

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE JATAÍ**  
**CAMPUS - JATOBÁ**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

**CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA DE FRUTO,  
ENDOCARPO, SEMENTES E PLÂNTULAS E SUPERAÇÃO  
DE DORMÊNCIA DE CAJÁ-MANGA**

**Pedro Henrique Magalhães de Souza**

Engenheiro Agrônomo

JATAÍ – GOIÁS – BRASIL

JULHO 2020



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS  
UNIDADE ACADÊMICA ESPECIAL DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

## TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO (TECA) PARA DISPONIBILIZAR VERSÕES ELETRÔNICAS DE TESES

### E DISSERTAÇÕES NA BIBLIOTECA DIGITAL DA UFG

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Federal de Goiás (UFG) a disponibilizar, gratuitamente, por meio da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD/UFG), regulamentada pela Resolução CEPEC nº 832/2007, sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a [Lei 9.610/98](#), o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou download, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

O conteúdo das Teses e Dissertações disponibilizado na BDTD/UFG é de responsabilidade exclusiva do autor. Ao encaminhar o produto final, o autor(a) e o(a) orientador(a) firmam o compromisso de que o trabalho não contém nenhuma violação de quaisquer direitos autorais ou outro direito de terceiros.

#### 1. Identificação do material bibliográfico

Dissertação      Tese

#### 2. Nome completo do autor: PEDRO HENRIQUE MAGALHÃES DE SOUZA

#### 3. Título do trabalho: CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA DE FRUTO, ENDOCARPO, SEMENTES E PLÂNTULAS E SUPERAÇÃO DE DORMÊNCIA DE CAJÁ-MANGA

#### 4. Informações de acesso ao documento (este campo deve ser preenchido pelo orientador)

Concorda com a liberação total do documento  SIM      NÃO<sup>1</sup>

**[1]** Neste caso o documento será embargado por até um ano a partir da data de defesa. Após esse período, a possível disponibilização ocorrerá apenas mediante:

- a)** consulta ao(à) autor(a) e ao(à) orientador(a);
- b)** novo Termo de Ciência e de Autorização (TECA) assinado e inserido no arquivo da tese ou dissertação.

O documento não será disponibilizado durante o período de embargo.

Casos de embargo:

- Solicitação de registro de patente;
- Submissão de artigo em revista científica;

- Publicação como capítulo de livro;
- Publicação da dissertação/tese em livro.

**Obs. Este termo deverá ser assinado no SEI pelo orientador e pelo autor.**



Documento assinado eletronicamente por **Danielle Fabíola Pereira Da Silva, Vice-Coordenadora de Pós-graduação**, em 10/08/2020, às 17:37, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **PEDRO HENRIQUE MAGALHÃES DE SOUZA, Usuário Externo**, em 11/08/2020, às 22:15, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site

[https://sei.ufg.br/sei/controlador\\_externo.php?acao=documento\\_conferir&id\\_orgao\\_ace\\_sso\\_externo=0](https://sei.ufg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_ace_sso_externo=0), informando o código verificador **1443600** e o código CRC **F48AFF65**.

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE JATAÍ**  
**CAMPUS - JATOBÁ**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

**CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA DE FRUTO,  
ENDOCARPO, SEMENTES E PLÂNTULAS E SUPERAÇÃO  
DE DORMÊNCIA DE CAJÁ-MANGA**

**Pedro Henrique Magalhães de Souza**

**Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Danielle Fabíola Pereira da Silva**  
**Coorientadores: Prof. Dr. Givanildo Zildo da Silva**  
**Prof. Dr. Diego Ismael Rocha**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Jataí, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Agronomia (Produção Vegetal).

JATAÍ – GOIÁS – BRASIL

JULHO DE 2020

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UFG.

Magalhaes de Souza, Pedro Henrique  
Caracterização morfológica de fruto, endocarpo, sementes e plântulas e superação de dormência de cajá-manga [manuscrito] / Pedro Henrique Magalhaes de Souza. - 2020.  
54 f.

Orientador: Profa. Dra. Danielle Fabíola Pereira da Silva; co orientador Dr. Givanildo Zildo da Silva; co-orientador Dr. Diego Ismael Rocha.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Goiás, Unidade Acadêmica Especial de Ciências Agrárias, Jataí, Programa de Pós Graduação em Agronomia - Produção Vegetal, Jataí, 2020.

1. Caracterização Morfológica. 2. Qualidade de frutos. 3. Dormência. 4. Spondias dulcis. 5. Germinação. I. Pereira da Silva, Danielle Fabíola, orient. II. Título.

CDU 631/635



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS

UNIDADE ACADÊMICA ESPECIAL DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

### ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO

Ata nº **014/2020-PPGA** da sessão de Defesa de Dissertação de **PEDRO HENRIQUE MAGALHÃES DE SOUZA**, que confere o título de Mestre em **AGRONOMIA** do Programa de Pós-graduação em Agronomia, na área de concentração em **Produção Vegetal**.

Ao décimo sexto dia do mês de julho do ano de dois mil e vinte, a partir das 08:00 horas, realizou-se através de videoconferência, a Defesa de Dissertação intitulada “**CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA DE FRUTO, ENDOCARPO, SEMENTES E PLÂNTULAS E SUPERAÇÃO DE DORMÊNCIA DE CAJÁ-MANGA**”. Os trabalhos foram instalados pela Orientadora, Professora Doutora Danielle Fabíola Pereira da Silva (UACIAGRA/UFJ), com a participação dos demais membros da Banca Examinadora: Professor Doutor Alejandro Hurtado Salazar (Universidad de Caldas, Colômbia), membro titular externo; Professor Doutor João Alison Alves Oliveira (Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Posse/GO), membro titular externo. Durante a arguição os membros da banca [**não/fizeram**] sugestão de alteração do título do trabalho [A Banca Examinadora reuniu-se em sessão secreta a fim de concluir o julgamento da Dissertação, tendo sido o candidato **aprovado** pelos seus membros. Proclamados os resultados pela Professora Doutora Danielle Fabíola Pereira da Silva, Presidenta da Banca Examinadora, foram encerrados os trabalhos e, para constar, lavrou-se a presente ata que é assinada pelos Membros da Banca Examinadora, ao décimo sexto dia do mês de julho do ano de dois mil e vinte.



---

Documento assinado eletronicamente por **Danielle Fabíola Pereira Da Silva, Orientadora**, em 16/07/2020, às 15:59, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



---

Documento assinado eletronicamente por **João Alison Alves Oliveira, Usuário Externo**, em 16/07/2020, às 16:02, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).

---



Documento assinado eletronicamente por **Alejandro Hurtado Salazar, Usuário Externo**, em 16/07/2020, às 16:07, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).

---



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site

[https://sei.ufg.br/sei/controlador\\_externo.php?acao=documento\\_conferir&id\\_orgao\\_acesso\\_externo=0](https://sei.ufg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código verificador **1421350** e o código CRC **68D11D64**.

---

**Referência:** Processo nº 23070.026952/2020-87

SEI nº 1421350

## **DADOS CURRICULARES DO AUTOR**

**PEDRO HENRIQUE MAGALHÃES DE SOUZA** – nascido na cidade de Jataí, em 13 de julho de 1987, filho de Idione Lima Souza e Regina Célia Magalhães Lima Souza. Ingressou no curso de Agronomia na Universidade Federal de Goiás, Regional – Jataí, no mês de fevereiro de 2011, e obteve o título de bacharel em Agronomia em março de 2018. Em agosto de 2018, iniciou no curso de Mestrado em agronomia, área de concentração Produção Vegetal, no Programa de Pós-graduação em Agronomia na Universidade Federal de Goiás, Regional Jataí-GO, submetendo a defesa da dissertação em julho de 2020.



## **OFEREÇO**

À minha avó Francisca Barbosa Magalhães *“in memorian”*

Por todo apoio, dedicação e atenção nos seus momentos de vida e pela sua presença nos dias mais difíceis da minha vida.

***Dedico***

Aos meus pais Idione Lima Souza e Regina Célia Magalhaes Lima Souza, minha Tia Maria Magalhães Carvalho e a todos aqueles que me confiaram essa jornada.

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus e Nossa Senhora, pela oportunidade de evoluir e todas as bênçãos recebidas nesta etapa.

A minha família, que me mostrou que o maior desafio a ser vencido, seria eu contra mim mesmo.

A Universidade Federal de Jataí, e ao Programa de Pós-graduação em Agronomia, que me ofereceu todo o suporte para realizar este trabalho durante o mestrado.

A minha Orientadora Profa. Danielle Fabíola Pereira da Silva, pela oportunidade de ter sido seu orientado, pela paciência, pelos ensinamentos e toda a confiança durante esse período.

Ao Professor Givanildo Zildo da Silva, pela coorientação, pelos ensinamentos, conselhos, toda a ajuda durante a realização deste trabalho.

Ao Professor Diego Ismael Rocha, por todas as contribuições feitas tanto profissional quanto pessoal.

Aos colegas do PPGA pelo companheirismo e aprendizado, cuja amizade espero levar por toda a vida.

Aos componentes da banca examinadora Prof João Alison Alves Oliveira e Prof Alejandro Hurtado Salazar agradeço pelo tempo disponibilizado.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de Mestrado.

A equipe do Núcleo de Pesquisas Agronômicas (NPA), Rogério Borges de Oliveira Paz e Aldair Sigim dos Santos por toda contribuição e acompanhamento nas etapas do trabalho.

A todos os amigos do grupo de fruticultura sem exceções. Sou muito grato a cada um, pois sem vocês a realização desse trabalho seria inviável.

Aos meus amigos Maikon Ferreira Barbosa e Lázaro Rubens de Araújo Pinto por estarem comigo nas minhas angústias e tristezas por serem um grande apoio durante esta jornada.

Muito Obrigado!!!

## SUMÁRIO

	Página
RESUMO .....	xiii
SUMMARY .....	xiv
CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS .....	1
1.2. REVISÃO DE LITERATURA .....	2
1.2.1. Caracterização da Família Anarcadiaceae .....	2
1.2.2. Considerações sobre a espécie <i>Spondias dulcis</i> .....	3
1.2.3 Importância .....	3
1.2.4. Propagação.....	4
1.2.5. Considerações sobre a morfologia do fruto, sementes e plântulas.....	5
1.2.6. Dormência de Sementes.....	6
1.2.7. Germinação de Sementes .....	7
1.2.8. Métodos de superação da dormência.....	8
1.2.9. Fitorreguladores.....	9
1.3. OBJETIVOS .....	9
1.3.1. Objetivo Geral .....	9
1.3.2. Objetivos Específicos.....	10
1.4. REFERÊNCIAS.....	10
CAPÍTULO 2 – CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA DE FRUTO, ENDOCARPO, SEMENTES E PLÂNTULAS DE CAJÁ-MANGA.....	13
RESUMO .....	13
SUMMARY .....	14
2.1.INTRODUÇÃO.....	16
2.2. MATERIAL E MÉTODOS.....	16
2.3. RESULTADOS E DISCUSSÕES .....	19
2.4. CONCLUSÃO .....	28
2.5. REFERÊNCIAS.....	29
CAPÍTULO 3 - QUALIDADE DE FRUTOS DE CAJÁ-MANGA PROVINIENTES DO MUNICÍPIO DE JATAÍ-GOIÁS .....	32
RESUMO.....	32
SUMMARY .....	33
3.1. INTRODUÇÃO .....	34
3.2. MATERIAL E MÉTODOS.....	35

3.3. RESULTADOS E DISCUSSÕES .....	36
3.3. CONCLUSÃO .....	41
3.4. REFERÊNCIAS.....	36
CAPÍTULO 4 – SUPERAÇÃO DE DORMÊNCIA DE SEMENTES DE CAJÁ- MANGA.....	45
RESUMO .....	45
SUMMARY.....	46
4.1. INTRODUÇÃO.....	47
4.2. MATERIAL E MÉTODOS.....	48
4.3. RESULTADOS E DISCUSSÕES .....	50
4.3. CONCLUSÃO .....	55
4.4. REFERÊNCIAS.....	55

## CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA DE FRUTO, ENDOCARPO, SEMENTES E PLÂNTULAS E SUPERAÇÃO DE DORMÊNCIA DE CAJÁ-MANGA

**RESUMO** - Objetivou-se com este trabalho realizar a caracterização morfométricas dos frutos, endocarpos, sementes e plântulas e verificar métodos para a superação da dormência de sementes de cajá-manga (*Spondias dulcis* Parkinson) mediante a condução de três experimentos: no primeiro experimento avaliou os aspectos morfométricos do fruto, endocarpo, sementes verdadeiras e plântulas. No segundo experimento, caracterizou a qualidade dos frutos de cajá-manga, através de características físicas e químicas. No terceiro experimento avaliou a influência dos métodos para a superação da dormência, aplicando os seguintes tratamentos: testemunha, escarificados na porção distal, escarificados na porção distal seguidos de embebição em: água, solução de GA<sub>3</sub> e citocinina. Os experimentos foram conduzidos na Universidade Federal de Jataí. Os frutos foram obtidos de plantas matrizes de *S. dulcis*, no município de Jataí-GO. O primeiro e segundo experimento foi conduzido em delineamento inteiramente causalizado, e terceiro o experimento foi conduzido em blocos casualizados, os dados coletados foram submetidos ao teste de normalidade e homogeneidade dos erros, e posteriormente ao teste F da análise de variância. As médias foram agrupadas pelo método de Scott-Knott, adotando-se o nível de 1% de probabilidade de erro. Os frutos originários da matriz 5, são frutos maiores, mais largos e mais alongados, característica essa importante para serem utilizados pela indústria e na aceitação desses frutos pelo mercado consumidor. Os frutos colhidos em Jataí-GO indicam que podem ser consumidos *in natura* e também para a industrialização. O uso de ácido giberélico associado com citocinina por 12 h com dose 350 mgL<sup>-1</sup> se destacou para a superação de dormência de sementes de cajá-manga.

**Palavras-Chave:** Qualidade do fruto, *Spondias dulcis*, germinação.

## MORPHOLOGICAL CHARACTERIZATION OF FRUIT, ENDOCARP, SEEDS AND DORMANCY OVERCOMING SEEDLINGS OF CAJÁ-MANGA

**SUMMARY** – The objective this work was to accomplish the morfometric characterizing fruit, endocarps, seeds and seedlings and check a method to the dormancy overcoming of cajá-manga seeds (*Spondias dulcis* Parkinson) upon three conducting experiments. The first experiment was evaluated the morphological of fruit, endocarp, true seed and seedlings aspect. The second experiment was evaluated the quality cajá-manga fruits by characterization physical and chemical. The third experiment was evaluated the method influence for dormancy overcome in the followings treatments: control, distal portion scarification, distal portion scarification with imbibition in water, GA<sub>3</sub> and cytokinins solution. The experiments were carried out at Universidade Federal de Jataí. The fruits were obtained from the *S. dulcis* plants around the Jataí City – Goiás. The first and second experiments were conducted in the completely randomized design and the third experiment was subjected in the random block design, the data collected and subjected in the homogeneity test and error normality, thereafter, it was carried out the analysis variance to the test F. The means were grouped using the Scott-Knott method, adopting the 1% probability error level. The fruits from the matrix 5, are larger, wider and more elongated fruits, an important characteristic for being uses by industry and in the acceptance these fruits at consumer market. The fruits harvested in Jataí City indicated, that, they could be consumed in nature and also industrialization. The gibberellic acid associated with cytokinin use for 12 h at a dose of 350 mgL<sup>-1</sup> stood out for dormancy overcoming of cajá-manga seeds.

**Keywords:** Fruit quality, germination, *Spondias dulcis*

## **CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS**

### **1.1. INTRODUÇÃO**

O Brasil possui uma das maiores diversidades de espécies vegetais do planeta, através de sua extensão continental e localização geográfica, apresenta uma enorme faixa de variação de clima e solo, o que o torna privilegiado para a exploração de recursos de valor potencial (SOUZA FILHO et al., 2002).

Um dos maiores exemplos são as frutíferas nativas que possuem uma rica diversidade vegetal, e apresentam um enorme potencial de inserção no mercado através de diferentes produtos, sendo necessários novos estudos que visem o desenvolvimento de técnicas que possam permitir a produção comercial e posterior inserção dessas frutíferas no mercado (MOURA et al., 2011)

Dentre as diversas espécies frutíferas destaca-se o cajá-manga (*Spondias dulcis* Parkinson), também conhecido como taperebá, cajarana, entre outros nomes populares. O cajá-manga é um fruto exótico originário das Ilhas da Polinésia. No Brasil, ele é encontrado no semiárido brasileiro, sendo explorado de forma extrativista, cultivado em pomares domésticos ou em plantios extrativistas (SOUZA et al., 1998; JANICK; & PAULL, 2008)

Alguns problemas limitam a exploração comercial dentro do gênero *Spondias*, como, por exemplo, o porte elevado das árvores que, além de dificultar o processo de colheita, é responsável por significativa perda de frutos. O fruto possui um endocarpo altamente coriáceo, o qual, impede o crescimento e a expansão do embrião, além de restringir a entrada de água e oxigênio no interior da semente. A presença de dormência nas sementes é uma importante característica adaptativa nas plantas, permitindo o controle de onde e quando a semente poderá germinar e a plântula se estabelecer (SACRAMENTO & SOUZA, 2009)

A sementes possuem uma elevada dormência, o que tem sido um dos fatores limitantes para o cultivo, dificultando tanto o avanço da produção em larga escala comercial, para isso, é necessário conhecer a morfologia dos diásporos do cajá-

manga, para entender, os melhores métodos para a superação da dormência (CARVALHO et al., 1998; AZEVEDO et al., 2004; BRASIL, 2013).

A superação da dormência é importante para que o processo de germinação ocorra sem restrições, porém, existem formas que vão acelerar e otimizar a germinação, tem-se como exemplos o uso de tratamento pré-germinativos como: imersão em água, escarificação tanto química, quanto a mecânica, fitorreguladores, entre outras (MARCOS FILHO, 2005; BASKIN & BASKIN, 2014).

Para justificar o presente estudo, considera-se principalmente a exploração extrativista desta frutífera no Cerrado, tendo um alto potencial comercial e econômico. Devido à sua falta de domesticação e pela escassez de dados na literatura para seu relativo estudo, é importante que se faça o estudo da dormência em relação aos aspectos morfológicos, visando identificar técnicas para realizar a superação da dormência e contribuindo assim o manejo dessa espécie.

## 1.2. REVISÃO DE LITERATURA

### 1.2.1. Caracterização da Família Anarcadiaceae

A família Anarcadiaceae engloba em torno de 73 gêneros e aproximadamente 850 espécies. Nas Américas existem aproximadamente 32 gêneros nativos, sendo que 77% das espécies são endêmicas do continente americano que possuem representantes em outros continentes também (SILVA-LUZ & PIRANI, 2010).

Por ser uma família que está inserida em grupos de plantas que são lenhosas, com folhas simples ou compostas, as suas possuem flores dialipétalas, e números de estames com o mesmo número de pétalas chamado de isostêmones, os quais produzem frutos carnosos e secos unisseminados, o gênero *Spondias* sendo um importante gênero dessa família (FOURNET, 2002; MOURA et al., 2013).

No Brasil é de maior prevalência nas regiões Norte, Nordeste e Centro-oeste a espécie de maior ocorrência é *Spondias cytherea* Sonn., ou *S. dulcis* Parkinson (cajaraneira ou cajá-manga); *S. tuberosa* Arr. Câm. (umbuzeiro ou imbuzeiro), e os híbridos naturais cajá-umbu e umbu-cajá (*S. mombin* x *S. tuberosa* e *S. tuberosa* x *S. mombin*, respectivamente), estas endêmicas do Nordeste Brasileiro, cajaguela (*S.*



*mombin* x *S. purpúrea*) e umbuguela (*S. tuberosa* x *S. purpurea*), todas frutíferas arbóreas (SILVA et al., 2009).).

