

**UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MATO GROSSO “Carlos Alberto Reis
Maldonado” - UNEMAT**
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GENÉTICA E MELHORAMENTO DE
PLANTAS**

JULIA JANICE LOFFLER

**Morfologia interna e germinação de sementes de espécies de
*Passiflora***

CÁCERES
MATO GROSSO – BRASIL
MARÇO – 2019

JULIA JANICE LOFFLER

Morfologia interna e germinação de sementes de espécies de
Passiflora

Dissertação apresentada à UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MATO GROSSO “Carlos Alberto Reis Maldonado” - UNEMAT como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento de Plantas, para a obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Petterson Baptista da Luz

CÁCERES
MATO GROSSO – BRASIL
MARÇO – 2019

Ficha Catalográfica

Walter Clayton de Oliveira CRB 1/2049

L828m	LOFFLER, Julia Janice . Morfologia Interna e Germinação de Sementes de Espécies de Passiflora / Julia Janice Loffler – Alta Floresta/ Cáceres/ Tangará da Serra, 2019. 58 f.; 30 cm.(ilustrações) Il. color. (sim) Trabalho de Conclusão de Curso (Dissertação/Mestrado) – Curso de Pós-graduação Stricto Sensu (Mestrado Acadêmico) Genética e Melhoramento de Plantas, Faculdade de Ciências Biológicas e Agrárias, Multicampi, Universidade do Estado de Mato Grosso, 2019. Orientador: Petterson Baptista da Luz Coorientador: Andréa Santos Oliveira 1. Análise de Imagem. 2. Passiflora Cincinnata. 3. Passiflora Morifolia. I. Julia Janice Loffler. II. Morfologia Interna e Germinação de Sementes de Espécies de Passiflora: . CDU 581.4
-------	---

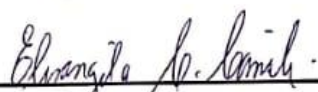
MORFOLOGIA INTERNA E GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE
ESPÉCIES DE *Passiflora*

JULIA JANICE LOFFLER

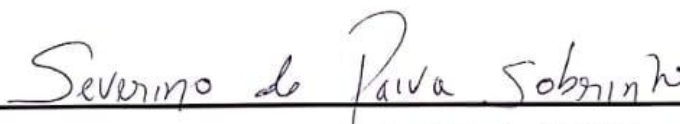
Dissertação apresentada à UNIVERSIDADE DO
ESTADO DE MATO GROSSO "Carlos Alberto Reis
Maldonado" - UNEMAT, como parte das exigências
do Programa de Pós-Graduação em Genética e
Melhoramento de Plantas, para obtenção do título de
Mestre.

Aprovada em 15 de março de 2019.

Comissão Examinadora



Profª. Elisângela Clarete Camili (D. Sc.,) - UFMT



Prof. Severino de Paiva Sobrinho (D. Sc.,) - UNEMAT



Prof. Petterson Baptista da Luz (D. Sc.,) – UNEMAT (Orientador)

À minha querida mãe, Hildegard Voigt Loffler, pelo apoio incondicional e pelo cuidado e carinho com meu crescimento pessoal e profissional.

DEDICO.

AGRADECIMENTOS

A Deus pela sua infinda bondade e misericórdia, por todas as bênçãos em minha vida.

A Universidade do Estado de Mato Grosso “Carlos Alberto Reys Maldonado” - UNEMAT e ao Programa de Pós-graduação em Genética e Melhoramento de Plantas, por oportunizarem a minha formação.

A CAPES e FAPEMAT pela bolsa de estudos concedida.

Ao meu querido orientador Prof. Dr. Petterson Baptista da Luz, pelos ensinamentos, auxílio e orientação durante o mestrado. Agradeço imensamente todo o seu apoio, amizade, dedicação e compreensão.

A minha co-orientadora Prof^a Dr^a Andréa Santos Oliveira pelo auxílio e orientação do meu trabalho.

Ao professor Severino de Paiva Sobrinho, por todo apoio nos momentos em que precisei, colaborando com seu conhecimento e experiência.

A Universidade Federal de Lavras e ao Laboratório Central de Sementes por permitir a utilização dos equipamentos de raios-X e análise de imagem.

Aos professores do mestrado que contribuíram significativamente no meu processo de aprendizagem.

A minha mãe, meu exemplo de vida e de superação, serei grata até a eternidade por me ensinar a ver o mundo e me apoiar em todas minhas decisões.

Ao meu namorado e amigo André Ricardo Vicensotti, pela dedicação e paciência e pela ajuda nos trabalhos em campo.

Aos meus colegas do mestrado: Ana Flávia, Beatriz, James, Lívia, Marcelo, Rosieli e Talita por todo apoio, amizade, companheirismo e bons momentos vivido juntos.

Não posso esquecer-me de agradecer aos bolsistas do Laboratório de Sementes e Plantas Ornamentais, Vinícius e Ronaldo, pelo companheirismo e amizade, sem vocês nada seria possível.

Por último, não menos importante, agradeço de todo o coração às minhas irmãs: Rejane, Sandra, Adriane e Elisandra que são minhas fontes de inspiração e fazem de mim uma pessoa melhor. Obrigada por existirem.

