

CHRISTIANE MENDES CASSIMIRO RAMIRES

**DESENVOLVIMENTO DE CLONES DE CAJAZEIRAS  
SOBRE DIFERENTES PORTA-ENXERTOS E  
DIVERSIDADE GENÉTICA DE ACESSOS QUANTO A  
COMPOSTOS BIOATIVOS NAS CASCAS E FOLHAS**

MOSSORÓ, RN  
2016

CHRISTIANE MENDES CASSIMIRO RAMIRES

**DESENVOLVIMENTO DE CLONES DE CAJAZEIRAS SOBRE  
DIFERENTES PORTA-ENXERTOS E DIVERSIDADE GENÉTICA DE  
ACESSOS QUANTO A COMPOSTOS BIOATIVOS NAS CASCAS E  
FOLHAS**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia da Universidade Federal Rural do Semiárido, como parte das exigências para obtenção do grau de Doutor em Agronomia: Fitotecnia.

**ORIENTADOR:** Pesq. Ricardo Elesbão Alves, D.Sc.  
**CO-ORIENTADOR:** Pesq. Francisco Xavier de Souza, D.Sc.  
**CO-ORIENTADOR:** Pesq. Wolfgang Harand, D.Sc.

MOSSORÓ, RN  
2016

M173d Mendes Cassimiro Ramires, Christiane.

Desenvolvimento de clones de cajazeiras sobre diferentes porta-enxertos e diversidade genética de acessos quanto a compostos bioativos nas cascas e folhas / Christiane Mendes Cassimiro Ramires. - 2016.

164 f. : il.

Orientador: Ricardo Elesbão Alves.

Coorientador: Francisco Xavier de Souza.

Tese (Doutorado) - Universidade Federal Rural do Semi-árido, Programa de Pós-graduação em Fitotecnia, 2016.

1. Spondias mombin. 2. Porta-enxertos interespecíficos. 3. Germoplasma. 4. Variabilidade genética. 5. Metabólitos secundários. I. Elesbão Alves, Ricardo, orient. II. Xavier de Souza, Francisco, co-orient. III. Título.

CHRISTIANE MENDES CASSIMIRO RAMIRES

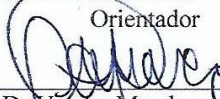
**DESENVOLVIMENTO DE CLONES DE CAJAZEIRAS SOBRE  
DIFERENTES PORTA-ENXERTOS E DIVERSIDADE GENÉTICA DE  
ACESSOS QUANTO A COMPOSTOS BIOATIVOS NAS CASCAS E  
FOLHAS**

Tese apresentada ao Programa de Pós-  
Graduação em Fitotecnia da Universidade  
Federal Rural do Semiárido, como parte  
das exigências para obtenção do grau de  
Doutor em Fitotecnia.

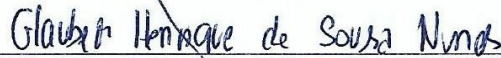
APROVADA EM: 03/03/2016



Prof. Dr. Ricardo Elesbão Alves – UFERSA/Embrapa  
Orientador



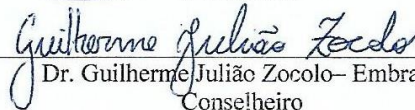
Prof. Dr. Vander Mendonça – UFERSA  
Conselheiro



Prof. Dr. Glauber Henrique de Sousa Nunes – UFERSA  
Conselheiro



Prof. Dr. Fernando Antônio Souza de Aragão – UFERSA/UFC/Embrapa  
Conselheiro



Dr. Guilherme Julião Zocolo – Embrapa  
Conselheiro

Aos meus pais, Francisco (*in  
memorian*) e Lêda, e ao meu  
esposo Klayber.

Dedico.

## AGRADECIMENTOS

A Deus.

Aos meus pais, Francisco Cassimiro (*in memorian*) e Josileides Mendes Cassimiro, pelo incentivo e por serem a base de tudo em minha vida.

Ao meu esposo Klayber, pelo cuidado, companheirismo e paciência em todo o período do doutorado.

À Universidade Federal Rural do Semi árido - UFERSA, através da Coordenação do Curso de Pós-Graduação em Fitotecnia, pela oportunidade de realização do curso.

À Emepa-PB, por ter me dado a oportunidade de realizar essa etapa em minha vida profissional.

Aos orientadores Ricardo Elesbão Alves, Francisco Xavier de Souza e Wolfgang Harand, pelo aceite em me orientar e por contribuírem na minha formação profissional.

Aos membros da banca examinadora, Vander Mendonça, Guilherme J. Zocolo, Glauber H. Nunes e Fernando A. Souza de Aragão, pelas sugestões e observações.

Ao professor Glauber Henrique Nunes, pela contribuição na análise estatística dos dados.

Ao Centro de Tecnologias Estratégicas do Nordeste – CETENE, em Recife, PE, por ter me dado oportunidade de realizar uma etapa do trabalho no Laboratório de Fitoquímica e Processos - LAFIP.

À técnica do LAFIP, Joana Alves, pela paciência e orientação na execução de parte do trabalho.

Ao Instituto Nacional do Semiárido – INSA, em Campina Grande, PB, pela cessão do laboratório.

Aos colegas da Emepa-PB, Ailton Melo, Ivonete B. Menino e Elson Soares dos Santos, pelo apoio.

Aos amigos, Jorge Cazé Filho, Sebastião O. Pereira, Edivaldo Galdino e Herbert Uchôa Pontual, pela disponibilidade em me ajudar em todos os momentos necessários.

Aos técnicos da Emepa-PB, Ozeana dos S. Oliveira, Pedro Dellano, Lenildo dos S. Lima e Jairo Luís dos Anjos, pelo apoio.

À bibliotecária da Emepa-PB, Maria Gorette dos Santos Silveira, pelas correções nas referências bibliográficas.

Às colegas da UFERSA, Dalila Melo, Kamyla Tavares, Thalita Passos, Jussiara Lima e Andréia Amariz, pela amizade e companheirismo.

Às amigas Josilene Amaro e Elma Machado Ataíde, pelo apoio, mesmo distantes.

Às amigas da Emepa-PB, Cristina Uchôa, Leoneide Nóbrega, Inês Formiga, Tereza Cristina, Sandra Patrícia, Barbara Guedes e Leonor Negildo, por todo carinho, cuidado e atenção nos momentos mais difíceis que enfrentei.

Aos meus primos, Héliida Cassimiro, José Cassimiro Neto, João F. Neto, Niedja Gomes, Wilson Videres, Andréia M. Brasil, Cindy Mendes, Ana Sandra O. Barbosa, Polímnia Cassimiro, Polyana Barbosa, Ilma V. Gomes, Geraldo Gomes e Ítalo B. Gomes, pela disponibilidade em me auxiliar nas mais diversas necessidades.

Aos professores Josean Fachine Tavares, Fernando Viana e José Maria Barbosa, do Departamento de Ciências Farmacêuticas da UFPB, pelo apoio.

À Vanessa Farias, do INSA, e à Leniatti G. Gama, do IFET de Cabedelo, PB, pela contribuição na realização das análises.

À Idaiane Fonseca, da EMPARN, e ao Pedro e ao Aguiamael, da Fazenda Cantagalo em Itabuna, BA, pelas informações cedidas.

OBRIGADA.

## RESUMO

RAMIRES, C.M.C. **Desenvolvimento de clones de cajazeiras sobre diferentes porta-enxertos e diversidade genética de acessos quanto a compostos bioativos nas cascas e folhas**. 2016. 164 p. Tese (Doutorado em Agronomia: Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semiárido - UFRS, Mossoró, RN, 2016.

A importância socioeconômica da cajazeira é devido à comercialização dos frutos e do consumo de seus derivados. A inexistência de clones comerciais e o porte alto da planta constituem-se em entraves ao seu cultivo racional, necessitando viabilizar a clonagem com porta-enxertos interspecíficos visando reduzir o porte das plantas. Estudos realizados com a cajazeira enxertada na própria espécie e em umbuzeiro não demonstraram a diminuição significativa do porte da planta. No entanto, esses clones não foram avaliados em outros ambientes. A cajazeira apresenta potencial para medicamentos. Na indústria farmacêutica é utilizada como fitoterápico contra o vírus do Herpes. Em trabalhos realizados por outros pesquisadores, foram identificados compostos bioativos nas folhas tais como flavonoides e taninos. Apesar desse potencial, as pesquisas sobre a caracterização química e a divergência genética entre os genótipos são incipientes. O objetivo deste trabalho foi avaliar o desenvolvimento de clones de cajazeira enxertados sobre porta-enxertos interespecíficos em diferentes ambientes e a diversidade genética quanto a compostos bioativos entre acessos do banco de germoplasma da Emepa-PB. Para avaliação do desenvolvimento dos clones, foram realizados dois ensaios em delineamento inteiramente casualizado. O Ensaio 1 foi conduzido em esquema fatorial 3 x 4 x 3, com quatro repetições, totalizando 36 tratamentos, sendo três porta-enxertos interespecíficos com cajazeira (*S. mombin*), umbuzeiro (*S. tuberosa*) e cajazeira-grande (*S. venulosa*), quatro enxertos de clones de cajazeira (Itaitinga, Gereau, Lagoa Redonda e Genipabu), e três locais (João Pessoa, PB, Ipanguaçu, RN e Itabuna, BA). O Ensaio 2 foi conduzido em esquema fatorial 4 x 3, com quatro repetições, totalizando 12 tratamentos. Foram utilizados três enxertos de acessos de cajazeira (Emepa 8.2, Emepa 8.6 e Emepa 20) enxertados sobre cajazeira, mais um pé-franco de cajazeira, nos mesmos locais. As variáveis avaliadas, aos 8, 39 e 46 meses de idade, para os Ensaios 1 e 2, foram altura de planta, perímetro de caule, largura e formato de copa, número de ramos e mortalidade de plantas. Concluiu-se que o ambiente, os enxertos e os porta-enxertos de espécies de *Spondias* influenciaram no desenvolvimento dos clones, permitindo identificar variabilidade nas características morfológicas em cada ambiente; no Ensaio 1, nos três ambientes, a enxertia da



cajazeira sobre porta-enxertos de cajazeira, cajazeira-grande e umbuzeiro não formaram clones com porte ideal para recomendação comercial; no Ensaio 2, nos três ambientes, o clone Emepa 8.2 apresentou menor porte, maior largura de copa, maior número de ramos e 100% de formato de copa esgalhada, podendo ser recomendado para novos estudos e posterior multiplicação para exploração comercial. Para avaliação da diversidade genética, foram utilizadas folhas e cascas de cajazeira de 27 acessos do banco de germoplasma da Emepa, em João Pessoa, PB. As extrações foram realizadas com metanol e a quantificação foi determinada por Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (CLAE). Para o agrupamento dos acessos utilizou-se a Análise de Componentes Principais (ACP) e o método aglomerativo UPGMA. Foi utilizada a distância euclidiana média padronizada como medida de dissimilaridade genética. Foram quantificados nas folhas os compostos rutina, quercetina, ácido elágico e geraniina e foram quantificados nas cascas os compostos ácido elágico e geraniina. Os maiores valores foram obtidos nas folhas. Foram formados 7 grupos. O acesso A3 foi o mais divergente com valores elevados de rutina, quercetina e geraniina nas folhas. Concluiu-se que há variabilidade entre os acessos e que esta deve ser preservada e explorada em programas de melhoramento genético.

**Palavras-chave:** porta-enxerto interespecífico, clones copa, variabilidade genética, rutina, quercetina, ácido elágico, geraniina.

## ABSTRACT

RAMIRES, C.M.C. **Development of yellow mombin clones onto different rootstocks and diversity of genetic accessions as to the bioactive compounds in the bark and leaves.** 2016. 164 p. Thesis (Doctorate in Agronomy: Phytotechny) – Semiarid Federal Rural University (UFERSA), Mossoró, RN, 2016.

The social and economic importance of yellow mombin is due to the marketing of its raw fruits and derivatives. The non-existence of commercial clones and the high plant size are the main obstacles to its rational cultivation being necessary to make the cloning a viable instrument through the interspecific rootstocks in order to downsize the plants heights. Studies done with yellow mombin grafted onto rootstocks of yellow mombin and hog-plum did not markedly downsize the plant height but these clones were not evaluated in other environments. The yellow mombin shows potential for remedies. In the pharmaceutical industry it is used as phytotherapics against the Herpes virus. In works done with this species some bioactive compounds were found in the leaves such as flavonoids and tannins. Although this potential, some researches on chemical characterization and genetic diversity among genotypes are incipient. The objective of this study was to evaluate the vegetative growth of yellow mombin clones grafted onto interspecific rootstocks in different environments and the genetic diversity as to bioactive compounds among accessions of the Emepa-PB's germplasm bank. In order to evaluate the clones development two trials with a completely randomized block design were performed. The trial 1 was conducted in a 3 x 4 x 3 factorial design with four repetitions, totaling 36 treatments, being three different interspecific rootstocks with yellow mombin (*S. mombin*), hog-plum (*S. tuberosa*) and coarse mombin (*S. venulosa*), four graftings of yellow mombin clones (Itaitinga, Gereau, Lagoa Redonda and Genipabu) and three different places (João Pessoa, PB, Ipanguaçu, RN and Itabuna, BA). The trial 2 was conducted in a 4 x 3 factorial design, with four repetitions, totaling 12 treatments. Three graftings of yellow mombin (Emepa 8.2, Emepa 8.6 and Emepa 20) obtained from the grafting between yellow mombin clones, grafted onto yellow mombin, plus one genotype of ungrafted yellow mombin, were used in the same places. The evaluated variables for the two trials at the 8, 39 and 46 months old were plant height, stem circumference, crown spread, crown format, number of branches and percentage of dead plants. The conclusions are that the environment, the grafting and the rootstocks did not influence the size and vigor of the clones allowing the identification of the morphological characteristics variations in each environment; that in Trial 1, for the three environments, the graftings of yellow mombin onto yellow mombin, hog-plum and coarse mombin rootstocks did not form clones with ideal sizes so that they cannot be recommended for commercial plantation; that in Trial 2, in the three environments, the Emepa 8.2 showed smaller size, bigger

crown spread, major number of branches, 100% crown in a spread format and it can be recommended for new studies and later multiplication for commercial plantation. Leaves and barks of 27 yellow mombin accessions of the Emepa's germplasm bank, in João Pessoa, PB, were used. The extractions were performed with methanol and the identification and quantification of bioactive compounds were checked through the High-Performance Liquid Chromatography (HPLC). For the grouping of accessions were used the Principal Components Analysis (PCA) and the UPGMA method. The standardized Euclidean distance was used as a measure of genetic diversity. Rutin, quercetin, ellagic acid and geraniin compounds were quantified in leaves and ellagic acid and geraniin compounds were quantified in barks. The highest amounts were found in leaves. Seven groups were formed. The accession group A3 was the most divergent with high amounts of rutin, quercetin and ellagic acid in leaves. The conclusion is that there is variability among accessions and it must be preserved and exploited through the genetic improvement programs.

**Keywords:** interspecific rootstock, scion clones, genetic variability, rutin, quercetin, ellagic acid, geraniin.

## LISTA DE TABELAS

### CAPÍTULO I

Tabela 1	Estudos comprovando a atividade biológica da espécie <i>Spondias mombin</i> L.....	55
----------	--	----

### CAPÍTULO II

Tabela 1	Dados das análises de solo dos locais de cultivo de cajazeira. Laboratório de Química e Fertilidade do Solo, UFPB-CCA. 2009.....	97
Tabela 2	Normais meteorológicas dos locais de cultivo de cajazeira. 2009.....	98
Tabela 3	Normais meteorológicas dos locais de cultivo de cajazeira. 2010.....	99
Tabela 4	Normais meteorológicas dos locais de cultivo de cajazeira. 2011.....	100
Tabela 5	Normais meteorológicas dos locais de cultivo de cajazeira. 2012.....	101
Tabela 6	Representação dos tratamentos formados por combinações de copas de cajazeira com diferentes porta-enxertos nos experimentos de João Pessoa, PB, Ipanguaçu, RN e Itabuna, BA. 2015.....	103

Tabela 7	Dados de clima dos locais de origem das plantas onde foram coletados os propágulos para a enxertia.....	104
Tabela 8	Análise de variância para altura de planta, perímetro de caule, largura de copa e número de ramos em clones de cajazeira enxertados sobre porta-enxertos de cajazeira, umbuzeiro e cajazeira-grande, aos 8, 39 e 46 meses de idade, em João Pessoa, PB, Ipanguaçu, RN e Itabuna, BA. 2010-2012.....	107
Tabela 9	Médias de altura de planta (cm) para locais, porta-enxertos e clones copa, aos 8, 39 e 46 meses de idade, em João Pessoa, PB, Ipanguaçu, RN e Itabuna, BA. 2010-2012.....	109
Tabela 10	Análise de variância para altura de planta, perímetro de caule, largura de copa e número de ramos em clones de cajazeira e em pé-franco, aos 8, 39 e 46 meses de idade, em João Pessoa, PB, Ipanguaçu, RN e Itabuna, BA. 2010-2012.....	110
Tabela 11	Médias de altura de planta (cm) para locais e tratamentos (clones e pé-franco), aos 8 e 39 meses de idade, em João Pessoa, PB, Ipanguaçu, RN e Itabuna, BA. 2010-2012.....	111
Tabela 12	Médias de altura de planta (cm) em clones de cajazeira e em pé-franco, aos 8 e 46 meses de idade, em João Pessoa, PB, Ipanguaçu, RN e Itabuna, BA. 2010-2012.....	112
Tabela 13	Médias de perímetro de caule (cm) para locais, porta-enxertos e clones copa, aos 8 e 46 meses de idade, em João Pessoa, PB, Ipanguaçu, RN e Itabuna, BA. 2010-2012.....	114
Tabela 14	Médias de perímetro de caule (cm) de clones de cajazeira enxertados sobre porta-enxertos de cajazeira, umbuzeiro e cajazeira-grande, aos 46 meses de idade, em João Pessoa, PB, Ipanguaçu, RN e Itabuna, BA. 2010-2012.....	115
Tabela 15	Médias de perímetro de caule (cm) em clones de cajazeira e em pé-franco, aos 8 e 46 meses de idade, em João Pessoa, PB, Ipanguaçu, RN e Itabuna, BA. 2010-2012.....	117

Tabela 16	Médias de largura de copa (cm) para locais, porta-enxertos e clones copa, aos 39 e 46 meses de idade, em João Pessoa, PB, e Ipanguaçu, RN, e, aos 46 meses de idade, em Itabuna, BA. 2010-2012.....	118
Tabela 17	Médias de largura de copa (cm) de clones de cajazeira enxertados sobre porta-enxertos de cajazeira, umbuzeiro e cajazeira-grande, aos 39 meses de idade, em João Pessoa, PB e Ipanguaçu, RN. 2010-2012.....	119
Tabela 18	Médias de largura de copa (cm) em clones de cajazeira e em pé-franco, aos 39 e 46 meses de idade, em João Pessoa, PB, Ipanguaçu, RN e Itabuna, BA. 2010-2012.....	120
Tabela 19	Médias de número de ramos para locais, porta-enxertos e clones copa, aos 8, 39 e 46 meses de idade, em João Pessoa, PB, Ipanguaçu, RN e Itabuna, BA. 2010-2012.....	122
Tabela 20	Médias de número de ramos para locais e tratamentos (clones e pé-franco), aos 8, 39 e 46 meses de idade, em João Pessoa, PB, Ipanguaçu, RN e Itabuna, BA. 2010-2012.....	123
Tabela 21	Médias de número de ramos em clones de cajazeira e em pé-franco, aos 46 meses de idade, em João Pessoa, PB, Ipanguaçu, RN e Itabuna, BA. 2010-2012.....	124
Tabela 22	Porcentagens de formatos de copa de clones de cajazeira enxertados em diferentes porta-enxertos, aos 8 meses de idade, em João Pessoa, PB, Ipanguaçu, RN e Itabuna, BA. 2010-2012.....	125
Tabela 23	Porcentagens de formatos de copa de clones de cajazeira enxertados em diferentes porta-enxertos, aos 39 meses de idade, em João Pessoa, PB e Ipanguaçu, RN. 2010-2012.....	126
Tabela 24	Porcentagens de formatos de copa de clones de cajazeira enxertados em diferentes porta-enxertos, aos 46 meses de idade, em João Pessoa, PB, Ipanguaçu, RN e Itabuna, BA. 2010-2012.....	127
Tabela 25	Porcentagens de formatos de copa de clones e pé-franco de cajazeira, aos 8, 39 e 46 meses de idade, em João Pessoa, PB, Ipanguaçu, RN e Itabuna, BA. 2010-2012.....	129

Tabela 26	Mortalidade de clones e de pé-franco de cajazeira, nos Ensaios 1 e 2, em João Pessoa, PB, Ipanguaçu, RN e Itabuna, BA, 2012.....	131
-----------	--	-----

### CAPÍTULO III

Tabela 1	Acessos de cajazeira do banco de germoplasma (BAG) da Emepa-PB provenientes de sementes (progênies) e estaquias (clones).....	145
Tabela 2	Estimativas de parâmetros de compostos bioativos determinados em folhas e cascas de acessos de cajazeira.....	148
Tabela 3	Correlações entre compostos bioativos determinados em folhas e cascas de acessos de cajazeiras.....	152
Tabela 4	Estimativas de autovalores e de sua contribuição para a variância total.....	153
Tabela 5	Médias de compostos bioativos determinados em folhas e cascas de acessos de cajazeira.....	156

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

### CAPÍTULO I

Figura 1	Estrutura química da geraniina.....	42
Figura 2	Estrutura química do ácido elágico.....	44
Figura 3	Estrutura química dos flavonoides.....	46
Figura 4	Estrutura química da rutina.....	48
Figura 5	Estrutura química da quercetina.....	49

### CAPÍTULO II

Figura 1	Plantas de cajazeira apresentando formatos de copa monopodial (A) bifurcada (B) e simpodial/esganhada (C), aos 72 meses de idade, na Estação Experimental da Emepa-PB, em João Pessoa, PB.....	130
----------	--	-----



### CAPÍTULO III

Figura 1	Distribuição de frequência do composto bioativo rutina determinado em folhas de acessos de cajazeira.....	149
Figura 2	Distribuição de frequência do composto bioativo quercetina determinado em folhas de acessos de cajazeira.....	149
Figura 3	Distribuição de frequência do composto bioativo ácido elágico determinado em folhas de acessos de cajazeira.....	150
Figura 4	Distribuição de frequência do composto bioativo geraniina determinado em folhas de acessos de cajazeira.....	150
Figura 5	Distribuição de frequência do composto bioativo ácido elágico determinado em cascas de acessos de cajazeira.....	151
Figura 6	Distribuição de frequência do composto bioativo geraniina determinado em cascas de acessos de cajazeira.....	151
Figura 7	Grupos formados por acessos de cajazeira para compostos bioativos determinados em folhas e cascas. RUT: rutina, QUIE: quercetina e AEF: ácido elágico em folhas; GF: geraniina em folhas; AEC: ácido elágico em cascas; e GC: geraniina em cascas.....	155
Figura 8	Dendrograma formado com a utilização do método UPGMA a partir das distâncias euclidianas entre acessos de cajazeira para compostos bioativos determinados em folhas e cascas. (Correlação cofenética, $r = 0,86^{**}$ , Distorção = 3,20 e Estresse = 17,89%).....	158

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO I - INTRODUÇÃO GERAL E REVISÃO DE LITERATURA</b>	<b>20</b>
1	INTRODUÇÃO GERAL..... 21
2	REVISÃO DE LITERATURA..... 23
2.1	Importância econômica e potencial de utilização..... 23
2.2	Botânica, origem e dispersão geográfica..... 25
2.3	Caracterização da planta e biologia floral..... 26
2.4	Recursos genéticos..... 28
2.5	Clones..... 31
2.5.1	Propagação da cajazeira..... 33
2.5.2	Enxertia interespecífica..... 35
2.6	Metabólitos secundários..... 37
2.6.1	Taninos..... 41
2.6.1.1	Geraniina..... 42
2.6.1.2	Ácido elágico..... 44
2.6.2	Flavonoides..... 45
2.6.2.1	Rutina..... 47
2.6.2.2	Quercetina..... 48
2.7	Fitoquímica de espécies de <i>Spondias</i> ..... 49
2.7.1	Fitoquímica da cajazeira..... 51
2.7.2	Atividade biológica..... 53
	REFERÊNCIAS..... 57
<b>CAPÍTULO II – DESENVOLVIMENTO DE CLONES DE CAJAZEIRA CULTIVADOS NA ZONA DA MATA E NO SEMIÁRIDO DO NORDESTE.....</b>	<b>88</b>
RESUMO.....	89

ABSTRACT.....	91
1 INTRODUÇÃO.....	93
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	95
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	107
4 CONCLUSÕES.....	134
REFERÊNCIAS.....	135
<b>CAPÍTULO III - DIVERSIDADE GENÉTICA DE ACESSOS DE CAJAZEIRA QUANTO A COMPOSTOS BIOATIVOS.....</b>	<b>139</b>
RESUMO.....	140
ABSTRACT.....	141
1 INTRODUÇÃO.....	142
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	144
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	148
4 CONCLUSÃO.....	159
REFERÊNCIAS.....	160

## **CAPÍTULO I - INTRODUÇÃO GERAL E REVISÃO DE LITERATURA**

## 1 INTRODUÇÃO GERAL

O Brasil possui uma das maiores biodiversidades do planeta sendo o terceiro colocado no ranking das principais nações produtoras de frutas, principalmente as nativas, que vêm conquistando espaço fora das regiões de ocorrência natural (ANUÁRIO DE FRUTICULTURA, 2014). Dentre essas frutíferas, destaca-se a cajazeira que ocorre de forma espontânea na Amazônia, na Mata Atlântica e nas zonas úmidas dos estados do Nordeste onde a comercialização dos seus frutos para produção de polpa congelada é a principal forma de utilização, pois da polpa são elaborados e comercializados diversos produtos, garantindo renda e emprego a muitas famílias envolvidas no seu extrativismo. O mercado consumidor e o interesse por esses frutos são crescentes, podendo tornar-se ainda maiores devido à demanda de frutos com sabores exóticos pelos mercados internacionais.

Atualmente a inexistência de clones selecionados e o porte alto da planta constituem-se nos principais entraves ao cultivo racional da cajazeira. A seleção de clones com porta-enxertos de outras espécies do gênero *Spondias*, de porte baixo em relação à cajazeira, constitui uma alternativa para obtenção de genótipos desejáveis. As experiências realizadas, até o presente, demonstram que clones de cajazeira enxertados sobre porta-enxertos de pé-franco da própria espécie e sobre umbuzeiro não diminuíram significativamente o porte da planta (SOUZA; BLEICHER, 2002; SOUZA et al., 2006; SOUZA, 2008). No entanto, esses clones ainda não foram avaliados em diferentes ambientes de cultivo, considerando que as condições edafoclimáticas e o genótipo influenciam nas características agronômicas de uma espécie vegetal (BORÉM; MIRANDA, 2009), possibilitando a seleção e a recomendação de clones para um determinado local.

A cajazeira também apresenta potencial para produção de medicamentos sendo um recurso valioso de compostos bioativos utilizados para o tratamento de diversas

doenças. Por isso, é utilizada na medicina popular nas regiões de ocorrência natural, onde todas as partes da planta são medicinalmente utilizadas (AYOKA et al., 2008).

Na indústria farmacêutica a cajazeira vem sendo utilizada em fitoterápicos que são usados principalmente contra o vírus do Herpes devido à presença de compostos bioativos e elagitaninos nas suas cascas e folhas (SACRAMENTO; SOUZA, 2009). Alguns trabalhos confirmam a presença de compostos bioativos nas folhas, cascas e gomas extraídas da casca e suas atividades biológicas (CORTHOUT et al., 1989; CORTHOUT et al., 1990; CORTHOUT et al., 1992; SILVA et al., 2011; CABRAL, 2014; AKINMOLADUN et al., 2015).

Estudos quantificando compostos com propriedades bioativas, principalmente, em bancos de germoplasma são incipientes. Algumas instituições de pesquisa mantêm coleções de germoplasma com a cajazeira (SOUZA, 2008; CARVALHO; ALVES, 2008; LIRA JÚNIOR et al., 2008; SANTANA, 2010; CASSIMIRO, 2008). Entretanto, trabalhos de caracterização química das substâncias bioativas visando avaliar a divergência e/ou variabilidade genética nessas coleções ainda não foram realizados. O conhecimento do grau de variabilidade genética, por meio de estudos de divergência, é fundamental no processo de identificação de novas fontes de genes de interesse (FALCONER; MACKAY, 1996). Entre as formas para avaliar essa diversidade, destaca-se o uso de marcadores químicos que possibilita a discriminação dos acessos quanto à presença e/ou concentração de compostos bioativos. Logo, permite a avaliação do potencial do germoplasma para novos cultivos e usos com valor agregado (VIEIRA; AGOSTINI-COSTA, 2007).

Com base nessas informações, o presente estudo objetiva avaliar o desenvolvimento vegetativo das combinações de copas de cajazeira enxertadas sobre porta-enxertos de umbuzeiro, cajazeira-grande e sobre a própria cajazeira em diferentes ambientes de cultivo e avaliar a diversidade genética entre acessos quanto a compostos bioativos em folhas e cascas de cajazeira do banco de germoplasma da Emepa-PB.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Importância econômica e potencial de utilização

A cajazeira é uma das espécies do gênero *Spondias* que vem ganhando mercado e seus frutos são de grande valor econômico. Sua forma de exploração ainda é extrativista ou em pomares domésticos, não fazendo parte das estatísticas oficiais, principalmente, relacionadas à produção, distribuição e comercialização dos frutos (LEDERMAN et al., 2008; SACRAMENTO et al., 2008; SACRAMENTO; SOUZA, 2009).

Os frutos da cajazeira têm uma composição que confere valor nutritivo e funcional, rica em fitoquímicos e apresentam propriedades antioxidantes (RODRIGUEZ-AMAYA; KIMURA, 1989; LEON; SHAW, 1990; MACIEL; GUERRA, 2008; SILVA, 2010; CARVALHO et al., 2011; TIBURSKI et al., 2011).

No Norte e Nordeste do Brasil essa espécie tem participação crescente no agronegócio, principalmente devido às qualidades sensoriais e sabor exótico dos seus frutos *in natura*, os quais são comercializados em feiras livres e em supermercados. Nas diversas regiões produtoras, a maior parte da produção é vendida para agroindústrias regionais para a produção de polpas congeladas e seus derivados, sucos, picolés, sorvetes, néctares e geleias. A produção nacional de polpa não atende às necessidades do mercado interno, que fica ainda muito restrito às regiões Norte e Nordeste. Existem, portanto, amplos mercados interno e externo a serem explorados (SOARES, 2006; SACRAMENTO; SOUZA et al., 2009).

No sul da Bahia a cajazeira é utilizada como sombreamento e em Sistema Agroflorestal (SAF) com o cacauzeiro. Em várias regiões tropicais as cajazeiras são utilizadas na construção de cercas vivas (RAMOS; FRAIFE FILHO, 2006; LIMA, 2008; SACRAMENTO; SOUZA, 2009, ROMANO et al., 2013; PIASENTIN et al., 2014).

A madeira da cajazeira é utilizada em pequenas atividades de marcenaria, também utilizada como combustível e em construções civis, sendo que as cascas servem para modelagem e xilogravura (MORTON, 1987; SACRAMENTO; SOUZA, 2000; AYOKA et al., 2008; LIMA, 2008).

As exsudações da goma da árvore são usadas como cola e medicamentos (AYOKA et al., 2008). A cajazeira e outras espécies de *Spondias* vêm sendo estudadas quanto ao potencial de produção de goma para utilização na indústria (BASU, 1980; GHOSAL; THAKUR, 1981; HAQ; CHINTALACHARUVU, 1981; LÉON DE PINTO et al., 1995).

Na África, praticamente todas as partes da planta de cajazeira são utilizadas e comercializadas em mercados e o lucro é bastante substancial (ADEDOKUN et al., 2010; AMAECHI, 2015). As folhas são consumidas como salada e fonte potencial de formulação de drogas e de rações para ruminantes. Na medicina tradicional, as folhas e casca do caule são utilizadas para tratamento de diversas doenças e os frutos são muito valorizados como ração para bovinos e suínos (NJOKU; AKUMEFULA, 2007; AYOKA et al., 2008).

A cajazeira é uma espécie que está na lista de “Frutas nativas e/ou exóticas potenciais”, pois apresenta bom rendimento sob condições naturais de cultivo, tem uma ampla possibilidade de agregação de valor, polpa de alto valor comercial, frutos climatéricos, poucos problemas fitossanitários e cultivo adequado à agricultura familiar (LEDERMAN et al., 2008). No entanto, os fatores mais limitantes para o cultivo comercial dessa espécie são o alto porte, a longa fase juvenil e a falta de clones recomendados para plantios comerciais (SOUZA; BLEICHER, 2002; SOUZA et al., 2006a).



## 2.2 Botânica, origem e dispersão geográfica

Em seu tratado botânico *Genera Plantarum* de 1753, Linnaeus criou o gênero *Spondias*, o primeiro da família Anacardiaceae (MITCHELL; DALY, 2015), e naquela época nominou-a cajazeira (*Spondias mombin*), ficando o gênero monotípico por cerca de dez anos (AIRY SHAW; FORMAN, 1967). Em recente revisão do gênero, Mitchell; Daly (2015) relatam que as *Spondias* estão agrupadas na subfamília Spondioideae e compreende 18 espécies nativas da América tropical, da Ásia e de Madagascar, e, dessas 18, sete ocorrem no Brasil: a *Spondias mombin* L., a *Spondias tuberosa* Arruda in Koster, a *Spondias admirabilis* J. D. Mitch. & Daly, a *Spondias expeditionaria* J. D. Mitch. & Daly, a *Spondias macrocarpa* Engl.in Mart., a *Spondias testudinis* J. D. Mitch. & Daly e a *Spondias venulosa* (Mart. ex Engl.) Engl. in A. DC. & C. DC. A *Spondias mombin* L., a *Spondias tuberosa* Arruda in Koster, a *Spondias dulcis* Parkinson e a *Spondias purpurea* L. são economicamente importantes na América tropical e no Brasil, juntamente com a umbu-cajazeira (SACRAMENTO; SOUZA, 2009), a qual recentemente foi classificada como *Spondias bahiensis* P. Carvalho, Van den Berg & M.Machado (MACHADO et al., 2015). O leste do Brasil é a zona de dispersão das espécies *Spondias macrocarpa* Engl. e *Spondias venulosa* Mart. ex Engl. (MITCHELL; DALY, 2015).

A cajazeira é nativa das florestas úmidas localizadas mais ao norte da América do Sul (MITCHELL; DALY, 2015). Também é encontrada dispersa nas regiões tropicais da América, África e Ásia (SACRAMENTO; SOUZA, 2000; JANICK; PAULL, 2006) e é amplamente cultivada na África tropical (MORTON, 1987).

No Brasil os centros de diversidade desta frutífera são a Mata Atlântica e a Amazônia Ocidental, compreendendo o Estado do Acre e as regiões limítrofes com Peru e Bolívia (MITCHELL; DALY, 1995). De acordo com Sacramento e Souza (2009), a cajazeira é encontrada isolada ou agrupada na Amazônia, na Mata Atlântica e nas zonas úmidas dos estados do Nordeste, prováveis regiões de dispersão natural da

espécie, sendo considerada uma planta em domesticação. No Nordeste brasileiro ocorre espontaneamente em condições silvestres competindo com outras espécies. No Rio Grande do Norte ocorre na faixa litorânea (SOUZA, 2008b), na Bahia ocorre na região cacauera onde é utilizada como sombreamento para o cultivo do cacau e na Paraíba ocorre nas mesorregiões do Litoral e Agreste em convivência com a vegetação nativa e como plantas aleatórias em pomares de granjas e fazendas (BOSCO et al., 2000; SACRAMENTO et al., 2008).

A cajazeira desenvolve-se bem em clima quente ou subúmido, resiste a longos períodos de seca devido ao acúmulo e a presença de fotoassimilados e de reservas nutritivas no caule e raízes (SACRAMENTO; SOUZA, 2009). A cajazeira também apresenta bom desenvolvimento em locais com temperatura variando entre 25 e 28 °C, umidade relativa entre 60 e 80%, precipitação pluviométrica entre 700 e 1.600 mm/ano, em locais de altitude variando entre 130 e 618 m, temperatura entre 23 e 24 °C, precipitação entre 1.100 a 1.800 mm/ano e umidade em torno de 80%. Na Paraíba a presença dessa espécie é mais frequente em áreas que predominam solos podzólicos vermelho-amarelo latossólico de textura média e solos podzólicos vermelho-amarelo equivalente eutrófico, com horizonte A e textura proeminente argilosa (BOSCO et al., 2000). Na Bahia a cajazeira é mais frequente em solos de baixa fertilidade, ou seja, os latossolos vermelho-amarelos (SACRAMENTO; SOUZA, 2009).

### **2.3 Caracterização da planta e biologia flora**

A cajazeira pode atingir entre 20 e 30 m de altura. Apresenta tronco ereto, casca acinzentada ou brancacenta, rugosa e muito grossa, e copa com diâmetro variável entre 8 e 24 m (CROAT, 1978; LORENZI, 1992; SILVA; SILVA, 1995; VILLACHICA, 1996; MITCHELL; DALY, 2015). As folhas são compostas, alternas, imparipinadas, com 5 a 11 pares de folíolos opostos ou alternos, espiraladas, pecioladas, lâmina oblonga, cartácea, entre 5 e 11 cm de comprimento, de 2 a 5 cm de

largura (BRAGA, 1960). Em regiões de clima com estação seca a cajazeira apresenta-se como caducifólia (VILLACHICA, 1996).

As flores são dispostas em inflorescências do tipo panículas terminais piramidais, entre 20 e 60 cm de comprimento, formadas por centenas de flores, podendo ser hermafroditas e unissexuais na mesma planta (LOZANO, 1986a; SILVA; SILVA, 1995; CARNEIRO; MARTINS, 2012). O número de flores em uma inflorescência pode atingir mais de duas mil, porém o número de frutos que alcançam a maturação, em cada panícula, pode variar entre 10 e 80 unidades (LOZANO, 1986b; SILVA; SILVA, 1995; SOUZA et al., 2006a; SACRAMENTO; SOUZA, 2009; CARNEIRO; MARTINS, 2012).

A polinização das flores é cruzada e é classificada como alógama pela ocorrência de dicogamia do tipo protândrica (SACRAMENTO; SOUZA, 2000). A produção também é variável e uma planta adulta de grande porte pode produzir até cerca de 10 mil frutos por safra (ADLER; KIELPINSKI, 2000). As cajazeiras oriundas de propagação por estaquia podem produzir 50 kg de frutos no quarto ano e 100 kg de frutos no oitavo ano após o plantio (BOSCO et al., 2000). O período entre a diferenciação e a maturação do fruto situa-se em torno de 4 a 5 meses (LOZANO, 1986b; SILVA; SILVA, 1995; BOSCO et al., 2000).