### **1.2.2. Considerações sobre a espécie *Spondias dulcis***

A árvore cresce atingindo rapidamente altura de 18 m, os frutos chegam a pesar 450 g e as árvores não atingem 9-12 m em outras regiões do território nacional. Os frutos apresentam em regime de cachos com uma dúzia ou mais um pouco, irregulares com algumas protuberâncias e 6-9 cm de comprimento, casca fina e firme. Os frutos são do tipo climatério e, à medida que amadurecem, as cascas tornam-se amarelo ouro, quando amarelos, podem cair no chão (FOURNET, 2002; GOMES, 2007).

Todas essas características fazem do cajá-manga uma importante espécie para os produtores, pois agregam valores a subprodutos muito apreciados pela população. Possuem um sabor característico agridoce e fortemente aromático, sendo muito apreciado *in natura* (ISHAK et al., 2005)

Pode ser consumido na forma de produtos processados, principalmente polpa congelada, bebidas, doces, sorvetes e picolés Atualmente, até mesmo os resíduos provenientes do processamento do cajá-manga têm sido aproveitados, com justificativas de agregação de valor, redução de impactos ambientais pelo descarte indiscriminado e promoção do desenvolvimento da região pela geração de emprego e renda (LORENZI, 2006; KOHATSU et al., 2011).

### **1.2.3. Importância**

O cajá-manga tem um aspecto funcional relevante, pois possui elevado teor de carotenoides, vitamina C e taninos, que podem atuar como substâncias antioxidantes colaborando para o aumento do consumo e interesse das indústrias alimentícias que o utiliza como matéria-prima (BARRETO et al., 2009). Como descritos na Tabela 1.

**Tabela 1.** Valores nutricionais referentes ao cajá-manga.

Cajá-manga ( <i>Spondias dulcis</i> Parkinson) Valores em 100g de fruta	
Valor Energético Total	65,62 kcal
Umidade	83,66 g
Proteína	1,06 g
Fibra Alimentar	0,76 g
Vitamina C	31,5 mg

Fonte: Adaptado Donadio & Zaccaro, 1998

O rendimento em polpa superior a 60% justifica a sua utilização no processamento de sucos, néctares, sorvetes e geleias. Essa transformação do fruto aparece como um meio de conservação, apresentando vantagem da utilização do excedente de produção, bem como evitar problemas de sazonalidade (GUIMARÃES et al., 2020)

Muitas pesquisas veem sendo desenvolvidas com o cajá-manga, explorando suas propriedades e desenvolvendo produtos a partir desta fruta. De fato, em trabalho recente foi avaliado a composição físico-química e compostos bioativos da cajá-manga (*S. dulcis*) em dois estágios de maturação do fruto, sendo que os teores de sólidos solúveis não foram alterados do fruto verde em relação ao maduro, com relação aos compostos bioativos os valores foram relevantes quando comparados com outras frutas (AROUCHA et al., 2012).

Apresenta, no entanto, alguns problemas fitotécnicos relacionados à produção de mudas e sementes da espécie como a germinação lenta e desuniforme ao longo do tempo e também a sua melhor forma de propagação. Os conhecimentos e tecnologias disponíveis ainda não permitem o cultivo em larga escala, sendo a exploração extrativista, em sua grande maioria (SACRAMENTO & SOUZA, 2009).

#### 1.2.4. Propagação

A propagação é o processo de multiplicação de plantas com a finalidade de perpetuar a espécie e preservar características desejáveis. As plantas frutíferas de uma forma geral, se propagam por via sexuada ou gâmica (sementes) e por via vegetativa ou assexuada (HARTMANN et al., 2011).

Nas espécies frutíferas a propagação ocorre, em sua maioria, através das sementes, a escala comercial por este processo é indesejável, pois acarretam percentagens e baixas velocidades de germinação, confirmando a lenta e a desuniforme germinação da espécie, baixa produção dos frutos, produção tardia e gastos onerosos de tempo e recursos financeiros tornando-se prejudicial aos programas de silvicultura e para produtores rurais (FACHINELLO et al., 2005).

A propagação assexuada é considerada um excelente método na produção de mudas de qualidade, para espécies que possuem dificuldade em serem propagadas por sementes em condições naturais ou que demandam de muito tempo para a sua produção (OLIVEIRA & RIBEIRO, 2013).

A carência de informações disponíveis na literatura em relação a forma de propagar são entraves para o comercial de espécies frutíferas pertencente a essa espécie, que ocorrem em sua maioria por propagação via seminal, o que demanda de tempo para a produção e colheita de frutos em larga escala (SANTOS et al., 2010)

Devido a isso, ocorre a importância de fazer estudo da morfologia do frutos e desenvolvimento de técnicas de superação de dormência para ocorra o melhor manejo dessa espécie no cerrado brasileiro (AZEVEDO et al., 2004)

### **1.2.5. Considerações sobre a morfologia do fruto, sementes e plântulas**

A importância dos estudos morfológicos resulta, em grande parte, do fato do seu conhecimento estar na base da identificação das espécies. Em determinadas circunstâncias, tem se apenas o fruto, a semente ou a plântula para o seu reconhecimento (AZEVEDO et al., 2004). O conhecimento morfológico de frutos, sementes e plântulas de cajá-manga é escasso para a espécie, sendo de grande importância o seu estudo para poder identificar e otimizar o processo de germinação.

O intuito de obter maior conhecimento sobre esses caracteres morfológicos, além de fornecer informações relativas à identificação e diferenciação de espécies, também auxilia nos laboratórios de análise de sementes, no reconhecimento da planta no campo (SOARES et al., 2017).

A caracterização morfológica identificou que o endocarpo, é fibroso, popularmente chamado de “caroço”. Alguns caroços possuem de um a cinco lóculos, na maioria das vezes vazios ou com uma quantidade variável de sementes, a depender do acesso considerado (SACRAMENTO & SOUZA, 2009)

Devido à escassez de informações sobre a morfologia dos frutos, endocarpos e das sementes desta espécie faz-se necessário a elaboração de estudos voltados a conhecer as características intrínsecas dessa espécie, para uma maior exploração do seu potencial econômico nas mais diversas finalidades.

### **1.2.6. Dormência de Sementes**

A dormência de sementes trata-se de um mecanismo existente em algumas espécies, o qual, não permite que as mesmas germinem, mesmo que estejam com alta viabilidade e em condições ambientais favoráveis. As variações ambientais podem vir a comprometer ou inibir a atividade metabólica normal, desta forma a defesa das sementes contra essas variações são essenciais para a garantia da preservação de espécies em diferentes ambientes (MARCOS FILHO, 2005).

Existem diversas classificações para a dormência. Em uma delas são definidos dois tipos: a) dormência primária: que se manifesta ainda durante a maturação da semente e b) dormência secundária: quando as sementes são induzidas a entrar em dormência devido à condições ambientais desfavoráveis, tais como elevadas temperaturas e falta de oxigênio (CARDOSO, 2009).

O tipo de dormência presente nas sementes de cajá-manga é a combinação entre dormência física e fisiológica. Existem diferentes tipos de dormência nas sementes e são dois mecanismos que regulam a germinação das sementes do cajá-manga, como evidenciou Martins et al. (2019) em outra espécie do gênero *Spondias*.

O primeiro, imposto pelo tegumento, que atua como fator limitante, promovendo resistência mecânica à expansão do embrião, como também às trocas gasosas e o segundo, de natureza fisiológica, que pode ser quebrado com pré-embrição dos caroços em solução de ácido giberélico (GA<sub>3</sub>), o qual induz um incremento na velocidade e uniformidade da germinação e no desenvolvimento de diversas plantas (LEDERMAN et al., 2008)

A germinação é lenta e irregular, e as plântulas apresentam crescimento desuniforme. A ocorrência de embriões imaturos e ao estágio de maturação dos frutos no momento da coleta para extração das sementes (MELO et al., 2012).

### **1.2.7. Germinação de Sementes**

De acordo com Brasil (2013) relata-se nas Regras para Análise de sementes florestais que toda semente é considerada germinada, quando há emergência da planta no solo ou a formação de uma plântula vigorosas e desenvolve suas estruturas essenciais para que o embrião, demonstre a sua aptidão para desenvolver uma planta normal sobre condições favoráveis no campo. A germinação determina uma complexa sequência de eventos bioquímicos, morfológicos e fisiológicos, dentro das seguintes etapas: embebição, atividades respiratórias e enzimática, digestão, translocação, assimilação e crescimento. Carvalho & Nakagawa (2012), e Hartmann et al. (2011), afirmam que a primeira fase da germinação é a embebição, que consiste de um processo rápido e puramente físico, sucedendo tanto em sementes vivas como mortas.

A quantidade de água absorvida depende da estrutura, dos constituintes da semente, da temperatura e, possivelmente, de fatores externos, como luz, aeração e outros. Nesse argumento, é relevante a se fazer a observação que a germinação é um processo fisiológico de difícil conceituação, dada a complexidade de todas as reações envolvidas nesse processo (SACRAMENTO & SOUZA, 2009).

A germinação é do tipo epígeo fanerocotiledonar. O endocarpo pode apresentar mais de uma semente, onde a raiz primária ao desenvolver e confundida com as fibras que envolvem o endocarpo, podendo emergir mais de uma radícula na parte truncada e achatada do endocarpo. A princípio a radícula, apresenta-se em forma cilíndrica glabra e hialina; com o alongamento, adquirindo uma coloração branca e desenvolvimento de área de pelos curtos e esparsos, sendo observado através do uso de lupa. Neste estágio, observa-se a protrusão do hipocótilo em forma de joelho dobrado na mesma extremidade onde ocorre a protrusão da raiz (SACRAMENTO & SOUZA, 2009).

Embora seja útil na natureza como meio para sobrevivência, na propagação comercial, a dormência é, frequentemente, indesejável, uma vez que se busca uma

germinação rápida e uniforme das sementes. Deste modo, pesquisas devem ser realizadas no intuito de preencher a lacuna de informações precisas na literatura sobre a qualidade e superação da dormência de sementes do cajá-manga para a sua produção (HARTMANN et al., 2011).

### **1.2.8. Métodos de superação da dormência**

Muitas técnicas para a superação da dormência são conhecidas. a determinação da técnica ideal ocorre de acordo com o tipo de dormência, dependendo da sua eficiência e seu rendimento. Entre as principais pode-se citar conforme as Regras para Análise de Sementes florestais (BRASIL, 2013):

- a) A escarificação pode ser usada por meio de duas técnicas: a mecânica que constitui em utilizar materiais ásperos como: lixa, pedra, areia, faca e esmeril, outra técnica utilizada é o ácido sulfúrico para realizar essa superação chamada de escarificação acida.
- b) Uso de água corrente, tendo bastante utilização quando a dormência é provinda da presença de substâncias inibidoras
- c) Embebição da semente, a semente é colocada em água por um tempo variável em função da permeabilidade do seu tegumento, fazendo com que a germinação seja facilitada
- d) Tratamentos pré germinativos, em especial a utilização de giberelinas, que são ativadoras de enzimas hidrolíticas acelerarão o processo de germinação.

No entanto, os tratamentos recomendados para o gênero *Spondias*, apresentam respostas contraditórias entre os trabalhos na literatura (SACRAMENTO & SOUZA, 2009). Firmino et al. (1997), informam que as sementes de cajá (*Spondias lutea*), ao sofrerem um desponte na região proximal do embrião e embebidos por 2 horas, tiveram uma maior porcentagem e velocidade da germinação quando comparados a outros despontes em outras regiões do embrião como: região distal e distal proximal.

Alguns trabalhos com outras espécie do gênero *Spondias* com caroços de *Spondias mombim* foi verificado que a escarificação seguida da embebição em solução de GA<sub>3</sub> na concentração de 500 ml L<sup>-1</sup>, propiciou 38,5% de germinação aos 147 dias após a sementeira). A escarificação do caroço seguida da embebição em

GA<sub>3</sub> na concentração de 500 ml L<sup>-1</sup> por 48 e 72 horas, propiciou as maiores porcentagens de germinação, 100 dias após a sementeira, com médias de 23 e 29%, respectivamente (CARVALHO et al., 1998)

Com isso o uso de fitorreguladores se mostra essencial para a germinação de sementes frutíferas, como os trabalhos citados acima atestaram que ácido giberélico ajuda na emergência de plântulas e sementes.

### **1.2.9. Fitorreguladores**

O processo de germinação é influenciado por diversos hormônios, existindo aqueles que atuam como promotores, e outros, como inibidores. As giberelinas, por exemplo, são consideradas como promotores da germinação, pois atuam na ativação do crescimento vegetativo do embrião, no enfraquecimento da camada do endosperma que envolve o embrião e restringe seu crescimento, assim como na mobilização de reservas energéticas. Além disso, as giberelinas podem atuar na síntese de proteínas e RNA específicos na germinação, tanto na quebra de dormência como no controle da hidrólise de reservas (TAIZ & ZEIGER, 2017).

Para superar a dormência é incrementar o desenvolvimento e o crescimento de plântulas de cajá-manga, há tratamentos pré-germinativos como: escarificação mecânica, armazenamento de sementes e uso de reguladores de crescimento, como o ácido giberélico. A superação da dormência em sementes é acompanhada por pronunciadas mudanças no equilíbrio hormonal, envolvendo as giberelinas, auxinas e citocininas. Estas alterações resultam na influência exercida de um fitorregulador sobre níveis endógenos de outro, assim como em respostas morfogênicas. Além disto, as interações entre fitorreguladores afetam a superação da dormência, a germinação das sementes e o crescimento de plântulas (MELO et al., 2012).

## **1.3. OBJETIVOS**

### **1.3.1. Objetivo Geral**

Realizar a caracterização morfológica dos frutos, do endocarpo, sementes e plântulas do cajá-manga, procedendo posteriormente a avaliação das causas da dormência, desenvolvendo métodos para a sua superação.

### 1.3.2. Objetivos Específicos

Avaliar as características morfológicas dos frutos, sementes e plântulas oriundas de cajá-manga;

Mensurar as características físicas e químicas: cor da casca e da polpa, sólidos solúveis totais, acidez titulável (ácido cítrico), vitamina C (ácido ascórbico);

Determinar o melhor método de superação de dormência das sementes de cajá-manga;

Disponibilizar as informações para comunidade científica e para os fruticultores.

### 1.4. REFERÊNCIAS

AROUCHA, E. M. M.; SOUZA, C. S. M.; SOUZA, A. E. D. de.; FERREIRA, R. M. de A.; AROUCHA-FILHO, J. C. Qualidade pós colheita da cajarana em diferentes estádios de maturação durante armazenamento refrigerado. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 34, n. 2, p. 391-399, 2012.

AZEVEDO, D. M.; MENDES, A.M.; FIGUEIREDO, A.F. Característica da germinação e morfologia do endocarpo e plântula de taperebá (*Spondias mombin*L.) –rev Anarcadiaceae. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 26, p.534-537, 2004.

BARRETO, G. P. M. BENASSIB, M. T.; MERCADANTE, A. Z. Bioactive Compounds from Several Tropical Fruits and Correlation by Multivariate Analysis to Free Radical Scavenger Activity. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v.20, n. 10, p.1856-1861, 2009.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instruções para análise de sementes de espécies florestais**, de 17 de janeiro de 2013, Brasília: MAPA, 2013. 98 p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: MAPA/ACS5 2009. 395 p.

CARDOSO, V. J. M. Conceito e classificação da dormência em sementes. **Oecologia Brasiliensis**, Rio de Janeiro, v. 13, n. 4, p. 619-631, 2009.

CARVALHO, J. E. U. de; ALVES, R. M. . Recursos genéticos do táxon *Spondias* na Amazônia Oriental. In: LEDERMAN, I. E.; LIRA JÚNIOR, J. S. de; SILVA JÚNIOR, J.



- F. da. (Ed.). **Spondias no Brasil: umbu, cajá e espécies afins**. Recife: IPA/UFRPE, 2008, v. 1, p. 69-74
- CARVALHO, J. E. U. de; NASCIMENTO, W. M. O. do; MÜLLER, C. H. **Características físicas e de germinação de sementes de espécies frutíferas nativas da Amazônia**. Belém: Embrapa-CPATU, 1998. 18p. (Boletim de Pesquisa, 203).
- CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 5. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2012. 590p.
- DONADIO, L. C.; ZACCARO, R. P. Valor nutricional de frutas. **Jaboticabal: SBF/Coopercitrus**, 2012.
- FIRMINO, J.L.; ALMEIDA, M.C.; TORRES, S.B. Efeito da escarificação e da embebição sobre a emergência e desenvolvimento de plântulas de cajá. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 19, n. 1, p. 125-128, 1997.
- FOURNET, J. Anacardiaceae. P.1047-1054. In: Gondwana Editions (ed.), **Flore illustrée des phanérogames de Guadeloupe et de Martinique**, Tome 1, Nouvelle édition revue et augmentée, France. 2002.
- GOMES, R. P. **Fruticultura Brasileira**. 13.ed. São Paulo: Nobel, 2007, 446 p.
- HARTMANN, H. T.; KESTER, D. E.; JUNIOR DAVIES, F. T.; GENEVE, R. L. **Plant propagation: principles and practices**. 8.Ed. New Jersey: Englewood Clippis, 2011. 900p.
- ISHAK, S. A.; ISMAIL, N.; NOOR, M. A. M.; AHMAD, H. Some physical and chemical properties of ambarella (*Spondias cytherea* Sonn.) at three different stages of maturity. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 18, n. 8, p. 819–827, 2005
- JANICK, J.; PAULL, R. E. **The encyclopedia of fruit & nuts**. Wallingford: CABI International Publishing, 2008. p. 954.
- KOHATSU, D. S.; ZUCARELI, V.; BRAMBILLA, W. P.; EVANGELISTA, R. M. Qualidade de frutos de cajá-manga armazenados sob diferentes temperaturas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, volume especial, E. p. 344-349, 2011.
- LORENZI, H. **Frutas Brasileiras e exóticas cultivadas (de consumo in natura)**. São Paulo: Instituto plantarum de estudos da Flora, 2006. 672p.
- MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: Fealq, 2005. 495p.
- MATTIETTO, R. A.; LOPES, A. S.; MENEZES, H. C. Estabilidade do néctar misto de cajá e umbu. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas. v.27, n.3, p. 456-463, 2007
- MELO, A. P. C., SELEGUINI, A., CASTRO, M. N., DE ANDRADE MEIRA, F., DA SILVA GONZAGA, J. M., & HAGA, K. I. Superação de dormência de sementes e crescimento inicial de plântulas de umbuzeiro. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 33, n. 4, p. 1343-1349, 2012.
- MOURA, C. L. A.; PINTO, G. A. S.; FIGUEIREDO, R. W. Processamento e utilização da polpa de cajá (*Spondias mombin* L.). **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, v. 29, n. 2, p. 237-252, 2011.