BIOGRAFIA

Julia Janice Loffler, nascida em 25 de novembro de 1992, na cidade de Mirassol D'Oeste – MT, filha de Ronald Gustavo Kleiss Loffler e Hildegard Voigt Loffler. Realizou toda a educação básica e ensino médio na Escola Castelo Branco no mesmo município de nascimento. Em 2016, diplomou-se em Engenharia Florestal pelo Instituto Federal de Mato Grosso – Campus Cáceres. Em março de 2017 iniciou o curso de mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas, área de concentração em Biotecnologia e Recursos Genéticos Vegetais, trabalhando com teste de raios-X e análise de imagem em sementes de espécies silvestres de *Passiflora*.

SUMÁRIO

RESUMO.....	viii
ABSTRACT.....	ix
1. INTRODUÇÃO GERAL.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1. A família Passifloraceae	3
2.2. Importância agronômica do maracujazeiro	4
2.3. Descrição das espécies de <i>Passiflora</i>	5
2.3.1. <i>Passiflora cincinnata</i>	5
2.3.2. <i>Passiflora morifolia</i>	6
2.4. Maturação de frutos e sementes	7
2.5. Germinação de sementes.....	8
2.6. Dormência de sementes.....	9
2.7. Teste de Raios-X.....	10
2.8. Análise de imagem computadorizada de sementes	122
3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	13
4. CAPÍTULO 1 – SUPERAÇÃO DE DORMÊNCIA EM SEMENTES DE ESPÉCIES DE <i>Passiflora</i>	19
1. INTRODUÇÃO.....	19
2. MATERIAL E MÉTODOS	20
2.1. Obtenção do material experimental	20
2.2. Determinação do grau de umidade das sementes.....	200
2.3. Tratamentos pré-germinativos para a superação de dormência das sementes.....	21
2.4. Teste de germinação das sementes	22
2.5. Delineamento Experimental	222
2.6. Análise estatística dos dados.....	222
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	23
4. CONCLUSÕES.....	288
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	299
5. CAPÍTULO 2 – TESTE DE RAIOS-X E ANÁLISE DE IMAGEM DE SEMENTES DE <i>Passiflora</i> EM FUNÇÃO DE DIFERENTES ESTÁDIOS DE MATURAÇÃO DOS FRUTOS.....	322
1. INTRODUÇÃO.....	322
2. MATERIAL E MÉTODOS	344
2.1. Área de estudo.....	344

2.2.	Objeto de estudo.....	344
2.3.	Preparo do experimento.....	355
2.4.	Determinação do grau de umidade	366
2.5.	Teste de raios-X das sementes.....	366
2.6.	Análise de imagem das sementes	377
2.7.	Superação de dormência das sementes.....	377
2.8.	Teste de Germinação.....	388
2.9.	Análise estatística dos dados.....	388
3.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	39
3.1.	Grau de umidade	39
3.2.	Classificação das sementes pelo teste de raios-X.....	39
3.3.	Classificação das sementes pela análise de imagem	42
3.4.	Teste de germinação	49
3.5.	Correlações.....	51
4.	CONCLUSÕES.....	544
5.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	54
6.	CONCLUSÕES GERAIS	58

RESUMO

LOFFLER, JULIA JANICE; M. Sc. UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MATO GROSSO CARLOS ALBERTO REYS MALDONADO. FEVEREIRO DE 2019. MORFOLOGIA INTERNA E GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE ESPÉCIES DE *Passiflora*. ORIENTADOR: PROF. DR. PETTERSON BAPTISTA DA LUZ.

Os objetivos desta pesquisa consistiram em superar a dormência de sementes de *Passiflora cincinnata* MAST. e *Passiflora morifolia* MAST. bem como avaliar a morfologia interna e externa das sementes pelo teste de raios-X e análise de imagem pelo software GroundEye®, visando relacionar a morfologia das sementes com seus respectivos estádios de maturação e, estabelecer o momento ideal de coleta de frutos, associando à qualidade das sementes. Para a superação de dormência, os tratamentos pré-germinativos foram: escarificação em lixa; imersão em água a 50 °C por 5 minutos; embebição em GA₃ a 400, 1000, 2000 e 3000 mg L⁻¹ por 5 horas; escarificação em lixa + embebição em GA₃ a 400, 1000, 2000 e 3000 mg L⁻¹ por 5 horas; e embebição em Promalin® a 0,03, 0,45, 0,90 e 2% por 6 e 12 horas. Os tratamentos foram distribuídos em DIC, com quatro repetições de 25 sementes. Avaliou-se a germinabilidade, tempo médio, velocidade média, incerteza e sincronia da germinação. Os resultados revelaram que Promalin® a 0,45, 0,90 e 2% por 6 e 12 horas foram eficazes para a superação de dormência de sementes de *P. cincinnata*. Para sementes de *P. morifolia*, o tratamento com GA₃ a 1000 mg L⁻¹ teve resultado superior para a superação de dormência. Para a realização do teste de raios-X e da análise de imagem pelo software GroundEye® foram utilizadas quatro repetições de 50 sementes para cada estágio de maturação do fruto (verde, “de vez”, maduro e senescente). As sementes submetidas à exposição em raios-X foram classificadas em cheias ou vazias. Utilizou-se o equipamento GroundEye® para análise de imagem computadorizada, avaliando-se 10 descritores relacionados à dominância de cores e sete de geometria. Posteriormente, as sementes foram avaliadas quanto à porcentagem de germinação. A partir do teste de raios-X verificou-se que no estágio de maturação verde a maior porcentagem foi de sementes vazias. Os resultados obtidos pelo software GroundEye® indicam diferenças de coloração e de geometria entre os estádios de maturação dos frutos.