O fruto apresenta características próprias de uma drupa com endocarpo lignificado, rodeado por uma parte comestível (LOZANO, 1986b; VILLACHICA, 1996), nuculânio, com mesocarpo carnoso, amarelo, de sabor agridoce, contendo carotenoides, açúcares, vitaminas A e C, de massa variando entre 9,25 e 21,9 g (BARROSO et al., 1999), formato ovoide ou oblongo (SACRAMENTO; SOUZA, 2000). O endocarpo, também chamado de caroço, é branco, súbero-lignificado, enrugado, duro, rodeado por fibras esponjosas, contendo no seu interior de dois a cinco lóculos e de zero a cinco sementes (LOZANO, 1986b; SILVA; SILVA, 1995; VILLACHICA, 1996; SOUZA; COSTA, 2010). A semente é claviforme a reniforme e o embrião é axial, possuindo cotilédones planos e carnosos (CARDOSO, 1992).

## 2.4 Recursos Genéticos

A biodiversidade é representada por todas as espécies de plantas, animais e microrganismos, em interação com os ecossistemas e é representada pelos recursos genéticos (GOEDERT, 2007), os quais compreendem as variedades tradicionais, variedades melhoradas, linhas avançadas e espécies nativas (GIACOMETTI, 1993).

De acordo com Goedert (2007), os recursos genéticos constituem-se na parte essencial da biodiversidade que é usada pelo homem para a promoção do desenvolvimento sustentável da agricultura e produção de alimentos. Esses recursos tratam da variabilidade genética entre espécies de plantas de interesse agrícola para suas regiões de origem. E o elemento que maneja essa variabilidade dentro de cada espécie, com fins de utilização para a pesquisa denomina-se “germoplasma”.

Esses recursos são estudados em etapas bem definidas: coleta ou introdução, multiplicação, preservação/conservação, avaliação/caracterização e uso (HAWKES, 1982). O local onde é conservado o germoplasma é chamado de banco de germoplasma e serve como um reservatório de genes para trabalhos de pesquisa em diversas áreas (BESPALHOK et al., 2007).

As fruteiras tropicais nativas e exóticas têm potencial para a fruticultura brasileira, mas ainda são pouco exploradas. Muitas estão sujeitas a perdas de germoplasma devido a diversos fatores do desenvolvimento humano aumentando a necessidade de conservar esses recursos genéticos (LUNA; RAMOS JÚNIOR, 2005).

A exploração de fruteiras nativas na Região Nordeste do Brasil ocorre, na maioria das vezes, de forma extrativista, em razão da falta de conhecimento de quem as utiliza, pois muitos não têm noção do que são recursos genéticos e da importância da conservação de germoplasma, levando-se à utilização de práticas desfavoráveis ao meio ambiente como a transformação das árvores em lenha e a formação de pastagens, as quais são responsáveis pela perda de recursos genéticos (CARVALHO et al., 2002).

As plantas são também uma fonte importante de produtos naturais biologicamente ativos, muitos dos quais se constituem em modelos para síntese de um grande número de fármacos com grande diversidade em termos de estrutura e de propriedades físico-químicas e biológicas. Quando uma área é devastada ocorre também a perda de genótipos com compostos bioativos de valor farmacológico (GUERRA; NODARI, 2003).

Para impedir o processo de erosão genética, faz-se necessária a conservação dos recursos genéticos. Quando realizada dentro do seu habitat natural, diz-se que a conservação é “*in situ*” e quando realizada fora do seu habitat natural, diz-se que a conservação é “*ex situ*”, a qual poder ser feita em banco de germoplasma na forma de sementes, *in vitro*, por criopreservação e em campo (*in vivo*) (RAMALHO et al., 2004; NICK et al., 2010).

Muitas espécies frutíferas extrativistas encontradas no Nordeste, dentre as quais a cajazeira, apresentam escassez ou mesmo ausência de dados relativos a sua fisiologia, morfologia, produção e fenologia. Essas informações são importantes para a descrição e a caracterização de genótipos, possibilitando a incorporação do conhecimento técnico/científico para viabilizar sistemas produtivos comerciais e a conservação dos recursos genéticos (CARVALHO et al., 2002). São poucos os estudos químicos com a cajazeira e não existem trabalhos de caracterização química em acessos de bancos de germoplasma com essa espécie.

Segundo Brown e Moran (1981), para avaliar os recursos genéticos de uma espécie são necessárias informações da estrutura genética de suas populações, que envolvem a medida de sua diversidade genética dentro e entre as populações. O estudo da diversidade genética proporciona informações fundamentais, nos programas de melhoramento genético de plantas, em relação à caracterização, conservação e utilização dos recursos genéticos disponíveis (SILVA et al., 2014a).

Dentre muitas formas de se conhecer a diversidade genética de populações, as medidas de similaridade e/ou dissimilaridade genética são muito utilizadas para

caracterizar bancos de germoplasma. A existência de divergência na população de trabalho é o que vai garantir o sucesso de um programa de melhoramento, por meio do cruzamento entre acessos superiores e divergentes para a formação da população base. Essa divergência pode ser avaliada a partir de 10 características agromorfológicas, moleculares, químicas e outras (NODARI; GUERRA, 2003; CRUZ; CARNEIRO, 2006).

Alguns trabalhos de pesquisa vêm sendo realizados, mostrando que a cajazeira apresenta divergência genética por meio de marcadores morfológicos (SOARES, 2005; SOARES et al., 2008; CASSIMIRO et al., 2009, SANTANA, 2010; SILVA et al., 2014a; SILVA et al., 2015), moleculares (SANTOS; OLIVEIRA, 2008; SILVA, 2009; LIMA et al., 2010; GOIS et al., 2014; OLIVEIRA et al., 2015) e isoenzimáticos (SILVA et al., 2009).

Tratando-se de conservação de recursos genéticos de cajazeira, algumas instituições oficiais de pesquisa vêm mantendo pequenas coleções *ex situ*, tais como: a Embrapa Agroindústria Tropical-CE, com 17 acessos e total de 110 plantas (SOUZA, 2008b); a Embrapa Amazônia Oriental, em Belém, PA, com 30 acessos (CARVALHO; ALVES, 2008); o Instituto Agrônomo de Pernambuco (IPA), em Itambé, PE, com 33 acessos (LIRA JÚNIOR et al., 2008); a Embrapa Meio Norte, com coleção constituída de 28 acessos; o Centro de Ciências Agrárias da UFPI, com 10 acessos (SANTANA, 2010); e a Emepa-PB, em João Pessoa, PB, com 34 acessos e 73 plantas (CASSIMIRO, 2008).

Geralmente, essas coleções são utilizadas como suporte aos trabalhos de melhoramento genético, seleção de genótipos superiores com apoio às atividades de produção de mudas, desenvolvimento de trabalhos de pesquisa, em aulas de campo para estudantes de escolas técnicas, de cursos de graduação e pós-graduação e produtores rurais (LUNA; RAMOS JÚNIOR, 2005).

O processo de caracterização pode ser morfológico, fenológico, reprodutivo, bioquímico, citogenético e molecular (RAMOS et al., 2007; RODRIGUES et al.,

2010). Segundo Vieira e Agostini-Costa (2007), a caracterização é uma das etapas mais importantes após a conservação do germoplasma, agregando valor e estabelecendo as diferenças morfológicas, bioquímicas e genéticas entre os acessos disponíveis.

A caracterização química pode ser utilizada para separar os acessos conservados quanto à presença e/ou concentração de substâncias específicas e princípios ativos. Destina-se também a conhecer a variabilidade intrínseca ou entre acessos de uma mesma espécie (VALLS, 2007). A caracterização química pode ser considerada como uma estratégia para intensificar o uso de recursos genéticos vegetais conservados, possibilitando a discriminação dos acessos quanto à presença e/ou concentração de compostos bioativos (VIEIRA; AGOSTINI-COSTA, 2007).

As informações obtidas sobre a caracterização e avaliação devem ser disponibilizadas para os curadores, melhoristas e outros usuários a respeito dos acessos do banco de germoplasma (RODRIGUES et al., 2010), pois quanto maior a variabilidade genética, maiores as possibilidades de sucesso nos procedimentos de melhoramento genético (PEREIRA et al., 2010).

## **2.5 Clones**

Pelo Código Internacional de Nomenclatura para Plantas Cultivadas, clone é uma das categorias básicas de cultivar e consiste de dois ou mais indivíduos, originalmente derivados por propagação assexuada, que continuam a ser geneticamente idênticos (BRICKELL et al., 2009).

A maioria das espécies frutíferas lenhosas apresenta genótipos altamente heterozigotos e muitas características são perdidas quando propagadas por semente, devido à segregação genética (HARTMANN et al., 2011). A clonagem é um método de propagação de plantas que tem as vantagens de solucionar a segregação, reduzir o porte de algumas espécies, obter áreas de produção uniforme e respostas idênticas aos

fatores ambientais, o que permite uma definição das práticas de manejo a serem adotadas, permitindo a combinação de clones na enxertia (HOFFMANN et al., 2005; HARTMANN et al., 2011). A clonagem deve ser utilizada principalmente nas frutíferas de polinização cruzada (SOUZA, 1998).

Segundo Hartmann et al. (2011), as árvores frutíferas têm sido propagadas por enxertia devido à dificuldade da propagação por estacas e à superioridade e alto valor comercial dos clones enxertados. A enxertia pode ser utilizada com a finalidade de obter benefícios do porta-enxerto, a aceleração da maturidade reprodutiva da planta, a substituição de cultivares estabelecidas, a combinação de genótipos, a obtenção de formas especiais de crescimento de plantas e estudos de enfermidades (NACHTIGAL et al., 2005; HARTMANN et al., 2011). Na fruticultura praticamente todas as cultivares plantadas comercialmente são propagadas vegetativamente, ou seja, são clones, assim como muitos porta-enxertos utilizados na propagação (FRANZON et al., 2010).

Os porta-enxertos além de formarem o sistema radicular, em alguns casos, podem determinar características importantes como, por exemplo, conferir vigor a copa, na frutificação e qualidade aos frutos, tolerância a condições desfavoráveis, como solos pesados, ou com excesso ou falta de umidade, e ataque de patógenos (NACHTIGAL et al., 2005; HARTMANN et al., 2011).

O porta-enxerto é responsável pela absorção e pelo transporte de água e de nutrientes do solo, realiza a biossíntese e o transporte de fitormônios, fixa a planta no solo, armazena reservas, está em contato direto com a microfauna no solo, contribuindo com a manutenção da vida na rizosfera ou afetando o crescimento de raízes de plantas vizinhas por meio de compostos alelopáticos, além de interferir em diversas características da copa (MAYER et al., 2014).

O efeito do enxerto sobre a planta formada é tão importante como o do porta-enxerto, ambos mutuamente influenciam e determinam o comportamento da planta. O enxerto exerce influência sobre o crescimento do porta-enxerto e sobre a resistência



que esse tem a temperaturas. Os resultados dessa interação são obtidos em longo prazo e dependem da combinação entre eles, do ambiente e de técnicas de manejo (HARTMANN et al., 2011). A escolha do porta-enxerto é tão importante quanto a da copa, uma vez que as principais características agronômicas são determinadas pela interação entre ambos, a qual irá proporcionar melhor desempenho da planta (BASTOS et al., 2014).

Na fruticultura a seleção de porta-enxertos interespecíficos tem sido empregada com sucesso para os gêneros *Citrus*, *Prunus*, *Vitis* e *Malus*. Nas *Spondias* alguns estudos demonstraram altos índices de pegamento de enxertos e de mudas formadas pela enxertada da cajazeira sobre o umbuzeiro, a cajaraneira, a cajazeira-grande e sobre a própria cajazeira, aumentando a probabilidade da obtenção de clones copa de qualidade superior (SANTOS et al., 1999; SOUZA; ARAÚJO, 1999; SOUZA; COSTA, 2010; SOUZA; OLIVEIRA, 2014).

Alguns exemplos de problemas que foram solucionados ou contornados, com a troca de porta-enxertos tradicionais por híbridos, por espécies ou por gêneros distintos do clone copa são: a gomose, a tristeza, o declínio e a morte súbita do citros, os problemas causados pela filoxera (*Daktulosphaira vitifoliae*) em videiras na Europa, o pulgão lanígero (*Eriosoma lanigerum*) em macieiras. Nos Estados Unidos a síndrome peach tree short life (PTSL) no pessegueiro está sendo minimizada com os lançamentos e o uso comercial de porta-enxertos (MAYER et al., 2014).

### **2.5.1 Propagação da cajazeira**

A cajazeira pode ser propagada tanto pelo método sexual (sementes) quanto pelo método assexuado, ou seja, por estaquias do caule ou da raiz, enxertia por borbulhia e garfagem em fendas cheia e lateral sobre porta-enxertos de pé-franco da própria cajazeira e/ou de outras espécies de *Spondias* (SOUZA, 2008a; SACRAMENTO; SOUZA, 2009).

A maioria das espécies do gênero *Spondias*, como oumbuzeiro, a cajaraneira e a cajazeira, por possuírem sementes em seus endocarpos, propagam-se pelo método sexual e também pelo assexual (SOUZA, 2008a).

Na propagação sexual utiliza-se o endocarpo para formar a muda e esse tipo de propagação propicia a variabilidade genética e a longa fase juvenil das progênes resultantes, sendo importante para o melhoramento, mas desaconselhável para implantação de pomares comerciais (SACRAMENTO; SOUZA, 2009). Segundo Bosco et al. (2000), esse método é o menos usado na propagação da cajazeira pelo fato de a germinação ocorrer de maneira muito desuniforme, em decorrência da dormência da semente. Além disso, as plantas resultantes demandam maior tempo para iniciar a frutificação.

Dos métodos de enxertia estudados, a garfagem por fenda cheia e a garfagem por fenda lateral apresentaram as maiores porcentagens de mudas formadas, sendo, portanto, recomendadas para a produção de mudas clonadas, em escala comercial, de cajazeira e de outras espécies de *Spondias* (SOUZA et al., 1999; SOUZA et al., 2010a).

Não existem clones de cajazeira recomendados para cultivo. Contudo, resultados promissores foram obtidos pela Embrapa Agroindústria Tropical na avaliação de cinco clones copa de cajazeira (SOUZA, 2008a). Clones de cajazeira enxertados sobre a própria cajazeira de pé-franco apresentaram bom desenvolvimento no sul da Bahia (LEITE et al., 2003) e no Município de Água Branca, PI (VASCONCELOS; COSTA, 2012).

Para Souza (2008a) a pesquisa deve priorizar trabalhos de avaliação da enxertia e da borbulhia sobre porta-enxertos de pé-franco e clonais de outras espécies de *Spondias*. Concomitantemente, deve-se avaliar o comportamento vegetativo e reprodutivo dos clones obtidos.

### 2.5.2 Enxertia interespecífica

Alguns estudos com a enxertia interespecífica vêm sendo realizados com sucesso, em condições de viveiro, entre as espécies do gênero *Spondias*. Souza e Araújo (1999), Souza et al. (1999) e Souza et al. (2002) utilizaram a cajazeira sobre porta-enxertos da própria cajazeira, da cajaraneira e do umbuzeiro. Santos et al. (1999) utilizaram a cajazeira, a cirigueleira, a umbu-cajazeira e a umbugueleira sobre porta-enxertos de umbuzeiro. Entretanto, as informações sobre o comportamento vegetativo e reprodutivo das diferentes combinações (enxerto/porta-enxerto) não são ainda suficientes para recomendações destes clones para cultivo (SOUZA; COSTA, 2010).

Os resultados de pegamento de enxertos são promissores e segundo Santos et al. (1999), em condições naturais, essas plantas apresentam caracteres intermediários entre elas, indicando viabilidade de cruzamentos naturais com baixa incompatibilidade dentro do gênero.

O primeiro estudo avaliando clones obtidos de enxertia interespecífica em condições de campo foi realizado por Vasconcelos (1949), com o umbuzeiro enxertado na cajazeira nas condições de Piracicaba, SP, concluindo, após 18 anos de observações, que o enxerto do umbuzeiro frutificava de forma mais abundante que o umbuzeiro oriundo de pé-franco.

Santos et al. (2002) avaliaram os enxertos de cajaraneira, cajazeira, cirigueleira, umbu-cajazeira e umbugueleira sobre porta-enxertos de umbuzeiro em condições de sequeiro em Petrolina, PE, e observaram que os enxertos de cajaraneira e cirigueleira frutificaram após dois anos de cultivo sendo os mais produtivos.

Santos e Lima Filho (2008) realizaram estudos com enxertos destas espécies e com o clone de umbuzeiro BGU 37 enxertados sobre o umbuzeiro, avaliados nas mesmas condições ambientais, e observaram, aos dez anos de idade, a ausência de incompatibilidade. Os conjuntos cirigueleira/umbuzeiro e cajaraneira/umbuzeiro foram

os mais produtivos, enquanto o conjunto cajazeira/umbuzeiro não apresentou frutificação no mesmo período de avaliação.

Souza e Bleicher (2002) avaliaram clones de cajazeira oriundos de uma planta de Itaitinga, CE, enxertados sobre o umbuzeiro, em Pacajus, CE, e observaram que não houve interferência na forma de crescimento das plantas e que estas seguiram a tendência das plantas propagadas por sementes, ou seja, formaram haste única e porte alto, havendo a necessidade de manejo de poda.

Em ensaio realizado em Limoeiro do Norte, CE, foram avaliados cinco clones copa de cajazeira (Capuan, Curimatã, Gereau, Ladeira Grande e Lagoa Redonda) enxertados sobre a cajazeira e o umbuzeiro sendo observado que os clones formaram plantas de porte baixo, vigorosas, com aspectos fenotípicos e morfológicos distintos, sem alterações do crescimento do caule principal e do formato da copa (SOUZA et al., 2006a; SOUZA et al., 2006b). Observaram que o porta-enxerto de cajazeira formou plantas com troncos mais vigorosos do que os de umbuzeiro e que o porta-enxerto de umbuzeiro aumentou o porte, a precocidade e a produtividade dos clones (SOUZA et al., 2006a). Foi observado, aos sete anos de idade, que o padrão de crescimento desses clones de cajazeira não foi alterado. A maioria formou copas monopodiais ou bifurcadas, esgalhadas na parte terminal, sem indícios de incompatibilidade no ponto de enxertia (SOUZA et al., 2010b; SOUZA et al., 2012).

Na maioria dos trabalhos realizados, o umbuzeiro foi a espécie mais utilizada como porta-enxerto. Além de ser uma frutífera de grande potencial no Agreste e no Semiárido nordestinos, essa espécie possui mecanismos adaptativos, tal como o sistema radicular, com xilopódios para armazenamento de água e sais minerais, os quais dão à planta a possibilidade de ser usada como porta-enxerto para outras espécies do gênero *Spondias* em condições de sequeiro (ARAÚJO et al., 2006).

Assim, o umbu-cajá, a ciriguela, o cajá e o cajá-manga, que ocorrem em áreas com precipitação acima de 800 mm nas regiões úmidas e sub-úmidas, necessitam do porta-enxerto do umbuzeiro para produzir nas regiões menos favorecidas,

principalmente nas áreas com precipitações inferiores a 500 mm (ARAÚJO et al., 2006).

Para Santos et al. (1999) a possibilidade de utilização do umbuzeiro como porta-enxerto para outras espécies de *Spondias*, no Sertão nordestino, poderá viabilizar uma fruticultura competitiva e diversificada, fortalecendo também a agricultura de base familiar.

## **2.6 Metabólitos secundários**

Metabólitos secundários são substâncias produzidas pelos vegetais conhecidas como compostos orgânicos, produtos secundários, produtos naturais ou fitoquímicos. A grande maioria desses metabólitos não participa diretamente no crescimento e desenvolvimento das plantas e são diferencialmente distribuídos entre grupos taxonômicos dentro do reino vegetal (CROTEAU et al., 2000; TAIZ; ZEIGER, 2009). Muitos dos metabólitos secundários são compostos bioativos, originalmente classificados como resíduos, os quais têm sido investigados extensivamente por farmacologistas e tendo sido descobertas muitas funções biológicas complexas (HADACEK, 2002; VIZZOTTO et al., 2010).

A biossíntese desses metabólitos pode ocorrer em todos os órgãos da planta, incluindo raízes, brotos, folhas, frutos e sementes e parecem ser armazenados somente em tecidos ou em células especializadas em função de seu grau de desenvolvimento e diferenciação. Os compostos lipofílicos podem ser encontrados nas membranas de organelas ou no retículo endoplasmático, embora as vesículas de armazenamento específicas tenham sido relatadas para alguns compostos. Compostos hidrofílicos são preferencialmente armazenados nos vacúolos, nas partes interiores das organelas, e no citosol, bem como no espaço extracelular (apoplasto). Em alguns casos, a produção pode estar restrita à espécie, ao estágio específico do desenvolvimento do vegetal ou a

determinadas condições ecológicas ou ambientais (SANTOS, 2003; GUTZEIT; LUDWIG-MÜLLER, 2014).

Dentre os fatores que afetam a produção dos metabólitos secundários, podem-se ressaltar a idade e o estágio de desenvolvimento da planta, a luminosidade, a temperatura, a pluviosidade, a altitude, a nutrição, a sazonalidade, o ritmo circadiano, a composição atmosférica, a época e o horário de coleta, as técnicas de colheita e pós-colheita, a indução por estímulos mecânicos e o ataque de herbívoros ou patógenos. Estes fatores podem apresentar correlações entre si, não atuando isoladamente, podendo exercer influência conjunta no metabolismo secundário (GOBBO-NETO; LOPES, 2007).

Os metabólitos secundários têm funções ecológicas, pois protegem as plantas contra herbívoros e microorganismos patogênicos, agem como atrativos para polinizadores e dispersores de sementes, atuam como agentes alelopáticos (aleloquímicos que influenciam a concorrência entre espécies de plantas) e nas simbioses entre plantas e microorganismos (TAIZ; ZEIGER, 2009; CROTEAU et al., 2000; GUTZEIT; LUDWIG-MÜLLER, 2014). Por outro lado, os insetos podem empregar compostos sintetizados de plantas em seu próprio benefício, tais como sinais para alimentação e oviposição bem como localização de presas (HADACEK, 2002).

Os metabólitos secundários possuem atividades biológicas marcantes e muitos são de importância comercial não apenas na área farmacêutica, mas também nas áreas alimentar, agrônômica e de perfumaria (SANTOS, 2003), na medicina e como alimentos funcionais e nutracêuticos o que confere um papel importante na vida do homem (VIEIRA; AGOSTIN-COSTA, 2007).

Na agricultura os metabólitos substituem os fungicidas sintéticos, pois são facilmente biodegradáveis na natureza (YAZDANI et al., 2011). Essa atividade se dá através dos aleloquímicos, que são biomoléculas originadas do metabolismo secundário, e a sua atividade tem sido utilizada como alternativa ao uso de herbicidas, inseticidas e nematicidas (defensivos agrícolas), representando alguma vantagem

contra a ação de microorganismos, vírus, insetos e outros patógenos e predadores, seja inibindo a ação destes ou estimulando o crescimento ou o desenvolvimento das plantas (WALLER, 1999). Segundo Croteau et al. (2000), a atividade alelopática pode influenciar negativamente o crescimento de plantas vizinhas.

A diversidade de cores conferidas a alguns metabólitos favorece a atração dos insetos polinizadores. Também desempenham outras funções entre a planta e o meio, protegendo-a dos efeitos nocivos da radiação ultravioleta, evitando a morte celular na planta e promovendo um papel importante no processo de reprodução sexual. As funções ecológicas dos metabólitos secundários afetam a sobrevivência da planta profundamente (VIEIRA; AGOSTINI-COSTA, 2007; CROTEAU et al., 2000).

Do ponto de vista farmacêutico, o maior interesse é devido ao grande número de substâncias farmacologicamente importantes que dão origem aos fitoterápicos, medicamentos preparados exclusivamente à base de plantas medicinais, e aos fitofármacos, substâncias extraídas de plantas que apresentam atividade farmacológica, ambos podendo ter aplicação terapêutica no controle e prevenção de diversas doenças e de grande importância econômica (GUERRA; NODARI, 2003).

Também atuam como alimentos funcionais e nutracêuticos, pois produzem benefícios específicos à saúde, tais como a prevenção e/ou tratamento de diversas doenças e a manutenção do bem-estar físico e mental, que fazem parte das exigências de uma sociedade moderna que vem modificando os padrões de vida (MORAES; COLLA, 2006).

O estudo dos metabólitos secundários vegetais representa muitas aplicações práticas pelas suas diversas funções e atividades biológicas. A caracterização química das substâncias de interesse, bem como o conhecimento da sua ação e relação com o meio ambiente, poderão transformar espécies com potencial econômico em cultivos agrícolas, ou melhorar o manejo de variedades já estabelecidas e a produção, ou, de outra forma, estabelecer o manejo sustentável de recursos genéticos da flora silvestre

para melhor utilização de seus produtos em programas de fitoterapia bem como na indústria farmacêutica (VIEIRA; AGOSTINI-COSTA, 2007).

Considerando a imensa quantidade de compostos secundários e de espécies-fonte desses metabólitos secundários com potencial econômico, é indispensável que a caracterização química das substâncias bioativas seja considerada (VIEIRA; AGOSTINI-COSTA, 2007). A instrumentação e a metodologia analítica para avaliação dos compostos secundários estão cada vez mais avançadas. Os métodos cromatográficos são os procedimentos de separação e isolamento de metabólitos mais amplamente utilizados, tais como a Cromatografia em Papel (CP), a Cromatografia em Camada Fina (CCF), a Cromatografia em Fase Gasosa (CG) e a Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (CLAE). Alguns destes métodos podem ser combinados, tais como a CG ou CLAE com a Espectrometria de Massas (EM) como detectores. Existem, assim, diversos equipamentos e métodos de análises para cada grupo de metabólitos (HADACEK, 2002; ALVES et al., 2010; FALKENBERG et al., 2003; GUTZEIT; LUDWIG-MÜLLER, 2014).

A origem desses metabólitos secundários ocorre a partir do metabolismo da glicose, via dois intermediários principais: o ácido chiquímico e o acetato (SANTOS, 2003; TAIZ; ZEIGER, 2009; CROTEAU et al., 2000). São usualmente classificados de acordo com a sua rota biossintética e divididos em três grupos: terpenos, compostos fenólicos e alcalóides (CROTEAU et al., 2000).

Os compostos fenólicos são substâncias aromáticas derivadas da fenilalanina, possuindo um grupo fenol - um grupo hidroxila funcional em um anel aromático (TAIZ; ZEIGER, 2009). Esse grupo de substâncias é muito diversificado, compreendendo diversas classes de compostos biologicamente importantes, dentre as quais se destacam a dos taninos e a dos flavonoides (LIMA, 2006).



### 2.6.1 Taninos

Os taninos são substâncias fenólicas solúveis em água, os quais apresentam habilidade de formar complexos insolúveis em água com alcalóides, gelatina e outras proteínas, responsáveis pela adstringência de muitos frutos e produtos vegetais (SANTOS; MELLO, 2003). Os taninos ocorrem em uma ampla variedade de vegetais, podendo ser encontrados em raízes, cascas, folhas, frutos, sementes e na seiva (BATTESTIN et al., 2004).

Segundo a estrutura química, são classificados em dois grupos: os condensados, que são compostos por polimerização de unidades de flavonoides, e os hidrolisáveis, que são polímeros heterogêneos que contêm ácidos fenólicos, em especial o ácido gálico e açúcar simples (TAIZ; ZEIGER, 2009). Os taninos hidrolisáveis são grupos de substâncias poliméricas que agem principalmente em defesa da planta. São encontrados nas folhas, frutas, vagens e galhas de algumas dicotiledôneas lenhosas, não sendo identificados em monocotiledôneas. Por outro lado, os condensados são comuns e ocorrem em praticamente todas as árvores e arbustos. Conhecido como proantocianidinas, estes compostos são sintetizados pela via do fenilpropanóide-etilo (CROTEAU et al., 2000).

Os taninos hidrolisáveis dividem-se em galotaninos e elagitaninos. Os elagitaninos são derivados do metabolismo do ácido gálico possuem um ou dois resíduos de hexa-hidróxi-difenoil-D-glicose (HHDP) de configuração (*R*) ou (*S*), especialmente adjacentes. Após a hidrólise ácida das ligações éster, ocorre a liberação do ácido difênico, o qual se arranja espontaneamente para o ácido elágico (SANTOS; MELLO, 2003).

Segundo Taiz e Zeiger (2009), os taninos são toxinas que reduzem significativamente o crescimento e a sobrevivência de muitos herbívoros, quando adicionados as suas dietas. Atuam como repelente alimentar para uma grande variedade de animais, diminuindo os riscos de doenças no homem e servindo como

defesa da planta contra microorganismos. Na indústria são utilizados na estabilização da cerveja, no curtimento de peles de animais e na produção de resinas (BATTESTIN et al., 2004). A sua aplicação como droga está relacionada principalmente as suas propriedades adstringentes. Por via interna exercem efeito antidiarréico e anti-séptico. Por via externa impermeabilizam as camadas mais expostas da pele e mucosas, protegendo assim as camadas subjacentes. Ao precipitar proteínas, os taninos propiciam um efeito antimicrobiano e antifúngico (BRUNETON, 1991).

### 2.6.1.1 Geraniina

A geraniina é um elagitanino que foi isolado, pela primeira vez, da espécie *Geranium thunbergii* Sieb. et Zucc., sendo um sólido cristalino-amarelo sem adstringência na língua e com a seguinte fórmula química:  $C_{41}H_{28}O_{27} \cdot 5H_2O$  (OKUDA et al., 1976).

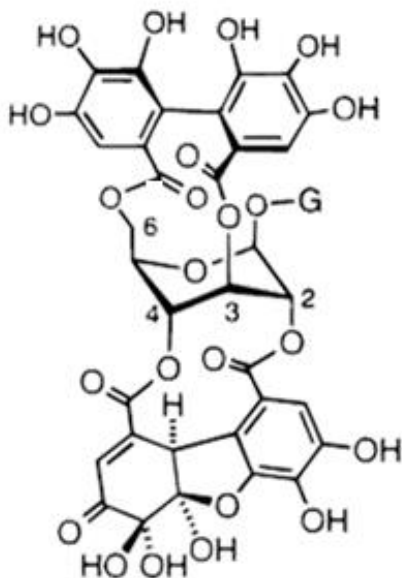


Figura 1. Estrutura química da geraniina.  
Fonte: Quideau; Feldman (1996).

Informações sobre a ocorrência desse composto nas partes comestíveis de plantas são escassas, sendo comum a ocorrência em folhas e cascas de diversas espécies, tais como *Euphorbia humifusa* (YOSHIDA et al., 1994), *Sapiumjaponicum* Pax et Hoffm (KANG et al., 2006), *S. sebiferum* (CHENG et al., 1994), *Acalypha hispida* e *A. wilkesiana* (ADESINA et al., 2000), *Excoecaria agallocha* (LI et al., 2012), *Macaranga tanarius* (LIN et al., 1990), *Nephelium lapaceum* (THITILERTDECHA et al., 2010), *Nymphaca tetragona* (KURIHARA et al., 1993), *Elaeocarpus sylvestris* (TANAKA et al., 1986) e nas do gênero *Phyllanthus* (PRIYA et al., 2011; LEE et al., 2013).

A geraniina vem apresentando uma série de atividades biológicas tornando-se importante para a química medicinal, sendo alvo de diversos estudos, os quais, em sua maioria, são realizados *in vitro* e *in vivo*. Dentre as inúmeras atividades destacam-se asantioxidante, anticancro e antimicrobiana (PERERA et al., 2015). Extraída da espécie *Geranio* spp., é utilizada como antidiarreico e considerada uma droga oficial no Japão (OKUDA, 1977).

Na agricultura a geraniina obtida do *Geranium viscosissimum* var. *viscosissimum* inibiu o crescimento de larvas da lagarta *Heliothis virescens* encontradas no tabaco (KLOCKE et al.,1985). A geraniina obtida de *G. pratense* L. controlou a sarna da batata causada pela bactéria *Streptomyces* spp. (USHIK et al., 1997). Purificada do extrato de *G. thunbergii*, a geraniina inibiu moderadamente a bactéria *Ralstonia solancaerum* a qual causa a murcha da batata (OOSHIRO, 2011). Isolada da planta aquática *Nymphaea tetragona*, a geraniina demonstrou inibição relativamente fraca contra as bactérias patogênicas *Aeromonas salmonicida* e *Pseudomonas fluorescens* em peixes (KURIHARA et al., 1993).

### 2.6.1.2 Ácido elágico

O ácido elágico é um composto fenólico dimérico derivado do ácido gálico e está presente em plantas na forma de elagitaninos (AMAKURA et al., 2000). Possui a fórmula química  $C_{14}H_6O_8$  (GODEVAC et al., 2010), sendo um componente estrutural da membrana e da parede celular vegetal (VATTEM; SHETTY, 2005).

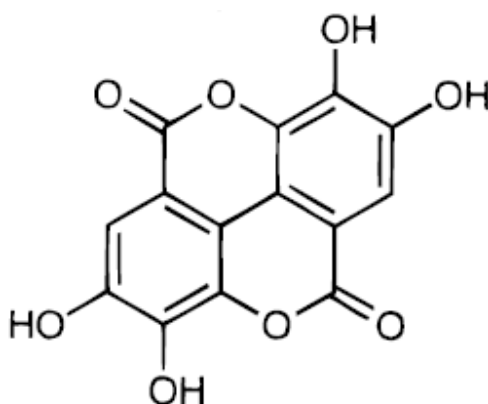


Figura 2. Estrutura química do ácido elágico.  
Fonte: Quideau; Feldman (1996).

O ácido elágico ocorre em concentrações elevadas em morango (*Fragaria* spp.), falso morango (*Duchesnea indica*), groselha preta (*Ribes nigrum*), amora-preta (*Rubus* subgênero *Eubatus*), framboesa vermelha (subgênero *Rubus idaeobatus*), mayhaw (*Crataegus* spp.) e mirtilo vermelho (*Vaccinium macrocarpon*) (WANG et al., 1994), em kiwi (*Actinidia deliciosa*) e tangerina (*Citrus reticulata*) (DANIEL et al., 1989), em romã (*Punica granatum* L.) (WU et al., 2013), em noqueira-pecã (*Carya illinoensis*) e em arbusto de creosoto (*Larrea tridentata* Cov.) (OSORIO et al., 2010). Outras fontes de ácido elágico incluem nozes, castanhas e amendoins (DANIEL et al., 1989), bebidas destiladas (DANIEL et al., 1989; GLABASNIA; HOFMANN, 2006) e sementes (BUSHMAN et al., 2004). Ocorre também em folhas e cascas de espécies de

*Qualea* sp. (NASSER et al., 2008), *Terminalia* sp. (DHANANI et al., 2015), *Tristaniopsis* sp. (VEROTTA et al., 2001), *Cochlospermum angolensis* Welw (FERRERES et al., 2013) e *Drosera peltata* (BRAUNBERGER et al., 2013).

O ácido elágico é utilizado por causa de suas ações combinadas e está disponível como suplemento alimentar em cápsula, pó, ou em formas líquidas obtidas de extratos de folhas de framboesas vermelhas, de romãs ou de outras fontes que contenham níveis elevados de ácido elágico (VEKIARI, et al., 2008). No mercado existe ainda uma grande quantidade de produtos nutracêuticos, derivados da romã, padronizados com 40% desse composto (LANSKY, 2006).

Os estudos com o ácido elágico *in vitro*, obtido de plantas medicinais, e *in vivo*, por meio do consumo de alimentos ricos nesse composto, têm demonstrado efeitos biológicos em diversas doenças. Provavelmente, os efeitos biológicos *in vivo* são devido à redução de radicais livres que esse composto exerce quando da sua avaliação em ensaios *in vitro* (LARROSA et al., 2010).

### **2.6.2 Flavonoides**

Os flavonoides constituem a maior classe de fenólicos vegetais. A maioria desses fenólicos ocorre como glicosídeos e são classificados em grupos diferentes. Dentre esses grupos estão as antocianinas, as flavonas, os flavonois, os flavan-3,4-dióis e as isoflavonas. O esqueleto básico de carbono dos flavonoides contém 15 carbonos organizados em dois anéis aromáticos conectados por uma ponte de três carbonos. São biossintetizados a partir de produtos da rota do ácido chiquímico e malônico (CROZIER et al., 2006; TAIZ; ZEIGER, 2009).

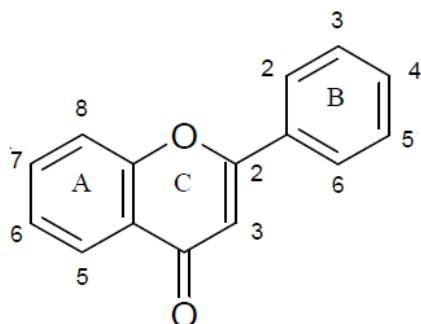


Figura 3. Estrutura química dos flavonoides  
Fonte: Taiz; Zeiger (2009).

Os flavonoides ocorrem em praticamente todas as partes das plantas, incluindo folhas, flores, caules, casca, grãos, legumes, nozes, sementes, frutos e ainda em produtos derivados como chá e vinho (MIDDLETON, 1998; YAN et al., 2011). O mesmo composto pode ocorrer em diferentes concentrações dependendo do órgão vegetal em que se encontra (ZUANAZZI; MONTANHA, 2003)

Possuem diversas funções nas plantas, tais como atrativos de polinizadores e dispersores de sementes, proteção contra raios ultravioletas, proteção contra ataque de microorganismos e antioxidantes bem como possuem utilidades farmacológica e alimentar (CROTEAU, 2000).

O interesse econômico pelos flavonoides é devido as suas diferentes propriedades, como, por exemplo, o fato de alguns apresentarem cor e poderem ser usados como pigmentos, no processo de tanagem do couro, na fermentação do chá-da-índia, na manufatura do cacau e por conferirem cor e valor nutricional para alguns alimentos. Além disso, possuem importância farmacológica participando do controle e prevenção de diversas doenças (ZUANAZZI; MONTANHA, 2003).

### 2.6.2.1 Rutina

A rutina foi descoberta nas folhas de arruda (*Ruta graveolens*) e consiste de um pó formado de cristais aciculares, amarelo-esverdeado, insípido e inodoro. Possui a fórmula molecular  $C_{27}H_{30}O_{16}$  (Farmacopeia Brasileira, 1977). A rutina, quando isolada de laranjas, foi classificada como vitamina P, mas após alguns estudos, concluíram que se tratava de um flavonoide (NIJVELDT et al., 2001). Esse composto ocorre em várias fontes alimentares, tais como cebolas, cerejas, maçãs, brócolis, couve, tomates, bagas, chás, vinho tinto, tártaro e trigo sarraceno (YAO et al., 2004).

A rutina é um flavonoide pertencente à subclasse dos flavonóis que vem sendo bastante pesquisada e com resultados interessantes para as indústrias farmacêuticas (ZUANAZZI; MONTANHA, 2003; PEDRIALI, 2005). Apresenta grande importância terapêutica por melhorar a resistência e a permeabilidade dos vasos capilares e por apresentar atividades antioxidante, anti-inflamatória, anticarcinogênica, dentre outras (BECHO et al., 2009).