- OLIVEIRA, M. C.; RIBEIRO, J. F. Enraizamento de estacas de *Euplassa inaequalis*(pohl) engl. de mata de galeria em diferentes estações do ano. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 29, n. 4, p. 991-999, 2013.
- SACRAMENTO, C. K.; SOUZA, F. X. Cajá. In: SANTOS-SEREJO J. A, DANTAS J. L. L, VAZ SAMPAIO C, COELHO Y. S (Ed). **Fruticultura tropical: espécies regionais e exóticas**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. p.83-105.
- SANTOS, M. B. D., CARDOSO, R. L., FONSECA, A. A. D. O., & CONCEIÇÃO, M. D. N. Caracterização e qualidade de frutos de umbu-cajá (*Spondias tuberosa* x *S. mombin*) provenientes do recôncavo sul da Bahia. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 32, n. 4, p. 1089-1097, 2010.
- SILVA, G.G.; MORAIS, P.L.D.; ROCHA, R.H.C.; SANTOS, E.C.; SARMENTO, J.D.A. Caracterização do fruto de cajarana em diferentes estádios de maturação. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**. v.1,n.2, p.159-163, 2009.
- SILVA-LUZ, C.L.; PIRANI, J.R. Anacardiaceae. In: R.C. FORZZA, R. C., LEITMAN, P. M., COSTA, A., CARVALHO JR, A. A. D., PEIXOTO, A. L., WALTER, B. M. T., & MARTINELLI, G. (org.) **Catálogo de plantas e fungos do Brasil**. Rio de Janeiro: Instituto de Pesquisa Jardim Botânico do Rio de Janeiro, v. 1, 2010, p. 599-602.
- SOARES, I. D., NOGUEIRA, A. C., GRABIAS, J., & KUNIYOSHI, Y. S. Caracterização morfológica de fruto, semente e plântula de *Psidium rufum* DC.(Myrtaceae). **Iheringia Série Botânica.**, Porto alegre, v. 72, n. 2, p. 221-227, 2017.
- SOUZA FILHO, M. S. M.; LIMA, J. R.; NASSU, R. T.; MOURA, C. F. H. Avaliação físico-química e sensorial de néctares de frutas nativas da região Norte e Nordeste do Brasil: estudo exploratório. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 5, p. 139-143, 2002.
- SOUZA, F. X.; SOUSA, F. H. L.; MELO, F. I. O. Aspectos morfológicos de endocarpos de cajarana (*Spondias cytherea* Sonn. - Anacardiaceae). **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 20, n. 2, p.141-146, 1998.

## **CAPÍTULO 2 – CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA DE FRUTO, ENDOCARPO, SEMENTES E PLÂNTULAS DE CAJÁ-MANGA**

**RESUMO-** O *Spondias dulcis* é uma frutífera com um alto potencial econômico para o comércio de frutas frescas. Objetivou-se com este trabalho caracterizar morfometricamente o fruto, endocarpo, sementes e plântulas de cajá-manga provenientes de seis matrizes localizadas na cidade de Jataí, GO. Foram avaliados comprimento, largura e diâmetro do fruto, endocarpo e sementes, número de lóculos e as massas de fruto e endocarpo. Para as plântulas foram analisadas: número de plântulas por endocarpo, número de folíolos total, números de folíolos da 3ª folha, números de folíolos da 4ª folha, altura da parte aérea, diâmetro de caule, comprimento de raiz, massa seca de raiz, massa seca da parte aérea. Para as análises de fruto, endocarpo e sementes utilizou-se delineamento inteiramente localizado em 6 tratamentos ( matrizes), sendo fruto e endocarpos em 10 repetições com 10 frutos totalizando 100 frutos por matriz e as sementes foram dispostas em 10 repetições com 5 sementes cada. As características morfométricas do fruto, endocarpo e semente foram analisadas utilizando o Teste F a 1% de probabilidade e as médias comparadas pelo método de Scott-Knott. Para as plântulas foi realizada a análise descritiva dos dados. Na análise multivariada fez-se uso da análise de correlação e componentes principais. Os frutos de cajá-manga são drupas de formato ovóide e achatado na base. O endocarpo é branco, subero-liginificado e enrugado. A semente é claviforme com o tegumento membranáceo, coloração creme e superfície lisa. As plântulas possuem a emergência epígeo fanerocotiledonar, com raiz pivotante, sem muitas raízes secundárias. As matrizes avaliadas apresentam variabilidade genética, a metodologia usada é eficiente para demonstrar essa variabilidade, com a matriz M2 com maior divergência.

**Palavras-chave:** Qualidade de frutos, Morfologia, *Spondias dulcis*

## CHAPTER 2 – MORPHOLOGICAL CHARACTERIZATION OF FRUITS, ENDOCARP, SEED AND SEEDLINGS OF CAJÁ-MANGA

**SUMMARY** - *Spondias dulcis* is a fruit with a high economic potencial for the fresh fruit trade. The objective this work was to characterize morfometric, fruit, endocarp, seeds and seedlings of caja-manga from six matrices from Jataí City Goiás state. Evaluating the lenght, width, and diameter fruits, endocarp and seeds, the mass of fruits and endocarps and number of loci. For seedlings were analyzed: number of seedlings per endocarp, total number of leaflets, number of leaflets on the 3<sup>rd</sup> leaf and the 4<sup>th</sup> leaf, shoot height, stem diameter, root length, dry root mass and dry shoot mass For the analysis of fruit, endocarp and seeds, a completely localized design was used in 6 treatments (matrices), with fruit and endocarps in 10 repetitions with 10 fruits totaling 100 fruits per matrix and the seeds were arranged in 10 repetitions with 5 seeds each. The morphometric characteristics of the fruit, endocarp and seed analysed the F test at 1% probability and means were compared with Scott-Knott method. For seedlings was performed the descriptive data analysis. The multivariate analysis used the correlation analysis and main components. The fruits of caja-manga are ovoids drupes and flatted base. the white, subero-liginified and wrinkled endocarp. The seed is claviform with membranous integument, cream color and smooth surface. The seedling has the epigeal emergence phanerocotylar, thick root and no secondary roots. The evaluated matrices showed genetic variability, the methodology is efficient demonstrating this variability, the matrix M2 has the greatest emergence

**Keywords:** Fruit quality, Morphology, *Spondias dulcis*

## 2.1. INTRODUÇÃO

No Brasil há uma diversidade de espécies vegetais, as quais, são pouco exploradas em toda a extensão geográfica, apresentando diversidades de clima e solo, que possibilita explorar as espécies nativas, utilizando os seus recursos naturais como uma fonte de renda comercial (SOUZA FILHO et al., 2002).

As frutíferas ocorrentes nos diferentes biomas brasileiros apresentam potencial para serem exploradas de maneira sustentável, sendo inseridas no mercado econômico através da produção de produtos alimentícios ou como fonte de matéria prima para indústrias farmacêuticas e cosméticos (DAMIANI et al., 2011).

Todavia, os mesmos autores afirmam que são necessários estudos que visem o desenvolvimento de técnicas que possam permitir a produção comercial e posterior inserção dessas frutíferas no mercado.

Dentre as diversas espécies frutíferas, com potencial comercial ocorrentes no Brasil, destaca-se o cajá-manga (*Spondias dulcis*), também conhecido como taperebá, cajarana, entre outros nomes populares (SOUZA et al., 1998). Exótica no Brasil, essa espécie tem sua origem na região da Indo-Malásia no Taiti, sendo encontrada em na Ásia, Austrália, América Central e do Sul, Caribe e partes da África (SANTOS et al., 2010). No Brasil está frutífera ocorre em quase todo o território, porém sendo de predominância na região Centro-Oeste e no Nordeste (SOUZA et al., 1998)

Os frutos são do tipo drupa e apresentam frutificação na forma de cachos, variando em quantidade com algumas protuberâncias e com casca fina e firme. Os frutos são do tipo climatério e, quando completamente desenvolvidos observa-se queda natural e à medida que amadurecem, a epiderme torna-se amarelo ouro (FOURNET, 2002; GOMES, 2007). De acordo com Damiani et al. (2011) e Silva et al. (2011), reportaram quando maduros os frutos de cajá-mangueira eles são de epiderme amarela e confirmando que o fruto é do tipo drupa, os quais foram ainda confirmados por Guimarães et al. 2020.

A polpa é suculenta, fibrosa e pouco ácida, de odor marcante; enquanto o endocarpo é grande, branco e possui em sua estrutura fibras rígidas e espessas que penetram diretamente na polpa (SIQUEIRA et al., 2017). Fato esse que foi

confirmado por Franquin et al. (2005) nos seus estudos com frutos maduros de cajá-manga.

A caracterização fenotípica de matrizes é importante para selecionar, identificar e indicar os melhores materiais, para melhor cultivar as espécies perenes (FARIAS NETO et al., 2004).

A qualidade desses frutos está correlacionada com a sua morfologia, sendo necessário que a realização de estudos morfométricos do fruto, endocarpo e sementes. Em determinadas circunstâncias, tem se apenas o fruto, a semente ou a plântula para o seu reconhecimento (SOARES et al., 2017)

O conhecimento morfológico de frutos, sementes e plântulas de cajá-manga é escasso para a espécie, sendo necessário o estudo para identificação e otimização do processo de domesticação, através da implantação de pomares uniformes. Diante disto, objetivou-se com este trabalho caracterizar morfometricamente o fruto, endocarpo, sementes e plântulas de cajá-manga provenientes de seis matrizes localizadas na cidade de Jataí, GO.

## 2.2. MATERIAL E MÉTODOS

Frutos de cajá-manga, originários de vegetação natural, na cidade de Jataí, Goiás, Brasil, foram colhidos de seis matrizes com a distância mínima de 3,5 km uma da outra (Tabela 1). Para cada matriz foram feitas medições da altura, sendo a estimativa da altura hipsométrica baseada pelo método proposto por Batista (1998), variando de 14,5 a 22,0 m e diâmetro altura peito (DAP), mensurado através da circunferência altura peito (CAP) a 1,30 m os dados obtidos através da fórmula  $DAP = CAP/\pi$ , situando-se entre 60,2 e 73,0 cm.

**Tabela 1.** Georreferenciamento e dimensões de altura (H) e Diâmetro Altura Peito (DAP) das matrizes de *Spondias dulcis* da região de Jataí-GO.

Matrizes	Coordenadas Geográficas	DAP (cm)	H (m)
M1	17° 52' 47"S 51° 44' 06"O	62,2	14,5
M2	17°54'55"S 51°44'05"O	65,0	18,5
M3	17°53'51"S 51°43'24"O	60,4	16,0
M4	17°51'39 "S 51°43'45"O	73,0	22,0
M5	17°53'06"S 51°43'32"O	64,0	15,0
M6	17°53'57"S 51°44'05"O	60,2	18,0

A colheita foi realizada de forma manual através do balanço dos galhos e auxílio de um gancho. Foram colhidos apenas frutos fisiologicamente maduros, os quais apresentavam coloração amarela. Posteriormente, os frutos foram armazenados em caixas plásticas (55 x 36 x 31 cm) e transportados para o Núcleo de Pesquisas Agronômicas da Universidade Federal de Jataí.

Para a análise morfométrica dos frutos e do endocarpo foram utilizados 100 frutos por matriz, estes foram lavados, sendo feito a imersão em solução de hipoclorito de sódio 2% por 15 minutos, onde foi realizado as medidas de comprimento do fruto, largura do fruto, espessura do fruto e massa do fruto. Para os endocarpos foram feitas as medições do comprimento do endocarpo, largura do endocarpo, espessura do endocarpo e massa do endocarpo.

Os frutos e endocarpos foram mensurados do ápice até a base de maior distância para o comprimento, e da inserção até o pecíolo, para a largura e o diâmetro medidos na linha média central. As medidas foram realizadas com o auxílio de um paquímetro digital com precisão de 0,01 mm e para as massas foi utilizado balança analítica de precisão de 0,01g. A extração do endocarpo com auxílio de faca e água corrente, como recomendado para o gênero *Spondias* (BRASIL, 2013).

Para a contagem dos números de lóculos por endocarpo, os caroços foram cortados com arco de Serra Fixo 12" transversalmente sem danificar a sementes. Após a análise visual do diásporo, foi calculada a porcentagem média de lóculos e de sementes por endocarpos, as quais foram extraídas com auxílio de uma pinça.

As sementes foram avaliadas por meio de três características: comprimento da semente, largura da semente e espessura da semente, realizadas com o auxílio de um paquímetro digital com precisão de 0,01 mm e com auxílio do esmeril e em seguida foi feita a escarificação do endocarpo sem danificar a sementes, usando um arco de serra fixo 12", os endocarpos foram cortados transversalmente e ao localizar a semente com auxílio de uma pinça foi feita a sua extração.

Para a descrição morfológica dos frutos foram observados sobre os aspectos externos e internos, consistência da casca, coloração, brilho, forma e deiscência. As características avaliadas foram a forma, a cor e a consistência dos endocarpos. Já a descrição morfológica externa das sementes foi relatada observações sobre consistência, coloração, textura, forma e hilo.

Para a análise morfológica de plântulas, foram semeados 100 endocarpos em quatro bandejas de poliestireno expandido (de 35 x 25 x 5 cm) (repetições) sobre uma camada uniforme de 20 cm de areia umedecida e cobertas com uma camada uniforme de 3 cm, sendo que cada bandeja foi considerada uma unidade experimental, totalizando 25 endocarpos por parcela.

Na emergência foi feito um acompanhamento diário, considerando-se emergidas as sementes que produziram plântulas com as características normais. Este procedimento foi realizado no intervalo de 60 dias após a semeadura. Após a emergência, as plântulas foram analisadas quanto a: número de plântulas, número de plântulas por endocarpos, número de folíolos, números de folíolos da 3ª folha, números de folíolos da 4ª folha, altura da parte aérea, diâmetro de caule, comprimento de raiz, massa seca de raiz e massa seca da parte aérea.

Para o estudo morfológico das plântulas, as descrições foram realizadas com auxílio de estereomicroscópio binocular e câmera fotográfica digital. Também foram realizadas medições dos órgãos com paquímetro digital e régua graduada em centímetros.

As medidas de largura, espessura e diâmetro foram realizadas com 60 dias depois da semeadura sempre na região mediana do órgão, na raiz a 2 mm abaixo da zona de transição. As medidas de comprimento foram particulares para cada órgão: a primeira folha e o folíolo central foram medidos da base do pecíolo até o ápice, o caule, do colo até a inserção dos cotilédones; e a raiz, do ápice até o colo.

Após a avaliação do comprimento, as plântulas foram acondicionadas em saco de papel tipo Kraft e pesadas em balança de precisão. A massa de matéria fresca (g/plântula) foi obtida por meio do quociente entre o somatório de massa de plântulas normais, dividido pelo número de plântulas componentes da amostra.

As plântulas foram acondicionadas em saco de papel tipo Kraft e colocadas em estufa a  $65 \pm 2$  °C com circulação de ar forçado, durante 72 horas, e pesadas em balança de precisão (0,001g).

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente causalizado, com 6 tratamentos (matrizes), foram usados 100 frutos e endocarpos, separados em 10 repetições em cada tratamento (matriz), totalizando 600 frutos e 600 endocarpos. Para as sementes também foram utilizadas as 6 matrizes como tratamentos, utilizando 5 sementes em 10 repetições. Para análise das plântulas foi realizada a



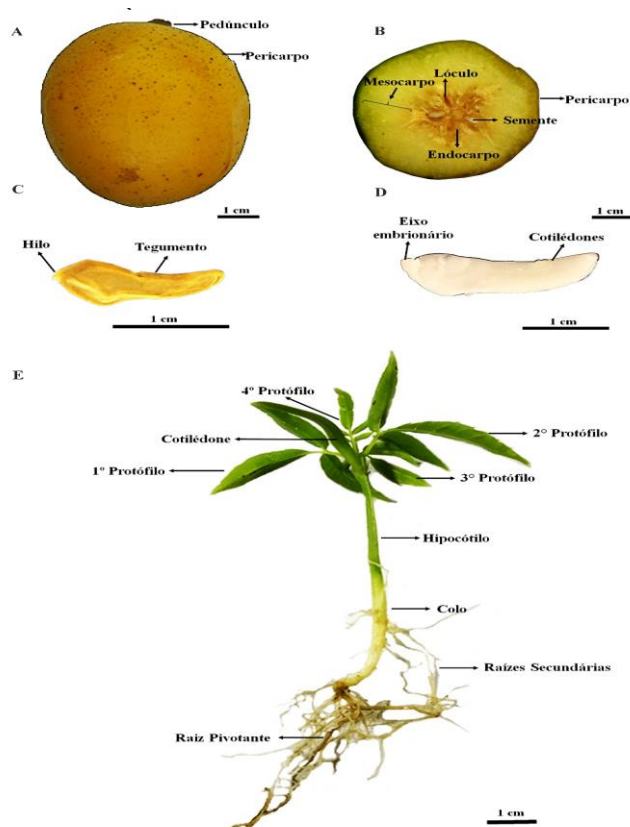
análise descritiva dos dados , os dados coletados foram submetidos ao teste de normalidade e homogeneidade dos erros, e posteriormente ao teste F (ANOVA). As médias foram agrupadas pelo método de Scott-Knott, adotando-se o nível de 1% de probabilidade de erro ( $p \leq 0,01$ ). Foi utilizado o programa estatístico Rbio versão 119: 06/06/2019 (BHERING, 2017) para as análises.

Foi realizado a correlação simples de Pearson pela análise multivariada e também estimando-se a distância euclidiana média obtida a partir das seis matrizes de cajá-manga.

O critério de corte utilizado para determinação do número de grupos no método UPGMA foi baseado no tamanho relativo dos níveis de fusões (distâncias). Calculou-se o coeficiente de correlação cofenética (CCC) As análises dos dados foram realizadas com o auxílio do programa computacional GENES (CRUZ, 2016)

### 2.3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os frutos do cajá-manga são do tipo drupa ovóide de cor amarela ouro, na sua maturidade fisiológica, possuindo uma epiderme lisa, variando de amarelo a alaranjado, mesocarpo carnoso, cor amarela, succulenta e de sabor agridoce (Figura 1). Essas características são semelhantes a outras espécies do gênero *Spondias*, os frutos são globosos, oblongos, elipsóides e oblongovóides a obovóides como relataram Herrera et al. (2018) e Bohra & Waman (2017).



**Figura 1.** Aspectos morfológicos de fruto, endocarpo, semente e plântulas de cajá-manga com 60 dias. (A) Vista frontal do fruto; (B) Corte transversal do fruto; (C) vista dorsal da parte externa da semente; (D) Vista dorsal do embrião da semente; (E) Plântula.

Verificou-se diferenças ( $p \leq 0,01$ ) para as variáveis analisadas para os frutos e endocarpos de cajá-manga provenientes das matrizes da região de Jataí-GO (Tabela 2), no entanto, as variáveis mensuradas nas sementes foram semelhantes entre as matrizes avaliadas.

**Tabela 2.** Resumo da análise de variância dos valores de quadrados médios de comprimento (CF), largura (LF), diâmetro (DF) e massa fresca do fruto (MF), comprimento (CE), largura (LE), diâmetro do endocarpo (DE) e massa do endocarpo (ME), massa da polpa (MP), número de lóculos (NL), comprimento (CS), largura (LS) e diâmetro da semente (DS) de cajá-manga obtidos de seis matrizes da cidade de Jataí –GO

Fonte de variação	CF	LF	DF	MF	CE	LE	DE
Matrizes	376,80**	276,59**	240,24**	7419,5**	39,78**	50,88**	51,31**
Resíduos	18,78	11,99	4,19	404,3	1,40	1,41	1,38
CV (%)	6,27	6,84	4,22	18,57	4,42	4,85	4,74

Fonte de variação	ME	MP	NL	CS	LS	DS
Matrizes	110,54**	5812,6**	2,61**	1,56 <sup>n.s</sup>	0,49 <sup>n.s</sup>	0,10 <sup>n.s</sup>
Resíduos	6,08	420,6	0,83	4,06	0,42	0,59
CV (%)	17,53	21,76	22,2	15,64	12,96	15,38

n.s: Não Significativo; \*\*Significativo a 1% de probabilidade; CV: Coeficiente de variação.

