



Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano - Campus Urutaí  
Programa de Pós-Graduação em Conservação de  
Recursos Naturais do Cerrado

# FENOLOGIA, PÓS-COLHEITA E PROPAGAÇÃO DE CAJU-ARBÓREO-DO CERRADO

ANA FLÁVIA DE JESUS PINTO

Orientador(a): Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Ana Paula Silva Siqueira  
Coorientador(a): Dr<sup>a</sup>. Muza do Carmo Vieira  
Coorientador(a): Prof. Dr. Ivandilson Pessoa Pinto de Menezes

Urutaí, fevereiro de 2020



**Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano**  
*Reitor*

Prof. Dr. Elias de Pádua Monteiro

*Pró-Reitor de Pesquisa e Pós-Graduação e Inovação*

Prof. Dr. Alan Carlos da Costa

**Campus Urutaí**  
*Diretor Geral*

Prof. Dr. Paulo César Ribeiro da Cunha

*Diretor de Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação*

Prof. Dr. Anderson Rodrigo da Silva

**Programa de Pós-Graduação em Conservação de Recursos Naturais do  
Cerrado**

*Coordenador*

Prof. Dr. Daniel de Paiva Silva

Urutaí, fevereiro de 2020

**ANA FLÁVIA DE JESUS PINTO**

**FENOLOGIA, PÓS-COLHEITA E PROPAGAÇÃO DE  
CAJU-ARBÓREO-DO-CERRADO**

*Orientador(a)*

Prof.<sup>a</sup>. Dr.<sup>a</sup>. Ana Paula Silva Siqueira

*Coorientador(a)*

Dr.<sup>a</sup>. Muza do Carmo Vieira

*Coorientador(a)*

Prof. Dr. Ivandilson Pessoa Pinto de Menezes

Dissertação apresentada ao Instituto Federal Goiano –  
Campus Urutaí, como parte das exigências do Programa  
de Pós-Graduação em Conservação de Recursos Naturais  
do Cerrado para obtenção do título de Mestre.

Urutaí (GO)  
2020

Os direitos de tradução e reprodução reservados.

Nenhuma parte desta publicação poderá ser gravada, armazenada em sistemas eletrônicos, fotocopiada ou reproduzida por meios mecânicos ou eletrônicos ou utilizada sem a observância das normas de direito autoral.

ISSN XX-XXX-XXX

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Sistema desenvolvido pelo ICMC/USP  
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
**Sistema Integrado de Bibliotecas - Instituto Federal Goiano**

P532 Pinto, Ana Flavia de Jesus  
FENOLOGIA, PÓS-COLHEITA E PROPAGAÇÃO DE CAJU-  
ARBÓREO-DO-CERRADO / Ana Flavia de Jesus  
Pinto; orientadora Ana Paula Silva Siqueira; co-  
orientadora Muza do Carmo; Ivandilson Pessoa Pinto  
de Vieira ; Menezes. -- Urutaí, 2020.  
90 p.

Dissertação ( em Mestrado Profissional em  
Conservação de Recursos Naturais do Cerrado) --  
Instituto Federal Goiano, Campus Urutaí, 2020.

1. Fenofases. 2. Confeitos. 3. Armazenamento. 4.  
B.O.D . 5. Produção de Mudas. I. Silva Siqueira, Ana  
Paula , orient. II. Vieira ; Menezes, Muza do Carmo;  
Ivandilson Pessoa Pinto de , co-orient. III. Título.

Responsável: Johnathan Pereira Alves Diniz - Bibliotecário-Documentalista CRB-1 nº2376

Sistema Integrado de Bibliotecas – SIB/IFGoiano



**TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR PRODUÇÕES TÉCNICO-CIENTÍFICAS NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DO IF GOIANO**

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610/98, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, em formato digital para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

**Identificação da Produção Técnico-Científica**

- Tese  Artigo Científico  
 Dissertação  Capítulo de Livro  
 Monografia – Especialização  Livro  
 TCC - Graduação  Trabalho Apresentado em Evento  
 Produto Técnico e Educacional - Tipo: \_\_\_\_\_

Nome Completo do Autor: Ana Flávia de Jesus Pinto

Matrícula: 2018101330940080

Título do Trabalho: FENOLOGIA, PÓS-COLHEITA E PROPAGAÇÃO DE CAJU-ARBÓREO-DO CERRADO

**Restrições de Acesso ao Documento**

Documento confidencial:  Não  Sim, justifique: \_\_\_\_\_

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIIF Goiano: 01/05/\_2020\_

O documento está sujeito a registro de patente?  Sim  Não

O documento pode vir a ser publicado como livro?  Sim  Não

**DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA**

O/A referido/a autor/a declara que:

- o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- obteve autorização de quaisquer materiais inclusos no documento do qual não detém os direitos de autor/a, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano.

Urutá-Goiás, \_\_23\_\_/\_04\_\_/\_2020\_\_.  
Local Data

Assinatura do Autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais

Ciente e de acordo:


Assinatura do(a) orientador(a)

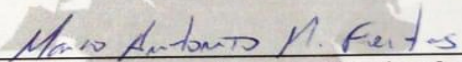


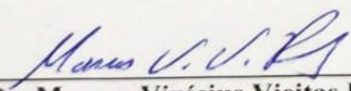
### FICHA DE APROVAÇÃO DA DISSERTAÇÃO

Titulo da dissertação:	<i>Fenologia, Pós Colheita e Propagação de Ocu Arboreo do Cerrado</i>
Orientadora:	<b>Prof.ª Dra. Ana Paula Silva Siqueira</b>
Coorientadores:	<b>Prof. Dr. Ivandilson Pessoa Pinto de Menezes e Dra. Muza do Carmo Vieira</b>
Autora:	<b>Ana Flávia de Jesus Pinto</b>

Dissertação de Mestrado **APROVADA** em 27 de **fevereiro** de **2020**, como parte das exigências para obtenção do Título de **MESTRA EM CONSERVAÇÃO DE RECURSOS NATURAIS DO CERRADO**, pela Banca Examinadora especificada a seguir:

  
\_\_\_\_\_  
**Prof.ª Dra. Ana Paula Silva Siqueira**  
Instituto Federal Goiano – Campus Urutaí

  
\_\_\_\_\_  
**Prof. Dr. Marco Antonio Moreira de Freitas**  
Instituto Federal Goiano – Campus Urutaí

  
\_\_\_\_\_  
**Prof. Dr. Marcus Vinicius Vieitas Ramos**  
Instituto Federal Goiano – Campus Urutaí

*“O caminho que eu escolhi é o do amor. Não importa as dores, as angústias, nem as decepções que eu vou ter que encarar. Escolhi ser verdadeira. No meu caminho, o abraço é apertado, o aperto de mão é apertado, o aperto de mão é sincero, por isso não estranhe à minha maneira de sorrir, de te desejar o bem. É só assim que eu enxergo a vida, e é só assim que eu acredito que valha a pena viver”*

*Paulo Roberto Gaefke*



## AGRADECIMENTOS

A Deus e Nossa Senhora, pelo dom da vida e por ter permitido lutar por meus sonhos, por guiar-me, sustentar-me e ter concedido coragem durante toda esta jornada mesmo nas dificuldades e nunca perder a fé.

Aos meus pais Aparecido e Norma pelo apoio e esforços para que eu chegasse nessa etapa da minha vida, sendo minha base.

Ao meu irmão Matheus, que mesmo distante sempre me “salvou” com os problemas eletrônicos, e pelo auxílio prestado em alguns experimentos.

À minha amiga Cinthia, que Deus acertou em colocar na minha vida, aquela conheci na graduação e que sempre manteve ao meu lado nos momentos de experimento, ida em campo e os que achava que não ia conseguir.

As minhas amigas e primas Andreia, Evelise, Andressa, Ellen, Júlia, Willianne, Marcelly algumas próximas e outras mais afastadas, mas todas torcendo e mantendo com palavra de conforto em muitos momentos.

A todos meus colegas de trabalho dos Laboratório de Biotecnologia, Genética e Biologia Molecular e de Pesquisas de Frutas e Hortaliças, Gabriel Quirino, Wellington, Elida, Elias, Lorrana, Maíke, Rafael, Aline, Beatriz, Bruna, Isabela, João Paulo, Leticia Nascente, Pedro, Steffano, Thainá pela ajuda nos experimentos contribuindo significativamente para este trabalho.

Ao meu namorado Wellington que esteve presente em todos os momentos, auxiliando nos diversos experimentos e oferecendo carinho e companheirismo.

À minha Co-orientadora, Muza pela oportunidade, confiança, mesmo que nem sempre presente por motivos de saúde, estava disposta com toda meiguice para auxiliar.

Ao meu Co- orientador Ivandilson, pela receptividade em orientar numa área que pouco domino, que ao final saio com uma bagagem maior do que entrei.

À minha Orientadora Ana Paula, que literalmente teve muita paciência, em me orientar. Mas mesmo assim, esteve disposta a sentar, mostrar e corrigir, ainda na correria de diversos trabalhos. Agradeço pela orientação, pelo auxílio em diversos momentos e pela compreensão.



A todos os professores do programa de mestrado e ao Instituto Federal Goiano-Campus Urutaí, pela oportunidade de crescimento tanto profissional e acadêmico.

Por fim, a todos aqueles que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho e conclusão deste tão sonhado título.

## SUMÁRIO

RESUMO GERAL .....	14
INTRODUÇÃO GERAL .....	15
MUNICÍPIOS DE ESTUDOS .....	17
REFERÊNCIAS .....	20
CAPÍTULO 1 – ARTIGO 1.....	23
FENOLOGIA E ARMAZENAMENTO REFRIGERADO DE CAJU-ARBÓREO-DO-CERRADO .....	23
INTRODUÇÃO .....	24
MATERIAL E MÉTODOS .....	25
RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	26
CONCLUSÕES.....	28
REFERÊNCIAS .....	29
CAPÍTULO 2 – ARTIGO 2.....	37
AVALIAÇÃO SENSORIAL DE BALAS DE CAJU-ARBÓREO-DO-CERRADO .....	37
INTRODUÇÃO .....	37
MATERIAL E MÉTODOS .....	38
RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	39
CONCLUSÃO.....	42
REFERÊNCIAS .....	42
CAPÍTULO 3 – ARTIGO 3.....	44
EMERGÊNCIA E CARACTERIZAÇÃO BIOMÉTRICA INICIAL DE CAJU-ARBÓREO-DO-CERRADO ( <i>Anacardium othonianum</i> Rizz.) EM DIFERENTES TEMPERATURAS E SUBSTRATOS .....	44
INTRODUÇÃO .....	46
MATERIAL E MÉTODOS .....	48
RESULTADOS .....	49
DISCUSSÃO .....	57
CONCLUSÃO.....	60
REFERÊNCIAS .....	60
CAPÍTULO 4 – NOTA CIÊNTIFICA .....	67
DESENVOLVIMENTO DE <i>Anacardium othonianum</i> Rizz. DE DIFERENTES LOCAIS DE COLETA E SUBSTRATOS.....	67
INTRODUÇÃO .....	68
MATERIAL E MÉTODOS .....	69
RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	70
CONCLUSÃO.....	73

<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>73</b>
<b>CAPÍTULO 5 – ARTIGO 4.....</b>	<b>78</b>
<b>CULTIVO <i>IN VITRO</i> DE <i>Anacardium othonianum</i> Rizz. ORIUNDOS DE DIFERENTES MUNICÍPIOS E CONCENTRAÇÕES DE MS .....</b>	<b>78</b>
<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>78</b>
<b>MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>80</b>
<b>RESULTADOS .....</b>	<b>81</b>
<b>DISCUSSÃO .....</b>	<b>85</b>
<b>CONCLUSÕES.....</b>	<b>87</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>87</b>

## LISTA DE FIGURAS E TABELAS

<b>Figura 1.</b> Municípios de coleta.....	17
<b>Figura 2.</b> Plantas de Caju-arbóreo-do-Cerrado de Silvânia.....	18
<b>Figura 3.</b> Plantas de Caju-arbóreo-do-Cerrado de Vianópolis.....	18
<b>Figura 4.</b> Plantas de Caju-arbóreo-do-Cerrado de Orizona.....	19
<b>Figura 5.</b> Plantas de Caju-arbóreo-do-Cerrado de Luziânia.....	19
<b>Figura 1.</b> Diâmetro longitudinal (A), Diâmetro Equatorial (B) e Relação entre Diâmetro Longitudinal e Equatorial (C) de frutos de caju-arbóreo-do-cerrado .....	33
<b>Tabela 1.</b> Comparações entre medianas de Massa do Fruto (MF), Massa da Castanha (MC), Sólidos Solúveis (SS), pH, Acidez Titulável (AT) e Àcido Ascórbico (VitC).....	34
<b>Tabela 2.</b> Resultado da análise multivariada de variância (MANOVA).....	35
<b>Figura 2.</b> Biplot contendo escores médios de variáveis discriminantes canônicas e elipses de 95% de confiança para tratamentos as três épocas avaliadas (Temperatura : Dia). .....	36
<b>Tabela 1.</b> Descritivo dos ingredientes e quantidade na confecção das balas dura e macia.....	39
<b>Figura 1.</b> Descritores levantados para bala dura de caju-arbóreo-do-cerrado .....	40
<b>Figura 2.</b> Descritores levantados para bala macia de caju-arbóreo-do-cerrado .....	41
<b>Figura 3.</b> Mapa de preferência interno com relação a impressão global de balas macias e balas duras de caju-arbóreo-do-cerrado .....	41
<b>Tabela 1.</b> Percentual de emergência (E%) e índice de velocidade de emergência (IVE) de sementes de caju-arbóreo-do-cerrado ( <i>Anacardium othonianum</i> Rizz.), submetidas a diferentes temperaturas e substratos. Urutaí-GO, 2019. ....	50
<b>Figura 1.</b> Percentagem de emergência de caju-arbóreo-do-cerrado ( <i>Anacardium othonianum</i> Rizz.), em diferentes temperaturas e substratos. S1: substrato comercial + vermiculita (2:1); S2: terra de barranco + vermiculita + areia fina (2:1:1); S3: substrato comercial + terra de barranco + vermiculita (2:2:1) e S4: terra de barranco + vermiculita + casca de arroz (2:1:1). Urutaí-GO, 2019. ....	51
<b>Tabela 2.</b> Número de par de folhas, Altura de plantas (cm), diâmetro do caule (mm), largura da folha (cm), comprimento de folhas (cm) e comprimento da raiz (cm) de caju-arbóreo-do-cerrado ( <i>Anacardium othonianum</i> Rizz.) em diferentes temperaturas e substratos. Urutaí-GO, 2019. ....	52
<b>Figura 2.</b> Número de par de folhas de mudas caju-arbóreo-do-cerrado ( <i>Anacardium othonianum</i> Rizz.), em diferentes temperaturas e substratos. S1: substrato comercial + vermiculita (2:1); S2: terra de barranco + vermiculita + areia fina (2:1:1); S3: substrato comercial + terra de barranco + vermiculita (2:2:1) e S4: terra de barranco + vermiculita + casca de arroz (2:1:1). Urutaí-GO, 2019. ....	53
<b>Figura 3.</b> Altura de plantas de caju-arbóreo-do-cerrado ( <i>Anacardium othonianum</i> Rizz.), em diferentes temperaturas e substratos. S1: substrato comercial + vermiculita (2:1); S2: terra de barranco + vermiculita + areia fina (2:1:1); S3: substrato comercial + terra de barranco + vermiculita (2:2:1) e S4: terra de barranco + vermiculita + casca de arroz (2:1:1). Urutaí-GO, 2019. ....	54
<b>Figura 4.</b> Comprimento da folha de mudas caju-arbóreo-do-cerrado ( <i>Anacardium othonianum</i> Rizz.), em diferentes temperaturas e substratos. S1: substrato comercial + vermiculita (2:1); S2: terra de barranco + vermiculita + areia fina (2:1:1); S3: substrato comercial + terra de barranco + vermiculita (2:2:1) e S4: terra de barranco + vermiculita + casca de arroz (2:1:1). Urutaí-GO, 2019. ....	56

<b>Tabela 3.</b> Massa fresca (g) e massa seca (g) de caju-arbóreo-do-cerrado ( <i>Anacardium othonianum</i> Rizz.) em diferentes temperaturas e substratos. Urutaí-GO, 2019.....	56
<b>Figura 5.</b> Comprimento da raiz de mudas caju-arbóreo-do-cerrado ( <i>Anacardium othonianum</i> Rizz.), em diferentes temperaturas e substratos. S1: substrato comercial + vermiculita (2:1); S2: terra de barranco + vermiculita + areia fina (2:1:1); S3: substrato comercial + terra de barranco + vermiculita (2:2:1) e S4: terra de barranco + vermiculita + casca de arroz (2:1:1). Urutaí-GO, 2019. ....	57
<b>Tabela 1.</b> Resultado da análise multivariada de variância (MANOVA).....	70
<b>Figura 1.</b> Biplot contendo escores médios de variáveis discriminantes canônicas e elipses de 95% de confiança para substratos e regiões de coleta (Substrato : Município) .....	71
<b>Tabela 1.</b> Valor p da análise de deviance para três locais de coleta, quatro concentração de meio de cultura em 21 dias avaliação (DAS).....	81
<b>Figura 1.</b> Intervalos de 95% de confiança para os valores encontrados em unidades de Contaminação Fúngica em diferentes tempos (A) 2 DAS, (B) 3 DAS, (C) 4-21 DAS, caju arbóreo do cerrado <i>in vitro</i> . Laboratório de Biotecnologia do Instituto Federal Goiano Campus Urutaí- GO. Urutaí-GO, 2019.....	82
<b>Figura 2.</b> Intervalos de 95% de confiança de Proporção de Presença de 9 espécies de fungo encontradas em sementes de <i>Anacardium othonianum</i> Rizz.....	83
<b>Figura 3.</b> Intervalos de 95% de confiança para os valores encontrados em Sobrevivência em diferentes tempos (A) 1-7 DAS, (B) 8 DAS, (C) 14 DAS, (D) 21 DAS de caju-arbóreo-do-cerrado <i>in vitro</i> . Laboratório de Biotecnologia do Instituto Federal Goiano Campus Urutaí- GO. Urutaí-GO, 2019.....	84
<b>Figura 4.</b> Intervalos de 95% de confiança para os valores encontrados em Germinação em diferentes tempos (A) 4 DAS, (B) 7 DAS, (C) 9-21 DAS de caju-arbóreo-do-cerrado <i>in vitro</i> . Laboratório de Biotecnologia do Instituto Federal Goiano Campus Urutaí- GO. Urutaí-GO, 2019.....	85

## RESUMO GERAL

O Caju-arbóreo-do-Cerrado *Anacardium othonianum* Rizz é um ecótipo da espécie *Anacardium occidentale*, onde este apresenta características diferentes por estar no bioma Cerrado, existem poucos estudos deste ecótipo. Com isso objetivou-se avaliar a melhor época de colheita, armazenamento, aproveitamento e forma de propagação do *A. othonianum*. Foram avaliadas plantas nos municípios de Silvânia, Orizona, Vianópolis e Luziânia todos do estado de Goiás. Foram realizadas análises físico-química na maturação e armazenamento em diferentes temperaturas para decisão de melhor maturação do fruto. A avaliação foi realizada no município de Vianópolis em 5 épocas após a floração da planta armazenando estes frutos em temperatura ambiente, 5 °C e 10 °C. No aproveitamento do pseudofruto do caju foi produzido balas macias e duras e posteriormente realizado uma análise sensorial com 120 provadores para dar notas de aceitação destas. Na propagação do caju-arbóreo-do-Cerrado foram utilizadas sementes dos municípios de Silvânia, Orizona, Vianópolis e Luziânia cultivadas em câmara de germinação em diferentes substratos (S1: substrato comercial + vermiculita (2:1); S2: terra de barranco + vermiculita + areia fina (2:1:1); S3: substrato comercial + terra de barranco + vermiculita (2:2:1) e S4: terra de barranco + vermiculita + casca de arroz (2:1:1)), e diferentes temperaturas (24°, 30°, 36°,42°C). Também foi avaliada a propagação em casa de vegetação com diferentes substratos (S1: substrato comercial + vermiculita (2:1); S2: terra de barranco + vermiculita + areia fina (2:1:1); S3: substrato comercial + terra de barranco + vermiculita (2:2:1) e S4: terra de barranco + vermiculita + casca de arroz (2:1:1)). E cultivo *in vitro* com variação de meio MS (25, 50, 75 e 100%). Nos experimentos de propagação em câmara de germinação e casa de vegetação realizou-se levantamentos biométricos no 40° dia de semeadura, avaliando o número de par de folhas, altura de planta, diâmetro de caule, largura da folha, comprimento de folha, comprimento da raiz, matérias fresca e seca. E no cultivo *in vitro* avaliou-se a protusão radicular, contaminação, sobrevivência após a inoculação das sementes. A última época de colheita apresentou a melhor maturação, e a temperatura de 5°C a mais eficiente para o armazenamento. As balas tanto macias e duras tiveram boa aceitação e o substrato que forneceu o melhor desenvolvimento das mudas de caju-arbóreo-do-Cerrado foi o S4: terra de barranco + vermiculita + casca de arroz (2:1:1) na temperatura de 30°C, já no cultivo *in vitro* os meios MS de 25 e 50% foram os mais eficazes.

## INTRODUÇÃO GERAL

O bioma Cerrado é um vasto ecossistema caracterizado por um gradiente de pastagens para savanas e formações florestais e pela grande riqueza de espécies (RIBEIRO et al., 2011). O Cerrado brasileiro é o segundo bioma mais extenso da América do Sul (SANO et al., 2010; BEUCHLE et al., 2015), ocupando uma área de 2 milhões de km<sup>2</sup>, representando 22% da área total do Brasil (OLIVEIRA et al., 2014) distribuídos nos estados da Bahia, Goiás, Tocantins, Minas Gerais, Maranhão, Piauí, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, São Paulo e Paraná (SANO et al., 2010).

Compreende inúmeras espécies frutíferas de importância extrativista (GUSMÃO et al., 2005) dentre as espécies frutíferas nativas, estão o araticum (*Annona crassiflora* Mart.), o pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.), a cagaita (*Eugenia dysenterica* D.C.), a mangaba (*Hancornia spenciosa* Gomez), a gabioba (*Campomanesia cambessedean* Berg.) e o caju-arbóreo-do-Cerrado (*Anacardium othonianum* Rizz) (BRAGA-FILHO et al., 2014).

O Caju-arbóreo-do-Cerrado (*Anacardium othonianum* Rizz), cajuzinho ou cajuí, é uma espécie nativa pertencente à família Anacardiaceae (MENDONÇA et al., 1998; SILVA et al., 2017). Que é considerado um ecótipo do *A. occidentale* (Michell & Mori 1987). *A. othonianum* Rizz é uma espécie que se limita as áreas típicas dos Cerrados do Planalto Central do Brasil, dispersa pelo Distrito Federal e Goiás (RIZZINI, 1969; AGOSTINI-COSTA et al., 2010).

É uma planta que tolera períodos de seca e solos pobres com pH de 4,5 a 6,5, apresentando porte arbóreo, altura entre 3 m e 6 m, folhas coriáceas que medem 12-17 cm x 8-11 cm, apresentam base subcordata, e frutos de 15-20 mm x 12-15 mm, seu florescimento é entre junho e outubro apresentando flores hermafroditas e unissexuais, sendo assim, as masculinas aparecem no início da floração, e as hermafroditas no fim, sendo polinizadas por abelhas e vespas, seus frutos tem uma média de 200 e 600 por planta, pesam entre 5 e 10 g e são colhidos entre setembro e outubro (RIZZINI, 1969; AGOSTINI-COSTA et al., 2010).

O caju-arbóreo-do-cerrado possui duas partes: o fruto verdadeiro e o pseudofruto (ALVES et al., 2013). O fruto é uma drupa reniforme (castanha), que contém cerca de 46,5% de lipídios (TOSCHI et al., 1993; CAETANO, et al., 2012). Os frutos são torrados para extrair as nozes, e possuem alto valor nutricional e energético e são ricos em



proteínas, lipídios, cálcio, ferro e zinco (SILVA et al., 2017). O pseudofruto do caju-arbóreo-do-cerrado é largamente utilizado na culinária, mesmo que apresentando elevada acidez, sendo aproveitado para consumo “in natura”, ou para preparo de licores, doces, sucos, e infusões em aguardente (CORRÊA et al., 2008; Silva, 2019).

O fruto é classificado como não climatério, com pouca atividade de etileno, mas com alta atividade respiratória, o que dificulta sua vida de prateleira, em temperatura ambiente (MOURA et al., 2010). Ressaltando a importância de estudos com métodos de conservação na pós-colheita, fornecendo maior tempo de vida útil ao fruto sendo a refrigeração um método, que atua diminuindo a atividade respiratória (FIGUEIREDO et al., 2007).

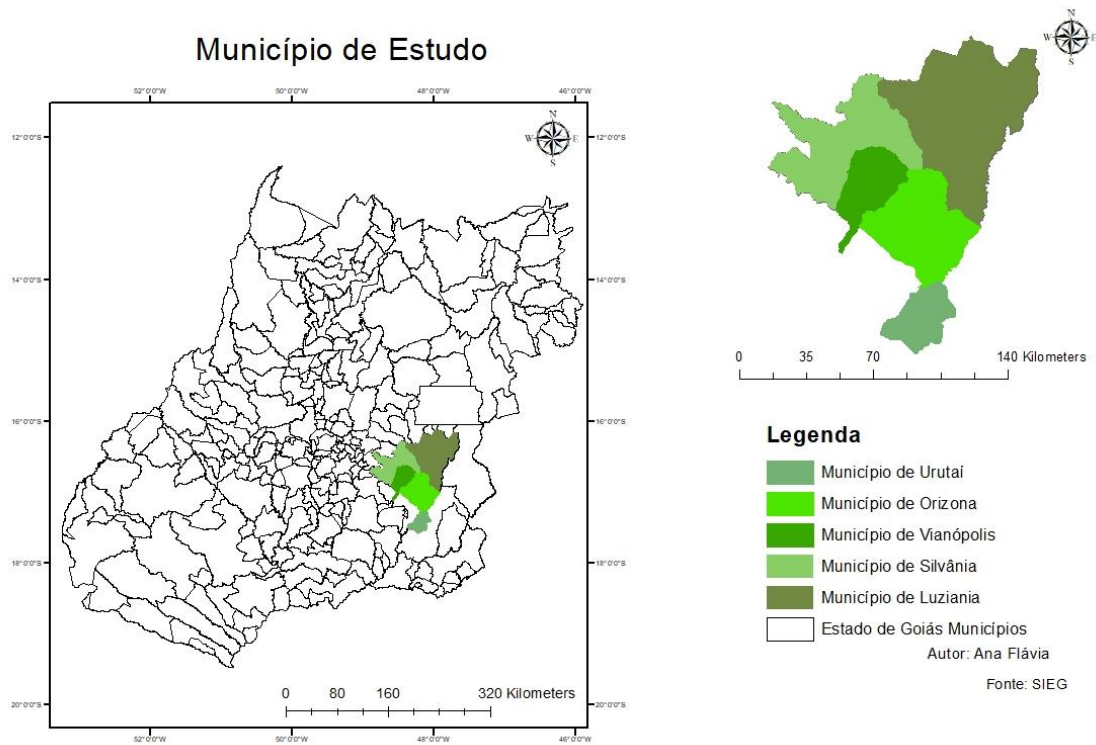
Os métodos de propagação do caju-arbóreo-do-Cerrado podem ser agrupados em dois tipos: Propagação sexuada, que se baseia no uso de sementes, e propagação assexuada, baseada no uso de estruturas vegetativas (FACHINELLO et al., 2005). A propagação por sementes ocorre na maioria das plantas cultivadas, entretanto, para as frutíferas é recomendada apenas para a produção de porta-enxertos ou para propagação de espécies que não podem ser propagadas deste modo (MENDONÇA & MENDONÇA, 2013).