É extraída para fabricação de medicamento, em grande parte, de frutos de espécies nativas do Cerrado Brasileiro. As espécies mais empregadas são conhecidas como fava d'anta (*Dimorphandra mollis* e *D. gardneriana*). Os frutos são coletados verdes, e após secos, são vendidos para as indústrias que os processam, extraindo e comercializando principalmente a rutina, além de seus derivados (SANTOS, 2006). De acordo com Pedriali (2005), as principais fontes de extração da rutina são a árvore japonesa pagoda (*Sophora japonica* L.), o trigo sarraceno (*F. esculentum* Moech, *F. tataricum* L.) e o faveiro (*D. mollis* Benth). Outras importantes fontes de rutina são as cascas das espécies de *Citrus* (DUZZIONI et al., 2010; RAZA; SHAHWAR, 2013), a arruda comum (*Ruta graveolens*) (ARAUJO, 2003), o tabaco (*Nicotiana tabacum*) (FATHIAZAD et al., 2006), a amoreira-branca (*Morus alba* L.) (HUNYADI et al., 2012) e o trigo mourisco (*Fagopyrum esculentum*) (LEIBER et al., 2012).

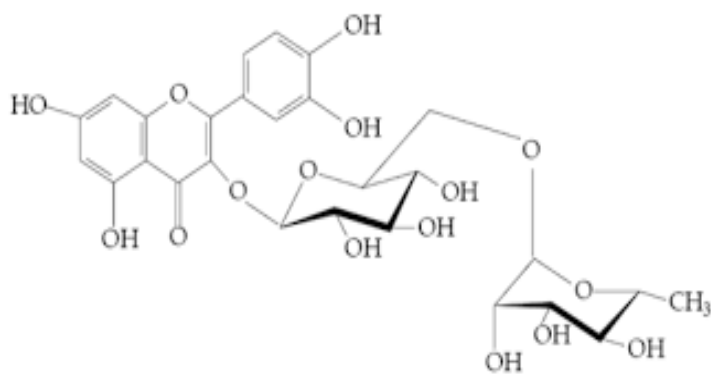


Figura 4. Estrutura química da rutina.  
 Fonte: Becho et al. (2009).

#### 2.6.2.2 Quercetina

A quercetina é um pó amarelo-alaranjado com fórmula molecular  $C_{15}H_{10}O_7$  (BUDAVARI, 1996) e pertence à subclasse dos flavonóis (ZUANAZZI; MONTANHA, 2003). É o mais abundante flavonoide presente na dieta humana, representando aproximadamente 95% do total dos flavonoides ingeridos, sendo a cebola, a maçã, o brócolis e as bagas as fontes abundantes desse composto (NIJVELDT et al., 2001). Está presente também na vagem, no tomate e em produtos derivados tais como sucos, chás, cafés, vinhos e cervejas, alimentos que são frequentemente associados com baixo risco de câncer (HERTOG et al., 1993). Ocorre também em plantas tais como a carqueja (*Baccharis trimera*) (CAPRA et al., 2014), a tiririca (*Cyperus rotundus*), a brahmi (*Bacopa monnieri*), o alcaçuz (*Glycyrrhiza glabra*), o quebra-pedra (*Phyllanthus amarus*), o aspargo (*Asparagus racemosus*) (PARMAR et al., 2011), o cajueiro (*Anacardium occidentale*) (CHAVES et al., 2010), a erva-de-são-joão (*Hypericum perforatum*), o sabugueiro (*Sambucus nigra*) (WACH et al., 2007), a goiabeira (*Psidium guajava*) e a videira (*Vitis vinífera*) (D'MELLO et al., 2011).



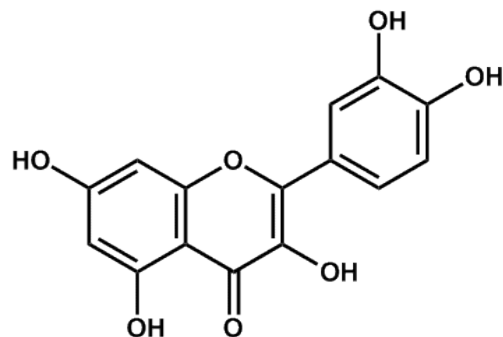


Figura 5. Estrutura química da quercetina.  
Fonte: CROTEAU et al. (2000).

A capacidade de atuar como antioxidante é a melhor propriedade da quercetina e parece ser um flavonoide poderoso por proteger o organismo contra as espécies reativas de oxigênio (DE GROOT; RAUEN, 1998). De acordo com Hirpara et al. (2009), a quercetina é o flavonoide mais estudado, considerando os resultados de estudos sobre a atividade biológica. Sua ação vem sendo testada contra vários tipos de doenças, principalmente na prevenção e no combate ao câncer. Esse flavonoide é um dos mais estudados quanto a sua capacidade anticarcinogênica (HERTOG et al., 1993).

## 2.7 Fitoquímica de espécies de *Spondias*

A família Anacardiaceae é constituída por aproximadamente 76 gêneros e 600 espécies. Seus gêneros são subdivididos em cinco tribos, quais sejam, Anacardiceae, Dobineae, Rhoeae, Semecarpeae e Spondiadeae. As espécies dessa família têm-se demonstrado bastante promissoras quanto à busca de substâncias bioativas. Do ponto de vista químico, o gênero *Spondias* encontra-se entre os doze mais estudados nessa família, o qual se destaca pelo número de investigações relativas à composição química de suas espécies e pelas atividades biológicas de seus extratos e metabólitos (CORREIA et al., 2006).

Os estudos destas espécies possibilitaram verificar a ocorrência de flavonoides, terpenos, esteroides, xantonas e, principalmente, de lipídios fenólicos e derivados. Dentre os flavonoides, os biflavonoides são os mais frequentes (CORREIA et al., 2006).

Em estudo químico do extrato hidroetanólico das folhas de *Spondias admirabilis*, detectou-se a presença de flavonoides derivados da quercetina e, após a obtenção da amostra pura, identificou-se o flavonoide isolado como sendo rutina (quercetina 3- *O* – rutinosídeo) (GOULART et al., 2012).

Engels et al. (2012) determinaram, em casca de frutos de cirigueleira (*S. purpurea*), ácidos fenólicos e flavonol-*O*-glicosilados, totalizando 21 compostos, e dentre estes, determinaram os *O*-glicosídeos de quercetina, canferol, canferídeo e raminetina. O extrato etanólico das folhas dessa espécie apresentou esteroides e quercetina, indicando atividades antioxidante e antiacetilcolinesterásica (PASCOAL et al., 2014). Almeida (2013) observou, em extrato metanólico de frutos inteiros desta espécie, a presença de flavonoides e de compostos fenólicos bem como atividade gastroprotetora.

Em extrato etanólico da polpa dos frutos de cajá-manga (*S. dulcis*), também conhecida como *S. Cytherea* Sonn, Oliveira (2011) determinou a rutina e o ácido clorogênico, onde o extrato apresentou atividade antioxidante. O sistema secretor do caule dessa espécie apresentou óleos essenciais e compostos fenólicos (taninos e agliconas flavonoicas) (SANT'ANNA-SANTOS et al., 2006). O extrato metanólico da polpa do fruto apresentou atividade antinociceptiva (ALMEIDA, 2013).

A avaliação fitoquímica do extrato etanoico de folhas de umbu-cajazeira (*Spondias* sp.) permitiu a detecção de compostos bioativos, fenóis, flavonoides, taninos e xantonas, os quais apresentaram atividade antioxidante (FERREIRA et al., 2015). Em extrato metanólico bruto de folhas dessa espécie, foram obtidos ácido gálico, ácido clorogênico, catequina, galato de epigalocatequina, rutina, hiperina, quercetina, apigenina e canferol, apresentando atividades anti-inflamatória, antioxidante e

hepatoprotetora (SILVA, 2012). Moreira et al. (2012) determinaram os fitoquímicos bioativos, fenólicos totais, flavonoides, flavonois, taninos condensados e ácido ascórbico em frutos de umbu-cajazeira.

Em resina secretada por *S. pinnata* foram determinados fitoesteróis e flavonoides, os quais apresentaram atividade antimicrobiana (GUPTA et al., 2010). Em extrato metanólico da casca dessa espécie foram obtidos alcaloides, flavonoides, fenois e saponinas, apresentando atividades antioxidante, antimicrobiana e citotóxica (KHAN, 2014). Em extratos de frutos dessa espécie foram determinados ácidos gálico, salicílico e elágico, rutina e quercetina, entre outros. Confirmando seu potencial nutracêutico e terapêutico (SATPATHY et al., 2011).

O extrato metanólico de folhas de umbuzeiro (*S. tuberosa*) foi analisado apresentando em sua composição o ácido elágico, rutina e quercetina, os quais apresentaram atividades antioxidante, antimicrobiana e antiviral (SILVA et al., 2011; SILVA et al., 2012a). No extrato etanólico de folhas, cascas e talos foram encontrados 76,72, 19,28 e 9,27 µg/mL de rutina, respectivamente. Quanto à atividade biológica, o extrato do talo apresentou maior atividade antioxidante enquanto que o extrato da folha apresentou maior atividade antibacteriana (GUIMARÃES, 2015). Segundo Gonçalves et al. (2010), as polpas congeladas de umbu apresentaram flavonoides (quercetina), ácido elágico e ácido hidroxicinâmico.

### **2.7.1 Fitoquímica da cajazeira**

Com relação à composição fitoquímica da cajazeira, vários trabalhos foram realizados com folhas, entretanto são incipientes com outras partes da planta como as cascas, flores e raízes. Resultados obtidos revelaram a presença de componentes bioativos em extratos de folhas, cascas e raízes, os quais consistem de taninos, saponinas, antraquinonas, flavonoides, esteroides, terpenoides, taninos alcaloides, fenois, fitatos, oxalatos, açúcares redutores, glicosídeos cardíacos e cianogênicos

(ABO et al., 1999; OKWU; OKWU, 2004; NJOKU; AKUMEFULA, 2007; OKONKWO, 2009; IGWE et al., 2010; ACCIOLY et al., 2012; AKINMOLADUN et al., 2014; MADUKA et al., 2014; SHITTU et al., 2014; OMOREGIE; OIKEH, 2015).

Os primeiros estudos caracterizando e isolando um composto bioativo em folhas e cascas de cajazeira foram realizados por Corthout et al. (1989), que determinaram, em folhas e hastes, o ácido fenólico de cadeia longa pelandjuaico (6-[8'(Z), 11' (Z) - heptadecadienil]-ácido salicílico) e Corthout et al. (1990), na Bélgica, isolaram os elagitaninos geraniina e galoil-geraniina. Em seguida, os mesmos autores identificaram os seguintes ácidos fenólicos: ácido 6-alquenil-salicílico e ácido anacárdico. Posteriormente, isolaram o ácido 2-O-cafeicol-(+)-alohidroxicítrico e butil éster de ácido clorogênico (CORTHOUT et al., 1992; CORTHOUT et al., 1994). Fred-Jaiyesimi et al. (2009a) isolaram em extrato metanólico de folhas o composto  $3\beta$ -olean-12-en-3-il (9Z)-hexadec-9-enoato inibidor da enzima  $\alpha$ -amilase. Ainda nas folhas foi isolada a quercetina-3-O- $\beta$ -D-glicopiranosídeo e o alceno (ou alqueno) undec-1-eno (AKINMOLADUN et al., 2015). Coates et al. (1994) citam que as folhas da cajazeira têm a presença do ácido anacárdico e do ácido clavulânico.

A quantificação de compostos bioativos ocorreu a partir do trabalho realizado por Silva et al. (2011) os quais determinaram  $41,56 \pm 0,01$  mg/g de ácido elágico e  $2,36 \pm 0,01$  mg/g de quercetina em extrato metanólico de folhas. Cabral (2014), que avaliou o perfil químico das folhas de *S. mombin* em extrato hidroetanólico, observou que a espécie é rica em compostos fenólicos obtendo 19,4 mg/g de ácido elágico e 12,0 mg/g de ácido clorogênico.

Enquanto que, em extrato aquoso de folhas, Sabiu et al. (2015a) obtiveram  $85,50 \pm 0,20$  mg/g de ácido gálico e  $60 \pm 0,10$  mg/g de quercetina, Omoregie e Oikeh (2015) obtiveram  $213,50 \pm 1,25$  mg/g de ácido gálico,  $78,75 \pm 0,42$  mg/g de quercetina e  $20,00 \pm 0,00$  mg/g de ácido ascórbico em extrato metanólico de folhas.

Os frutos da cajazeira apresentam compostos bioativos como flavonoides, carotenoides, clorofila, fenólicos e antocianinas (SILVA et al., 2012b; CARVALHO et

al., 2011). Cabral (2014) identificou a presença da rutina e do ácido clorogênico. Isaac et al. (2012) obtiveram  $1,55 \pm 0,083$  g de ácido gálico,  $3,91 \pm 0,017$  g de quercetina e  $1,4 \pm 0,00$  g de rutina por 100 g do extrato.

Brito (2010) avaliou os constituintes químicos de óleos essenciais em folhas de três espécies de *Spondias* e observou que a cajazeira possui, dentre outros, o terpeno  $\beta$  cariofileno, o qual pode ter ação antibacteriana, antiflogística e antiparasitária (contra a esquistossomose). Os exsudatos da goma de cajazeira são muito solúveis em água e contêm arabinose, raminose e manose (LEON DE PINTO et al., 1995).

### **2.7.2 Atividade biológica**

A cajazeira é um recurso valioso de compostos bioativos com potencial para tratamento de diversas doenças, por isso é utilizada na medicina popular nas regiões de ocorrência natural. Todas as partes da árvore são medicinalmente utilizadas. O suco da fruta é bebido como diurético e antipirético. A decocção da casca é utilizada para diarreia, disenteria, hemorroidas, gonorreia, leucorreia, serve para expelir calcificações da bexiga sendo o pó da casca aplicado em feridas. O chá das flores e folhas é usado para dor de estômago, cistite e inflamações da garganta. O suco de folhas esmagadas e o pó de folhas secas são usados em feridas e inflamações e como abortivos. A goma é utilizada para expelir verme e como expectorante. As raízes em decocção são utilizadas como purgante (AYOKA et al., 2008).

Com base nessas informações muitos estudos científicos têm sido realizados para confirmar essas atividades biológicas. Silva et al. (2014b), em estudo de revisão bibliográfica com espécies do gênero *Spondias*, verificaram que os resultados das pesquisas comprovaram a eficiência da cajazeira na medicina tradicional. Contudo, propriedades farmacológicas não referidas pela população foram também observadas em modelos experimentais. Muitas dessas ações foram atribuídas aos compostos

fenólicos taninos e flavonoides, principalmente, presentes nas folhas. No entanto, outros metabólitos secundários também podem contribuir para essas atividades.

Trabalhos científicos com a cajazeira isolando um composto bioativo com efeito específico sobre determinada doença são incipientes. Os primeiros estudos com *S. mombin* foram realizados por Corthout et al. (1991) os quais observaram que a geraniina e galoilgeraniina de cascas e folhas exercem atividade contra o vírus do Herpes simplex tipo 1 (HSV-1) e o Cocksackie B2 causador da doença mão-pé-boca. Corthout et al. (1992) utilizaram o ácido 2-O-cafeicol-(+)-alohidroxicítrico e butil éster de ácido clorogênico, onde esse último demonstrou atividade antiviral contra o vírus Cocksackie e o herpes simplex, respectivamente. Em 1994 Corthout et al. observaram que os ácidos 6-alcenilo-salicílico têm atividades antibacteriana e moluscicida, podendo ser ferramentas importantes na prevenção da esquistossomose. Com a descoberta das propriedades antivirais dessa espécie foi lançado nos Estados Unidos o fitoterápico Herpiz-Km, produzido no Brasil e composto com o extrato das folhas de cajazeira (RAMOS; FRAIRE FILHO, 2006; SACRAMENTO; SOUZA, 2009).

O ácido elágico e a quercetina foram isolados das folhas e apresentaram atividade contra o vírus da dengue tipo 2 (SILVA et al., 2011). Ainda em folhas, Silva et al. (2012a) identificaram a quercetina e o ácido elágico e comprovaram atividades antibacteriana e antioxidante. Cabral (2014) isolou o ácido clorogênico e o ácido elágico e ambos apresentaram atividades anti-inflamatória e antioxidante.

O primeiro relato da validação do uso popular dessa espécie como antibacteriano foi realizado por Ajao et al. (1985), por meio de estudo *in vitro*, com extratos aquoso e etanólico de folhas. Segundo Silva et al. (2014b), pelo fato de muitas atividades terem sido estudadas e comprovadas e as pesquisas demonstrarem baixa toxicidade em modelos experimentais *in vivo*, justifica-se a continuidade de pesquisas em espécies do gênero *Spondias*, principalmente com a *S. mombin*.

Muitos estudos *in vitro* e *in vivo*, com extratos de partes da planta, estão sendo realizados, com algumas pesquisas limitadas em modelos animais e com dados

escassos de estudos em seres humanos. Muitas pesquisas têm validado as atividades biológicas da *S. mombin* (Tabela 1).

**Tabela 1.** Estudos comprovando a atividade biológica da espécie *Spondias mombin* L.

<b>Atividade biológica</b>	<b>Autor</b>
Abortiva	Igwe et al., 2011; Oloye et al., 2013
Anti-anêmica	Asuquo et al., 2013
Antibacteriana	Olugbuyiro et al., 2009; Perez-Portero et al., 2013; Maduka et al., 2014; Shittu et al., 2014
Antibiótica	Abo et al., 1999; Shittu et al., 2014
Anticancerígena	Akinmoladun et al., 2015
Antidiabética	Fred-Jaiyesimi et al., 2009b; Goodies et al., 2015
Antifertilidade	Igwe et al., 2011
Antihelmíntica	Igwe, et al., 2010
Anti-inflamatória	Nworu et al., 2011; Cabral, 2014
Antimicrobiana	Abo et al., 1999; Cabral, 2014; Shittu et al., 2014
Antimicobacteriana	Olugbuyiro et al., 2013
Antioxidante	Igwe et al., 2012; Cabral, 2014; Maduka et al., 2014; Omoregie;Oikeh, 2015
Antiparasitária	Caraballo et al., 2004
Antituberculose	Olugbuyiro et al., 2013
Cardioprotetora	Akinmoladun et al., 2010
Contraceptiva	Chukwuka; Isek, 2008; Asuquo et al., 2012; Asuquo et al., 2013
Gastroprotetora	Sabiu et al., 2015a; Sabiu et al., 2015b

Leishmanicida	Accioly et al., 2012
Neuroprotetora – ansiolítico, sedativo, antiepiléptico e antipsicótico	Ayoka et al., 2005; Ayoka et al., 2006; Asuquo et al., 2013

---

Portanto, é indiscutível a potencialidade farmacológica e fitoterápica conferida pela cajazeira com relação, principalmente, à medicina curativa e preventiva.



## REFERÊNCIAS

ABO, K. A.; OGUNLEY, V. O.; ASHIDI, J. S. Antimicrobial Potential of *Spondias mombin*, *Croton zambesicus* and *Zygotritonia crocea*. **Phytotherapy Research**, v. 3, n. 6, p. 494-497, 1999.

ACCIOLY, M. P.; BEVILAQUA, C. M. L.; RONDON, F. C.; DE MORAIS, S. M.; MACHADO, L. K.; ALMEIDA, C. A.; ANDRADE JR. H. F.; CARDOSO, R. P. Leishmanicidal activity in vitro of *Musa paradisiaca* L. and *Spondias mombin* L. fractions. **Veterinary parasitology**, v. 187, n. 1, p. 79-84, 2012.

ADEDOKUN, M.O., OLADOYE, A.O., OLUWALANA, S.A., MENDIE II. Socio-economic importance and utilization of *Spondias mombin* in Nigeria. **Asian Pacific Journal of Tropical Medicine**. v. 3, n. 3, p. 232-234, 2010.

ADESINA, S. K.; IDOWU; O., OGUNDAINI, A. O.; OLADIMEJI, H.; OLUGBADE, T. A.; ONAWUNMI, G.O.; PAIS, M. Antimicrobial constituents of the leaves of *Acalypha wilkesiana* and *Acalypha hispida*. **Phytotherapy Research**, v. 14, n. 5, p. 371-374, 2000.

ADLER, G.H.; KIELPINSKI, K.A. Reproductivly phenology of a tropical canopy tree, *Spondias mombin*. **Biotropica**, v.32, n.4, p.686-692, 2000.

AJAO, A. O.; SHONUKAN, O.; FEMI-ONADEKO, B. Antibacterial effect of aqueous and alcohol extracts of *Spondias mombin*, and *Alchornea cordifolia*-two local antimicrobial remedies. **International Journal of Crude Drug Research**, v. 23, n. 2, p. 67-72, 1985.

AKINMOLADUN, A. C., CROWN, O. O., OJO, O. B., OLALEYE, T. M., FAROMBI, E. O. Antidenaturation and antioxidative properties of phytochemical components from *Spondias mombin*. **African Journal of Biochemistry Research**, v. 8, n. 5, p. 101-110, 2014.

AKINMOLADUN, A. C., OBUOTOR, E. M., BARTH WAL, M. K., DIKSHIT, M.; FAROMBI, E. O. Ramipril-like activity of *Spondias mombin* linn against no-flow ischemia and isoproterenol-induced cardiotoxicity in rat heart. **Cardiovascular Toxicology**, v. 10, n. 4, p. 295-305, 2010.

AKINMOLADUN, A. C.; KHAN, M. F.; SARKAR, J.; FAROMBI, E. O.; MAURYA, R. Distinct radical scavenging and antiproliferative properties of *Spondias mombin* and antioxidant activity-guided isolation of quercetin-3-O--D-glucopyranoside and undec-1-ene. **African Journal of Pharmacy and Pharmacology**, v. 9, n. 17, p. 506-513, 2015.

ALMEIDA, C. L. B de. **Estudo químico e farmacológico de frutos silvestres obtidos de Mato Grosso e Santa Catarina**. 2015. 66 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) - Universidade do Vale do Itajaí, Itajaí.

ALVES, R. B. N.; COSTA, T. S. A.; SILVA D. B.; VIEIRA, R. F. **Manual de curadores de germoplasma - vegetal**: caracterização química de metabólitos secundários em germoplasma vegetal. Brasília: Embrapa Recurso Genéticos e Biotecnologia, 2010. 12p. (Embrapa Recurso Genéticos e Biotecnologia. Documento, 315).

AMAECHE, O. L. Evaluation of uses and marketing potential of *Spondias mombin* Linn. (hog-plum) in Ibadan metropolis. **International Journal of Agriculture, Forestry and Fisheries**, v. 3, n. 1, p. 1-6, 2015.

AMAKURA, Y., OKADA, M., TSUJI, S., TONOGAI, Y. High-performance liquid chromatographic determination with photodiode array detection of ellagic acid in fresh and processed fruits. **Journal of Chromatography A**, v. 896, n. 1, p. 87-93, 2000.

ANUÁRIO BRASILEIRO DA FRUTICULTURA, 2014. Santa Cruz do Sul: Ed. Gazeta, 2014. 140p. Disponível em: <[http://www.grupogaz.com.br/tratadas/eo\\_edicao/4/2014/03/20140325\\_3d8463877/pdf/4333\\_fruticultura\\_2014.pdf](http://www.grupogaz.com.br/tratadas/eo_edicao/4/2014/03/20140325_3d8463877/pdf/4333_fruticultura_2014.pdf)> Acesso em: 12 jul. 2015.

ARAUJO, F. P. de; SANTOS, C. A. F.; OLIVEIRA, V. R. de. **Fruticultura de sequeiro**: uma janela para o desenvolvimento sustentável. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2006. (Embrapa Semiárido. Instruções técnicas, 73).

ARAUJO, M. Farmacoterapia nas doenças vasculares periféricas. In: PITTA, G. B.B., CASTRO, A. A., BURIHAN, E., (Ed.). **Angiologia e cirurgia vascular**: guia ilustrado. Maceió: UNCISAL / ECMAL & LAVA; 2003. Disponível em: <<http://www.lava.med.br/livro>>. Acesso em: 10 ago. 2015.

ASUQUO, O. R.; EKANEM, T. B.; UDOH, P. B.; ELUWA, M. A. Histomorphological study of the anti-fertility effect of *Spondias mombin* L. in adult male rats. **IOSR J Pharm Biol Sci**, v. 3, n. 2, p. 29-34, 2012.

ASUQUO, O. R.; OKO, O. O. K.; BROWNSON, E. S.; UMOETUK, G. B.; UTIN, I. S. Effects of ethanolic leaf extract of *Spondias mombin* on the pituitary–gonadal axis of female Wistar rats. **Asian Pacific Journal of Reproduction**, v. 2, n. 3, p. 169-173, 2013.

AYOKA, A. O.; AKOMOLAFE, R. O.; AKINSOMISOYE, O. S.; UKPONMWAN, O. Medicinal and Economic Value of *Spondias mombin*. **African Journal of Biomedical Research**, v. 11, p. 129-136, 2008.

AYOKA, A. O.; AKOMOLAFE, R. O.; IWALEWA, E. O.; UKPONMWAN, O. E. Studies on the anxiolytic effect of *Spondias mombin* L.(Anacardiaceae) extracts. **Afr. J. Trad.** v. 2, n. 2, p. 153-165, 2005.

AYOKA, A. O.; AKOMOLAFE, R. O.; IWALEWA, E. O.; AKANMU, M. A.; UKPONMWAN, O. E. Sedative, antiepileptic and antipsychotic effects of *Spondias mombin* L. (Anacardiaceae) in mice and rats. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 103, n. 2, p. 166-175, 2006.

AIRY SHAW, H. K.; FORMAN, L. L.: The genus *Spondias* L. (Anacardiaceae) in tropical Asia. **Kew Bulletin**, v. 21, n. 1, p. 1-20, 1967.

BARROSO, G. M.; MORIM, M. P.; PEIXOTO, A. L.; ICHASO, C. L. F. **Frutos e sementes: morfologia aplicada à sistemática de dicotiledôneas**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1999. 433p.

BASTOS, D. C.; FERREIRA, E. A.; PASSOS, O. S.; ATAÍDE, E. M.; CALGARO, M. Cultivares copa e porta-enxertos para a citricultura brasileira. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 35, n. 281, p. 36-45, 2014.

BASU, S. Some structural studies on degraded *Spondias dulcis* gum. **Carbohydrate Research**, v. 81, p. 200-201, 1980.

BATTESTIN, V.; MATSUDA, L. K.; MACEDO, G. A. Fontes e aplicações de taninos e tanases em alimentos. **Alimentos e Nutrição Araraquara**, v. 15, n. 1, p. 63-72, 2004.

BECHO, J. R. M.; MACHADO, H.; OLIVEIRA, G. de. Martha. Rutina - estrutura, metabolismo e potencial farmacológico. **Revista Interdisciplinar de Estudos Experimentais**, v. 1, n. 1, p. 21-25, 2009.

BESPALHOK, J.C.F. GUERRA, E.P., OLIVEIRA, R. Uso e conservação do germoplasma. In: BESPALHOK, J.C.F. GUERRA, E.P., OLIVEIRA, R **Melhoramento de plantas**. (2007). Disponível em: <[www.bespa.agrarias.ufpr.br/conteudo](http://www.bespa.agrarias.ufpr.br/conteudo)>. Acesso em: 09 jul. 2015.

BORÉM, A; MIRANDA, G. V. **Melhoramento de plantas**. Viçosa, UFV. 2009. 529 p.

BOSCO, J.; SOARES, K. T.; AGUIAR FILHO, S. P.; BARROS, R. V. **A cultura da cajazeira**. João Pessoa: EMEPA, 2000. 29 p. (Emepa. Documentos, 28).

BRAGA, R. **Plantas do Nordeste, especialmente do Ceará**. 4. ed. Fortaleza: Ed. Universitária, UFRN, 1960. 540 p.

BRAUNBERGER, C.; ZEHL, M.; CONRAD, J.; FISCHER, S.; ADHAMI, H. R.; BEIFUSS, U.; KRENN, L. LC-NMR, NMR, and LC-MS identification and LC-DAD quantification of flavonoids and ellagic acid derivatives in *Drosera peltata*. **Journal of Chromatography**, v. 932, p. 111-116, 2013.

BRICKELL, C. D.; ALEXANDER, C.; DAVID, J. C.; HETTERSCHEID, W. L. A.; LESLIE, A. C.; MALECOT, V.; JIN, X.; CUBEY, J. J. **International code of nomenclature for cultivated plants**. 8. ed. Gent-Oostakker, Belgium: ISHS, 2009. 184 p. Disponível em: <<http://www.actahort.org/cronica/pdf/sh>>. Acesso em: 10 jan. 2016.

BRITO, H. R. de. **Caracterização química de óleos essenciais de *Spondias mombin* L., *Spondias purpurea* L. e *Spondias* sp. (cajarana do sertão)**. 2010. 68 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal de Campina Grande, Patos.

BRUNETON, J. **Elementos de fitoquímica y de farmacognosia**. Acribia: Zaragoza, 1991. 600 p.

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: Department Agriculture, 1981. p.1-10.

BUDAVARI, S. (Ed.). **The Merck Index**. 12 ed. White House Station: Merck, 1996. 1859 p.

BUSHMAN, B. S.; PHILLIPS, B.; ISBELL, T.; OU, B.; CRANE, J. M.; KNAPP, S. J. Chemical composition of caneberry (*Rubus* spp.) seeds and oils and their antioxidant potential. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 52, n. 26, p. 7982-7987, 2004.

CABRAL, B. **Caracterização dos marcadores químicos e avaliação de atividades biológicas do extrato de *Spondias mombin* (Anacardiaceae)**. 2014. 95 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal.

CAPRA, R. S.; GRATÃO, A. S.; FREITAS, G. B.; LEITE, M. N. Preparados homeopáticos e ambiente de cultivo na produção e rendimento de quercetina em carqueja *Baccharis trimera* (Less) DC. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 16, n. 3, p. 566-573, 2014.

CARABALLO, A.; CARABALLO, B.; RODRÍGUEZ-ACOSTA, A. Preliminary assessment of medicinal plants used as antimalarials in the southeastern Venezuelan Amazon. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 37, n. 2, p. 186-188, 2004.

CARDOSO, E.A. **Germinação, morfologia e embriologia de algumas espécies do gênero *Spondias***. 1992. 58p. Dissertação (Mestrado Produção Vegetal) - Universidade Federal da Paraíba, Areia.

CARNEIRO, L. T.; MARTINS, C. F.. Africanized honey bees pollinate and preempt the pollen of *Spondias mombin* (Anacardiaceae) flowers. **Apidologie**, v. 43, n. 4, p. 474-486, 2012.

CARVALHO, A. V., CAVALCANTE, M., SANTANA, C. L., ALVES, R. M. Características físicas, químicas e atividade antioxidante de frutos de matrizes de cajazeira no estado do Pará. **Alimentos e Nutrição Araraquara**, v. 22, n. 1, p. 45-53, 2011.

CARVALHO, J. E. U. de; ALVES, R.M. Recursos genéticos de espécies do táxon *Spondias* na Amazônia Oriental. In: LEDERMAN, I. E.; LIRA JUNIOR, J. S. de; SILVA JUNIOR, F. da. (Ed.). ***Spondias no Brasil***: umbú, cajá e espécies afins. Recife: Editora Universitária da UFRPE, 2008, p. 69-74.

CARVALHO, P. C. L. de.; SOARES FILHO, W. dos S. S.; RITZINGER, R.; CARVALHO, J. A. B. S. Conservação de germoplasma de fruteiras tropicais com a participação do agricultor. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 24, n. 1, p. 277-281, 2002.

CASSIMIRO, C. M. Recursos genéticos e melhoramento de *Spondias* no Estado da Paraíba: cajazeira, cirigueleira e cajaraneira. In: LEDERMAN, I. E.; LIRA JUNIOR, J. S. de; SILVA JUNIOR, F. da. (Ed.). ***Spondias no Brasil***: umbú, cajá e espécies afins. Recife: Editora Universitária da UFRPE, 2008, p. 63-68.

CASSIMIRO, C. M.; MACÊDO, L. de S.; MENINO, I. B. Avaliação de acessos de cajazeiras (*Spondias mombin*) do banco ativo de germoplasma da Emepa, PB. **Tecnologia e Ciência Agropecuária**, v.3, n.3, p.01-06, 2009.

CHAVES, M. H., CITÓ, A. M. G. L., LOPES, J. A. D., COSTA, D. A. D., OLIVEIRA, C. A. A. D., COSTA, A. F., BRITO JÚNIOR, F. E. M. Fenóis totais, atividade antioxidante e constituintes químicos de extratos de *Anacardium occidentale* L., Anacardiaceae. **Rev. Bras. Farmacogn.**, v. 20, n. 1, p. 106-12, 2010.

CHENG, J.T.; CHANG, S.S.; HSU, F.L. Antihypertensive Action of Geraniin in Rats. **Journal of Pharmacy and Pharmacology**, v. 46, p. 46-49, 1994.

CHUKWUKA N.U.; ISEK T. Antifertility activity of ethanolic leaf extract of *Spondias mombin* (Anacardiaceae) in rats. **Afr. Health Sciences**, v. 8, n.3, p. 163-167, 2008.

COATES, N. J.; GILPIN, M. L.; GWYNN, M. N.; LEWIS, D. E.; MILNER, P. H.; SPEAR, S. R.; TYLER, J. W. A novel  $\beta$ -lactamase inhibitor isolated from *Spondias mombin*. **Journal of Natural Products**, v. 57, n. 5, p. 654-7, 1994.

CORREIA, S. de J.; DAVID, J. P.; DAVID, J. M. Metabólitos secundários de espécies de Anacardiaceae. **Química Nova**, v. 29, n. 6, p. 1287-1300, 2006.

CORTHOUT, J., JANSSENS, J., PIETERS, L., VANDEN BERGHE, D., VLIETNINCK, A. J.. The isolation of long chain phenol from *Spondias mombin*. **Planta Médica**, v. 55, p. 112-113, 1989.

CORTHOUT, J., PIETERS, L. A., CLAEYS, M., BERGHE, D. V., VLIETINCK, A. J. Antiviral ellagitannins from *Spondias mombin*. **Phytochemistry**, v. 30, n. 4, p. 1129-1130, 1991.

CORTHOOT, J.; PIETERS, L. A.; CLAEYS, M.; BERGHE, D. V.; VLIETINCK, A. J. Antiviral caffeoyl esters from *Spondias mombin*. **Phytochemistry**, v. 31, n. 6, p. 1979-1981, 1992.

CORTHOOT, J.; PIETERS, L.; CLAEYS, M.; GEERTS, St.; BERGHE, D. V.; VLIETINCK, A. Antibacterial and molluscicidal phenolic acids from *Spondias mombin*. **Planta Medica**, v. 5, p. 460-463, 1994.

CORTHOOT, J.; PIETERS, L.; JANSSENS, J.; VLIETINCK, A. Isolation and characterization of geraniin and galloyl-geraniin from *Spondias mombin*. **Planta Médica**, v. 56, p. 584, 1990.

CORTHOOT, J.; PIETERS, L.; JANSSENS, J.; VLIETINCK, A. The long-chain phenolic acids of *Spondias mombin*. **Planta Médica**, v. 56, p. 584, 1990.

CROAT, T. B. A reconsideration of *Spondias mombin* L. (*Anacardiaceae*). **Annals of the Missouri Botanical Gardens**, v.61, p. 483-90, 1978.

CROTEAU, R.; KUTCHAN, T. M.; LEWIS, N. G. Natural Products (Secondary Metabolites). In: BUCHANAN, B.; GRUISSEM, W.; JONES, R. (Ed.). **Biochemistry & Molecular Biology of Plants**. Chichester, England: American Society of Plant Physiologists: 2000, p. 1250 - 1318.

CROZIER, A., JAGANATH, I. B., CLIFFORD, M. N.. Phenols, polyphenols and tannins: an overview. In: CROZIER, A., CLIFFORD, M.N., ASHIHARA, H. (Ed.). **Plant Secondary Metabolites Occurrence Structure and Role in the Human Diet**. Chennai, India: Blackwell Publishing, 2006. p. 1-24.

CRUZ, C.D; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 2. ed. rev. Viçosa: Ed. UFV, 2006. 586p.

DANIEL, E. M.; KRUPNICK, A. S.; HEUR, Y. H.; BLINZLER, J. A.; NIMS, R. W.; STONER, G. D. Extraction, stability, and quantitation of ellagic acid in various fruits and nuts. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 2, p. 338-349, 1989.



DE GROOT, H.; RAUEN, U. Tissue injury by reactive oxygen species and the protective effects of flavonoids. **Fundamental Clinical Pharmacology**, v.12, p.249-55, 1998.

DHANANI, T.; SHAH, S.; KUMAR, S. A validated high-performance liquid chromatography method for determination of tannin-related marker constituents gallic acid, corilagin, chebulagic acid, ellagic acid and chebulinic acid in four Terminalia species from India. **Journal of Chromatographic Science**, v. 53, n. 4, p. 625-632, 2015.

D'MELLO, P. M.; JOSHI, U. J.; SHETGIRI, P. P.; DASGUPTA, T. K.; DARJI, K. K. A simple HPLC method for quantitation of quercetin in herbal extracts. **Journal of AOAC International**, v. 94, n. 1, p.100-105, 2011.

DUZZIONI, A. G., FRANCO, A. G., DUZZIONI, M., SYLOS, C. M. de. Determinação da atividade antioxidante e de constituintes bioativos em frutas cítricas. **Brazilian Journal of Food & Nutrition / Alimentos e Nutrição**, v. 21, n. 4, p. 643-649, 2010.

ENGELS, C.; GRÄTER, D.; ESQUIVEL, P.; JIMÉNEZ, V. M.; GÄNZLE, M. G.; SCHIEBER, A. Characterization of phenolic compounds in jocote (*Spondias purpurea* L.) peels by ultra high-performance liquid chromatography/electrospray ionization mass spectrometry. **Food Research International**, v. 46, n. 2, p. 557-562, 2012.

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

FALKENBERG, M. de B.; SANTOS, R. I. dos; SIMÕES, C. M. O. Introdução à análise fitoquímica. In: SIMÕES, C. M. O.; SCHENKEL, E. P.; GOSMANN, G.; MELLO, J. C. P.; MENTZ, L. A.; PETROVICK, P. R. (Org.). **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. 5. ed. rev. ampl. Porto Alegre/ Florianópolis: UFRGS/ UFSC, 2003, p. 229-245.

FARMACOPÉIA BRASILEIRA. 3 ed. São Paulo: Organização Andrei Editora S.A.,1977. 1213p.

FATHIAZAD, F.; DELAZAR, A.; AMIRI, R.; SARKER, S. D. Extraction of flavonoids and quantification of rutin from waste tobacco leaves. **Iranian Journal of Pharmaceutical Research**, v. 5, n. 3, p. 222-227, 2006.

FERREIRA, F. R. F.; OLIVEIRA, M. S. C.; SOUSA, N. L. P.; GOMES, A. L.; LIBERATO, H. R.; MORAIS, S. M. Análise da composição fitoquímica e atividade antioxidante de extratos de folhas da cajarana (*Spondias* sp.) para a produção de medicamentos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE QUÍMICA - CBQ, 55., 2015, Goiânia. **Anais...** Goiânia, GO: ABQ, 2015.

FERRERES, F.; GROSSO, C.; GIL-IZQUIERDO, A.; VALENTAO, P.; ANDRADE, P. B. Ellagic acid and derivatives from *Cochlospermum angolensis* Welw. extracts: HPLC-DAD-ESI/MSn profiling, quantification and in vitro anti-depressant, anti-cholinesterase and anti-oxidant activities. **Phytochemical Analysis**, v. 24, n. 6, p. 534-540, 2013.