Nas mensurações de fruto (Tabela 3), destacou-se a matriz M5 com frutos de maiores comprimento, largura, diâmetro e massa, no entanto, ficou no mesmo grupo da matriz 4, para largura e massa fresca.

Os valores de comprimento, diâmetro e massa encontrados neste trabalho foram superiores ao avaliados por Chaves Neto et al. (2019), para frutos de *S. dulcis* colhidos na sua coloração amarela em diferentes microrregiões da Paraíba com 65,64, 51,31 mm e 99,82 g, respectivamente.

Valores que ainda são superiores, aos mensurados por Bohra & Waman (2017) em frutos colhidos de *S. dulcis* em pomares domésticos na Índia registrando 15,70 (comprimento), 14,10 (diâmetro) e 61,45 g (massa fresca).

**Tabela 3.** Comprimento do fruto (CF), largura do fruto (LF), diâmetro do fruto (DF), massa fresca do fruto (MF), comprimento do endocarpo (CE), largura do endocarpo (LE), diâmetro do endocarpo (DE), massa fresca do endocarpo

(MFE), Rendimento da polpa (MP), número de lóculos (NL) de cajá manga obtidos de seis matrizes da cidade de Jataí –GO

Matrizes	CF (mm)	LF (mm)	DF (mm)	MF (g)	CE
1	71,22 b	50,38 b	47,83 c	89,77 b	26,05 c
2	59,30 d	41,47 c	40,26 d	70,79 c	23,98 d
3	64,91 c	50,75 b	47,53 c	110,33 b	27,17 b
4	72,74 b	54,29 a	51,60 b	131,82 a	29,76 a
5	76,59 a	56,98 a	54,91 a	145,18 a	25,85 c
6	70,07 b	49,85 b	48,89 c	101,85 b	28,07 b

Matrizes	LE (mm)	DE (mm)	MFE (g)	MP (g)	NL
1	23,12 c	22,80 c	11,30 c	78,47 b	3,8 b
2	22,06 d	21,91 c	9,89 c	60,89 c	3,3 c
3	25,27 b	25,51 b	13,50 b	96,83 b	3,8 b
4	28,53 a	28,34 a	18,52 a	113,30 a	4,4 a
5	23,63 c	24,75 b	17,24 a	127,94 a	4,9 a
6	24,59 b	25,28 b	13,89 b	87,95 b	3,1 c

Médias seguidas da mesma letra, na mesma coluna, pertencem ao mesmo grupo pelo método de Scott-Knott à 1% de probabilidade.

Frutos maiores, maior comprimento e largura, são importantes para a comercialização e para serem utilizados pela indústria para a produção de novos produtos como, sorvetes e picolés (NASCIMENTO et al., 2014; LIMA et al., 2015). Salienta-se ainda que as dimensões dos frutos *in natura* são características importantes para indústria de processamento, e também para a aceitabilidade desses frutos pelo mercado consumidor.

Os valores médios de massa dos frutos é uma importante característica para o mercado de frutas frescas, visto que os frutos com maiores massas são, também, os de maiores tamanhos, sendo mais atrativos para os consumidores. Bosco et al. (2000) classificou frutos para o gênero *Spondias* como frutos grandes (massa fresca >15 g), médios (entre 12 e 15 g) e pequenos (<12 g). Portanto, e com base nessa classificação, todos tratamentos possuíam frutos grandes.

Todavia, vale salientar que a massa fresca média de frutos é uma característica flexível que pode variar de espécie para espécie dentro gênero e ao atingirem o seu pleno desenvolvimento fisiológico como relatou Gondim et al. (2013) no seu trabalho com umbu-cajazeira (*Spondias* sp.).

O endocarpo é do tipo nuculânios, popularmente conhecido como “caroço”, são grandes, de coloração branco-creme, subero-liginificado, possuindo fibras rígidas envoltas das sementes. Características essas que foram reportadas por Quadros et al. (2015) na caracterização de cinco matrizes de *Spondias mombim*, estabelecidas na base física da Embrapa Amazônia Oriental. Herrera et al. (2018)

relataram na sua revisão sobre a morfologia e anatomia de frutos de Anarcadiaceae, que a superfície do endocarpo possui fibras longas, longitudinais e espessas formando cerdas que penetram em um parênquima, ao redor do qual pode ser formada uma rede fibrosa periférica.

As características do endocarpo até chegar oxigênio e água ao embrião da semente dificultam a germinação das mesmas, por constituir uma barreira física que impedem a entrada de oxigênio e água ao embrião. Uma característica interessante dessa espécie foi que quando menor foi o tamanho do endocarpo, menor foi sua massa e maior foi quantidade de massa para os frutos fator esse importante para a indústria alimentícia (CAVALCANTE et al., 2009; QUADROS et al., 2015).

Para as massas de endocarpos (Tabela 3), originários da matriz M4 apresentaram maiores valores para comprimento, largura, diâmetro e massa fresca, no entanto, ficou no mesmo grupo de massa fresca dos oriundos da matriz 5.

Assim como para mensurações de fruto, comprimento, diâmetro e massa fresca de endocarpo, quando comparados a de outras espécies do gênero foram superiores, exemplo *S. mombim* da área urbana de Boa Vista-RR 30,38 mm, 18,11 mm e 4,98 g, respectivamente (MARQUES et al., 2018), assim como, dos frutos de *S. tuberosa* oriundos de Vitória da Conquista – BA com valores médios de 24,45 mm, 11,91 mm e 2,54 g (DUTRA et al., 2017). Tamanho de fruto e endocarpo demonstra serem características importantes para se diferenciar cajá-manga das demais espécies dentro do gênero *Spondias*, pois essas são superiores das demais do gênero.

Quanto á massa de polpa destacou-se a matriz M5, porém, ficou no mesmo grupo de agrupamento da matriz M4. De acordo com Costa et al. (2015), valores diferentes para uma determinada característica, como por exemplo, rendimento de polpa, podem ser interferidos devido, o solo, por condições ambientais, idade das plantas e também pela diferença genética, tal característica sendo importante para selecionar matrizes com frutos de melhor qualidade.

Damiani et al. (2011) ao analisar polpas de *S. dulcis* na região de Nova Veneza-GO obteve massas com 61,02% em seu rendimento, ao também se comparar com outras espécies do gênero *Spondias*, Lima et al. (2015) e Marques et al. (2018) ao analisarem frutos de *Spondias* sp. e *S. mombin* com massa de polpa

de 16,27 g e 7,80 g, respectivamente, valores inferiores ao mensurados neste trabalho, fato esse que é relevante para os frutos da região de região de Jataí-GO.

Para a variável número de lóculos, a matriz M5 apresentou endocarpos com a maior quantidade lóculos; porém, ficou no mesmo grupo de médias da matriz M4.

Tal característica é influenciada pela região, a qual, os frutos são originários, como Quadros et al. (2015) e Marques et al. (2015) observaram em frutos de *S. mombim* de Tomé Açú-PA e cultivados em duas áreas urbanas de Boa Vista, Roraima registrando valores maiores ao registrando neste trabalho podendo chegar até 5,14 lóculos por endocarpos. O número de lóculos ainda pode variar de espécie para a espécie dentro do gênero *Spondias*, sendo uma importante característica para diferenciar espécies dentro do gênero (SOUZA et al., 2000).

As sementes são claviformes, alongadas, com o tegumento diferenciado em duas estruturas membranáceas, testa (cor creme) e tégmen. O embrião é axial, em formato semelhante à semente e de coloração creme-clara, os seus cotilédones são planos, carnosos ( AZEVEDO et al., 2004; SACRAMENTO & SOUZA, 2009).

**Tabela 4.** Análise descritiva de plântulas de cajá-manga; (G:Germinação; NPE: Número de plântulas por endocarpo; F3F: Folíolo da 3ª folha; F4F: Folíolo da 4ª folha; APA: Altura de parte aérea; DC: Diametro de caule; CR: Comprimento de raiz; MSR: Massa seca de raiz; MSPA: Massa seca de parte aérea.

Análise morfológica de plântulas								
G%	NPE	F3F	F4F	APA (mm)	DC (mm)	CR (mm)	MSR(g/plântula)	MSPA(g/plântula)
24	1,42	3,58	3,42	37,49	2,57	10,32	0,26	0,20

Na análise morfológica de plântulas, Tabela 4, verificou-se uma germinação de 24% e uma média de 1,42 plântulas por endocarpo. Cada plântula possuía em média 6 folhas, já para número de folíolos na terceira e quarta folha foram de 3,58 e 3,42. As folhas são alternadas, lanceoladas e possuem de 3 a 5 folíolos por folha 60 dias após a semeadura. Primeiro par de protófilo apresenta-se composto, trifoliado, oposto e reto.

Os folíolos são sésseis, verdes, com ambas as faces lisas e nervura principal; forma lanceolada, ápice agudo e margens serradas. O segundo par de protófilo se

desenvolve alternadamente, composto, imparipinado, pentafoliada, com características semelhantes ao primeiro. Os cotilédones são opostos, lineares, verdes e sésseis.

Ao analisar a altura de parte aérea, diâmetro de caule e comprimento de raiz verificou-se valores médios de 37,49, 2,57 e 10,32 mm, respectivamente. Para a massa seca de raiz e parte aérea foram de 0,26 e 0,20 g/plântula, respectivamente. O estudo morfológico de plântulas é fator determinante para se conhecer o ciclo vegetativo das espécies. A observação do desenvolvimento da plântula auxilia a diferenciar características taxonômicas da espécie que são semelhantes entre si, no auxílio dos estudos de tecnologia de sementes, como testes para avaliação da germinação e vigor (SILVA et al., 2008).

A emergência do cajá-manga é do tipo epígeo fanerocotiledonar. O endocarpo pode possuir mais de uma semente, a protusão da raiz primária, é envolvida pelas fibras do endocarpo, podendo, ainda, emergir mais de uma raiz na parte truncada ou achatada do endocarpo (AZEVEDO et al., 2004).

Inicialmente, a raiz foi cilíndrica, glabra e hialina; neste estágio, também foi observado a protrusão do hipocótilo em forma curvada na mesma extremidade onde ocorre a protrusão da raiz. Quando se avaliou as plântulas, foi possível identificar a emergência de mais de uma plântula normal por endocarpo. Todavia, apenas umas destas apresentava raiz vigorosa, maior tamanho e presença de raízes secundárias, fato também relatado por Mitchell e Daly (2015) para essa mesma espécie.

Para os índices de correlação entre as características fenotípicas, na Tabela 4, verificou-se alta correlação entre as variáveis analisadas, exceto para as variáveis comprimento, diâmetro e largura de sementes. Essas altas correlações vêm a indicar uma possibilidade de obter ganho na seleção indireta em relação uma característica à outra, sendo este fato gerado uma potencialidade pela maior herdabilidade das características em questão (CHAVES NETO et al., 2019).

Houve uma correlação positiva entre as características comprimento e diâmetro (0,92) e para largura de frutos (0,95), demonstrando que o aumento de comprimento, diâmetro e largura são proporcionais.

De acordo com Costa et al. (2015), em frutos de *S. tuberosa* originários de diferentes municípios do estado da Paraíba, Brasil, também teve comportamento semelhante e que a correlação entre estas variáveis estabelece o formato dos frutos,

sendo tal característica apreciada pelos consumidores e também pela indústria de processamento. Giles et al. (2016) ao analisar frutos de *S. purpurea* na região do Espírito Santo, relataram que estas altas correlações podem proporcionar um ganho na seleção de uma certa característica a outra, sendo tal fato aumentado pela variabilidade nas características avaliadas.

**Tabela 4.** Coeficientes de correlação fenotípica das variáveis Comprimento do fruto (CF), largura do fruto (LF), diâmetro do fruto (DF), massa fresca do fruto (MF), comprimento do endocarpo (CE), largura do endocarpo (LE), diâmetro do endocarpo (DE), massa fresca do endocarpo (MFE), Rendimento da polpa (MP) de cajá-manga obtidos de seis matrizes da cidade de Jataí –GO.

Características	CF	DF	LF	MF	CE	DE	LE	ME	MP	CS	DS	LS
CF	1	0,93**	0,95*	0,81 <sup>n.s</sup>	0,47 <sup>n.s</sup>	0,38 <sup>n.s</sup>	0,49 <sup>n.s</sup>	0,76 <sup>n.s</sup>	0,81 <sup>n.s</sup>	0,15 <sup>n.s</sup>	0,10 <sup>n.s</sup>	0,35 <sup>n.s</sup>
DF	0,93**	1	0,99**	0,95**	0,56 <sup>n.s</sup>	0,54 <sup>n.s</sup>	0,66 <sup>n.s</sup>	0,86**	0,95**	0,15 <sup>n.s</sup>	0,35 <sup>n.s</sup>	0,35 <sup>n.s</sup>
LF	0,95**	0,99**	1	0,93**	0,55 <sup>n.s</sup>	0,49 <sup>n.s</sup>	0,64 <sup>n.s</sup>	0,86*	0,95**	0,35 <sup>n.s</sup>	0,14 <sup>n.s</sup>	0,18 <sup>n.s</sup>
MF	0,81 <sup>n.s</sup>	0,95**	0,93**	1	0,54 <sup>n.s</sup>	0,59 <sup>n.s</sup>	0,74 <sup>n.s</sup>	0,95**	0,99**	0,28 <sup>n.s</sup>	0,19 <sup>n.s</sup>	0,28 <sup>n.s</sup>
CE	0,47 <sup>n.s</sup>	0,56 <sup>n.s</sup>	0,55 <sup>n.s</sup>	0,54 <sup>n.s</sup>	1	0,94**	0,94**	0,71 <sup>n.s</sup>	0,52 <sup>n.s</sup>	0,20 <sup>n.s</sup>	0,14 <sup>n.s</sup>	0,31 <sup>n.s</sup>
DE	0,38 <sup>n.s</sup>	0,54 <sup>n.s</sup>	0,49 <sup>n.s</sup>	0,59 <sup>n.s</sup>	0,94**	1	0,97**	0,94**	0,56 <sup>n.s</sup>	0,18 <sup>n.s</sup>	0,12 <sup>n.s</sup>	0,41 <sup>n.s</sup>
LE	0,49 <sup>n.s</sup>	0,66 <sup>n.s</sup>	0,64 <sup>n.s</sup>	0,74 <sup>n.s</sup>	0,94**	0,97**	1	0,86*	0,71 <sup>n.s</sup>	0,19 <sup>n.s</sup>	0,17 <sup>n.s</sup>	0,39 <sup>n.s</sup>
ME	0,76 <sup>n.s</sup>	0,86**	0,86*	0,95**	0,71 <sup>n.s</sup>	0,94 <sup>n.s</sup>	0,86*	1	0,94**	0,18 <sup>n.s</sup>	0,27 <sup>n.s</sup>	0,16 <sup>n.s</sup>
MP	0,81 <sup>n.s</sup>	0,95**	0,95**	0,99**	0,52 <sup>n.s</sup>	0,56 <sup>n.s</sup>	0,71 <sup>n.s</sup>	0,94**	1	0,17 <sup>n.s</sup>	0,18 <sup>n.s</sup>	0,27 <sup>n.s</sup>
CS	0,15 <sup>n.s</sup>	0,15 <sup>n.s</sup>	0,35 <sup>n.s</sup>	0,28 <sup>n.s</sup>	0,20 <sup>n.s</sup>	0,18 <sup>n.s</sup>	0,19 <sup>n.s</sup>	0,18 <sup>n.s</sup>	0,17 <sup>n.s</sup>	1	0,27 <sup>n.s</sup>	0,32 <sup>n.s</sup>
DS	0,10 <sup>n.s</sup>	0,35 <sup>n.s</sup>	0,14 <sup>n.s</sup>	0,19 <sup>n.s</sup>	0,14 <sup>n.s</sup>	0,12 <sup>n.s</sup>	0,17 <sup>n.s</sup>	0,27 <sup>n.s</sup>	0,18 <sup>n.s</sup>	0,27 <sup>n.s</sup>	1	0,14 <sup>n.s</sup>
LS	0,35 <sup>n.s</sup>	0,35 <sup>n.s</sup>	0,18 <sup>n.s</sup>	0,28 <sup>n.s</sup>	0,31 <sup>n.s</sup>	0,41 <sup>n.s</sup>	0,39 <sup>n.s</sup>	0,16 <sup>n.s</sup>	0,27 <sup>n.s</sup>	0,32 <sup>n.s</sup>	0,14 <sup>n.s</sup>	1

. \*\* \*: significativo a 1 e 5% de probabilidade pelo teste t, n.s não significativo

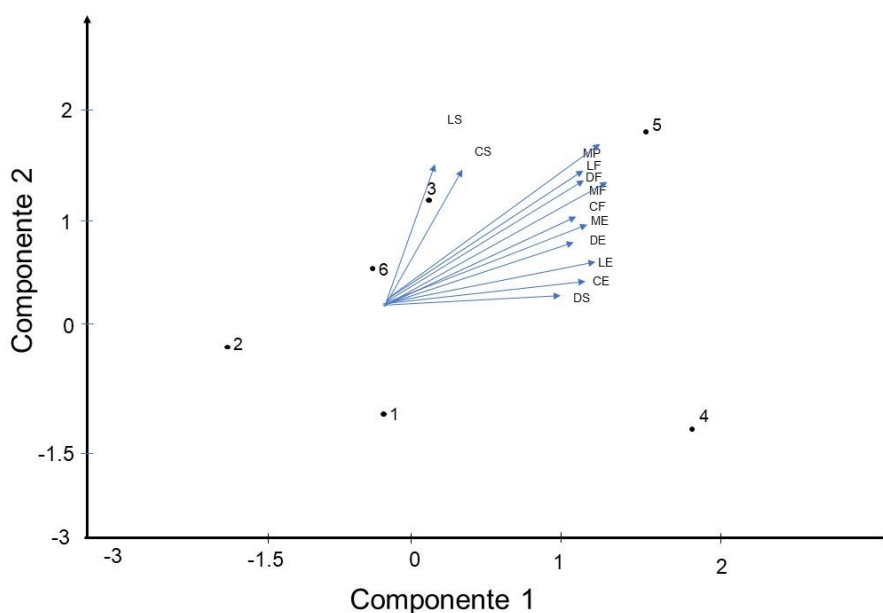
Observa-se uma correlação positiva, entre a massa, o comprimento, diâmetro e largura de frutos de cajá-manga originários da região de Jataí-GO. Tais resultados indicam que a massa dos frutos foi diretamente proporcional ao comprimento, diâmetro e largura de frutos. Fato corroborado por Chaves Neto et al. (2019), ao analisar frutos de *S. dulcis*, originários de diferentes regiões da Paraíba, e por Soares et al. (2008) ao avaliar a repetibilidade e correlações entre caracteres morfo-agronômicos de frutos de *Spondias mombin*.

As correlações mensuradas para o comprimento, diâmetro, largura e massa de endocarpo foram semelhantes ao de fruto, provavelmente, são características ligadas ao formato do fruto. Vale destacar correlação média de comprimento e diâmetro de endocarpo com a massa de frutos, indicando que quanto mais alongado e largo é um fruto de cajá-manga menores os endocarpos e maior será a quantidade de massa de polpa extraída dos frutos, sendo que esse é um atributo importante para o processamento industrial desses frutos.