A temperatura influencia tanto na porcentagem de germinação quanto na determinação do vigor das plântulas, influenciando a absorção de água pela semente e as reações bioquímicas que regulam todo o processo metabólico (BEWLEY et al., 1994; PACHECO et al., 2006).

Para as plantas nativas como o caju-arbóreo-do-cerrado, tem-se poucas informações sobre a sua propagação, além disso, é importante saber em qual tipo de substrato ocorre o melhor desenvolvimento inicial das plântulas (SILVA et al., 2018). Um substrato deve atender aos requisitos da planta em termos de características físicas e químicas, pois substitui o solo durante o estágio de viveiro (FERRAZ et al., 2005; DORNELLES et al., 2014).

Diante das adversidades climáticas, da necessidade de estudos e preservação do patrimônio genético e produção mudas de qualidade, é de extrema importância ter em mãos informações sobre produção de mudas de frutíferas nativas do Cerrado.

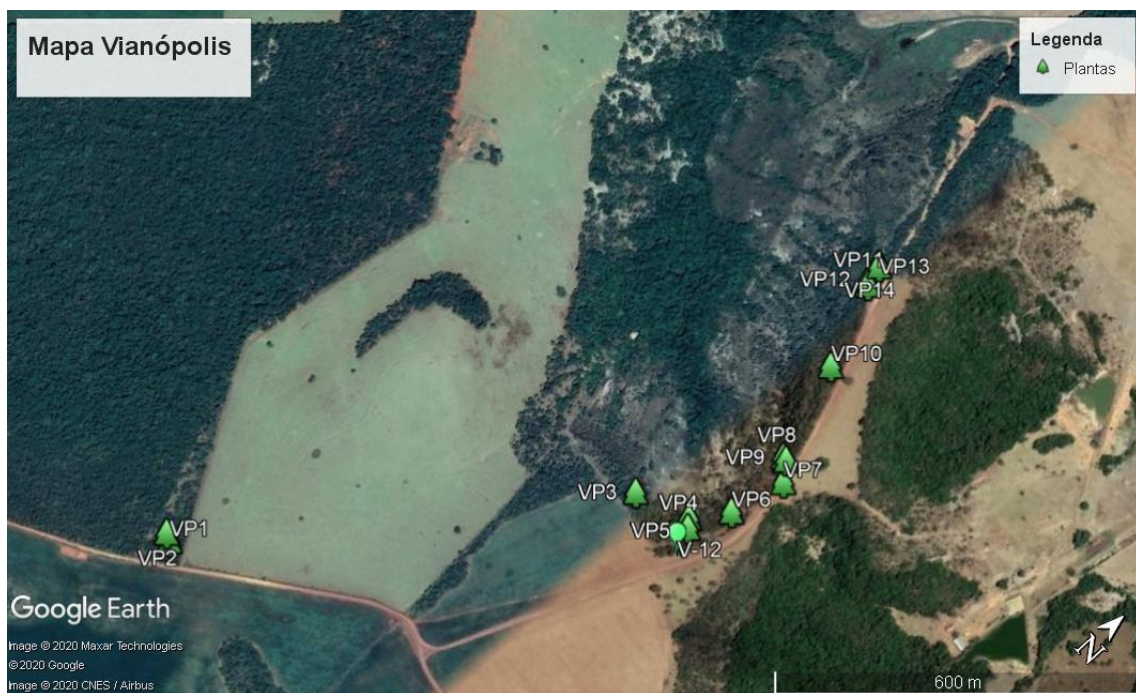
# MUNICÍPIOS DE ESTUDOS



**Figura 1.** Municípios de coleta.



**Figura 2.** Plantas de Caju-arbóreo-do-Cerrado de Silvânia.

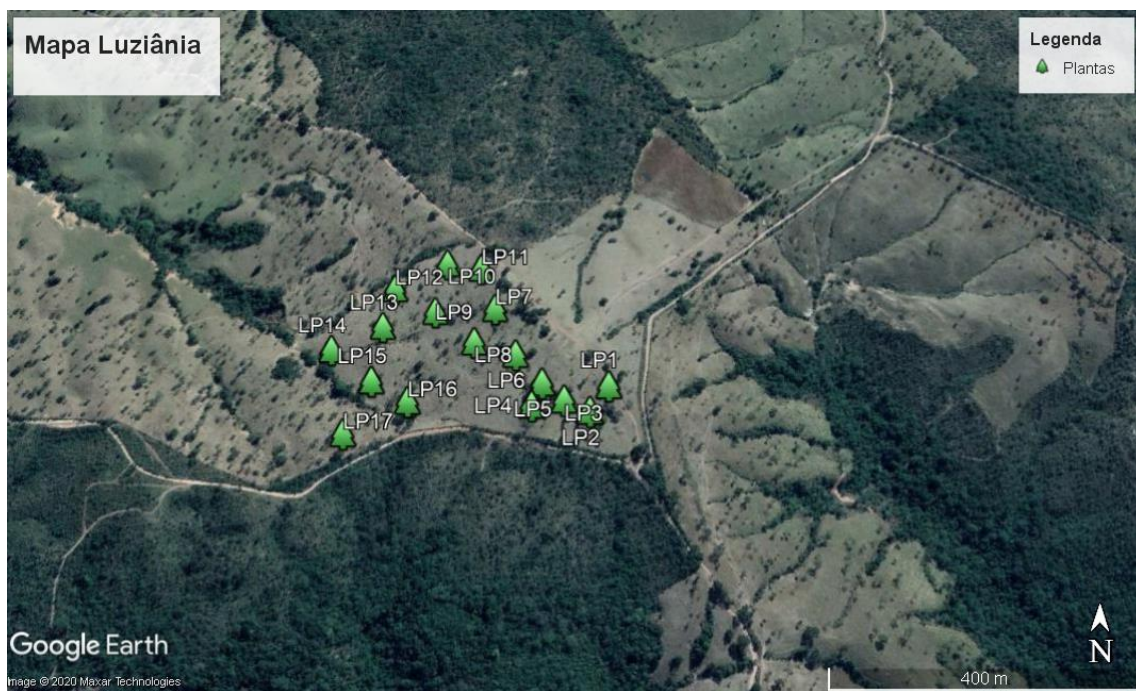


**Figura 3.** Plantas de Caju-arbóreo-do-Cerrado de Vianópolis.





**Figura 4.** Plantas de Caju-arbóreo-do-Cerrado de Orizona.



**Figura 5.** Plantas de Caju-arbóreo-do-Cerrado de Luziânia.

## REFERÊNCIAS

- AGOSTINI-COSTA, T. S.; FARIA, J. P.; NAVES, R. V.; VIEIRA, R. F. Cajus do Cerrado. In: VIEIRA, R. F.; COSTA, T. da S. A.; SILVA, D. B. da; SANO, S. M.; FERREIRA, F. R. (Eds.). **Frutas nativas da região Centro-Oeste**. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2010. p. 143-162.
- ALVES, M. S.; ALVES, A. M.; NAVES, M. M. V. Compostos bioativos e atividade antioxidante de pseudofrutos de caju arbóreo do Cerrado. **Revista Instituto Adolfo Lutz**. São Paulo, v.72, n.4, p.327-31, 2013.
- BEUCHLE, R.; GRECCHI, R. C.; SHIMABUKURO, Y. E.; SELIGER, R.; EVA, H. D.; SANO, E.; ACHARD, F. Land cover changes in the Brazilian Cerrado and Caatinga biomes from 1990 to 2010 based on a systematic remote sensing sampling approach. **Applied Geography**, Oxford, v.58, p.116-127, 2015.
- BEWLEY, J. D.; BLACK, M. **Seeds: physiology of development and germination**. Nova Iorque: Plenum Press, 1994.
- BRAGA-FILHO, J.; NAVES, R.; CHAVES, L.; SOUZA, E.; MAZON, L.; SILVA, L. Germinação de Sementes e emergência de plântulas de araticum oriundos do cerrado de Goiás. **Revista Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 30, n. 1, p. 74-78, 2014.
- CAETANO, G. de S.; SOUSA, K. A. de; RESENDE, O.; SALES, J. de F.; COSTA, L. M. Higroscopicidade de sementes de caju-de-árvore-do-cerrado. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v.42, n.4, p.437-445, 2012.
- CORRÊA, G. de C.; NAVES, R. V.; ROCHA, M. R. CHAVES, L. J.; BORGES, J. D. Determinações físicas em frutos e sementes de baru (*Dipteryx alata* Vog.), cajuzinho (*Anacardium othonianum* Rizz.) e pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.), visando melhoramento genético. **Revista Bioscience Journal**, v.24, n.4, p.42-47, 2008.
- DORNELLES, P.; SILVA, F. G.; MOTA, C. S.; SANTANA, J. das G. Production and quality of *Anacardium othonianum* Rizz. seedlings grown on different substrates. **Brasileira de Fruticultura**, v. 36, n. 2, p. 479-486, 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/0100-2945-144/13>.
- FACHINELLO, J. C.; HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J. C. Formas de propagação de plantas frutíferas. In: FACHINELLO, J.C.; HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J. C.

**Propagação de plantas frutíferas.** Brasília: Embrapa Informações Tecnológicas, 2005. p.221-.

FERRAZ, M. V.; CENTURION, J. F.; BEUTLER, A. N. Caracterização física e química de alguns substratos comerciais. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v.27, n.2, p. 209-214, 2005.

FIGUEIREDO, R.W d.; LAJOLO, F. M.; ALVES, R. E.; FILGUEIRAS, H. A. C.; MAIA, G. A.; SOUSA, P. H. M de. Qualidade de pedúnculos de caju submetidos à aplicação pós-colheita de cálcio e armazenados sob refrigeração. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v.42, n.4, p.475-482, abr. 2007.

GUSMÃO, E.; VIEIRA, F. de A.; JÚNIOR, E. M. da FONSECA. Biometria de frutos e endocarpos de murici (*Byrsonima verbascifolia* Rich. ex A. Juss.). **Revista Cerne**, Lavras, v. 12, n. 1, p. 84-91, 2005.

MENDONÇA, R. C.; FELFILE, J. M.; WALTER, B. M. T.; SILVA JUNIOR, M. C.; REZENDE, A. V.; FILGUEIRAS, T. S.; NOGUEIRA, P. E. Flora vascular do cerrado. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. (Ed.). **Cerrado ambiente e flora**. Planaltina-DF: (p. 289-306). Planaltina, DF: Embrapa-CPAC, 1998. p. 289-306.

MENDONÇA, V.; MENDONÇA, L. F. M. **Fruticultura tropical: bananeira, cajueiro e mangueira**. 1ª ed. Mossoró: Ed. UFERSA, 2013.

MOURA, C. F. H.; FIGUEIREDO, R. W de. ALVES, R. E.; SILVA, E de. O.; ARAÚJO, P. G. L de.; MACIEL, V. T. Aumento da vida útil pós colheita de pedúnculos de cajueiro anão precoce pela redução da temperatura de armazenamento. **Revista Ciênc. Agrotec**, v.34, n.1, Lavras, 2010.

PACHECO, M. V.; MATOS, V. P.; FERREIRA, R. L. C.; FELICIANO, A. L. P.; PINTO, K. M. S. Efeito de temperaturas e substratos na germinação de sementes de *Myracrodruon urundeuva* fr. All. (Anacardiaceae). **Revista Árvore**, Viçosa, v.30, n.3, p.359-367, 2006.

OLIVEIRA, P. T. S.; NEARING, M. A.; MORAN, M. S.; GOODRICH, D. C.; WENDLAND, E.; GUPTA, H. V. Trends in water balance components across the Brazilian Cerrado. **Water Resources Research**, Washington, v.50, n.9, p.7100-7114, 2014.

RIBEIRO, S. C.; FEHRMANN, L.; SOARES, C. P. B.; JACOVINE, L. A. G.; KLEINN, C.; GASPAR, R. de O. Above- and belowground biomass in a Brazilian Cerrado. **Forest Ecology and Management**, Amsterdã, v.262, n.3, p.491-499, 2011.

RIZZINI, C. T. Espécies novas de árvores do Planalto Central Brasileiro. Anais da Academia Brasileira de Ciências, Rio de Janeiro, v. 41, n. 2, p. 239-244, 1969.

SANO, E. E.; ROSA, R.; BRITO, J. L. S.; FERREIRA, L. G. Land cover mapping of the tropical savanna region in Brazil. **Environmental Monitoring and Assessment**, Dordrecht, v.166, n.1-4, p.113-124, 2010.

SILVA, L. A da.; S, J de. F.; NEVES, J. M. G.; SANTOS, H. O dos.; SILVA, G. P. Radiographic image analysis of *Anacardium othonianum* Rizz (anacardiaceae) achenes subjected to desiccation. **Acta Scientiarum. Agronomy**. Maringá, v. 39, n. 2, p. 235-244, 2017.

SILVA, J. C. F. da; SOUZA, I. A.; CONCEIÇÃO, D. R.; CORDEIRO, C. A. S.; MACHADO, A. S.; RIOS, A. D. F. Desenvolvimento inicial do cajuzinho do cerrado. **Ipê Agronomic Journal**, Goianésia, v.2, n.1, p.23-30, 2018.

SILVA, A. L. L. E. **Avaliação do consumo regular de suco de caju do cerrado (*Anacardium othonianum* Rizz.) Por indivíduos saudáveis**. Dissertação (Mestrado em Programa de Pós-graduação em Tecnologia em Alimentos) - Instituto Federal Goiano, Rio Verde, 2019.



# CAPÍTULO 1 – ARTIGO 1

## FENOLOGIA E ARMAZENAMENTO REFRIGERADO DE CAJU-ARBÓREO-DO-CERRADO

### Resumo

O Bioma Cerrado apresenta diversas espécies, dentre elas as frutíferas bem como caju-arbóreo-do-cerrado, que apresenta diversos frutos que podem ser consumido na forma de doces, sorvetes e sucos, para melhor aproveitamento dos frutos deve-se saber o ciclo fenológico do fruto, diante disso objetivou-se avaliar a fenologia flor aberta ao melhor ponto de colheita e determinar melhor método de conservação em temperatura. Acompanhou-se o ciclo fenológico de plantas do Município de Vianópolis-GO em cinco épocas com intervalo de sete dias, assim determinando ponto de colheita, para o armazenamento foi avaliado em três temperaturas (5°C; 10°C e Ambiente) estes frutos foram determinados atributos físico-químicos. Para fenologia destacou diâmetros equatoriais e longitudinais aos 28 dias de acompanhamento e para ponto de colheita aos 28 dias e o armazenamento visando conservar a longo prazo é visto a temperatura de 5°C.

**Palavras chaves:** Fenofases, Maturação, Vida útil.

## PHENOLOGY AND REFRIGERATED STORAGE OF CERRADO ARBOROUS CASHEW

### Abstract

The Cerrado Biome has several endemic species, among them fruit trees as well as Cerrado tree cashews, which have several fruits that can be consumed in natura, sweets, ice cream and juices, but for this use, you must know the phenological cycle, given that The objective was to evaluate the phenology of the plant from the anthesis of the flower to the best point of harvest and determining the best method of conservation in temperature. The phenological cycle of plants of the Municipality of Vianópolis-GO was monitored in five seasons with an interval of seven days, thus determining the point of harvest, for storage, these fruits were evaluated at three temperatures (5 ° C; 10 ° C and Environment) physicochemical attributes were determined. For phenology, he highlighted equatorial and longitudinal diameters at 28 days of follow-up and at harvest point at 28 days and storage aiming at long-term conservation is seen at a temperature of 5 ° C.

**Keywords:** *Anacardium othonianum* Rizz., Maturation, Lifespan.

## INTRODUÇÃO

O Cerrado brasileiro ocorre predominantemente, no planalto central do Brasil e é abundante em espécies frutíferas nativas (RIBEIRO & WALTER, 2008; BRAGA-FILHO et al. 2014). Dentre elas, o cajuzinho- arbóreo- do-Cerrado, espécie que se limita às áreas típicas dos Cerrados do Planalto Central do Brasil (RIZZINI, 1969; BELO, 2012). O fruto é apreciado pelo gosto e aroma singular sendo a polpa do pseudofruto consumido *in natura*, ou ainda processada na forma de suco, licor, geleia e doce (CORRÊA et al., 2008; BORGES, 2012).

O estudo dos aspectos fenológicos das plantas envolve a observação, registro e interpretação de cada evento do ciclo biológico. O conhecimento das fases do desenvolvimento é essencial para auxiliar na determinação de práticas culturais, principalmente quanto ao estágio de maturação adequado para a colheita (COOMBE, 1976; ESPOSTI et al., 2008).

AGUIAR et al. (2015) ressalta que o fruto que satisfaz as exigências do consumidor em seus atributos externos e internos, no qual os fatores externos são associados à aparência, tamanho, cor, e os internos ligados às características de quantidade de açúcares solúveis e acidez aspectos adotados pelo consumidor no momento da escolha de frutos para consumo *in natura*.

Os atributos de qualidade de um fruto pós-colheita estão relacionados diretamente ao ponto de colheita e ao seu estágio de maturação (SANTOS et al., 2013). Seu tamanho e cor são indicativos da maturação e alterações físico-químicas, sendo a coloração o principal critério de decisão para colheita (BOTELHO et al., 2019).

O fruto é classificado como não climatérico, com pouca atividade de etileno, mas com alta atividade respiratória, o que dificulta sua vida de prateleira, em temperatura ambiente (MOURA et al., 2010). Com isso ressalta-se a importância de estudos com métodos de conservação na pós-colheita, fornecendo maior tempo de vida útil ao fruto sendo a refrigeração um método, que atua diminuindo a atividade respiratória (FIGUEIREDO et al., 2007).

Diante do exposto, o objetivo do presente estudo foi acompanhar o desenvolvimento fenológico do caju-arbóreo-do-cerrado durante o ano de 2018, para determinar a melhor época de colheita e armazenamento em diferentes temperaturas.

## MATERIAL E MÉTODOS

Durante o período de 21 de setembro a 27 de outubro de 2018 foi realizado acompanhamento fenológico da frutificação no município de Vianópolis-GO (Latitude 16° 47' 37.4"S; Longitude 48° 16' 59.6" W), em 15 plantas de caju-arbóreo-do-cerrado em áreas de formação natural de Cerrado, isoladas em áreas de pastagem. Foram observados os botões florais da abertura, foram marcados com barbantes, avaliados e coletados em cinco épocas diferentes com intervalo de 7 dias (0, 7, 14, 21 e 28 dias após a formação dos primeiros frutos), estes foram transportados para o Laboratório de Físico-Química do Instituto Federal Goiano Campus Urutaí para as avaliações físico-químicas.

Dos frutos do acompanhamento fenológico foram obtidas as medidas dos diâmetros equatorial e longitudinal com o auxílio de um paquímetro digital (mm). E dos frutos que já apresentavam sinais de maturação de acordo com diâmetros longitudinais e equatorial e coloração, foram realizadas análises físico-químicas, essas avaliações foram realizadas nas duas últimas épocas 21 e 28 dias após formação dos primeiros frutos.

Para o teste de armazenamento em diferentes temperaturas utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado (DIC), em esquema fatorial de 3x3 (temperatura ambiente, 5°C e 10°C x dias de armazenamento), com três repetições por tratamento. Os frutos foram colhidos na época que admitissem análises físico-químicas, devido aos seu tamanho, foram estocados sobre refrigeração sendo avaliados os seguintes parâmetros: relação sólidos solúveis, pH, , acidez titulável, peso da castanha, peso do fruto em intervalo de 3 dias até que o fruto suportasse o armazenamento.

Os dados de diâmetro longitudinal e equatorial e a relação entre os diâmetros (longitudinal/equatorial) foram submetidos ao teste de medianas, visto que não atenderam as pressuposições da análise de variância (distribuição normal e homogeneidade de variâncias). As análises foram realizadas utilizando o pacote agricolae do software R versão 3.5.3. Os dados de ponto ideal de maturação para colheita foram submetidos ao teste de medianas, visto que não atenderam as pressuposições da análise de variância (distribuição normal e homogeneidade de variâncias). As análises foram realizadas utilizando o pacote agricolae (Mendiburu, 2019) do software R versão 3.5.2 (R Core Team, 2019).

Os dados obtidos para os testes de diferentes temperaturas de armazenamento, sólidos solúveis (SS), pH, ácido ascórbico C (VitC), acidez titulável (AT), peso do fruto (PF) e peso da castanha (PC) foram submetidos à análise multivariada de variância (MANOVA). Após evidenciar diferenças entre os grupos, aplicou-se um gráfico biplot

com as duas primeiras variáveis canônicas para se analisar diferenças multivariadas entre tratamentos com o auxílio de elipses de 95% de confiança para os escores médios. As análises estatísticas foram realizadas com o software R versão 3.6.0 (R Core Team, 2019).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi possível observar diferença estatística para a variável diâmetro longitudinal (Figura 1: A). Os frutos coletados no dia 28 apresentaram a maior mediana (24 mm), enquanto, a menor mediana foi obtida no dia 7 de avaliação (5 mm), pois no sétimo dia de avaliação já encontrava mais frutos e com sua grande maioria menores, o que é diferente do dia 0 que poucos frutos assim sua mediana ficou maior do que o 7 dia de avaliação. ALVES et al. (2011) estudando frutos do cajuzinho-do-cerrado oriundos de diferentes matrizes colhidas na região Sudoeste do estado de Goiás encontraram valores médios de 23,79 mm. Em relação ao diâmetro equatorial (Figura 1: B), os frutos coletados aos 28 dias de avaliação também apresentaram a maior mediana (14 mm) e o menor diâmetro (3 mm) foi obtido nos frutos do dia 0 (primeira avaliação). SANTOS et al. (2009) estudando o diâmetro equatorial do fruto, perceberam uma relação positiva desta variação com a massa fresca de suco.

ZUFFO (2018) avaliando o *Anacardium humile* A. St. Hil. verificou nos frutos de cajuzinho, valores de diâmetro longitudinal e equatorial de 20,28 mm e 19,10 mm, respectivamente. Estes estudos relacionam com os valores encontradas no presente trabalho. Analisando os diâmetros longitudinal e equatorial, é possível observar que com o passar do tempo o fruto está se desenvolvendo e com base no acompanhamento de sua fenologia, a tendência é estes frutos apresentarem valores significativos quando comparados ao início da avaliação, dada a evolução do processo fisiológico para o estágio de maturação.

Quando se compara a relação das variáveis diâmetro longitudinal e equatorial (Figura 1: C), foi possível verificar diferença estatística entre os dias de avaliação. A relação de diâmetro longitudinal e diâmetro equatorial tende a diminuir com o passar dos dias de avaliação, sendo maior no dia 0 e reduzindo cada vez mais até o dia 28. Devido ao maior crescimento equatorial e maior número de frutos maduros com o passar do tempo. FONTENELE et al. (2007), destaca a importância de avaliar os frutos através dos dados biométricos, pois nela pode se encontrar as melhores condições para melhoramento genético.

De acordo com a comparação das duas épocas de colheita para determinar o ponto de colheita, a época que apresentou melhor característica de maturação foi segundo estágio (tabela 1) aos 28 dias após de formação do fruto de acordo com a avaliação fenológica, constatando diferença estatística em seus atributos físico-químicos em relação ao primeiro estágio.

A massa mediana dos frutos na segunda época de avaliação foi 6,73 g (tabela 1) demonstrando frutos que já se encontram com diâmetros equatoriais e longitudinais, acúmulo de nutrientes como os sólidos solúveis e o ácido ascórbico significativos. Ambos estágios confirmam os dados relatados por SILVA et al. (2017) de que um fruto pode pesar 5 a 12 g.

Os sólidos solúveis apresentaram 11°Brix (tabela 1) sendo crescente do intervalo do primeiro estágio (21 dias) para o segundo (28 dias), os açúcares são os sólidos solúveis maiores presenças num fruto. NASCIMENTO et al. (2014), destaca que os sólidos solúveis são um fator responsável pelo sabor destacado no fruto. BORGUINI & SILVA (2005) salientam que os sólidos solúveis são um atributo genético, que é influenciado por tipo de solo, temperatura, disponibilidade hídrica, que quanto mais evoluído o estágio de maturação maior é a sua concentração e estes são desencadeados para degradação de polissacarídeos ou por processos de biossíntese.

Para o ácido ascórbico observou-se diferença estatística nos estágios de coleta, onde segundo demonstrou superioridade ao primeiro estágio, com valor de 94,94 mg/100g de ácido ascórbico (Tabela 1). Sabe-se que o ácido ascórbico tem um papel fundamental na saúde humana como a proteção do corpo, com isso a ingestão de frutos de caju *in natura* que apresenta tais porcentagens é de grande importância. ALVES et al. (2013) em estudo de caju-arbóreo-do-cerrado avaliando três municípios Goianos foram verificaram valores de ácido ascórbico de 38,7 mg/100g em Santa Teresinha 68,6 mg/100g em Faina e 24,5 mg/100g em Goianésia. Quando comparados com dados encontrado no presente trabalho apenas o município de Santa Teresinha ficou mais próximo dos relatos no trabalho, mostrando a importância de se estudar o estágio certo de colheita do fruto.

No gráfico é possível observar que a temperatura de armazenamento interferiu nas características dos frutos de caju-arbóreo-do-cerrado. A temperatura ambiente foi a que causou maiores diferenças nos frutos ao longo do armazenamento, ocorrendo um distanciamento entre as elipses (Tabela 2; Figura 2) principalmente aos 3 dias após o armazenamento. MOURA et al. (2010) relata que quando se armazena caju em temperatura ambiente ele não ultrapassa 48 horas devido sua alta atividade metabólica.

Confirmando o distanciamento em seus atributos químicos, que com passar do tempo estes frutos tem uma maturação rápida e posteriormente com passar dos dias o processo de senescência e maior suscetibilidade a ataques de microrganismos.

O distanciamento entre as elipses dos frutos armazenados em temperatura ambiente aos 3 e 6 dias em relação ao dia da coleta (dia 0) ocorreu principalmente devido a variação de Sólidos Solúveis e Teor de ácido ascórbico, que variou de 5 a 9°Brix de Sólidos Solúveis e de 117,26 a 178,94 mg 100 g<sup>-1</sup> de ácido ascórbico (Figura 2). É possível notar que estas duas variáveis têm comportamento oposto, ou seja, com o aumento dos sólidos solúveis ocorre uma diminuição do teor de ácido ascórbico presente nos frutos. É possível, ainda, notar que estas duas características dos frutos pouco se relacionam com a característica de acidez titulável e, portanto, também de pH, que variaram respectivamente de 0,16 a 0,87 °D e de 3,66 a 3,96 °D.

O armazenamento em temperatura baixa implicam diretamente a redução da taxa respiratória prologando o período de conservação, mas deve-se respeitar os limites mínimos afim de evitam injurias pelo frio e distúrbios fisiológicos (BEZERRA, 2003).

No intuito de conservar caju-arbóreo-do-cerrado a temperatura de 10° C se mostra mais atrativa em um intervalo curto de 3 dias, pois por este período, praticamente não ocorre diferenciação entre as características dos frutos armazenados. O armazenamento a 5°C ocasionou pouca variação nas características dos frutos ao longo tempo, porém aos 3 e 6 dias, esta temperatura se mostrou igual estatisticamente aos frutos analisados momentos antes do armazenamento, e sendo o armazenamento aos 3 dias igual estatisticamente nas temperaturas de 5 e 10°C. ALVES et al. (2020) descreve que o fruto sob refrigeração, a 5°C e em 85% a 90% de umidade relativa, e devidamente embalado, tem vida útil mínima de cerca de 10 a 15 dias.

## CONCLUSÕES

Os maiores diâmetros equatorial e longitudinal foram obtidos nos frutos coletados aos 28 dias. A maior relação entre os diâmetros longitudinal e equatorial foi obtida no dia 0 de avaliação.

Aos 28 dias após antese o caju-arbóreo-do-cerrado apresentam as melhores características para ser colhido e consumido.

Para armazenamento de até três dias a temperatura de 10°C mostra-se eficiente, mas para armazenamento por tempo maior se faz necessário o uso da temperatura de 5°C.