FRANZON, R. C.; CARPENEDO, S.; SILVA, J. C. S. **Produção de Mudanças**: principais técnicas utilizadas na propagação de fruteiras. Brasília: Embrapa Cerrados, 2010. 54 p. (Embrapa Cerrados. Documentos, 283).

FRED-JAIYESIMI, A.; KIO, A.; RICHARD, W.  $\alpha$ -Amylase inhibitory effect of 3 $\beta$ -olean-12-en-3-yl (9Z)-hexadec-9-enoate isolated from *Spondias mombin* leaf. **Food Chemistry**, v. 116, n. 1, p. 285-288, 2009a.

FRED-JAIYESIMI, A.; KIO, A. Antidiabetic activity of *Spondias mombin* extract in NIDDM rats. **Pharmaceutical Biology**, v. 47, n. 3, p. 215-218, 2009b.

GHOSAL, P. K.; THAKUR, S. Structural features of the acidic polysaccharide of *Spondias pinnata* gum exudates. **Carbohydrate Research**, v. 98, p. 75-83, 1981.

GIACOMETTI, D. C. Recursos genéticos de fruteiras nativas do Brasil. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE RECURSOS GENÉTICOS DE FRUTEIRAS NATIVAS, 1992, Cruz das Almas, BA. **Anais...**, Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 1993. p. 93-99.

GLABASNIA, A.; HOFMANN, T. Sensory-directed identification of taste-active ellagitannins in american (*Quercus alba* L.) and european oak wood (*Quercus robur* L.) and quantitative analysis in bourbon whiskey and oak-matured red wines. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 54, n. 9, p. 3380-3390, 2006.

GOBBO-NETO, L.; LOPES, N. P. Plantas medicinais: fatores de influência no conteúdo de metabólitos secundários. **Química Nova**, v. 30, n. 2, p. 374, 2007.

GODEVAC, D.; TESEVIC, V.; VELICKOVIC, M.; VUJISIC, L.; VAJS, V.; MILOSAVLJEVIC, S. Polyphenolic compounds in seeds from some grape cultivars grown in Serbia. **Journal of the Serbian Chemical Society**, v. 75, n. 12, p. 1641-1652, 2010.

GOEDERT, C. de O. Histórico e avanços em recursos genéticos no Brasil. In: NASS, L. L. (Ed.). **Recursos genéticos vegetais**. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2007. p. 23-60.

GOIS, I. B.; FERREIRA, R. A.; SILVA-MANN, R.; BLANK, M. de F. A.; SANTOS NETO, E. M. Genetic diversity among individuals of *Spondias lutea* L. originating from Sergipe low San Francisco area using rapd markers. **Revista Árvore**, v. 38, n. 2, p. 261-270, 2014.

GONÇALVES, A. E. S. S.; LAJOLO, F. M.; GENOVESE, M. I. Chemical composition and antioxidant/antidiabetic potential of brazilian native fruits and commercial frozen pulps. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 58, p. 4666-4674, 2010.

GOODIES, M. E.; EMMANUEL, I. E.; MATTHEW, O. J.; TEDWINS, E. J. O.; LOTANNA, A. D.; EARNEST, E. O.; PAUL, C.; EJIROGHENE, A. Antidiabetic activity and toxicity evaluation of aqueous extracts of *Spondias mombin* and *Costus afer* on wistar rats. **British Journal of Pharmaceutical Research**, v. 6, n.5, p. 333-342, 2015.

GOULART, A. C.; PEREIRA, C.; ANTAS, N. G.; AMARAL, A. C. F.; SAKURAGUI, C. M.; KUSTER, R. M. Estudo químico de *Spondias admirabilis*. In: Jornada Fluminense de Produtos Naturais, 2., 2012, Arraial do Cabo. **Anais...** Arraial do Cabo: UFF, 2012. p.102

GUERRA, P. M.; NODARI, O. R. Biodiversidade: aspectos biológicos, geográficos, legais e éticos. In: SIMÕES, C. M. O.; SCHENKEL, E. P.; GOSMANN, G.; MELLO, J. C. P.; MENTZ, L. A.; PETROVICK, P. R. (Org.). **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. 5. ed. rev. ampl. Porto Alegre/ Florianópolis: UFRGS/ UFSC, 2003, p. 14-28.

GUIMARÃES, A. L. **Estudo fitoquímico e biológico in vitro de *Spondias tuberosa* Arruda (Anacardiaceae)**. 2015. 177 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Naturais) - Universidade Federal do Vale do São Francisco, Petrolina.

GUPTA, V. K.; ROY, A.; NIGAM, V. K.; MUKHERJEE, K. Antimicrobial activity of *Spondias pinnata* resin. **J. Med. Plants Res.**, v. 4, n. 16, p. 1656-1661, 2010.

BIOSYNTHESIS and Chemical Properties of Natural Substances in Plants. In: GUTZEIT, H. O.; LUDWIG-MÜLLER, J. **Plant Natural Products: Synthesis, Biological Functions and Practical Applications**, Wiley-VCH: Weinheim, 2014. p. 1-79.

HADACEK, F. Secondary metabolites as plant traits: current assessment and future perspectives. **Critical Reviews in Plant Sciences**, v. 21, n. 4, p. 273-322, 2002.

HAQ, S.; CHINTALACHARUVU, V. Structural investigation on degraded *Spondias mangifera* gum. **Carbohydrate Research**, v. 94, p. 215-224, 1981.

HARTMANN, H. T; KESTER, D. E; DAVIES JÚNIOR, F. T; GENEVE, R. L. **Plant propagation: principles and practices**. 8. ed. New Jersey: Prentice Hall, 2011. 915 p.

HAWKES, J. G. Germplasm collection, preservation, and use. In: FREY, K. J. **Plant Breeding II**. New Delhi: Ludhiana: Kalyani Publishers, 1982. p. 57-83.

HERTOG, M. G. L.; FESKENS, E. J.; KROMHOUT, D.; HOLLMAN, P. C. H.; KATAN, M. B. Dietary antioxidant flavonoids and risk of coronary heart disease: the Zutphen Elderly Study. **The Lancet**, v. 342, n. 8878, p. 1007-1011, 1993.

HIRPARA, K. V.; AGGARWAL, P.; MUKHERJEE, A. J.; JOSHI, N.; BURMAN, A. C. Quercetin and its derivatives: synthesis, pharmacological uses with special emphasis on anti-tumor properties and prodrug with enhanced bio-availability. **Anti-Cancer Agents in Medicinal Chemistry**, v. 9, n. 2, p. 138-161, 2009.

HOFFMANN, A.; FACHINELLO, J. C.; NACHTIGAL, J. C. Formas de propagação de plantas frutíferas. In: FACHINELLO, J. C.; HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J. C. **Propagação de plantas frutíferas**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica; Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2005, p. 45-56.

HUNYADI, A.; MARTINS, A.; HSIEH, T. J.; SERES, A.; ZUPKO, I. Chlorogenic acid and rutin play a major role in the in vivo anti-diabetic activity of *Morus alba* leaf extract on type II diabetic rats. **PLOS ONE**, v. 7, n. 11, p. 1-6, 2012.

IGWE, C. U.; OJIAKO, O. A.; NWAOGU, L. A.; IWUEKE, A. V. Evaluation of the antioxidant activity of African plants: Activity of the aqueous leaf extract of *Spondias mombin* linn.. **Journal of Research in Pharmacology**, v.1, p. 001-009, 2012.

IGWE, C. U.; ONWULIRI, V. A.; ONYEZE, G. O. C.; OSUAGWU, C. G. Spasmogenic activity of ethanolic leaf extract of *Spondias Mombin* Linn on isolated uterine muscle strips of rat: possible hormonal mechanism of action. **Research Journal of Agriculture and Biological Sciences**, v. 7, n. 2, p. 228-233, 2011.

IGWE, C. U.; ONYEZE, G. O. C.; ONWULIRI, V. A.; OSUAGWU, C. G.; OJIAKO, A. O. Evaluation of the chemical compositions of the leaf of *Spondias mombin* L. from Nigeria. **Australian Journal of Basic and Applied Sciences**, v. 4, n. 5, p. 706-10, 2010.

ISAAC, V.; CHIARI, B. G.; MIGLIOLI, K.; MOREIRA, R.; OLIVEIRA, J. R. S.; SALGADO, H.; RELKIN, P.; CORRÊA, M. A.; SALGADO, A.; RIBEIRO, H. M. Development of a topical formulation containing *S. Lutea* extract: stability, in vitro

studies and cutaneous permeation. **Journal of Applied Pharmaceutical Science**, v.2, n.8, p. 174-179, 2012.

JANICK, J.; PAULL, R. E. (Ed.). **Encyclopedia of fruit and nuts**. Wallingford, United Kingdom: CABI, 2006. 954 p.

KANG, S. J.; HONG, S. S.; HWANG, B. Y.; RO, J. S.; LEE, K. S.; TOWERS, G. H. N. Phenolic compounds from the stems of *Sapium japonicum*. **Natural Product Sciences**, v. 12, n. 3, p. 125-128, 2006.

KHAN, E.U. **Investigation of phytochemical and cytotoxic activity of methanol extract of *Spondias pinnata* bark**. 2014. 58 p. Monografia (Graduação em Farmácia) - East West University, Bangladesh. Disponível em: <<http://dspace.ewubd.edu/handle/123456789/688>>. Acesso em: 20 jul. 2015.

KLOCKE, J. A.; VAN WAGENENT, B.; BALANDRIN, M. F. The ellagitannin geraniin and its hydrolysis products isolated as insect growth inhibitors from semiarid land plants. **Phytochemistry**, v. 25, p. 85-91, 1985.

KURIHARA, H.; KAWABATA, J.; HATANO, M. Geraniin, a hydrolyzable tannin from *Nymphaea tetragona* Georgi (Nymphaeaceae). **Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry**, v. 57, p. 1570-1571, 1993.

LANSKY, E. P. Beware of pomegranates bearing 40% ellagic acid. **Journal of Medicinal Food**, v. 9, n. 1, 119-122, 2006.

LARROSA, M.; GARCÍA-CONESA, M. T.; ESPÍN, J. C.; TOMÁS-BARBERÁN, F. A. Ellagitannins, ellagic acid and vascular health. **Molecular Aspects of Medicine**, v. 31, n. 6, p. 513-539, 2010.

LEDERMAN, I. E.; SILVA JÚNIOR, J. F.; BEZERRA, J. E. F.; LIRA JÚNIOR, B. S. de. Potencialidade das espécies de *Spondias* no desenvolvimento da fruticultura brasileira. In: LEDERMAN, I. E.; LIRA JUNIOR, J. S. de; SILVA JUNIOR, F. da.

(Ed.). **Spondias no Brasil**: umbú, cajá e espécies afins. Recife: Editora Universitária da UFRPE, 2008. p. 15-30.

LEIBER, F.; KUNZ, C.; KREUZER, M. Influence of different morphological parts of buckwheat (*Fagopyrum esculentum*) and its major secondary metabolite rutin on rumen fermentation in vitro. **Czech Journal of Animal Science**, v. 57, n. 1, p. 10-18, 2012.

LEITE, J.B.V.; MARTINS, A.B.G.; RAMOS, J.V. Avaliação preliminar de clones de cajazeira (*Spondias mombin* L.) no Sul da Bahia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO DE PLANTAS, 2., 2003, Porto Seguro. **Anais...** Porto Seguro: SBMP, 2003. 1CDROM.

LÉON DE PINTO, G.; MARTINEZ, M.; MENDOZA, J. A.; OCANDO, E.; RIVAS, C. Comparison of three Anacardiaceae gum exudates. **Biochemical Systematics and Ecology**, v. 23, p. 151-156. 1995.

LEON, J.; SHAW, P. E. *Spondias*: the red mombin and related fruits. In: NAGY, S.; SHAW, P. E.; WARDONSKI, F. W. (Ed.). **Fruits of tropical and subtropical origin**: composition, properties and uses. Lake Alfred: Florida Science Source, 1990. p. 117-126.

LI, Y.; YU, S.; LIU, D.; PROKSCH, P.; LIN, W. Inhibitory effects of polyphenols toward HCV from the mangrove plant *Excoecaria agallocha* L. **Bioorganic and Medical Chemistry Letters**, v. 22, p. 1099-1102, 2012.

LIMA, A. T. B.; SOUZA, V. A. B. de; FERREIRA, R. L.; GOMES, P. S. da. C. L. Estudo da variabilidade genética em *Spondias mombin* L. por marcadores rapd. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE RECURSOS GENÉTICOS; WORKSHOP EM BIOPROSPECÇÃO E CONSERVAÇÃO DE PLANTAS NATIVAS DO SEMIÁRIDO; WORKSHOP INTERNACIONAL SOBRE BIOENERGIA E MEIO AMBIENTE, 2010, Salvador, BA. **Anais...**, Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2010. p. 115.

LIMA, M. de S. C. **Potencial de usos das espécies que compõem cercas vivas na comunidade rural de Pitanga, no município de Abreu e Lima, Pernambuco.** 2008. 70 p. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) - Universidade Federal de Pernambuco, UFPE, Recife.

LIMA, M. I. S. Substâncias do metabolismo secundário de algumas espécies nativas e introduzidas no Brasil. In: LARCHER, W. **Ecofisiologia Vegetal.** São Carlos: RIMA Artes e Textos, 2006. p. 33-40.

LIN, J.-H.; NONAKA, G.-I.; NISHIOKA, I. Tannins and related compounds. XCIV. isolation and characterization of seven new hydrolyzable tannins from the leaves of *Macaranga tanarius* (L.) MUELL. et ARG. **Chemical and Pharmaceutical Bulletin**, v. 38, p. 1218-1223, 1990.

LIRA JÚNIOR, J. S. de; BEZERRA, J. E. F.; LEDERMAN, I. E.; MOURA, R. M. de. Recursos genéticos e melhoramento de *Spondias* em Pernambuco: cajazeira, cirigueleira e cajá-umbuzeiro. In: LEDERMAN, I. E.; LIRA JUNIOR, J. S. de; SILVA JUNIOR, F. da. (Ed.). **Spondias no Brasil: umbú, cajá e espécies afins.** Recife: Editora Universitária da UFRPE, 2008. p. 80-86.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil.** Nova Odessa: Ed. Plantarium, 1992. 370p.

LOZANO, N. B. Contribución al estudio de la anatomia floral y de la polinizacion del jobo (*Spondias mombin* L.). **Caldasia Bogotá**, v.15, n.71-75, p.369-380, 1986a.

LOZANO, N. B. Desarrollo y anatomia del fruto del jobo (*Spondias mombin* L.). **Caldasia Bogotá**, v.14, n. 68-70, p.465-490, 1986b.

LUCCHESI, A. A. Fatores da produção vegetal. In: CASTRO, P. R. C.; FERREIRA, S. O.; YAMADA, T. (Ed.). **Ecofisiologia da produção agrícola.** Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1987, p. 1-11.



LUNA, J. V. U.; RAMOS JUNIOR, D. de S. Banco de germoplasma de fruteiras nativas e exóticas. **Bahia Agrícola**, Salvador, v. 7, n. 1, p. 25-28, 2005.

MACHADO, M. C.; CARVALHO, P. C. L. ; VAN DEN BERG, C. . Domestication, hybridization, speciation, and the origins of an economically important tree crop of *Spondias* (Anacardiaceae) from the brazilian caatinga dry forest. **Neodiversity**, v. 8, p. 8-49, 2015.

MACIEL, M. I. S.; GUERRA, I. S. Usos e aplicações de *Spondias*: processamento e industrialização. In: LEDERMAN, I. E.; LIRA JUNIOR, J. S. de; SILVA JUNIOR, F. da. (Ed.). ***Spondias no Brasil***: umbú, cajá e espécies afins. Recife: Editora Universitária da UFRPE, 2008. p. 167-173.

MAYER, N. A.; BIANCHI, V. J.; CASTRO, L. A. S. de. Porta-enxertos. In: RASEIRA, M. do C. B.; PEREIRA, J. F. M.; CARVALHO, F. L. C. **Pessegueiro**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica; Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2014, p. 173-223.

MIDDLETON JR, E. Effect of plant flavonoids on immune and inflammatory cell function. In: MANTHEY, J. A.; BUSLIG, B. S. (Ed.). **Flavonoids in the Living System**. Nova York: Springer US, 1998, p. 175-182. Disponível em: <[http://link.springer.com/chapter/10.1007/978-1-4615-5335-9\\_13](http://link.springer.com/chapter/10.1007/978-1-4615-5335-9_13)>. Acesso em: 15 jul. 2015.

MITCHELL, J. D.; DALY, D. C. A revision of *Spondias* L. (Anacardiaceae) in the Neotropics. **PhytoKeys**, n. 55, p. 1-92, 2015.

MITCHELL, J. D.; DALY, D. C. Revisão das espécies neotropicais de *Spondias* (Anacardiaceae). In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 46., 1995, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Universidade de São Paulo: Sociedade Brasileira de Botânica, 1995. p. 207.

MORAES, F. P.; COLLA, L. M. Alimentos funcionais e nutracêuticos: definições, legislação e benefícios à saúde. **Revista Eletrônica de Farmácia**, v. 3, n. 2, p. 109-122, 2006.

MOREIRA, A. C. C. G.; NASCIMENTO, J.de M.; ANDRADE, R. A. M. de S.; MACIEL, M. I. S.; MELO, E. de A. Fitoquímicos bioativos em frutos de genótipos de cajá-umbuzeiras. **Brazilian Journal of Food & Nutrition/Alimentos e Nutrição**, v. 23, n. 2, p. 235-241, 2012.

MORTON, J. F. Yellow mombin. **In: Fruits of warm climates**. Miami, US: p 245-248, 1987. Disponível em: <<https://hort.purdue.edu/newcrop/morton/index.html>>. Acesso em: 20 abr. 2015.

NACHTIGAL, J. C.; FACHINELLO, J.C.; HOFFMANN, A. Propagação vegetativa por enxertia. In: FACHINELLO, J.C.; HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J. C. **Propagação de plantas frutíferas**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica; Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2005, p. 111-139.

NASSER, A. L. M.; CARLI, C. B. A.; RODRIGUES, C. M.; MAIA, D. C. G.; CARLOS, I. Z.; EBERLIN, M. N.; HIRUMA-LIMA, C. A.; VILEGAS, W. Identification of ellagic acid derivatives in methanolic extracts from *Qualea* species. **Zeitschrift für Naturforschung C**, v. 63, n. 11-12, p. 794-800, 2008.

NICK, C.; SILVA, D. J. H.; MATTEDI, A. P.; PEDROSA, D. A. Conservação *ex situ* dos recursos fitogenéticos. In: PEREIRA, T. N. S. **Germoplasma: conservação, manejo e uso no melhoramento de plantas**. Viçosa, MG: Arca, 2010. p 59-88.

NIJVELDT, R. J.; VAN NOOD, E.; VAN HOORN, D. E.; BOELEN, P. G.; VAN NORREN, K.; VAN LEEUWEN, P. A. Flavonoids: a review of probable mechanisms of action and potential applications. **The american journal of clinical nutrition**, v. 74, n. 4, p. 418-425, 2001.

NODARI, R. O.; GUERRA, M. P.; SIMÕES, C.M.O. Aspectos genéticos e moleculares da produção vegetal. . In: SIMÕES, C. M. O.; SCHENKEL, E. P.; GOSMANN, G.; MELLO, J. C. P.; MENTZ, L. A.; PETROVICK, J. C. P. (Org.) **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. 5. ed. rev. ampl. Porto Alegre/Florianópolis: UFRGS/UFSC, 2003. p. 29-74.

NUTTO, L. Manejo do crescimento diamétrico de *Araucaria angustifolia* (Bert) O. Ktze. baseado na árvore individual. **Ciência Florestal**. v. 11. p. 9-25, 2001.

NWORU, C. S.; AKAH, P. A.; OKOYE, F. B.; TOUKAM, D. K.; UDEH, J.; ESIMONE, C. O. The leaf extract of *Spondias mombin* L. displays an anti-inflammatory effect and suppresses inducible formation of tumor necrosis factor- $\alpha$  and nitric oxide (NO). **Journal of Immunotoxicology**, v. 8, n. 1, p. 10-16, 2011.

OKONKWO, S. I. Isolation and characterization of tannin metabolites in *Spondias mombin* (Linn) (Anacardiaceae). **Natural and Applied Sciences Journal**, v. 10, n. 1, p. 21-29, 2009.

OKUDA, T.; YOSHIDA, T.; NAYESHIRO, H. Geraniin, a new ellagitannin from geranium thunbergii. **Tetrahedron Letters**, v. 17, p. 3721-3722, 1976.

OKUDA, T.; YOSHIDA, T.; NAYESHIRO, H. Structure of geraniin. **Chem. Pharm. Bull.** v.25, p. 1862-1869, 1977.

OKWU, D. E.; OKWU, M. E. Chemical composition of *Spondias mombin* Linn plant parts. **Journal of Sustainable Agriculture and the Environment**, v. 6, n. 2, p. 140-147, 2004.

OLIVEIRA, F. I. C. de; CAVALCANTI, J. J. V.; SOUZA, F. X. de.; MAGALHÃES BERTINI, C. H. C. de; LIMA, E. N. **Variabilidade genética de genótipos de cajazeira identificada por marcadores ISSR**. Disponível em: <[www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/631397/1/AT09090.pdf](http://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/631397/1/AT09090.pdf)>. Acesso em: 28 ago. 2015.

OLIVEIRA, J. R. S. de. **Caracterização de extratos de cajá-manga (*Spondias dulcis* Parkinson) potencialmente ativos e seguros para obtenção de fitocosmético antioxidante**. 2011. 210 f. Tese (Doutorado em Ciências Farmacêuticas) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Araraquara.

OLOYE, A. A.; OYEYEMI, M. O.; OLA-DAVIES, O. E.; OLURODE, S. A.; AJAYI, A. R. Hormonal variation in gravid does after oral treatment with crude ethanol extract of *Spondias mombin*. **Journal of Natural Products**, v. 6, p. 56-60, 2013.

OLUGBUYIRO, J. A. O.; MOODY, J. O.; HAMANN, M. T. Phytosterols from *Spondias mombin* Linn with antimycobacterial activities. **African Journal of Biomedical Research**, v. 16, n. 1, p. 19-24, 2013.

OLUGBUYIRO, J. A.; MOODY, J. O.; HAMANN, M. T. AntiMtb activity of triterpenoid-rich fractions from *Spondias mombin* L. **African Journal of Biotechnology**, v. 8, n. 9, p. 1807-1809, 2009.

OMOREGIE, E. S.; OIKEH, E. I. Comparative studies on the phytochemical composition, phenolic content and antioxidant activities of methanol leaf extracts of *Spondias mombin* and *Polyathia longifolia*. **Jordan Journal of Biological Sciences**, v. 8, n. 2, p. 145-149, 2015.

OOSHIRO, A.; KAJI, M.; KATOH, Y.; KAWAIDE, H.; NATSUME, M. Antibacterial activity of alkyl gallates and related compounds against *Ralstonia solanacearum*. **Journal of Pesticide Science**, v. 36, p. 240-242, 2011.

OSORIO, E.; FLORES, M.; HERNÁNDEZ, D.; VENTURA, J.; RODRÍGUEZ, R.; AGUILAR, C. N. Biological efficiency of polyphenolic extracts from pecan nuts shell (*Carya illinoensis*), pomegranate husk (*Punica granatum*) and creosote bush leaves (*Larrea tridentata* Cov.) against plant pathogenic fungi. **Industrial Crops and Products**, v. 31, n. 1, p. 153-157, 2010.

PALLARDY, S.G. **Physiology of woody plants**. 3.ed. San Diego: Elsevier/Academic, 2008. 454p.

PARMAR, S.; SHAH, N.; KASARWALA, M.; VIRPURA, M.; SHAH, K.; PATEL, P. Determination of quercetin by hptlc method present in zymodyne syrup- a poly herbal formulation. **IJPSR**, v. 2, n.10, p. 2724-2728, 2011.

PASCOAL, K. L. L.; PEREIRA, E. J. P.; FRANÇA, J. L. V.; SOUZA FILHO, A. C. F. de; CAVALCANTI, E. S. B. Estudo fitoquímico, antiacetilcolinesterásico e antioxidante do extrato etanólico das folhas da *Spondias purpurea* L. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE QUÍMICA - CBQ, 54., 2014, Natal. **Anais...** Natal, RN: ABQ, 2014.

PEDRIALI, C. A. **Síntese química de derivados hidrossolúveis da rutina: determinação de suas propriedades físico-químicas e avaliação de suas atividades antioxidantes.** 2005. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Bioquímica-Farmacêutica) - Faculdade de Ciências Farmacêuticas. Universidade de São Paulo, São Paulo.

PEREIRA, M. G.; SILVA, F.F. da; PEREIRA, T.N.S. Recursos genéticos vegetais e o melhoramento de plantas. In: PEREIRA, T.N.S. **Germoplasma: conservação, manejo e uso no melhoramento de plantas.** Viçosa, MG: Arca, 2010. p. 141-176.

PERERA, A.; TON, S. H.; PALANISAMY, U. D. Perspectives on geraniin, a multifunctional natural bioactive compound. **Trends in Food Science & Technology**, v. 44, n. 2, p. 243-257, 2015.

PEREZ-PORTERO, Y.; SUÁREZ, F.; CAMACHO-POZO, M.; HUNG GUZMÁN, B.; GARCIA-GARRIDO, M.; ROSS-MESA, A. Actividad de *Spondias mombin* frente a microorganismos de importancia clínica. **Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas**, v. 12, n. 4, p. 405-412, 2013.

PIASENTIN, F. B.; SAITO, C. H.; SAMBUICHI, R. H. R. Preferências locais quanto às árvores do sistema cacau-cabruca no sudeste da Bahia. **Ambiente & Sociedade**. v. 17, n 3, p. 55-78, 2014.

PRIYA, O. S.; VISWANATHAN, M. B. G.; BALAKRISHNA, K.; VENKATESAN, M. Chemical constituents and in vitro antioxidant activity of *Phyllanthus wightianus*. **Natural Product Research**, v. 25, p. 949-958, 2011.

QUIDEAU, S.; FELDMAN, K. S. Ellagitannin chemistry. **Chemical Reviews**, v. 96, n. 1, p. 475-504, 1996.

RAMALHO, M. A. P.; SANTOS, J. B.; PINTO, C. A. B. P. **Genética na agropecuária**. 3. ed. Lavras: UFLA, 2004. 472 p.

RAMOS, J. V. J.; FRAIRE FILHO, G. de A. A cajazeira e sua importância econômica no agronegócio baiano. In: COELHO, Y. da S.; REINHARDT, D. A.; CALDAS, R. C. (Ed.). **I Simpósio sobre Frutas Tropicais Nativas e Exóticas – Etapa Bahia**. Cruz das Almas, BA: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2006. p. 50-51. (Embrapa Mandioca e Fruticultura. Documentos, 159).

RAMOS, S. R. R.; QUEIROZ, M. A. de; PEREIRA, T. N. S. Recursos genéticos vegetais: manejo e uso. **Magistra**, v. 19, p. 265-273, 2007.

RAZA, M. A.; SHAHWAR, D. Trypsin inhibitory potential and microbial transformation of rutin isolated from *Citrus sinensis*. **Medicinal Chemistry Research**, v. 22, n. 8, p. 3698-3702, 2013.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B.; KIMURA, M. Carotenóides e valor de vitamina A em cajá (*Spondias lutea*). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 9, n. 2, p. 148-162, 1989.

RODRIGUES, R.; BENTO, C. dos S.; SILVA, M. G. de M.; SUDRÉ, C. P. Atividades de caracterização e avaliação em bancos de germoplasma. In: PEREIRA, T. N. S. **Germoplasma: conservação, manejo e uso no melhoramento de plantas**. Viçosa-MG: Arca, 2010. p 115-140.

ROMANO, M. R.; SOARES FILHO, W. S.; RITZINGER, R.; FONSECA, N.; MACHADO, C. de F. **Aspectos técnicos introdutórios ao emprego de espôndias nativas do Nordeste brasileiro em sistemas agroflorestais**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2013. 6 p. (Embrapa Mandioca e Fruticultura. Comunicado Técnico, 153).

SACRAMENTO, C. K. do.; SOUZA, F. X. de. **Cajá (*Spondias mombin* L.)**. Jaboticabal: Funep, 2000. 42p. (Série Frutas Nativas, 4).

SACRAMENTO, C. K. do; AHNERT, D.; BARRETTO, W. S.; FARIAS, J. C. Recursos genéticos e melhoramento de *Spondias* no Estado da Bahia - cajazeira, ciriguela e cajaraneira. In: LEDERMAN, I. E.; LIRA JUNIOR, J. S. de; SILVA JUNIOR, F. da. (Ed.). ***Spondias no Brasil***: umbú, cajá e espécies afins. Recife: Editora Universitária da UFRPE, 2008. p. 54-62.

SACRAMENTO, C. K. do; SOUZA, F. X. de. Cajá. In. SANTOS-SEREJO, J. A. dos; DANTAS, J. L. L.; SAMPAIO, C. V.; COELHO, Y. da S. **Fruticultura Tropical**: espécies regionais e exóticas. Brasília: Embrapa Informação tecnológica, 2009, p 83-105.

SABIU, S.; OLAREWAJU, S. A.; TAOFEEQ, G; OLATUNDE, S. T. ALANAMU, A. A. Combined administration of *Spondias mombin* and *Ficus exasperata* leaf extracts stall Indomethacin-mediated gastric mucosal onslaught in rats. **African Journal of Traditional, Complementary and Alternative Medicines**, v. 12, n. 1, p. 45-51, 2015b.

SABIU, S.; TAOFEEQ, G.; TAOFIK, S. O.; OLADIPIPO, A. E.; OLAREWAJU, S. A.; ISMAILA, N. O.; ABDULAZEEZ, B. Indomethacin-induced gastric ulceration in rats: protective roles of *Spondias mombin* and *Ficus exasperata*. **Toxicology Reports**, v. 2, p. 261-267, 2015a.

SANTANA, F. F. **Caracterização de genótipo de cajazeiras**. 2010. 97 f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal.

SANT'ANNA-SANTOS, B. F.; THADEO, M.; MEIRA, R. M. S. A.; ASCENSÃO, L. Anatomy and histochemistry of stem secretory structures of *Spondias dulcis* Forst. F. (Anacardiaceae). **Revista Árvore**, v. 30, n. 3, p. 481-489, 2006.

SANTOS, C. A. F.; ARAÚJO, F. P. de; SOUZA NASCIMENTO, C. E. de; LIMA FILHO, J. M. P. Umbuzeiro como porta-enxerto de outras *Spondias* em condições de sequeiro: avaliações aos cinco anos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 17., 2002, Belém, PA. **Anais...** Belém: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 2002. CD-ROM. p. 17.

SANTOS, C. A. F.; LIMA FILHO, J. M. P. **Avaliação do umbuzeiro como porta-enxerto de outras *Spondias* cultivadas sob condições de sequeiro em Petrolina.** Petrolina: Embrapa Semiárido, 2008. 20 p. (Embrapa Semiárido. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 76).

SANTOS, C. A. F.; NASCIMENTO, C. E de S.; ARAUJO, F. P. de. **Avaliação do umbuzeiro como porta-enxerto de algumas espécies do gênero *Spondias*.** Petrolina: Embrapa Semiárido, 1999. 4 p. (Embrapa Semiárido . Pesquisa em Andamento, 91).

SANTOS, C. A. F.; OLIVEIRA, V. R. Inter-relações genéticas entre espécies do gênero *Spondias* com base em marcadores AFLP. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 30, p. 731-735, 2008.

SANTOS, E. A. M. **Obtenção de rutina de *Dimorphandra* sp.: do processamento dos frutos à obtenção de extrato enriquecido.** 2006. 78f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Materiais) - Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto.

SANTOS, R. I. dos. Metabolismo básico e origem dos metabólitos secundários. In: SIMÕES, C. M. O.; SCHENKEL, E. P.; GOSMANN, G.; MELLO, J. C. P.; MENTZ, L. A.; PETROVICK, J. C. P. (Org.) **Farmacognosia: da planta ao medicamento.** 5. ed. rev. ampl. Porto Alegre/Florianópolis: UFRGS/UFSC, 2003. p. 403-434.

SANTOS, S. C.; MELLO, J. C. P. Taninos. In: SIMÕES, C. M. O.; SCHENKEL, E. P.; GOSMANN, G.; MELLO, J. C. P.; MENTZ, L. A.; PETROVICK, J. C. P. (Org.). **Farmacognosia: da planta ao medicamento.** 5. ed. rev. ampl. Porto Alegre/Florianópolis: UFRGS/UFSC, 2003. p. 615-655.

SATPATHY, G.; TYAGI, Y. K.; GUPTA, R. K. Preliminary evaluation of nutraceutical and therapeutic potential of raw *Spondias pinnata* K., an exotic fruit of India. **Food Research International**, v. 44, n. 7, p. 2076-2087, 2011.



SHITTU, O. B.; OLABODE, O. O.; OMEMU, A. M.; OLUWALANA, S. A.; ADENIRAN, S.; AKPAN, I. Phytochemical and antimicrobial screening of *Spondias mombin*, *Senna occidentalis* and *Musa sapientum* against *Vibrio cholera*. **International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences**, v. 3, n.5, p. 948-961, 2014.

SILVA, A. Q.; SILVA, H. **Cajá**: uma frutífera tropical. Informativo SBF, v.14, n.4, 1995.

SILVA, A. R. A. da; MORAIS, S. M. de; MARQUES, M. M. M.; LIMA, D. M.; SANTOS, S. C. C.; ALMEIDA, R. R. de; VIEIRA, I. G. P.; GUEDES, M. I. F. Antiviral activities of extracts and phenolic components of two *Spondias* species against dengue virus. **Journal of Venomous Animals and Toxins including Tropical Diseases**, v. 17, n. 4, p. 406-413, 2011.

SILVA, A. R. A. da; MORAIS, S. M. de; MARQUES, M. M. M.; OLIVEIRA, D. F. de; BARROS, C. C.; ALMEIDA, R. R. de; VIEIRA, I. G. P.; GUEDES, M. I. F. Chemical composition, antioxidant and antibacterial activities of two *Spondias* species from Northeastern Brazil. **Pharmaceutical Biology**, v. 50, n. 6, p. 740-746, 2012a.

SILVA, B. M ; ROSSI, A. A. B. ; SOUZA, A. M ; LIMA, J. S ; SILVEIRA, G. F. ; TIAGO, P. V. ; TIAGO, A. V. Divergência genética entre genótipos de *Spondias mombin* L. com ocorrência na Amazônia Matogrossense. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO DE PLANTAS, 8., 2015, Goiânia, GO. **Anais...** Goiânia, GO: ABMP, 2015.

SILVA, C. A.; COSTA, P. R.; DETONI, J. L.; ALEXANDRE, R. S.; CRUZ, C. D.; SCHMILDT, O.; SCHMILDT, E. R. Divergência genética entre acessos de cajazinho (*Spondias mombin* L.) no norte do Espírito Santo. **Revista Ceres**, v. 61, n. 3, p. 362-369, 2014a.

SILVA, C. J. D. **Caracterização genética de cajazeiras (*Spondias mombin* L.) (Anacardiaceae) por meio de marcadores moleculares**. 2009. 68p. Dissertação (Mestrado em Melhoramento Genético de Plantas) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2009.

SILVA, E. F. da; MARTINS, L. S. S.; OLIVEIRA, V. R. de. Diversity and genetic structure in cajá tree (*Spondias mombin* L.) populations in Northeastern Brazil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 31, n. 1, p. 171-181, 2009.

SILVA, F. V. G. da. **Maturação, compostos bioativos e capacidade antioxidante de frutos de genótipos de cajazeiras do BAG EMEPA-PB**. 2010. 191f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal da Paraíba, Areia.

SILVA, F. V. G. da.; SILVA, S. D. M.; SILVA, G. C. da; MENDONÇA, R. M. N.; ALVES, R. E.; DANTAS, A. L. Bioactive compounds and antioxidant activity in fruits of clone and ungrafted genotypes of yellow mombin tree. **Food Science and Technology**, v. 32, n. 4, p. 685-691, 2012b.

SILVA, G. A. D. **Avaliação da composição química, atividade antioxidante, antibacteriana, antinoceptiva, antiinflamatória e toxicidade do extrato metanólico e frações de folhas de *Spondias* sp. (Anacardiaceae)**. 2012. 132f. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal.

SILVA, G. A. da; BRITO, N. J. N. de; SANTOS, E. C. G. dos; LÓPES, J. A.; ALMEIDA, M. das G. Gênero *Spondias*: aspectos botânicos, composição química e potencial farmacológico. **Journal of Biology & Pharmacy and Agricultural Management**, v. 10, n. 1, p. 27-41, 2014b.

SOARES, E. B. **Avaliação de genótipos de cajazeira (*Spondias mombin* L.): caracterização físico-química dos frutos e repetibilidade de caracteres morfoagronômicos**. 2005. 58 p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Federal do Piauí, Teresina.

SOARES, E. B. Caracterização física e química de frutos de cajazeira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 28, n. 3, p. 518-519, 2006.

SOARES, E. B.; GOMES, R. L. F.; CAMPELO, J. E. G.; LOPES, A. C. de A.; MATOS FILHO, C. H. A. Repetibilidade e correlações entre caracteres morfo-agronômicos de cajazeira. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 32, n. 6, p. 1851-1857, 2008.

SOUZA, E. P. de; MENDONÇA, R. M. N.; SILVA, S. de M.; ESTRELA, M. A.; SOUZA, A. P. D.; SILVA, G. C. da. Enxertia da cajazeira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 32, n. 1, p. 316-320, 2010a.

SOUZA, F. X. de. Propagação das *Spondias* e alternativas para clonagem da cajazeira. In: LEDERMAN, I. E.; LIRA JUNIOR, J. S. de; SILVA JUNIOR, F. da. (Ed.). **Spondias no Brasil: umbú, cajá e espécies afins**. Recife: Editora Universitária da UFRPE, 2008. p. 97-107a.

SOUZA, F. X. de. **Spondias agroindustriais e os seus métodos de propagação**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical / SEBRAE-CE, 1998. 28 p. (Embrapa Agroindústria Tropical. Documentos, 27).

SOUZA, F. X. de.; COSTA, J. A.; COELHO, E. L.; MAIA, A. de H. N. Comportamento vegetativo e reprodutivo de clones de cajazeira cultivados na chapada do Apodi, Ceará. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 21., 2010, Natal. **Anais...** Frutas: saúde, inovação e sustentabilidade. Jaboticabal: SBF, 2010. 4 p.b

SOUZA, F. X. de; ARAÚJO, C. A. T. **Avaliação dos métodos de propagação de algumas Spondias agroindustriais**. Fortaleza: Embrapa-CNPAT, 1999. 4 p. (Embrapa-CNPAT. Comunicado Técnico, 31).

SOUZA, F. X. de; BLEICHER, E. Comportamento da cajazeira enxertada sobre umbuzeiro em Pacajus, CE. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 24, n. 3, p. 790-792, 2002.

SOUZA, F. X. de; COSTA, J. T. A.; COELHO, E. L.; MAIA, A. D. H. N. Comportamento vegetativo e reprodutivo de clones de cajazeira cultivados na Chapada do Apodi, Ceará. **Revista Ciência Agronômica**, v. 43, n. 2, p. 293-300, 2012.