A massa de polpa obteve alta correlação com a maioria das características, exceto com as de semente, largura e diâmetro de endocarpo. Importante salientar que o aumento de polpa esta correlato com incremento no tamanho dos frutos, tal foi também verificado por Chaves Neto et al. (2019) ao observarem frutos de *S. dulcis*, e é um importante atributo para atender o mercado consumidor. Avaliações de correlações entre características morfométricas é importante para oferecer subsídios para os programas de melhoramento, fato corroborado em estudos de Ganga et al. (2010) e Borges et al. (2011).

Para a dissimilaridade das matrizes de cajá-manga houve diferença significativa. Podendo assim, afirmar a diversidade genética na dissimilaridade entre as matrizes, através do critério proposto por Singh (1981).

como os dois primeiros componentes principais explicaram 80,13% da variação total dos dados (Figura 1), de acordo com Rencher (2005), pelo menos 70% da variância total devem ser explicadas pelos primeiros e o segundo componentes principais.



**Figura 2.** Análise de componentes principais entre escores e os autovalores na componente principal 1 e 2.

Esses vetores simbolizam a correlação existente no conjunto de dados originais (variáveis iniciais) em relação ao eixo (componente principal 1 e 2). O CP1 permitiu separar as variáveis em dois grupos. Houve correlações positivas entre massa do fruto com o comprimento e diâmetro indicando, que as duas últimas

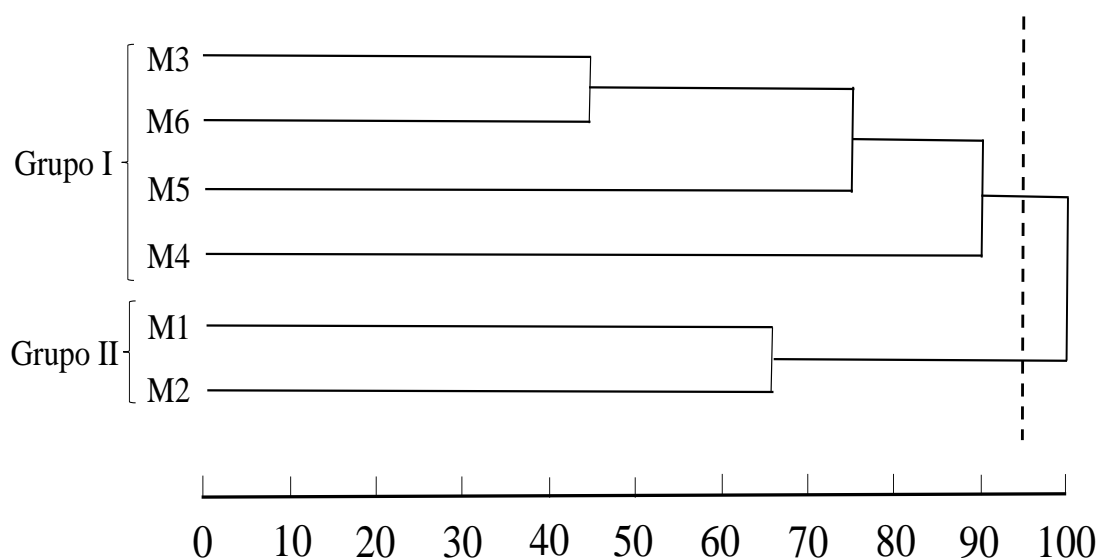


variáveis estão diretamente relacionadas com a massa do fruto. No entanto, verifica-se que o comprimento, diâmetro e largura de frutos influenciou em uma maior massa de polpa dos frutos de cajá-manga avaliados (GONDIM et al., 2013; VIANA et al., 2015)

Os valores que mais contribuíram para a variação total massa de fruto e massa de polpa características importantes por aumentar a atratividade dos consumidores sendo um fator desejável para as indústrias de processamento.

Rocha et al. (2016) ao analisar frutos de *S. purpurea* verificaram que massa de fruto e massa de polpa são características importantes para a análise de diversidade genética. De acordo com Cruz et al. (2012) a contribuição relativa é importante para avaliar os caracteres auxilia no descarte das variáveis, possibilitando assim a realizar uma melhor escolha dos atributos nos estudos de diversidade genética. Neste trabalho verificou-se que as variáveis massas de fruto e de polpa apresentam elevada contribuição relativa, afetando assim o agrupamento das matrizes de cajá-manga.

No dendograma gerado pelo método UPGMA verificou-se a formação de dois grupos, sendo o grupo I composto pelas matrizes M3 a M6 e o grupo II pelas matrizes M1 e M2 (Figura 2), com base nos valores relativos dos índices das distâncias dentro do dendograma, tendo uma correlação cofenética de 0,83, com o ponto de corte para a divisão dos grupos de 0,53, equivalente a 95% de distância.



**Figura 3.** Dendrograma gerado pelo método UPGMA a partir das dissimilaridades através da distância euclidiana média entre as 6 matrizes de cajá-manga, em 12 variáveis de frutos, endocarpos e semente verdadeira.

Para Rocha et al. (2016), a correlação quanto mais perto da unidade melhor é a sua representação da dissimilaridade das matrizes na forma do dendograma. Isso possibilita fazer inferências por meio das variáveis analisadas e revelando bom ajuste entre a representação gráfica das distâncias e a sua matriz original, reforçando a confiabilidade dos resultados. Valores de correlação cofenética acima de 0,80 indicam boa representatividade entre as distâncias (CRUZ et al., 2012)

Com a evolução das espécies, o estudo da variabilidade genética é importante para que ocorra uma seleção natural dos indivíduos, e é na variabilidade genética que visa selecionar plantas com características importantes agronomicamente, como frutos maiores e resistente a pragas e doenças (WAGNER JÚNIOR et al., 2011).

## 2.4. CONCLUSÕES

Em vista do que foi mencionado nesse estudo, concluiu-se que frutos de cajá-manga são drupas de formato ovóide e achatado na base. O endocarpo é branco, subero-liginificado e enrugado. A semente é claviforme com o tegumento membranáceo, coloração creme e superfície lisa. As plântulas possuem a emergência epígeo fanerocotiledonar, com raiz pivotante, sem muitas raízes secundárias.

Análises obtidas das matrizes provenientes de Jataí- GO caracteriza que os frutos são uma alternativa para o seu consumo *in natura*, como também para a industrialização.

## 2.5. REFERÊNCIAS

- AZEVEDO, D.M.; MENDES, A.M.; FIGUEIREDO, A.F. Característica da germinação e morfologia do endocarpo e plântula de taperebá (*Spondias mombim* L.) – Anarcadiaceae. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 26, n. 3 p. 534-537, 2004.
- BATISTA, J.L.F. **Mensuração de árvores: Uma introdução à Dendrometria**. Departamento de Ciências Florestais, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 45p, 1998.
- BHERING, L.L. RBio: A Tool For Biometric And Statistical Analysis Using The R Platform. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Viçosa, v.17, n. 2, p. 187-190, 2017.

- BOHRA, P.; WAMAN, A.A. *Spondias dulcis* L.: An Important Acidulant Species In Bay Islands. **International Journal of Forest Usufructs Management**, v. 18, n. 1, p. 25-29, 2017.
- BORGES, V.; SOBRINHO, F. S.; LÉDO, F. J. D. S.; & KOPP, M. M. Associação entre caracteres e análise de trilha na seleção de progênies de meios-irmãos de *Brachiaria ruziziensis*. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 58, n. 6, p. 765-772, 2011.
- BOSCO, J.; SOARES.; K.T.; AGUIAR FILHO, S.P. DE; BARROS, R.V. **A cultura da cajazeira**. João Pessoa: EMEPA-PB, 2000. 29p.(Documentos, 28).
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instruções para análise de sementes de espécies florestais**. Brasília: Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária, 2013. 98 p.
- CAVALCANTE, L. F.; DE LIMA, E. M., DE OLIVEIRA FREIRE, J. L.; PEREIRA, W. E.; DA COSTA, A. D. P. M.; & CAVALCANTE, Í. H. L. Componentes qualitativos do cajá em sete municípios do brejo paraibano. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 31, n. 4, p. 627-632, 2009.
- CHAVES NETO, J.R; SILVA, S.M. Caracterização física e físico-química de frutos de *Spondias dulcis* Parkinson de diferentes microrregiões do Estado da Paraíba. **Colloquium Agrariae**, Presidente Prudente v. 15, n. 2, p.18-28, 2019.
- COSTA, F. R.; RÊGO, E. R. do; RÊGO, M. M. do; NEDER, D. G.; MELO SILVA, S. de; & SCHUNEMANN, A. P. P. Análise biométrica de frutos de umbuzeiro do semiárido brasileiro. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 31, n. 3, 2015.
- CRUZ, C.D. Genes Software-extended and integrated with the R, Matlab and Selegen. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 38, n. 4, p. 547-552, 2016.
- CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J.; CARNEIRO, P. C. **Métodos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: UFV, Imprensa Universitária. 514p, 2012.
- DAMIANI, C.; SILVA, F. A. D.; AMORIM, C. C. D. M.; SILVA, S. T. P.; BASTOS, I. M.; ASQUIERI, E. R. & VERA, R. Néctar misto de cajá-manga com hortelã: caracterização química, microbiológica e sensorial. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 13, n. 3, p.301-309, 2011.
- DUTRA, F. V.; CARDOSO, A. D.; MORAIS, O. M.; VIANA, A. E. S.; MELO, T. L. & JÚNIOR, N. D. S. C. Características físicas e químicas de acessos de umbuzeiros (*Spondias tuberosa* Arr. Cam). **Revista de Ciências Agrárias**, Recife, v. 40, n. 4, p. 140-149, 2017.
- FARIAS NETO, J. T.; CARVALHO, J. U.; MULLER, C.H. Estimativas de correlação e repetibilidade para caracteres do fruto de bacurizeiro. **Ciência e agrotecnologia**, Lavras, v. 22, n. 2, p. 300-305, 2004.
- FOURNET, J. Anacardiaceae. P.1047-1054. In: Gondwana Editions (ed.), **Flore illustrée des phanérogames de Guadeloupe et de Martinique**, Tome 1, Nouvelle édition revue et augmentée, France. 2002.
- GANGA, R. M. D.; FERREIRA, G. A.; CHAVES, L. J.; NAVES, R. V. & NASCIMENTO, J. L. D. Caracterização de frutos e árvores de populações naturais de *Hancornia speciosa* Gomes do cerrado. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 32, n. 1, p. 101-113, 2010.

GILES, J. A. D.; OLIARI, L. S. O.; ROCHA, A. C. B.; SCHMILDT, E. R.; SILVA, W. & FRANÇA, J. M. Correlações entre características físicas, químicas e físico-químicas de frutos de ciriguela. **Revista Agro @ambiente On-line**, Boa Vista, v. 10, n. 1, p. 30-35, 2016.

GOMES, R. P. **Fruticultura Brasileira**. 13.ed. São Paulo: Nobel, 2007, 446 p.

GONDIM, P. J.; DE M SILVA, S.; PEREIRA, W. E.; DANTAS, A. L.; CHAVES NETO, J. R.; & DOS SANTOS, L. F. Qualidade de frutos de acessos de umbu-cajazeira (*Spondias sp.*). **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental-Agriambi**, Campina Grande, v. 17, n. 11, p. 1217-1221. 2013.

GUIMARÃES, A. R. D., LEÃO, K. V., MAPELI, A. M., & SCHNEIDER, L. C. Caracterização física e química de frutos da cajarana (*Spondias dulcis* Parkinson). **Brazilian Journal of Development**, São José dos Pinhais, Paraná, v. 6, n. 2, p. 6693-6701, 2020.

HERRERA, F.; MITCHELL, J. D.; PELL, S. K.; COLLINSON, M. E.; DALY, D. C. & MANCHESTER, S. R. Fruit morphology and anatomy of the *Spondioid* Anacardiaceae. **The Botanical Review**, v. 84, n. 4, p. 315-393, 2018.

LIMA, M. S. S.; DANTAS, A. C. V. L.; FONSECA, A. A. O. & BARROSO, J. P. Caracterização de frutos de genótipos selecionados de umbu-cajazeira (*Spondias sp.*). **Interciência**, Caracas, v. 40, n. 5, p. 311-316, 2015.

MARQUES, C. S.; GUIMARÃES, P. V. P.; SMIDERLE, O. J. & DURIGAN, M. F. B. Qualidade agroindustrial de frutos de taperebazeiros (*Spondias mombin* L.) cultivados em áreas urbanas de Boa Vista, Roraima. **Revista Eletrônica Ambiente, Gestão e Desenvolvimento**, Boa Vista, v. 11, n. 1, p. 296-307, 2018.

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

NASCIMENTO, R.S.M.; CARDOSO, J.A.; COCOZZA, F.D.M. Caracterização física e físico-química de frutos de mangabeira (*Hancornia speciosa* Gomes) no oeste da Bahia. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 18, n. 8, p. 856-860, 2014.

QUADROS, B. R.; RIBEIRO, O. D.; RODRIGUES JUNIOR, O. M.; DO NASCIMENTO, W. M. O.; CAVARIANI, C. & NASCIMENTO, E. Biometria do endocarpo de taperebá (*Spondias mombin* L.- Anacardiaceae). **Revista Cultivando o saber**. Cascavel, v.3, n.3, p. 250-256. 2015.

RENCHER, A. C. A Review Of "Methods of Multivariate Analysis, Second Edition". **Iie Transactions**, v. 37, n. 11, p. 1083-1085, 2005.

ROCHA, A. C. B.; OLIARI, L. S.; SIMÃO, L. A.; FRANÇA, J. M.; GILES, J. A. D.; SILVA, W. & SCHMILDT, O. Divergência genética de ciriguela do norte do espírito santo. **Nucleus**, Ituverava, v. 13, n. 1, p. 143-152, 2016.

SANTOS, M. B.; CARDOSO, R. L.; FONSECA, A. A. O.; CONCEIÇÃO, M. N. Caracterização e qualidade de frutos de umbu-cajá (*Spondias tuberosa* x *S. mombin*) provenientes do Recôncavo Sul da Bahia. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 32, n. 4, p. 1089-1097, 2010.

- SILVA, G. G.; MORAIS, P. L. D.; ROCHA, R. H. C.; SANTOS, E. C.; SARMENTO, J. D. A. Caracterização do fruto de cajaranzeira em diferentes estádios de maturação. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*, v. 11, n. 2, p.159-163, 2009.
- SILVA, K. B.; ALVES, E. U.; BRUNO, R. D. L. A.; MATOS, V. P. & GONÇALVES, E. P. Morfologia de frutos, sementes, plântulas e plantas de *Erythrina velutina* willd., leguminoseae - Papilionideae. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 30, n. 3, p.104-114, 2008.
- SIQUEIRA, A. P. S.; VASCONCELOS, L. H. C.; VENDRUSCOLO, E. P.; CUSTÓDIO, B. S. S.; COSTA, D. P.; FARIA, T. C.; SELEGUINI, A. Climatization for scheduled ripening of caja-manga. **African Journal of Agricultural Research**, v. 12, p. 424-428, 2017.
- SOARES, I. D., NOGUEIRA, A. C., GRABIAS, J., & KUNIYOSHI, Y. S. Caracterização morfológica de fruto, semente e plântula de *Psidium rufum* DC.(Myrtaceae). **Iheringia Série Botânica**, Porto alegre, v. 72, n. 2, p. 221-227, 2017.
- SOUZA FILHO, M. S. M.; LIMA, J. R.; NASSU, R. T.; MOURA, C. F. H. Avaliação físico-química e sensorial de néctares de frutas nativas da região Norte e Nordeste do Brasil: estudo exploratório. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 5, p. 139-143, 2002.
- SOUZA, F. X.; SOUSA, F. H. L.; MELO, F. I. O. Aspectos morfológicos de endocarpos de cajarana (*Spondias cytherea* Sonn. - Anacardiaceae). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 20, n. 2, p.141-146, 1998.
- SINGH, D. The relative importance of characters affecting genetic divergence. **Indian Journal of Genetic and Plant Breeding**, v. 41, n. 2, p. 237-245,1981.
- SOARES, E. B.; GOMES, R. L. F.; CAMPELO, J. E. G.; LOPES, Â. C. D. A. & MATOS FILHO, C. H. A. Repetibilidade e correlações entre caracteres morfo-agronômicos de cajazeira. **Ciência e agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 6, p. 1851-1857, 2008.
- SOUZA, F. X.; SOUSA, F. H. L.; FREITAS, J. B. S. & ROSSETTI, A. G. Aspectos morfológicos da unidade de dispersão de cajazeira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 1, p. 215-220, 2000.
- VIANA, E. D. S., MAMEDE, M. E. D. O., REIS, R. C., CARVALHO, L. D. D., & FONSECA, M. D. Development and evaluation of dietetic and conventional jam of umbu-caja (*Spondias* sp.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 37, n. 3, p. 708-717, 2015.
- WAGNER JÚNIOR, A.; BRUCKNER, C. H.; CANTÍN, C. M.; SÁNCHEZ, M. A. M. & CRUZ, C. D. Divergência genética entre progênies de Pessegueiro em Zaragoza, Espanha. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 33, n. 1, p. 303-310, 2011.

### **CAPÍTULO 3 - QUALIDADE DE FRUTOS DE CAJÁ-MANGA PROVENIENTES DO MUNICÍPIO DE JATAÍ-GOIÁS**

**RESUMO** - Dentre as frutas brasileiras nativas pouco exploradas o cajá-manga (*Spondias dulcis*), possui inúmeras utilidades, a polpa é utilizada pela agroindústria, na produção de picolés, sorvetes e geleias. Destaca-se sua constituição com fibras, sais minerais e algumas vitaminas, tais como A, B1, B6 e C. Diante do exposto, objetivou-se com este trabalho avaliar a qualidade de frutos de cajá-manga colhidos de diferentes matrizes provenientes da cidade de Jataí-GO. Foram utilizados frutos oriundos de seis matrizes da cidade de Jataí Goiás. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente causalizado, com seis tratamentos (matrizes), dez repetições e 10 frutos por parcela, totalizando uma amostra de 600 frutos. Nos quais foram realizadas as seguintes análises: cores da epiderme e da polpa, rendimento de polpa, sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), relação SS/AT e vitamina C da polpa. As matrizes selecionadas apresentam características físicas e químicas para o consumo in natura e para agroindústria.

**Palavras-chave:** Frutos *in natura*, *Spondias dulcis*, Rendimento de polpa

### CHAPTER 3 – FRUIT QUALITY OF CAJA-MANGA FROM JATAÍ-GOIÁS

**SUMMARY** – The native Brazilian fruits produced in special, such as, the cajá-manga (*Spondias dulcis*) has numerous uses, the pulp is used by agribusiness, for popsicles, ice-creams and jellies production. Its constitution has fibers, mineral salts and some vitamins, such as A, B1 and C. In view of the above, objective this study was to evaluate the fruit quality of cajá-manga harvested in different matrices from the Jataí City – Goiás state. The fruits used from six matrices around Jataí City – Goiás state. The experiment was conducted in a completely randomized design, with six treatments (matrices), ten replicates and 10 fruits per plot, totaling a sample of 600 fruits. In which the following analyzes were carried out: the epidermis and pulp color, pulp yield, soluble solids (SS), titratable acidity (AT), ratio (SS/AT) and vitamina C from the pulp. The matrices present physical and chemical characteristics for fresh consumption and agroindustry.

**Keywords:** Fresh fruits, pulp yield, *Spondias dulcis*.

### 3.1. INTRODUÇÃO

O Brasil possui uma das maiores biodiversidades de frutíferas do mundo. No entanto, os estudos são incipientes, pois algumas espécies ainda são pouco conhecidas e/ou exploradas. Dentre as espécies frutíferas brasileiras destacam-se as da família Anarcadiaceae, como manga, caju, ciriguela e o cajá-manga (MOURA et al., 2013; VASCONCELOS et al., 2016). Sendo mais específico, com espécie pouco explorada, tem-se as frutíferas do gênero *Spondias* spp., dentre as quais *Spondias dulcis*, conhecido como cajá-manga, taperebá e cajarana. Esta espécie tem-se seus frutos colhidos de forma extrativista nas regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste, abrangendo quase todo o território brasileiro (MITCHELL & DALY, 2015).