## REFERÊNCIAS

ALVES, H. P. S.; REIS, E. F. R.; CARVALHO, R. S.; PINTO, J. F. N. **Caracterização morfológica do fruto, pseudofruto e desenvolvimento inicial de acessos de cajuzinho-do-cerrado (*Anacardium humile* A. St. Hill)**. In: 63.<sup>a</sup> Reunião Anual da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência, Goiânia, SBPC, Brasil, s/n. 2011.

ALVES, M. S.; ALVES, A. M.; NAVES, M. M. V. Compostos bioativos e atividade antioxidante de pseudofrutos de caju arbóreo do Cerrado. **Revista Instituto Adolfo Lutz**. São Paulo, v.72, n.4, p.327-31, 2013. Disponível em :< <http://www.ial.sp.gov.br/recursos/insituto-adolfo-lutz/publicacoes/rial/10/rial724completa/arquivos-separados/1582.pdf>>. Acesso em: 02 de fev. 2020.

ALVES, R. E.; SILVA, E de. O.; PINÉDE, H. A. C. F.; MOURA, C. F. H. Tecnologia pós-colheita - caju in natura. AGEITEC -Agência Embrapa de Informação Tecnológica. EMBRAPA Brasília, DF - Brasil Disponível :< <https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/caju/arvore/CONT000fi8wxjm202wyiv80z4s473z7dr9wa.html#>> Acesso 03 em: de fev. 2020.

AGUIAR, R. S.; ZACCHEO, P. V. C.; STENZEL, N. M. C.; SERA, T.; NEVES, C. S. V. J. Produção e qualidade de frutos híbridos de maracujazeiro amarelo no norte do Paraná. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 37, n. 1, p.130-137, 2015. Disponível em :<[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-29452015000100130&script=sci\\_abstract&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-29452015000100130&script=sci_abstract&tlng=pt)>. Acesso em: 03, fev. 2020. doi: 10.1590/0100-2945-012/14.

BELO, A. P. M. **Precocidade de produção, caracterização fenológica, biométrica e ocorrência de antracnose no caju arbóreo do cerrado (*Anacardium othonianum* Rizz.)**. 2014. 57f. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade Federal de Goiás, Goiânia.

BEZERRA, V. S. 2003. **Pós-colheita de Frutos**. (Embrapa Amapá. Documentos, 51). 26p. il. Disponível em:< <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/46031/1/AP-Documentos-51-.PDF>> Acesso em: 04, fev. 2020.



BRAGA-FILHO J.; NAVES, R.; CHAVES, L.; SOUZA, E.; MAZON, L.; SILVA, L. Germinação de sementes e emergência de plântulas de araticum oriundos do cerrado de Goiás. **Revista Bioscience Journal**, v.30, n.1, p. 4-84, 2014. Disponível em :< <http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/15081/13684>> . Acesso em: 02, fev. 2020.

BORGES, R. T. **Caracterização do ambiente de ocorrência natural, fruto e pseudofruto de caju arbóreo do cerrado (*Anacardium othonianum* Rizz.), fenologia e implantação de coleção na ea/ufg.** 2012. 149 f. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal de Goiás, Goiânia.

BORGUINI, R. G., SILVA, M. V. Características físico-químicas e sensoriais do tomate (*Lycopersicon esculentum*) produzido por cultivo orgânico em comparação ao convencional. **Alimentos e Nutrição**. Universidade de São Paulo USP. Piracicaba, 2005.

BOTELHO, S de. C. C.; HAUTH, M. R.; BOTELHO, F. M. RONCATTO, G.; WOBETO, C.; OLIVEIRA, S. S. Qualidade pós-colheita de frutos de maracujazeiro-amarelo colhidos em diferentes estádios de maturação. **Revista Ciências Agrárias**, v. 62, 2019. Disponível em :< <https://periodicos.ufra.edu.br/index.php/ajaes/articula/view/3005/1544>>. Acesso em: 01, fev. 2020. doi: 10.22491/rca.2019.3005

COOMBE, B. G. The development of fleshy fruits. **Annual Review of Plant Physiology**, v.27, n.1, p.507-528, 1976. Disponível em :< <https://www.annualreviews.org/doi/abs/10.1146/annurev.pp.27.060176.001231?journalCode=arplant.1>> . Acesso em: 30, jan. 2020. doi: 10.1146/annurev.pp.27.060176.001231.

CORRÊA, G. de C.; NAVES, R. V.; ROCHA, M. R. CHAVES, L. J.; BORGES, J. D. Determinações físicas em frutos e sementes de baru (*Dipteryx alata* Vog.), cajuzinho (*Anacardium othonianum* Rizz.) e pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.), visando melhoramento genético. **Revista Bioscience Journal**, v.24, n.4, p.42-47, 2008. Disponível em :< <http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/6628>> Acesso em: 02, fev. 2020.

ESPOSTI, M. D.; SIQUEIRA, D. L. de; CECON, P. R. Crescimento de frutos de tangerina ‘poncã’ (*Citrus reticulata Blanco*). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 30, n. 3, p. 657-661, 2008. Disponível em :< <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sciarttext&pid=S0100-29452008000300016>> Acesso em: 01, jan. 2020. doi: 10.1590/S0100-29452008000300016.

FIGUEIREDO, R.W d.; LAJOLO, F. M.; ALVES, R. E.; FILGEUIRAS, H. A. C.; MAIA, G. A.; SOUSA, P. H. M de. Qualidade de pedúnculos de caju submetidos à aplicação pós-colheita de cálcio e armazenados sob refrigeração. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v.42, n.4, p.475-482, abr. 2007. Disponível em :< [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-204X2007000400004](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-204X2007000400004)> Acesso em: 30, jan. 2020. doi: 10.1590/S0100-204X2007000400004.

FONTENELE, A. C. F.; ARAGÃO, W. M.; RANGEL, J. H. A. Biometria de frutos e sementes de *Desmanthus virgatus* (L) Willd Nativas de Sergipe. **Revista Brasileira de Biociências**, v.5, supl.1, p.252-254, 2007. Disponível em :< <http://www.ufrgs.br/seerbio/ojs/index.php/rbb/article/view/275/244>> Acesso em: 04, fev. 2020.

MENDIBURU, F. d. (2019). agricolae: **Statistical Procedures for Agricultural Research**. R package version 1.3-0. <https://CRAN.R-project.org/package=agricolae>

MOURA, C. F. H.; FIGUEIREDO, R. W de. ALVES, R. E.; SILVA, E de. O.; ARAÚJO, P. G. L de.; MACIEL, V. T. Aumento da vida útil pós colheita de pedúnculos de cajueiro anão precoce pela redução da temperatura de armazenamento. **Revista Ciênc. Agrotec**, v.34, n.1, Lavras, 2010. Disponível em :< <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/663040>> . Acesso em: 02, fev. 2020.

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**. v.18, n.8, p.856–860, 2014. Disponível em :< <http://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v18n8/v18n08a12.pdf>> Acesso em: 02 fev. 2020. doi: 10.1590/1807-1929/agriambi.v18n08p856–860.

R Core Team (2019). R: **A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <http://www.R-project.org/>.

RIBEIRO, J. F & WALTER, B. M. T. As principais fitofisionomias do Bioma Cerrado. In: S.M. Sano, S.P. Almeida, J.F. Ribeiro (eds.). **Cerrado: Ecologia e Flora**. Brasília: Embrapa Cerrados, p.151-212. 2008.

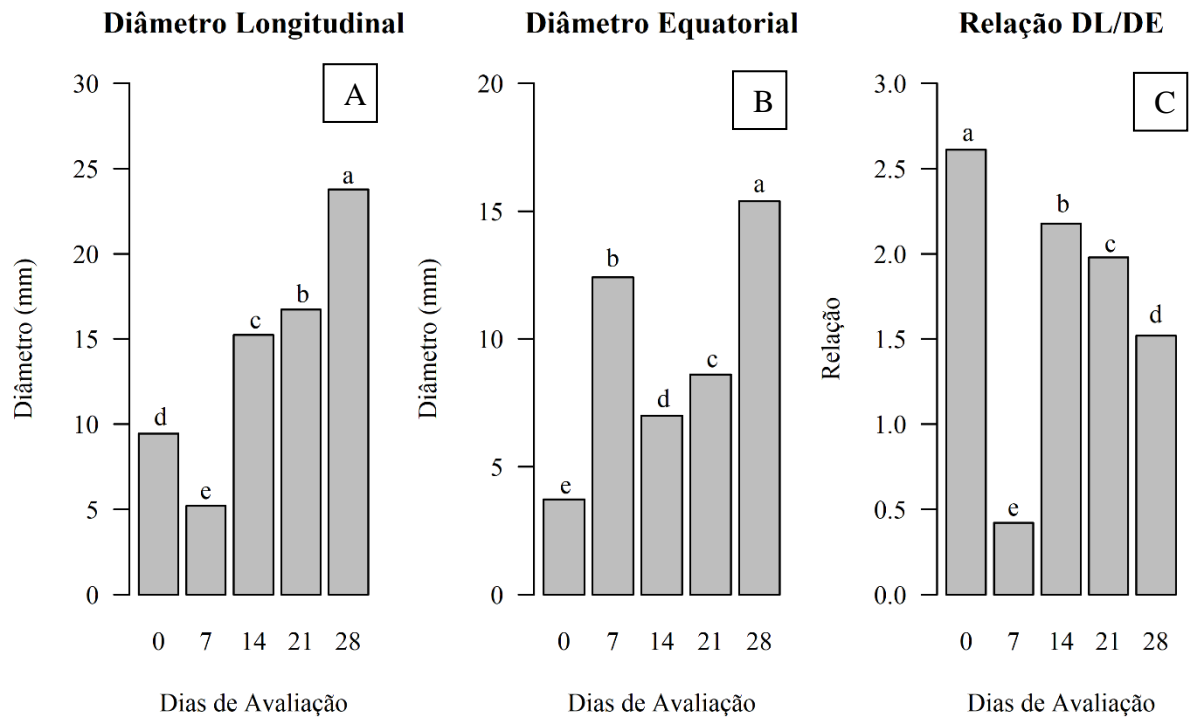
RIZZINI, C. T. Espécies novas de árvores do Planalto Central Brasileiro. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v.41, n.2, p.39-244, 1969.

SANTOS, C. E. M.; BRUCKNER, C. H.; SIQUEIRA, D. L.; PIMENTEL, L. D. Características físicas do maracujá-azedo em função do genótipo e massa do fruto. **Revista Brasileira Fruticultura**, v.31, n.4, p.1102-1110, 2009. Disponível em:< <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-29452009000400025&script=sciabstract&tlng=pt>> Acesso em: 01, fev. 2020. doi: 10.1590/S0100-29452009000400025.

SANTOS, J. L. V.; RESENDE, E. D.; MARTINS, D. R.; GRAVINA, G. A.; CENCI, S. A.; MALDONADO, J. F. M. Determinação do ponto de colheita de diferentes cultivares de maracujá. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.17, n.7, p.750-755, 2013. Disponível em :< <http://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v17n7/a09v17n7.pdf>> Acesso em: 02, fev. 2020.

SILVA, L. A da.; S, J de. F.; NEVES, J. M. G.; SANTOS, H. O dos.; SILVA, G. P. Radiographic image analysis of *Anacardium othonianum* Rizz (anacardiaceae) achenes subjected to desiccation. **Acta Scientiarum. Agronomy**. Maringá, v. 39, n. 2, p. 235-244, 2017. Disponível em :< <http://www.scielo.br/pdf/asagr/v39n2/1807-8621-asagr-39-02-00235.pdf>> Acesso em 03, fev. 2020. doi: 10.4025/actasciagron.v39i2.32484.

ZUFFO, A. M. Biometria do hipocarpo, fruto e semente e desenvolvimento das plântulas de *Anacardium humile* A. St. Hil. (Anacardiaceae). **Revista de Ciências Agrárias**, v.41, n.2, p.464-474, 2018. Disponível em <: <http://www.scielo.me/c.pt/scielo.php?script=sciarttext&pid=S0871-018X2018000200020>> Acesso em: 01, fev. 2020.



**Figura 1.** Diâmetro longitudinal (A), Diâmetro Equatorial (B) e Relação entre Diâmetro Longitudinal e Equatorial (C) de frutos de caju-árboleo-do-cerrado . Medianas seguidas de mesma letra não se diferem pelo teste de medianas ( $p>0,05$ ).

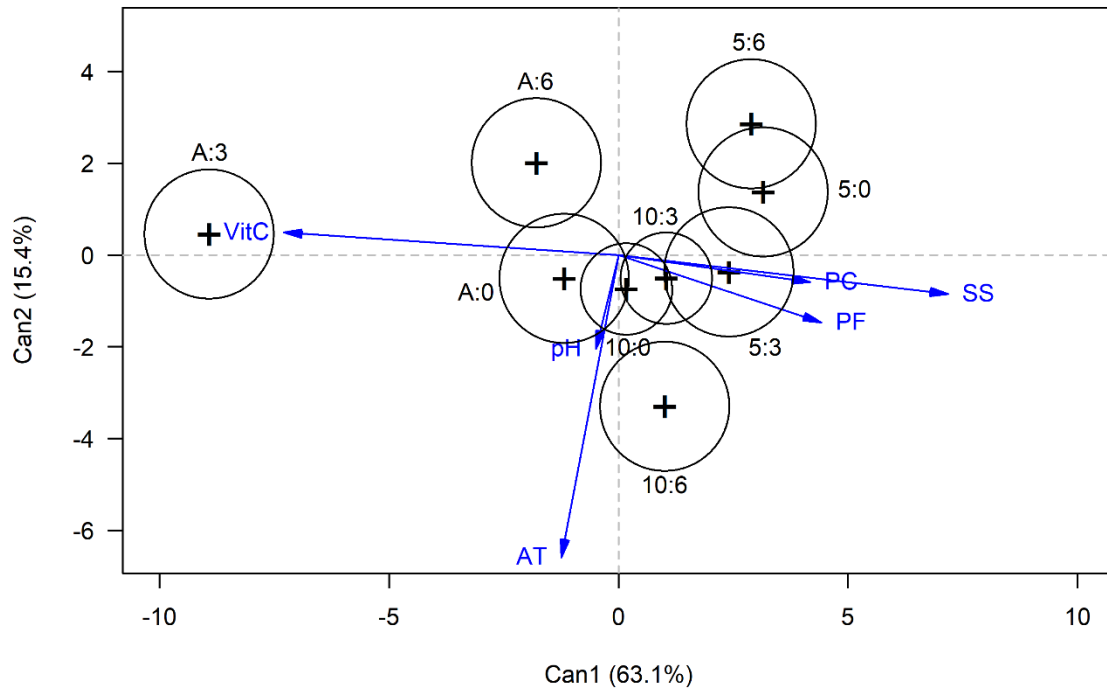
**Tabela 1.** Comparações entre medianas de Massa do Fruto (MF), Massa da Castanha (MC), Sólidos Solúveis (SS), pH, Acidez Titulável (AT) e Acido Ascórbico (VitC). Aos 21 e 28 dias após a formação dos primeiros frutos.

Estádio	MF	MC	SS	pH	AT	VitC
21	3,36 b	2,08 a	9,00 a	3,83 a	0,61 a	82,656 a
28	6,73 a	1,82 a	11,00 b	3,82 a	0,61 a	94,940 a
p-valor	<0,001	0,167	<0,001	1,000	0,884	0,513

Medianas seguidas de mesma letra minúscula na coluna se diferenciam pelo teste de medianas a 5% de significância.

**Tabela 2.** Resultado da análise multivariada de variância (MANOVA).

Fontes de Variação	Graus de Liberdade	Wilks	Valor F	GL	den GL	p-valor
Temperatura	2	0,027502	159,283	12	38,000	<0,001
Época	2	0,224245	35,205	12	38,000	0,001
Temperatura x Época	4	0,025947	51,980	24	67,493	<0,001
Resíduo	24					



**Figura 2.** Biplot contendo escores médios de variáveis discriminantes canônicas e elipses de 95% de confiança para tratamentos as três épocas avaliadas (Temperatura : Dia). SS: Sólidos Solúveis; pH: Potencial Hidrogeniônico; VitC: Ácido Ascórbico; AT: Acidez Titulável; PF: Peso do Fruto; e PC: Peso da Castanha.



## CAPÍTULO 2 – ARTIGO 2

### AVALIAÇÃO SENSORIAL DE BALAS DE CAJU-ARBÓREO-DO-CERRADO

#### Resumo

Grande parte das frutas nativas são extintas antes mesmos de serem conhecidas, e as que já são de conhecimento popular são promissoras comercialmente, e possuem potencial nutricional, entretanto, tem alta perecibilidade após a colheita. Diante disso, objetiva-se com este estudo processar cajuzinho do cerrado como ingrediente de balas duras e mastigáveis. Realizou-se análise sensorial das balas. Foram consideradas com características próprias dos produtos (dura, macia, doce) e também foram utilizados descritores que demonstraram aceitação dos produtos (boa, ideal), não houve diferença entre as balas ao avaliá-las sob o ponto de vista de qualidade global. Diante disso, acredita-se que esses produtos possuem potencial de mercado e o estudo pode contribuir com a problemática de valorização e conservação do Cerrado.

**Palavras-chaves:** Açúcar, Confeitos, Frutos.

### SENSORIAL EVALUATION OF CAJU BULLETS FROM THE CERRADO

#### Abstract

Most of the native fruits are extinct even before they are known, and those that are already popular knowledge are promising commercially, and have nutritional potential, however, they have high perishability after harvest. Therefore, the objective of this study is to process cajuzinho do cerrado as an ingredient of hard and chewy candies. Sensory analysis of the bullets was performed. They were considered to have specific characteristics of the products (hard, soft, sweet) and were also used described that demonstrated acceptance of the products (good, ideal), there was no difference between the bullets when evaluating them from the point of view of overall quality. Given this, it is believed that these products have market potential and the study can contribute to the problem of valuing and conserving the Cerrado.

**Keywords:** Sugar, Confectionery, Frutos.

### INTRODUÇÃO

Dos frutos do cerrado com alta produtividade e interesse comercial pelo sabor *sui generes* o caju do cerrado pode ser destacado (Ávidos & Ferreira, 2003). Do caju do cerrado (*Anacardium othonianum* Rizz), explora-se o pseudofruto, parte carnosa do fruto, por possui sabor atrativo, levemente ácido e o alto valor nutritivo pelo alto elevado teor de ácido ascórbico. Possui também uma cor avermelhada, e é bastante aromático (Agostini-Costa et al., 2010).

Os frutos nativos possuem período de comercialização reduzido haja vista que, são sazonais, e altamente perecíveis, pois apresentam atividade metabólica elevada notadamente após a colheita,

conduzindo-os aos processos de deterioração. Diante disso, é necessário o desenvolvimento de técnicas como o processamento que podem conservá-los (Rocha et al., 2014).

Avelar et al. (2016) destaca que os frutos do Cerrado são pouco utilizados em confeitos, por não ter tanto aproveitamento, o que torna de importante as informações de fabricação de produtos de confeitaria. Para classificar um alimento em termo de qualidade e aceitação é a realizado a avaliação sensorial, realizada com provadores com a finalidade de atribuir características naquele alimento mensurando os atributos (Araújo, 2003; Losada, 2018). Os atributos como aspectos organolépticos, como, cor, sabor, aroma, textura e aparência podem expressar aceitação do alimento ou não, a partir de notas designada em cada atributo (Kim et al., 2018).

Diante isto, o objeto desse estudo foi elaborar balas duras e balas macias a partir de polpa de caju-arbóreo-do-cerrado , e verificar descritores técnicos e aceitação global dos produtos.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

Os confeitos foram produzidos na cozinha experimental do IF Goiano, Campus Urutaí-GO. Os frutos de caju-arbóreo-do-cerrado foram coletados em arvores dispostas em pastagem no Município de Vianópolis-GO (Latitude 16° 47' 37.4"S; Longitude 48° 16' 59.6" W), estes passaram por higienização e armazenado em (-18 °C).

A bala dura foi produzida com a mistura de açúcar, xarope de glucose, polpa de caju. Depois de ter misturado todos ingredientes, estes foram aquecidos, exceto da polpa que foi adicionada quando a mistura atingiu 130°C. Após adicionar a polpa, realizou-se os testes de ponto de bala dura e enformagem.

Para a confecção da bala mole é obtida pela cocção de açúcares e apresentam composição semelhante à das balas duras, entretanto, tem-se a adição de gorduras, recebendo tratamento mecânico (trefilação) após o cozimento até obter a consistência desejada (Gonçalves & Rohr, 2009; Hoppe et al., 2015).

Para esta formulação foram pesados de açúcar, de xarope de glucose e de água, mistura que foi aquecida até 112°C. Nesse ponto, interrompeu-se a cocção e adicionou-se de gordura vegetal hidrogenada, de gelatina hidratada, de polpa de caju-arbóreo-do-cerrado . Após o cozimento as misturas foram dispostas em uma pedra de mármore e adicionou-se de açúcar impalpável para a trefilação.

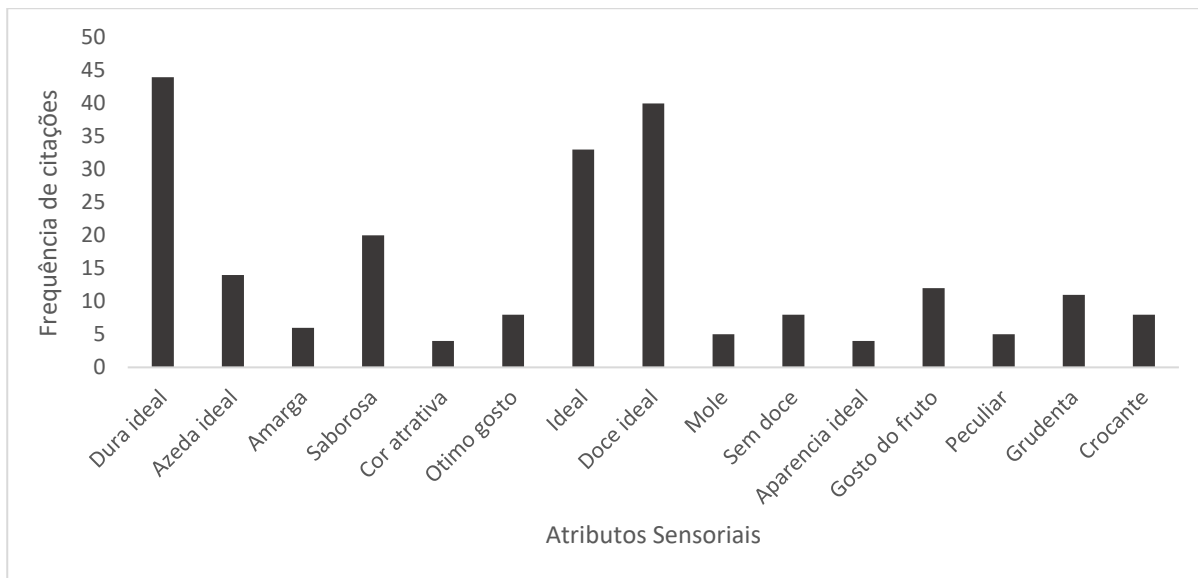
**Tabela 1.** Descritivo dos ingredientes e quantidade na confecção das balas dura e macia.

<b>Bala Dura</b>		<b>Bala Macia</b>	
<b>Ingredientes</b>	<b>Quantidade (g)</b>	<b>Ingredientes</b>	<b>Quantidade (g)</b>
Açúcar	50	Açúcar	75
Polpa de Caju	20	Açúcar impalpável	100
Xarope de Glucose	30	Água	20
		Gelatina Hidratada	5
		Gordura Vegetal Hidrogenada	15
		Polpa de Caju	25
		Xarope de Glucose	75

A avaliação sensorial das balas foi realizada no Laboratório de Análise Sensorial do IFGoiano Campus Urutaí, por 120 provadores não treinadores, destes solicitou-se termos descritores dos produtos, segundo a metodologia Check All That Apply (CATA) adaptada e o teste de aceitação global através de escala hedônica de nove pontos. Os dados qualitativos foram avaliados por distribuição de frequência e o mapa de preferência interno foi realizado a partir dos dados de aceitação global submetidos a análise de componentes principais.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

A (figura 1) demonstra os atributos sensoriais e sua frequência em que foram escolhidos pelos consumidores. Os atributos mais citados, em escala do maior para o menor descritor, foram os termos doce, ótima, dura e azeda. Destaca-se a importância dos atributos doce e dura neste caso, porque são aspectos característicos do produto, também importante destacar que a doçura foi considerada ideal. Enquanto o descritor azeda pode ser justificado pelo sabor agregado pela polpa do fruto, levemente ácido.

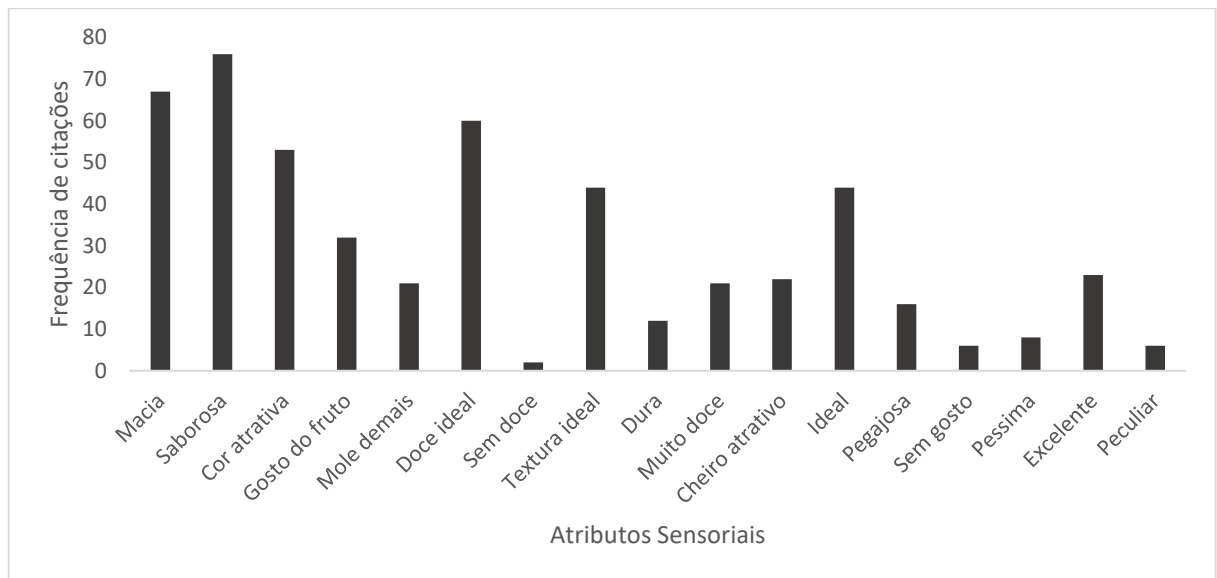


**Figura 1.** Descritores levantados para bala dura de caju-arbóreo-do-cerrado .

Os atributos e frequências para as balas macias de caju do cerrado podem ser visualizados na (figura 2). O primeiro termo utilizado com maior frequência foi saboroso seguido de macia, destaque para o descritor macia, porque é um retorno sobre o processo de trefilação e da textura do produto.