Conclui-se que as sementes das espécies estudadas podem ser coletadas nos estádios de fruto verde, “de vez” e maduro sem prejuízo à qualidade fisiológica.

Palavras-chave: Análise de imagem, *Passiflora cincinnata*, *Passiflora morifolia*.

ABSTRACT

The objectives of this research were to overcome the dormancy of *Passiflora cincinnata* MAST seeds. and *Passiflora morifolia* MAST. as well as to evaluate the internal and external morphology of the seeds by the X-ray test and image analysis by the GroundEye® software, aiming to relate the seed morphology with their maturation stages and to establish the ideal moment of fruit harvesting, associating seed quality. For the overcoming of dormancy, the pre-germinative treatments were: scarification in sandpaper; immersion in water at 50 ° C for 5 minutes; imbibition in GA₃ at 400, 1000, 2000 and 3000 mg L⁻¹ for 5 hours; scarification on sandpaper + imbibition in GA₃ at 400, 1000, 2000 and 3000 mg L⁻¹ for 5 hours; and impregnation in Promalin® at 0.03, 0.45, 0.90 and 2% for 6 and 12 hours. The treatments were distributed in DIC, with four replicates of 25 seeds. Germinability, mean time, mean velocity, uncertainty and germination synchrony were evaluated. The results showed that Promalin® at 0.45, 0.90 and 2% for 6 and 12 hours were effective in overcoming dormancy of *P. cincinnata* seeds. For seeds of *P. morifolia*, the treatment with GA₃ at 1000 mg L⁻¹ had superior results for the overcoming of dormancy. For the X-ray test and the image analysis by the GroundEye® software, four replicates of 50 seeds were used for each stage of maturation of the fruit (green, "from time to time", mature and senescent). Seeds submitted to X-ray exposure were classified as either full or empty. We used the GroundEye® equipment for computerized image analysis, evaluating 10 descriptors related to color dominance and seven of geometry. Afterwards, the seeds were evaluated for the percentage of germination. From the X-ray test it was verified that in the green maturation stage the highest percentage was of empty seeds. The results obtained by the GroundEye® software indicate differences in color and geometry between the maturation stages of fruits. It is concluded that the seeds of the studied species can be collected in the stages of green fruit, "of time" and mature without prejudice to the physiological quality.

Key words: Image analysis, *Passiflora cincinnata*, *Passiflora morifolia*.

1. INTRODUÇÃO GERAL

O maracujazeiro, da família Passifloraceae, gênero *Passiflora* compreende uma estimativa de 465 espécies, das quais de 150 a 200 são originárias do Brasil e podem ser utilizadas como alimento, no preparo de remédios ou ornamento. Cerca de 70 espécies produzem frutos comestíveis (Cunha et al., 2002), portanto, existe uma ampla variabilidade genética a ser conhecida, caracterizada, protegida, conservada e convenientemente utilizada comercialmente ou em programas de melhoramento genético.

Apesar da importância econômica e potencial do gênero *Passiflora*, o número de cultivares comerciais é ínfimo, considerando a grande variabilidade dos agroecossistemas no Brasil. Muitas vezes, nos plantios comerciais não se utilizam sementes de variedades melhoradas do maracujá-azedo, maracujá-roxo e maracujá-doce, limitando-se ao emprego de sementes aproveitadas de plantios anteriores.

Espécies silvestres do gênero *Passiflora* (*P. laurifolia*, *P. nitida*, *P. cincinnata*, *P. tenuifolia*, *P. mucronata*, *P. giberti*, *P. amethystina*, *P. quadrangularis*, *P. setacea*, *P. coccinea*, *P. caerulea*, entre outras) têm se apresentado, como base em estudos preliminares, variabilidade ao nível de DNA (Aukar et al., 2002) e para resistência às principais doenças do maracujazeiro (Cunha et al., 2002), com elevado potencial de utilização em programas de melhoramento genético como porta-enxertos visando resistência a fungos de solo e à morte precoce (Junqueira et al., 2005). Entretanto, para que possam ser introduzidas em cultivos comerciais é necessário desenvolver métodos adequados para a propagação dessas espécies.

O conhecimento sobre os aspectos relacionados à germinação de sementes é de fundamental importância para a propagação e manutenção das espécies silvestres de passifloras (Marostega et al., 2015). Existem vários fatores que podem interferir na germinação das passifloras, dentre eles a impermeabilidade do tegumento (Morley-Bunker, 1974), inibidores presentes na sarcotesta (Chow e Lin, 1991; Vanderplank, 2000), ou até mesmo a produção em regiões inaptas ao cultivo, ocasionando má formação do embrião.

Portanto, é necessária a investigação de metodologias que indiquem métodos para a superação de dormência e melhorias na qualidade fisiológica das sementes de *Passiflora*. Além disso, o conhecimento da morfologia externa e interna

das sementes, por meio da análise de imagens de sementes de *Passiflora* pode auxiliar na escolha do período adequado de coleta dos frutos, garantindo assim embriões bem desenvolvidos, com consequente qualidade das sementes.

A avaliação da morfologia interna das sementes tem sido apoiada em técnicas de análise de imagens, principalmente a análise por meio do teste de raios-X, que propicia a avaliação rápida e eficiente das estruturas internas das sementes na maioria das espécies agrícolas e florestais, além de ser um método não destrutivo, onde a semente analisada pode ser utilizada em outros métodos para avaliação da qualidade. É uma técnica muito utilizada na seleção de sementes para composição de bancos de germoplasma, garantindo assim o armazenamento daquelas com maior viabilidade, fornecendo informações sobre as anormalidades morfológicas ou danos eventualmente existentes que possam prejudicar a germinação (Mattos e Medeiros, 2000; Gomes Júnior, 2010).