O fruto de *S. dulcis* é classificado como drupa elipsóide, com um amarelo intenso na sua maturidade fisiológica, casca fina e lisa, uma polpa com fibras de sabor agri-doce. A polpa é utilizada pela agroindústria na produção de diversos produtos (picolés, sorvetes e geleias) para qual estudos evidenciam o valor nutricional da mesma, pela sua constituição de fibras, sais minerais e vitaminas do complexo A, B1, B6 e C (MATTIETTO et al., 2010; HERRERA et al., 2018; CHAVES NETO & SILVA, 2019).

A qualidade organoléptica e nutricional desses frutos está correlacionada com as características físicas tamanho, forma e cor de frutos, bem como teor de sólidos solúveis e vitamina C presentes na polpa, que desempenham um papel importante na alimentação humana. Estes atributos são responsáveis pela aceitação dos frutos no mercado, influenciando assim o consumo dos mesmos, no entanto, estudos sobre a caracterização pós-colheita ainda são escassos (LIRA JÚNIOR et al., 2010; SANTOS et al., 2010; NETO et al., 2019).

Diante do exposto, objetivou-se com este trabalho avaliar a qualidade física e química de frutos de cajá-manga colhidos em diferentes matrizes provenientes da cidade de Jataí-GO.



### 3.2. MATERIAL E MÉTODOS

Frutos de cajá-manga, originários de vegetação natural, na cidade de Jataí, Goiás, Brasil, foram colhidos de seis matrizes com a distância mínima de 3,5 km uma da outra (Tabela 1).

**Tabela 1.** Georreferenciamento e dimensões de altura (H) e Diâmetro Altura Peito (DAP) das matrizes de *Spondias dulcis* da região de Jataí-GO.

Matrizes	Coordenadas Geográficas	DAP (cm)	H (m)
M1	17° 52' 47"S 51° 44'06"O	62,2	14,5
M2	17°54'55"S 51°44'05"O	65,0	18,5
M3	17°53'51"S 51°43'24"O	60,4	16,0
M4	17°51'39 "S 51°43'45"O	73,0	22,0
M5	17°53'06"S 51°43'32"O	64,0	15,0
M6	17°53'57"S 51°44'05"O	60,2	18,0

A colheita dos frutos foi feita de forma manual, com auxílio de um gancho de 4,5 m de altura e transportados em caixas plásticas (55 x 25 x 36 cm) em veículo não refrigerado por 10 km. Os frutos foram selecionados, de acordo, com aparência, sem danos físicos, e então sanitizados com hipoclorito de sódio a 2% por 5 minutos.

Na sequência, os frutos foram avaliados quanto às características químicas e físicas descritas a seguir. A cor da epiderme e da polpa (medida na região equatorial em lados opostos do fruto) foi dada pela coordenada L\* (luminosidade), b\* (direção do azul/amarelo), C\* (croma) e ângulo Hue (h°), determinados por reflectometria, utilizando-se um colorímetro Minolta (Color Reader CR- 10) (MCGUIRRE, 1992). 4

O rendimento de polpa, obtido através da divisão entre massa de polpa e massa de fruto, após a extração manual da polpa e com o auxílio de balança semi-analítica, sendo expresso em porcentagem. O teor de sólidos solúveis (SS), expresso em °Brix foi analisado no suco retirado manualmente do fruto, por meio de refratômetro digital Atago (MASTER-SUR/N ALPHA). A acidez titulável (AT), obtida através da titulação de 5 mL de polpa em NaOH 0,1N, utilizando-se fenolftaleína como indicador e os resultados expressos em g de ácido cítrico/100 mL de suco. A relação SS/AT, obtida através do quociente entre as duas variáveis. O teor de ácido ascórbico (Vitamina C) foi determinada por titulação com reagente de Tillmans [2,6

diclorofenolindofenol (sal sódico) a 0,1%] e os resultados expressos em mg de ácido ascórbico por 100 g de polpa.

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, com seis tratamentos (matrizes), dez repetições e 10 frutos por parcela, totalizando uma amostra de 600 frutos. Os dados coletados foram submetidos ao teste de normalidade e homogeneidade dos erros, e posteriormente ao teste F da análise de variância. As médias foram agrupadas pelo método de Scott-Knott, adotando-se o nível de 1% de probabilidade de erro ( $p \leq 0,01$ ). Foi utilizado o programa estatístico Rbio versão 119: 06/06/2019 (BHERING, 2017).

### 3.3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

De acordo com a análise de variância verificou-se efeito significativo ( $p < 0,01$ ) entre as matrizes, para todas as variáveis analisadas (Tabelas 2 e 4).

**Tabela 2.** Resumo da análise de variância dos quadrados médios de Rendimento de polpa, Acidez titulável (AT), Sólidos solúveis (SS), Relação entre SS e AT e Vitamina C de frutos de cajá-manga oriundos da região de Jataí-GO.

Fonte de variação	Rendimento de polpa	Acidez titulável (AT)	Sólidos solúveis (SS)	Relação (SS/AT)	Vitamina C
Matrizes	8,51**	0,25**	4,48**	106,08**	102,75**
Resíduos	16,27	0,03	0,65	11,40	39,63
CV (%)	4,66	19,92	7,4	24,52	18,95

\*\*Significativo a 1% de probabilidade; CV: Coeficiente de variação

Para o rendimento de polpa foi possível criar dois grupos uniformes, onde o grupo formado pelas matrizes M3, M4 e M5, apresentou valores mais elevados para esta variável (Tabela 3).

Os valores encontrados Chaves Neto & Silva (2019) em frutos provenientes de diferentes microrregiões do Estado da Paraíba e de Damiani et al. (2011) para frutos originários da região de Nova Veneza-GO, os quais obtiveram médias de 73,97 e 73,58%, respectivamente.

Quando se compara a espécie do mesmo gênero, Costa et al. (2015) encontraram em *S. tuberosa* valores médios 65,08 % e Menezes et al. (2017) com média de 74,30 % em frutos de umbuzeiro (*S. tuberosa*) em estado maduro. Para *S. mombim*, Marques et al. (2018) verificaram média de 55,10 a 77,51% na região de

Boa Vista, Roraima e Dutra et al. (2017) de frutos colhidos nos municípios de Macarani e Caraíbas no estado da Bahia relataram maior rendimento da polpa, 71,97 e 73,54%, quando também avaliaram rendimento de polpa de frutos maduros.

**Tabela 3.** Valores médios de Rendimento de polpa, sólidos solúveis, acidez titulável, relação teor de sólidos solúveis/acidez titulável (Ratio) e Vitamina C de frutos de cajá-manga colhidos na região de Jataí-GO.

Matrizes	Rendimento de polpa (%)	Acidez titulável (AT) (%)	Sólidos solúveis (SS) (°Brix)	Relação (SS/AT)	Vitamina C (%)
1	78,40 b	1,09 c	11,16 a	18,12 a	64,43 a
2	80,35 b	1,16 b	9,67 b	9,86 c	60,33 b
3	83,40 a	1,07 c	10,71 a	16,16 a	64,79 a
4	85,50 a	1,21 a	11,43 a	10,73 b	58,87 b
5	88,10 a	1,08 c	11,48 a	15,27 a	63,25 a
6	81,50 b	1,14 b	10,48 a	12,48 b	67,70 a

Médias seguidas da mesma letra, na mesma coluna, não diferiram significativamente entre si pelo método de Scott-Knott, a 1% de probabilidade.

Os resultados do presente trabalho demonstram o potencial de Jataí, GO, em produzir frutos de cajá-manga com alto rendimento de polpa, característica relevante tanto para indústria quanto para o consumo *in natura*.

Quanto à acidez titulável dos frutos de cajá-manga, a matriz 4 apresentou os maiores valores, não estando no mesmo grupo das demais matrizes avaliadas (Tabela 3). Os resultados encontrados por Aroucha et al. (2012) de 1,03% de ácido cítrico, para frutos desta mesma espécie colhidos na região de Mossoró-RN. Estão ainda, bem superiores aos encontrados por Lago-Vanzela et al. (2011) e Bohra & Waman (2017), que relataram médias de 0,50 e 0,38% de ácido cítrico, respectivamente.

Vale salientar, que mesmo com a diferença entre matrizes de cajá-manga, todas estão com valores de acidez titulável superiores a 0,90% de ácido cítrico, parâmetro este demandado em frutos de *S. mombim* utilizados para indústria (BRASIL, 2016).

Tendo em vista a elevada acidez encontrada nos frutos avaliados no presente estudo, a indústria pode reduzir a necessidade da adição de ácido cítrico para padronizar a polpa, inibindo assim o desenvolvimento de microrganismos (LIMA et

al., 2002; BRASIL, 2016), o que pode diminuir os custos de produção com produtos de cajá-manga.

Em relação ao teor de sólidos solúveis, somente a matriz 2 obteve valores inferiores, enquanto as demais ficaram no mesmo grupo de médias (Tabela 3). Resultados encontrados por Aroucha et al. (2012) que constataram 11,77 °Brix em frutos maduros de cajá-manga em Mossoró-RN.

Para a aceitação de frutos no mercado é requerido elevado teor de sólidos solúveis, sendo essa característica uma ferramenta para determinar a qualidade dos mesmos, como o seu grau de maturidade fisiológica (TREVISAN et al., 2010; CREMASCO et al., 2016). Vale salientar que frutos cajá-manga de todas as matrizes apresentaram valores de sólido solúveis superiores ao valor mínimo 9,0 °Brix, exigido para cajá nos padrões de identidade e qualidade de polpa de fruta (BRASIL, 2016).

Na relação de sólidos solúveis e acidez titulável, frutos da matriz 1 foram agrupados estatisticamente com as matrizes 3 e 5 (Tabela 3). De acordo com Chaves Neto & Silva (2019) os frutos da região da Paraíba com média de 16,70. Enquanto, diferiram, aos relatado por Damiani et al. (2011) na região de Nova Veneza-GO com valor médio de 10,98.

A relação SS/AT uma importante característica para indicar o sabor de frutos, pois está correlacionado com o balanço de açúcares e ácidos, logo um elevado valor indica frutos mais doces, se relacionando também com a maturidade fisiológica de frutos (CHITARRA & CHITARRA, 2005; SILVA et al., 2012).

Para os frutos de cajá-manga ainda não há um valor mínimo estipulado para padrões de identidade e qualidade de polpa, como para cajá e umbu, que são de 10,00 e 6,43, respectivamente (BRASIL, 2016). Portanto, se comparados aos valores mencionados, os frutos de cajá-manga de Jataí – GO estão acima do mínimo requerido, demonstrando potencialidade de exploração dos mesmos.

Quanto aos teores de vitamina C, a maior média foi observada nos frutos avaliados na matriz 6, estando no mesmo grupo das matrizes 3, 1 e 5. Esses resultados foram superiores aos encontrados para a mesma espécie por Kohatsu et al. (2011), os quais observaram um índice de ácido ascórbico de 54,2%.

Quando comparado a outras espécies de *Spondias*, Bastos et al. (2016) relatam valores de 5,47mg/100g para frutos colhidos de *S. tuberosa* em Feira de Santana-BA. A superioridade nesta característica é mantida quando se compara com frutas usualmente consumidas, como por exemplo a laranja pêra que apresenta valores médios entre 37,34 e 24,98% (MELO et al., 2006).

**Tabela 4.** Resumo da análise de variância dos quadrados médios para os parâmetros de cor da polpa e epiderme de frutos obtidos de seis matrizes da cidade de Jataí –GO. L\* – luminosidade (branco puro ao preto puro). b\* – intensidade de azul (-) e amarelo (+). C\* – cromaticidade. h – ângulo de tonalidade.

Fonte de variação	Polpa			
	L	C	h°	b
Matrizes	300,09**	484,16**	137,83**	467,96**
Resíduos	7,24	10,54	23,48	7,94
C.V%	5,64	19,79	5,99	17,94
Fonte de variação	Epiderme			
	L	C	h°	B
Matrizes	351,27**	191,96**	192,63**	214,90**
Resíduos	13,21	9,90	8,58	4,79
C.V%	7,60	21,59	3,15	15,62

\*\*Significativo a 1% de probabilidade; CV: Coeficiente de variação

**Tabela 5.** Valores médios dos parâmetros de cor de polpa e epiderme de frutos de cajá manga *Spondias dulcis*

Matrizes	Polpa			
	L*	C	h°	b*
1	58,49 a	29,74 a	78,99 b	28,40 a
2	46,20 b	14,55 c	79,98 b	13,58 c
3	46,23 b	13,32 c	84,57 a	13,56 c
4	42,86 c	10,13 d	86,39 a	8,27 d
5	45,40 b	13,15 c	77,47 b	13,21 c
6	46,98 b	17,52 b	77,90 b	17,20 b
Matrizes	Epiderme			
	L*	C	h°	b*
1	57,03 a	19,87 a	89,01 c	19,37 a
2	43,50 c	9,42 c	100,41 a	8,43 d
3	53,24 b	19,05 a	93,07 b	18,49 a

4	42,51 c	11,23 c	94,80 b	10,00 c
5	46,45 c	16,10 b	88,37 c	16,25 b
6	44,25 c	11,77 c	92,11 b	11,50 c

Médias seguidas da mesma letra, na mesma coluna, pertencem ao mesmo grupo de acordo com o teste de Scott-Knott, a 1% de probabilidade.

Quanto a cor da epiderme, para o C e b\*, as matrizes 1 e 3 foram iguais. A matriz 1 destacou-se para a cor da polpa, mais uma vez a matriz 1 se destacou, apresentando maiores valores de L\* e ângulo hue próximo de 90 (Tabela 5), o que indica frutos de epiderme com coloração mais amarelada.

A coordenada L\* da epiderme e polpa é o indicativo sobre a intensidade de brilho. Os frutos de cajá-manga apresentaram brilho moderada, pois frutos totalmente maduros tendem reduzir o brilho da superfície em avaliação. Os frutos de *S. mombim* colhidos na região de Roraima, conforme foi relatado por Marques et al. (2018), com médias de 50,36, para epiderme e 50,04 para polpa, no entanto, são frutos com menos brilho em relação a polpa dos frutos colhidos de taperebá (*S. mombim*) comercializados na região de Mossoró-RN, avaliados por Sousa et al. (2017) com valores entre 36,10 e 47,21.

Para a coordenada C\*, quanto maior o seu valor, mais viva e forte será a cor (MINOLTA,1998). A coloração da epiderme e da polpa dos frutos de cajá-manga do presente trabalho apresentaram cores mais vivas, corroborando com Marques et al. (2018), ao avaliar frutos de taperebá (*S. mombim*) na região de Roraima. Frutos com cores vivas e vibrantes tendem a ter melhor aceitação no mercado de frutas frescas.

De acordo com o ângulo hue, os frutos de cajá-manga tendem a coloração amarela, que varia no Sistema CIE de 80 a 100°. Em outra espécie do gênero *Spondias* como foi relatado por Marques et al. (2018) com médias de 67,40 para a epiderme e 71,30 para a polpa de frutos comercializados na região de Roraima e Santos et al. (2010) relatam para mesma espécie que frutos podem tender ao amarelo com médias de 66,60 para a polpa e 88,80 na epiderme.

Frutos com epiderme e polpa mais amarelos, como foi observado neste trabalho, geralmente têm elevada aceitação para serem comercializados e consumidos na sua forma *in natura*.

Altos valores de  $h^\circ$  são importantes para caracterizar os frutos interessantes para indústria, pois frutos de cajá-manga no processo de amadurecimento tendem a produzir mais reações bioquímicas, fazendo com que o mesmo fique com coloração amarelo forte, e fruto com essa característica são preferidos para indústria, pois não há necessidade de adição de corantes para a fabricação de sucos quanto para néctar (MITCHELL; DALY, 2015).

Pereira et al. (2019) no seu trabalho com biofilmes comestíveis na conservação pós-colheita de cajá (*S. mombim*), indicaram que frutos que estavam próximo de ângulo  $90^\circ$  tendiam sempre ao amarelo.

A coordenada  $b^*$  representa a transição da tonalidade de azul para amarelo. Os resultados deste trabalho mostram uma grande variabilidade de coloração nos frutos de cajá-manga de Jataí, porém sempre com tendência a coloração amarela. Essa pigmentação amarela é devido ao acionamento das vias biossintéticas associados aos pigmentos de origem fenólica (MALDONADO-ASTUDILLO et al., 2017).

O teor de vitamina C, teor de acidez, teor de sólidos solúveis são superiores a outros frutos de cajá-manga pesquisados em outras regiões do Brasil. Os cajás-mangas mensurados neste município apresentam coloração intensa tanto para epiderme quanto para a polpa, com alto teor de acidez, menores valores de sólidos solúveis, uma boa relação SS e AT, evidenciado o grande potencial desses frutos para a produção de novos produtos como: picolés, sorvetes e seu consumo *in natura*.

### **3.4. CONCLUSÕES**

Todas as matrizes apresentam coloração de epiderme e polpa dos frutos com amarelo mais intenso, fator este apreciado pela agroindústria e os frutos originários da região de Jataí-GO, demonstram bom potencial para serem produzidos em escala comercial.

### 3.4. REFERÊNCIAS

- BASTOS, J. S., MARTINEZ, E. A., & SOUZA, S. M. A. Características físico-químicas da polpa de umbu (*Spondias tuberosa* Arruda Camara) comercial: Efeito da concentração. **Journal of Bioenergy and Food Science**, Macapá, v. 3, n. 1, p. 11-16, 2016.
- BHERING, L.L. RBio: A Tool For Biometric And Statistical Analysis Using The R Platform. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Viçosa, MG, v. 17, n. 2, p. 187-190, 2017.
- BOHRA, P.; WAMAN, A.A. *Spondias dulcis* L.: An Important Acidulant Species In Bay Islands. **International Journal of Forest Usufructs Management**, v. 18, n. 1, p. 25-29, 2017.
- BRASIL MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. SECRETARIA DE DEFESA AGROPECUÁRIA. PORTARIA No 58, DE 30 DE AGOSTO DE 2016. **Lex: Coletânea de Legislação e Jurisprudência**, São Paulo. Disponível em: [http://www.lex.com.br/legis\\_27181299\\_portaria\\_N\\_58\\_de\\_30\\_de\\_agosto\\_de\\_2016.spx](http://www.lex.com.br/legis_27181299_portaria_N_58_de_30_de_agosto_de_2016.spx). Acesso em 03 out 2019.
- CHAVES NETO, J.R; SILVA, S.M. Caracterização física e físico-química de frutos de *Spondias dulcis* Parkinson de diferentes microrregiões do Estado da Paraíba. **Colloquium Agrariae**, Presidente Prudente, v. 15, n. 2, p.18-28, 2019.
- CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2.ed. Lavras: UFLA, 2005. 523p.
- COSTA, F. R., RÊGO, E. R. do, RÊGO, M. M. do, NEDER, D. G., MELO SILVA, S. de, & SCHUNEMANN, A. P. P. Análise biométrica de frutos de umbuzeiro do semiárido brasileiro. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 31, n. 3, p. 682-690, 2015
- CREMASCO, J.P.G.; MATIAS, R.P.G.; SILVA, D.F.P.; OLIVEIRA, J.A.A.; BRUCKNER, C.H. Qualidade pós-colheita de oito variedades de pêssego. **Comunicata Scientiae**, Bom Jesus, v. 7, n. 3, p. 334-342, 2016.
- DAMIANI, C., SILVA, F. A. D., AMORIM, C. C. D. M., SILVA, S. T. P., BASTOS, I. M., ASQUIERI, E. R., & VERA, R. Néctar misto de cajá-manga com hortelã: caracterização química, microbiológica e sensorial. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 13, n. 3, p.301-309, 2011.
- DUTRA, F. V., CARDOSO, A. D., MORAIS, O. M., VIANA, A. E. S., MELO, T. L., & JÚNIOR, N. D. S. C. Características físicas e químicas de acessos de umbuzeiros (*Spondias tuberosa* Arr. Cam). **Revista de Ciências Agrárias**, Recife, v. 40, n. 4, p. 140-149, 2017.
- HERRERA, F., MITCHELL, J. D., PELL, S. K., COLLINSON, M. E., DALY, D. C., & MANCHESTER, S. R. Fruit morphology and anatomy of the Spondioid Anacardiaceae. **The Botanical Review**, v. 84, n. 4, p. 315-393, 2018.
- KOHATSU, D. S., ZUCARELI, V., BRAMBILLA, W. P., & EVANGELISTA, R. M. Qualidade de frutos de cajá-manga armazenados sob diferentes temperaturas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal. v. 33, n. 1, p. 344-349, 2011.