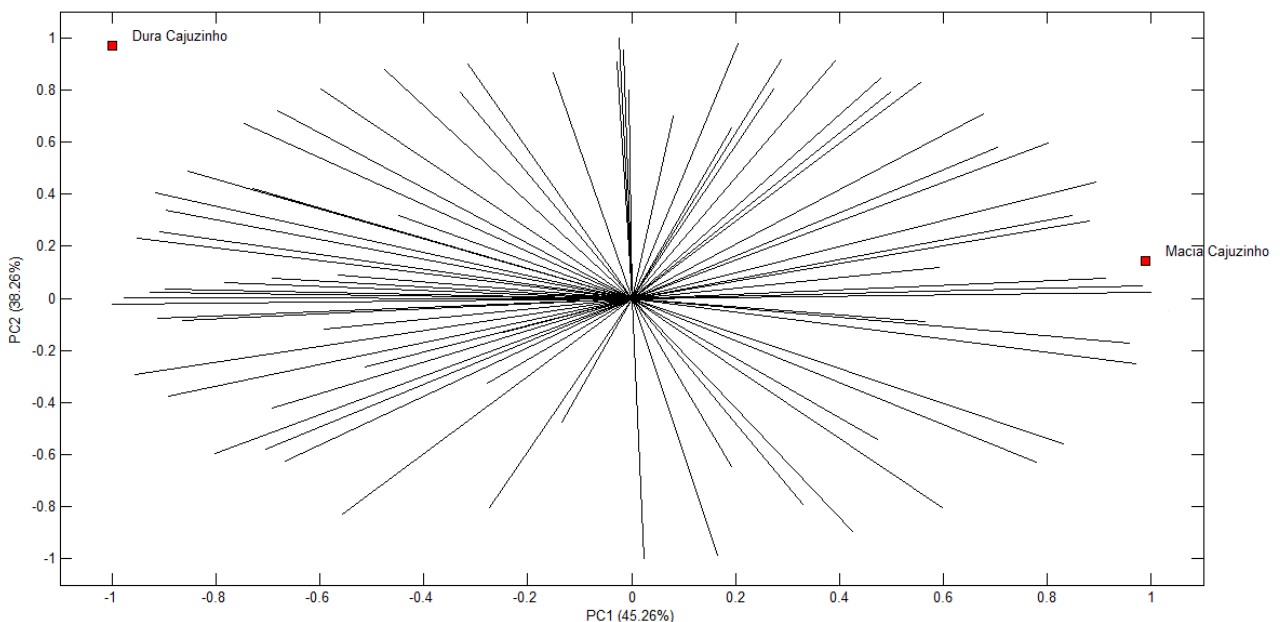
Em seguida o termo doce ideal também deve ser destacado, visto que a doçura é um atributo característico do produto, mas em excesso pode provocar insatisfação do consumidor. Em seguida veio o atributo cor atrativa, o fruto utilizado contém cor forte e marcante. De acordo com Clydesdale (1993); Santos & Nagata (2005) que a coloração é capaz de influenciar várias decisões do dia a dia, sendo está uma característica de aceitabilidade dos alimentos. Sendo um dos primeiros atributos destacados pelos provadores (Food Ingredientes Brasil, 2011).

Também, importante destacar o termo pegajosa, que foi definido devido a análise ocorrer em temperatura ambiente, que pode ocasionar um impacto sobre as balas, pois pode acelerar a inversão do açúcar, a higroscopicidade da uma aparência de molhado a bala fique com aspecto pegajoso (Corbion Purac, 2020), aliada ao fator de não ter utilizado estabilizantes na confecção da bala.



**Figura 2.** Descritores levantados para bala macia de caju-arbóreo-do-cerrado .

Pode-se observar no Mapa Interno de Preferência (Figura 3) que os vetores representando os provadores não estão direcionados especificamente apenas para uma amostra, pois não houve diferença em relação à aceitação das balas tanto dura e mole. Avelar et al. (2016) em desenvolvimento de balas de goma elaboradas com frutas do Cerrado, relata que as balas tiveram boas aceitação e que a incorporação de frutas do Cerrado tem se um potencial funcional e tecnológico mercadológico.



**Figura 3.** Mapa de preferência interno com relação a impressão global de balas macias e balas duras de caju-arbóreo-do-cerrado

## CONCLUSÃO

É possível elaborar balas duras e macias formuladas com polpas de caju-arbóreo-do-cerrado e estas foram consideradas bem aceitas de forma global.

## REFERÊNCIAS

- AGOSTINI-COSTA, T. S.; FARIA, J. P.; NAVES, R. V.; VIEIRA, R. F. Cajus do Cerrado. In: VIEIRA, R. F.; COSTA, T. da S. A.; SILVA, D. B. da; SANO, S. M.; FERREIRA, F. R. (Eds.). 2010. Frutas nativas da região Centro-Oeste. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 143-162.
- ARAÚJO, F.; SILVA, P.; MIMIM, V. 2003. Perfil sensorial e composição físico-química de cervejas provenientes de dois segmentos do mercado brasileiro. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 23(2), 121-28.
- AVELAR, M. H. M.; RODRIGUES, C. G.; ARRUDA, A. C.; SILVA, E. C.; CARLOS, L. A. 2016. Desenvolvimento de balas de goma elaboradas com frutas do cerrado. *Magistra, Cruz das Almas – BA*, 28(1), 21-28.
- AVIDOS, M. F. V.; FERREIRA, L. T. Frutos dos cerrados: preservação gera muitos frutos. 2003. Disponível em: <[http://www.biotecnologia.com.br/re\\_vista/bio15/frutos.pdf](http://www.biotecnologia.com.br/re_vista/bio15/frutos.pdf)> Acesso em: 06 de fev. 2020.
- CLYDESDALE, F. M. 1993. Color as a factor in food choice. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 1(33), 83-101.
- CORBION PURAC. Um problema pegajoso: oferecendo estabilidade superior para produtos da indústria de doces. 2020. Disponível em :< <https://aditivosingredientes.com.br/artigos/todos/um-problema-pegajoso-oferecendo-estabilidade-superior-para-produtos-da-industria-de-doces>> Acesso em: 04 de fev. 2020.
- FOOD INGREDIENTS BRASIL. Corantes naturais: tecnologia a serviço de uma alimentação saudável, n.18, 2011. Disponível em :< <http://www.revista-fi.com/materias/187.pdf>> Acesso em: 05 de fev. 2020.
- GONÇALVES, A. A.; ROHR, M. 2009. Desenvolvimento de balas mastigáveis adicionadas de inulina. *Alim. Nutr., Araraquara*, 20 (3), 471-478.

- LOSADA, M. M. N. P. P. 2018. Effect of pasteurization on the sensorial quality of craft beers. p.31. Trabalho de Investigação. Faculdade de Ciências da Nutrição e Alimentação da Universidade do Porto, Porto.
- HOPPE, C. D. O.; MALLMANN, P. R.; OLIVEIRA, E. C. 2015. Determinação de umidade em balas duras e balas mastigáveis. Revista destaques acadêmicos, 7(4).
- ROCHA, C. F. 2014. O consumidor como fonte de inovação: ferramentas de avaliação sensorial para o desenvolvimento de novos produtos alimentares. (Dissertação Mestrado em Ciências do Consumo) – Universidade do Porto, Porto.
- SANTOS, M. S.; NAGATA, N. 2005. Determinação espectrofotométrica simultânea de corante amarelo tartrazina e amarelo crepúsculo via regressão por componentes principais. Ciência Agronomia, Ponta Grossa, 11(1), 51-60.
- KIM, I.; DEN-HOLLANDER, E.; LEE, H. 2018. Two-step rating-based ‘double-faced applicability’ test for sensory analysis of spread products as an alternative to descriptive analysis with trained panel. Food Res Int. 105, 250-60.

## CAPÍTULO 3 – ARTIGO 3

### EMERGÊNCIA E CARACTERIZAÇÃO BIOMÉTRICA INICIAL DE CAJU-ARBÓREO-DO-CERRADO (*Anacardium othonianum* Rizz.) EM DIFERENTES TEMPERATURAS E SUBSTRATOS

#### Resumo

A obtenção do caju-arbóreo-do-cerrado (*Anacardium othonianum* Rizz) dá-se predominantemente de forma extrativista, tornando-se essencial dominar técnicas de produção de mudas desta espécie para a conservação e produção em larga escala. Assim, o objetivo desta pesquisa foi avaliar emergência e desenvolvimento de caju-arbóreo-do-cerrado em diferentes temperaturas e substratos. Foram coletados frutos e pseudofrutos na região de Luziânia no estado de Goiás. O experimento foi instalado no laboratório de Biotecnologia do Instituto Federal Goiano - Campus Urutaí, onde avaliou-se a emergência e o desenvolvimento de mudas de caju-arbóreo-do-cerrado em diferentes substratos e temperaturas em condições controladas. O delineamento adotado foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial 4 x 4 (quatro substratos x quatro temperaturas) e vinte repetições. Sendo os substratos: S1: substrato comercial + vermiculita (2:1); S2: terra de barranco + vermiculita + areia fina (2:1:1); S3: substrato comercial + terra de barranco + vermiculita (2:2:1) e S4: terra de barranco + vermiculita + casca de arroz (2:1:1). E as temperaturas: T1: 24°C; T2: 30°C; T3: 36°C e T4: 42°C. Foi avaliada a emergência diariamente por 40 dias consecutivos para a obtenção da porcentagem de emergência e o índice de velocidade de emergência. E após 40 dias de semeadura foram avaliadas as variáveis: número de par de folhas, altura de planta, diâmetro de caule, largura da folha, comprimento de folha, comprimento da raiz, matéria fresca e matéria seca. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey e análise de regressão pelos softwares Sisvar e Assistat 7.7 Beta. O substrato S4 (terra de barranco + vermiculita + palha de arroz) e a temperatura de 30°C apresentaram as melhores condições de emergência e no desenvolvimento de mudas caju-arbóreo-do-cerrado.

**Palavras-chaves:** Frutíferas nativas do Cerrado; B.O.D; Produção de mudas.



## INITIAL EMERGENCY AND BIOMETRIC CHARACTERIZATION OF CAJU-ARBÓREO-DO-CERRADO (*Anacardium othonianum* Rizz.) IN DIFFERENT TEMPERATURES AND SUBSTRATE

### Abstract

The extraction of the Brazilian Antelope (*Anacardium othonianum* Rizz) occurs predominantly in an extractive way, making it essential to master seedling production techniques of this species for conservation and large-scale production. Thus, the objective of this research was to evaluate emergence and development of caju-arbóreo-do-cerrado at different temperatures and substrates. Fruits and pseudofruits were collected in the region of Luziânia in the state of Goiás. The experiment was carried out at the Biotechnology Laboratory of the Goiano Federal Institute - Urutaí Campus, where the emergence and development of different substrates and temperatures under controlled conditions. The design was completely randomized in a 4 x 4 factorial scheme (four substrates x four temperatures) and twenty replications. The substrates being: S1: commercial substrate + vermiculite (2: 1); S2: ravine earth + vermiculite + fine sand (2: 1: 1); S3: commercial substrate + ravine earth + vermiculite (2: 2: 1) and S4: ravine earth + vermiculite + rice husk (2: 1: 1). And temperatures: T1: 24 ° C; T2: 30 ° C; T3: 36 ° C and T4: 42 ° C. The daily emergency was evaluated for 40 consecutive days to obtain the emergency percentage and the emergency speed index. After 40 days of sowing, the following variables were evaluated: leaf pair number, plant height, stem diameter, leaf width, leaf length, root length, fresh matter and dry matter. The data were submitted to analysis of variance and the means were compared by the Tukey test and regression analysis by the software Sisvar and Assistat 7.7 Beta. The substrate S4 (ravine earth + vermiculite + rice straw) and the temperature of 30 ° C presented the best emergency conditions and the development of small-tree seedlings.

**Keywords:** Native fruit trees of the Cerrado; B.O.D; Seedling production.

## INTRODUÇÃO

O bioma Cerrado é um vasto ecossistema caracterizado por um gradiente de pastagens para savanas e formações florestais e pela grande riqueza de espécies (RIBEIRO et al., 2011). O Cerrado brasileiro é o segundo bioma mais extenso da América do Sul (SANO et al., 2010; BEUCHLE et al., 2015), ocupando uma área de 2 milhões de km<sup>2</sup>, representando 22% da área total do Brasil (OLIVEIRA et al., 2014) distribuídos nos estados da Bahia, Goiás, Tocantins, Minas Gerais, Maranhão, Piauí, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, São Paulo e Paraná (SANO et al., 2010).

Com ampla variabilidade de espécies, o Cerrado apresenta utilidade em diversas áreas como agroindustrial, alimentar, energético, forrageiro, madeireiro, medicinal, ornamental e outros. As frutíferas nativas são espécies fundamentais neste ecossistema e há muitos anos são regularmente consumidas pelas populações locais tanto na forma in natura quanto como produtos processados, tais como sucos, sorvetes, pães e bolos (DAMIANI et al., 2011; MORZELLE et al., 2015). Entretanto, um vasto número de espécies frutíferas nativas e exóticas permanece inexplorado, apesar do alto potencial nutricional e econômico (SCHIASSI et al., 2018).

Entre as frutas nativas do Cerrado está o caju-arbóreo-do-cerrado (*Anacardium othonianum* Rizz). Pertencente à família Anacardiaceae, é uma frutífera nativa comumente conhecida como caju de árvore do cerrado (caju-arbóreo-do-cerrado), cajuzinho e cajuí (BESSA et al., 2013). As plantas adultas distinguem-se das demais espécies do gênero nesse bioma devido seu porte arbóreo. Sua exploração ocorre de forma extrativista e muitas vezes de modo predatório (ASSIS et al., 2012).

O caju-arbóreo-do-cerrado possui duas partes: o fruto verdadeiro e o pseudofruto (ALVES et al., 2013). O fruto é uma drupa reniforme (castanha), que contém cerca de 46,5% de lipídios (TOSCHI et al., 1993; CAETANO, et al., 2012). Os frutos são torrados para extrair as nozes, e possuem alto valor nutricional e energético e são ricos em proteínas, lipídios, cálcio, ferro e zinco (SILVA et al., 2017). O pseudofruto varia em tamanho e cor, podendo ser consumido fresco ou processado em doces, geleias, licores, sucos, sorvetes, picolés, frutas cristalizadas e outros produtos (DORNELLES et al., 2014).

A propagação de espécies vegetais é agrupada em dois tipos: a propagação sexuada e assexuada (FACHINELLE et al., 2005). Para a cultura do caju Agostini-Costa et al. (2006) relatam que o processo de propagação vegetativa mais usado para o cajueiro é a enxertia por garfagem em fenda lateral ou por borbulhia em placa. Enquanto que a propagação por sementes

é o método mais aplicado, proporcionando maior resistência das plântulas, que se desenvolvem com maior vigor e apresentando raízes até 20 vezes mais profundas, porém, são plantas que apresentarão frutificação tardia, porte elevado e irregularidade de produção (FACHINELLO et al., 1995).

O processo germinativo é regulado por vários fatores ambientais, como umidade, oxigênio, temperatura, luz e nutrientes (SEO et al., 2009; DOUSSEAU et al., 2011). E dentre os fatores do ambiente que afetam o processo germinativo das sementes, observa-se a existência de uma estreita dependência da temperatura (ARAÚJO-NETO et al., 2003). A temperatura influencia tanto na porcentagem de germinação quanto na determinação do vigor das plântulas, influenciando a absorção de água pela semente e as reações bioquímicas que regulam todo o processo metabólico (BEWLEY et al., 1994; PACHECO et al., 2006).

Para as plantas nativas como o caju-arbóreo-do-cerrado, tem-se poucas informações sobre a sua propagação, além disso, é importante saber em qual tipo de substrato ocorre o melhor desenvolvimento inicial das plântulas (SILVA et al., 2018). Um substrato deve atender aos requisitos da planta em termos de características físicas e químicas, pois substitui o solo durante o estágio de viveiro (FERRAZ et al., 2005; DORNELLES et al., 2014). Formulado por diversos materiais como matéria-prima de origem mineral, sintética ou orgânica, o substrato pode ser constituído por apenas um tipo deles, ou criando uma formulação entre os diferentes materiais (KANASHIRO, 1999).

No sentido de elucidar as características da produção de mudas de espécies de frutíferas nativas, quando se refere a temperatura e substrato algumas pesquisas tem sido realizadas, como as de Silva et al. (2009), Aparecida-Dias et al. (2011), Dousseau et al. (2011), Dresch et al. (2012) e Gomes et al. (2016), mas associados ao caju-arbóreo-do-cerrado são poucos estudos. Contudo, trabalhos como o de Silva et al. (2018) se destacam, esses pesquisadores avaliaram o desenvolvimento inicial do *A. othonianum* em diferentes substratos e combinações (substrato comercial, areia, esterco bovino, solo e casca de arroz) e concluíram que o melhor substrato para a propagação do cajuzinho foi composto por areia e substrato comercial. Todavia, é importante dominar as técnicas de produção de mudas, quanto a avaliação de diferentes substratos associadas temperaturas, quando trabalhado com frutíferas nativas do Cerrado, e em especial, caju-arbóreo-do-cerrado.

Diante das adversidades climáticas, da necessidade de estudos e preservação do patrimônio genético e produção mudas de qualidade, é de extrema importância ter em mãos informações sobre produção de mudas de frutíferas nativas do Cerrado. Assim, objetivou-se

com este estudo avaliar emergência e desenvolvimento de caju-arbóreo-do-cerrado em diferentes temperaturas e substratos.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

Foi realizada uma viagem de prospecção para identificação e escolha de plantas de caju-arbóreo-do-cerrado para a coleta de frutos em uma propriedade rural (Latitude: 16°57'30,27'' S; Longitude: 47°57'3,10'' W; Altitude: 859 m) no município de Luziânia, no estado de Goiás, Brasil. O trabalho foi conduzido no laboratório de biotecnologia do Instituto Federal Goiano Campus Urutaí (LABIOTEC), na cidade de Urutaí, Goiás.

Foram selecionadas plantas em áreas de formação natural de Cerrado, bem como aquelas que se encontravam isoladas em áreas de pastagens. Próximo as plantas matrizes, os frutos foram coletados manualmente sobre o solo ou coletados da planta, em seguida foram acondicionados em embalagens utilizadas para o transporte de ovos. As plantas matrizes das quais foram coletados os frutos, foram selecionadas levando em consideração aspectos fitossanitários externos e produção uniforme.

As sementes de caju-arbóreo-do-cerrado passaram por um processo de seleção, por teste de densidade, no qual foram colocadas em um béquer com água e aquelas que flutuaram, ficando na superfície foram descartadas, já aquelas que permaneceram ao fundo do béquer, foram utilizadas nos experimentos.

Avaliou-se a emergência e o desenvolvimento do caju-arbóreo-do-cerrado em diferentes substratos e temperaturas em condições controladas de laboratório. O delineamento adotado foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial 4 x 4 (quatro substratos x quatro temperaturas) e vinte repetições. Sendo os substratos: S1: substrato comercial + vermiculita (2:1); S2: terra de barranco + vermiculita + areia fina (2:1:1); S3: substrato comercial + terra de barranco + vermiculita (2:2:1) e S4: terra de barranco + vermiculita + casca de arroz (2:1:1). Todos os substratos receberam 4,20 kg por m<sup>3</sup> de substrato da formulação 05-25-15. O experimento foi conduzido nas temperaturas de T1: 24°C; T2: 30°C; T3: 36°C e T4: 42°C.

O experimento foi instalado em copos plásticos descartáveis de 200 ml com o fundo perfurado e dispostos em câmara de demanda de oxigênio (B.O.D.). Em cada copo foi colocada uma semente. Cada tratamento foi mantido por 40 dias na B.O.D., com exposição a luz de 12 horas por dia, foram realizadas irrigação diariamente conforme a necessidade.

Após a instalação do experimento foram determinados o Índice de Velocidade de Emergência (IVE) e a porcentagem de emergência (E%), registrando-se diariamente o número

de plântulas emergidas, levando em consideração a emergência de uma estrutura em forma de 'joelho', culminado com a abertura completa dos cotilédones. Ocorrendo a estabilização da emergência, realizou-se o cálculo do índice de velocidade de emergência de acordo com Maguire (1962):  $IVE = E1/N1 + E2/N2 + \dots + En/Nn$ . Onde: IVE = índice de velocidade de emergência; E1, E2, En = Número de plântulas emergidas computadas na primeira contagem, segunda contagem e na última contagem e N1, N2, Nn = Número de dias de semeadura à primeira, segunda e última contagem. Enquanto para o cálculo da porcentagem de emergência adotou-se a metodologia de Labouriau et al. (1976):  $E\% = (N/A).100$ . Onde: E% = Porcentagem de emergência; N = Número de plântulas emergidas e A = Número total de sementes colocadas para germinar.

Ao completar 40 dias após a semeadura (DAS) foram selecionadas 5 plantas de cada tratamento de maneira aleatória e foram analisadas as seguintes variáveis: número de par de folhas (NPF), altura da planta (AP) (cm), diâmetro do caule (DC) (mm), largura da folha (DF) (cm), comprimento da folha (CF) (cm), comprimento da raiz (CR) (cm), matéria fresca (MF) (g) e matéria seca (MS) (g).

A altura de planta, comprimento da maior raiz e o comprimento da folha foram medidos utilizando uma régua graduada e com o auxílio de um paquímetro digital foi possível determinar o diâmetro do caule e o diâmetro da folha. Após a determinação da matéria fresca as plantas foram colocadas no interior de envelopes de papel previamente identificados, e levados a estufa a 70°C por 72 horas para a determinação da matéria seca. Para a determinação das matérias fresca e seca utilizou-se uma balança analítica.

Os dados obtidos nos experimentos foram submetidos à análise de variância e as médias dos tratamentos foram comparadas pelos testes de Tukey e análise de regressão a 5% de probabilidade com o auxílio dos softwares Sisvar (FERREIRA, 2000) e Assistat 7.7 Beta.

## **RESULTADOS**

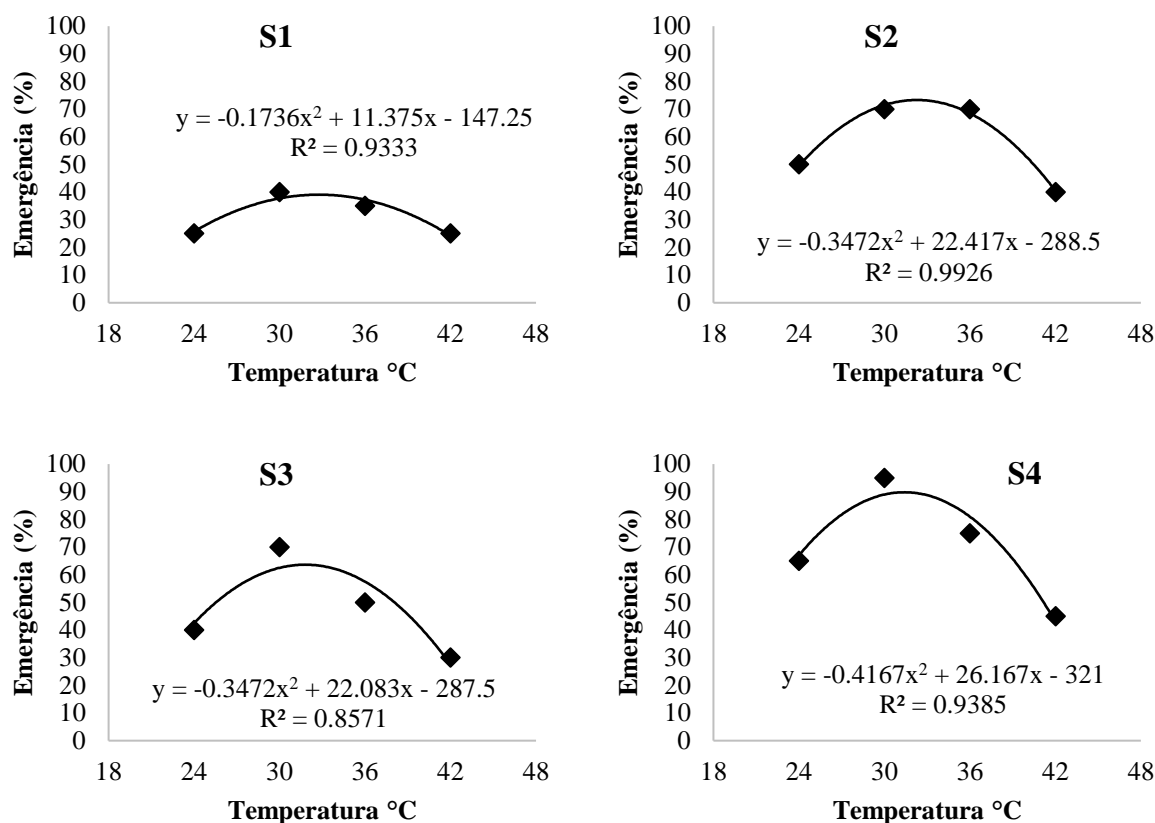
As temperaturas e os substratos proporcionaram diferenças significativas para a porcentagem de emergência e o índice de velocidade de emergência (Tabela 1). Dentre os substratos utilizados, o que apresentou o maior E% e IVE (Tabela 1) foi o substrato S4 na temperatura de 30°C (95% e 5,45 respectivamente).

**Tabela 1.** Percentual de emergência (E%) e índice de velocidade de emergência (IVE) de sementes de caju-arbóreo-do-cerrado (*Anacardium othonianum* Rizz.), submetidas a diferentes temperaturas e substratos. Urutaí-GO, 2019.

Substrato	Temperatura				CV%
	24°C	30°C	36°C	42°C	
<b>E%</b>					
S1	25bA <sup>1</sup>	40bA	35bA	25aA	64,66
S2	50abA	70abA	70abA	40aA	30,12
S3	40abAB	70abA	50abAB	30aB	32,13
S4	65aBC	95aA	75aAB	45aC	14,29
<b>CV%</b>	37,41	24,84	30,95	34,99	-
<b>IVE</b>					
S1	0,96bB	1,69cAB	1,56bAB	1,35aAB	49,18
S2	1,92abA	3,83abA	3,24abA	2,38aA	29,55
S3	1,43abA	2,69bcA	1,98bA	1,74aA	36,83
S4	2,71aC	5,45aA	3,91aBC	2,93aC	16,6
<b>CV%</b>	37,46	24,23	31,84	36,04	-

<sup>1</sup>Médias seguidas por letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Letras minúsculas representam análise nas colunas e maiúsculas nas linhas. CV (%): Coeficiente de variação.

O substrato que apresentou menor E% foi o S1 nas temperaturas de 24 e 42°C. Enquanto, o substrato S1 associado a temperatura de 24°C apresentou o menor índice de velocidade de emergência (VE) (0,96). Observou-se que a temperatura não interferiu significativamente na porcentagem de emergência nos substratos S1 e S2, e não interferiu no IVE dos substratos S2 e S3, apresentando-se significativa para os demais substratos. Verificou-se também que na temperatura de 42°C, os diferentes substratos não se diferenciaram estatisticamente entre si. Independente do substrato utilizado (Figura 1), na temperatura de 30°C (T2) ocorreu um percentual de germinação superior as temperaturas 24 e 42°C (T1 e T4, respectivamente), se igualando ao tratamento com 36°C. Foi constatada média geral de 68,75% de emergência entre as diferentes temperaturas.



**Figura 1.** Percentagem de emergência de caju-arbóreo-do-cerrado (*Anacardium othonianum* Rizz.), em diferentes temperaturas e substratos. S1: substrato comercial + vermiculita (2:1); S2: terra de barranco + vermiculita + areia fina (2:1:1); S3: substrato comercial + terra de barranco + vermiculita (2:2:1) e S4: terra de barranco + vermiculita + casca de arroz (2:1:1). Urutaí-GO, 2019.

Verificou-se que na temperatura de 36°C houve o maior número de par de folhas por planta cultivada nos diferentes substratos (Tabela 2; Figura 2). O substrato S4 apresentou o maior NPF nas temperaturas de 36°C e 42°C (4,33 e 4,22 pares, respectivamente), enquanto as plantas cultivadas no substrato S1 a 24°C (T1) apresentaram o menor NPF (2,80 pares). Entretanto, não houve diferenças significativas entre as plantas cultivadas nos diferentes substratos dentro das temperaturas de 24°C (T1), 36°C (T3) e 42°C (T4).