Outra técnica que pode ser utilizada na avaliação da morfologia de sementes é o uso da análise computadorizada, que objetiva, por meio da captura das imagens das sementes, a categorização das características agregadas como tamanho, cor, forma, textura, dentre outros. Dessa maneira, o campo de visão com a captura das imagens, associadas com as técnicas de classificação, fornece um panorama adequado para identificação automática em sementes. Entretanto, estudos relacionados à análise computadorizada de sementes necessitam de pesquisas associando as metodologias para avaliar a qualidade de sementes mediante as características morfológicas (Sako et al., 2001; Pinto et al., 2015; Andrade et al., 2016). Dessa maneira, técnicas de análise de imagens podem auxiliar na escolha do ponto ideal de maturidade fisiológica dos frutos e sementes, assim como apontar sementes de *Passiflora* com maior qualidade fisiológica.

Portanto, o conhecimento sobre aspectos relacionados à qualidade das sementes de espécies do gênero *Passiflora* são importantes para estabelecer métodos adequados que assegurem a viabilidade. Dessa forma, este trabalho teve por objetivo identificar tecnologias relacionadas à germinação e superação de dormência de sementes de *Passiflora* e assim gerar informações que contribuam para o desenvolvimento dos potenciais frutíferos-agrícolas.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. A família Passifloraceae

A família Passifloraceae é composta por 18 gêneros e cerca de 630 espécies, distribuídas por todo o trópico de zonas costeiras até 3800 m acima do nível do mar. Na América, a maioria das espécies é encontrada na América Central e Sul (Deginani, 2001), representados por quatro gêneros (*Ancistrothyrsus*, *Dilkea*, *Mitostemma* e *Passiflora*); dentre estes, o gênero *Passiflora* apresenta cerca de 530 espécies, portanto, é numericamente e, economicamente, o mais importante gênero da família (Ocampo et al., 2007). Na América do Sul, podem ser encontrada mais de 90% das espécies do gênero *Passiflora*, sendo a maior diversidade observada na região Andina (Deginani, 2001).

Embora o gênero *Passiflora* possua maior representatividade quanto ao número de espécies e ampla distribuição, o cultivo e produção no Brasil são voltados predominantemente para o maracujá-amarelo ou azedo (*Passiflora edulis*), representando mais de 95% dos pomares, devido à qualidade e vigor dos frutos, alta produtividade e rendimento em suco (Meletti e Brückner, 2001).

O nome “*Passiflora*” é dado devido à flor, que significa “flor da paixão” e possui sentido religioso. *Passiflora incarnata* foi a primeira espécie descoberta e, os colonizadores acreditavam que as partes das folhas e flores tinham relação com instrumentos da paixão de Cristo. Segundo eles, as folhas recordam a lança que transpassou o Salvador na cruz; as gavinhas, o açoite; a corona de filamentos, de cor vermelha e azul, a coroa de espinhos; os três estiletes simulavam os três cravos e as cinco anteras representavam as chagas do crucificado (Cervi, 1997).

As passifloras são espécies trepadeiras, raramente lenhosas, apresentam caule nas formas: cilíndrica, angular, sub-angular e raramente quadrangular (Killip, 1938; Cervi, 1997). Possuem gavinhas normalmente solitárias e axilares, são bem desenvolvidas, resistentes ou finas. Apresentam folhas variadas, que podem ser inteiras, orbiculares, elípticas ou amplamente ovadas; bi, tri, pentalobadas ou palmadas. A margem normalmente é inteira, podendo variar, em algumas espécies, de denteadas ou serradas. Apresentam flores axilares, pareadas ou isoladas, eretas ou pêndulas, raramente em inflorescência (Costa et al., 2015). Os frutos são caracterizados por uma baga muito variável em forma, tamanho e cor. Quanto à

forma, pode ser: globoso, ovóide, elipsóide e suas variantes. Geralmente, o fruto destas espécies contém polpa ácida, mucilagínosa ou aquosa, em forma de arilo que recobre as sementes. Em relação às sementes, estas são sempre numerosas, comprimidas, com testa dura (Cervi, 1997).

As espécies de *Passiflora* são na maioria auto-incompatíveis, isto significa que é necessária a polinização cruzada para a formação de frutos. Como consequência, os agentes polinizadores são vitais para a produção tanto dos frutos silvestres quanto dos cultivares (Oliveira et al., 2014).

2.2. Importância agrônômica do maracujazeiro

O setor de fruticultura está entre os principais geradores de renda, emprego e de desenvolvimento rural do agronegócio nacional, sendo uma atividade com elevado efeito multiplicador de renda, principalmente em regiões menos desenvolvidas, potencializando a economia local. A mão-de-obra é intensiva e gera oportunidades de trabalho direto e indireto. Dessa forma, observa-se o poder da fruticultura no desenvolvimento social e econômico de uma região (Buainain e Batalha, 2007).

A fruticultura no Brasil tem se expandido cada vez mais nas últimas décadas, assumindo papel importante tanto na economia como na cadeia alimentar do país (Coelho et al., 2016). Diante da diversificação do mercado de frutas produzidas no Brasil, o maracujá ganha destaque na economia nacional, com produção de aproximadamente 554 mil toneladas no ano de 2017 (IBGE, 2017).