- LAGO-VANZELA, E. S., RAMIN, P., UMSZA-GUEZ, M. A., SANTOS, G. V., GOMES, E., & SILVA, R. D. Chemical and sensory characteristics of pulp and peel'cajámanga'( *Spondias cytherea* Sonn.) jelly. **Food Science and Technology**. Campinas, v. 31, n. 2, p. 398-405, 2011.
- LIMA, E. D. P. A., LIMA, C. D. A., ALDRIGUE, M. L., & GONDIM, P. J. S. Caracterização física e química dos frutos da umbu-cajazeira (*Spondias* spp) em cinco estádios de maturação, da polpa congelada e néctar. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal. v. 24, n. 2, p. 338-343, 2002.
- LIRA JÚNIOR, J.S.; BEZERRA, J.E.; LEDERMAN, I.E.; MOURA, R.J. Produção e características físico-químicas de clones de cirigueleira na Zona da Mata Norte de Pernambuco. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v.5, n.1, p.43-48, 2010.
- MALDONADO-ASTUDILLO, Y.I., ALIATEJACAL, I.A., NÚÑEZ-COLÍN, A.C., JIMÉNEZHERNÁNDEZ, J.; LÓPEZ-MARTÍNEZ, V.L. Chemical and phenotypic diversity of mexican plums (*Spondias purpurea* L.) from the states of guerrero and Morelos, Mexico. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal,v.39, n.2, p. 1-12. 2017.
- MARQUES, C. S., GUIMARÃES, P. V. P., SMIDERLE, O. J., & DURIGAN, M. F. B. Qualidade agroindustrial de frutos de taperebazeiros (*Spondias mombin* L.) cultivados em áreas urbanas de Boa Vista, Roraima. **Revista Eletrônica Ambiente, Gestão e Desenvolvimento**. Boa Vista, v. 11, n. 1, p. 296-307, 2018.
- MATTIETTO, R. de A.; LOPES, A. S.; DE MENEZES, H. C. Caracterização física e físico-química dos frutos da cajazeira (*Spondias mombin* L.) e de suas polpas obtidas por dois tipos de extrator. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 13, n. 3, p. 156-164. 2010.
- MCGUIRE, R.G. Reporting of objective color measurements. **HortScience**, v.27, n.12, p.1254- 1255, 1992.
- MELO, E.A.; LIMA V.L.A.G.; MACIEL, M.I.S. Polyphenol, ascorbic acid and total carotenoid contents in common fruits and vegetables. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v.9, n.2, p.89-94, 2006.
- MENEZES, P. H. S., DE SOUZA, A. A., DA SILVA, E. S., DE MEDEIROS, R. D., BARBOSA, N. C., & SORIA, D. G. Influência do estágio de maturação na qualidade físico-química de frutos de umbu (*Spondias tuberosa*). **Scientia Agropecuaria**, Trujillo, Perú, v. 8, n. 1, p. 73-78, 2017.
- MINOLTA, K. **Comunicação precisa da cor: controle de qualidade da percepção à instrumentação**. Seoul: Konica Minolta, 1998.
- MITCHELL, J. D.; DALY, D.C. A revision of *Spondias* L.(Anacardiaceae) in the Neotropics, **PhytoKeys**, v. 55, p. 1-92, 2015.
- MOURA, F. T., DE MELO SILVA, S., SCHUNEMANN, A. P. P., & MARTINS, L. P. Frutos do umbuzeiro armazenados sob atmosfera modificada e ambiente em diferentes estádios de maturação. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 44, n. 4, p. 764-772, 2013.

NETO, J. R. C., SCHUNEMANN, A. P. P., SANTOS ANDRADE, M. D. G., & SILVA, S. D. M. Compostos fenólicos, carotenoides e atividade antioxidante em frutos de cajá-manga. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, Curitiba, v. 36, n. 1, p. 55-68, 2019.

PEREIRA, L. D., DE SOUZA, L. K. F., FERREIRA, K. B., DO VALLE, K. D., & DA SILVA, D. F. PNOTA TÉCNICA: Biofilmes comestíveis na conservação pós-colheita de cajá. **Revista Engenharia na Agricultura**, Viçosa, v. 27, n. 4, p. 285-292, 2019.

SANTOS, M. B.; CARDOSO, R. L.; FONSECA, A. A. O.; CONCEIÇÃO, M. N. Caracterização e qualidade de frutos de umbu-cajá (*Spondias tuberosa* x *S. mombin*) provenientes do Recôncavo Sul da Bahia. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 32, n. 4, p.1089-1097, 2010.

SILVA, D. F. P., DE SIQUEIRA, D. L., ROCHA, A., SALOMÃO, L. C. C., MATIAS, R. G. P., & STRUIVING, T. B. Diversidade genética entre cultivares de mangueiras, baseada em caracteres de qualidade dos frutos. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 59, n. 2, p. 225-232, 2012.

SOUSA, A. S. de; SOARES, K. M. de P.; GÓIS, V. A. de; FREIRE, B. C. F. Qualidade microbiológica e físico-química de polpas de umbu-cajá e cajá comercializadas em Mossoró, **Higiene alimentar**, v. 31, n. 272/273, p. 42-46, 2017.

TREVISAN, R.; PIANA, C.D.B.; TREPTOW, R.D.O.; GONÇALVES, E.D.; ANTUNES, L.E.C. Perfil e preferências do consumidor de pêsego (*Prunus persica*) em diferentes regiões produtoras no Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de fruticultura**, Jaboticabal, v. 32, n. 1, p. 90-100, 2010.

VASCONCELOS, L. H. C., EVANGELISTA, Z. R., de CAMPOS, A. J., & TEIXEIRA, I. R. Diferentes embalagens na conservação pós-colheita de cajá-manga. **Revista Espacios**, Caracas, v. 38, n. 16, p. 1-10, 2017.

## CAPÍTULO 4 – SUPERAÇÃO DE DORMÊNCIA DE SEMENTES DE CAJÁ-MANGA

**RESUMO** - A propagação do cajá-manga (*Spondias dulcis*) é realizada normalmente por semente. Todavia, a presença da dormência é um empecilho para produção de mudas e visando escala comercial de seu principal produto, a fruta. Diante da problemática, objetivou-se avaliar o uso de fitorreguladores (giberelinas e citocininas) associadas a escarificação e uniformização da emergência de plântulas de cajá-manga. Para isso, endocarpos extraídos dos frutos de seis matrizes foram submetidos aos seguintes tratamentos: Testemunha (sem tratamento T1), escarificação mecânica na porção distal ao eixo embrionário (T2), todos os demais tratamentos a seguir foram escarificados e em seguida embebidos em solução de: água por 6 horas (T3), GA<sub>3</sub> (750 mg.L<sup>-1</sup>) por 6 h (T4), GA<sub>3</sub> (350 mg. L<sup>-1</sup>) por 12 h (T5), Citocinina (750 mg. L<sup>-1</sup>) por 6 h (T6), Citocinina (350 mg. L<sup>-1</sup>) por 12 h (T7), GA<sub>3</sub> e Citocinina (750 mg. L<sup>-1</sup>) por 6 h (T8), e GA<sub>3</sub> e Citocinina (350 mg. L<sup>-1</sup>) por 12 h (T9). Em seguida foram semeadas 25 sementes em bandeja de poliestireno expandido (de 35 x 25 x 5 cm) sobre uma camada uniforme de 20 cm de areia umedecida e cobertas com uma camada uniforme de 3 cm. Sendo avaliada emergência, primeira contagem de emergência, índice de velocidade de emergência, tempo médio de emergência e frequência relativa da emergência de plântulas. Foi utilizado, o delineamento experimental blocos inteiramente casualizados com os tratamentos distribuídos em 4 blocos, com 25 endocarpos por parcela. Os dados obtidos foram submetidos a teste de homogeneidade de erros e realizado o Teste F a 1% de probabilidade e foi realizado o agrupamento das médias por meio do método de Scott-Knott. O uso de escarificação mecânica na região oposta ao eixo embrionário seguida da embebição em solução de fitorreguladores, giberelina + citocinina na concentração de 350 mg.L<sup>-1</sup>, por 12 horas é promissor para a superação de dormência de sementes de cajá-manga.

**Palavras-chave:** Citocinina, giberelina, plântulas, *Spondias dulcis*

## CHAPTER 4 - DORMANCY OVERCOMING OF CAJÁ-MANGA SEEDS

**SUMMARY-** Propagation of cajá-manga (*Spondias dulcis*) is normally carried out by seeds. However, the presence of dormancy is a hindrance to the production of seedlings and aiming the commercial-scale its main product. About the problem, the objective was to evaluate the use of phytohormones (Gibberellins and Cytokinins) associated with distal portion scarification of the embryo for dormancy overcoming emergence uniformity of cajá-manga seedlings. For this, endocarps were extracted from fruits in sex matrices, they were submitted to the following treatments: Control ( without T1 treatment), mechanical scarification, on distal portion to embryonic axis (T2), all over treatments below were scarified and soaked in solution: water for 6 hours (T3), GA<sub>3</sub> (750 mg.L<sup>-1</sup>) for 6 hours (T4), GA<sub>3</sub> (350 mg. L<sup>-1</sup>) for 12 h (T5), Cytokinin (750 mg. L<sup>-1</sup>) for 6 hours (T6), Cytokinin (350 mg. L<sup>-1</sup>) for 12 hours (T7), GA<sub>3</sub> and Cytokinin (750 mg. L<sup>-1</sup>) for 6 hours (T8), and GA<sub>3</sub> and Cytokinin (350 mg. L<sup>-1</sup>) for 12 hours (T9). Next 25 seeds were sown an expanded polystyrene tray (35 x 25 x 5 cm) over a uniform 20 cm layer in wet sand and covered with a uniform 3 cm layer. Being evaluated emergence, first emergency count, emergence speed index, mean time and relative frequency of emergence seedling. The experimental design was completely randomized blocks with treatments distributed in 4 blocks, with 25 endocarps per plot. The data obtained were subjected to the homogeneity test error and the F Test at 1% probability was performed and the Scott-Knott method was used to grouped the means. The mechanical scarification use on distal portion to the embryonic axis followed imbibition in a solution of phytohormones, gibberellin + cytokinin in concentration of 350 mg.L<sup>-1</sup>, for 12 hours is promising for dormancy overcoming of cajá-manga seeds.

**Keywords:** Cytokinins, Gibberellins, seedlings, *Spondias dulcis*

## 4.1. INTRODUÇÃO

Dentro do gênero *Spondias* quatro espécies são economicamente importantes na América tropical: *S. dulcis*, *S. mombin*, *S. purpurea* e *S. tuberosa*, sendo essas cultivadas e, portanto, não correm risco de extinção, embora sua diversidade genética possa estar comprometida devido à destruição do habitat (MITCHELL & DALY, 2015). Todavia para a produção de campos de produção a implantação via semente, normalmente, é dificultada pela dormência (MOURA et al., 2013; MARTINS et al., 2019).

A dormência propicia uma emergência lenta e desuniforme como já foi constatado por alguns autores para outras espécies do mesmo gênero como *Spondias mombim* (MARTINS et al., 2019), assim como Matos & Ataíde (2015) relatam para arbóreas nativas do território nacional. Logo, em especial neste gênero, ocorre uma dormência combinada.

A primeira é uma barreira física imposta pelo endocarpo, que atua como fator limitante, promovendo resistência mecânica à expansão do embrião, como também às trocas gasosas. Já a segunda, de natureza fisiológica, sendo para esta dormência empregada fitorreguladores, normalmente ácido giberélico ( $GA_3$ ) (CARVAHO & NAKAGAWA, 2012; FERREIRA et al., 2016; MARTINS et al., 2019).

Dentre os métodos de superação de dormência física destaca-se a escarificação mecânica, normalmente, corte na região distal ao hilo, para não atingir o eixo embrionário, tida como por aplicar a qualquer tratamento que cause ruptura ou enfraquecimento do tegumento, permitindo a germinação (CARVALHO & NAKAGAWA, 2012; OLIVEIRA et al., 2019;).

Quando se trata de dormência fisiológica que pode ser atribuída à relação de hormônios promotores e inibidores da germinação (CARVAHO & NAKAGAWA, 2012; MIRANSARIA & SMITH, 2014). Existem outros hormônios, um deles é citocinina, sua eficiência na germinação ainda é pouco conhecida, porém já se entendem que ela promove a divisão celular, associado a giberelina são substâncias essenciais para promover a germinação e os processos enzimáticos quando esses são bloqueados por inibidores na dormência fisiológica (PICCOLOTO et al., 2007; MIRANSARIA & SMITH, 2014; TAIZ & ZEIGER, 2017;).

Salienta-se que na natureza a dormência é um dos fenômenos que garantem a propagação ao longo do tempo. Todavia, para produtores de mudas é um obstáculo, pois as sementes ficam sujeitas a condições adversas, devido à lenta germinação, ocasionado também mudas desuniformes acarretando perdas (CARVALHO & NAKAGAWA, 2012; COSTA et al., 2015).

Para a superação de dormência de sementes de cajá-manga, os estudos ainda são incipientes. A germinação é lenta e desuniforme, o uso de métodos de superação, como aplicação de fitorreguladores, poderá auxiliar na obtenção de mudas de qualidade, com isso, ajudando no processo de domesticação dessa espécie (CARVALHO & NAKAGAWA, 2012; MATOS & ATAÍDE, 2015; FERREIRA et al., 2016; ROCHA et al., 2019).

Diante disto, objetivou-se com o presente trabalho avaliar o uso de fitorreguladores (giberelinas e citocininas) associadas à escarificação na porção distal do embrião na superação da dormência e uniformização da emergência de plântulas de cajá-manga.

## 4.2. MATERIAL E MÉTODOS

Frutos de cajá-manga, originários de vegetação natural, na cidade de Jataí, Goiás, Brasil, foram colhidos em fevereiro de 2019 de seis matrizes com a distância mínima de 3,5 km uma da outra (Tabela 1).

**Tabela 1.** Georreferenciamento das matrizes e dimensões de altura (H) e Diâmetro Altura Peito (DAP) das matrizes de *Spondias dulcis* da região de Jataí-GO.

Matrizes	Coordenadas Geográficas	DAP (cm)	H (m)
M1	17° 52' 47"S 51° 44'06"O	62,2	14,5
M2	17°54'55"S 51°44'05"O	65,0	18,5
M3	17°53'51"S 51°43'24"O	60,4	16,0
M4	17°51'39 "S 51°43'45"O	73,0	22,0
M5	17°53'06"S 51°43'32"O	64,0	15,0
M6	17°53'57"S 51°44'05"O	60,2	18,0

Posteriormente, os frutos foram armazenados em caixas plásticas (55 x 36 x 31 cm) e transportados para o Núcleo de Pesquisas Agronômicas da Universidade Federal de Jataí.

Para a extração do endocarpo, os frutos foram lavados, sendo feitos a imersão e aspersão, e higienizados em solução de hipoclorito de sódio 2% por 15 minutos. Os frutos foram submetidos à extração do endocarpo com auxílio de faca e água corrente, como recomendado para o gênero *Spondias* (BRASIL, 2013). Estes endocarpos, que contêm as sementes verdadeiras, foram denominados sementes, como descrito nas instruções normativas para análises de sementes florestais (BRASIL, 2013).

Os endocarpos extraídos foram submetidos aos tratamentos de acordo com Tabela 2.

**Tabela 2.** Tratamentos utilizados para a superação de dormência de sementes de cajá-manga retiradas de frutos de diferentes matrizes de Jataí-GO

Tratamentos
T1. Testemunha: sem tratamento para a superação da dormência
T2. Escarificação na porção distal
T3. T2 + Embebição em água por 6 h
T4. T2 + Embebição em GA <sub>3</sub> (750 mg.L <sup>-1</sup> ) por 6 h
T5. T2 + Embebição em GA <sub>3</sub> (350 mg. L <sup>-1</sup> ) por 12 h
T6. T2 + Embebição em Citocinina (750 mg. L <sup>-1</sup> ) por 6 h
T7. T2 + Embebição em Citocinina (350 mg. L <sup>-1</sup> ) por 12 h
T8. T2 + Embebição em GA <sub>3</sub> e Citocinina (750 mg. L <sup>-1</sup> ) por 6 h
T9. T2 + Embebição em GA <sub>3</sub> e Citocinina (350 mg. L <sup>-1</sup> ) por 12 h

Para os tratamentos que passaram pela escarificação na porção distal foi utilizado moto esmeril de bancada worker 6" [152 mm]. Após a aplicação dos tratamentos quatro blocos com 25 endocarpos, foram semeados, individualmente, em bandejas poliestireno expandido contendo o substrato areia lavada na capacidade de retenção de 60%, antecipadamente esta foi peneirada em malha de 0,8 mm e esterilizada em estufa de circulação forçada de ar a 200 °C por 2 horas (BRASIL, 2013).

Os tratamentos foram mantidos em casa de vegetação, com sistema de irrigação por aspersão automática, programado para ser acionado no início e final do dia durante o período de 40 minutos de irrigação, sendo avaliado:

Emergência de plântulas – aos 60 dias foram avaliadas as plântulas normais mais vigorosa emergida, uma vez que, pode ocorrer mais de uma plântula emergida por endocarpo;

Primeira contagem de emergência – contabilização das plântulas normais mais vigorosas quando atingir 50% + 1 da emergência final;

Índice de velocidade de emergência (IVE) - por meio de contagens a cada cinco dias durante 60 dias das plântulas normais mais vigorosas, em seguida os dados foram submetidos a fórmula proposta por Maguire (1962);

Tempo médio de emergência (TME) – as contagens dos cinco aos 60 dias submetidos a fórmula descrita por Santana & Ranal (2004), com o resultado expresso em dias após a semeadura;

Comprimento da parte aérea e das raízes das plântulas- mensuração da parte aérea, sendo do colo a inserção dos cotilédones e na raiz principal da coifa ao colo das plântulas normais mais vigorosa;

Frequência relativa da emergência (fr) - as contagens dos cinco aos 60 dias submetidos a fórmula descritas em Santana & Ranal (2004).