A maior altura de plantas (Tabela 2) foi verificada nas plantas cultivadas no substrato S4 a uma temperatura de 42°C (9,48 cm). Ao passo que, as plantas cultivadas no substrato S3 a 24°C apresentaram a menor AP (2,70 cm). As plantas cultivadas a 42°C (T4) nos diferentes substratos foram as que apresentaram as maiores alturas de plantas (7,36 a 9,48 cm). A AP apresentou taxa de crescimento linear de acordo com a elevação da temperatura que se encontrava as mudas de caju-arbóreo-do-cerrado (Figura 3).

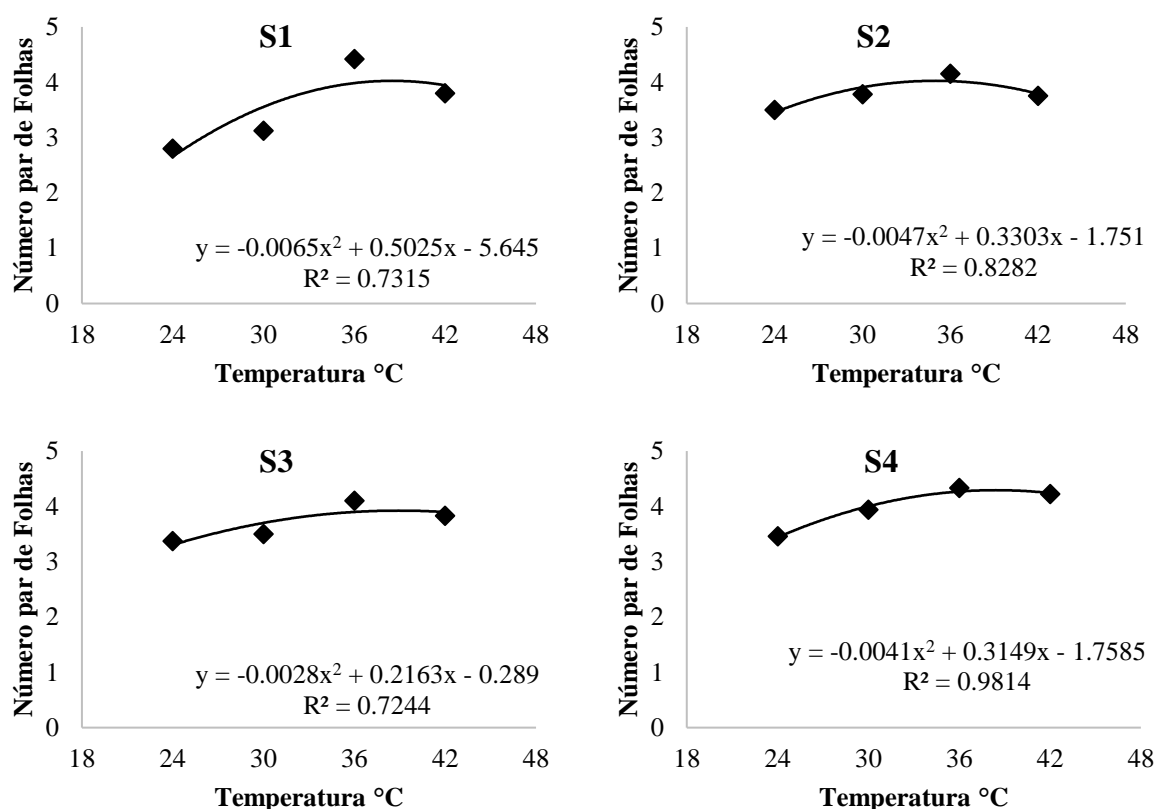
**Tabela 2.** Número de par de folhas (Unidade), Altura de plantas (cm), diâmetro do caule (mm), largura da folha (cm), comprimento de folhas (cm) e comprimento da raiz (cm) de caju-arbóreo-do-cerrado (*Anacardium othonianum* Rizz.) em diferentes temperaturas e substratos. Urutaí-GO, 2019.

Substrato	Temperatura				CV%
	Número de par de folhas				
	24°C	30°C	36°C	42°C	
S1	2,80aC	3,12bBC	4,42aA	3,80aAB	15,25
S2	3,50aB	3,78abAB	4,15aA	3,75aAB	14,18
S3	3,37aB	3,50abAB	4,10aA	3,83aAB	17,17
S4	3,46aB	3,94aAB	4,33aA	4,22aA	15,37
<b>CV%</b>	15,25	17,96	15,45	11,25	-
Altura da planta					
S1	2,78bC	5,18bcB	5,83bB	7,36bA	12,86
S2	3,86abC	5,95abB	6,63aB	8,53abA	14,03
S3	2,70bD	4,95cC	6,04bB	8,14bA	15,85
S4	4,86aC	6,86aB	6,86aB	9,48aA	13,80
<b>CV%</b>	24,27	15,71	7,51	9,74	-
Diâmetro do caule					
S1	2,96bA	2,94aA	3,06bA	2,70aA	13,74
S2	3,31bA	3,15aA	3,56abA	2,43aB	14,35
S3	3,18bA	3,25aA	3,34bA	2,60aB	12,18
S4	4,01aA	3,40aB	3,84aAB	2,45aC	13,51
<b>CV%</b>	14,03	12,99	11,23	14,69	-
Largura da folha					
S1	2,19aA	2,12aA	1,73aA	1,72aA	25,99
S2	2,27aAB	2,53aA	1,95aB	1,94aB	21,04
S3	2,04aA	2,13aA	1,85aA	1,75aA	24,46
S4	2,50aA	2,39aA	2,16aA	1,91aA	23,4
<b>CV%</b>	24,27	21,02	26,76	14,34	-
Comprimento da folha					
S1	5,54bAB	6,32bcA	6,41bA	4,97bB	13,87
S2	6,12bBC	7,00abAB	7,16abA	5,66aC	12,42
S3	5,08bB	6,88bA	6,65bAB	5,36abB	17,86
S4	7,30aA	7,88aA	7,80aA	5,62aB	16,53
<b>CV%</b>	15,15	19,05	14,23	7,10	-
Comprimento da raiz					
S1	5,74bB	7,70bAB	9,06aA	7,84bAB	20,09
S2	7,58abC	10,82abAB	12,32aA	8,95abBC	11,89
S3	8,86aA	10,46abA	11,70aA	8,94abA	20,94



S4	9,36aA	13,64aA	11,84aA	10,28aA	25,94
CV%	16,23	27,58	17,11	13,94	-

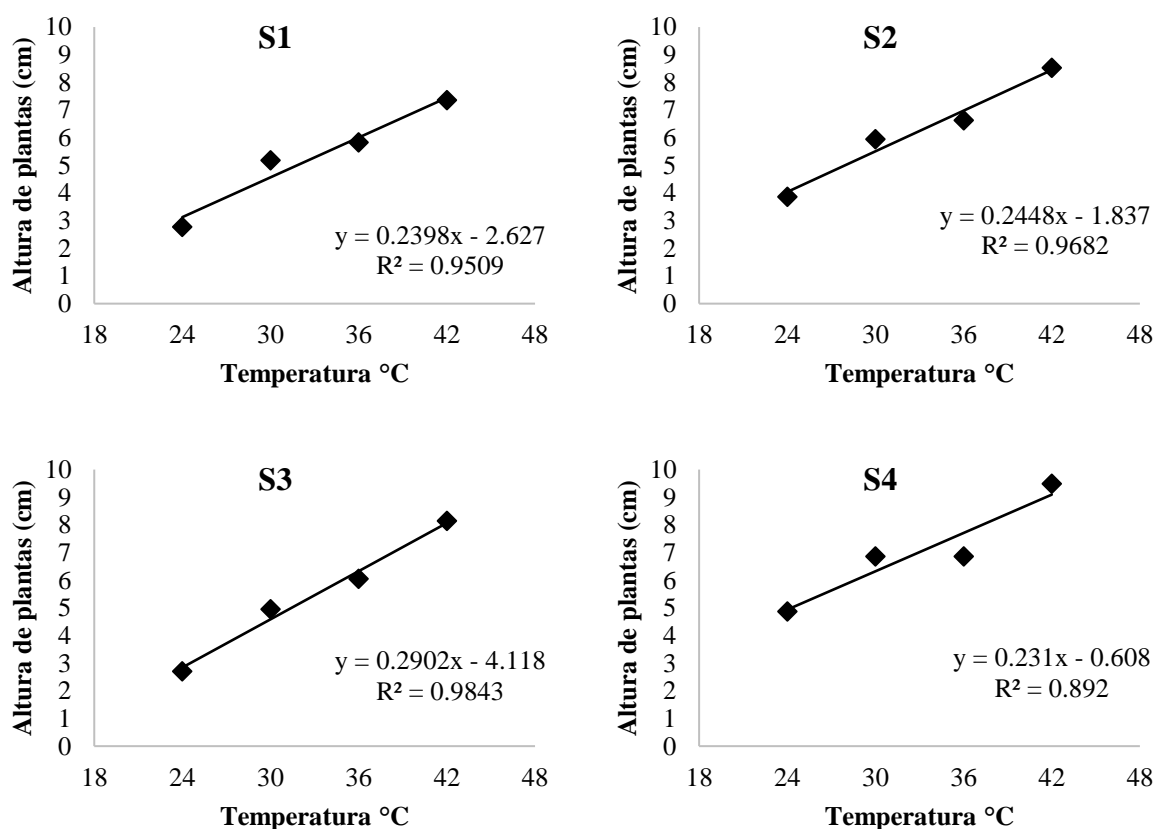
<sup>1</sup>Médias seguidas por letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Letras minúsculas representam análise nas colunas e maiúsculas nas linhas. CV (%): Coeficiente de variação.



**Figura 2.** Número de par de folhas de mudas caju-arbóreo-do-cerrado (*Anacardium othonianum* Rizz.), em diferentes temperaturas e substratos. S1: substrato comercial + vermiculita (2:1); S2: terra de barranco + vermiculita + areia fina (2:1:1); S3: substrato comercial + terra de barranco + vermiculita (2:2:1) e S4: terra de barranco + vermiculita + casca de arroz (2:1:1). Urutaí-GO, 2019.

O diâmetro de caule das mudas cultivadas nos diferentes substratos diminuiu com o aumento da temperatura (Tabela 2). Nas temperaturas de 24°C e 36°C o substrato S4 apresentou resultados superiores de diâmetro (4,01 e 3,84 mm, respectivamente), diferenciando-se significativamente dos demais substratos. Entretanto, não houve diferenças significativas entre os substratos nas temperaturas de 30 e 42°C, e entre as temperaturas no substrato S1.

A largura das folhas (DF) de caju-arbóreo-do-cerrado apresentou diferença significativa apenas entre as diferentes temperaturas no substrato S2 (Tabela 2). As plantas cultivadas a 30°C neste mesmo substrato (Figura 3) apresentaram valor superior aos demais do mesmo substrato (2,53 cm). Enquanto, não houve diferença significativa entre as diferentes temperaturas associadas aos outros substratos. As plantas cultivadas no substrato S4 foram as que apresentaram os maiores comprimentos de folhas (5,52 a 7,88 cm) independente da temperatura utilizada. As temperaturas de 30 e 36°C foram aquelas que apresentaram maior comprimento de folhas (Figura 4), com linha de tendência quadrática referente a seus respectivos substratos associados.

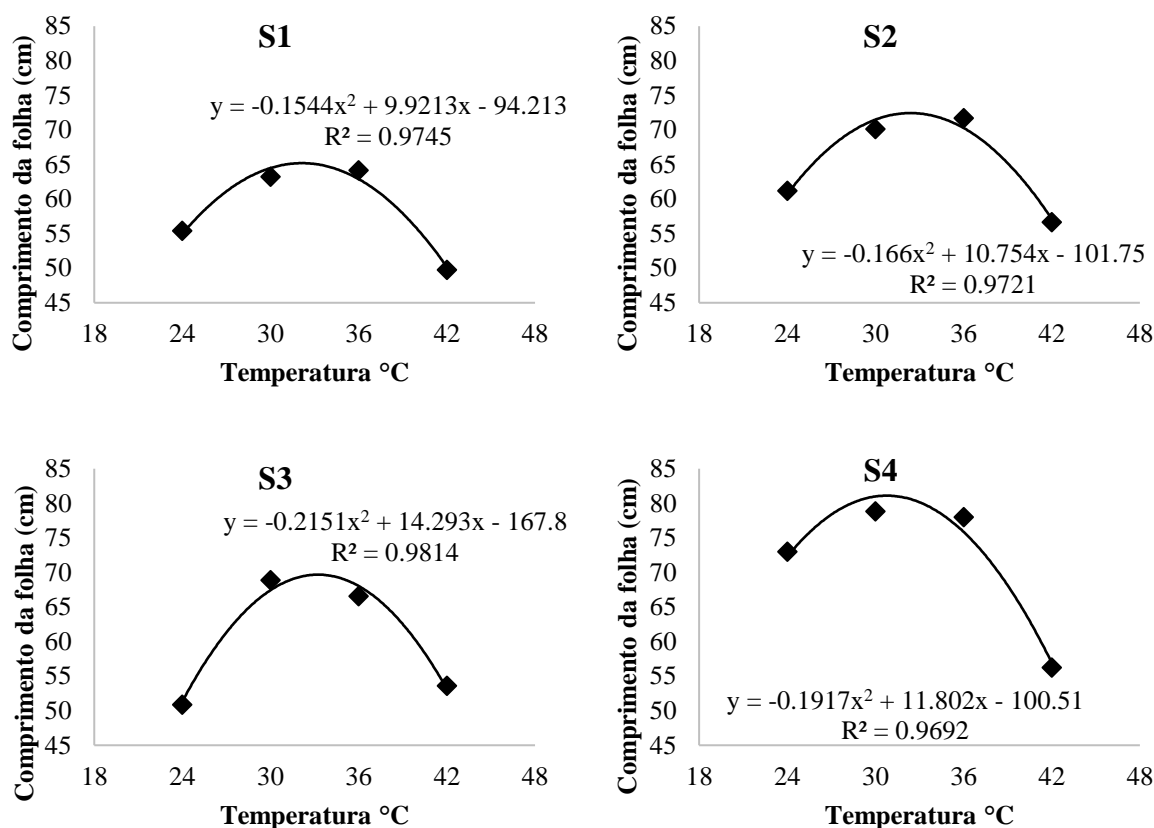


**Figura 3.** Altura de plantas de caju-arbóreo-do-cerrado (*Anacardium othonianum* Rizz.), em diferentes temperaturas e substratos. S1: substrato comercial + vermiculita (2:1); S2: terra de barranco + vermiculita + areia fina (2:1:1); S3: substrato comercial + terra de barranco + vermiculita (2:2:1) e S4: terra de barranco + vermiculita + casca de arroz (2:1:1). Urutá-GO, 2019.

No comprimento da raiz (CR) os melhores resultados (Tabela 2) foram obtidos pelos substratos S2, S3 e S4. A utilização do substrato S1 apresentou resultados inferiores em todas as temperaturas, enquanto, o substrato S4 apresentou médias superiores independente da

temperatura (9,36 a 13,64 cm). No gráfico de progressão da temperatura, o CR apresentou linha de tendência quadrática em qualquer substrato (Figura 5), em que os substratos S1 (9,06 cm), S2 (12,32 cm) e S3 (11,70 cm) apresentaram as melhores médias na a 36°C e o substrato S4 (13,64 cm) apresentou plantas com o maior comprimento de raiz a 30°C.

Os substratos e diferentes temperaturas também proporcionaram diferenças significativas para as massas fresca e seca (Tabela 3). Conforme o aumento da temperatura, as mudas de caju-arbóreo-do-cerrado cultivadas no substrato S2 apresentaram menor matéria fresca. Neste mesmo substrato foi observado que as plantas cultivadas a 24°C obtiveram a maior matéria fresca (3,34 g). Apenas no substrato S4, foi possível observar diferença significativa para a massa seca entre as temperaturas. As mudas deste substrato na temperatura de 42°C evidenciou ter características iguais as mudas cultivadas a 24 e 30°C, e inferior as mudas a 36°C. Analisando os substratos, verificou-se diferença significativa apenas na temperatura de 24°C, o substrato S2 apresentou as plantas com maior massa seca (0,33g). Os demais substratos quando comparados com as diferentes temperaturas, não apresentaram diferença estatística entre eles.



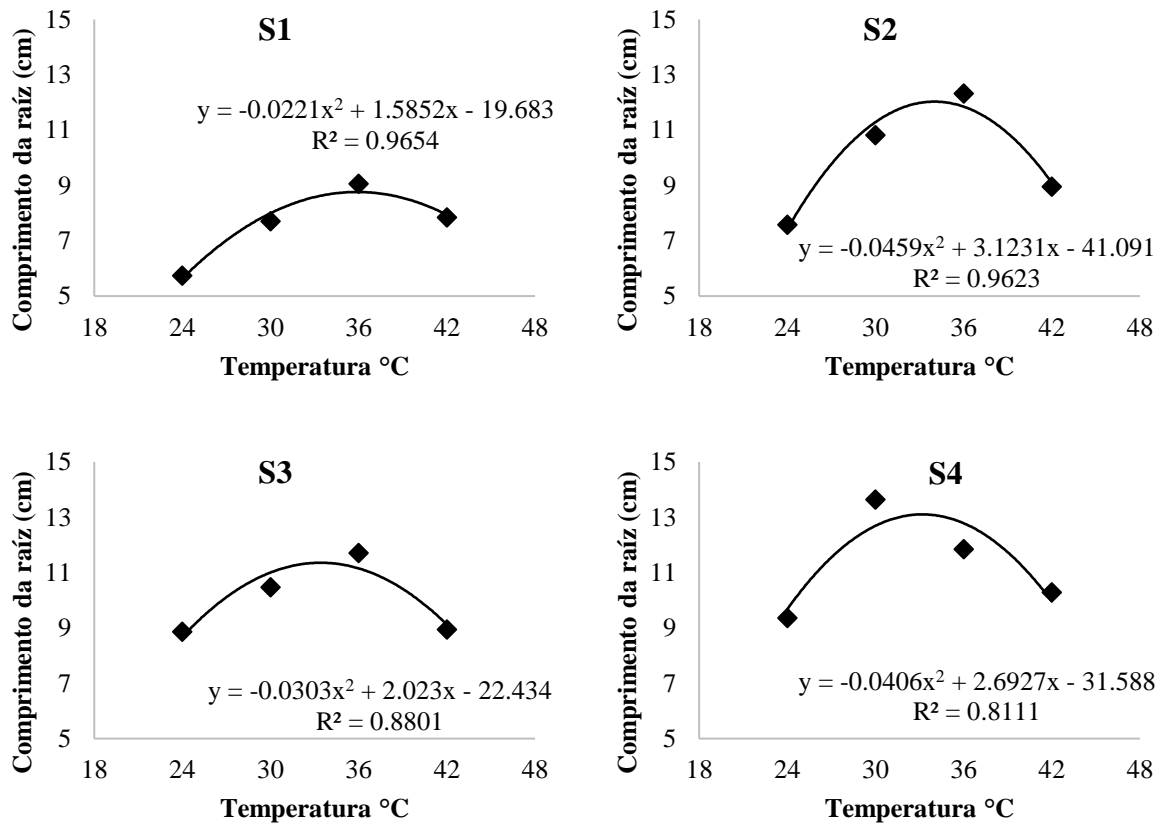
**Figura 4.** Comprimento da folha de mudas caju-arbóreo-do-cerrado (*Anacardium othonianum* Rizz.), em diferentes temperaturas e substratos. S1: substrato comercial + vermiculita (2:1); S2: terra de barranco + vermiculita + areia fina (2:1:1); S3: substrato comercial + terra de barranco + vermiculita (2:2:1) e S4: terra de barranco + vermiculita + casca de arroz (2:1:1). Urutaí-GO, 2019.

**Tabela 3.** Massa fresca (g) e massa seca (g) de caju-arbóreo-do-cerrado (*Anacardium othonianum* Rizz.) em diferentes temperaturas e substratos. Urutaí-GO, 2019.

Substrato	Temperatura				CV%
	24°C	30°C	36°C	42°C	
<b>Massa fresca</b>					
S1	2,02cB	2,88aA	2,04bB	2,11aB	15,83
S2	3,34abA	2,76aAB	2,49aAB	2,12aB	19,51
S3	1,93cA	2,48aA	2,00bA	1,90aA	18,8
S4	2,58bA	2,95aA	2,84aA	2,15aA	16,69
<b>CV%</b>	12,3	23,31	17,59	11,37	-
<b>Massa seca</b>					
S1	0,30abA	0,27aA	0,31aA	0,23aA	16,47
S2	0,33aA	0,32aA	0,33aA	0,22aA	20,75

S3	0,26bA	0,30aA	0,28aA	0,22aA	15,28
S4	0,29abAB	0,31aAB	0,34aA	0,24aB	12,96
<b>CV%</b>	11,4	21,06	18,31	11,07	-

<sup>1</sup>Médias seguidas por letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Letras minúsculas representam análise nas colunas e maiúsculas nas linhas. CV (%): Coeficiente de variação.



**Figura 5.** Comprimento da raiz de mudas caju-arbóreo-do-cerrado (*Anacardium othonianum* Rizz.), em diferentes temperaturas e substratos. S1: substrato comercial + vermiculita (2:1); S2: terra de barranco + vermiculita + areia fina (2:1:1); S3: substrato comercial + terra de barranco + vermiculita (2:2:1) e S4: terra de barranco + vermiculita + casca de arroz (2:1:1). Urutaí-GO, 2019.

## DISCUSSÃO

Os maiores percentuais de emergência e índice de velocidade de emergência foram obtidos a temperatura de 30°C (Tabela 1; Figura 1), resultados estes semelhantes aos encontrados por Oliveira et al. (2005) em Ipê Roxo, em que a emergência de plântulas mais adequada também foi em temperatura de 30°C. Para a temperatura ser considerada como ótima ela deve apresentar as mais altas porcentagens de germinação e velocidade de germinação, na

qual temperaturas acima e abaixo dela a germinação é prejudicada (MAYER et al., 1989; STOCKMAN et al., 2007).

As espécies vegetais apresentam uma grande variação quanto à temperatura ideal de germinação de suas sementes, no geral, esta faixa, está situada entre as temperaturas encontradas em sua região de origem e na época natural de emergência (ANDRADE et al., 2000). É importante ressaltar que o Cerrado está situado em região de clima tropical, é um tipo único de savana no mundo (SILVA et al., 2009). A temperatura média anual é de 22-28 °C (Latrubesse & Steveaux, 2006).

Os valores superiores observados nos índices de E% e IVE (Tabela 1) nos tratamentos que apresentavam terra de barranco (S2, S3 e S4) como principal material para as sementes de caju-arbóreo-do-cerrado, confirmam que a capacidade de retenção de umidade do substrato representa um fator de influência à germinação das sementes. A terra de barranco comumente encontrada nos solos antigos e bem drenados do Cerrado conferiu boas condições de armazenamento de água e por conseguinte a germinação das sementes. Os dados de emergência obtidos nesta pesquisa ainda se assemelham aos resultados de Borges et al. (2012) em estudo com caju-arbóreo-do-cerrado de diferentes regiões, que observou porcentuais de emergência de 56,67% e 86,67% em Calcilândia e Vila Propício-Goiás, respectivamente. Enquanto, Borges et al. (2013) avaliando a taxa de germinação de sementes de caju-arbóreo-do-cerrado e o desenvolvimento inicial das plantas em campo obtiveram uma germinação média de 78%.

A importância de se avaliar o número de par de folhas, está no fato da folha ser responsável pela fotossíntese e por grande parte da respiração da planta, então, assim como a quantidade de folhas, o tamanho destas folhas também é fator importante para uma muda de qualidade. No presente trabalho as plantas cultivadas no substrato S4 apresentaram o maior número de par de folhas (Tabela 2; Figura 2), assim, mudas oriundas deste substrato tende a apresentar plantas mais eficientes para realizar a fotossíntese.

A altura da parte aérea avaliada isoladamente, é uma variável para expressar a qualidade das mudas, entretanto, é importante combinar essa variável com outras como o diâmetro do coleto, pesos e relação das raízes e da parte aérea (GOMES et al., 2002; CALDEIRA et al., 2008). A maior altura de plantas observada nas plantas cultivadas no substrato S4 a uma temperatura de 42°C (Tabela 2; Figura 3) deve-se ao substrato ter como material base a terra de barranco. Ainda foi possível verificar que ao fim dos 40 dias, algumas mudas de caju-

arbóreo-do-cerrado , apresentavam crescimento levemente estiolado. Este fato ocorreu pela exposição da muda a um período prolongado a temperatura de 42°C.

O diâmetro do caule também é uma variável importante a ser avaliada, pois, o crescimento do diâmetro do caule é considerado uma medida estacionária de crescimento secundário o que indica vigor da planta (MESQUITA et al., 2004). As mudas cultivadas no substrato S4 também apresentaram resultados superiores de diâmetro, indicando que as mudas provenientes deste substrato são mais vigorosas em comparação aos demais tratamentos, e portanto, resultaram em plantas mais resistentes aos fatores ambientais. A altura da planta e o diâmetro do caule são indicadores importantes da capacidade de sobrevivência da muda, visto que refletem o desenvolvimento radicular e a capacidade de adaptação às condições adversas de campo (PRATES et al., 2012).

A maior largura de folhas foi encontrada nas mudas cultivadas no substrato S2 (Tabela 2), enquanto, as mudas cultivadas no substrato S4 foram as que apresentaram os maiores comprimento de folhas. Plantas com folhas mais largas e compridas, tendem a gerar uma copa mais exuberante, além de, possuírem maior área foliar para a captação de energia luminosa no processo de fotossíntese.

Os resultados superiores de comprimento de raiz verificados no substrato S4 (Tabela 2; Figura 5), deve-se a presença da casca de arroz. A casca de arroz apresenta baixa capacidade de retenção de água, drenagem rápida e eficiente, proporcionando boa oxigenação para as raízes, elevado espaço de aeração ao substrato, resistência à decomposição, relativa estabilidade de estrutura, baixa densidade e pH próximo à neutralidade (MELLO, 2006; STEFFEN et al., 2010). Entretanto, deve-se ficar atento a estas características, pois algumas espécies arbóreas do cerrado possuem maior crescimento do sistema radicular em relação à parte aérea, devendo ter o cuidado de fazer o transplante das mudas antes que haja prejuízo da expansão do sistema radicular (SOUZA et al., 2010).

Quando se trabalha com temperatura, nem sempre a muda com maior altura de planta e diâmetro de caule, apresentará as maiores massas fresca e seca, como ocorreu para as mudas oriundas do substrato S2 e S4 (Tabela 3). O substrato S2 proporcionou mudas de caju-arbóreo-do-cerrado com os maiores valores de massas fresca e seca (3,34 e 0,33 g, respectivamente), enquanto, a maior altura de plantas e diâmetro de caule foram verificados nas plantas do substrato S4 (Tabela 2).

A importância de se avaliar as massas fresca e seca é que o rendimento da cultura depende da produção total de biomassa e da distribuição da matéria seca entre partes produtivas e não produtivas das plantas, sendo necessário entender as fontes de variação e controle que contribuem para as diferenças na distribuição (HOLE et al., 1983). Ademais, a produção de biomassa apresenta relação direta com a quantidade de radiação fotossinteticamente absorvida pelo dossel da planta (MONTEITH, 1972; STRASSBURGER et al., 2011). Além disso, para análises de crescimento é necessário obter a medida do aumento do acúmulo de matéria orgânica, considerando os pesos das partes secas da planta (frutos, caule, folhas e outros) (FONTES et al., 2005).

### CONCLUSÃO

O substrato S4 (terra de barranco + vermiculita + palha de arroz) proporcionou as melhores condições de emergência e desenvolvimento para mudas caju-arbóreo-do-cerrado.

### REFERÊNCIAS

AGOSTINI-COSTA, T. da S.; FARIA, J. P.; NAVES, R. V.; VIEIRA, R. F.. Cajus do cerrado. In: VIEIRA, R. F.; AGOSTINI-COSTA T. da S.; SILVA, D. B. da; FERREIRA, F. R.; SANOC, S. M.. **Frutas nativas da região Centro-Oeste do Brasil**. 1 ed. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2006. p.135-152.