Os cultivos comerciais de maracujá no Brasil baseiam-se basicamente na produção do maracujá-azedo ou maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* Sims.). Os primeiros pomares foram instalados no estado de São Paulo, prezando o valor comercial apenas no final da década de 1960 (Meletti, 2011).

Apesar da produtividade média de maracujá no Brasil ser considerada baixa ($14 \text{ t ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$), o país se destaca como o maior produtor e consumidor da fruta. Atualmente, a cultura do maracujá movimenta a economia e contribui com o aumento da renda em inúmeros municípios, visto que é cultivado na maioria dos estados brasileiros; sendo assim, a cultura gera forte apelo social, pois, está relacionada com a empregabilidade no campo, no setor de venda de insumos, nas agroindústrias e nas cidades, além da importância na geração de renda para

pequenos e micros agricultores, principalmente aqueles que têm suas atividades voltadas para a agricultura familiar (Faleiro e Junqueira, 2016).

As espécies de maracujá apresentam forte potencial de consumo *in natura* e produção de suco concentrado do fruto, além de expressiva utilização como espécies ornamentais e medicinais. No mercado de alimentos, são conhecidas poucas espécies de passifloras, prevalecendo a utilização do maracujá-amarelo (*Passiflora edulis*) e, em menor proporção, do maracujá-doce (*Passiflora alata*). Sabe-se que determinadas comunidades usam outras espécies de maracujá como alimento, porém, ainda não se tem conhecimentos rigorosos dos usos, bem como sobre a segurança alimentar na utilização dessas espécies (Braga et al., 2006).

Frequentemente, espécies de passifloras estão associadas ao uso medicinal, auferindo relevância para a comunidade médica. Em países da Europa e nos Estados Unidos as passifloras são comumente utilizadas como ornamentação, como por exemplo, a *Passiflora caerulea*, além de outras. O emprego de espécies de maracujá como ornamento é expressivo no mercado, uma vez que as flores possuem formato único e exótico e também diversidade de cores e padrões de desenho, além de exalar perfume suave e marcante (Braga et al., 2006).

2.3. Descrição das espécies de *Passiflora*

2.3.1. *Passiflora cincinnata*

Passiflora cincinnata MAST é uma espécie polimorfa, que apresenta variação no tamanho dos frutos com massas variando de 40 a 80 g, na coloração da flor, na cor e sabor do suco. Ocorre naturalmente na região norte do estado de São Paulo e na região de Vitória da Conquista, Bahia, porém, o consumo não é disseminado, provavelmente pela variação das características agrônômicas dos frutos. Popularmente a espécie é conhecida como maracujá, maracujá-mochila, maracujá-do-mato, maracujá-tubarão, maracujá-brabo, maracujá-de-casca-verde (Oliveira e Ruggiero, 2005).

Quanto às características morfológicas, é uma espécie trepadeira, com caule cilíndrico, glabro e estriado, com presença de gavinhas. As folhas são palmadas e lobadas. As flores apresentam de 10,5 a 11 cm de diâmetro, são eretas e solitárias. A corola apresenta-se na cor arroxeadas, filamentos da coroa dispostos em várias séries, frisados no ápice, baga imatura globosa, de 17 a 17,5 cm diâmetro, glabra,

verde-escuro; as sementes possuem 0,5 cm comprimento, são ovadas, levemente achatadas e alveoladas (Costa et al., 2015).

É uma espécie com distribuição ampla na América do Sul, abrangendo países como Brasil, Paraguai, Argentina, Venezuela, Bolívia e Colômbia (Killip, 1938). No Brasil está distribuída nas regiões norte, nordeste, centro-oeste e sudeste, nos biomas Caatinga, Cerrado, Mata Estacional e Campos Rupestres (Nunes e Queiroz, 2001; Bernacci et al., 2015). *Passiflora cincinnata* possui comportamento rústico e a longevidade da planta está em torno de cinco anos. A safra de frutas é anual e ocorre no período de julho a outubro, produz frutos pequenos, oval e o suco é bastante ácido, porém, tem boa aceitação nos estados do Piauí e Bahia (Faleiro et al., 2005).

2.3.2. *Passiflora morifolia*

Conhecida popularmente como maracujá-peludo ou maracujazinho-crespo (Bernacci e Vitta, 1999) é uma espécie auto-compatível, sendo uma característica importante para o aumento da produtividade e a diminuição de custos com mão-de-obra para polinização, além de apresentar resistência a doenças, como antracnose e algumas pragas (Junqueira et al., 2005).

Passiflora morifolia é uma espécie trepadeira com indumento dos ramos, gavinhas, estípulas, folhas, pedúnculos, brácteas, pedicelos florais e hipantos e face abaxial das sépalas esparsamente pubérulo e tricomas uncinados. A etimologia morifolia é provavelmente em alusão à semelhança morfológica com as folhas de amora do gênero *Morus* L. (Moraceae) (Azevedo e Baumgratz, 2004).