SOUZA, F. X. de; COSTA, J. T. A.; LIMA, R. N. de. Características morfológicas e fenológicas de clones de cajazeira cultivados na Chapada do Apodi, Ceará. **Revista Ciência Agronômica**, v. 37, n. 2, p. 208-215, 2006b.

SOUZA, F. X. de; COSTA, J. T. A.; LIMA, R. N. de; CRISÓSTOMO, J. R. Crescimento e desenvolvimento de clones de cajazeira cultivados na chapada do Apodi, Ceará. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 28, n. 3, p. 414-420, 2006a.

SOUZA, F. X. de; COSTA, J. T. A. **Produção de mudas das *Spondias* cajazeira, cajaraneira, ciriguela, umbu-cajazeira e umbuzeiro**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2010. 26p. il. (Embrapa Agroindústria Tropical. Documentos, 133).

SOUZA, F. X. de; INNECCO, R.; ARAÚJO, C. A. T. **Métodos de enxertia recomendados para a produção de mudas de cajazeira e de outras fruteiras do gênero *spondias***. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 1999. 8 p. (Embrapa Agroindústria Tropical. Documentos, 37).

SOUZA, F. X. Recursos genéticos e melhoramento de *Spondias* no Brasil – cajazeira. In: LEDERMAN, I. E.; LIRA JUNIOR, J. S. de; SILVA JUNIOR, F. da. (Ed.). ***Spondias no Brasil*: umbú, cajá e espécies afins**. Recife: Editora Universitária da UFRPE, 2008. p. 45-53b.

SOUZA, F. X.; INNECO, R.; ROSSETI, A. G. Influência de porta-enxerto e de método de enxertia no pegamento de enxertos de cajazeira. **Revista Agrotrópica**, v. 14, n. 13, p. 85- 90, 2002.

SOUZA, F.X. de.; OLIVEIRA, R.T. de. **Formação de mudas interenxertadas de cajazeira**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2014. 17p. (Embrapa Agroindústria Tropical. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 94).

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 4 ed. Porto Alegre: Artmed. 2009, 719 p.

TANAKA, T., NONAKA, G.-I., NISHIOKA, I., MIYAHARA, K., KAWASAKI, T. Tannins and related compounds. Part 37. Isolation and structure elucidation of elaeocarpusin, a novel ellagitannin from *Elaeocarpus sylvestris* var. *Ellipticus*. **Journal of the Chemical Society**, Perkin Transactions, v.1, p. 369-376, 1986.

THITILERTDECHA, N., TEERAWUTGULRAG, A., KILBURN, J. D., RAKARIYATHAM, N. Identification of major phenolic compounds from *Nephelium lappaceum* L. and their antioxidant activities. **Molecules**, v. 15, n. 3, p. 1453-1465, 2010.

TIBURSKI, J. H., ROSENTHAL, A., DELIZA, R., DE OLIVEIRA GODOY, R. L., PACHECO, S. Nutritional properties of yellow mombin (*Spondias mombin* L.) pulp. **Food Research International**, v. 44, n.7, p. 2326-2331, 2011.

USHIKI, J.; TAHARA, S.; HAYAKAWA, Y.; TADANO, T. Suppressive effect of *Geranium pratense* L. on potato common scab and identification of the effective compound. In : ANDO, T.; FUJITA, K.; MAE, T.; MATSUMOTO, H.; S. MORI; SEKIYA, J. (Ed.). **Plant Nutrition for Sustainable Food Production and Environment**, v. 78, p. 767-768, 1997.

VALLS, J. M. F. Caracterização de recursos genéticos vegetais. In: NASS, L. L. (Ed.). **Recursos genéticos vegetais**. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2007. p. 281-305.

VASCONCELOS, L.F.L.; COSTA, J.C.L. da. Crescimento de cinco clones de cajazeira no município de Água Branca, Piauí. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 22., 2012, Bento Gonçalves. **Anais...** Jaboticabal: SBF, 2012. p. 3114-3117.

VASCONCELOS, P. W. C. Mais algumas observações sobre o imbuzeiro e sua enxertia sobre o cajá-mirim. **Revista de Agricultura**, v. 24, n. 7-8, p. 216-224, 1949.

VATTEM, D. A.; SHETTY, K. Biological functionality of ellagic acid: a review. **Journal Food Biochemical**, v. 29, n. 3, p. 234-266, 2005.

VEKIARI, S. A.; GORDON, M. H.; GARCÍA-MACÍAS, P. Extraction and determination of ellagic acid content in chestnut bark and fruit. **Food Chemistry**, v. 110, p. 1007-1011, 2008.

VEROTTA, L.; DELL'AGLI, M.; GIOLITO, A.; GUERRINI, M.; CABALION, P.; BOSISIO, E. In vitro antiplasmodial activity of extracts of *Tristanopsis* species and identification of the active constituents: ellagic acid and 3,4,5-trimethoxyphenyl-(6'-O-galloyl)-O- beta -D-glucopyranoside. **Journal of Natural Products**, v. 64, n. 5, p. 603-607, 2001.

VIEIRA, R. F.; AGOSTINI-COSTA, T. S. Caracterização química de metabólitos secundários em germoplasma vegetal. In: NASS, L. L. (Ed.). **Recursos genéticos vegetais**. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2007. p. 343-372.

VILLACHICA, H. Ubos (*Spondias mombin* L.). In: VILLACHICA, H. **Frutales y hortalizas promisorios de la Amazonia**. Lima: Secretaría Pro-Tempore/Tratado de Cooperación Amazónica, 1996. p.270-274.

VIZZOTTO, M.; KROLOW, A.; WEBER, G. E. B. Metabólitos secundários encontrados em plantas e sua importância. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2010. 16 p. (Embrapa Clima Temperado. Documentos, 316)

WACH, A.; PYRZYNSKA, K.; BIESAGA, M. Quercetin content in some food and herbal samples. **Food Chemistry**, v. 100, n. 2, p. 699-704, 2007.

WALLER, G. R. Introduction. In: MACIAS, F. A.; GALINDO, J. C. G.; MOLINILLO, J. M. G.; CUTLER, H. G. (Ed.) **Recent advances in allelopathy**. Cadiz, Espanha: Serv. Pub. Univ. Cadiz, 1999. v.1

WANG, S. Y.; MAAS, J. L.; PAYNE, J. A.; GALLETTA, G. J. Ellagic acid content in small fruits, mayhaws, and other plants. **Journal of Small Fruit & Viticulture**, v. 2, n. 4, p. 39-49, 1994.

WU, D.; MA, X.; TIAN, W. Pomegranate husk extract, punicalagin and ellagic acid inhibit fatty acid synthase and adipogenesis of 3T3-L1 adipocyte. **Journal of Functional Foods**, v. 5, n. 2, p. 633-641, 2013.

YAN, X. M.; JOO, M. J.; LIM, J. C.; WHANG, W. K.; SIM, S. S.; IM, C.; KIM, H. R.; LEE, S. Y.; KIM, I. K.; SOHN, U. D. The effect of quercetin-3-O- $\beta$ -D-glucuronopyranoside on indomethacin-induced gastric damage in rats via induction of mucus secretion and down-regulation of ICAM-1 expression. **Archives of Pharmacal Research**, v. 34, n. 9, p. 1527-1534, 2011.

YAO, L. H.; JIANG, Y. M.; SHI, J.; TOMAS-BARBERAN, F. A.; DATTA, N.; SINGANUSONG, R.; CHEN, S. S. Flavonoids in food and their health benefits. **Plant Foods for Human Nutrition**, v. 59, n. 3, p. 113-122, 2004.

YAZDANI, D.; TAN, Y. H.; ZAINAL ABIDIN, M. A.; JAGANATH, I. B. A review on bioactive compounds isolated from plants against plant pathogenic fungi. **Journal of Medicinal Plants Research**, v. 5, n. 30, p. 6584-6589, 2011.

YOSHIDA, T.; AMAKURA, Y.; LIU, Y. Z.; OKUDA, T. Tannins and related polyphenols of euphorbiaceous plants. XI. Three new hydrolyzable tannins and a polyphenol glucoside from *Euphorbia humifusa*. **Chemical and Pharmaceutical Bulletin**, v. 42, p.1803-1807, 1994.

ZUANAZZI, J. A.; MONTANHA, J. A. Flavonoides. In: SIMÕES, C. M. O.; SCHENKEL, E. P.; GOSMANN, G.; MELLO, J. C. P.; MENTZ, L. A.; PETROVICK, P. R. (Org.). **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. 5.ed. rev. ampl. Porto Alegre/Florianópolis: UFSC/ UFRGS, 2003, p. 577-614.

**CAPÍTULO II – DESENVOLVIMENTO DE CLONES DE CAJAZEIRA  
CULTIVADOS NA ZONA DA MATA E NO SEMIÁRIDO DO NORDESTE**



## DESENVOLVIMENTO DE CLONES DE CAJAZEIRA CULTIVADOS NA ZONA DA MATA E NO SEMIÁRIDO DO NORDESTE

### RESUMO

A cajazeira é uma Anacardiaceae de ocorrência natural na Amazônia, Mata Atlântica e regiões úmidas dos Estados nordestinos. Apresenta potencial agrônomo, principalmente pelo valor nutricional e econômico dos seus frutos e derivados, contribuindo na renda dos agricultores familiares. Entretanto, a inexistência de clones comerciais e o porte alto da planta constituem o principal entrave ao seu cultivo racional. Para solução deste problema necessita-se viabilizar a clonagem com porta-enxertos interspecíficos de baixo porte visando reduzir a altura das plantas, associada a técnicas de manejo em diferentes ambientes. Estudos realizados com a cajazeira enxertada na própria espécie e no umbuzeiro não diminuíram significativamente o porte da planta. No entanto, esses clones não foram avaliados em outros ambientes, considerando que as características morfológicas de uma planta são influenciadas pelas condições edafoclimáticas do local. O objetivo deste estudo foi avaliar o desenvolvimento de clones de cajazeira enxertados sobre porta-enxertos de cajazeira e de diferentes espécies de *Spondias* em três ambientes de cultivo. Foram realizados dois ensaios em delineamentos inteiramente casualizados. O Ensaio 1 foi conduzido em esquema fatorial 3 x 4 x 3, com quatro repetições, totalizando 36 tratamentos, sendo três porta-enxertos interespecíficos com cajazeira (*S. mombin*), umbuzeiro (*S. tuberosa*) e cajazeira-grande (*S. venulosa*), e quatro enxertos dos clones de cajazeira (Itaitinga, Gereau, Lagoa Redonda e Genipabu) e três locais (João Pessoa PB, Ipanguaçu, RN e Itabuna, BA). O Ensaio 2 foi em esquema fatorial 4 x 3, com quatro repetições, totalizando 12 tratamentos. Foram utilizados três enxertos de acessos de cajazeira (Emepa 8.2, Emepa 8.6 e Emepa 20) enxertados sobre cajazeira, mais um pé-franco de cajazeira, nos mesmos locais. As variáveis avaliadas, aos 8, 39 e 46 meses de idade, para os Ensaios 1 e 2, foram altura de planta, perímetro de caule, largura de copa, formato de copa, números de ramos de primeira ordem (principais) e mortalidade de plantas. Concluiu-se que o ambiente, os enxertos e os porta-enxertos de diferentes espécies de *Spondias* influenciaram no desenvolvimento dos clones, permitindo identificar variabilidade nas características morfológicas dos mesmos; que no Ensaio 1: a) a enxertia da cajazeira sobre os porta-enxertos de cajazeira, cajazeira-grande e umbuzeiro não formaram clones com porte ideal para recomendação comercial nos três ambientes estudados; b) Ipanguaçu foi o local que obteve maior porcentagem de plantas com características agrônomicas favoráveis para produção e, mesmo apresentando porte mais alto, a maioria das plantas apresentou maior largura de copa, maior número de ramos e maior porcentagem de plantas com formato de copa

esgalhada; c) os porta-enxertos de umbuzeiro não se adaptaram em Itabuna não sendo indicado para regiões com pluviosidade acima de 800 mm/ano; d) os porta-enxertos de cajazeira-grande não se adaptaram em Ipanguaçu não sendo indicado para locais com pluviosidade abaixo de 800 mm/ano; e que no Ensaio 2, nos três ambientes de cultivo, o clone Emepa 8.2 apresentou menor porte, maior largura de copa, maior número de ramos e 100% de formato de copa esgalhada sendo recomendado para novos programas de pesquisa e posterior multiplicação para exploração comercial.

Palavras-chave: *Spondias mombin*, *Spondias venulosa*, porta-enxertos interespecíficos, porte do clone.

## DEVELOPMENT OF CLONES OF YELLOW MOMBIN CULTIVATED IN THE ZONA DA MATA AND IN THE SEMIARID NORTHEASTERN REGION

### ABSTRACT

The yellow mombin is a naturally occurring Anacardiaceae in the Amazon, in the Atlantic Forest and in humid regions of the northeastern states of Brazil. It shows an agronomic potential mainly because of the nutritional value of its fruits contributing to the income of family farmers. However, the non-existence of selected clones and high plant size are the main obstacles to its rational cultivation. To solve this problem it is necessary to enable the cloning with interspecific rootstocks of small size in order to reduce the plant size associated with other management techniques in different environments. Studies performed with yellow mombin grafted onto the same species and onto hog-plum did not markedly reduce the plant size. However, these clones were not evaluated in other environments considering that the morphological characteristics of a plant are influenced by local edaphoclimatic conditions. The objective of this study was to evaluate the development of yellow *mombin* clones grafted onto rootstocks of yellow mombin and onto different *Spondias* species in three growing environments. Two trials with a completely randomized block design were performed. The trial 1 was conducted in a 3 x 4 x 3 factorial design with four repetitions and totaling 36 treatments being three different interspecific rootstocks with yellow mombin (*S. mombin*), hog-plum (*S. tuberosa*) and coarse mombin (*S. venulosa*), four graftings of yellow mombin clones (Itaitinga, Gereau, L. Redonda and Genipabu) and in three different places (João Pessoa, PB, Ipanguaçu, RN and Itabuna, BA). The trial 2 was conducted in a 4 x 3 factorial design with four repetitions and totaling 12 treatments. Three crowns obtained from the grafting between clones of yellow mombin (Emepa 8.2, 8.6 and Emepa 20) plus one genotype of ungrafted yellow mombin were used in the same places. The evaluated variables for the two Trials at the 8, 39 and 46 months old were plant height, stem circumference, crown spread, crown size, number of first order branches(main ones) and percentage of dead plants. The conclusions are that the environment, the scions and the rootstocks of different species of *Spondias* influenced in the development of clones allowing to identify variability in the clones morphological characteristics; that in Trial 1 the grafting of yellow mombin onto yellow mombin, coarse mombin and hog-plum rootstocks, in the three studied environments, did not form clones with ideal size in order to be recommended for commercial purposes; that Ipanguaçu was the place that had the major percentage of plants with favorable agronomic characteristics for production, and even showing the biggest size the majority of plants showed bigger crown spread, major number of branches and bigger percentage of plants with crowns in a spread format; that the hog-plum rootstocks did not adapt in Itabuna and are not recommended for regions with

pluviosity over 800 mm/year; that the Coarse mombin rootstocks did not adapt in Ipanguaçu and are not recommended for regions with pluviosity under 800 mm/year; and that in Trial 2, in the three growing environments, the clone Emepa 8.2 showed smaller size, bigger crown size, major number of branches and 100% crowns in a spread format, being recommended for new research programmes and further multiplication for commercial purposes.

**Keywords:** *Spondias mombin*, *Spondias venulosa*, interspecific rootstocks, clone size.

## 1 INTRODUÇÃO

A cajazeira (*Spondias mombin* L.) pertence à família Anacardiaceae sendo nativa das florestas úmidas mais ao norte da América do Sul. Encontra-se dispersa nas regiões tropicais da América, África e Ásia (MITCHELL; DALLY, 2015). No Brasil ocorre naturalmente na Amazônia, Mata Atlântica e nas zonas úmidas dos estados do Nordeste. Devido ao valor nutricional e sabor exótico dos frutos, apresenta boa aceitação no mercado para consumo *in natura* e, principalmente, na forma de polpa para a agroindústria e derivados. Portanto, participa de forma crescente nos mercados dessas regiões, conseqüentemente, na geração de emprego e renda (SACRAMENTO, 2008).

A inexistência de clones selecionados e o porte alto da planta constituem os principais entraves ao cultivo racional da cajazeira, limitando o mercado à produção extrativista, que é sazonal e insuficiente para operacionalização da agroindústria durante todo o ano (SOUZA et al., 2006a). As principais opções para a solução deste problema são a clonagem e as avaliações de plantas de porte baixo.

A seleção de clones que apresentem porte baixo, com características agronômicas desejáveis, constitui um desafio para a pesquisa e pode ser obtida por meio da utilização de porta-enxertos da própria espécie e de outras espécies do gênero *Spondias*, de porte baixo em relação à cajazeira, estudados em diferentes condições edafoclimáticas. O efeito do enxerto sobre a planta formada é tão importante como o do porta-enxerto e ambos mutuamente influenciam e determinam o comportamento da planta (HARTMANN et al., 2011). A utilização de diferentes espécies de *Spondias* como porta-enxerto da cajazeira pode viabilizar uma fruticultura diversificada em condições de sequeiro (SANTOS; LIMA FILHO, 2008). A avaliação desses clones em diferentes ambientes torna-se importante, pois permite selecionar os melhores materiais genéticos com base no seu desenvolvimento em diferentes condições edafoclimáticas de plantio, considerando que o desempenho dos genótipos sofre

alterações em virtude de diferenças de ambiente (BORÉM; MIRANDA, 2009). Segundo Cruz e Carneiro (2003), a avaliação de genótipos visando à identificação e recomendação de materiais genéticos superiores, para as características de interesse em diferentes ambientes, é uma das etapas mais importantes de um programa de melhoramento genético.

As experiências realizadas até o presente mostram que a cajazeira enxertada sobre porta-enxertos da própria espécie e sobre umbuzeiro formaram clones com altura acima de 2 metros, aos 46 meses, não diminuindo significativamente o porte (SOUZA; BLEICHER, 2002; SOUZA et al., 2006a), enquanto que em outros estudos, com cajazeira enxertada sobre umbuzeiro, os clones não atingiram os 2 metros de altura aos 60 meses (SANTOS; LIMA FILHO, 2008). Entretanto, esses clones ainda não foram avaliados em outros ambientes de cultivo.

Portanto, considerando a importância da cajazeira no aspecto socioeconômico, há a necessidade de continuidade de pesquisas com porta-enxertos interespecíficos e que esses sejam avaliados em diferentes ambientes, em regiões úmida e semiárida, visando à obtenção de clones superiores que possam ser selecionados para pesquisas de melhoramento genético e de viabilização da produção comercial de mudas.

Nesse sentido, o objetivo desse estudo foi avaliar o desenvolvimento vegetativo de clones copa de cajazeira enxertados sobre porta-enxertos de cajazeira (*S. mombin*), de umbuzeiro (*S. tuberosa*) e de cajazeira-grande (*S. venulosa*) nas áreas da Zona da Mata de João Pessoa, PB e de Itabuna, BA e no semiárido de Ipanguaçu, RN.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos em três locais e instalados em fevereiro de 2009.

O local 1 foi na Estação Experimental Cientista José Irineu Cabral, da Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária da Paraíba – Emepa-PB, em João Pessoa, PB, localizada nas coordenadas geográficas 7°13'20" S e 34°48'22" W e altitude de 28 m. O clima é do tipo As' (quente e úmido), com chuvas de outono-inverno (classificação de Koppen), com umidade relativa do ar em torno de 78%, com temperatura e precipitação pluvial médias anuais de 25°C e 1.527 mm, respectivamente, sendo os meses de junho a agosto os mais chuvosos, e o solo do tipo alissolo crômico distrófico (EMBRAPA, 1999).

O local 2 foi na Estação Experimental de Ipanguaçu da Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte- Emparn, em Ipanguaçu, RN. O clima é quente e seco, com precipitação média anual de 591,4 mm, com período chuvoso entre fevereiro e maio, temperatura média anual em torno de 31° C e umidade relativa do ar em torno de 70%, localizada nas coordenadas geográficas 5°29'54" S e 36°51'18" W e 16 m de altitude. O solo da Estação Experimental é do tipo aluvial eutrófico salino-sódico, fase de floresta de várzea, de alta fertilidade, porém com limitações causadas por sais (HOLANDA, 1996).

O local 3 foi na Fazenda Boa Sentença da Agrícola Cantagalo em Itabuna, BA, posicionada nas coordenadas geográficas 14°49'15.6" S. e 39°21'55.8" W e altitude de 54 m. O clima é do tipo Af Tropical quente e úmido, classificado como Tropical Chuvoso, sem estação seca (classificação de Koppen). Com precipitação anual média de 1.300,3 mm, período chuvoso entre novembro e abril, temperatura média anual de 23,6 °C e umidade relativa do ar média anual de 80% (PREFEITURA MUNICIPAL DE ITABUNA, 2011).

## **Clima e solo**

As informações sobre a fertilidade dos solos dos locais dos experimentos estão na Tabela 1 e as normais meteorológicas do período de 2009 a 2012 dos municípios de João Pessoa, PB, e Itabuna, BA, foram obtidas do Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa – BDMEP, da rede de Estações Meteorológicas do Instituto Nacional de Meteorologia – INMET, e as do município de Ipanguaçu, RN, foram obtidas da Estação Meteorológica de Ipanguaçu na Emparn – RN. Os dados são encontrados nas Tabelas 2, 3, 4 e 5.



**Tabela 1.** Dados das análises de solo dos locais de cultivo de cajazeira. Laboratório de Química e Fertilidade do Solo, UFPB-CCA. 2009.

Profundidade cm	pH H <sub>2</sub> O <sub>(1:2,5)</sub>	P mg/dm <sup>3</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	H <sup>+</sup> +Al <sup>+3</sup>	Al <sup>+3</sup>	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	SB	CTC	V -----%	m	M.O. g/kg
João Pessoa, PB													
0 - 20	5,12	7,77	15,91	0,05	2,81	0,15	0,90	0,50	1,49	4,30	34,65	9,15	7,81
0 - 40	5,10	5,83	6,56	0,03	2,64	0,30	0,40	0,65	1,10	3,74	29,41	21,43	6,39
Ipangaçu, RN													
0 - 20	6,92	42,64	12,90	0,04	0,25	0,00	7,40	3,20	10,67	10,92	97,73	0,00	9,59
0 - 40	8,03	26,01	7,43	0,04	0,00	0,00	8,45	2,60	11,11	11,11	100,00	0,00	9,59
Itabuna, BA													
0 - 20	5,91	32,02	75,85	0,18	2,89	0,05	2,95	2,80	6,12	9,01	67,95	0,81	15,53
0 - 40	5,89	4,88	67,64	0,21	2,06	0,00	3,60	3,70	7,69	9,75	78,84	0,00	11,88

**Tabela 2.** Normais meteorológicas dos locais de cultivo de cajazeira. 2009.

Variáveis meteorológicas	jan/09	fev/09	mar/09	abr/09	mai/09	jun/09	jul/09	ago/09	set/09	out/09	nov/09	dez/09	Total
João Pessoa, PB													
Temperatura média (°C)	28,1	27,4	27,8	27,1	26,3	25,8	24,9	25,3	26,1	26,9	27,3	27,3	-
Temperatura máxima (°C)	31,0	30,6	31,2	30,7	29,7	29,5	28,8	29,5	29,9	30,6	30,8	31,1	-
Temperatura mínima (°C)	25,1	24,2	24,3	23,5	22,9	22,0	21,0	21,0	22,2	23,3	23,7	23,9	-
Umidade relativa (%)	71,1	75,2	73,1	80,2	85,0	84,5	86,2	76,5	73,4	68,8	69,3	73,8	-
Precipitação (mm)	57,7	260,1	138,8	547,4	521,2	303,9	419,8	127,9	77,1	19,3	45,8	25,5	2544,5
Ipanguaçu, RN													
Temperatura média (°C)	35,4	33,7	33,4	32,5	32,0	31,4	31,9	33,2	35,1	36,1	36,5	36,6	-
Temperatura máxima (°C)	38,8	37,7	35,1	34,4	39,2	33,7	34,5	36,0	37,0	37,8	38,0	38,2	-
Temperatura mínima (°C)	29,6	29,4	30,2	30,0	29,0	29,2	29,3	30,0	31,0	33,8	33,0	31,0	-
Umidade relativa (%)	73,0	81,4	85,1	89,0	83,7	87,6	83,9	80,0	76,8	77,2	76,2	76,9	-
Precipitação (mm)	88,0	109,1	216,5	287,5	270,5	154,9	30,1	32,5	0,0	0,0	0,0	2,0	1191,1
Itabuna, BA													
Temperatura média (°C)	-	-	-	-	23,5	-	-	-	-	-	-	-	-
Temperatura máxima (°C)	-	-	-	31,2	27,8	27,1	-	-	-	29,3	-	-	-
Temperatura mínima (°C)	-	-	-	21,5	20,4	21,2	-	-	-	22,3	-	-	-
Umidade relativa (%)	-	-	-	76,0	80,0	85,0	-	-	-	85,0	-	-	-
Precipitação (mm)	-	-	-	-	214,2	-	-	-	-	-	-	-	214,2

Fontes: BDMEP – INMET e Estação Meteorológica de Ipanguaçu – EMPARN.

**Tabela 3.** Normais meteorológicas dos locais de cultivo de cajazeira. 2010.

Variáveis meteorológicas	jan/10	fev/10	mar/10	abr/10	mai/10	jun/10	jul/10	ago/10	set/10	out/10	nov/10	dez/10	Total
João Pessoa, PB													
Temperatura média (°C)	27,3	28,2	28,6	28,7	27,7	26,2	25,7	24,9	25,9	27,8	28,4	28,5	-
Temperatura máxima (°C)	30,8	31,7	32,5	31,8	31,5	30,3	29,2	29,0	29,2	30,5	31,0	31,2	-
Temperatura mínima (°C)	23,8	24,7	24,7	25,6	23,8	22,0	22,1	20,8	22,7	25,1	25,8	25,7	-
Umidade relativa (%)	78,0	74,6	72,8	77,4	75,0	79,5	78,3	78,0	74,4	73,2	70,6	73,4	-
Precipitação (mm)	110,9	76,9	30,9	165,9	111,7	256,3	222,4	189,0	92,4	16,0	10,1	38,5	1321,0
Ipangaçu, RN													
Temperatura média (°C)	35,1	36,1	36,8	34,8	35,2	35,7	35,5	35,9	36,8	37,1	37,8	35,9	-
Temperatura máxima (°C)	36,8	37,8	38,8	37,4	38,4	37,6	37,8	38,0	38,0	39,2	38,8	37,8	-
Temperatura mínima (°C)	31,0	34,0	31,6	27,0	30,0	33,0	30,6	33,4	35,8	31,0	37,0	34,0	-
Umidade relativa (%)	82,9	81,2	84,0	87,1	79,0	72,3	68,1	62,9	58,9	66,7	69,8	69,5	-
Precipitação (mm)	91,3	77,2	54,5	137,0	44,3	5,3	2,0	0,0	0,0	31,3	0,0	73,7	516,0
Itabuna, BA													
Temperatura média (°C)	-	-	-	-	24,2	22,6	22,2	21,2	22,0	23,8	25,1	26,4	-
Temperatura máxima (°C)	-	-	-	27,8	28,6	27,0	26,1	26,1	26,6	27,9	28,6	29,2	-
Temperatura mínima (°C)	-	-	-	24,8	21,0	18,8	19,1	17,7	18,3	21	21,9	22,7	-
Umidade relativa (%)	-	-	-	78,0	84,0	79,0	83,0	83,0	82,0	85,0	82,0	78,0	-
Precipitação (mm)	-	-	-	-	93,4	34,2	238,8	75,8	115,4	98,6	72,8	26,2	755,2

Fontes: BDMEP - INMET e Estação Meteorológica de Ipangaçu – EMPARN.

**Tabela 4.** Normais meteorológicas dos locais de cultivo de cajazeira. 2011.

Variáveis meteorológicas	jan/11	fev/11	mar/11	abr/11	mai/11	jun/11	jul/11	ago/11	set/11	out/11	nov/11	dez/11	Total
João Pessoa, PB													
Temperatura média (°C)	28,1	28,3	28,6	27,3	26,9	26,3	25,4	25,7	26,5	27,6	28,0	28,5	-
Temperatura máxima (°C)	31,0	31,3	31,9	30,5	30,0	29,2	28,3	29,1	29,7	30,2	30,6	31,0	-
Temperatura mínima (°C)	25,1	25,3	25,3	24,1	23,9	23,3	22,5	22,4	23,3	24,9	25,4	26,0	-
Umidade relativa (%)	75,7	74,3	74,0	82,5	84,4	82,3	83,1	78,5	70,8	71,9	71,5	70,3	-
Precipitação (mm)	223,4	222,0	66,2	428,0	484,7	248,7	425,8	215,5	36,5	9,6	45,2	8,4	2414,0
Ipangaçu, RN													
Temperatura média (°C)	35,0	34,5	33,7	31,8	-	-	32,4	34,3	36,1	-	37,4	37,3	-
Temperatura máxima (°C)	38,4	35,8	36,0	34,8	-	-	34,2	36,6	37,4	-	38,8	39,0	-
Temperatura mínima (°C)	31,0	31,4	29,0	25,0	-	-	29,0	31,8	34,0	-	35,4	35,0	-
Umidade relativa (%)	87,0	92,0	93,0	92,8	93,0	92,4	90,7	91,3	95,2	-	96,1	96,0	-
Precipitação (mm)	150,2	49,8	160,7	229,1	114,6	34,0	101,3	11,5	0,0	3,6	0,0	0,0	854,8
Itabuna, BA													
Temperatura média (°C)	26,0	25,0	25,4	24,7	23,9	22,8	21,8	21,6	21,2	23,5	23,4	24,4	-
Temperatura máxima (°C)	29,2	29,3	30,0	28,6	27,2	26,3	25,8	26,3	26,1	27,1	26,9	28,7	-
Temperatura mínima (°C)	21,8	21,6	22,2	21,7	20,4	19,3	18,4	18,0	17,4	20,6	20,6	21,2	-
Umidade relativa (%)	79,0	84,0	85,0	87,0	83,0	84,0	85,0	86,0	82,0	85,0	86,0	86,0	-
Precipitação (mm)	90,4	162,2	263,8	389,2	82,4	42,8	199,8	114,4	44,4	-	120,8	114,6	1624,8

Fontes: BDMEP - INMET e Estação Meteorológica de Ipangaçu – ENPARN.

**Tabela 5.** Normais meteorológicas dos locais de cultivo de cajazeira. 2012.

Variáveis meteorológicas	jan/12	fev/12	mar/12	abr/12	mai/12	jun/12	jul/12	ago/12	set/12	out/12	nov/12	dez/12	Total
João Pessoa, PB													
Temperatura média (°C)	27,9	27,9	28,1	27,8	27,1	26,0	25,7	25,4	26,3	27,1	28,2	28,6	-
Temperatura máxima (°C)	30,6	30,8	31,3	31,3	30,3	29,4	29,1	29,0	29,4	29,9	30,7	30,9	-
Temperatura mínima (°C)	25,2	24,9	25,0	24,3	23,8	22,6	22,2	21,8	23,1	24,4	25,7	26,3	-
Umidade relativa (%)	74,9	74,9	73,5	73,3	77,3	81,5	78,2	75,9	72,8	71,7	70,7	72,7	-
Precipitação (mm)	206,4	141,3	71,0	47,0	216,5	538,1	290,5	81,1	36,7	30,5	2,0	7,5	1668,6
Ipangaçu, RN													
Temperatura média (°C)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Temperatura máxima (°C)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Temperatura mínima (°C)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Umidade relativa (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Precipitação (mm)	26,5	85,2	31,6	26,1	8,8	0,0	6,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	184,0
Itabuna, BA													
Temperatura média (°C)	24,5	24,1	24,5	24,4	23,0	-	21,4	20,9	22,2	22,7	24,2	24,8	-
Temperatura máxima (°C)	28,9	28,6	29,1	29,5	27,6	26,4	26,5	25,8	26,7	27,3	28,2	30,0	-
Temperatura mínima (°C)	21,2	20,7	20,9	20,4	19,8	19,8	17,7	17,5	18,7	19,3	21,5	20,6	-
Umidade relativa (%)	85,0	86,0	85,0	84,0	88,0	92,0	88,0	88,0	85,0	87,0	89,0	84,0	-
Precipitação (mm)	103,0	184,6	44,4	-	-	-	110,2	285,0	48,6	145,0	136,8	25,6	1083,2

Fontes: BDMEP – INMET e Estação Meteorológica de Ipangaçu – EMPARN.

## Tratamentos e delineamento experimental

Realizaram-se dois ensaios em cada local. No Ensaio 1 utilizou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3 x 4 x 3: 3 (porta enxertos) x 4 (clones copa) x 3 (locais), com quatro repetições. Os tratamentos consistiram de combinações de clones copa de cajazeira enxertados sobre porta-enxertos de cajazeira (*Spondias mombin*), de umbuzeiro (*Spondias tuberosa*) e de cajazeira-grande (*Spondias venulosa*) e os locais foram os municípios de João Pessoa, PB, Ipangaçu, RN e Itabuna, BA, totalizando 36 tratamentos.

Os clones copa foram obtidos de quatro clones adultos de cajazeira: Itaitinga, cultivado atualmente no Campo Experimental da Embrapa Agroindústria, em Pacajus, CE, e Gereau, Lagoa Redonda e Genipabu, cultivados atualmente no município de Limoeiro do Norte, CE. Os clones são procedentes de árvores adultas com mais de 50 anos: Itaitinga, de Itaitinga, CE, (SOUZA; BLEICHER, 2002), Gereau, de Maranguape, CE, Lagoa Redonda, de Fortaleza, CE (SOUZA et al., 2006a) e Genipabu, de Caucaia, CE. Os porta-enxertos foram obtidos de sementes de diversas plantas de cajazeira, umbuzeiro e cajazeira-grande e de frutos adquiridos na Ceasa de Fortaleza, CE (Tabela 6).

No Ensaio 2 foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 4 x 3: 4 (três clones de cajazeira e um pé-franco) x 3 (locais), com 4 repetições, totalizando 12 tratamentos. Os tratamentos consistiram de três clones obtidos a partir da enxertia entre copas de genótipos de cajazeiras sobre porta-enxertos de cajazeira e um pé-franco de cajazeira. Os seguintes clones copa foram obtidos de acessos de cajazeira do banco de germoplasma da Emepa-PB: Emepa 8.2, Emepa 8.6 e Emepa 20. Atualmente são cultivados na Estação Experimental Cientista José Irineu Cabral em João Pessoa, PB. Os acessos Emepa 8.2 e Emepa 8.6 são procedentes de João Pessoa, PB e o Emepa 20 é procedente de Santa Rita, PB. Os porta-enxertos foram obtidos de sementes de diversas plantas de cajazeira e de frutos adquiridos na

Ceasa de Fortaleza, CE (Tabela 6). Os locais de avaliação foram os mesmos do Ensaio 1. Os dados das características de clima dos locais de onde foram retirados os propágulos para enxertia dos clones dos dois Ensaios encontram-se na Tabela 7.

**Tabela 6.** Representação dos tratamentos formados por combinações de copas de cajazeira com diferentes porta-enxertos nos experimentos de João Pessoa, PB, Ipanguaçu, RN e Itabuna, BA. 2015.

Ensaio 1		
Porta-enxertos	Copas (enxertos)	Tratamentos
Cajazeira ( <i>S. mombin</i> )	Itaitinga	1 - Itaitinga/cajazeira
	Gereau	7- Gereau/cajazeira
	Lagoa Redonda	10 - L. Redonda/cajazeira
	Genipabu	13 - Genipabu/cajazeira
Umbuzeiro ( <i>S. tuberosa</i> )	Itaitinga	2 - Itaitinga/umbuzeiro
	Gereau	8 - Gereau/umbuzeiro
	Lagoa Redonda	11 - L. Redonda/umbuzeiro
	Genipabu	14 - Genipabu/umbuzeiro
Cajazeira-grande ( <i>S. venulosa</i> )	Itaitinga	3 - Itaitinga/cajazeira-grande
	Gereau	9 - Gereau/cajazeira-grande
	Lagoa Redonda	12 - L. Redonda/cajazeira-grande
	Genipabu	15 - Genipabu/cajazeira-grande
Ensaio 2		
Cajazeira ( <i>S. mombin</i> )	Emepa 8.2	4 - Emepa 8.2/cajazeira
	Emepa 20	6 - Emepa 20/cajazeira
	Emepa 8.6	5 - Emepa 8.6/cajazeira
-	-	16 - Cajazeira pé-franco

**Tabela 7.** Dados de clima dos locais de origem das plantas onde foram coletados os propágulos para a enxertia.

Copas	Origem	Clima
Itaitinga	Embrapa Agroindústria Tropical (Pacajus, CE)	Clima: Tropical quente subúmido e quente semiárido brando Altitude: 73,9 m Precipitação média: 791,4 mm Temperatura média: 26° a 28 °C Período chuvoso: janeiro a abril (IPECE, 2014).
Gereau Lagoa Redonda Genipabu	Distrito de Irrigação Jaguaribe-Apodi-DIJA (Limoeiro do Norte, CE)	Clima: tropical quente semiárido Altitude: 30,22 m Precipitação média: 720,5 mm Temperatura média: 26° a 28 °C Período chuvoso: janeiro a abril (IPECE, 2012).
Emepa 82 Emepa 8.6 Emepa 20	Estação Experimental da Emepa (João Pessoa, PB)	Clima: quente e úmido Altitude: 28 m Precipitação média: 1.527 mm Temperatura média: 25 °C Período chuvoso: junho a agosto (EMBRAPA, 1999).

### Preparo das mudas, plantio e tratamentos culturais

As mudas enxertadas foram produzidas pelo método de garfagem em fenda cheia no viveiro do Campo Experimental da Embrapa Agroindústria Tropical em Pacajus, CE. Os garfos foram obtidos de meristemas apicais de ramos sem folhas e com pelo menos duas gemas intumescidas de plantas adultas no período de repouso vegetativo. Os porta-enxertos foram obtidos de mudas de pé-franco de cajazeira, umbuzeiro e cajazeira-grande. As mudas enxertadas ficaram aptas para o plantio em campo aos 130 dias de idade.

O plantio das mudas dos três experimentos localizados em João Pessoa, PB, Ipanguaçu, RN e Itabuna, BA foi realizado em esquema retangular no espaçamento de



9 x 9 m, em área de 72 x 64 m, totalizando 4.608 m<sup>2</sup>. Foram abertas covas com dimensão de 40 x 40 x 40 cm, adubação de fundação com 10 litros de esterco bovino, 500 g de superfosfato simples (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) e 50 g do micronutriente FTE-BR12, tratadas com 1,0 g do inseticida Carbofuran por cova.

Os tratos culturais consistiram de coroamento, capinas manuais, controles de formigas, com formicida à base de Diazinon, e de depulção, com uso de Actara (Thiamethoxam). Foi utilizada a irrigação por microaspersão no período seco, apenas no primeiro ano, para estabelecimento dos pomares. Foram realizadas anualmente adubações química (NPK) e orgânica, de acordo com o resultado da análise do solo de cada local.