ALVES M. S. O.; ALVES A. M.; NAVES M. M. V.. Compostos bioativos e atividade antioxidante de pseudofrutos de caju arbóreo do Cerrado. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, São Paulo, v.72, n.4, p.327-31, 2013. **DOI:** <https://doi.org/10.18241/0073-98552013721582>.

ALVES, M. T. R.; MACHADO, K. B.; FERREIRA, M. E.; VIERIRA, L. C. G.; NABOUT, J. C. Um instantâneo das características limnológicas em lagos de várzea tropicais: a influência relativa do clima e do uso da terra. **Acta Limnológica Brasiliensia**, Rio Claro, v.31. ed. 10, 2019. **DOI:** <http://dx.doi.org/10.1590/s2179-975x7916>.

ANDRADE, A. C. S.; SOUZA, A. F.; RAMOS, F. N.; PEREIRA, T. S.; CRUZ, A. P. M.. Germinação de sementes de jenipapo: temperatura, substrato e morfologia do desenvolvimento pós-seminal. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.3, p.609-615, 2000. **DOI:** <https://doi.org/10.1590/s0100-204x2000000300017>.

APARECIDA-DIAS, M.; LOPES, J. C.; de SOUZA NETO, J. D.; HEBERLE, E.. Influência da temperatura e substrato na germinação de sementes de jabuticabeira (*Myrciaria cauliflora* Berg.). **Idesia**, Chile, v.29, n.1, p.23-27, 2011. **DOI:** <https://doi.org/10.4067/s0718-34292011000100004>.



ARAÚJO-NETO, J. C.; AGUIAR, I. B.; FERREIRA, V. M.. Efeito da temperatura e da luz na germinação de sementes de *Acacia polyphylla* DC. **Brazilian Journal of Botany**, São Paulo, v.26, n.2, p.249-256, 2003. DOI: <https://doi.org/10.1590/s0100-84042003000200013>.

ASSIS, K. C. de; PEREIRA, F. D.; CABRAL, J. S. R.; SILVA, F. G.; SILVA, J. W.; SANTOS, S. C.. dos. Cultivo *in vitro* de *Anacardium othonianum* Rizz.: efeito da variação das concentrações dos sais e volumes do meio de cultura. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v.34, n.1, p. 77-83, 2012. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1807-86212012000100011>.

BESSA, L. A.; SILVA, F. G.; MOREIRA, M. A.; TEODORO, J. P. R.; SOARES, F. A. L.. Growth and nutrient accumulation of *Anacardium othonianum* Rizz. seedlings grown in nutrient solution. **Chilean Journal of Agricultural Research**, Chillán, v.73, n.3, p.301-308, 2013. DOI: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-58392013000300014>.

BEUCHLE, R.; GRECCHI, R. C.; SHIMABUKURO, Y. E.; SELIGER, R.; EVA, H. D.; SANO, E.; ACHARD, F.. Land cover changes in the Brazilian Cerrado and Caatinga biomes from 1990 to 2010 based on a systematic remote sensing sampling approach. **Applied Geography**, Oxford, v.58, p.116-127, 2015. DOI:<https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2015.01.017>.

BEWLEY, J. D.; BLACK, M.. **Seeds: physiology of development and germination**. Nova Iorque: Plenum Press, 1994. DOI: 10.1007/978-1-4899-1002-8.

BORGES, R. T.. **Caracterização do ambiente de ocorrência natural, fruto e pseudofruto de caju arbóreo do cerrado (*Anacardium othonianum*), fenologia e implantação de coleção na EA/UFG**. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2012.

BORGES, R. T.; SOUZA, E. R. B. de; NAVES, R. V.; BELO, A. P. M.; CAMILO, Y. M. V.. Produção de mudas, coleções e estabelecimento de caju arbóreo do cerrado (*Anacardium othonianum*) no estado de Goiás. **Enciclopédia biosfera, Centro Científico Conhecer**, Goiânia, v.9, n.17; p.2107-2120, 2013.

CAETANO, G. de S.; SOUSA, K. A. de; RESENDE, O.; SALES, J. de F.; COSTA, L. M.. Higroscopicidade de sementes de caju-de-árvore-do-cerrado. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v.42, n.4, p.437-445, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1590/s1983-40632012000400012>.

CALDEIRA, M. V. W.; ROSA, G. N. da; FENILLI, T. A. B.; HARBS, R. M. P.. Composto orgânico na produção de mudas de aroeira-vermelha. **Scientia Agraria**, Curitiba, v.9, n.1, p.27-33, 2008. **DOI:** <http://dx.doi.org/10.5380/rsa.v9i1.9898>.

DAMIANI, C.; VILAS BOAS, E. de V. de B.; ASQUIERI, E. R.; LAGE, M. E.; OLIVEIRA, R. A.; SILVA, F. A.; PINTO, D. M.; RODRIGUES, L. J.; SILVA, E. P.; PAULA, N. R. F. Characterization of fruits from the savanna: araça (*Psidium guinnensis* Sw.) and marolo (*Annona crassiflora* Mart.). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.31, n.3, p.723-729, 2011. **DOI:** <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-20612011000300026>.

DORNELLES, P.; SILVA, F. G.; MOTA, C. S.; SANTANA, J. das G. Production and quality of *Anacardium othonianum* Rizz. seedlings grown in different substrates. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.36 n.2, p. 479-486, 2014. **DOI:** <http://dx.doi.org/10.1590/0100-2945-144/13>.

DOUSSEAU, S.; ALVARENGA, A. A. D.; GUIMARÃES, R. M.; LARA, T. S.; CUSTÓDIO, T. N.; CHAVES, I. D. S. Ecofisiologia da germinação de sementes de *Campomanesia pubescens*. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.41, n.8, p.1362-1368, 2011. **DOI:** <https://doi.org/10.1590/s0103-84782011000800011>.

DRESCH, D. M.; SCALON, S. de P. Q.; MASETTO, T. E.; VIEIRA, M. do C.. Germinação de sementes de *Campomanesia adamantium* (Camb.) O. Berg em diferentes temperaturas e umidades do substrato. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v.40, n.94, p.223-229, 2012.

FACHINELLO, J. C.; HOFFMAN, A.; NACHTIGAL, J. C.; KERSTEN, E.; FORTES, G. R. L.. **Propagação de plantas frutíferas de clima temperado**. 2 ed. Pelotas: Editora UFPel, 1995.

FACHINELLO, J. C.; HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J. C.. Formas de propagação de plantas frutíferas. In: FACHINELLO, J.C.; HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J. C.. **Propagação de plantas frutíferas**. Brasília: Embrapa Informações Tecnológicas, 2005. p.221-.

FERRAZ, M. V.; CENTURION, J. F.; BEUTLER, A. N.. Caracterização física e química de alguns substratos comerciais. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v.27, n.2, p. 209-214, 2005. **DOI:** <https://doi.org/10.4025/actasciagron.v27i2.1483>.

FERREIRA, D. F.. Análise estatística por meio do Sisvar. (Sistema para análise de variância) para Windows versão 4.0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45. São Carlos, **Anais**. São Carlos: UFSCar, 2000.

FONTES, P. C. R.; DIAS, E. N.; SILVA, D. J. H.. Dinâmica do crescimento, distribuição de matéria seca na planta e produção de pimentão em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.23, n.1, p.94-99, 2005. **DOI:** <https://doi.org/10.1590/s0102-05362005000100020>.

GOMES, J. M.; COUTO, L.; LEITE H. G.; XAVIER, A.; GARCIA, S. L. R.. Parâmetros morfológicos na avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore**, v. 26, n. 6, p. 655-664, 2002. **DOI:** <https://doi.org/10.1590/s0100-67622002000600002>.

GOMES, J. P.; OLIVEIRA, L. M. de; FERREIRA, P. L.; BATISTA, F.. Substratos e temperaturas para teste de germinação em sementes de Myrtaceae. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.26, n.4, p.285-293, 2016. **DOI:** 10.5902/1980509821120.

HOLE, C. C.; BARNES, A.; THOMAS, T. H.; SCOTT, P. A.; RANKIN, W. E. F.. Dry matter distribution between the shoot and storage root of carrot (*Daucus carota* L.). I. Comparison of varieties. **Annual Botany**, v.51, n.2, p.175-187. 1983. **DOI:** 10.1093/oxfordjournals.aob.a086456.

KANASHIRO, S.. **Efeito de diferentes substratos na produção da espécie *Aechmea fasciata* (Lindley) Baker em vasos**. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1999.

LATRUBESSE, E.M. and STEVEAUX, J.C.. Características físico-bióticas e problemas ambientais associados à planície aluvial do Rio Araguaia, Brasil Central. **Revista UNG-Geociências**, v.5, n.1, p. 65-73, 2006.

MAYER, A. M.; POLJAKOFF-MAYBER, A.. **The germination of seeds**. 3 ed. Nova Iorque: Elsevier, 1982. **DOI:** <https://doi.org/10.1016/C2013-0-03635-3>.

MELLO, R. P.. 2006. **Consumo de água do lírio asiático em vaso com diferentes substratos**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2006.

MESQUITA, R. C. M.; PARENTE, J. I. G.; MONTENEGRO, A. A. T.; MELO, F. I. O.; PINHO, J. L. N. de; CAVALCANTI JÚNIOR, A. T.. Influência de regimes hídricos na fenologia do crescimento de clones e progênies de cajueiro precoce e comum nos primeiro vinte meses. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v.35, n.1, p. 96-103. 2004.

MONTEITH, J. L.. Solar Radiation and Productivity in Tropical Ecosystems. **The Journal of Applied Ecology**, Oxford, v.9, n.3, p.747-766, 1972. **DOI:** <https://doi.org/10.2307/2401901>.

MORZELLE, M. C.; BACHIEGA, P.; SOUZA, E. C.; VILAS BOAS, E. de V. de B.; LAMOUNIER, M. L.. Caracterização química e física de frutos de curriola, gabirola e murici provenientes do Cerrado brasileiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.37, n.1, p.096-103, 2015. **DOI:** <http://dx.doi.org/10.1590/0100-2945-036/14>.

OLIVEIRA, L. M. de; CARVALHO, M. L. M. de; SILVA, T. T. de A.; BORGES, D. I.. Temperatura e regime de luz na germinação de sementes de *Tabebuia impetiginosa* (Martius ex A. P. de Candolle) Standley e *T. serratifolia* Vahl Nich. – Bignoniaceae. **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v.29, n.3, p.642-648, 2005. **DOI:** <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542005000300020>.

OLIVEIRA, P. T. S.; NEARING, M. A.; MORAN, M. S.; GOODRICH, D. C.; WENDLAND, E.; GUPTA, H. V.. Trends in water balance components across the Brazilian Cerrado. **Water Resources Research**, Washington, v.50, n.9, p.7100-7114, 2014. **DOI:** [10.1002/2013WR015202](https://doi.org/10.1002/2013WR015202).

PACHECO, M. V.; MATOS, V. P.; FERREIRA, R. L. C.; FELICIANO, A. L. P.; PINTO, K. M. S.. Efeito de temperaturas e substratos na germinação de sementes de *Myracrodruon urundeuva* fr. All. (Anacardiaceae). **Revista Árvore**, Viçosa, v.30, n.3, p.359-367, 2006. **DOI:** <https://doi.org/10.1590/s0100-67622006000300006>.

PRATES, F. B. de S.; LUCAS, C. dos S. G.; SAMPAIO, R. A.; JÚNIO, D. S. B.; FERNANDES, L. A.; JUNIO, G. R. Z.. Crescimento de mudas de pinhão-mansão em resposta a adubação com superfosfato simples e pó-de-rocha. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v.43, n.2, p.207-213, 2012. **DOI:** <https://doi.org/10.1590/s1806-66902012000200001>.

RIBEIRO, S. C.; FEHRMANN, L.; SOARES, C. P. B.; JACOVINE, L. A. G.; KLEINN, C.; GASPAR, R. de O.. Above- and belowground biomass in a Brazilian Cerrado. **Forest Ecology and Management**, Amsterdã, v.262, n.3, p.491-499, 2011. **DOI:** [10.1016/j.foreco.2011.04.017](https://doi.org/10.1016/j.foreco.2011.04.017).

SANO, E. E.; ROSA, R.; BRITO, J. L. S.; FERREIRA, L. G.. Land cover mapping of the tropical savanna region in Brazil. **Environmental Monitoring and Assessment**, Dordrecht, v.166, n.1-4, p.113-124, 2010. **DOI:** [10.1007/s10661-009-0988-4](https://doi.org/10.1007/s10661-009-0988-4).

SCHIASSI, M. C. E. V.; SOUZA, V. R. de; LAGO, A. M. T.; CAMPOS, L. G.; QUEIROZ, F.. Fruits from the Brazilian Cerrado region: Physico-chemical characterization, bioactive

compounds, antioxidant activities, and sensory evaluation. **Food Chemistry**, Londres, v.245, p.305-311, 2018. **DOI:** <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.10.104>.

SEO, M.; NAMBARA, E.; CHOI, G.; YAMAGUCHI, S. Interaction of light and hormone signals in germinating seeds. **Plant Molecular Biology**, Dordrecht, v.69, n.4, p.463-472, 2009. **DOI:** <https://doi.org/10.1007/s11103-008-9429-y>.

SILVA, E. A. da; MARUYAMA, W. I.; OLIVEIRA, A. C.; BARDIVIESSO, D. M.. Efeito de diferentes substratos na produção de mudas de mangabeira (*Hancornia speciosa*). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.31, n.3, p.925-929, 2009. **DOI:** <https://doi.org/10.1590/s0100-29452009000300043>.

SILVA, J. C. F. da; SOUZA, I. A.; CONCEIÇÃO, D. R.; CORDEIRO, C. A. S.; MACHADO, A. S.; RIOS, A. D. F.. Desenvolvimento inicial do cajuzinho do cerrado. **Ipê Agronomic Journal**, Goianésia, v.2, n.1, p.23-30, 2018.

SILVA, L. A. da; SALES, J. de F.; NEVES, J. M. G.; OLIVEIRA, H.; SILVA, G. P.. Radiographic image analysis of *Anacardium othonianum* Rizz (Anacardiaceae) achenes subjected to desiccation. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v.39, n.2, p.235-244, 2017. **DOI:** <http://dx.doi.org/10.4025/actasciagron.v39i2.32484>.

SOUZA, E. R. B. de; ALMEIDA, K. da S.; CAMILO, Y. M. V.; MARRA, G. E. R.; SELEGUINI, A.; NAVES, R. V.; CORRÊA, G. de C.. Avaliação agrônômica do cajuzinho-do-cerrado (*Anacardium othonianum* Rizz.) em Goiás. In: ENCONTRO NACIONAL DE SUBSTRATOS PARA PLANTAS. 7. **Anais**. Goiânia: UFG, 2010.

STEFFEN, G. P. K.; ANTONIOLLI, Z. I.; STEFFEN, R. B.; MACHADO, R. G.. Casca de arroz e esterco bovino como substratos para a multiplicação de minhocas e produção de mudas de tomate e alface. **Acta Zoológica Mexicana**, Xalapa, v.26, n.2, p.333-343, 2010. **DOI:** <https://doi.org/10.21829/azm.2010.262898>.

STOCKMAN, A. L.; BRANCALION, P. H. S.; NOVENBRE, A. D. da L.; CHAMMA, H. M. C. P. Sementes de ipê-branco (*Tabebuia roseo-alba* (Ridl.) Sand. – Bignoniaceae): temperatura e substrato para o teste de germinação. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.29, n.3, p.139-143, 2007. **DOI:** <https://doi.org/10.1590/s0101-31222007000300016>.

STRASSBURGER, A. S.; PEIL, R. M. N.; FONSECA, L. A. da; AUMONDE, T. Z.; MAUCH, C. R. Dinâmica de crescimento da abobrinha italiana em duas estações de cultivo. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v.33, n.2, p.283-289, 2011. **DOI:** [10.4025/actasciagron.v33i2.5952](https://doi.org/10.4025/actasciagron.v33i2.5952).

TOSCHI, T. G.; CABONI, M. F.; PENAZZI, G.; LERCKER, G.; CAPELLA, P.. A study on cashew nut oil composition. **Journal of the American Oil Chemist's Society**, Champaign, v.70, n.10, p.1017-1020, 1993. **DOI:** <https://doi.org/10.1007/BF02543029>.

## CAPÍTULO 4 – NOTA CIÊNTEFICA

### DESENVOLVIMENTO DE *Anacardium othonianum* Rizz. DE DIFERENTES LOCAIS DE COLETA E SUBSTRATOS

#### Resumo

caju-arbóreo-do-cerrado (*Anacardium othonianum* Rizz) é uma frutífera nativa Cerrado. o objetivo desta pesquisa foi analisar o desenvolvimento de caju-arbóreo-do-cerrado em diferentes locais de coleta e substratos, visando sua conservação e agregando conhecimentos ao seu cultivo. O experimento foi instalado no laboratório de Biotecnologia do Instituto Federal Goiano - Campus Urutaí, onde avaliou-se o desenvolvimento de mudas de caju-arbóreo-do-cerrado O delineamento adotado foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial 4 x 3 (quatro substratos x três locais) e vinte repetições. Sendo os substratos: T1: substrato comercial Plantmax ® + vermiculita (2:1); T2: terra de barranco + vermiculita + areia fina (2:1:1); T3: substrato comercial Plantmax ® + terra de barranco + vermiculita (2:2:1) e T4: terra de barranco + vermiculita + casca de arroz (2:1:1). E os locais: os municípios de Silvânia, Vianópolis e Orizona, localizados no estado de Goiás, Brasil. A semeadura dos frutos (sementes) foi realizada em copos plásticos dispostos em casa de vegetação. Aos quarenta e sete dias após semeadura (DAS) foi determinado o desenvolvimento da muda através da caracterização biométrica, altura de muda, comprimento de raiz, diâmetro de folhas, comprimento de folhas, diâmetro do caule, número de par de folhas, massa fresca e massa seca. As análises estatísticas foram realizadas com o software R versão 3.5.3. O substrato T4 proporcionou as melhores condições para desenvolvimento de mudas caju-arbóreo-do-cerrado, e sementes de Sylvania apresentou melhores resultados de desenvolvimento da muda.

**Palavras-chaves:** Frutíferas nativas do Cerrado; Caju; Produção de mudas.

#### Abstract

Cerrado tree cashew (*Anacardium othonianum* Rizz) is a native Cerrado fruit tree. The aim of this research was to analyze the development of Cerrado cashew trees in different collection sites and substrates, aiming at their conservation and adding knowledge to their cultivation. The experiment was carried out at the Biotechnology laboratory of the Federal Goiano Institute - Campus Urutaí, where the development of Cerrado tree cashew seedlings was evaluated. twenty repetitions. The substrates being: T1: Plantmax ® commercial substrate + vermiculite (2: 1); T2: ravine earth + vermiculite + fine sand (2: 1: 1); T3: Plantmax ® commercial substrate + ravine earth + vermiculite (2: 2: 1) and T4: ravine earth + vermiculite + rice husk (2: 1: 1). And the locations: the municipalities of Silvânia, Vianópolis and Orizona, located in the state of Goiás, Brazil. The sowing of fruits (seeds) was performed in plastic cups arranged in a greenhouse. At forty-seven days after sowing (DAS), seedling development was determined by biometric characterization, seedling height, root length, leaf diameter, leaf length, stem diameter, number of leaf pair, fresh mass and dry pasta. Statistical analyzes were performed using R software version 3.5.3. The T4 substrate provided the best conditions for development

of Cerrado cashew tree seedlings, and *Silvania* seeds presented better seedling development results.

**Keywords:** Native fruits of the Cerrado; Cashew; Seedling production.

## INTRODUÇÃO

O Cerrado corresponde a 23% do território nacional, com uma flora considerada a mais rica entre as savanas do mundo (AGUIAR et al., 2016). Compreende inúmeras espécies frutíferas de importância extrativista (GUSMÃO et al., 2005) dentre as espécies frutíferas nativas, estão o araticum (*Annona crassiflora* Mart.), o pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.), a cagaita (*Eugenia dysenterica* D.C.), a mangaba (*Hancornia spenciosa* Gomez), a gabioba (*Campomanesia cambessedeano* Berg.) e o caju-arbóreo-do-cerrado (*Anacardium othonianum* Rizz) (BRAGA-FILHO et al., 2014).

O caju-arbóreo-do-cerrado (*Anacardium othonianum* Rizz), cajuzinho ou cajuí, é uma espécie nativa pertencente à família Anacardiaceae (MENDONÇA et al., 1998; SILVA et al., 2017). *A. othonianum* Rizz é uma espécie que se limita as áreas típicas dos Cerrados do Planalto Central do Brasil, dispersa pelo Distrito Federal e Goiás (RIZZINI, 1969; AGOSTINI-COSTA et al., 2010).

Os métodos de propagação do caju-arbóreo-do-cerrado podem ser agrupados em dois tipos: Propagação sexuada, que se baseia no uso de sementes, e propagação assexuada, baseada no uso de estruturas vegetativas (FACHINELLO et al., 2005). A propagação por sementes ocorre na maioria das plantas cultivadas, entretanto, para as frutíferas é recomendada apenas para a produção de porta-enxertos ou para propagação de espécies que não podem ser propagadas deste modo (MENDONÇA et al., 2013).

Outra questão importante na propagação, é a formação da muda e a utilização de substratos (PEIXOTO, 1986). Aspectos importantes relacionados à qualidade de mudas é o substrato no qual ocorre a sua emergência e crescimento inicial. De modo geral, os substratos têm como principal função dar sustentação às sementes, tanto do ponto de vista físico como químico, sendo constituídos por três frações: a física, a química e a biológica (NOMURA et al., 2008; MALAQUIAS, et al., 2018).

Todavia para o caju-arbóreo-do-cerrado, ainda é necessário determinar o melhor substrato para oferecer ao produtor melhores opções de produções de mudas com mais eficiência. Assim, objetivou-se com o presente trabalho analisar o desenvolvimento de caju-arbóreo-do-cerrado (*Anacardium othonianum* Rizz.) em diferentes locais de coleta e substratos, visando sua



conservação e agregando conhecimentos ao seu cultivo, para viabilizar seu consumo e exploração econômica, assim como promover subsídios que possibilitem a conservação de recursos genéticos.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

Os frutos de caju-arbóreo-do-cerrado foram coletados nos municípios de Silvânia - GO (SIL) (Latitude 16° 33' 20.4" S; Longitude 48° 31' 19.1" W), Vianópolis- GO (VPS) (Latitude 16° 47' 37.4" S; Longitude 48° 16' 59.6" W) e Orizona- GO (ORZ) (Latitude 16° 48' 43.0" S; Longitude 48° 17' 36.1" W) em plantas matrizes de ocorrência em áreas de formação natural de Cerrado, isoladas em áreas de pastagens.

O material foi colhido manualmente e transportados para o Laboratório de Biotecnologia do Instituto Federal Goiano - Campus Urutaí-GO (LABIOTEC). Nas dependências do LABIOTEC, foram realizadas a separação dos frutos e pseudofruto e uma limpeza superficial com água e sabão neutro. Em seguida, os frutos foram colocados para secar em temperatura ambiente por 24 horas.

Após a secagem, os frutos (sementes) foram selecionados para semeadura, sendo colocados em um recipiente com água, no qual os frutos que ficaram ao fundo foram utilizados na semeadura e os que flutuaram foram descartados (NOGUEIRA et al. 2007). O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial, onde as sementes foram oriundas de três cidades (Silvânia, Vianópolis e Orizona) e semeadas em quatro diferentes substratos, e vinte repetições. Os substratos utilizados foram: T1: substrato comercial Plantmax® e vermiculita na proporção (2:1), T2: terra de barranco, vermiculita, e areia fina (2:1:1), T3: substrato comercial Plantmax®, terra de barranco e vermiculita (2:2:1) e T4: terra de barranco, vermiculita e casca de arroz (2:1:1).

A semeadura foi realizada no dia 09 de novembro 2018 nos substratos acondicionados em copos plásticos descartáveis de 200 mL com o fundo perfurado e dispostos em casa de vegetação anexa ao LABIOTEC. A utilização de copos plásticos como recipientes de semeadura levou em consideração a economia em recipiente e de substrato, visando a maior agilidade no manejo das mudas e ocupação de menor espaço físico. As mudas foram produzidas em casa de vegetação, com 50% de sombreamento, em temperatura de  $28 \pm 2^\circ\text{C}$ . A irrigação das mudas ocorreu de dois em dois dias, de modo que não houvesse excesso de umidade no substrato.

Aos quarenta e sete dias após semeadura (DAS) foi determinado o desenvolvimento da muda através da caracterização biométrica, levando-se em consideração: a altura de muda (AM)

e Comprimento de Raíz (CR) em centímetros (cm); Diâmetro de Folhas (DF), Comprimento de Folhas (CF) e Diâmetro do Caule (DC) em milímetros (mm); Número de Par de Folhas (NPF); Massa Fresca (MF) e Massa Seca (MS) em gramas (g). A massa seca foi obtida após a muda ser colocada em estufa por 72 horas a 70° C.

O critério utilizado para medir a altura das mudas foi partir da base da muda, logo acima do substrato e com o auxílio de régua graduada. O diâmetro de caule, foi medido, a partir do nível do solo, com o auxílio do paquímetro digital e a contagem do número de pares de folhas de cada planta a partir das folhas cotiledonares.

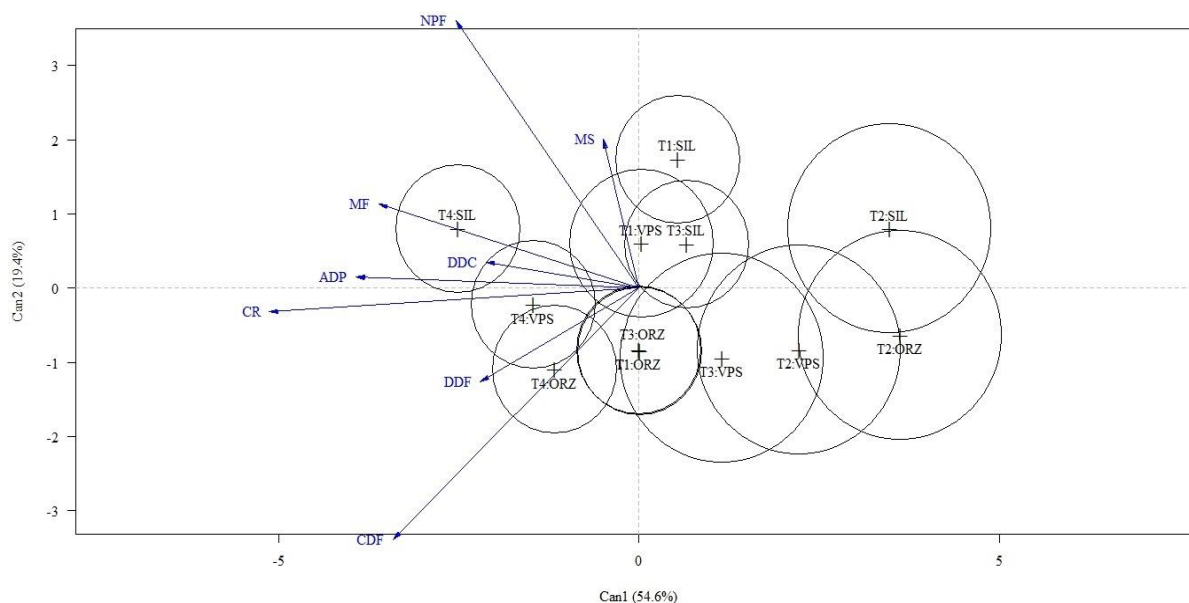
Os dados obtidos (AM, DC, NPF, DF, CF, CR, MF e MS) foram submetidos à análise multivariada de variância (MANOVA). Após evidenciar diferenças entre os grupos, aplicou-se um gráfico biplot com as duas primeiras variáveis canônicas para se analisar diferenças multivariadas entre tratamentos com o auxílio de elipses de 95% de confiança para os escores médios. As análises estatísticas foram realizadas com o software R versão 3.5.3 (R Core Team, 2019).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na análise discriminante canônica (Tabela 1), a primeira variável canônica explicou 54,6%, e a segunda 19,4% com 74 % do total das oito variáveis avaliadas em três municípios (Figura 1).

