polpa é obtido em frutos de maior massa total e menor massa de caroço, sendo tal fato também verificado pela correlação fenotípica e genotípica (Tabela 2). Pelo segundo par canônico, evidencia-se que maiores valores de ratio devem ser obtidos em frutos com menores valores de massa de caroço e massa total, sendo também seus maiores valores favorecidos por frutos de menor valor de acidez titulável.

## CONCLUSÕES

O tamanho e, sobretudo, o diâmetro do fruto são características que determinam maior rendimento de polpa;

Frutos de melhor sabor serão mais facilmente selecionados com base na alteração da acidez titulável.

## LITERATURA CIENTÍFICA CITADA

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.

BRASIL. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz: Métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. 1. ed. digital. São Paulo: IAL, 2008. 919p.

BRUM, B.; LOPES, S. J.; STORCK, L.; LÚCIO, A. D.; OLIVEIRA, P. H. DE; MILANI, M. Correlações canônicas entre variáveis de semente, plântula, planta e produção de grãos em mamoneira. *Ciência Rural*, v. 41, n. 3, p. 404-411, 2011.

CAVALCANTE, L. F.; LIMA, E. M.; FREIRE, J. L. O.; PEREIRA, W. E.; COSTA, A. P. M.; CAVALCANTE, I. H. L. Componentes qualitativos do cajá em sete municípios do brejo paraibano. *Acta Scientiarum Agronomy*, v. 31, n. 4, p. 627-632, 2009.

CRUZ, C. D. GENES - a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. *Acta Scientiarum Agronomy*, v. 35, n. 3, p. 271-276, 2013.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 4. ed. Viçosa: UFV, 2012. 514p.

FALCONER, D. S. **Introdução à genética quantitativa**. 1. ed. Viçosa: UFV, 1981. 279p.

FALCONER, D.S.; MACKAY, T.F.C. **Introduction to quantitative genetics**. 4. ed. Malasya: Longman, 1996. 464p.

FERREIRA, J. P.; SCHMILDT, O.; SCHMILDT, E. R.; PIANTAVINHA, W. C.; CATTANEO, L. F. Correlações entre características morfo-agronômicas de acessos de mamoeiro. *Enciclopédia Biosfera*, v. 8, n. 14, p. 246-257, 2012.

- FERREIRA, M. A. J. F.; QUEIROZ, M. A.; BRAZ, L. T.; VENCOVSKY, R. Correlações genotípicas, fenotípicas e de ambiente entre dez caracteres de melancia e suas implicações para o melhoramento genético. **Horticultura Brasileira**, v. 21, n. 3, p. 438-442, 2003.
- FILGUEIRAS, H. A. C.; ALVES, R. E.; MOURA, C. F. H.; OLIVEIRA, A. C. de O.; ARAÚJO, N. C. C. Calidad de frutas nativas de latino america para indústria: ciruela mexicana (*Spondias purpurea* L.). **Proceedings of the Interamerican Society for Tropical Horticulture**, v. 43, n. 1, p. 68-71, 2001.
- FREIRE, F. C. O. **Uso da manipeira no controle do oídio da cerigueleira: resultados e preliminares**. Fortaleza, CE: Embrapa - CNPAT, 2001. 3 p. (Comunicado Técnico, 70)
- GONÇALVES, G. M.; VIANA, A. P.; REIS, L. S. dos; BEZERRA NETO, F. V.; AMARAL JR., A. T.; E REIS, L. S. dos. Correlações fenotípicas e genético-aditivas em maracujá-amarelo pelo delineamento I. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 32, n. 5, p. 1413-1418, 2008.
- KUSKOSKI, E. M.; ASUERO, A. G.; MORALES, M. T.; FETT, R. Frutos tropicais silvestres e polpas congeladas: atividade antioxidante, polifenóis e antocianinas. **Ciência Rural**, v. 36, p. 1283-1287, 2006.
- LEDERMAN, I. E.; SILVA JÚNIOR, J. F. da; BEZERRA, J. E. F.; LIRA JÚNIOR, J. S. de. Potencialidades das espécies de *Spondias* no desenvolvimento da fruticultura brasileira. In: LEDERMAN, I. E.; LIRA JÚNIOR, J. S. de. (Org). **Spondias no Brasil: Umbu, Cajá e Espécies Afins**. 1. ed. Recife/PE: Editora Universitária da UFRPE, 2008. p. 15-22.
- LIRA JUNIOR, J. S.; BEZERRA, J. E. F.; LEDERMAN, I. E.; MOURA, R. J. M. Produção e características físico-químicas de clones de cirigueleira na Zona da Mata Norte de Pernambuco. **Revista Brasileira Ciências Agrárias**, v. 5, n. 1, p. 43-48, 2010.
- LIRA JUNIOR, J. S.; BEZERRA, J. E. F.; MOURA, R. J. M.; SANTOS, V. F. dos. Repetibilidade da produção, número e peso de fruto em cirigueleira (*Spondias purpurea* L.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 36, n. 1, p. 214-220, 2014.
- MARTINS, L. P.; SILVA, S. M.; ALVES, R. E.; FILGUEIRAS, H. A. C. Desenvolvimento de frutos de cirigueleira (*Spondias purpurea* L.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 25, n. 1, p. 11-14, 2003.
- MORÁN, S. S.; TEJACAL, I. A.; CABRERA, F. R.; MARTÍNEZ, V. L.; FLORES, L. J. P.; ZALDÍVAR, C. P.; SÁNCHEZ, D. G.; SÁNCHEZ, F. D. L.; ASTUDILLO, Y. I. M. Quality attributes and functional compounds of Mexican plum (*Spondias purpurea* L.) fruit ecotypes. **Fruits**, v. 70, n. 5, p. 261-270, 2015.
- MORGADO, M. A. D.; SANTOS, C. E. M.; HELOISA, L.; BRUCKNER, C. H. Correlações fenotípicas em características físicoquímicas do maracujazeiro-azedo. **Acta Agronômica**, v. 59, n. 4, p. 457-461, 2010.
- MILLER, A. J.; SCHAAL, B.A. Domestication and the distribution of genetic variation in wild and cultivated populations of the Mesoamerican fruit tree *Spondias purpurea* L. (Anacardiaceae). **Molecular Ecology**, v. 15, p. 1467-1480, 2006.
- SACRAMENTO, C.K.; MATOS, C.B.; SOUZA, C.N.; BARRETTO, W.S.; FARIAS, J.C. Características físicas, físico-químicas e químicas de cajás (*Spondias mombin* L.) oriundos de diversos municípios da Região Sudeste da Bahia. **Revista Magistra**, v.19, n.4, p. 283-289, 2007.
- SCHMILDT, O.; SILVA, C. A.; FERREGUETE, G. A.; SCHMILDT, E. R.; CZEPAK, M. P. Correlação canônica entre caracteres vegetativos e de Capacidade de brotação em mamoeiro. **Enciclopédia Biosfera**, v. 7, n. 13, p. 255-262, 2011.
- SILVA, M. G. M.; VIANA, A. P.; AMARAL JÚNIOR, A. T.; GONÇALVES, L. S. A.; REIS, R. V. Biometria aplicada ao melhoramento intrapopulacional do maracujazeiro amarelo. **Revista Ciência Agronômica**, v. 43, n. 3, p. 493-499, 2012.
- SOARES, E. B.; GOMES, R. L. F.; CAMPELO, J. E. G.; LOPES, A. C. A.; MATOS FILHO, C. H. A. Repetibilidade e correlações entre características morfo-agronômicas de cajazeira. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 32, n. 6, p. 1851-1857, 2008.