A primeira poda de quebra de dominância apical foi realizada aos 8 meses de idade. A segunda poda foi realizada entre 13 e 18 meses de idade, em João Pessoa e em Ipangaçu. Nas plantas do experimento de Itabuna foi realizada apenas a primeira poda aos 8 meses de idade. As plantas podadas foram tratadas com fungicida cúprico para prevenção de doenças.

### **Variáveis avaliadas**

Foram avaliadas as variáveis **quantitativas** altura de planta, número de ramos, perímetro de caule e largura de copa e as variáveis **qualitativas** formato de copa e mortalidade (%), aos 8, 39 e 46 meses de idade, a seguir:

- a) Altura de planta (cm) - AP: medição feita com trena, da superfície do solo até o ápice do ramo mais desenvolvido, aos 8, 39 e 46 meses;
- b) Número de ramos - NR: foram anotados os números de ramos de primeira ordem (principais) antes da poda, aos 8 meses de idade, e depois da poda, aos 39 e 46 meses;
- c) Perímetro do caule (cm) - PC: medição realizada com trena, circundando o caule da planta logo acima do ponto de enxertia, aos 8 e 46 meses;

- d) Largura de copa (cm) - LC: medição feita com trena, medindo a copa entre os maiores ramos, aos 39 e 46 meses;
- e) Formato de copa - FC (%): as plantas foram classificadas de acordo com as ramificações do ramo principal em monopodial (plantas com um único caule, com forte dominância apical e desenvolvimento acrópeto), bifurcada (plantas que emitiram dois caules principais, em “Y” ou forma de gancho); e simpodial (plantas que esgalharam, ou seja, emitiram mais de dois caules principais, aos 8, 39 e 46 meses); e
- f) Mortalidade (%): foram anotados os números de plantas mortas aos 8, 39 e 46 meses.

### **Análise estatística**

Os dados dos dois ensaios foram submetidos às análises de variância para as seguintes variáveis: altura de planta, perímetro de caule, largura de copa e número de ramos. As médias foram comparadas pelo Teste de Tukey ( $P < 0,05$ ). Para os dados das variáveis formatos de copa e mortalidade de plantas foi feita uma análise descritiva por tabela cruzada. O processamento dos dados foi feito utilizando os procedimentos disponíveis no software SAS (Statistical Analysis System) versão 9.2.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### Altura de planta

No Ensaio 1, conforme a análise de variância, houve efeito de local para todas as idades indicando heterogeneidade nos locais de avaliação. Não houve efeito significativo de porta-enxerto em nenhuma das idades, porém ocorreu efeito significativo entre copas apenas aos 46 meses de idade (Tabela 8).

Tabela 8. Análise de variância para altura de planta, perímetro de caule, largura de copa e número de ramos em clones de cajazeira enxertados sobre porta-enxertos de cajazeira, umbuzeiro e cajazeira-grande, aos 8, 39 e 46 meses de idade, em João Pessoa, PB, Ipanguaçu, RN e Itabuna, BA. 2010-2012.

Fontes de variação	Idade					
	8 meses		39 meses		46 meses	
	gl	QM	gl	QM	gl	QM
Altura de planta						
Local	2	7761,87**	1	164163,58**	2	56280,82**
Porta-enxerto (P)	2	1119,88 <sup>ns</sup>	2	7360,44 <sup>ns</sup>	2	1544,40 <sup>ns</sup>
Copa (C)	3	2742,48 <sup>ns</sup>	3	6367,89 <sup>ns</sup>	3	17854,22**
P x C	6	549,50 <sup>ns</sup>	6	4204,88 <sup>ns</sup>	6	7923,01 <sup>ns</sup>
L x P x C	21	1877,55 <sup>ns</sup>	10	4598,24 <sup>ns</sup>	18	6074,31 <sup>ns</sup>
Erro	78	3319	49	8370,43	60	10408,69
Perímetro de caule						
Fontes de variação	gl	QM	gl	QM	gl	QM
Local	2	6,19 <sup>ns</sup>	-	-	2	4658,25**
Porta-enxerto (P)	2	86,75**	-	-	2	3085,24**
Copa (C)	3	92,24**	-	-	3	453,66**
P x C	6	13,98 <sup>ns</sup>	-	-	6	499,79*
L x P x C	21	13,97 <sup>ns</sup>	-	-	18	660,69*
Erro	77	27,63	-	-	59	752,18
Largura de copa						
Fontes de variação	gl	QM	gl	QM	gl	QM
Local	-	-	1	57446,49**	2	126188,97**
Porta-enxerto (P)	-	-	2	47956,42**	2	19937,11 <sup>ns</sup>
Copa (C)	-	-	3	29457,75**	3	5631,73 <sup>ns</sup>
P x C	-	-	6	22454,82**	6	7466,67 <sup>ns</sup>
L x P x C	-	-	10	19563,08**	18	16370,61 <sup>ns</sup>

Erro	-	-	12	14129,93	60	18956,72
Número de ramos						
Fontes de variação	gl	QM	gl	QM	gl	QM
Local	2	0,99 <sup>ns</sup>	1	9,59 <sup>ns</sup>	2	1,15 <sup>ns</sup>
Porta-enxerto (P)	2	0,46 <sup>ns</sup>	2	2,32 <sup>ns</sup>	2	1,80 <sup>ns</sup>
Copa (C)	3	0,45 <sup>ns</sup>	3	0,77 <sup>ns</sup>	3	0,01 <sup>ns</sup>
P x C	6	0,58 <sup>ns</sup>	6	0,96 <sup>ns</sup>	6	0,24 <sup>ns</sup>
L x P x C	21	0,44 <sup>ns</sup>	10	1,23 <sup>ns</sup>	18	0,66 <sup>ns</sup>
Erro	78	0,74	50	1,35	60	1,5

\*\*,\*: Significativo pelo teste F a  $p < 0,01$  e  $0,05$ , respectivamente. ns: Não significativo. gl: Grau de liberdade, QM: Quadrado médio. (-): Não houve avaliação.

Por não ter havido diferenças estatísticas nas interações Porta-enxerto (P) x Copa (C) e Local (L) x Porta-enxerto (P) x Copa (C), observou-se na Tabela 9 que as plantas desenvolvidas no experimento de Ipanguaçu apresentaram as maiores médias para altura de planta nas três idades de avaliação. Aos 8 meses obtiveram média de 84,48 cm, diferindo dos clones de João Pessoa que obtiveram médias de 48,78 cm, embora não tenha diferido de Itabuna (67,62 cm). Aos 39 meses não houve avaliação em Itabuna, porém em Ipanguaçu a média foi de 333,90 cm, superando a média para essa variável em João Pessoa (227,33 cm). Aos 46 meses obtiveram 336,36 cm diferindo estatisticamente dos demais locais.

O valor médio para altura de planta em Ipanguaçu (333,90 cm), aos 39 meses, foi superior ao obtido por Vasconcelos e Costa (2012) em cajazeira enxertada sobre porta-enxerto de cajazeira (315,00 cm) nas condições de Água Branca, PI.

Aos 46 meses, a média dos clones de Ipanguaçu (336,36 cm) foi superior à média obtida por Souza (2005), nessa mesma idade, em cajazeira enxertada sobre cajazeira (233,82 cm) e em cajazeira enxertada sobre umbuzeiro (244,06 cm), em Limoeiro do Norte, CE. A média de altura dos clones também foi superior à média obtida por Souza e Bleicher (2002) em cajazeira enxertada sobre umbuzeiro (248,30 cm), em Pacajus, CE.

Tabela 9. Médias de altura de planta (cm) para locais, porta-enxertos e clones copa, aos 8, 39 e 46 meses de idade, em João Pessoa, PB, Ipanguaçu, RN e Itabuna, BA. 2010-2012.

Fator	Idade ( médias)					
	8 meses		39 meses		46 meses	
Local						
João Pessoa	48,78	b	227,33	b	217,44	b
Ipanguaçu	84,48	a	333,90	a	336,36	a
Itabuna	67,62	ab	-		239,63	b
Porta-enxerto						
Cajazeira	69,89	a	282,52	a	257,65	a
Umbuzeiro	58,15	a	274,28	a	262,26	a
Cajazeira-grande	65,26	a	251,73	a	234,44	b
Copa						
Itaitinga	56,76	a	272,38	a	270,59	a
Gereau	82,4	a	286,20	a	284,40	a
Lagoa Redonda	61,7	a	263,53	a	222,17	a
Genipabu	56,74	a	259,68	a	237,04	a

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey ( $p > 0,05$ ).

(-): Não houve avaliação.

As médias de altura de plantas, em João Pessoa, Ipanguaçu e Itabuna, foram inferiores à média obtida por Leite et al. (2003) em cajazeira enxertada sobre cajazeira (446,0 cm), aos 36 meses, em Ilhéus, BA.

Nos três locais de avaliação, aos 39 e 46 meses, para todas as combinações de copas e porta-enxertos, as médias foram superiores à combinação cajazeira/umbuzeiro obtida por Santos e Lima Filho (2008), em Petrolina, PE, onde os clones apresentaram média de 167,00 cm, aos 60 meses, e foram também superiores à média encontrada por Santos et al. (2002) na combinação cajazeira/umbuzeiro (140, 25 cm) aos 60 meses.

Ainda na Tabela 9, observa-se que não houve diferença estatística para altura de plantas entre os porta-enxertos aos 8 e 39 meses, havendo diferença apenas aos 46 meses onde os porta-enxertos cajazeira (257,65 cm) e umbuzeiro (262,26 cm) apresentaram maior altura de planta em relação ao porta-enxerto cajazeira-grande (234,44 cm).

A altura da planta é uma indicação válida das alterações de crescimento primário produzidas pelos meristemas apicais, resultando no desenvolvimento vertical

da planta (SOUZA, 2005). A dominância apical do caule inibe a brotação de gemas laterais e quando a gema apical é eliminada resulta na emergência de uma ou mais gemas laterais diminuindo o crescimento vertical da planta (TAIZ; ZEIGER, 2009). Segundo Oliveira (2011) o crescimento em altura é regulado principalmente pelos fatores genéticos e ambientais e envolve muitos processos bioquímicos complexos e simultâneos.

Nesse caso, pode ter havido influência do ambiente e das podas de formação. Provavelmente essas podas afetaram o desenvolvimento dos clones favorecendo a homogeneidade para altura de planta dentro dos três locais de avaliação mesmo sendo em clones obtidos de enxertia interespecífica.

No ensaio 2, para a variável altura de planta, constataram-se efeitos significativos de local, em todas as idades, de tratamentos e de interação Local x Tratamentos aos 8 e 46 meses (Tabela 10).

Tabela 10. Análise de variância para altura de planta, perímetro de caule, largura de copa e número de ramos em clones de cajazeira e em pé-franco, aos 8, 39 e 46 meses de idade, em João Pessoa, PB, Ipangaçu, RN e Itabuna, BA. 2010-2012.

	Idade					
	8 meses		39 meses		46 meses	
Altura de plantas						
Fontes de variação	gl	QM	gl	QM	gl	QM
Local	2	7791,75**	1	117249,00**	2	113880,00**
Tratamentos (T)	3	6141,19**	3	7559,00 <sup>ns</sup>	3	17821,00**
L x T	6	3764,08**	3	3988,00 <sup>ns</sup>	6	11121,00**
Erro	36	1792,53	24	2763	36	5795
Perímetro de caule						
Fontes de variação	gl	QM	gl	QM	gl	QM
Local	2	26,52**	-	-	2	2587,19**
Tratamentos (T)	3	55,19**	-	-	3	5131,77**
L x T	6	55,02**	-	-	6	2014,03**
Erro	36	16,17	-	-	36	159,45
Largura de copa						
Fontes de variação	gl	QM	gl	QM	gl	QM
Local	-	-	1	82012,5*	2	143444,00**
Tratamentos (T)	-	-	3	35320,8*	3	50149,00**

L x T	-	-	3	35587,5*	6	13108,00*
Erro	-	-	24	10950,8	36	16333
Número de ramos						
Fontes de variação	gl	QM	gl	QM	gl	QM
Local	2	6,06**	1	9,03**	2	10,94**
Tratamentos (T)	3	1,02 <sup>ns</sup>	3	0,86 <sup>ns</sup>	2	3,47**
L x T	6	0,81 <sup>ns</sup>	2	0,53 <sup>ns</sup>	18	2,38*
Erro	36	2,28	24	1,54	60	2,4684

\*\* , \* : Significativo pelo teste F a  $p < 0,01$  e  $0,05$ , respectivamente. ns: Não significativo. gl: Grau de liberdade, QM: Quadrado médio.

(-): Não houve avaliação.

A média de altura de plantas foi maior nas avaliações realizadas em Ipanguaçu (Tabela 11). O clone Emepa 20 (346,88 cm) e pé-franco (350,63 cm) destacaram-se para a altura de planta, embora não tenham diferido do clone Emepa 8.6 (332,50 cm) que não diferiu do clone Emepa 8.2 (283,88 cm).

Tabela 11. Médias de altura de planta (cm) para locais e tratamentos (clones e pé-franco), aos 8 e 39 meses de idade, em João Pessoa, PB, Ipanguaçu, RN e Itabuna, BA. 2010-2012.

	Idade		
	8 meses	39 meses	
<b>Local</b>			
João Pessoa	75,81	267,94	b
Ipanguaçu	107,69	389,00	a
Itabuna	65,31	-	-
<b>Tratamentos</b>			
Emepa 8.2	78,17	283,88	b
Emepa 8.6	55,17	332,50	ab
Emepa 20	88,92	346,88	a
Pé-franco	109,5	350,63	a

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey ( $p > 0,05$ ).

(-): Não houve avaliação.

Para essa variável realizou-se o desdobramento entre Tratamentos x Locais (Tabela 12). Aos 8 meses observou-se que os clones não diferiram entre si em João Pessoa. Todavia, em Ipanguaçu os clones Emepa 8.2 (109,00 cm), Emepa 20 (148,50 cm) e o pé-franco (113,00 cm) diferiram estatisticamente do clone Emepa 8.6 (60,25

cm). Esses resultados foram superiores aos obtidos por Souza et al. (2006a), aos 18 meses, que obtiveram a maior média (102,28 cm) em Limoeiro do Norte, CE. Também os resultados foram próximos aos obtidos por Souza e Bleicher (2002) que obtiveram 140,70 cm aos 16 meses, em Pacajus, CE.

Observa-se que as médias obtidas pelo clone Emepa 20 (61,25 cm) em João Pessoa, e pelo clone Emepa 8.6 (31,75cm) em Itabuna, aos 8 meses, foram próximas às obtidas por Souza e Bleicher (2002), aos 16 meses de idade, que obtiveram 55,60 cm e 28,20 cm. Em Itabuna o pé-franco diferiu estatisticamente dos três clones, com média de 130,25 cm (Tabela 12).

Tabela 12. Médias de altura de planta (cm) em clones de cajazeira e em pé-franco, aos 8 e 46 meses de idade, em João Pessoa, PB, Ipanguaçu, RN e Itabuna, BA. 2010-2012.

8 meses						
Tratamentos	Local					
	João Pessoa		Ipanguaçu		Itabuna	
Emepa 8.2	83,25	aB	109,00	aA	42,25	bB
Emepa 8.6	73,50	aA	60,25	bA	31,75	bB
Emepa 20	61,25	aB	148,50	aA	57,00	bB
Pé-franco	85,25	aB	113,00	aA	130,25	aA
46 meses						
Tratamentos	Local					
	João Pessoa		Ipanguaçu		Itabuna	
Emepa 8.2	225,00	bB	320,00	cA	241,25	bB
Emepa 8.6	287,50	aB	355,00	cA	170,00	cC
Emepa 20	250,00	abB	492,50	aA	255,00	bB
Pé-franco	265,00	abC	420,00	bA	315,00	aB

Médias seguidas pela mesma letra minúscula, na coluna, e pela mesma letra maiúscula, na linha, não diferem entre si pelo teste Tukey ( $p > 0,05$ ).

Para a altura de planta, em João Pessoa, aos 46 meses, verificou-se que o clone Emepa 8.6 (287,50 cm) diferiu estatisticamente do clone Emepa 8.2 (225,00 cm), enquanto que o clone Emepa 20 (250,00 cm) e o pé-franco (265,00 cm) não diferiram dos referidos clones. O clone Emepa 20 (492,50 cm) e o pé-franco (420,00 cm) se destacaram em Ipanguaçu e o clone Emepa 20 (255,00 cm) e o pé-franco (315,00 cm), em Itabuna. O local Ipanguaçu destacou-se para todos os clones.



As médias de altura de plantas dos municípios de Ipanguaçu e Itabuna assemelham-se às médias encontradas por Leite et al. (2003), os quais avaliaram clones de cajazeira aos 36 meses, em Ilhéus, BA, onde obtiveram médias entre 370 cm e 530 cm. Vasconcelos e Costa (2012) obtiveram médias entre 265 cm e 392 cm, aos 40 meses, em Água Branca, PI. Observa-se que as médias de altura de planta dos clones e do pé-franco de João Pessoa estão próximas às encontradas por esses autores.

### **Perímetro do caule**

No ensaio 1, de acordo com a análise de variância, observa-se que o perímetro de caule foi avaliado somente nas idades de 8 e 46 meses. Com 8 meses houve efeitos significativos de porta-enxertos e de copas. Aos 46 meses houve efeitos significativos de locais, porta-enxertos, copas, interações porta-enxertos e copas e a interação tripla entre os três fatores (Tabela 8).

Na Tabela 13, aos 8 meses, constatou-se que não houve diferença estatística entre os locais. Com relação ao porta-enxerto e a copa, observou-se diferença. O porta-enxerto de cajazeira superou os demais apresentando média de 11,28 cm e o clone copa Gereau diferiu estatisticamente dos demais apresentando a maior média (12,32 cm).

Esses valores são semelhantes aos verificados por Souza et al. (2006a) em Limoeiro do Norte, CE, onde o clone copa Gereau, aos 12 meses, apresentou média de 11,27 cm. Os porta-enxertos de cajazeira e de umbuzeiro apresentaram médias de 9,15 cm e 8,92 cm, respectivamente. Esse clone também apresentou média superior à encontrada por Souza (2005) com 11,93 cm quando enxertado sobre cajazeira e 10,69 cm quando enxertado sobre umbuzeiro aos 12 meses.

Tabela 13. Médias de perímetro de caule (cm) para locais, porta-enxertos e clones copa, aos 8 e 46 meses de idade, em João Pessoa, PB, Ipanguaçu, RN e Itabuna, BA. 2010-2012.

Fator	Idade	
	8 meses	46 meses
<b>Local</b>		
João Pessoa	9,61	a 35,74
Ipanguaçu	9,33	a 43,41
Itabuna	9,38	a 66,23
<b>Porta-enxerto</b>		
Cajazeira	11,28	a 57,47
Umbuzeiro	7,98	b 33,74
Cajazeira-grande	9,01	b 46,69
<b>Copa</b>		
Itaitinga	8,32	b 47,38
Gereau	12,32	a 48,68
Lagoa Redonda	7,43	b 41,87
Genipabu	9,38	b 47,26

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey ( $p > 0,05$ ).

O desdobramento entre porta-enxerto e copa para perímetro de caule, em cada local de avaliação, aos 46 meses, está apresentado na Tabela 14. No ensaio realizado em João Pessoa, não houve diferenças estatísticas entre as combinações das quatro copas e dos três porta-enxertos.

Em Ipanguaçu observou-se que o clone Gereau (47,00 cm) superou o clone Lagoa Redonda (20,50 cm) quando cultivados sobre o porta-enxerto de cajazeira-grande. Não houve diferença estatística entre as combinações das copas sobre os porta-enxertos de cajazeira e de umbuzeiro. Os clones resultantes da combinação Lagoa Redonda/cajazeira não sobreviveram em Ipanguaçu, enquanto que nas condições de Limoreiro do Norte, CE, os clones resultantes dessa combinação obtiveram bom desenvolvimento (SOUZA, 2005).

Tabela 14. Médias de perímetro de caule (cm) de clones de cajazeira enxertados sobre porta-enxertos de cajazeira, umbuzeiro e cajazeira-grande, aos 46 meses de idade, em João Pessoa, PB, Ipanguaçu, RN e Itabuna, BA. 2010-2012.

Clone	Porta-enxerto					
	Cajazeira		Umbuzeiro		Cajazeira-grande	
João Pessoa						
Itaitinga	35,00	aA	32,00	aA	40,00	aA
Gereau	43,00	aA	39,00	aA	34,00	aA
Lagoa Redonda	39,50	aA	27,00	aA	30,33	aA
Genipabu	42,00	aA	35,75	aA	32,25	aA
Ipanguaçu						
Itaitinga	66,00	aA	34,50	aA	--	--
Gereau	60,67	aA	45,67	aA	47,00	aA
Lagoa Redonda	--	--	41,00	aA	20,50	bA
Genipabu	66,00	aA	27,50	aB	--	--
Itabuna						
Itaitinga	83,67	aA	60,00	aA	36,00	cB
Gereau	81,50	aA	--	--	59,00	bcA
Lagoa Redonda	78,75	aA	--	--	84,00	aA
Genipabu	82,50	aA	42,50	aB	75,50	abA

Médias seguidas pela mesma letra minúscula, na coluna, e pela mesma letra maiúscula, na linha, não diferem entre si pelo teste Tukey ( $p > 0,05$ ).

(--): Não havia plantas vivas.

Em Itabuna os clones resultantes dos porta-enxertos de cajazeira não diferiram estatisticamente entre si, no entanto apresentaram as maiores médias, sendo superiores aos demais clones enxertados em cajazeira dos experimentos de João Pessoa e Ipanguaçu, obtendo resultados superiores aos resultados do trabalho realizado por Souza et al. (2006a).

Não houve diferenças entre as combinações Itaitinga/umbuzeiro e Genipabu/umbuzeiro e os clones Gereau/umbuzeiro e L. Redonda/umbuzeiro não sobreviveram nesse local. Com relação ao porta-enxerto cajazeira-grande, observa-se que não houve diferenças entre os clones L. Redonda/cajazeira-grande (84,00 cm) e Genipabu/cajazeira-grande (75,50 cm), que por sua vez não diferiu do Gereau/cajazeira-grande (59,00 cm).

Os clones resultantes das combinações Itaitinga/cajazeira (83,67 cm) e Itaitinga/umbuzeiro (60,00 cm), nos três locais de avaliação, apresentaram médias superiores aos resultados encontrados por Souza e Bleicher (2002), os quais obtiveram médias de 28,90 cm para o porta-enxerto e de 28,40 cm para o enxerto, em clones resultantes da combinação de copas de cajazeira oriundas de Itaitinga, CE, sobre porta-enxertos de umbuzeiro, aos 46 meses, em Pacajus, CE.

Segundo Souza (2005) a ocorrência dos maiores valores de perímetro de caule nos porta-enxertos de cajazeira, com relação aos do umbuzeiro, deve-se à presença característica da casca grossa e rugosa nos troncos dessa espécie, diferentemente do umbuzeiro que possui casca fina e lisa.

O perímetro do caule é representativo das variações de crescimento secundário produzido pelo câmbio vascular, determinante do aumento em diâmetro de eucotiledôneas lenhosas (RAVEN et al., 2007). O crescimento em diâmetro do tronco é maior no começo do período vegetativo, vai declinando com o passar dos anos, é mais sensível às condições do meio que o alongamento das extremidades, varia de acordo com a espécie e, em geral, ocorre durante um espaço de tempo mais longo do que o crescimento em altura (OLIVEIRA, 2011).

No ensaio 2, de acordo com a análise de variância para perímetro de caule, observa-se que houve efeito significativo de Local, Tratamento e interação Local x Tratamentos, aos 8 e 46 meses (Tabela 10). Para o perímetro de caule foi necessário realizar o desdobramento entre Tratamentos x Locais com o intuito de saber qual o melhor tratamento para cada local.

Conforme dados da Tabela 15, constatou-se em João Pessoa, aos 8 meses, que o clone Emepa 8.2 (15,50 cm) superou os demais. Entretanto, em Ipanguaçu o clone de melhor comportamento foi o Emepa 20 (14,75 cm), embora não tenha diferido do pé-franco. Em Itabuna o clone Emepa 20 (10,75 cm) e o pé-franco (17,00 cm) superaram os demais clones, com maiores perímetros do caule. Com relação aos locais, João Pessoa superou os demais dentro dos clones Emepa 8.2 (15,50 cm) e Emepa 8.6 (12,25

cm). Para o clone Emepa 20 (14,75 cm) destacou-se Ipanguaçu, enquanto que para o pé-franco destacou-se Itabuna com 17,00 cm. As médias foram superiores às médias obtidas por Souza et al. (2006a), com 9,04 cm para o porta-enxerto e 7,51 cm para o enxerto de cajazeira sobre cajazeira, aos 12 meses, em Limoeiro do Norte, CE.

Aos 46 meses, o clone Emepa 8.2 (43,75 cm) e o pé-franco (49,50 cm), em João Pessoa, superaram os clones Emepa 8.6 (35,50 cm) e Emepa 20 (38,75 cm) para o perímetro de caule. Nos locais Ipanguaçu e Itabuna destacou-se o pé-franco (64,00 cm e 106,25 cm, respectivamente).

Tabela 15. Médias de perímetro de caule (cm) em clones de cajazeira e em pé-franco, aos 8 e 46 meses de idade, em João Pessoa, PB, Ipanguaçu, RN e Itabuna, BA. 2010-2012.

Tratamentos	Local					
	João Pessoa		Ipanguaçu		Itabuna	
	8 meses					
Emepa 8.2	15,50	aA	9,75	bB	5,75	bC
Emepa 8.6	12,25	bA	8,25	bcB	6,00	bB
Emepa 20	10,25	bB	14,75	aA	10,75	aB
Pé-franco	11,75	bB	12,75	abB	17,00	aA
	46 meses					
Emepa 8.2	43,75	aC	56,00	bB	80,25	bA
Emepa 8.6	35,50	bAB	39,00	cA	30,20	cB
Emepa 20	38,75	bC	57,25	bB	82,50	bA
Pé-franco	49,50	aC	64,00	aB	106,25	aA

Médias seguidas pela mesma letra minúscula, na coluna, e pela mesma letra maiúscula, na linha, não diferem entre si pelo teste Tukey ( $p > 0,05$ ).

Itabuna foi o melhor local de avaliação para o Emepa 8.2 (80,25 cm), o Emepa 20 (82,50 cm) e o pé-franco (106,25), enquanto que Ipanguaçu foi o melhor local para o clone Emepa 8.2 (56,00 cm) e para o pé-franco (64,00 cm), superando novamente as médias obtidas por Souza (2005), com 44,37 cm de porta-enxerto e 39,74 cm de enxerto, e por Souza et al. (2006a), com 40,26 cm de porta-enxerto e 37,83 cm de enxerto, aos 46 meses, em Limoeiro do Norte, CE.

## Largura de copa

No Ensaio 1 observa-se que a variável largura da copa foi avaliada somente nas idades de 39 e 46 meses. Aos 39 meses constataram-se efeitos significativos de local, de porta-enxerto, de copa, interação copa e porta-enxerto e interação tripla entre os três fatores. Aos 46 meses apenas o efeito de local foi significativo (Tabela 8).

Na Tabela 16 observa-se que a média de largura de copa dos clones desenvolvidos no experimento de Ipanguaçu foi de 415,45 cm e de Itabuna foi de 382,59 cm, superiores aos de João Pessoa. Não houve diferenças estatísticas para porta-enxerto e clones.

Tabela 16. Médias de largura de copa (cm) para locais, porta-enxertos e clones copa, aos 39 e 46 meses de idade, em João Pessoa, PB, e Ipanguaçu, RN, e, aos 46 meses de idade, em Itabuna, BA. 2010-2012.

Fator	Idade		
	39 meses	46 meses	
<b>Local</b>			
João Pessoa	344,42	293,49	b
Ipanguaçu	412,03	415,45	a
Itabuna	-	382,59	a
<b>Porta-enxerto</b>			
Cajazeira	410,08	367,65	a
Umbuzeiro	337,76	362,90	a
Cajazeira-grande	303,26	308,89	a
<b>Copa</b>			
Itaitinga	405,36	349,41	a
Gereau	315,25	320,40	a
Lagoa Redonda	382,53	370,43	a
Genipabu	396,73	356,30	a

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey ( $p > 0,05$ ).

(-): Não houve avaliação.

Como houve interação tripla, realizou-se o estudo da interação por meio do desdobramento e optou-se por estudar a interação entre porta-enxerto e enxerto em

cada um dos ambientes (Tabela 17). Isso permitiu identificar a melhor combinação em cada local de avaliação.

No experimento realizado em João Pessoa observa-se que os clones copa enxertados sobre cajazeira e os enxertados sobre umbuzeiro não diferiram estatisticamente. Com relação ao porta-enxerto cajazeira-grande, observa-se que a combinação Itaitinga/cajazeira-grande (440,00 cm) diferiu estatisticamente das combinações Gereau/cajazeira-grande (205,00 cm) e Genipabu/cajazeira-grande (257,50). Não houve diferenças estatísticas entre os demais clones utilizando o porta-enxerto de cajazeira-grande.

Tabela 17. Médias de largura de copa (cm) de clones de cajazeira enxertados sobre porta-enxertos de cajazeira, umbuzeiro e cajazeira-grande, aos 39 meses de idade, em João Pessoa, PB e Ipanguaçu, RN. 2010-2012.

Clone	Porta-enxerto					
	Cajazeira		Umbuzeiro		Cajazeira-grande	
João Pessoa						
Itaitinga	337,50	aA	436,67	aA	440,00	aA
Gereau	295,00	aA	335,00	aA	205,00	bA
Lagoa Redonda	352,50	aA	372,50	aA	306,67	abA
Genipabu	427,50	aA	452,50	aA	257,50	bB
Ipanguaçu						
Itaitinga	520,00	aA	347,00	bB	420,50	aAB
Gereau	410,67	aA	435,00	abA	274,33	aA
Lagoa Redonda	--	--	597,50	aA	372,00	aB
Genipabu	582,50	aA	308,75	bB	306,50	aB

Médias seguidas pela mesma letra minúscula, na coluna, e pela mesma letra maiúscula, na linha, não diferem entre si pelo teste Tukey ( $p > 0,05$ ).

(--): Não havia plantas vivas.

No experimento realizado em Ipanguaçu observa-se que não houve diferenças estatísticas para todos os clones copa enxertados sobre cajazeira e cajazeira-grande. Entre os clones copa enxertados sobre umbuzeiro a combinação L. Redonda/umbuzeiro apresentou a maior média (597,50 cm), não diferindo apenas de Gereau/umbuzeiro (435,00 cm), confirmando a influência entre copa e porta-enxerto.

Dentre as combinações copas/porta-enxerto, observa-se que Itaitinga/cajazeira (520,00 cm) diferiu de Itaitinga/umbuzeiro (347,00 cm), não diferindo de Itaitinga/cajazeira-grande (420,50 cm). O clone L. Redonda/umbuzeiro (597,50 cm), superou o clone L. Redonda/cajazeira-grande (372,00 cm), enquanto o L. Redonda/cajazeira não sobreviveu nesse local. O clone Genipabu/cajazeira (582,50 cm) obteve a segunda maior média superando os demais porta-enxertos. Observa-se que apenas os clones Gereau/cajazeira, Gereau/umbuzeiro e Gereau/cajazeira-grande não diferiram entre si.

No ensaio 2, conforme a análise de variância para largura de copa, houve efeito significativo de local, de tratamentos e de interação Tratamentos x Local aos 39 e 46 meses (Tabela 10).

Para a largura da copa foi necessário realizar o desdobramento entre Tratamentos x Local, com o intuito de saber qual o melhor clone para cada local (Tabela 18).

Tabela 18. Médias de largura de copa (cm) em clones de cajazeira e em pé-franco, aos 39 e 46 meses de idade, em João Pessoa, PB, Ipanguaçu, RN e Itabuna, BA. 2010-2012.

Tratamentos	39 meses					
	Local					
	João Pessoa		Ipanguaçu		Itabuna	
Emepa 8.2	226,75	aA	341,00	aA	-	-
Emepa 8.6	297,50	aA	367,50	aA	-	-
Emepa 20	257,50	aB	436,25	aA	-	-
Pé-franco	290,00	aA	411,25	aA	-	-
	46 meses					
	Local					
	João Pessoa		Ipanguaçu		Itabuna	
Emepa 8.2	400,00	aB	620,00	aA	432,50	aB
Emepa 8.6	292,50	bB	377,50	cA	400,00	abA
Emepa 20	310,00	bB	567,50	aA	355,00	bB
Pé-franco	290,00	bB	453,25	bA	280,00	cB

Médias seguidas pela mesma letra minúscula, na coluna, e pela mesma letra maiúscula, na linha, não diferem entre si pelo teste Tukey ( $p > 0,05$ ).

(-): Não houve avaliação.



Os clones não diferiram nos dois locais de avaliação aos 39 meses. Em João Pessoa os locais só diferiram para o clone Emepa 20 (257,50 cm), com destaque para a avaliação feita em Ipanguaçu (436,25 cm).

Aos 46 meses o clone Emepa 8.2 destacou-se em todos os locais embora não tenha diferido do clone Emepa 20, em Ipanguaçu, e do clone Emepa 8.6, em Itabuna. Ipanguaçu destacou-se dentre os locais para todos os genótipos avaliados embora para o clone Emepa 8.6 não tenha diferido de Itabuna (Tabela 18).

Trabalhos na literatura avaliando a largura de copa em clones de cajazeira são inexistentes ou escassos. Alguns estudos foram realizados em clones de cajazeira enxertada sobre cajazeira e em cajazeira enxertada sobre umbuzeiro, medindo o diâmetro da copa (LEITE et al., 2003; SANTOS; LIMA FILHO, 2008; VASCONCELOS; COSTA, 2012).

A copa é o órgão da árvore de importância fundamental, pois é responsável pelo processo de fotossíntese. Por tal razão, pode-se inferir que as variáveis como diâmetro, comprimento e área de copa estão intimamente relacionadas com o crescimento e a produção da árvore (NUTTO, 2001). Segundo Pallardy (2008) existe uma relação entre a altura do tronco e a largura da copa, pois as plantas com maiores troncos apresentam copas mais amplas e, conseqüentemente, maiores áreas e taxas fotossintéticas.

### **Número de ramos**

Observa-se no Ensaio 1, conforme a análise de variância, que não houve efeito significativo de todos os fatores avaliados para o número de ramos nas três idades de avaliação (Tabela 8). Não houve diferenças estatísticas para o número de ramos nos três locais e idades (Tabela 19).

Tabela 19. Médias de número de ramos para locais, porta-enxertos e clones copa, aos 8, 39 e 46 meses de idade, em João Pessoa, PB, Ipanguaçu, RN e Itabuna, BA. 2010-2012.

Fator	Idade		
	8 meses	39 meses	46 meses
<b>Local</b>			
João Pessoa	1,36 a	2,30 a	2,56 a
Ipanguaçu	1,32 a	3,00 a	2,86 a
Itabuna	1,70 a	-	2,26 a
<b>Porta-enxerto</b>			
Cajazeira	1,55 a	2,84 a	2,79 a
Umbuzeiro	1,30 a	2,36 a	2,58 a
Cajazeira-grande	1,50 a	2,57 a	2,19 a
<b>Copa</b>			
Itaitinga	1,56 a	2,57 a	2,47 a
Gereau	1,30 a	2,55 a	2,64 a
Lagoa Redonda	1,56 a	2,41 a	2,57 a
Genipabu	1,45 a	2,77 a	2,48 a

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey ( $p > 0,05$ ).  
 (-) Não houve avaliação.

O número de ramos da copa da planta determina os seus tamanho e formato e conseqüentemente a produção (PALLARDY, 2008). A média de número de ramos variou entre 2,30 e 3,0. Alguns clones aumentaram o número de ramos após a poda, no entanto, estatisticamente, não foi possível determinar como se comportou cada clone com relação a essa variável. Quando se realiza a poda, a planta tende a emitir novos ramos formando a sua copa. De acordo com Souza (2015) as plantas devem ser podadas e conduzidas para ficarem com três ou quatro ramos laterais de primeira ordem, os quais serão as pernadas e destas brotarão as ramificações, denominadas de braços, das quais surgirão os ramos que darão continuidade ao crescimento da planta. Como são clones obtidos de enxertia interespecífica, pode ter havido alguma influência do enxerto ou do porta-enxerto e até mesmo do ambiente.

No Ensaio 2, conforme a análise de variância, observa-se que para a variável número de ramos houve efeito significativo apenas de local, aos 8 e 39 meses. Aos 46

meses houve efeito de local, de tratamentos e de interação Local x Tratamentos (Tabela 10). Aos 8 meses a maior média do número de ramos foi observada em Itabuna, a qual superou as médias dos demais locais (Tabela 20).

Tabela 20. Médias de número de ramos para locais e tratamentos (clones e pé-franco), aos 8, 39 e 46 meses de idade, em João Pessoa, PB, Ipanguaçu, RN e Itabuna, BA. 2010-2012.

	Idade			
	8 meses		39 meses	
<b>Local</b>				
João Pessoa	1,06	b	2,43	b
Ipanguaçu	1,38	b	3,50	a
Itabuna	2,25	a	-	-
<b>Tratamentos</b>				
Emepa 8.2	1,42	a	3,13	a
Emepa 8.6	1,25	a	3,25	a
Emepa 20	1,92	a	2,50	a
Pé-franco	1,45	a	3,00	a

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey ( $p > 0,05$ ).  
 (-): Não houve avaliação.

Não houve diferenças entre os tratamentos para o referido caráter. Aos 39 meses a média de número de ramos foi maior do que as avaliações feitas em Ipanguaçu e não houve diferença estatística entre os clones e o pé-franco para essa variável.

Aos 46 meses, em João Pessoa, a média de número de ramos em pé-franco (3,50) superou a do clone Emepa 20 (2,50). Estes dois genótipos não diferiram dos clones Emepa 8.2 (2,75) e Emepa 8.6 (2,75). Em Ipanguaçu destacou-se o clone Emepa 8.2 (6,00). Em Itabuna o pé-franco (3,0) superou o clone Emepa 8.6 (2,00), mas não deferiu dos clones Emepa 8.2 (2,75) e Emepa 20 (2,50), os quais, por sua vez, não diferiram do clone Emepa 8.6 (2,00). Concernente aos locais, Ipanguaçu destacou-se para os clones Emepa 8.2 (6,00) e Emepa 8.6 (3,75). Não houve efeito de locais para o clone Emepa 20 e para o pé-franco (Tabela 21).

Tabela 21. Médias de número de ramos em clones de cajazeira e em pé-franco, aos 46 meses de idade, em João Pessoa, PB, Ipanguaçu, RN e Itabuna, BA. 2010-2012.

Tratamentos	Local					
	João Pessoa		Ipanguaçu		Itabuna	
Emepa 8.2	2,75	abB	6,00	aA	2,75	abB
Emepa 8.6	2,75	abB	3,75	bA	2,00	bB
Emepa 20	2,50	bA	3,00	bA	2,50	abA
Pé-franco	3,50	aA	3,75	bA	3,00	aA

Médias seguidas pela mesma letra minúscula, na coluna, e pela mesma letra maiúscula, na linha, não diferem entre si pelo teste Tukey ( $p > 0,05$ ).