**Tabela 1.** Resultado da análise multivariada de variância (MANOVA).

Fontes de Variação	Graus de Liberdade	Wilks	Valor F	GL	den GL	p-valor
Substrato	3	0,16140	58,406	24	160,12	<0,001
Local	2	0,48184	30,292	16	110,00	<0,001
Substrato x Local	6	0,39729	11,809	48	274,69	0,207
Resíduo	62					



**Figura 1.** Biplot contendo escores médios de variáveis discriminantes canônicas e elipses de 95% de confiança para substratos e regiões de coleta (Substrato: Município). ADP: Altura da Muda; DDC: Diâmetro do Caule; NPF: Número de Par de Folhas; DDF: Diâmetro de Folhas; CDF: Comprimento de Folhas; CR: Comprimento de Raíz; MF: Massa Fresca e MS: Massa Seca.

As variáveis que mais diferenciaram os tratamentos foram comprimento de raiz, número de par de folhas e comprimento de folhas, sendo estes os maiores vetores observados na figura 1. As variáveis que apresentaram maior relação, foram matéria fresca, diâmetro do caule, altura de muda e comprimento de raiz, sendo esta relação positiva. Outra relação positiva que ocorreu foi entre as variáveis diâmetro e comprimento de folha, e entre estas e a variável número de par de ocorreu baixa relação, assim como entre as demais variáveis e a variável matéria seca, ou seja, os substratos influenciaram pouco sobre a matéria seca das mudas de caju-arbóreo-do-cerrado .

Entre os substratos, o substrato destaque foi o T4, que para mudas formadas a partir de sementes coletadas no município de Silvânia apresentou as maiores médias de NPF, MF, CR e AM, que foram, respectivamente, 3,38 pares de folhas, 3,57 g, 14,38 cm e 8,20 cm. Para este mesmo substrato, porém, a partir de sementes de Orizona, se destacou as variáveis diâmetro e comprimento de folhas, que apresentaram, respectivamente, 25,83 e 82,59 mm. O outro município de coleta Vianópolis, não se diferenciou entre Silvânia e Orizona para o substrato T4, porém apresentou valores intermediários a estes.

Sabe-se que os materiais orgânicos agem como condicionadores do solo, devido ao efeito de agregação de partículas, que indiretamente afetam outros atributos físicos como a porosidade, aeração, a capacidade de retenção, a infiltração de água e densidade (BRANCALIÃO et al., 2008; BONATTI et al., 2017). Neste sentido, a casca de arroz e a vermiculita presentes no substrato T4 auxiliaram na leveza do substrato na produção das mudas de caju-arbóreo-do-cerrado, proporcionando aeração do substrato e conseqüentemente melhorando o enraizamento. Ambos os compostos possuem elevada porosidade e baixa densidade, enquanto a vermiculita possui alta retenção de água. Mauad et al. (2004) descrevem que a casca de arroz apresenta menor densidade, devido a maior porcentagem de macroporos, propiciando melhor escoamento da água e beneficiando o desenvolvimento radicular. O substrato tem o papel de sustentar as plantas durante o enraizamento e servir de fonte de nutrientes para as mesmas, sendo um substrato ideal aquele que tem porosidade suficiente para proporcionar aeração adequada, que apresente boa drenagem e tenha capacidade de retenção de líquido satisfatória para oferecer umidade adequada (ZIETEMANN et al., 2007), características estas observadas no substrato T4.

Quanto à altura e o diâmetro do caule das mudas de caju-arbóreo-do-cerrado o maior valor obtido foi nas mudas provenientes das plantas do município de Silvânia cultivadas no substrato T4 (8,20 cm e 2,69 mm, respectivamente) e menor para as plantas cultivadas no substrato T2 também no município de Silvânia (4,00 cm e 1,67 mm). Valores semelhantes foram encontrados por Silva et al. (2018), onde os tratamentos estudados apresentaram mudas de caju-arbóreo-do-cerrado com 4,6 a 12,6 cm de altura da parte aérea, e 1,78 a 3,59 mm de diâmetro do caule, em plantas com 30 dias de semeadura. A altura da parte aérea isoladamente, é uma variável que expressa a qualidade das mudas, no entanto, é importante combinar essa variável com outras como o diâmetro do coleto, pesos e relação das raízes e da parte aérea (GOMES et al., 2002; CALDEIRA et al., 2008). O diâmetro do caule e a altura da planta são importantes indicadores da capacidade de sobrevivência da muda, pois refletem o desenvolvimento radicular e a capacidade de adaptação da planta às condições adversas de campo (PRATES et al., 2012).

Os substratos T1 e T3 apresentaram resultados intermediários para todas as variáveis, porém quando se analisa substrato T2, este obteve os piores resultados. Sementes coletadas no município de Silvânia, e semeadas neste substrato, apresentaram as piores médias de AM, DC, CF e MF, que foram, respectivamente, 4,00 cm, 1,67 mm, 44,67 mm e 1,12 g. Já para mudas produzidas a partir de sementes de Orizona os piores valores foram de número de par de folhas

(2,00 pares) e diâmetro de folha (16,00 mm), e para as de Vianópolis os piores resultados foram obtidos para comprimento de raiz (1,00 cm) e matéria seca (0,28 g) para o substrato T2.

Os resultados intermediários observados nos substratos T1 e T3 para todas as variáveis avaliadas podem ser explicados pela utilização do substrato comercial Plantmax®. Segundo Zietemann et al. (2007) o substrato Plantmax® apresenta características físico-químicas importantes, como a presença de matéria orgânica, quantidade suficiente de cargas iônicas, porosidade e a retenção de umidade satisfatórias, o que favoreceu os desenvolvimentos das mudas de caju-arbóreo-do-cerrado no presente estudo. Ademais, este tipo de substrato é asséptico, característica esta que permite que o substrato seja livre de patógenos, garantindo a sanidade das plantas, além de possuir um baixo custo.

Os piores resultados observados nas mudas provenientes do substrato T2 (terra de barranco, vermiculita, e areia fina) independentemente do local de coleta das sementes, deve-se pelo fato destes materiais apresentarem baixos teores de nutrientes essenciais e matéria orgânica para o desenvolvimento das mudas. Silva et al. (2018) avaliando o desenvolvimento inicial do caju-arbóreo-do-cerrado em diferentes substratos, obtiveram resultados semelhantes no tratamento que havia apenas solo de barranca notou-se os piores índices, eles ainda explicam que tal resultado pode ter sido por este tipo de solo ser pobre em nutrientes e matéria orgânica.

## **CONCLUSÃO**

O substrato T4 (terra de barranco + vermiculita + palha de arroz) proporcionou as melhores condições para desenvolvimento de mudas caju-arbóreo-do-cerrado.

## **REFERÊNCIAS**

AGOSTINI-COSTA, T. S.; FARIA, J. P.; NAVES, R. V.; VIEIRA, R. F. Cajus do Cerrado. In: VIEIRA, R. F.; COSTA, T. da S. A.; SILVA, D. B. da; SANO, S. M.; FERREIRA, F. R. (Eds.). Frutas nativas da região Centro-Oeste. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2010. p. 143-162.

AGUIAR, S.; SANTOS, I. de S.; ARÊDES, N.; SILVA, SÓSTINA. Redes-Bioma: informação e comunicação para sociopolítica em ecorregiões. Revista Ambiente & Sociedade, São Paulo, v. 19, n. 3, p. 1-20, 2016.

BONATTI, V. F. B.; MOREIRA, E. R.; SOUZA, P. T. de. Substratos orgânicos na produção de mudas de mamão 'Sunrise Solo'. Tecnologia & Ciência Agropecuária, João Pessoa, v. 11, n. 3, p. 31-35, 2017.

BRAGA-FILHO, J.; NAVES, R.; CHAVES, L.; SOUZA, E.; MAZON, L.; SILVA, L. Germinação de Sementes e emergência de plântulas de araticum oriundos do cerrado de Goiás. *Revista Bioscience Journal*, Uberlândia, v. 30, n. 1, p. 74-78, 2014.

BRANCALIÃO, S. R.; MORAES, M. H. Alterações de alguns atributos físicos e das frações húmicas de um Nitossolo Vermelho na sucessão milho-soja em sistema de plantio direto. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v. 32, n. 1, p. 393-404, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1590/s0100-06832008000100037>.

BRASIL. O Bioma Cerrado. 2016. Brasília: MMA, 2016.

CALDEIRA, M. V. W.; ROSA, G. N. da; FENILLI, T. A. B.; HARBS, R. M. P. Composto orgânico na produção de mudas de aroeira-vermelha. *Scientia Agraria*, Curitiba, v.9, n.1, p.27-33, 2008. DOI: <http://dx.doi.org/10.5380/rsa.v9i1.9898>.

EITEN, G. Duas travessias na vegetação do Maranhão. Brasília: UnB, 1994.

FACHINELLO, J. C.; HOFFMAN, A.; NACHTIGAL, J. C.; KERSTEN, E.; FORTES, G. R. L. Propagação de plantas frutíferas de clima temperado. 2 ed. Pelotas: Editora UFPel, 1995.

GOMES, J. M.; COUTO, L.; LEITE H. G.; XAVIER, A.; GARCIA, S. L. R. Parâmetros morfológicos na avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis*. *Revista Árvore*, v. 26, n. 6, p. 655-664, 2002. DOI: <https://doi.org/10.1590/s0100-67622002000600002>.

GUSMÃO, E.; VIEIRA, F. de A.; JÚNIOR, E. M. da FONSECA. Biometria de frutos e endocarpos de murici (*Byrsonima verbascifolia* Rich. ex A. Juss.). *Revista Cerne*, Lavras, v. 12, n. 1, p. 84-91, 2005.

KAMPF, A. N. Produção comercial de plantas ornamentais. 2ª ed. Guaíba: Agrolivros, 2005. 256p.

MALAQUIAS, J. P.; OLIVEIRA, V. E. A.; DIAZ, J. A. SILVA, S. I. A da.; ALMEIDA, D. J.; PEREIRA, W. E. Crescimento de porta-enxerto do cajueiro (*Anacardium occidentale* L.) em diferentes formulações de substratos. Revista Pesquisa agropecuária, Recife, v. 22, p. 1-6, 2018. DOI: <https://doi.org/10.12661/pap.2017.006>.

MAUAD, M.; FELTRAN, J. C.; CORRÊA, J. C.; DAINESE, R. C.; ONO, E. O; RODRIGUES, J. D. Enraizamento de estacas de azaléia tratadas com concentrações de ANA em diferentes substratos. Ciência e Agrotecnologia, Lavras, v. 28, n. 4, p. 771-777, 2004. DOI: <https://doi.org/10.1590/s1413-70542004000400007>.

MENDONÇA, R. C.; FELFILE, J. M.; WALTER, B. M. T.; SILVA JUNIOR, M. C.; REZENDE, A. V.; FILGUEIRAS, T. S.; NOGUEIRA, P. E. Flora vascular do cerrado. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. (Ed.). Cerrado ambiente e flora. Planaltina-DF: (p. 289-306). Planaltina, DF: Embrapa-CPAC, 1998. p. 289-306.

MENDONÇA, V.; MENDONÇA, L. F. M. Fruticultura tropical: bananeira, cajueiro e mangueira. 1ª ed. Mossoró: Ed. UFERSA, 2013.

NOGUEIRA, A. C.; MEDEIROS, A. C de. S. Extração e Beneficiamento de Sementes Florestais Nativas. Colombo: Embrapa Florestas, 2007. (Embrapa Florestas. Circular Técnica, 131).

NOMURA, E. S.; LIMA, J. D.; GARCIA, V. A.; RODRIGUES, D. S. Crescimento de mudas micropropagadas da bananeira cv. Nanicão em diferentes substratos e fontes de fertilizante. Revista Acta Scientiarum Agronomy, Maringá, v. 30, n. 3, p. 359-363, 2008. DOI: <https://doi.org/10.4025/actasciagro.n.v30i.3.3545>.

PEIXOTO, J. R. Efeito da matéria orgânica, do superfosfato simples e do cloreto de potássio 463 na formação de mudas de maracujazeiro-azedo (*Passiflora edulis f. flavicarpa* ). Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1986.

PINHAL, H. F.; ANASTÁCIO, M. R.; CARNEIRO, P. A. P.; SILVA, V. J.; MORAIS, T. P.; LUIZ, J. M. Q. Aplicações de cultura de tecidos vegetais em fruteira do cerrado. Revista Ciência

Rural, Santa Maria, v. 41, n. 7, p. 1-7, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/s0103-84782011005000089>.

R Core Team. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna: Austria, 2019.

REIS, A. F.; SCHMIELE, M. Características e potencialidades dos frutos do Cerrado na indústria de alimentos. *Revista Brazilian Journal Food Technology*, Campinas, v. 22, p. 1-12, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1590/1981-6723.15017>.

RIBEIRO, S. C.; JACOVINE, L. A. G.; TORRES, C. M. M. E.; SOUZA, A. L. S. Influência da variação interespecífica no estoque de carbono arbóreo de um Cerrado brasileiro. *Revista Árvore*, Viçosa, v. 41, n.5, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1806-90882017000500006>.

RIZZINI, C. T. Espécies novas de árvores do Planalto Central Brasileiro. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, Rio de Janeiro, v. 41, n. 2, p. 239-244, 1969.

SILVA, J. C. F. da; SOUZA, I. A.; CONCEIÇÃO, D. R.; CORDEIRO, C. A. S.; MACHADO, A. S.; RIOS, A. D. F. Desenvolvimento inicial do cajuzinho do cerrado. *Ipê Agronomic Journal*, Goianésia, v.2, n.1, p.23-30, 2018.

SILVA, L. A da; SALES, J de. F.; NEVES, J. M. G.; SANTOS, H. O dos; SILVA, G. P. Análise radiográfica de imagens de aquênios de *Anacardium othonianum* Rizz (anacardiaceae) submetidos à dessecação. *Revista Acta Scientiarum Agronomy*, Maringá, v.39, n.2, p. 1-10, 2017.

SOARES, L. V., MELO, R., OLIVEIRA, W. S., SOUZA, P. M., & SCHMIELE, M. Brazilian Cerrado fruits and their potential use in bakery products. In: LEWIS, H. (Ed.), *Bread: Consumption, cultural significance and health effects*. Nova Iorq: Nova Publisher, 2017. p. 125-160.



ZIETEMANN, C.; ROBERTO, S. R. Produção de mudas de goiabeira (*Psidium guajava* L.) em diferentes substratos. Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal, v. 29, n. 1, p. 137-142, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1590/s0100-29452007000100030>.

## CAPÍTULO 5 – ARTIGO 4

### CULTIVO *IN VITRO* DE *Anacardium othonianum* Rizz. ORIUNDOS DE DIFERENTES MUNICÍPIOS E CONCENTRAÇÕES DE MS

#### Resumo

O caju-arbóreo-do-cerrado (*Anacardium othonianum* Rizz) é um fruto originário do cerrado brasileiro. Há um aumento significativo na demanda de mudas de espécies nativas de cerrado por agricultores, empresas alimentícias e farmacêuticas. Porém, existem poucas informações sobre técnicas de propagação do caju, entre elas a produção *in vitro* se torna uma técnica bastante promissora, porém, há uma grande limitação na produção *in vitro* a partir de sementes, justificando a busca de estratégias para sua disseminação. Assim, o objetivo desta pesquisa foi avaliar o cultivo *in vitro* de *A. othonianum* de diferentes municípios e as concentrações de sal de Murashige & Skoog (MS). Para avaliar o cultivo, sementes de caju-arbóreo-do-cerrado foram semeadas em três municípios do estado de Goiás: Silvânia, Vianópolis e Orizona, em quatro concentrações de meio MS: 100, 75, 50 e 25%, em delineamento inteiramente casualizado. realizado em arranjo fatorial 3 x 4 em vinte repetições. Avaliações diárias foram realizadas observando a ocorrência de oxidação, contaminação, sobrevivência e germinação. Os dados foram submetidos à análise estatística a partir de intervalos de confiança de 95% do software R versão 3.5.2. Concluiu-se que os meios MS 50 e 25% foram mais eficientes na sobrevivência e germinação de *A. othonianum*.

**Palavras-chaves:** Caju arbóreo do Cerrado, Cultivo de tecidos, Meio de cultura.

#### Abstract

The caju-arbóreo-do-cerrado (*Anacardium othonianum* Rizz) is a fruit originating from the Brazilian Cerrado. There is a significant increase in the demand for seedlings of native cerrado species by farmers, food companies and pharmaceutical companies. However, there is little information about techniques of cashew propagation, among them, *in vitro* production becomes a very promising technique, however, there is a great limitation of *in vitro* production from seeds, justifying the search for strategies for its spread. Thus, the objective of this research was to evaluate the *in vitro* cultivation of *A. othonianum* from different municipalities and salt concentrations of Murashige & Skoog (MS). In order to evaluate the cultivation, seeds of Cerrado cashew tree were sown from three municipalities of the state of Goiás: Silvânia, Vianópolis and Orizona, in four concentrations of MS medium: 100, 75, 50 and 25%, using a completely randomized design. randomized, conducted in a 3 x 4 factorial arrangement in twenty repetitions. Daily evaluations were performed observing the occurrence of oxidation, contamination, survival and germination. Data were subjected to statistical analysis from 95% confidence intervals of software R version 3.5.2. It was concluded that MS 50 and 25% media were more efficient in *A. othonianum* survival and germination.

**Keywords:** Cerrado arboreal cashew, Tissue crops, Culture medium.

## INTRODUÇÃO

O *Anacardium othonianum* Rizz, é uma espécie originária do Cerrado brasileiro da família Anacardiaceae. Que possui diversas denominações cajueiro-do-cerrado, caju arbóreo

do cerrado, cajuí ou cajuzinho. É bem conhecida no Cerrado do Planalto Central Brasileiro, habitando as áreas de cerradão e campo sujo (Mendonça et al. 1998; Silva, 2017).

Definida com porte arbóreo, altura entre 3 m e 6 m, folhas coriáceas que medem 12-17 cm x 8-11 cm, apresentam base subcordata, e frutos de 15-20 mm x 12-15 mm, suas flores são hermafroditas e unissexuais, sendo assim as masculinas aparecem no início da floração, e as hermafroditas no fim (Rizzini, 1969; Agostini-Costa et al. 2010). O pseudofruto do caju arbóreo do cerrado é largamente utilizado na culinária, mesmo que apresentando elevada acidez, sendo aproveitado para consumo “*in natura*”, ou para preparo de licores, doces, sucos, e infusões em aguardente (Corrêa et al. 2008; Silva, 2019).

Atualmente tem-se um aumento no interesse e demanda por mudas de espécies nativas do cerrado por agricultores e empresas alimentícias, farmacêuticas (Souza et al. 2007; Dornelles et al. 2014). E neste sentido conhecer as técnicas sobre a propagação de uma espécie nativa é indispensável para a definição da tecnologia de exploração racional (Caetano et al. 2012).

Plantas do gênero *Anacardium* comumente se propagam sexuadamente. Contudo, a assincronia no amadurecimento do fruto, germinação anormal em condições naturais e em viveiros são atributos negativos para a obtenção de mudas uniformes. O aproveitamento dessa planta em programas de implantação de pomares comerciais requer a produção contínua e em larga escala de mudas uniformes. Assim, a técnica de micropropagação é uma alternativa viável para contornar as dificuldades de multiplicação da espécie pelos métodos convencionais (Pinhal, 2011; Assis et al. 2012; Sousa et al. 2017).

A micropropagação tem colaborado significativamente para a propagação e preservação de espécies de várias espécies de plantas. Apesar das várias etapas envolvidas no processo, o protocolo de micropropagação, uma vez estipulado para uma determinada espécie, pode ser aprimorado para obter mudas de alta qualidade a baixo custo de produção. Estudos de micropropagação de espécies não muito conhecidas devem determinar o meio de cultura a ser utilizado, pois os meios de cultura, além de oferecerem elementos essenciais para o crescimento, também controlam o padrão de desenvolvimento *in vitro* (Grattapaglia & Machado, 1998).

Diversos protocolos de meios básicos têm sido utilizados para o cultivo *in vitro*. Não existe uma fórmula padrão, mas o meio MS Murashige & Skoog, (1962) tem sido usado com sucesso, com várias modificações e diluições, para várias espécies (Assis et al. 2012).

Diante do exposto, objetivou-se com este estudo avaliar o cultivo *in vitro* de *Anacardium othonianum* Rizz provenientes de distintos municípios e concentrações de meio MS.

## MATERIAL E MÉTODOS

Os frutos de caju-arbóreo-do-cerrado foram coletados nos municípios de Silvânia-GO (Latitude 16° 33' 20.4" S; Longitude 48° 31' 19.1" W), Vianópolis-GO (Latitude 16° 47' 37.4" S; Longitude 48° 16' 59.6" W) e Orizona-GO (Latitude 16° 48' 43.0" S; Longitude 48° 17' 36.1" W) em plantas matrizes de ocorrência em áreas de formação natural de Cerrado, isoladas em áreas de pastagens.

O material foi colhido manualmente e transportados para o Laboratório de Biotecnologia do Instituto Federal Goiano - Campus Urutá-GO (LABIOTEC) em bandejas de ovos para melhor acondicionamento. Nas dependências do LABIOTEC, foi realizada a separação dos frutos e pseudofrutos, e também uma limpeza superficial destes. Em seguida, os frutos foram colocados para secar em temperatura ambiente.

Após a secagem, os frutos foram acondicionados em saquinhos plásticos e armazenados em temperatura ambiente. Foram selecionados os frutos (semente) para inoculação, para isso foram colocados em recipiente com água, os frutos que ficaram ao fundo foram utilizados na semeadura e os que flutuaram foram descartados, para que estes frutos não prejudicassem a emergência dos demais devido a possíveis defeitos de qualidade (Nogueira et al., 2007).

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3 x 4, com vinte repetições, onde sementes oriundas de três cidades (Silvânia (SIL), Vianópolis (VPS) e Orizona (ORZ)) foram colocadas para germinação em quatro concentrações de meio de cultura Murashige & Skoog (1962) (MS) a 100, 75, 50 e 25%.

A desinfestação das sementes foi realizada em câmara de fluxo laminar com álcool 70,0% por 5 minutos, em seguida foram colocadas em hipoclorito de sódio 2,5% p/p por 30 minutos e em água oxigenada por 15 min, todos em constante agitação. Após a desinfestação, as sementes passaram por lavagem em água destilada por 4 vezes. Em uma câmara de fluxo laminar, as sementes foram inoculadas em frascos de vidro com 15 mL do meio de cultura MS, que é um meio universalmente usado especialmente para cultura de meristemas, morfogênese e regeneração de plantas, e caracteriza-se por uma elevada concentração em sais minerais (Quisen et al., 2008). Após a inoculação, os frascos foram vedados com filme de PVC e colocados em prateleiras, em uma sala sob condições controladas de 2.000 lux de luminosidade e fotoperíodo de 16 horas.

Foram determinadas diariamente as seguintes variáveis: oxidação, contaminação (fungo, bactéria), sobrevivência e germinação. Para determinação do término da avaliação foi estabelecido uma constante de equilíbrio em todas as repetições. Os dados de proporção de

oxidação, contaminação, sobrevivência e germinação foram submetidos a análise de deviance a partir de um modelo linear generalizado binomial. Os locais de coleta e meio de cultura foram comparados a partir de intervalos de 95% de confiança. Após observar a presença de contaminações *in vitro*, 120 sementes foram mantidas por 14 dias acondicionadas em 10 caixas Gerbox sobre papel mata-borrão, em condições de umidade ideais para o desenvolvimento de microrganismos, que por sua vez foram identificados, e os dados de contagem de cada espécie de fungo foram submetidos a análise de deviance a partir de um modelo linear generalizado binomial, e a proporção de presença das espécies fúngicas foi comparada por meio de intervalos de 95% de confiança. As análises foram realizadas usando a função glm do software R versão 3.5.2 (R Core Team, 2019).

## RESULTADOS

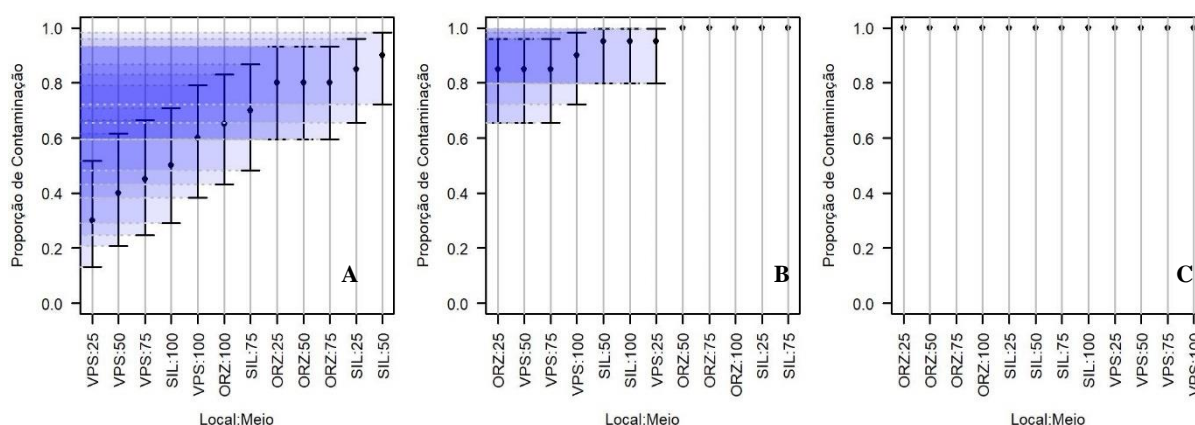
Durante o experimento observou-se que a proporção de oxidação não apresentou diferença estatística nos tratamentos (Tabela 1), ocorrendo oxidação em 100% dos explantes. No entanto, a liberação de fenóis não impediu a germinação das sementes nos tratamentos (Figura 3), mesmo com baixa regularidade.

**Tabela 1.** Valor p da análise de deviance para três locais de coleta, quatro concentrações de meio de cultura em 21 dias avaliação (DAS).