Caracterizada por possuir haste quadrangular, glabada abaixo e hispudulosa acima, estípulas semi-ovadas de aproximadamente 6 mm, pecíolos planos acima de 6 cm, pilosos, bi-glandulares. As folhas apresentam de 4 a 11 cm, são tri-lobadas, dentadas ou denticuladas, membranosas, de cor verde escura, com presença de pêlos; os pedúnculos são solitários ou em pares com 1 a 2 cm; possui brácteas cetáceas de 2,5 a 3 mm; as flores são brancas ou creme com corola unisseriada e medem de 2 a 3 cm, com sépalas linear-oblongas de 1 a 1,5 cm, pétalas linear-lanceoladas de 6 a 8 mm, corona filamentosa, de cor branca unindo com azul ou violeta (Killip, 1938).

Possui distribuição geográfica pelas Américas, ocorre no México, Guatemala, Venezuela, Colômbia, Equador, Peru, Bolívia, Brasil, Paraguai e Argentina, entre 450 a 2800 metros de altitude (Killip, 1938; Azevedo e Baumgratz, 2004). No Brasil, está distribuída nos estados de Mato Grosso, Minas Gerais, São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, sendo encontrada no Cerrado e Floresta Pluvial sub-montana e a morfologia foliar não se diferencia (Azevedo e Baumgratz, 2004).

2.4. Maturação de frutos e sementes

A maturação de frutos pode ser determinada pelas transformações na coloração, textura, sabor e aroma, as quais tornam o fruto comestível. Essas informações são essenciais para a definição do momento ideal de colheita, tornando a vida útil do fruto maior, o que permite o máximo de aproveitamento pós-colheita do produto vegetal por apresentar melhor qualidade e mínimo de perdas (Azzolini et al., 2004).

As características fisiológicas de cada espécie e as tecnologia de conservação pós-colheita são fundamentais na determinação do estágio de colheita dos frutos (Azzolini et al., 2004).

Durante o desenvolvimento dos frutos, também acontece o desenvolvimento das sementes. Na maior parte das espécies frutíferas, o estágio de maturação dos frutos coincide com as maiores taxas de germinação das sementes. O ponto de maturidade fisiológica pode variar em função da espécie e do local, por isso, há a necessidade de estabelecimento de parâmetros que permitam a definição da época adequada de colheita (Carvalho e Nakagawa, 2012).

A definição de maturação de sementes dada por Carvalho e Nakagawa (2012) a caracteriza como sendo as transformações morfológicas, fisiológicas e funcionais dadas a partir da fertilização do óvulo até ao ponto de máxima matéria seca das sementes. Neste ponto, a semente atinge o máximo poder germinativo e vigor, denominado ponto de maturidade fisiológica. O autor ainda ressalta que são notadas várias transformações durante o processo de maturação; no teor de água, no tamanho, na massa de matéria seca, no poder de germinação e no vigor da semente.

Diversos autores como Aroucha et al. (2005), Costa et al. (2006); Martins et al. (2006) e Vidigal et al. (2006) também relatam que a maturação de frutos influencia diretamente a qualidade fisiológica, umidade e peso de matéria seca das sementes como também, na sua germinação e vigor dos lotes.

Pereira et al. (2014) ao avaliarem a influência do estágio de maturação e do repouso pós-colheita dos frutos na qualidade fisiológica de sementes de pimenta (*Capsicum baccatum* L.), variedade dedo-de-moça, concluíram que o repouso pós-colheita dos frutos, por dez dias, aumenta o potencial fisiológico das sementes. Donato et al. (2015) ao avaliarem a qualidade fisiológica de sementes de melão (*Cucumis melo* L.) em função do estágio de maturação dos frutos, concluíram que a qualidade fisiológica das sementes aumenta com o avanço do estágio de maturação dos frutos, sendo que as sementes obtidas a partir de frutos amarelos, com epiderme rendilhada, em estágio avançado de maturação, apresentam qualidade fisiológica melhor em relação às aquelas obtidas de frutos mais imaturos.

2.5. Germinação de sementes

A semente tem a função de dispersão e perpetuação das espécies. Semente é o termo designado para “óvulo maduro”; nela está contido um embrião em determinado estágio de desenvolvimento, material de reserva nutricional e o tegumento, tecido envoltório protetor. Sobre as funções de dispersão, algumas sementes possuem estruturas adaptadas para ampla disseminação natural; já quanto às características de perpetuação de espécies, as sementes podem ser resistentes a condições extremas de temperatura e umidade, mantendo sua viabilidade por anos (Damião Filho e Môro, 2001).

Germinação, de acordo com Popinigis (1985), é o reinício do crescimento do embrião que estava paralisado nas fases finais de maturação. Os processos fisiológicos presentes na fase inicial de germinação estão relacionados com o aumento do teor de água e da atividade respiratória da semente. Sendo que no embrião estão contidas as reservas nutricionais suficientes para suprir a demanda pelo aumento das atividades metabólicas.

O embrião das sementes tem sua formação iniciada a partir da fecundação do óvulo até sua maturação, onde o crescimento cessa e o grau de umidade diminui gradativamente a um nível tão baixo que somente é percebida reduzida atividade

metabólica. Esta condição é conhecida como estado de quiescência, pois o teor de água é tão reduzido que é incapaz de se iniciar o processo germinativo. Em síntese, uma semente viável em repouso, dormiente ou quiescente, somente terá o processo de germinação iniciado quando satisfeitas todas as condições externas (do ambiente) e internas (intrínseca do órgão) (Borges e Rena, 1993).

O fator mais determinante sobre o processo de germinação é a água. Sua função está em reidratar os tecidos, com a consequente intensificação da respiração e das atividades metabólicas, culminando no fornecimento de nutrientes e energia necessários para a retomada do crescimento do eixo embrionário (Carvalho e Nakagawa, 2012).