### Formato de copa

No Ensaio 1, aos 8 meses, observou-se em João Pessoa que a grande maioria das plantas apresentava formato de copa monopodial em todas as combinações enxerto/porta-enxerto (Tabela 22). As exceções foram L. Redonda/umbuzeiro e L. Redonda/cajazeira-grande com 50% dos formatos de copa monopodial e bifurcada, bem como a combinação L. Redonda/cajazeira com formatos de copa bifurcada e esgalhada. Souza et al. (2006b), aos 12 meses, em Limoeiro do Norte, CE, obtiveram 75,90% e 83,30% de formato monopodial para os clones copa L. Redonda e Gereau, respectivamente.

Em Ipanguaçu verificaram-se somente os formatos de copa monopodial e bifurcada, com predomínio da primeira em relação à segunda em 54,54% das combinações e igualdades das porcentagens em 45,45% das combinações. Em Itabuna houve maior variação no formato da copa entre os tratamentos. Em 50% das combinações enxerto/porta-enxerto predominaram plantas monopodiais.

Nas combinações Itaitinga/cajazeira houve o predomínio de plantas bifurcadas, enquanto que na combinação L. Redonda/umbuzeiro foram constatadas somente plantas bifurcadas. Foram observadas plantas esgalhadas para as combinações

Itaitinga/cajazeira (25,00%), Gerau/cajazeira (33,33%) e L. Redonda/cajazeira (25,00%).

Tabela 22. Porcentagens de formatos de copa de clones de cajazeira enxertados em diferentes porta-enxertos, aos 8 meses de idade, em João Pessoa, PB, Ipanguaçu, RN e Itabuna, BA. 2010-2012.

Copa	Porta-enxerto	João Pessoa			Ipanguaçu			Itabuna		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3
Itaitinga	Cajazeira	100	0	0	50	50	0	25	50	25
Itaitinga	Umbuzeiro	100	0	0	50	50	0	100	0	0
Itaitinga	Cajazeira-grande	100	0	0	100	0	0	67,67	33,33	0
Gerau	Cajazeira	100	0	0	100	0	0	33,33	33,33	33,33
Gerau	Umbuzeiro	100	0	0	67,67	33,33	0	50	50	0
Gerau	Cajazeira-grande	100	0	0	67,67	33,33	0	50	50	0
L.Redonda	Cajazeira	0	67,67	33,33	--	--	--	50	25	25
L.Redonda	Umbuzeiro	50	50	0	50	50	0	0	100	0
L.Redonda	Cajazeira-grande	50	50	0	75	25	0	75	25	0
Genipabu	Cajazeira	100	0	0	50	50	0	67,67	33,33	0
Genipabu	Umbuzeiro	100	0	0	100	0	0	67,67	33,33	0
Genipabu	Cajazeira-grande	100	0	0	50	50	0	50	50	0

1: Monopodial; 2: Bifurcada; 3: Esgalhada. (--): Não havia plantas vivas.

Resultados semelhantes foram obtidos por Souza (2005) e Souza et al. (2006b) nas condições de Limoeiro do Norte, CE, onde as plantas, aos 12 meses, também apresentaram predominância de formatos de copas monopodial e bifurcada, inclusive na combinação cajazeira/umbuzeiro. Segundo esse autor, o umbuzeiro apresenta naturalmente uma copa com formato simpodial, não transferindo essa característica para os clones, confirmando a forte dominância apical dos clones de cajazeira na fase juvenil.

Na idade de 39 meses, ao contrário da avaliação aos 8 meses, não se verificou a presença de plantas com o formato de copa monopodial (Tabela 23). Em João Pessoa predominou o formato de copa bifurcada na maioria das combinações, com exceção de L. Redonda/cajazeira e Genipabu/cajazeira que apresentaram 75% e 67,67% de formato de copa esgalhada, respectivamente. Em Ipanguaçu houve maior frequência de

copas bifurcadas nas combinações Gereau/umbuzeiro (100%), Gereau/cajazeira-grande (67,67%) e L. Redonda/cajazeira-grande (75%). O formato de copa esgalhada foi prevalente nas combinações Itaitinga/cajazeira (100%), Gereau/cajazeira (67,33%), L. Redonda/umbuzeiro (100%) e Genipabu/cajazeira-grande (100%). Nas demais combinações houve igualdade nas porcentagens de copas bifurcadas e esgalhadas.

Tabela 23. Porcentagens de formatos de copa de clones de cajazeira enxertados em diferentes porta-enxertos, aos 39 meses de idade, em João Pessoa, PB e Ipangaçu, RN. 2010-2012.

Copa	Porta-enxerto	João Pessoa			Ipangaçu		
		1	2	3	1	2	3
Itaitinga	Cajazeira	0	75	25	0	0	100
Itaitinga	Umbezeiro	0	67,33	33,33	0	50	50
Itaitinga	Cajazeira-grande	0	75	25	0	50	50
Gereau	Cajazeira	0	75	25	0	33,33	67,33
Gereau	Umbezeiro	0	75	25	0	100	0
Gereau	Cajazeira-grande	0	75	25	0	67,67	33,33
L.Redonda	Cajazeira	0	25	75	--	--	--
L.Redonda	Umbezeiro	0	75	25	0	0	100
L.Redonda	Cajazeira-grande	0	100	0	0	75	25
Genipabu	Cajazeira	0	33,33	67,67	0	50	50
Genipabu	Umbezeiro	0	75	25	0	50	50
Genipabu	Cajazeira-grande	0	100	0	0	0	100

1: Monopodial; 2: Bifurcada; 3: Esgalhada. (--): Não havia plantas vivas.

Assim como aos 39 meses, praticamente não se observaram copas monopodiais aos 46 meses. Apenas Genipabu/cajazeira-grande apresentou 25% de plantas com esse formato de copa em Itabuna (Tabela 24). Em João Pessoa a copa bifurcada foi predominante nas combinações Itaitinga/cajazeira-grande (100%), Gereau/cajazeira (75%), Gereau/cajazeira-grande (100%), L. Redonda/cajazeira-grande (67,37%) e Genipabu/umbuzeiro (75%), enquanto que a copa esgalhada foi predominante nas combinações Itaitinga/umbuzeiro (67,67%), Gereau/umbuzeiro (75%) e Genipabu/cajazeira (75%). Para as demais combinações houve igualdade de porcentagem nos formatos de copa bifurcada e esgalhada.

Tabela 24. Porcentagens de formatos de copa de clones de cajazeira enxertados em diferentes porta-enxertos, aos 46 meses de idade, em João Pessoa, PB, Ipanguaçu, RN e Itabuna, BA. 2010-2012.

Copa	Porta-enxerto	João Pessoa			Ipanguaçu			Itabuna		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3
Itaitinga	Cajazeira	0	50	50	0	0	100	0	67,33	33,33
Itaitinga	Umbuzeiro	0	33,33	67,67	0	0	100	0	100	0
Itaitinga	Cajazeira-grande	0	100	0	--	--	--	0	100	0
Gereau	Cajazeira	0	75	25	0	33,33	67,67	0	100	0
Gereau	Umbuzeiro	0	25	75	0	67,67	33,33	--	--	--
Gereau	Cajazeira-grande	0	100	0	0	50	50	0	67,67	33,33
L.Redonda	Cajazeira	0	50	50	--	--	--	0	25	75
L.Redonda	Umbuzeiro	0	50	50	0	50	50	--	--	--
L.Redonda	Cajazeira-grande	0	67,37	33,33	0	0	100	0	50	50
Genipabu	Cajazeira	0	25	75	0	33,33	67,67	0	50	50
Genipabu	Umbuzeiro	0	75	25	0	50	50	0	100	0
Genipabu	Cajazeira-grande	0	50	50	--	--	--	25	75	0

1: Monopodial; 2: Bifurcada; 3: Esgalhada. (--): Não havia plantas vivas.

Em Ipanguaçu houve maior porcentagem de copas esgalhadas na maioria das combinações, com exceção da combinação Gereau/umbuzeiro na qual predominou copas bifurcadas (67,67%) e nas combinações Gereau/ cajazeira-grande (50%), L. Redonda/umbuzeiro (50%) e Genipabu/umbuzeiro (50%).

Em Itabuna os resultados foram inversos e com maior prevalência de copas bifurcadas, com exceção da combinação L. Redonda/cajazeira com copas predominantemente esgalhadas (75%). Nas combinações L. Redonda/cajazeira-grande e Genipabu/cajazeira não houve igualdade das copas bifurcada (50%) e esgalhada (50%).

Aos 46 meses a porcentagem de plantas com formato de copa esgalhada aumentou nos três locais, quando comparada com as avaliações realizadas aos 8 meses. Em Itabuna essa mudança de formato de copa não foi muito expressiva, pois nesse local só foi possível realizar uma poda aos 8 meses, diferentemente de João Pessoa e de Ipanguaçu onde foram realizadas podas aos 8, 13 e 18 meses.

Segundo Souza (2005) a poda de formação contribui para o aumento de porcentagens de plantas com formatos de copa bifurcada e esgalhada (simpodial) nas combinações de cajazeira/cajazeira e cajazeira/umbuzeiro (SOUZA, 2005).

No Ensaio 2, na Tabela 25, em João Pessoa, aos 8 meses, predominou o formato de copa monopodial (100%) para os clones Emepa 8.2, 8.6 e para o pé-franco. Apenas o clone Emepa 20 apresentou 75% de formato de copa bifurcada e 25% de formato de copa esgalhada, enquanto que em Ipanguaçu predominaram os formatos de copas monopodiais (75%) e bifurcadas (25%) para os clones Emepa 8.2, 20 e para o pé-franco, respectivamente. Itabunafoi o local em que as plantas apresentaram formato de copa esgalhada nessa idade. Observou-se que os clones Emepa 8.2 e 8.6 obtiveram 67,33% de formato de copa monopodial e 33,33% de formato de copa esgalhada, enquanto o Emepa 20 não apresentou formato de copa monopodial e o pé-franco apresentou os três formatos de copa.

Ainda no ensaio 2, aos 39 meses, em João Pessoa, observa-se que não houve formato de copa monopodial para todos os clones e para o pé-franco. O clone Emepa 20 apresentou 100% de formato de copa bifurcada. Tanto os clones quanto o pé-franco apresentaram formatos de copa bifurcada e esgalhada, predominando o clone Emepa 8.6 com 75% do formato de copa esgalhada. Em Ipanguaçu apenas o clone Emepa 20 (25%) e o pé-franco (33,33%) apresentaram formatos de copa bifurcada. Os clones Emepa 8.2 e Emepa 8.6 apresentaram 100% de formato de copa esgalhada, superando os demais. Não houve formato de copa monopodial nesse local e não houve avaliação em Itabuna. A ausência de plantas com formato de copa monopodial deve-se a realização da poda aos 8 meses nos três locais.



Tabela 25. Porcentagens de formatos de copa de clones e pé-franco de cajazeira, aos 8, 39 e 46 meses de idade, em João Pessoa, PB, Ipangaçu, RN e Itabuna, BA. 2010-2012.

Tratamentos	João Pessoa			Ipangaçu			Itabuna		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
8 meses									
Emepa 8.2	100	0	0	75	25	0	67,33	0	33,33
Emepa 8.6	100	0	0	50	50	0	67,33	25	33,33
Emepa 20	75	25	0	75	25	0	0	50	50
Pé-franco	100	0	0	67,33	25	0	25	25	50
39 meses									
Emepa 8.2	0	75	25	0	0	100	-	-	-
Emepa 8.6	0	25	75	0	0	100	-	-	-
Emepa 20	0	100	0	0	25	50	-	-	-
Pé-franco	0	50	50	0	33,33	67,33	-	-	-
46 meses									
Emepa 8.2	0	50	50	0	0	100	0	50	50
Emepa 8.6	0	50	50	0	0	100	0	100	0
Emepa 20	0	75	25	0	25	75	0	50	50
Pé-franco	0	75	25	0	33,33	67,33	0	67,33	33,33

1: Monopodial; 2: Bifurcada; 3: Esgalhada. (-): Não houve avaliação

Aos 46 meses, em João Pessoa houve predominância dos formatos de copa bifurcada para os clones Emepa 20 (75%) e para o pé-franco (75%). Os clones Emepa 8.2 e Emepa 8.6 apresentaram 50% de formato de copa bifurcada e 50% de formato de copa esgalhada. Em Ipangaçu os clones Emepa 8.2 e Emepa 8.6 apresentaram 100% de formato de copa esgalhada. Em Itabuna o clone Emepa 8.6 apresentou 100% de formato de copa bifurcada superando os demais. Houve maior porcentagem de plantas com formato de copa bifurcada.

Outros fatores que podem ter afetado o formato da copa das plantas nos dois ensaios foram as condições ambientais, pois alguns clones apresentaram formatos de copa diferentes para cada local. Segundo Pallardy (2008) as árvores tropicais são conhecidas por sua grande variabilidade nos formatos da copa. Cada uma das espécies tropicais pode apresentar variedade de formas de copa devido a sua plasticidade às condições ambientais.

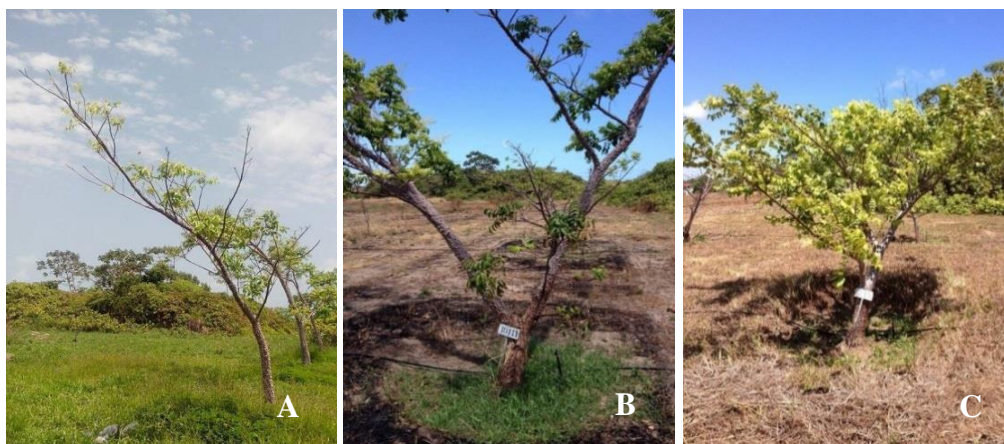


Figura 1. Plantas de cajazeira apresentando formatos de copa monopodial (A) bifurcada (B) e simpodial/esgalhada (C), aos 72 meses de idade, na Estação Experimental da Emepa-PB, em João Pessoa, PB.

### **Mortalidade de plantas**

Foram observadas diferenças para a mortalidade de plantas em todos os locais (Tabela 26).

No Ensaio 1, em João Pessoa, a maior mortalidade foi verificada na combinação Itaitinga/cajazeira-grande (75%). As combinações Itaitinga/umbuzeiro, L. Redonda/cajazeira e L. Redonda/cajazeira-grande apresentaram 25% de mortalidade para cada uma. Para as demais combinações não houve mortalidade.

Em Ipanguaçu houve maior mortalidade de plantas (51,56%) em relação aos demais locais. Não houve mortalidade apenas na combinação Gereau/cajazeira. Em três combinações, Itaitinga/cajazeira-grande, L. Redonda/cajazeira e Genipabu/cajazeira-grande, houve mortalidade de 100%. A maior mortalidade ocorreu em clones cujos porta-enxertos foram cajazeira-grande e cajazeira.

Tabela 26. Mortalidade de clones e de pé-franco de cajazeira, nos Ensaios 1 e 2, em João Pessoa, PB, Ipanguaçu, RN e Itabuna, BA, 2012.

Copa	Porta-enxerto	João Pessoa	Ipanguaçu	Itabuna
		%	%	%
Ensaio 1				
Itaitinga	Cajazeira	0,0	75,0	50,0
Itaitinga	Umbuzeiro	25,0	75,0	75,0
Itaitinga	Cajazeira-grande	75,0	100,0	50,0
Gereau	Cajazeira	0,0	0,0	50,0
Gereau	Umbuzeiro	0,0	50,0	100,0
Gereau	Cajazeira-grande	0,0	50,0	25,0
L.Redonda	Cajazeira	25,0	100,0	0,0
L.Redonda	Umbuzeiro	0,0	50,0	100,0
L.Redonda	Cajazeira-grande	25,0	50,0	50,0
Genipabu	Cajazeira	0,0	50,0	50,0
Genipabu	Umbuzeiro	0,0	25,0	50,0
Genipabu	Cajazeira-grande	0,0	100,0	0,0
Ensaio 2				
Emepa 8.2	-	0,0	75,0	50,0
Emepa 8.6	-	0,0	0,0	50,0
Emepa 20	-	0,0	0,0	50,0
Pé-franco	-	0,0	25,0	25,0
(% ) Total por local		9,40	51,56	48,43

Em Itabuna houve mortalidade total de 48,43%, não sendo observada mortalidade nas combinações L. Redonda/cajazeira e Genipabu/cajazeira-grande, enquanto nas combinações Gereau/umbuzeiro e L. Redonda/umbuzeiro houve mortalidade de 100%. A combinação Itaitinga/umbuzeiro apresentou mortalidade de 75% enquanto Gereau/cajazeira-grande apresentou mortalidade de 25%. Nas demais combinações houve mortalidade de 50%.

Observa-se que houve mortalidade de clones enxertados nos três porta-enxertos. No entanto, a maior porcentagem foi verificada em clones enxertados sobre o umbuzeiro em Itabuna, o que pode ter ocorrido devido às condições edafoclimáticas, pois nesse local o clima é quente e úmido sendo diferente do clima do local em que essa espécie é adaptada.

No Ensaio 2 não foi verificada mortalidade em João Pessoa. Em Ipanguaçu houve mortalidade nos clones Emepa 8.2 (75%) e no pé-franco (25%). Em Itabuna a menor mortalidade foi verificada no pé-franco (25%) enquanto os três clones apresentaram mortalidade de 50% cada um (Tabela 26).

Os dados permitem verificar, de modo geral, nos dois ensaios, que para todas as variáveis estudadas nos três locais (João Pessoa, Ipanguaçu e Itabuna) houve variação dos resultados. Dessa forma, pode ter havido influência dos porta-enxertos, dos enxertos e do ambiente sobre os clones, pois nesse estudo foram avaliadas plantas enxertadas cujas copas (enxertos) têm origem de locais diferentes e os porta-enxertos que foram utilizados têm identidade genética desconhecida.

Os porta-enxertos foram propagados a partir da mistura de sementes oriundas de plantas de locais diversos as quais tornam a variabilidade genética ainda mais acentuada, principalmente quando se trata de espécies com alta variabilidade genética como são as do gênero *Spondias*. Os problemas provenientes do uso de sementes para formação de porta-enxertos ocorrem devido às altas taxas de polinização cruzada entre as plantas matrizes e também à segregação genética, não apresentando características desejáveis para o porta-enxerto.

Portanto, verifica-se que os clones obtidos podem apresentar fidelidade genética apenas nas copas, mas não nos porta-enxertos. Além disso, existem as diferentes reações às condições edafoclimáticas adversas por cada espécie. Pelas análises de fertilidade do solo nos três locais de avaliação (Tabela 1), observa-se que cada área experimental possui características particulares. Também houve diferenças de médias anuais de pluviosidade, temperatura e umidade relativa do ar no período de avaliação dos experimentos entre 2009 e 2012 (Tabelas 2, 3, 4 e 5) para cada local.

Outro fator importante é a adaptabilidade que cada espécie utilizada tem às condições edafoclimáticas. A espécie cajazeira (*S. mombin*) é adaptada a locais de clima quente e úmido (SACRAMENTO; SOUZA, 2009) como já explicado anteriormente. A espécie cajazeira-grande (*S. venulosa*), por ter ocorrência natural na

Floresta Pluvial e na Zona da Mata do Estado de Minas Gerais, nas regiões antes ocupadas pela Mata Atlântica (BRANDÃO et al., 2002; SATURNINO; GONÇALVES, 2011), apresenta exigências climáticas semelhantes às da cajazeira. O umbuzeiro (*S. tuberosa*) é adaptado a regiões de clima quente e seco, com temperaturas médias variando entre 12 e 38 °C, umidade relativa do ar com média anual de 58% e pluviosidade média anual entre 400 e 800 mm (BATISTA, 2015). João Pessoa e Itabuna apresentam climas semelhantes aos climas exigidos pelas espécies *S. mombin* e *S. venulosa* enquanto Ipanguaçu apresenta clima semiárido onde a espécie *S. tuberosa* ocorre naturalmente. No entanto, as características físico-químicas dos solos são diferentes, conforme consta na metodologia do presente estudo, que somadas a outros fatores podem ter influenciado nos resultados.

Pelo exposto, verificou-se neste trabalho uma provável interação entre o porta-enxerto e o enxerto, principalmente com relação ao porte dos clones avaliados.

Segundo Hartmann et al. (2011), o enxerto e o porta-enxerto influenciam-se mutuamente e determinam o comportamento da planta e que os resultados dessa interação são obtidos em longo prazo e dependem da combinação entre eles, do ambiente e de técnicas de manejo.

Sabe-se que o *habitat* natural de uma planta determina características normais relativas ao seu desenvolvimento e produção final e, quando ela é levada para outro ambiente, essas características podem ser modificadas (LUCCHESI, 1987).

Segundo Souza et al. (2012), os clones de cajazeira enxertados sofrem influências dos porta-enxertos, dos clones copa, das técnicas de cultivo, das condições edafoclimáticas e ecológicas e das interações entre estes fatores os quais afetam diretamente o comportamento vegetativo e reprodutivo do clone.

## 4 CONCLUSÕES

Pelos resultados apresentados conclui-se que:

1. Para o Ensaio 1: a) a enxertia da cajazeira sobre os porta-enxertos de cajazeira, de cajazeira-grande e de umbuzeiro não formaram clones com porte ideal para recomendação comercial nos três ambientes estudados; b) Ipanguaçu foi o local que obteve maior porcentagem de plantas com características agronômicas favoráveis para a produção. Mesmo apresentando o porte mais alto, a maioria das plantas apresentou maior largura de copa, maior número de ramos e maior porcentagem de plantas com formato de copa esgalhada; c) os porta-enxertos de umbuzeiro não se adaptaram em Itabuna não sendo indicados para regiões com pluviosidade acima de 800 mm/ano; e d) os porta-enxertos de cajazeira-grande não se adaptaram em Ipanguaçu não sendo indicados para locais com pluviosidade abaixo de 800 mm/ano.
2. Para o ensaio 2, nos três ambientes de cultivo, o clone Emepa 8.2 apresentou menor porte, maior largura de copa, maior número de ramos (seis) e 100% de formato de copa esgalhada sendo recomendado para novos programas de pesquisa e posterior multiplicação para exploração comercial.
3. O ambiente, os enxertos e os porta-enxertos de diferentes espécies de *Spondias* influenciaram o desenvolvimento dos clones permitindo identificar variabilidade nas características morfológicas dos mesmos.

## REFERÊNCIAS

BATISTA, F. R. da C. Umbu e seus aspectos de produção. In: BATISTA, F. R. da C.; SILVA, S. de M.; SANTANA, M. de F. S.; CAVALCANTE, A. R. **O umbuzeiro e o semiárido brasileiro**. Campina Grande, INSA (Instituto Nacional do Semiárido), 2015. p. 9-31.

BORÉM, A; MIRANDA, G. V. **Melhoramento de plantas**. Viçosa, UFV. 2009. 529 p.

BRANDÃO, M; LACA-BUENDIA, J. P.; MACEDO, J. F. Árvores nativas e exóticas do Estado de Minas Gerais. Belo Horizonte: EPAMIG, 2002. 528p.

Estado do Ceará. Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará - IPECE. **Perfil Básico Municipal 2014: Limoeiro do Norte**. Fortaleza: IPECE, 2014. Disponível em: <[http://www.ipece.ce.gov.br/publicacoes/perfil\\_basico/pbm2014/Limoeiro\\_do\\_Norte.pdf](http://www.ipece.ce.gov.br/publicacoes/perfil_basico/pbm2014/Limoeiro_do_Norte.pdf)>. Acesso em: 10 ago. 2014.

Estado do Ceará. Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará - IPECE. **Perfil Básico Municipal 2014: Pacajus**. Fortaleza: IPECE, 2014. Disponível em <[http://www.ipece.ce.gov.br/publicacoes/perfil\\_basico/pbm2014/Pacajus.pdf](http://www.ipece.ce.gov.br/publicacoes/perfil_basico/pbm2014/Pacajus.pdf)>. Acesso em: 10 ago. 2014.

HARTMANN, H. T; KESTER, D. E; DAVIES JÚNIOR, F. T; GENEVE, R. L. **Plant propagation: principles and practices**. 8. ed. New Jersey: Prentice Hall, 2011. 915 p.

LEITE, J.B.V.; MARTINS, A.B.G.; RAMOS, J.V. Avaliação preliminar de clones de cajazeira (*Spondias mombin* L.) no sul da Bahia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO DE PLANTAS, 2., 2003, Porto Seguro. **Anais...** Porto Seguro: SBMP, 2003. 1CDROM.

LUCCHESI, A. A. Fatores da produção vegetal. In: CASTRO, P. R. C.; FERREIRA, S. O.; YAMADA, T. (Ed.). **Ecofisiologia da produção agrícola**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1987, p. 1-11.

MITCHELL, J. D.; DALY, D. C. A revision of *Spondias* L. (Anacardiaceae) in the Neotropics. **PhytoKeys**, n. 55, p. 1-92, 2015.

NUTTO, L. Manejo do crescimento diamétrico de *Araucaria angustifolia* (Bert) O. Ktze. baseado na árvore individual. **Ciência Florestal**. v. 11, p. 9-25. 2001.

OLIVEIRA, M. F. de. Crescimento e estrutura. In: REUNIÃO TÉCNICA TEMÁTICA: crescimento de espécies arbóreas, 2011, Colombo. **Anais...** Colombo: Embrapa Florestas, 2011.

PALLARDY, S.G. **Physiology of woody plants**. 3.ed. San Diego: Elsevier/Academic, 2008. 454p.

Prefeitura Municipal de Itabuna. **Anuário estatístico 2010**: ano base 2009. Itabuna: PMI/UESC, 2011. Disponível em: <<http://www.uesc.br/projetos/aem/arquivos/aem-final.pdf>>. Acesso em: 15 de ago. 2013.

RAVEN, P. H.; EVERT, R. F.; EICHHORN, S. E. **Biologia vegetal**. 7. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2007. 856 p.

SACRAMENTO, C. K. do; SOUZA, F. X. de. Cajá. In. SANTOS-SEREJO, J. A. dos; DANTAS, J. L. L.; SAMPAIO, C. V.; COELHO, Y. da S. **Fruticultura Tropical: espécies regionais e exóticas**. Brasília: Embrapa Informação tecnológica, 2009, p 83-105.

SANTOS, C. A. F.; ARAÚJO, F. P. de; SOUZA NASCIMENTO, C. E. de; LIMA FILHO, J. M. P. Umbuzeiro como porta-enxerto de outras *Spondias* em condições de sequeiro: avaliações aos cinco anos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 17., 2002, Belém, PA. **Anais...** Belém: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 2002. CD-ROM. p. 17.

SANTOS, C. A. F.; LIMA FILHO, J. M. P. **Avaliação do umbuzeiro como porta-enxerto de outras *Spondias* cultivadas sob condições de sequeiro em Petrolina**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2008. 20 p. (Embrapa Semiárido. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 76).



SCARPARE FILHO, J. A. Poda de Frutíferas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 35, n. 3, p. 677-932, 2013.

SATURNINO, H. M.; GONÇALVES, N. P. *Spondias*: umbu, cajá-manga, cajá e seriguela. **Informe Agropecuário**. Belo Horizonte, v. 32, n. 264, p. 101-113, 2011.

SOUZA, F. X. de. **Crescimento e desenvolvimento de clones enxertados de cajazeira na Chapada do Apodi, Ceará**. 2005. 80 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

SOUZA, F. X. de; COSTA, J. T. A.; COELHO, E. L.; MAIA, A. D. H. N. Comportamento vegetativo e reprodutivo de clones de cajazeira cultivados na Chapada do Apodi, Ceará. **Revista Ciência Agronômica**, v. 43, n. 2, p. 293-300, 2012.

SOUZA, F. X. de; COSTA, J. T., A.; LIMA, R. N. de; CRISÓSTOMO, J. R. Crescimento e desenvolvimento de clones de cajazeira cultivados na chapada do Apodi, Ceará. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 28, n. 3, p. 414-420, 2006a.

SOUZA, F. X. de; COSTA, J. T. A.; LIMA, R. N. de. Características morfológicas e fenológicas de clones de cajazeira cultivados na Chapada do Apodi, Ceará. **Revista Ciência Agronômica**, v. 37, n. 2, p. 208-215, 2006b.

SOUZA, F. X. de; BLEICHER, E. Comportamento da cajazeira enxertada sobre umbuzeiro em Pacajus, CE. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 24, n. 3, p. 790-792, 2002.

SOUZA, F. X. de. **Características morfológicas e recomendações de poda da cajazeira**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2015. 34p. il. (Embrapa Agroindústria Tropical. Documentos, 170).

SOUZA, F. X. de; ARAÚJO, C. A. T. **Avaliação dos métodos de propagação de algumas *Spondias* agroindustriais**. Fortaleza: Embrapa-CNPAT, 1999. 4 p. (Comunicado Técnico, 31).

SOUZA, F. X. de; INNECCO, R.; ARAÚJO, C. A. T. **Métodos de enxertia recomendados para a produção de mudas de cajazeira e de outras fruteiras do gênero *Spondias***. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 1999. 8 p. (Embrapa Agroindústria Tropical. Documentos, 37).

SOUZA, F. X.; INNECO, R.; ROSSETI, A. G. Influência de porta-enxerto e de método de enxertia no pegamento de enxertos de cajazeira. **Revista Agrotrópica**, v. 14, n. 13, p. 85- 90, 2002.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 4.ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 819p.

VASCONCELOS, L.F.L.; COSTA, J.C.L. da. Crescimento de cinco clones de cajazeira no município de Água Branca, Piauí. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 22., 2012, Bento Gonçalves. **Anais...** Jaboticabal: SBF, 2012. p. 3114-3117.

**CAPÍTULO III - DIVERSIDADE GENÉTICA DE ACESSOS DE CAJAZEIRA  
QUANTO A COMPOSTOS BIOATIVOS**

## DIVERSIDADE GENÉTICA DE ACESSOS DE CAJAZEIRA QUANTO A COMPOSTOS BIOATIVOS

### RESUMO

A cajazeira é uma espécie que se encontra dispersa nas regiões tropicais da América, África e Ásia. No Brasil, ocorre naturalmente na Mata Atlântica e na Amazônia. Sua importância socioeconômica é devido à comercialização dos frutos e derivados. Possui uso medicinal pouco conhecido pela população brasileira. Na África é utilizada medicinalmente para o tratamento de diversas doenças. Na indústria farmacêutica, como fitoterápicos, contra o vírus do Herpes. Em estudos realizados foram identificados compostos bioativos nas folhas e cascas, tais como os flavonoides e elagitaninos. Apesar do seu potencial, pesquisas sobre caracterização química e divergência genética em bancos de germoplasma de cajazeira são incipientes. O conhecimento da diversidade genética poderá contribuir com a escolha de genótipos para estudos de melhoramento genético. O objetivo desse estudo foi avaliar a diversidade genética entre acessos com base na identificação e quantificação de compostos bioativos em folhas e cascas de cajazeira do banco de germoplasma da Emepa-PB. Foram utilizadas folhas e cascas de cajazeira de 27 acessos do banco de germoplasma situado na Estação Experimental da Emepa, em João Pessoa, PB. As extrações foram realizadas em Extrator Acelerado por Solvente (EAS), utilizando metanol como solvente. A identificação e quantificação dos compostos bioativos foram realizadas por Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (CLAE). Para o agrupamento dos acessos foram utilizados a Análise de Componentes Principais (ACP) e o método aglomerativo UPGMA. Foi utilizada a distância euclidiana média padronizada como medida de dissimilaridade genética. Foram formados três grupos principais sendo o primeiro formado pela maioria dos acessos (51,85%). O segundo grupo foi formado por acessos com altos valores de ácido elágico na casca. O terceiro grupo foi formado com acessos que não possuem geraniina e rutina na casca. Os demais grupos foram compostos por apenas um acesso, dentre esses, o grupo com o acesso A3, contendo alto valor de rutina, quercetina e ácido elágico nas folhas, sendo o mais divergente em relação aos demais. O estudo da diversidade demonstrou que há uma variabilidade entre os acessos de cajazeira para compostos bioativos em folhas e cascas que deve ser preservada e explorada em programas de melhoramento genético.

**Palavras-chave:** metabólitos secundários, *Spondias mombin*, germoplasma, rutina, quercetina, ácido elágico, geraniina.

## GENETIC DIVERSITY OF YELLOW MOMBIN ACCESSIONS AS TO BIOACTIVE COMPOUNDS

### ABSTRACT

The yellow mombin (*Spondias mombin* L.) is a species that is found dispersed in the tropical regions of America, Africa and Asia. In Brazil it occurs naturally in the Atlantic Forest and in the Amazon. Its social and economic importance is due to the marketing of its raw fruits and derivatives. Its medicinal use is not well known by the Brazilian population. In Africa it has been used medicinally to treat various diseases. In the pharmaceutical industry it has been used as phytotherapies against the Herpes virus. In some studies have been identified some bioactive compounds in leaves and barks such as flavonoids and ellagitannins. Despite its potential the researches on chemical and genetic diversity in the yellow mombin germoplasm banks are incipient. The knowledge of the genetic diversity can help with the genotypes choices for the genetic improvement studies. The objective of this study was to evaluate the genetic diversity among accessions based on the identification and quantification of bioactive compounds in yellow mombin leaves and barks at the Emepa-PB's germoplasm bank. Leaves and barks of 27 yellow mombin accessions of the Emepa's Experimental Station germoplasm bank, located in João Pessoa, PB, were used. The extractions were performed through the Accelerated Solvent Extractor (ASE) using methanol as a solvent. The identification and quantification of bioactive compounds were performed through the High-Performance Liquid Chromatography (HPLC). For data analysis were used the Principal Components Analysis (PCA) technic for the accessions grouping, the Euclidean distance was used as a dissimilarity measure and the clustering was performed through the hierarchical clustering method UPGMA. Three main groups were formed being the first group formed by the most of the accessions (51.85%). The second group was formed by accessions with high ellagic acid amounts in the bark. The third group was formed with accessions that have no geraniin and rutin in the bark. The other groups were composed of only one accession and among them is the accession group A3 containing high amounts of rutin, quercetin and ellagic acid in the leaves being the most divergent in relation to the others. The study of the diversity demonstrated that there is variability among the yellow mombin accessions as to bioactive compounds in leaves and barks that must be preserved and exploited through the genetic improvement programs.

**Keywords:** secondary metabolites, *Spondias mombin*, germoplasm, rutin, quercetin, ellagic acid, geraniin.

## 1 INTRODUÇÃO

A cajazeira (*Spondias mombin* L.) é uma espécie nativa pertencente à família Anacardiaceae e ao gênero *Spondias* sendo uma das mais estudadas com relação à composição química de suas espécies e atividades biológicas de seus extratos e metabólitos (CORREIA et al., 2006). A sua importância econômica é devido à comercialização dos frutos e do largo consumo de seus derivados. Esta espécie possui uso medicinal pouco utilizado pela população brasileira. Em algumas comunidades africanas todas as partes da árvore são medicinalmente utilizadas para o tratamento de diversas doenças (AYOKA et al., 2008). Na indústria farmacêutica a cajazeira vem sendo utilizada por meio de fitoterápicos que são utilizados principalmente como antivirótico, contra o vírus do Herpes, devido à presença de elagitaninos nas suas cascas e folhas (SACRAMENTO; SOUZA, 2009). Muitos estudos científicos têm sido realizados para confirmar essas atividades biológicas (SILVA et al., 2014b).

Com relação à composição fitoquímica da cajazeira, trabalhos realizados revelaram a presença de compostos bioativos em extratos de folhas, cascas e raízes, os quais consistem de taninos, saponinas, antraquinonas, flavonoides, esteroides, terpenoides, alcaloides, fenóis, fitatos e oxalatos (IGWE et al., 2010; MADUKA et al., 2014; SHITTU et al., 2014; OKONKWO et al., 2009; OMOREGIE; OIKEH, 2015).

Estudos isolando compostos bioativos em folhas e cascas de cajazeira foram realizados por Corthout et al. (1989) que determinaram o ácido fenólico de cadeia longa pelandjuaico (6- [8'(Z), 11` (Z) - heptadecadienil]-ácido salicílico) e Corthout et al. (1990), na Bélgica, isolaram os elagitaninos geraniina e galoil-geraniina. Akinmoladun et al. (2015) isolaram a quercetina-3-O-β-D-glicopiranosídeo e o alceno (ou alqueno) undec-1-eno. A quantificação de compostos bioativos foi realizada apenas nas folhas dessa espécie sendo quantificados o ácido elágico, a quercetina, o ácido clorogênico e o ácido gálico (SILVA et al., 2011; CABRAL, 2014; SABIU et al., 2015; OMOREGIE; OIKEH, 2015).

Apesar do potencial que esta espécie possui, estudos de caracterização química de germoplasma são incipientes. No Brasil existem seis bancos de germoplasma de cajazeira distribuídos nos Estados do Pará, Piauí, Ceará, Pernambuco e Paraíba totalizando 152 acessos (SOUZA, 2008; CARVALHO; ALVES, 2008; CASSIMIRO, 2008; LIRA JÚNIOR et al., 2008; SANTANA, 2010). Atualmente não há informações de estudos de marcadores químicos e de diversidade genética quanto a compostos bioativos dos acessos de cajazeira que compõem esses bancos de germoplasma.

A caracterização química pode ser utilizada para separar os acessos conservados quanto à presença e/ou concentração de substâncias específicas e princípios ativos. Destina-se a conhecer a variabilidade intrínseca ou entre acessos de uma mesma espécie (VALLS, 2007), podendo ser também considerada uma estratégia para intensificar o uso de recursos genéticos vegetais conservados (VIEIRA; AGOSTINI-COSTA, 2007). A falta de domesticação dos recursos naturais (plantas detentoras de metabólitos secundários com propriedades bioativas) tem levado à subutilização e extinção de inúmeras espécies vegetais, impondo limitações socioeconômicas e ambientais (CGEE, 2010).

O estudo da diversidade genética e da variabilidade proporciona informações fundamentais nos programas de melhoramento genético de plantas em relação à caracterização, conservação e utilização dos recursos genéticos disponíveis (SILVA et al., 2014a). A divergência genética consiste da amplitude da variação existente em uma determinada espécie, conferindo-lhe diferenças entre os indivíduos, e pode ser identificada com o uso de marcadores que são relacionados a uma dada característica (NODARI; GUERRA, 2003; SALOMÃO, 2010).

Considerando a quantidade de compostos bioativos e o potencial econômico que a cajazeira possui, é indispensável a sua caracterização química. Portanto, o conhecimento da diversidade genética entre acessos de cajazeira poderá contribuir com a escolha de genótipos para utilização nos estudos de melhoramento genético dessa frutífera. Com base nessas considerações, este trabalho teve como objetivo avaliar a

diversidade genética entre 27 acessos com base na identificação e quantificação de compostos bioativos em folhas e cascas de cajazeiras do banco de germoplasma da Emepa-PB.