DAS	Oxidação	Contaminação	Sobrevivência	Germinação
1	1,000	1,000	1,000	1,000
2	1,000	0,000	1,000	1,000
3	1,000	0,058	1,000	0,778
4	1,000	1,000	1,000	0,006
5	1,000	1,000	1,000	0,000
6	1,000	1,000	1,000	0,000
7	1,000	1,000	1,000	0,005
8	1,000	1,000	0,001	0,009
9	1,000	1,000	0,004	0,014
10	1,000	1,000	0,002	0,014
11	1,000	1,000	0,008	0,014
12	1,000	1,000	0,004	0,014
13	1,000	1,000	0,003	0,014

14	1,000	1,000	0,002	0,014
15	1,000	1,000	0,002	0,014
16	1,000	1,000	0,002	0,014
17	1,000	1,000	0,001	0,014
18	1,000	1,000	0,001	0,014
19	1,000	1,000	0,001	0,014
20	1,000	1,000	0,000	0,014
21	1,000	1,000	0,000	0,014

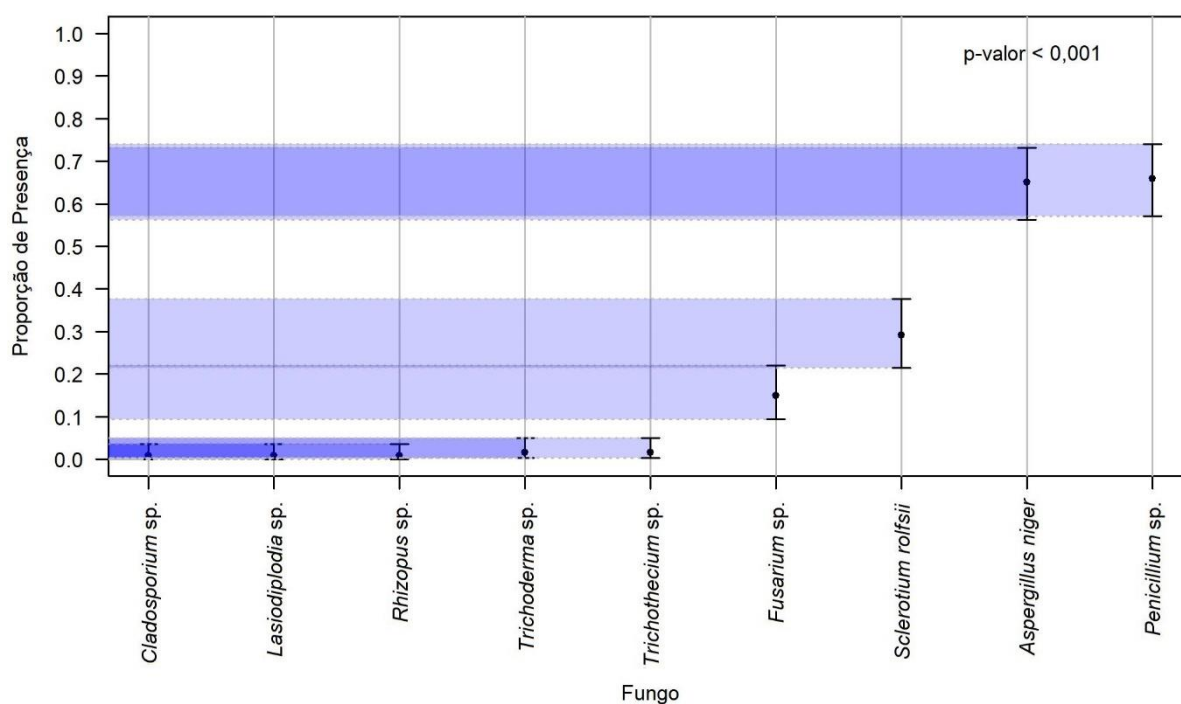
Verificou-se diferença estatística na proporção de contaminação fúngica, se iniciando no segundo dia após a semeadura (DAS) (Tabela 1 e Figura 1:A) onde a concentração de MS 25% VPS apresentou uma menor contaminação (30%), já o tratamento MS 50% SIL apresentou 90% de contaminação. Este valor sofreu pouca variação, mas mantendo diferença estatísticas entre os tratamentos no terceiro dia de avaliação (Tabela 1 e Figura 1:B). No quarto dia de avaliação não houve diferença estatística entre os tratamentos, todos os tratamentos apresentaram contaminação de 100% (Tabela 1 e Figura 1:C).



**Figura 1.** Intervalos de 95% de confiança para os valores encontrados em unidades de Contaminação Fúngica em diferentes tempos (A) 2 DAS, (B) 3 DAS, (C) 4-21 DAS, caju-arbóreo-do-cerrado *in vitro*. Laboratório de Biotecnologia do Instituto Federal Goiano Campus Urutaí- GO. Urutaí-GO, 2019.

A classificação taxonômica possibilitou a identificação das seguintes espécies presentes, *Penicillium* sp. (65,8%), *Aspergillus niger* (65,0%), *Sclerotium rolfsii* (23,2%), *Fusarium* sp. (15,0%), *Trichothecium* sp. (1,7%), *Trichoderma* sp. (1,7%), *Rhizopus* sp. (0,8%),

*Lasiodiplodia* sp. (0,8%) e *Cladosporium* sp (0,8%). Dentre as espécies encontradas, não houve diferenças estatísticas entre *Penicillium* sp. e *Aspergillus niger*, entre *Sclerotium rolfsii* e *Fusarium* sp., e entre *Trichothecium* sp., *Trichoderma* sp., *Rhizopus* sp., *Lasiodiplodia* sp. e *Cladosporium* sp, estes últimos pouco expressivos (Figura 2).

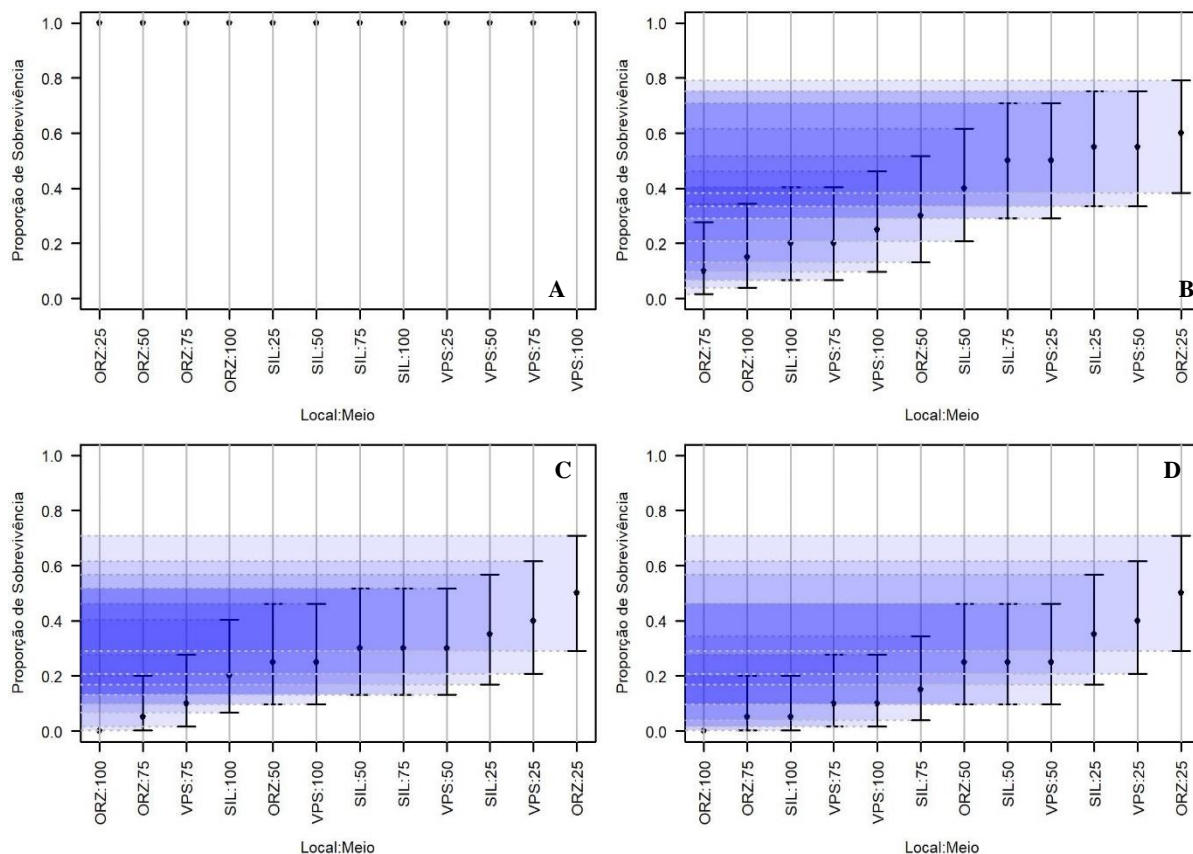


**Figura 2.** Intervalos de 95% de confiança de Proporção de Presença de 9 espécies de fungo encontradas em sementes de *Anacardium othonianum* Rizz.

Na proporção de sobrevivência é possível observar que não houve diferença estatística nos tratamentos, mantendo-se constante até ao sétimo dia de avaliação (DAS), com 100% de sobrevivência (Tabela 1 e Figura 3:A) mesmo com a contaminação de alguns meios de cultura. Já no oitavo dia de avaliação (DAS) é possível verificar que há diferença estatística entre os tratamentos com a proporção de p-valor 0,001 (Tabela 1). Sendo a maior sobrevivência no tratamento MS 25 % ORZ (60 %) e a menor no meio MS 75% ORZ (10%) (Figura 3:B).

Ao décimo quarto dia de avaliação foi possível notar diferença estatística entre os tratamentos com p-valor de 0,002 (Tabela 1). O meio MS 100% ORZ já não se encontrou com taxa de sobrevivência, enquanto no meio MS 75% ORZ notou-se uma baixa porcentagem de sobrevivência (7%), mas o tratamento MS 25 % ORZ encontrou-se com taxa maior que aos demais (55%) (Figura 3:C).

Para a última época de avaliação, vigésimo primeiro dia (DAS) não houve diferença estatística entre os tratamentos (Tabela 1 e Figura 3:D). Entretanto, é possível constatar que houve uma diminuição expressiva na sobrevivência onde os meios MS 75% e 100%, independente do município, apresentaram sobrevivência abaixo de 20%. Enquanto para os meio MS 25 % e 50% notou-se uma taxa superior a 25% de sobrevivência.



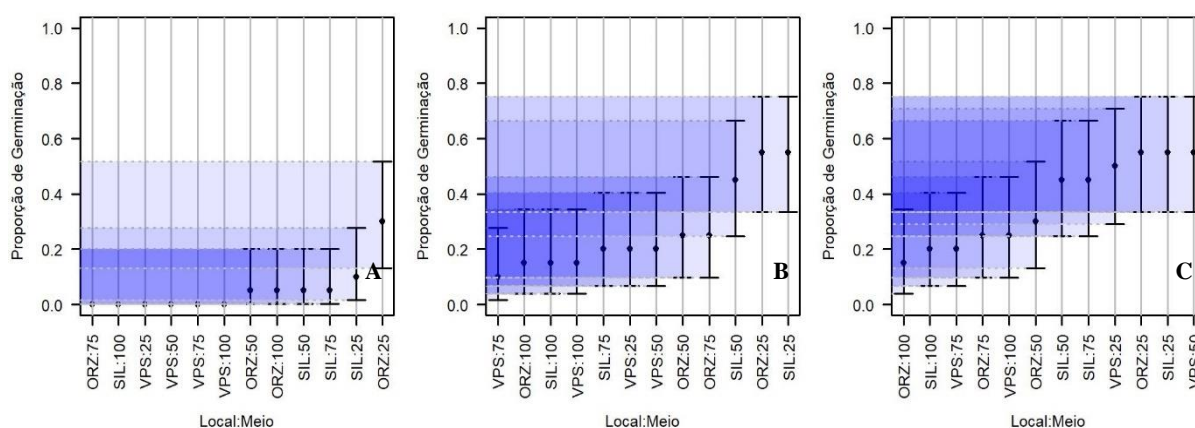
**Figura 3.** Intervalos de 95% de confiança para os valores encontrados em Sobrevivência em diferentes tempos (A) 1-7 DAS, (B) 8 DAS, (C) 14 DAS, (D) 21 DAS de caju-arbóreo-do-cerrado *in vitro*. Laboratório de Biotecnologia do Instituto Federal Goiano Campus Urutaí- GO. Urutaí-GO, 2019.

Para a germinação nota-se que ela começa ao terceiro dia de avaliação (DAS), porém os tratamentos começam a se diferenciar no quarto dia de avaliação, com o p-valor de 0,006 (Tabela 1 e Figura 4:A) e com a maior porcentagem de germinação no tratamento MS 25% ORZ (30%). No sétimo dia de avaliação (DAS) a diferença estatística entre os tratamentos continuou, com p-valor de 0,005 (Tabela 1 e Figura 4:B). Os dois tratamentos que obtiveram



maior porcentagem de germinação (50%) foram nas concentrações de MS 25% SIL e MS 25% ORZ, ao mesmo tempo que a menor porcentagem de germinação (10%) foi no MS 75% VPS.

Já o nono dia de avaliação ao vigésimo primeiro foi verificado que houve diferença estatística entre os tratamentos com o p-valor de 0,014 (Tabela 1 e Figura 4:C). Sendo possível notar que os tratamentos que mantiveram proporções maiores foram de 25% e 50% independente do município, onde a menor porcentagem destes foi de 45% a 50 % de germinação das sementes.



**Figura 4.** Intervalos de 95% de confiança para os valores encontrados em Germinação em diferentes tempos (A) 4 DAS, (B) 7 DAS, (C) 9-21 DAS de caju-arbóreo-do-cerrado *in vitro*. Laboratório de Biotecnologia do Instituto Federal Goiano Campus Urutaí- GO. Urutaí-GO, 2019.

## DISCUSSÃO

Sobre o processo de oxidação, Andrade et al. (2000), Sato et al. (2001) e Sousa et al. (2017) afirmam que o processo de oxidação se dá pela resposta da liberação de compostos fenólicos pelo tecido. Estes compostos são oxidados pelas enzimas polifenoloxidasas, provocando o a produção de substâncias tóxicas que inibem o desenvolvimento dos explantes. Bezerra et al. (2014) justificam devidos os compostos apresentados na oxidação estes podem afetar na baixa frequência de brotações dos explantes. Rezende et al. (2015) reafirmaram que o cultivo *in vitro* é uma técnica que proporciona em curto prazo a obtenção de clones, mas para isso deve-se ter umas culturas assépticas e livres de oxidação fenólica.

A presença de fungos também foi observada por Vargas et al. (2016), entre eles: *Alternaria* sp., *Cladosporium* sp., *Penicillium* sp., *Trichoderma* sp. e *Cryptococcus* sp. em cultivo de porta enxerto de pessegueiro. Monfort et al. (2015) destaca que a contaminação do

explante *in vitro* é grande empecilho no estabelecimento de uma cultura primária, a tornando difícil para a multiplicação. Já Moraes et al. (2010) ressaltam que ao longo do cultivo *in vitro* é regular ocorrer perdas devido a contaminação de microrganismos que estão presentes na superfície do explante ou são endofíticos, principalmente fungos.

Sabe-se que a frequência de contaminação é maior no momento que se realiza a micropropagação de espécies lenhosas ou assepsia de difícil êxito e por fim explantes localizados em regiões da planta matriz próximas do solo (Suzin, 2004; Moraes et al. 2010), que é um fator confirmado em sementes de caju, que são originárias de plantas matrizes lenhosas e suas sementes foram coletadas no solo, mesmo que assepsia foi efetuada, esta não foi obtida com sucesso na inviabilização dos fungos endofíticos presentes nas sementes. E que com o passar dos dias esta contaminação foi de nível crescente, e suas estruturas começam a danificar a estrutura do meio de cultura, que é um fator de limitante para a germinação das sementes e seu desenvolvimento.

Assis et al. (2011) avaliando rendimento de explantes e estabelecimento *in vitro* de segmentos nodais de *Anacardium othonianum* Rizz., oriundos de sementes armazenadas por diferentes períodos, destacam que a pulverização de fungicidas em plantas fornecedoras de explantes favorece a mitigação da contaminação e auxilia no protocolo de assepsia.

No quesito sobrevivência dos explantes, Espinel et al. (2017) em estudos de estabelecimento e multiplicação *in vitro* de *Amaranthus cruentus* L., cv. BRS Alegria verificaram a maior porcentagem de sobrevivência para o meio de cultivo MS 50%. Um dos fatores a ser listados na taxa de sobrevivência é a contaminação fúngica, associada a oxidação fenólica que inviabilizou a sobrevivência dos explantes, alguns até germinaram, mas devido a contaminação e oxidação estes explantes foram impedidos de completar a fase de desenvolvimento na germinação. Vargas et al. (2016) demonstraram que a aumento dos microrganismos e da degradação de agentes bactericidas e fungicidas tem interferência na diminuição da taxa de sobrevivência dos explantes.

Os resultados de germinação deste estudo corroboram com os obtidos por Assis et al. (2012), que avaliando o cultivo *in vitro* de *Anacardium othonianum* Rizz sob o efeito da concentração de sais e do volume do meio de cultura, perceberam que os meios que apresentaram maior valor nos comprimentos de plântula e maior número de folhas, foram os meios de 25 e 50% e o menos eficaz foi de 100%. A germinação é um resultado de todos os conjuntos analisados desde oxidação, contaminação e sobrevivência. Para que esta tenha um êxito no final da avaliação deve-se ter o melhor controle dos fatores anteriores. Nela também

pode ser visualizado que, os municípios não foram um fator de diferenciação e sim as concentrações de sais de 25 e 50%.

Araruna et al. (2017) em estudos de concentrações de sais no meio de cultura para o desenvolvimento de *Dipteryx alata in vitro* constatou que o meio MS 25% é superior ao WPM em qualquer concentração de sais. A diminuição de sais é comumente benéfica para o crescimento de cultura de espécies lenhosas, sendo confirmado por alguns autores que estudaram o crescimento *in vitro* de *Anacardium occidentale* (Thimmappaiah et al., 2002; Ledo et al., 2007; Radmann et al., 2009 a,b; Assis et al.; 2012). Existe, portanto, a possibilidade de reduzir a concentração de sais do meio MS, para diversas espécies, obtendo melhor desenvolvimento das plantas e redução nos custos de produção (George et al., 1984).

### CONCLUSÕES

Os meios nas concentrações MS 50 e 25 % foram mais eficazes para em sobrevivência e germinação *in vitro* de *Anacardium othonianum*, sendo sugerido para utilização visando a melhor economia. Em relação sementes oriundas de diferentes municípios, estas não influenciam nos processos do cultivo *in vitro*.

### REFERÊNCIAS

- AGOSTINI-COSTA, T. S.; FARIA, J. P.; NAVES, R. V.; VIEIRA, R. F.. Cajus do Cerrado. In: VIEIRA, R. F.; COSTA, T. da S. A.; SILVA, D. B. da; SANO, S. M.; FERREIRA, F. R.. (Eds.). **Frutas nativas da região Centro-Oeste**. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2010, p. 143-162.
- ANDRADE, M. W.; LUZ, J. M. Q.; LACERDA, A. S.; MELO, P. R. A.. Micropropagação da aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Fr. All). **Ciência e Agrotecnologia**, v. 24, n. 1, p. 174-80, 2000.
- ARARUNA, E. C; RIBEIRO-OLIVEIRA, J. P; PEREIRA, V. J; ASMAR, S. A; MELO, B.. Salt concentrations *in culture* media for the development of *Dipteryx alata in vitro*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 52, n. 12, p. 1295-1300, 2017. **DOI:** <http://dx.doi.org/10.1590/s0100-204x2017001200020>.
- ASSIS, K. C de.; PEREIRA, F. D.; SANTOS, S. C.; SILVA, F. G.; SILVA, A. F de.; MENEZES, C. C. E de.. Rendimento de explantes e estabelecimento *in vitro* de segmentos nodais de *Anacardium othonianum* Rizz. oriundos de sementes armazenadas por diferentes períodos. **Ciência e Tecnologia**, v. 4, n. 1, p. 01-07, 2011.
- ASSIS, K. C.; PEREIRA, F. D.; CABRAL, J. S. R.; SILVA, F. G.; SILVA, J. W.; SANTOS, S. C.. *In vitro* cultivation of *Anacardium othonianum* Rizz.: effects of salt concentrate on and

culture medium volume. **Acta Scientiarum.** v. 34, n. 1, p. 77-83, 2012. **DOI:** <http://dx.doi.org/10.1590/S1807-86212012000100011>.

BEZERRA, R. M de. F.; ALOUFA, M. A. I.; FREIRE, F. A de. M.; SANTOS, D. D dos.. Efeito de 6-Benzilaminopurina sobre a propagação *in vitro* de *Mimosa caesalpinifolia* Benth. (Fabaceae). **Revista Árvore**, v. 38, n. 5, p. 771-778, 2014. **DOI:** <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622014000500001>.

CAETANO, G. de S.; SOUSA, K. A. de; RESENDE, O.; SALES, J de. F.; COSTA, L. M.. Higroscopicidade de sementes de caju-de-árvore-do-cerrado. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 42, n. 4, 2012. **DOI:** 10.1590/S1983-40632012000400012.

CORRÊA, G. C.; NAVES, R. B.; ROCHA, M. R.; CHAVES, L. J. E.; BORGES, J. D.. Determinações físicas em frutos e sementes de baru (*Dipteryx alata* Vog.), cajuzinho (*Anacardium othonianum* Rizz.) e pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) visando melhoramento genético. **Bioscience Journal**, v. 24, n. 4, p. 42-47, 2008.

DORNELLES, P.; SILVA, F. G.; MOTA, C. S.; SANTANA, J. das G.. Production and quality of *Anacardium othonianum* Rizz. seedlings grown on different substrates. **Brasileira de Fruticultura**, v. 36, n. 2, p. 479-486, 2014. **DOI:** <http://dx.doi.org/10.1590/0100-2945-144/13>.

ESPINEL, G.; ARMESTO, R da S.; KLEINOWKI, A. M.; DEUNER, S.; BRAGA, E. J. B.. Estabelecimento e multiplicação *in vitro* de *Amaranthus cruentus* L., cv. BRS Alegria. In: REVISTA DA JORNADA DA PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA- CONGREGA, 14. **Anais.** Bagé: URCAMP, 2017.

GEORGE, E. F.; SHERRINGTON, P. D.. **Plant propagation by tissue culture.** Eversley: Exegetics, 1984. 709 p.

GRATTAPAGLIA, D.; MACHADO, M. A.. Micropropagação. In: TORRES, A. C.; CALDAS, L. S.; BUSO, J. A. (Ed). **Cultura de tecidos e transformação genética de plantas.** Brasília: Embrapa-SPI/Embrapa-CNPQ, 1998. p. 183-260.

LEDO, A. S.; SECA, G. S. V.; BARBOZA, S. B. S. C.; SILVA JUNIOR, J. F. Crescimento inicial de mangabeira (*Hancornia speciosa* Gomes) em diferentes meios de germinação *in vitro*. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 31, n. 4, p. 989-993, 2007. **DOI:** <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542007000400007>.

MENDONÇA, R. C.; FELFILE, J. M.; WALTER, B. M. T.; SILVA JUNIOR, M. C.; REZENDE, A. V.; FILGUEIRAS, T. S.; NOGUEIRA, P. E.. Flora vascular do cerrado. In: S.

M. SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P.. (Ed.). **Cerrado ambiente e flora**. Planaltina-DF: Embrapa-CPAC, 1998, p. 289-306.

MONFORT, L. E. F.; PINTO, J. E. B.P.; BERTOLUCCI, S. K. V.; ROSSI, Z. T. T.; LIMA, A. F.; SILVA, S. T.; SILVA, G. M da.. Micropropagation and *in vitro* seed germination of Atroveran. **Ceres**, v. 62, n. 2, p. 215-223, 2015. **DOI:** <http://dx.doi.org/10.1590/0034-737X201562020012>.

MORAES, C. F de.; SUZIN, M.; NIENOW, A. A.; GRANDO, M. F.; MANTOVANI, N.; CALVETE, E. O.; DONIDA, B. T.. Germinação *in vitro* de sementes de alcachofra. **Horticultura Brasileira**, v. 28 n. 1, p. 64-69, 2010.

MURASHIGE, T.; SKOOG, F.. A revised medium for rapid growth and bio assays with tobacco tissue cultures. **Physiologia Plantarum**, v. 15, p. 473-497, 1962. **DOI:** <https://doi.org/10.1111/j.1399-3054.1962.tb08052.x>.

NOGUEIRA, A. C.; MEDEIROS, A. C de. S.. **Extração e Beneficiamento de Sementes Florestais Nativas**. Colombo: Embrapa Florestas, 2007. p.7, (Embrapa Florestas. Circular Técnica, 131).

PINHAL, H. F.; ANASTÁCIO, M. R.; CARNEIRO, P. A. P.; SILVA, V. J.; MORAIS, T. P.; LUIZ, J. M. Q.. Aplicações de cultura de tecidos vegetais em fruteira do cerrado. **Ciência Rural**, v. 41, n. 7, p. 1136-1142, 2011. **DOI:** <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782011005000089>.

QUISEN, R. ÂNGELO, P.. **Manual de procedimentos do Laboratório de Cultura de Tecidos da Embrapa Amazônia Ocidental**. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2008, 44p. (Embrapa Amazônia Ocidental. Circular Técnica, 61).

R Core Team.. **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna: Austria. 2019.

RADMANN, E. B.; BIANCHI, V. J.; OLIVEIRA, R. P.; FACHINELLO, J. C.. Multiplicação *in vitro* e alongamento das brotações micropropagadas do porta-enxerto Tsukuba (*Prunus persica* L.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 31, n. 3, p. 656-663, 2009a. **DOI:** <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-29452009000300006>.

RADMANN, E. B.; BIANCHI, V. J.; SOUZA, T. M.; FACHINELLO, J. C.; OLIVEIRA, R. P.. Influência da composição do meio de cultivo e do tipo de explante na micropropagação do porta-enxerto de *Prunus* sp. **Scientia Agraria**, v. 10, n. 2, p. 95-101, 2009b. **DOI:** <http://dx.doi.org/10.5380/rsa.v10i2.13573>.

RESENDE, C. F.; BIANCHETTI, R. E.; OLIVEIRA, A. M. S de; BRAGA, V. F.; PEIXOTO, P. H. P.. *In vitro* propagation and acclimatization of *Lippia rotundifolia*, na endemic species of Brazilian Campos Rupestres. **Revista Ciência Agronômica**, v. 46, n. 3, p. 582-589, 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.5935/1806-6690.20150041>.

RIZZINI, C. T.. Espécies novas de árvores do Planalto Central Brasileiro. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**. v. 41, n. 2, p. 239-244, 1969.

SATO, A. Y.; DIAS, H. C. T.; ANDRADE, L. A.; SOUZA, C. V.. Micropropagação de *Celtis* sp.: controle da contaminação e oxidação. **Cerne**, v. 7, n. 2, p. 117-123, 2001.

SILVA, L. A. da; SALES, J. de F.; NEVES J. M. G.; SANTOS, H. O dos; SILVA, G. P.. Radiographic image analysis in achenes of *Anacardium othonianum* Rizz (anacardiaceae) submitted to drying. **Acta Scientiarum**, v. 39 n. 2, p. 235-244, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.4025/actasciagron.v39i2.32484>.

SILVA, A. L. L. E.. **Avaliação do consumo regular de suco de caju do cerrado (*Anacardium othonianum* Rizz.) Por indivíduos saudáveis**. Dissertação (Mestrado em Programa de Pós-graduação em Tecnologia em Alimentos) - Instituto Federal Goiano, Rio Verde, 2019.

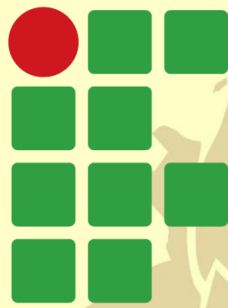
SOUSA, I. D.; SOUSA, J. B.; PEREIRA, F. D.; SANTANA, J. das G.; NETO, A. R.; ASSIS, E. S de.. Composição do meio de cultivo para produção de microplantas de caju-de-árvore-do-Cerrado (*Anacardium othonianum* Rizz.) **Revista Científica**, v. 1, n. 5, p. 1-10, 2017.

SOUZA, O. A.; NASCIMENTO, J. L.; NAVES, R. V.; BORGES, J. D.. Propagação sexuada de pequi ( *Caryocar brasiliense* (Camb.)): efeito da procedência de frutos e do ácido giberélico na emergência de plântulas. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 37, n. 3, p. 131-136, 2007.

SUZIN M.. **Microrganismos e sua relação com plantas**. Especialização (Monografia especialização). Instituto de Ciências Biológicas. UPF, Passo Fundo, 2004.

THIMMAPPAIAH. R. A.; SHIRLY; SADHANA, P. H.. Propagação *in vitro* do cajueiro de árvores jovens. **In Vitro Cellular and Development Biology**, v. 38, n. 2, p. 152-156, 2002.

VARGAS, D. P.; FORMOSO, R. S.; DUTRA, L. F.; MAYER, N. A.; SANTOS, J dos. UENO. B.. Esterilização química para o cultivo *in vitro* de porta-enxerto de pessegueiro. **Colloquium Agrariae**, v. 12, n.1, p. 01-06, 2016



# INSTITUTO FEDERAL

Goiano

---

Campus  
Urutaí