A temperatura também constitui fator fundamental na germinação de sementes, pois influencia no total de sementes germinadas, na velocidade de germinação, na velocidade de absorção de água, e, nas reações bioquímicas, fatores estes que determinam todo o processo. Para tanto, a temperatura deve servir de parâmetro, como máximo e mínimo tolerado pelas sementes, para a eficiência total do processo (Carvalho e Nakagawa, 2012).

Por último, o oxigênio exerce papel fundamental na germinação de sementes. O processo germinativo envolve diversas reações oxidativas, tanto na presença como na ausência de oxigênio e a maioria das espécies necessitam de aeração, ou seja, presença de oxigênio para germinar (Popinigis, 1985).

2.6. Dormência de sementes

Teoricamente, a dormência de sementes é de um mecanismo evolutivo de determinadas espécies. A dormência retarda a germinação de sementes e por isso, é tratada como mecanismo de sobrevivência, pois, distribui a germinação das sementes no tempo (Popinigis, 1985).

Segundo Marcos Filho (2015) a dormência pode ser regulada por mecanismos de origem embrionária, do tegumento, pela presença de inibidores químicos ou, por comportamento fisiológico causado pelo balanço hormonal.

Há diversos métodos para superação da dormência, como a escarificação mecânica, escarificação ácida, o tratamento com água quente, lavagem em água corrente, secagem prévia, pré-esfriamento, estratificação, embebição em nitrato de

potássio, germinação à temperatura subótima, exposição à luz, excisão do embrião, dentre outros (Popinigis, 1985).

Na literatura são encontrados diversos trabalhos que tratam da superação de dormência das sementes de Passifloráceas. Os tratamentos envolvem desde a escarificação química e física como o tratamento térmico em água quente e tratamentos hormonais. A utilização de ácido giberélico na concentração de 100 mg L⁻¹ garante melhores resultados na germinação de sementes de *P. ligularis*, na temperatura alternada de 20/30 °C (Cadorin et al., 2017). Marostega et al. (2015) avaliaram a germinação de sementes de *Passiflora suberosa* submetidas ao tratamento com água quente em diferentes temperaturas: 30; 40; 50; 60 e 70 °C, por fim concluíram que o tratamento a 50 °C proporcionou taxa de germinação superior em relação às demais.

Sementes de *P. suberosa*, *P. morifolia* e *P. tenuifolia*, aumentaram a germinação com o tratamento em ácido giberélico a 1000 mg L⁻¹. A solução de KNO₃ (1%) foi eficiente na germinação de *P. eichleriana*. Para *P. micropetala* a escarificação mecânica garantiu maiores taxas de germinação das sementes (Marostega et al., 2017).

A associação de secagem de sementes à sombra e a escarificação em lixa ou a imersão em água a 50 °C mostrou-se eficiente na superação de dormência de sementes de *P. cincinnata*. (Oliveira Júnior et al., 2010). Por outro lado, Moura et al. (2018) recomendam, para superar a dormência de sementes de *Passiflora cincinnata*, recém-colhidas e armazenadas por seis anos, a utilização de GA₄₊₇ + N - (fenil metil) – aminopurina na concentração de 0,03%; o tratamento promoveu a superação de dormência de sementes recentemente colhidas e potencializou o vigor das sementes armazenadas por seis anos.

2.7. Teste de Raios-X

Os testes de raios-X em sementes foram desenvolvidos por Simak e Gustafsson, na Suécia por volta da década de 50, o objetivo dos pesquisadores era avaliar a qualidade fisiológica de sementes de espécies florestais (Simak e Gustafsson, 1953). A utilização deste método de análise é amplamente difundido para diversas finalidades na tecnologia de sementes.

A rapidez e a precisão na identificação de injúrias ocorridas no processo de produção e pós-colheita são de grande valia para determinar a qualidade de lotes de

sementes antes da semeadura. O teste de raios X compreende um método rápido e não destrutivo para análise das características estruturais internas de sementes, possibilitando a detecção de sementes cheias e vazias, além de permitir a identificação de defeitos internos e mudanças morfológicas que ocorrem entre os períodos de maturação e germinação (ISTA, 1991; ISTA, 1999).

A técnica de raios-X tem como princípio a impressão de uma película sensível, mediante exposição de uma fonte de radiação, que resulta na imagem do objeto radiado. O resultado pode ser examinado, conservado e reproduzido a qualquer instante (Silva e Nascimento, 2010). A utilização do teste de raios-X é padronizada pela Associação Internacional de Análise de Sementes (ISTA, 1985), com princípio baseado na obtenção de imagens. Dessa forma, os feixes de raios-X, ao ultrapassar em sementes, criam uma imagem permanente sobre um filme. Como resultado, as imagens apresentam maior ou menor grau de radiopacidade e radioluminescência, ou seja, maior ou menor grau de claridade em decorrência do nível de absorção dos raios-X pelas sementes, determinado pelos fatores de composição, espessura e densidade dos tecidos e comprimento de onda da radiação ionizante (Simak, 1980; ISTA, 1993).