Foi utilizado, o delineamento experimental blocos inteiramente casualizados com os nove tratamentos distribuídos em 4 blocos, com 25 endocarpos em cada parcela. Os dados obtidos foram submetidos a teste de normalidade e de homegeinidade de erros e realizado o Teste F a 1% de probabilidade e para agrupamento das médias foi utilizado o método de Scott-Knott através do programa RBio versão 119:06/06/2019.

### **4.3. RESULTADOS E DISCUSSÕES**

Verificou-se efeito dos tratamentos empregados nas variáveis emergência, primeira contagem de emergência, índice de velocidade de emergência de plântulas (Tabela 3), não sendo observado diferença para o tempo médio de emergência e mensurações nas plântulas obtidas.

O tratamento de escarificação na porção distal seguido da embebição em GA<sub>3</sub> e citocinina (350 mgL<sup>-1</sup>) por 12 horas (tratamento 9) foi eficiente na superação de dormência de sementes de cajá-manga (Tabela 4). Para este obteve-se 63% de



emergência de plântulas aos 60 dias após a semeadura (d.a.s.) e um índice de 3,41 de velocidade de emergência, sendo estes superiores aos demais tratamentos. Salienta-se que em comparação com a testemunha essa diferença foi de até três vezes, demonstrando assim a eficiência do mesmo.

**Tabela 3.** Resumo das análises de variância valores dos quadrados médios de emergência (E), primeira contagem de emergência (PCE), índice de velocidade de emergência (IVE), tempo médio de emergência (TME), comprimento da parte aérea (CP) e comprimento de raiz (CR) de plântulas de cajá-manga providas de sementes com diferentes tratamentos de superação de dormência.

Fonte de variação	Quadrados médios					
	E	PCE	IVE	TME	CP	CR
Tratamentos	1001,00**	44,45**	2,98**	2,81 <sup>n.s</sup>	21,12 <sup>n.s</sup>	5,93 <sup>n.s</sup>
Blocos	167,7	28,89	1,04	5,40	62,65	11,61
Resíduos	134,70	15,56	0,35	4,11	31,99	4,63
C.V%	38,69	64,54	38,02	4,73	16,01	21,40

\*\*Significativo a 1% de probabilidade; n.s não significativo a 1% de probabilidade pelo teste F; CV: Coeficiente de variação.

**Tabela 4.** Emergência (E), primeira contagem de emergência (PCE) e Índice de velocidade de emergência (IVE) de plântulas cajá-manga providas de sementes com diferentes tratamentos de superação de dormência

Tratamentos	E %	PCE (dias)	IVE
T1. Testemunha: sem tratamento	21 d	5 b	1,06 c
T2. Escarificação na porção distal	31 c	4 b	1,59 b
T3. T2 + Embebição em água por 6 h	20 d	4 b	0,95 c
T4. T2 + Embebição em GA <sub>3</sub> (750 mg.L <sup>-1</sup> ) por 6 h	10 d	4 b	0,57 c
T5. T2 + Embebição em GA <sub>3</sub> (350 mg.L <sup>-1</sup> ) por 12 h	33 c	5 b	1,97 b
T6. T2 + Embebição em Citocinina (750 mg.L <sup>-1</sup> ) por 6 h	17 d	3 b	0,85 c
T7. T2 + Embebição em Citocinina (350 mg.L <sup>-1</sup> ) por 12 h	43 b	10 a	2,09 b
T8. T2 + Embebição em GA <sub>3</sub> e Citocinina (750 mg.L <sup>-1</sup> ) por 6 h	32 c	7 b	1,65 b
T9. T2 + Embebição em GA <sub>3</sub> e Citocinina (350 mg.L <sup>-1</sup> ) por 12 h	63 a	13 a	3,41 a

Médias seguidas da mesma letra, na mesma coluna, pertencem ao mesmo pelo método de Scott-Knott à 1% de probabilidade.

Ao comparar os valores de emergência (63%) e o tempo médio de emergência em torno de 43 dias, apesar de não haver diferença estatística (Tabelas 3 e 4), os resultados da literatura asseguram quanto o tratamento aplicado neste

trabalho foi significativo. Já Martins et al. (2019) para *S. mombim* verificaram 68% de emergência, todavia com o tempo médio de 273 dias após a semeadura para endocarpos de tamanho médio, cor bege e com escarificação mecânica.

Aos 18 dias após a semeadura, primeira contagem, contabilizou-se 13% de plântulas para quando escarificação na porção distal seguido da embebição em GA<sub>3</sub> e citocinina (350 mgL<sup>-1</sup>) por 12 horas (tratamento 9), não pertencem ao mesmo grupo de médias para esta variável das submetidas ao tratamento escarificação seguido de embebição em citocinina (350 mgL<sup>-1</sup>) por 12 horas (tratamento 7), para qual obteve-se 10 plântulas. Martins et al. (2019) ao estudarem a germinação de sementes de cajá (*S. mombim*), verificaram valores de primeira contagem de 28%, no entanto essa contagem ocorreu aos 180 dias.

Aplicação de fitorreguladores na superação dormência ou uniformização da germinação veem sendo aplicado. Majidi et al. (2016) recomendam a aplicação dos fitoreguladores GA<sub>3</sub>, ácido indolacético (AIA) e cinetina para superar a dormência e promover rápida germinação no *Hordeum spontaneum*. Do mesmo modo, mas não tão equitativamente, o uso de associação de fitorreguladores, vem sendo utilizados assim como na presente pesquisa.

Ferreira et al. (2016) aplicaram de forma eficiente na superação da dormência de sementes de *Annona purpurea* e *A. macrophyllata*, as quais, foram embebidas em solução de mistura GA<sub>4</sub>+7 + BA por 96 horas. Essa combinação de fitorreguladores também foi determinada por Beraud et al. (2016) para *Ugni molinae* Turcz frutífera nativa do Chile, a qual, foi importante para mostrar a relevância dessa pesquisa.

Quando se avalia o efeito de citocinina em *Spondias* spp. verifica-se uma carência de pesquisa, Melo et al. (2012) avaliando o efeito de giberelina, cinetina e etileno não verificou diferença na emergência de plântulas de *S. tuberosa*, com ou sem adição de escarificação mecânica. É sabido que citocininas modulam a divisão celular e a diferenciação (TAIZ & ZEIGER, 2017; RAJESH et al., 2019).

Todavia efeito da citocinina na superação da dormência foi verificada em outras espécies: Assim, Lee et al. (2018) constaram que a cinetina teve um efeito significativo na promoção da germinação e na quebra da dormência em *Panax ginseng*, embora ainda fosse necessário um curto período de estratificação a frio.

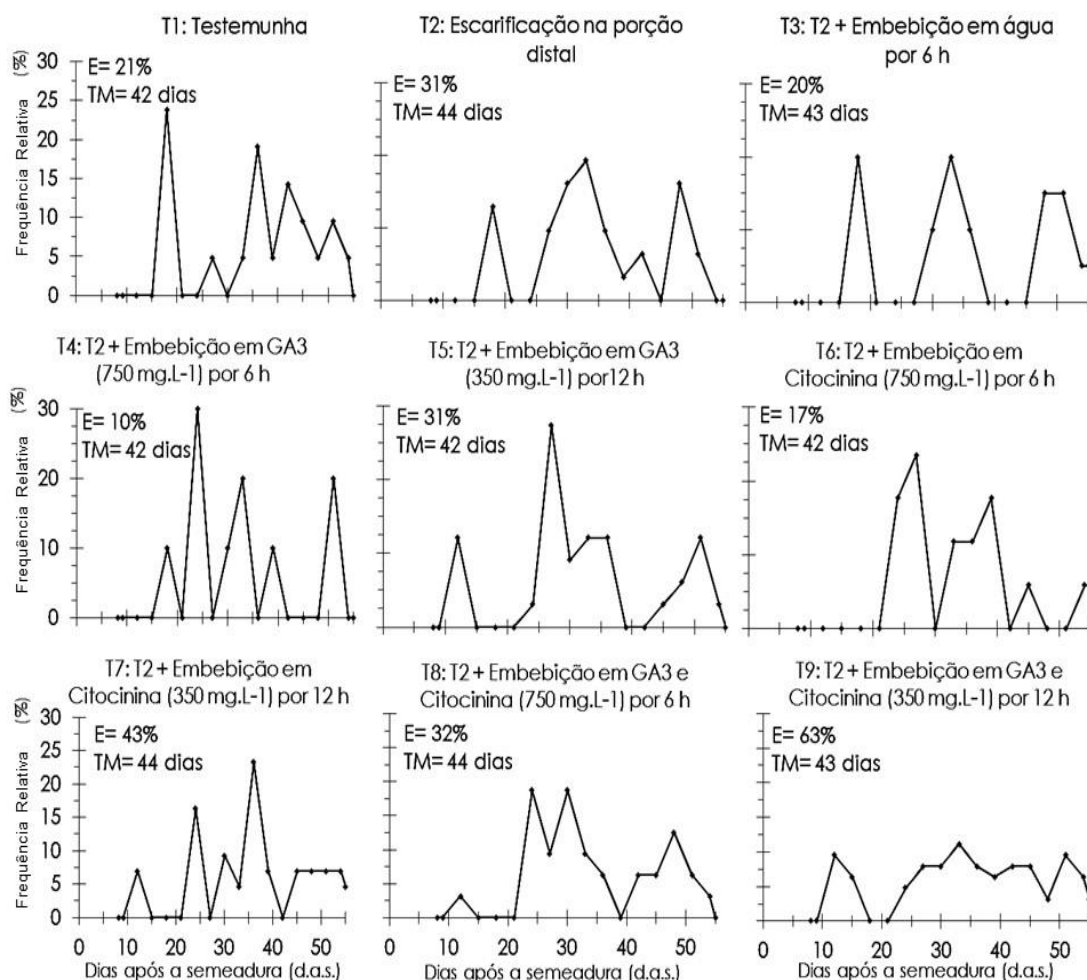
Em *Arabidopsis* foi verificado que está entre as funções das citocininas o controle do tamanho das sementes, incluindo o crescimento de embriões, endospermas e revestimento de sementes (MANSFIELD & BOWMAN, 1993). Miransaria e Smith (2014) afirmam ainda que as citocininas e sua interação negativa com o ABA podem regular positivamente a germinação das sementes e interromper a dormência das sementes.

A ação das giberelinas na germinação de sementes já é um fato na literatura, estas atuam como promotores da germinação e na ativação do crescimento vegetativo do embrião, pela mobilização das reservas (TAKATA et al., 2014; TAIZ & ZEIGER, 2017). Taiz & Zeiger (2017) relatam ainda que a capacidade de controlar os processos metabólicos nos vegetais, desde a sua germinação até o crescimento é promovido pela giberelina aumentando seu alongamento e a sua divisão celular

Para o tratamento 2, somente a diminuição da barreira física com a escarificação mecânica do endocarpo não foi suficiente para a superação da dormência de cajá-manga, ficando evidente a dormência combinada destas sementes, ou seja, uma barreira física imposta pelo endocarpo e uma fisiológica, provavelmente por substâncias inibidores ao processo de germinação. Dados esses que foram correlatos em outras espécies do gênero *Spondias*, por Melo et al. (2012) em sementes de *S. tuberosa* e Martins et al. (2019) para *S. mombim*.

Quando se utilizou a embebição por seis horas, até mesmo no tratamento 8, bem semelhante ao melhor tratamento, verificou-se pouco efeito dos mesmos na superação da dormência. Provavelmente o tempo de seis horas de embebição não foi suficiente para, além de superar a barreira física do endocarpo, iniciar o processo de embebição da sementes e ativação dos fitorreguladores, mesmo estes sendo utilizados em concentrações superiores ( $750 \text{ mg L}^{-1}$ ) nestes tratamentos.

Na Figura 1 foi observado uma frequência relativa na emergência das plântulas de cajá-manga, observa-se que durante um tempo as plântulas emergem até atingir um ponto máximo, ocorrendo um declínio e volta a subir, logo os polígonos apresentam uma distribuição poligonal, com a emergência heterogênea em mais de dois picos.



Pode-se afirmar pelos gráficos que a emergência para a espécie, mesmo no tratamento eficiente, ainda não é perfeitamente sincronizada, distribuindo-se ao longo do tempo (OLIVEIRA et al., 2017)

**Figura 1.** Distribuição da frequência relativa de emergência de plântulas de cajá-manga providas de sementes com diferentes tratamentos de superação de dormência (E= porcentagem de emergência de plântulas; TM= tempo médio de emergência).

O início da emergência das plântulas se deu por volta de onze dias após a semeadura, exceto na testemunha e nos tratamentos T2, T3 e T6 que iniciaram após os 20 dias após a semeadura. Período este que foi semelhante ao relatado por Melo et al. (2012) para emergência de plântulas de umbuzeiro (*S. tuberosa*) que as plântulas emergiriam com nove dias.

Para o tempo médio, verificou-se que não houve diferença entre os tratamentos avaliados, pois nas distribuições de frequência demonstraram que o tempo médio para emergência se situou entre 42 e 44 dias (Tabela 3, Figura 1). Não havendo deslocamento do polígono, pois os tempos médios foram semelhantes, isto implica que, mesmo desuniforme, não se verificou o deslocamento da linha poligonal para a direita ou esquerda do tempo médio, ou seja, não houve um atraso no processo emergência das plântulas (BERGER et al., 2014).

Salienta-se, ainda na Figura 1, que o tratamento 9 (escarificação seguida de embebição em GA<sub>3</sub> e citocinina (350 mgL<sup>-1</sup>) por 12 h) é promissor na superação de dormência de cajá-manga, pois promoveram uma emergência 63% das plântulas, tendo ainda um comportamento diferentes dos demais, provavelmente, por ser o único tratamento que aumentou a velocidade de emergência, com índice de 3,41 (Tabela 3).

#### 4.3. CONCLUSÃO

O uso de escarificação mecânica na região oposto ao eixo embrionário seguida da embebição em solução de fitorreguladores, giberelina + citocinina na concentração de 350 mg.L<sup>-1</sup>, por 12 horas é promissor para a superação de dormência de sementes de cajá-manga.

#### 4.4. REFERÊNCIAS

- BERAUD, M. R., VÁSQUEZ, N. H., DURÁN, X. A., PÉREZ, J. T., MARAMBIO, V. L., & RUBIO, C. C. Efectos del ácido giberélico, bencilaminopurina y fluridona en la germinación in vitro de *Ugni molinae* Turcz.(Myrtaceae). **Gayana Botánica**, Concepcion, Chile v. 73, n. 1, p. 77-84, 2016.
- BERGER, A. P. D. A., RANAL, M. A., & SANTANA, D. G. D. Variabilidade na dormência relativa dos diásporos de *Lithraea molleoides* (Vell.) Eng. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 24, n. 2, p. 325-337, 2014.
- BOWMAN, J. L.; MANSFIELD, S. Embryogenesis. In: BOWMAN, J (Ed.). **Arabidopsis: an atlas of morphology and development**. New York, NY, 1993. p. 349-401.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instruções para análise de sementes de espécies florestais**. Brasília: Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária, 2013. 98 p.

- CARVALHO, N. M., & NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção** (5 ed.). : FUNEP. 590 p. 2012.
- COSTA, P. A., DA SILVA LIMA, A. L., ZANELLA, F., & DE FREITAS, H. Quebra de dormência em sementes de *Adenantha pavonina* L. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 40, n. 1, p. 83-88, 2010.
- FERREIRA, G., DE-LA-CRUZ-CHACON, I., & GONZALEZ-ESQUINCA, A. R. Overcoming seed dormancy in *Annona macrophyllata* and *Annona purpurea* using plant growth regulators. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 38, n. 3, 2016.
- JADHAV RAJESH, K., MULAM, P., & VIDHESH, K. Elucidation of seed dormancy and phytohormones by germination after exogenous foliage whey application. **Journal of Plant Stress Physiology**, Tamil Nadu, India, p. 08-14, 2019.
- LEE, J. W., JO, I. H., KIM, J. U., HONG, C. E., KIM, Y. C., KIM, D. H., & PARK, Y. D. Improvement of seed dehiscence and germination in ginseng by stratification, gibberellin, and/or kinetin treatments. **Horticulture, Environment, and Biotechnology**, Korean, v. 59, n. 3, p. 293-301, 2018.
- MAGUIRE, J.D Speed of germination—Aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor 1. **Crop science**, Madison, WI. v. 2, n. 2, p. 176-177, 1962.
- MAJIDI, M., TAGHVAEI, M., HEIDARI, G., EDALAT, M., & EMAM, Y. Dormancy release of wild barley seed germination by using plant growth regulators. **Environmental and Experimental Biology**, Latvia, v. 14, p. 145-150, 2016.
- MARTINS, C. C., SILVA, G. Z. D., DURIGAN, L. D., & VIEIRA, R. D. Pregerminative treatments of yellow mombin (*Spondias mombin* L.) seeds. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 29, n. 1, p. 363-370, 2019.
- MATOS, A. C. B., & ATAÍDE, G. D. M. Physiological, physical, and morpho-anatomical changes in *Libidibia ferrea* (Mart. ex Tul) LP Queiroz) seeds after overcoming dormancy. **Journal of Seed Science**, Londrina, v. 37, n. 1, p. 26-32, 2015.
- MELO, A. P. C., SELEGUINI, A., CASTRO, M. N., DE ANDRADE MEIRA, F., DA SILVA GONZAGA, J. M., & HAGA, K. I. Superação de dormência de sementes e crescimento inicial de plântulas de umbuzeiro. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 33, n. 4, p. 1343-1349, 2012.
- MIRANSARI, M., & SMITH, D. L. Plant hormones and seed germination. **Environmental and Experimental Botany**, Tehran, Iran v. 99, p. 110-121, 2014.
- MITCHELL, J. D.; DALY, D.C. A revision of *Spondias* L.(Anacardiaceae) in the Neotropics. **PhytoKeys**, n. 55, p. 1, 2015.
- MOURA, F. T. D., SILVA, S. D. M., SCHUNEMANN, A. P. P., & MARTINS, L. P. Frutos do umbuzeiro armazenados sob atmosfera modificada e ambiente em diferentes estádios de maturação. **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v. 44, n. 4, p. 764-772, 2013.

OLIVEIRA, F. S., DA SILVEIRA, L. M., TORRES, S. B., DA COSTA, F. M. C. D., NUNES, M. C. C., DE SENNA, J. S., & NETO, S. Dormancy breaking in seeds of different accessions of *Luffa cylindrica* Roemer. **Comunicata Scientiae**, Bom Jesus, v. 9, n. 4, p. 596-602, 2018.

OLIVEIRA, J. D. D., SILVA, J. B. D., & ALVES, C. Z. Tratamentos para incrementar, acelerar e sincronizar a emergência de plântulas de mucuna-preta. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 48, n. 3, p. 531-539, 2017.

PICOLOTTO, L., BIANCHI, V. J., & FACHINELLO, J. C. Ação de giberelinas e citocininas na germinação de sementes de pessegueiro. **Scientia Agraria**, Marechal Cândido Rondon, v. 8, n. 3, p. 225-232, 2007.

ROCHA, G. T., DA SILVA, A. G., MARTINS, J. B., PEIXOTO, N., & RODRIGUES, F. Propagação vegetativa de *Spondias tuberosa* e *Spondias dulcis* com o uso de imersão em ácido indol-acético. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 32, n. 4, p. 858-866, 2019.

SANTANA, D.G.; RANAL, M. **Análise da germinação**: um enfoque estatístico. Brasília: Ed. Universidade de Brasília, 2004. 248p.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.954p

TAKATA, W., SILVA, E. G. D., CORSATO, J. M., & FERREIRA, G. Germinação de sementes de romazeiras (*Punica granatum* L.) de acordo com a concentração de giberelina. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 36, n. 1, p. 254-260, 2014.