## **2 MATERIAL E MÉTODOS**

### **Material Vegetal**

Amostras de folhas e cascas procedentes de 27 acessos de cajazeira provenientes do banco de germoplasma da Estação Experimental Cientista José Irineu Cabral, pertencente à Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária da Paraíba – Emepa-PB, situada no município de João Pessoa, PB, (Tabela 1), foram coletadas aleatoriamente no horário da manhã entre 08:00 e 09:00 h. Foram selecionadas folhas verdes, jovens, sadias com ausência de pragas e doenças. As amostras foram secadas à temperatura variando entre 35 a 38 °C, em uma estufa de secagem com circulação e renovação de ar Modelo SL 102/480, SOLAB, por um período de quatro a seis dias. Procedimento idêntico foi utilizado para as cascas as quais foram coletadas de ramos com diâmetros variando entre 2,0 e 6,5 cm e colocadas para secar em estufa à temperatura de 45 °C. As coletas foram realizadas entre os meses de novembro de 2013 e março de 2014. Após a secagem as amostras foram trituradas no liquidificador industrial Bermar BM47 com capacidade para 2 litros e armazenadas em um recipiente de vidro tampado e mantido à temperatura ambiente. Em seguida foram levadas ao Laboratório de Fitoquímica e Processos (LAFIP) do Centro de Tecnologias Estratégicas do Nordeste - CETENE, em Recife, PE.



Tabela 1. Acessos de cajazeira do banco de germoplasma (BAG) da Emepa-PB provenientes de sementes (progênies) e estaquias (clones).

	Número do acesso	Identificação do acesso no BAG	Procedência/ano
BAG 01 (Semente)	1	1.2	Ingá/1996
	2	2.3	Ingá/1996
	3	5.3	Ingá/1996
	4	8.2	João Pessoa/1997
	5	8.6	João Pessoa/1997
	6	9.1	João Pessoa/1998
	7	10	João Pessoa/1998
	8	11	João Pessoa/1997
	9	13.1	João Pessoa/1997
	10	15	João Pessoa/1997
	11	23.2	Santa Rita/1998
	12	24	João Pessoa/1997
	13	25	Cruz do Espírito Santo/1996
	14	26.2	João Pessoa/1998
	15	29.2	Cruz do Espírito Santo/1997
	16	30	Cruz do Espírito Santo/1997
	17	32	João Pessoa/1997
	18	34	Caruaru-PE/1997
	19	36	João Pessoa/1997
BAG 02 (Estaquia)	20	6	Ingá/1997
	21	7	Ingá/2000
	22	16	Areia/1997
	23	17	Areia/1997
	24	18	Areia/1997
	25	20.1	Santa Rita/1996
	26	35	Areia/1997
	27	38	João Pessoa/1996

## **Obtenção dos extratos**

As amostras foram pesadas e divididas em partes iguais, em três subamostras, resultando em 81 subamostras de folhas e 81 de cascas. Em seguida foram misturadas com areia lavada (80%) e posteriormente colocadas em celas de extração de aço inoxidável com volume de 100 mL. As extrações foram realizadas em Extrator de Solvente Acelerado (ASE 350, Dionex). O solvente utilizado foi o álcool metílico (metanol) P.A. - ACS (CH<sub>3</sub>OH) – Dinâmica.

O equipamento foi programado para realizar duas extrações para cada cela, com temperatura de 40 °C e tempo de extração de um minuto por ciclo. O volume total de metanol utilizado por amostra variou entre 220 e 240 mL. Após a execução, o extrato foi lavado a partir da cela para um recipiente de recolha (frasco de 250 mL).

Posteriormente, 9,0 mL de cada extrato foram transferidos para frascos âmbar e armazenados a – 20 °C até sua análise no Laboratório de Bioprospecção do Instituto Nacional do Semiárido – INSA, em Campina Grande, PB. Cada extrato foi filtrado em filtros de seringa, PFTE, com poros de 0,22 µm, antes da análise por CLAE.

## **Análises por CLAE**

Os compostos bioativos rutina, quercetina, geraniina e ácido elágico foram analisados por Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (CLAE) (Agilent 1260 INFINITY, Agilent, Alemanha; coluna ZORBAX SB-C18 4,6 x 250 nm, 5µm; pré-coluna 4,5 x 12,5, 5µm; detector de arranjo de diodos 200 a 400 nm). Os solventes usados foram água purificada (Sistema Purificado de Água Osmose Reversa 0810 GEHAKA) e acetonitrila (LiChrosolv®, MERCK - Pureza: > ou = 99,9%).

A separação foi realizada no seguinte gradiente: solvente A (água com 0,3% ácido acético, pH 3,0); solvente B (acetonitrila). Tempo: 0 – 15 min (92% A, 8% B);

15 – 17 min (65% A, 35% B). O fluxo foi de 2,4 mL/min, temperatura controlada a 30 °C e volume de injeção de 5 µL.

Foram utilizados como padrões de referência a rutina, quercetina e ácido elágico da Sigma Aldrich® e geraniina da Chengdu Biopurify Phytochemicals Ltd.. Os padrões foram solubilizados em metanol, exceto a geraniina a qual foi dissolvida em acetonitrila. A diluição para obtenção de concentrações para as curvas de calibração padrão foi: rutina (0,0256 mg/mL, 0,0513 mg/mL, 0,1025 mg/mL, 0,205 mg/mL, 0,41 mg/mL); quercetina (0,025 mg/mL, 0,05 mg/mL, 0,1 mg/mL, 0,2 mg/mL, 0,4 mg/mL); ácido elágico (0,0125 mg/mL, 0,025 mg/mL, 0,05 mg/mL, 0,1 mg/mL) e geraniina (0,0625 mg/mL, 0,125 mg/mL, 0,25 mg/mL, 0,5 mg/mL).

As substâncias foram identificadas através da comparação do tempo de retenção (TR) e do espectro UV. As curvas de calibração dos padrões elaborados com as séries de concentração, acima descritas, foram usadas para a quantificação das substâncias.

### **Análise estatística**

Para o agrupamento dos acessos de cajazeira utilizou-se a Análise de Componentes Principais (ACP) e dispersão gráfica a partir dos dois componentes principais. Foi utilizada a distância euclidiana média padronizada como medida de dissimilaridade genética. Foi utilizado o método aglomerativo UPGMA (Unweighted Pair Group Method with Arithmetic Mean) para o agrupamento dos acessos. Todas as análises estatísticas foram processadas pelo programa GENES (Aplicativo Computacional em Genética e Estatística) versão 2007.0.0 (CRUZ, 2013).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2 estão apresentadas estimativas de parâmetros de compostos bioativos avaliados em folhas e cascas de acessos de cajazeira. Observou-se grande variabilidade entre os acessos para todos os caracteres avaliados como pode ser constatado pelos valores dos coeficientes de variação máximo e mínimo.

Considerando os valores dos compostos bioativos medidos nas folhas e cascas, observaram-se concentrações superiores de ácido elágico nas folhas e concentrações similares de geraniina em folhas e cascas.

Tabela 2. Estimativas de parâmetros de compostos bioativos determinados em folhas e cascas de acessos de cajazeira.

Parâmetro	Folhas (mg/g)				Cascas (mg/g)	
	Rutina	Quercetina	A.E.	Geraniina	A.E.	Geraniina
Média	0,181	0,299	4,368	0,028	0,331	0,003
E. Padrão	0,215	0,222	1,887	0,029	0,198	0,002
CV (%)	118,64	73,95	43,20	106,03	60,13	62,87
Mínimo	0,00	0,00	1,876	0,003	0,045	0,00
Máximo	0,815	0,715	9,321	0,156	0,755	0,007
n	27	27	27	27	27	27

E. Padrão: Erro padrão; A.E.: ácido elágico

A distribuição de frequência corrobora a variabilidade na amostra (Figuras 1 a 6).

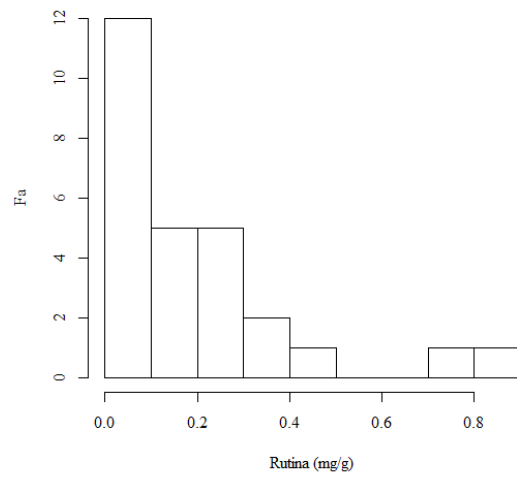


Figura 1. Distribuição de frequência do composto bioativo rutina determinado em folhas de acessos de cajazeira.

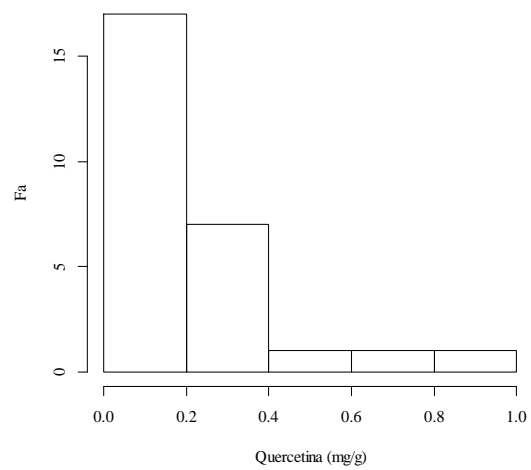


Figura 2. Distribuição de frequência do composto bioativo quercetina determinado em folhas de acessos de cajazeira.

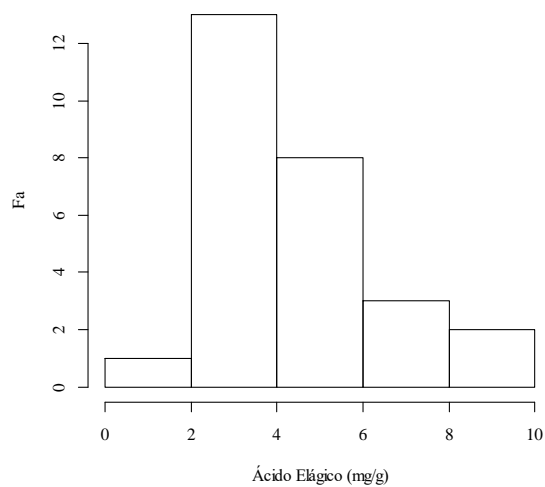


Figura 3. Distribuição de frequência do composto bioativo ácido elágico determinado em folhas de acessos de cajazeira.

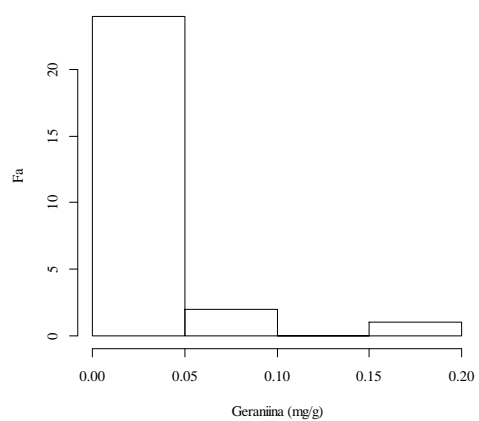


Figura 4. Distribuição de frequência do composto bioativo geraniina determinado em folhas de acessos de cajazeira.

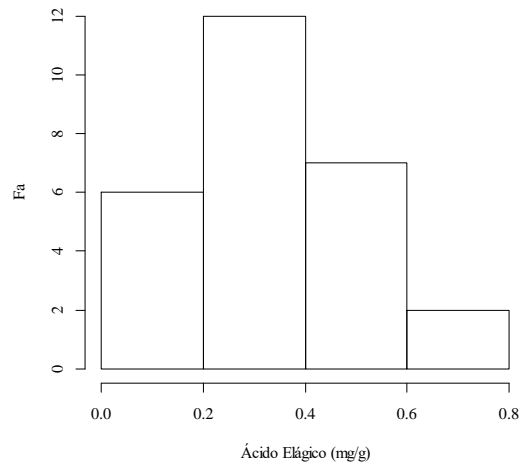


Figura 5. Distribuição de frequência do composto bioativo ácido elágico determinado em cascas de acessos de cajazeira.

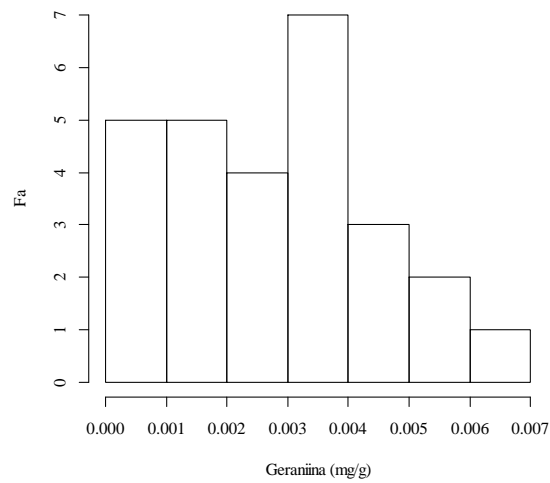


Figura 6. Distribuição de frequência do composto bioativo geraniina determinado em cascas de acessos de cajazeira.

Com relação às correlações, verificou-se que a maioria das correlações foi não-significativa. A rutina correlacionou-se com o ácido elágico na folha. A geraniina na casca correlacionou-se com a rutina, com o ácido elágico na casca e com o ácido elágico na folha. Todas as correlações significativas foram de magnitudes medianas e positivas (Tabela 3).

Tabela 3. Correlações entre compostos bioativos determinados em folhas e cascas de acessos de cajazeiras.

	RUT	QUIE	AEF	GF	AEC	GC
RUT	1,00	0,15 <sup>ns</sup>	0,49 <sup>*</sup>	0,13 <sup>ns</sup>	0,05 <sup>ns</sup>	0,45 <sup>*</sup>
QUIE		1,00	-0,36 <sup>ns</sup>	0,13 <sup>ns</sup>	-0,09 <sup>ns</sup>	-0,05 <sup>ns</sup>
AEF			1,00	-0,03 <sup>ns</sup>	0,08 <sup>ns</sup>	0,42 <sup>*</sup>
GF				1,00	-0,06 <sup>ns</sup>	-0,07 <sup>ns</sup>
AEC					1,00	0,52 <sup>*</sup>
GC						1,00

RUT: rutina; QUIE: quercetina; AEF: ácido elágico na folha; GF: geraniina na folha; AEC: ácido elágico na casca; e GC: geraniina na casca.

Foi estudada inicialmente a diversidade genética com a Análise de Componentes Principais (ACP). A análise permite a redução do espaço n-dimensional para o espaço bidimensional com variáveis ortogonais denominadas componentes principais, que retém a maior parte da variação observada e condensa informações de todas as variáveis originais. No presente trabalho os dois primeiros componentes principais explicaram 56,05% da variação total.



Tabela 4. Estimativas de autovalores e de sua contribuição para a variância total.

Autovalor	Valor	Variância (%)	Contribuição acumulada (%)
$\lambda_1$	2,07	34,57	34,57
$\lambda_2$	1,29	21,48	56,05
$\lambda_3$	1,12	18,68	74,73
$\lambda_4$	0,87	14,56	89,29
$\lambda_5$	0,33	5,51	94,80
$\lambda_6$	0,31	5,20	100,00

Os escores dos dois componentes principais foram utilizados para o agrupamento dos acessos (Figura 7). Três grupos principais foram formados sendo o grupo I composto pela maioria dos acessos (51,85%). Os constituintes do referido grupo foram os seguintes: A-4, A-6, A-8, A-9, A-10, A-11, A-13, A-14, A-15, A-16, A-18, A-21, A-22 e A-26. O grupo II foi composto pelos acessos A-1, A-2, A-12, A-24 e A-27 com valores elevados de ácido elágico nas cascas (Tabela 5 e Figura 7). O grupo III foi formado pelos acessos A-7, A-17, A-20 e A-23 os quais não possuem geraniina e rutina nas cascas (Tabela 5 e Figura 7).

Os demais grupos foram compostos por apenas um acesso. Assim, os grupos IV, V, VI e VII foram compostos pelos acessos A-3, A-5, A-19 e A-25, respectivamente. O acesso A-3 apresentou valores elevados de rutina (0,733 mg/g), quercetina (0,715 mg/g) e geraniina nas folhas (0,047 mg/g) (Tabela 5 e Figura 7) sendo essa a razão principal da sua divergência em relação aos demais. O acesso A-5 apresentou valores elevados de geraniina nas cascas (0,006 mg/g) e de ácido elágico nas folhas (9,321 mg/g) (Tabela 5 e Figura 7). O acesso A-19 apresentou valor elevado de geraniina nas folhas (0,156 mg/g) e o acesso A-25 apresentou valor elevado de quercetina nas folhas (0,676 mg/g) (Tabela 5 e Figura 7).

Nas folhas observou-se que os valores de rutina variaram entre 0,060 e 0,820 mg/g, os de quercetina variaram entre 0,070 e 0,715 mg/g, os de ácido elágico

variaram entre 1,880 e 9,320 mg/g e os de geraniina variaram entre 0,010 e 0,160 mg/g. Nas cascas houve apenas ocorrência do ácido elágico, com variação entre 0,050 e 0,760 mg/g, e da geraniina, com variação entre 0,002 e 0,007 mg/g, inferiores aos valores desses dois compostos encontrados nas folhas.

Os resultados com extratos de folhas de cajazeira neste trabalho são divergentes dos encontrados na literatura, onde Cabral (2014) obteve 19,4 mg/g de ácido elágico, Sabiu et al. (2015) obtiveram 60,0 mg/g de quercetina, Omoregie e Oikeh (2015) obtiveram 78,75 mg/g de quercetina, enquanto Silva et al. (2011) e Silva et al. (2012) obtiveram 41,56 mg/g de ácido elágico e 2,36 mg/g de quercetina. Não foram encontrados estudos quantificando esses compostos em cascas de cajazeira.

Os 27 acessos de cajazeira utilizados são oriundos de diferentes municípios do Estado da Paraíba (Tabela 1). Por ser espécie caducifólia, a cajazeira apresenta o surgimento de folhas após o período de repouso vegetativo. Neste trabalho as coletas das folhas e cascas de cajazeira, para análise de fitoquímicos, não foram realizadas na mesma data porque os acessos iniciam a emissão de folhas em épocas diferentes. Provavelmente, aliado aos fatores ambientais, o período de coleta em épocas diferentes pode ter afetado o teor de compostos bioativos entre os acessos no banco de germoplasma.

Segundo Alves et al. (2010), a variação na constituição química dos metabólitos secundários de plantas é influenciada principalmente pela hereditariedade (composição genética), pela ontogenia (estágio de desenvolvimento da planta) e pelo ambiente. Os fatores genéticos podem influir quantitativa e qualitativamente na composição dos metabólitos secundários enquanto que os fatores ambientais afetam predominantemente a composição quantitativa (ROBBERS et al., 1996)

Segundo Vieira e Agostini-Costa (2007), o teor de metabólitos secundários pode variar dentro da mesma espécie de planta enquanto que espécies distintas podem apresentar perfil químico semelhante. Esses compostos também estão presentes em outras espécies de *Spondias*, embora em quantidades diferentes. Em extrato de folhas

de umbu-cajazeira (*Spondias* sp.) foram obtidos 0,02 mg/g de rutina e 0,008 mg/g de quercetina (SILVA, 2012). Em extrato de folhas de *S. tuberosa* Silva et al. (2011) obtiveram 53,38 mg/g de rutina, 24,46 mg/g de quercetina e 169,76 mg/g de ácido elágico enquanto Guimarães (2015) obteve 76,72 µg/mL de rutina nas folhas, 19,28 µg/mL nas cascas e 9,27 µg/mL nos talos, os quais correspondem, respectivamente, a 0,077 mg/mL, 0,019 mg/mL e 0,009 mg/mL.

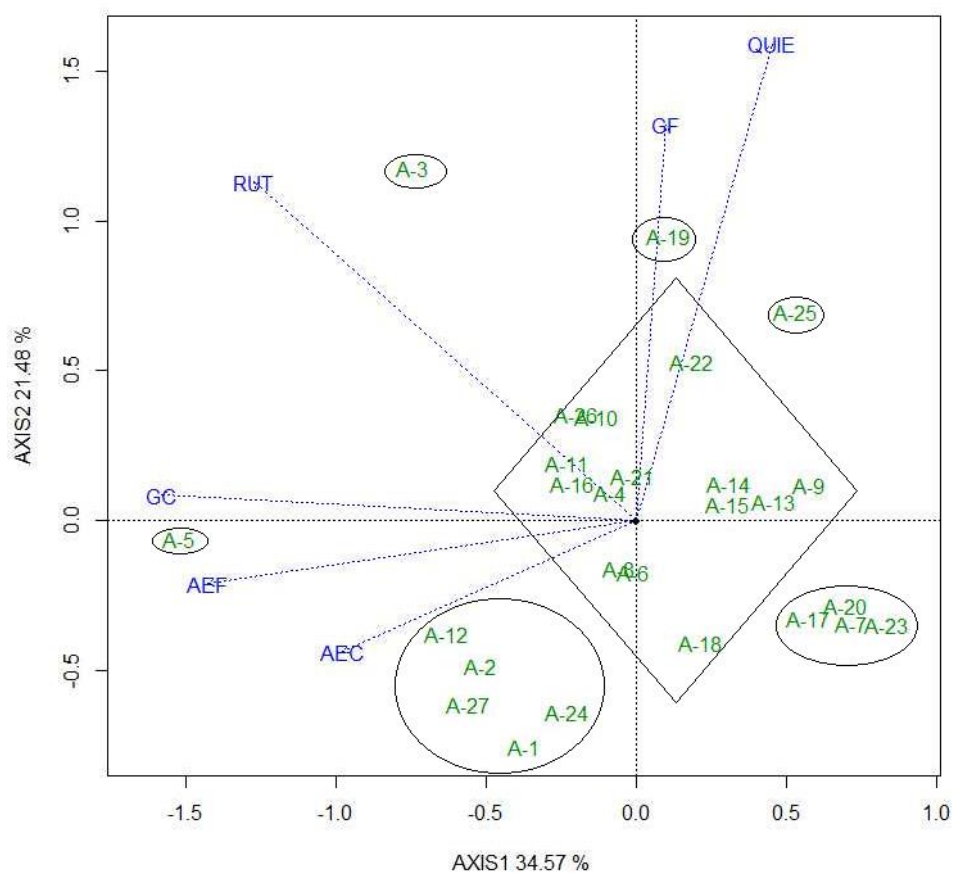


Figura 7. Grupos formados por acessos de cajazeira para compostos bioativos determinados em folhas e cascas (RUT: rutina, QUIE: quercetina e AEF: ácido elágico em folhas, GF: geraniina em folhas, AEC: ácido elágico em cascas e GC: geraniina em cascas).

Tabela 5. Médias de compostos bioativos medidos em folhas e cascas de acessos de cajazeira.

Acesso/Grupo	Folhas (mg/g)				Cascas (mg/g)	
	Rutina	Quercetina	A. E.	Geraniina	A. E.	Geraniina
<b>Grupo I</b>						
4	0,179	0,486	3,230	0,012	0,447	0,005
6	0,280	0,204	4,010	0,004	0,247	0,003
8	0,194	0,268	3,388	0,019	0,552	0,003
9	0,000	0,375	1,876	0,046	0,298	0,002
10	0,423	0,379	3,068	0,024	0,277	0,004
11	0,337	0,356	4,706	0,025	0,318	0,004
13	0,000	0,554	2,310	0,003	0,177	0,004
14	0,000	0,626	2,534	0,009	0,353	0,004
15	0,000	0,586	3,274	0,018	0,512	0,002
16	0,289	0,208	5,054	0,043	0,243	0,004
18	0,058	0,173	2,814	0,017	0,523	0,002
21	0,184	0,457	4,754	0,025	0,376	0,003
22	0,236	0,532	3,636	0,053	0,352	0,002
26	0,316	0,321	4,955	0,052	0,263	0,004
<b>Grupo II</b>						
1	0,000	0,000	6,337	0,013	0,528	0,004
2	0,121	0,000	7,203	0,022	0,258	0,005
12	0,214	0,177	2,662	0,008	0,755	0,007
24	0,000	0,192	5,855	0,009	0,746	0,002
27	0,000	0,000	8,154	0,021	0,260	0,006
<b>Grupo III</b>						
7	0,000	0,000	3,082	0,040	0,069	0,000
17	0,082	0,070	4,109	0,023	0,046	0,000
20	0,000	0,254	3,999	0,008	0,046	0,000
23	0,000	0,170	2,369	0,010	0,054	0,000
<b>Grupo IV</b>						
3	0,733	0,715	7,012	0,047	0,203	0,005
<b>Grupo V</b>						
5	0,815	0,000	9,321	0,013	0,523	0,006
<b>Grupo VI</b>						
19	0,156	0,313	3,553	0,156	0,443	0,003
<b>Grupo VII</b>						
25	0,265	0,676	4,690	0,039	0,064	0,000

A.E.: ácido elágico.

A diversidade foi estudada utilizando a distância euclidiana como medida de dissimilaridade. O agrupamento realizado pelo método hierárquico UPGMA (Figura 8), tendo um ponto de corte baseado na média das distâncias, produziu três grupos principais sendo os demais grupos compostos por somente um acesso. Um aspecto importante deste método é medir a qualidade do agrupamento pela magnitude do coeficiente de correlação cofenética entre a matriz de distâncias originais e a matriz resultante do agrupamento. A estimativa foi elevada ( $r = 0,86^{**}$ ) e altamente significativa confirmando a eficiência do agrupamento. A eficiência é confirmada pelas medidas reduzidas da distorção (3,20) e do estresse (17,89%).

O grupo I foi composto pelos acessos 1, 2, 24 e 27. O grupo II foi composto pela maioria dos acessos correspondendo a 51,85%. O grupo III foi composto pelos acessos 7, 17, 20 e 23. Os acessos 25, 12, 3, 5 e 19 não foram agrupados e constituindo-se em grupos com somente um acesso cada (Figura 8).

Os agrupamentos produzidos pelos dois métodos são praticamente os mesmos. A única diferença está no agrupamento do acesso 12. Na Análise de Componentes Principais (ACP) o referido acesso agrupou-se aos acessos 1, 2, 24 e 27 (Figura7) enquanto que pelo método UPGMA ele não se agrupou com nenhum outro acesso (Figura 7).

De acordo com Cruz e Regazzi (1994), a formação de grupos, com apenas um genótipo cada, permite a formação de dezenas de populações segregantes que melhoram a possibilidade de obtenção de genótipos superiores no que diz respeito às características de interesse econômico.

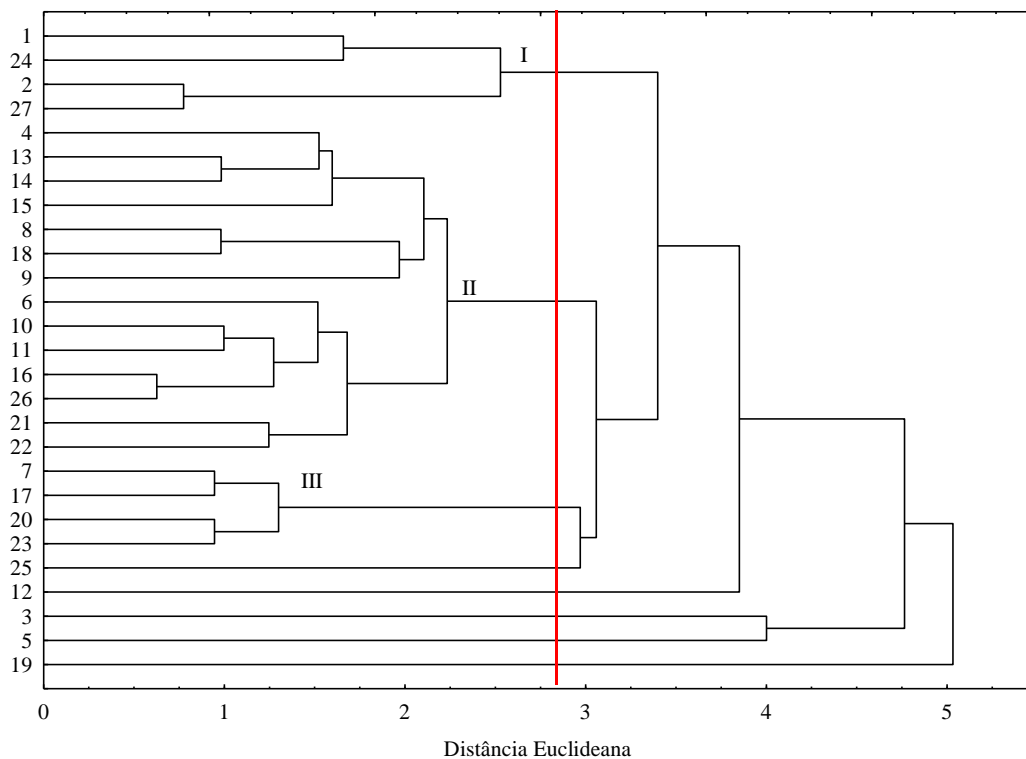


Figura 8. Dendrograma formado com a utilização do método UPGMA a partir das distâncias euclidianas entre acessos de cajazeira para compostos bioativos determinados em folhas e cascas (Correlação cofenética,  $r = 0,86^{**}$ , Distorção = 3,20 e Estresse = 17,89%).

## **4 CONCLUSÃO**

O estudo da diversidade genética demonstrou que há uma variabilidade entre os acessos de cajazeira para os compostos bioativos rutina, quercetina, ácido elágico e geraniina nas folhas e nas cascas. Essa variabilidade deve ser preservada e pode ser explorada em programas de melhoramento genético.

## REFERÊNCIAS

AKINMOLADUN, A. C., CROWN, O. O., OJO, O. B., OLALEYE, T. M., FAROMBI, E. O. Antidenaturation and antioxidative properties of phytochemical components from *Spondias mombin*. **African Journal of Biochemistry Research**, v. 8, n. 5, p. 101-110, 2014.

ALVES, R. B. N.; COSTA, T. S. A.; SILVA D. B.; VIEIRA, R. F. **Manual de Curadores de Germoplasma - Vegetal**: Caracterização química de metabólitos secundários em germoplasma vegetal. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2010. 12 p. (Embrapa Recurso Genéticos e Biotecnologia. Documentos, 315).

AYOKA, A. O.; AKOMOLAFE, R. O.; AKINSOMISOYE, O. S.; UKPONMWAN, O. Medicinal and economic value of *Spondias mombin*. **African Journal of Biomedical Research**, v. 11, p. 129-136, 2008.

CABRAL, B. **Caracterização dos marcadores químicos e avaliação de atividades biológicas do extrato de *Spondias mombin* (Anacardiaceae)**. 2014. 95 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal.

CARVALHO, J. E. U. de; ALVES, R.M. Recursos genéticos de espécies do táxon *Spondias* na Amazônia Oriental. In: LEDERMAN, I. E.; LIRA JUNIOR, J. S. de; SILVA JUNIOR, F. da. (Ed.). ***Spondias no Brasil***: umbú, cajá e espécies afins. Recife: Editora Universitária da UFRPE, 2008, p. 69-74.

CASSIMIRO, C. M. Recursos genéticos e melhoramento de *Spondias* no Estado da Paraíba: cajazeira, ciriguela e cajaraneira. In: LEDERMAN, I. E.; LIRA JUNIOR, J. S. de; SILVA JUNIOR, F. da. (Ed.). ***Spondias no Brasil***: umbú, cajá e espécies afins. Recife: Editora Universitária da UFRPE, 2008, p. 63-68.

CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS. **Química verde no Brasil**: 2010-2030. Ed. rev. e atual. Brasília: 2010. 438 p.



CORREIA, S. de J.; DAVID, J. P.; DAVID, J. M. Metabólitos secundários de espécies de Anacardiaceae. **Química Nova**, v. 29, n. 6, p. 1287-1300, 2006.

CORTHOUT, J., JANSSENS, J., PIETERS, L., VANDEN BERGHE, D., VLIETINCK, A. J.. The isolation of long chain phenol from *Spondias mombin*. **Planta Médica**, v. 55, p. 112-113, 1989.

CORTHOUT, J.; PIETERS, L.; JANSSENS, J.; VLIETINCK, A. Isolation and characterization of geraniin and galloyl-geraninn from *Spondias mombin*. **Planta Médica**, v. 56, p. 584, 1990.

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

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: UFV Imprensa Universitária, 1994. 390p.

GUIMARÃES, A. L. **Estudo fitoquímico e biológico in vitro de *Spondias tuberosa* ARRUDA (Anacardiaceae)**. 2015. 177 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Naturais) - Universidade Federal do Vale do São Francisco, Petrolina.

IGWE, C. U.; ONYEZE G. O. C; ONWULIRI V. A; OSUAGWU C. G.; OJIAKO A. O. Evaluation of the chemical compositions of the leaf of *Spondias mombin* Linn from Nigeria. **Australian Journal of Basic and Applied Sciences**, v. 4, n. 5, p. 706-710, 2010.

LIRA JÚNIOR, J. S. de; BEZERRA, J. E. F.; LEDERMAN, I. E.; MOURA, R. M. de. Recursos genéticos e melhoramento de *Spondias* em Pernambuco: cajazeira, cirigueleira e cajá-umbuzeiro. In: LEDERMAN, I. E.; LIRA JUNIOR, J. S. de; SILVA JUNIOR, F. da. (Ed.). ***Spondias no Brasil***: umbú, cajá e espécies afins. Recife: Editora Universitária da UFRPE, 2008. p. 80-86.

MADUKA, H. C. C.; OKPOGBA, A. N.; UGWU, C. E.; DIKE, C. C.; OGUECHE, P. N.; ONWUZURIKE, D. T.; IBE, D. C. Phytochemical, antioxidant and microbial inhibitory effects of *Spondias mombin* leaf and stem bark extracts. **Journal of Pharmacy and Biological Sciences**, v. 9, n. 2, p. 14-17, 2014.

NODARI, R. O.; GUERRA, M. P.; SIMÕES, C.M.O. Aspectos genéticos e moleculares da produção vegetal. . In: SIMÕES, C. M. O.; SCHENKEL, E. P.; GOSMANN, G.; MELLO, J. C. P.; MENTZ, L. A.; PETROVICK, J. C. P. (Org.) **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. 5. ed. rev. ampl. Porto Alegre/Florianópolis: UFRGS/UFSC, 2003. p. 29-74.

OKONKWO, S.I. Isolation and characterization of tannin metabolites in *Spondias mombin* (Linn) (Anacardiaceae). **Natural and Applied Sciences Journal**, v. 10, n. 1, p. 21-29, 2009.

OMOREGIE, E. S.; OIKEH, E. I. Comparative studies on the phytochemical composition, phenolic content and antioxidant activities of methanol leaf extracts of *Spondias mombin* and *Polyathia longifolia*. **Jordan Journal of Biological Sciences**, v. 8, n. 2, 2015.

ROBBERS, J. E., SPEEDIE, M., TYLER, V.E. **Pharmacognosy and pharmacobiotechnology**, Baltimor, USA: Willians & Wilkins Co. Ed., 1996. 337p.

SACRAMENTO, C. K. do; SOUZA, F. X. de. Cajá. In. SANTOS-SEREJO, J. A. dos; DANTAS, J. L. L.; SAMPAIO, C. V.; COELHO, Y. da S. **Fruticultura Tropical: espécies regionais e exóticas**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2009, p 83-105.

SABIU, S.; TAOFEEQ, G.; TAOFIK, S. O.; OLADIPIPO, A. E.; OLAREWAJU, S. A.; ISMAILA, N. O.; ABDULAZEEZ, B. Indomethacin-induced gastric ulceration in rats: protective roles of *Spondias mombin* and *Ficus exasperata*. **Toxicology Reports**, v. 2, p. 261-267, 2015.

SALOMÃO, A. N. **Manual de curadores de germoplasma-vegetal: glossário.** Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2010. 14p. (Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. Documentos, 326).

SANTANA, F. F. **Caracterização de genótipo de cajazeiras.** 2010. 97 f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal.

SHITTU, O. B., OLABODE, O. O., OMEMU, A. M., OLUWALANA, S. A., ADENIRAN, S., AKPAN, I. Phytochemical and antimicrobial screening of *Spondias mombin*, *Senna occidentalis* and *Musa sapientum* against *Vibrio cholera*. **International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences**, v. 3, n. 5, p. 948-961, 2014.

SILVA, G. A. D. **Avaliação da composição química, atividade antioxidante, antibacteriana, antinoceptiva, antiinflamatória e toxicidade do extrato metanólico e frações de folhas de *Spondias* sp. (Anacardiaceae).** 2012. 132f. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal.

SILVA, A. R. A. da; MORAIS, S. M. de; MARQUES, M. M. M.; LIMA, D. M.; SANTOS, S. C. C.; ALMEIDA, R. R. de; VIEIRA, I. G. P.; GUEDES, M. I. F. Antiviral activities of extracts and phenolic components of two *Spondias* species against dengue virus. **Journal of Venomous Animals and Toxins including Tropical Diseases**, v. 17, n. 4, p. 406-413, 2011.

SILVA, A. R. A. da; MORAIS, S. M. de; MARQUES, M. M. M.; OLIVEIRA, D. F. de; BARROS, C. C.; ALMEIDA, R. R. de; VIEIRA, I. G. P.; GUEDES, M. I. F. Chemical composition, antioxidant and antibacterial activities of two *Spondias* species from Northeastern Brazil. **Pharmaceutical Biology**, v. 50, n. 6, p. 740-746, 2012.

SILVA, C. A.; COSTA, P. R.; DETONI, J. L.; ALEXANDRE, R. S.; CRUZ, C. D.; SCHMILDT, O.; SCHMILDT, E. R. Divergência genética entre acessos de cajazinho (*Spondias mombin* L.) no norte do Espírito Santo. **Revista Ceres**, v. 61, n. 3, p. 362-369, 2014a.

SILVA, G. A. da; BRITO, N. J. N. de; SANTOS, E. C. G. dos; LÓPES, J. A.; ALMEIDA, M. das G. Gênero *Spondias*: aspectos botânicos, composição química e potencial farmacológico. **Journal of Biology & Pharmacy and Agricultural Management**, v. 10, n. 1, 2014b.

SOUZA, F. X. Recursos genéticos e melhoramento de *Spondias* no Brasil – cajazeira. In: LEDERMAN, I. E.; LIRA JUNIOR, J. S. de; SILVA JUNIOR, F. da. (Ed.). ***Spondias no Brasil***: umbú, cajá e espécies afins. Recife: Editora Universitária da UFRPE, 2008. p. 45-53.

VALLS, J. M. F. Caracterização de recursos genéticos vegetais. In: NASS, L. L. (Ed.). **Recursos genéticos vegetais**. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2007. p. 281-305.

VIEIRA, R. F.; AGOSTINI-COSTA, T. S. Caracterização química de metabólitos secundários em germoplasma vegetal. In: NASS, L. L. (Ed.). **Recursos genéticos vegetais**. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2007. p. 343-372.