A quantidade da dose de radiação absorvida pelas sementes durante o teste de raios-X não causa danos à germinação e estrutura genética das sementes (Simak e Gustafsson, 1953). O teste de raios-X é útil na avaliação de danos durante os vários processos em que as sementes são submetidas, como por exemplo, no beneficiamento quando as sementes podem ser comprometidas mecanicamente e os danos não são visíveis a olho nu. A presença de insetos e patógenos nas sementes também pode ser rápida e facilmente detectada na radiografia, o que pode evitar a contaminação do lote pela presença de sementes infectadas (Oliveira et al., 2004), além do teste possibilitar a detecção da deformidade no embrião e a determinação do estágio de desenvolvimento (Simak, 1980).

O método tem se mostrado eficiente para a avaliação do nível de desenvolvimento das estruturas das sementes, a viabilidade e a extensão dos danos internos de diversas espécies, além de não prejudicar as sementes. Alguns autores já estudaram a aplicação do método na avaliação de sementes de *Moringa oleifera* Lam (Noronha et al., 2018), sorgo (*Sorghum bicolor*) (Javorski e Cícero, 2017), arroz

(*Oryza sativa*) (Silva et al., 2014), mamona (*Ricinus communis* L) (Kobori et al., 2012), soja (*Glycine max* L.) (Wendt et al., 2014), entre outras.

2.8. Análise de imagem computadorizada de sementes

Entre os diversos testes de vigor de lotes de sementes descritos na literatura, destacam-se aqueles que se baseiam no crescimento e desenvolvimento de plântulas que comumente são realizados de forma manual. Por esse motivo apresentam inúmeras limitações devido à subjetividade dos resultados e os possíveis erros de mensuração das plântulas, além de requerer tempo demasiado para a obtenção de respostas. A automatização de análises do desenvolvimento de plântulas, pelo uso de processamento computadorizado de imagens pode eliminar as dificuldades descritas anteriormente (Hoffmaster et al., 2003).

A técnica de análise de imagem além de proporcionar resultados mais precisos, dando informações de características como cor, textura, tamanho, formato e outras, permitem que o material seja submetido à germinação e conseqüentemente, estabelecer relações entre os danos mecânicos ou alterações observadas dentro das sementes e os prejuízos causados para a germinação. Tal procedimento somente é viável pela vantagem do processo em não destruir o material analisado, além de permitir a avaliação de danos mecânicos localizados tanto na parte externa, quanto interna das sementes, podendo ser relacionada diretamente com as anormalidades de plântulas ou com a morte dos embriões (Cícero et al., 1998).

Atualmente, a análise de imagem tem sido utilizada em diversos trabalhos na tecnologia de sementes. Marcos Filho et al. (2009) e Silva et al. (2012) concluíram que a análise computadorizada de imagens de plântulas são sensíveis para a determinação do vigor de sementes de soja (*Glycine max*) e trigo (*Triticum aestivum*), respectivamente.

A análise de imagem é efetiva na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de milho pipoca (*Zea mays*) submetidas a baixas temperaturas (Catão e Caixeta, 2017). O método avalia o tamanho da semente, forma, textura da cor, etc. Venora et al., (2009) realizaram um estudo para determinar parâmetros referentes à forma e cor integral da semente de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). O método

contribuiu para a catalogação, conservação e melhoramento de feijão como também poderá ser utilizado em bancos de germoplasma ou conservação *ex-situ*.

Marchi e Cícero (2017) verificaram a eficiência da análise computadorizada de imagens de plântulas pelo equipamento Vigor Imaging System (SVIS[®]) para detectar diferenças de vigor entre lotes de sementes de cenoura (*Daucus carota* L.) em comparação com os fornecidos pelos testes de vigor tradicionais, em síntese concluíram que a análise computadorizada de imagens de mudas utilizando o software SVIS[®] foi eficaz na determinação do vigor de sementes de cenoura e tem um nível de sensibilidade comparável aos testes de vigor tradicionais. Kinnikar et al. (2015) conduziram experimento na identificação e detecção de doenças transmitidas por sementes de soja (*Glycine max*) utilizando análise de imagens. A presença de patógenos em um lote de sementes é fundamental porque as sementes infectadas podem não germinar e causar infecção às plântulas em crescimento.

Durmus et al. (2010) analisaram o prospecto de tamanho de sementes de leguminosas de diferentes variedades usando análise de imagem. A área superficial específica estimada variou de 5,1 a 5,8 cm² g⁻¹ para feijão e 11,57 a 11,55 cm² g⁻¹ para variedades de lentilha. O método forneceu um valor rápido e preciso de importantes propriedades das leguminosas, como parâmetros geométricos, volume e área de superfície, fundamentais para a concepção de processos de engenharia como secagem, moagem e germinação.

3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, D. B.; OLIVEIRA, A. S.; PINTO, C. A. G.; PIRES, R. M. O., OLIVEIRA, A. S.; SILVA, M. A.; CARVALHO, M. L. M.. Detection of green seeds in soybean lots by the Seed Analysis System (SAS). **International Journal of Current Research**, v.8, n.2, p.26462-26465, 2016.

AROUCHA, E. M. M.; SILVA, R. F.; OLIVEIRA, J. G.; VIANA, A. P.; GONZAGA, M. P. Época de colheita e período de repouso dos frutos de mamão (*Carica papaya* L.) cv Golden na qualidade fisiológica das sementes. **Ciência Rural**, v.35, n.3, p.537-543, 2005.

AUKAR, A.P.A.; LEMOS, E.G.M.; OLIVEIRA, J.C. Genetic variations among passion fruit species using RAPD markers. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.24, p.738-740, 2002.

AZEVEDO, M. A. M.; BAUMGRATZ, J. F. *Passiflora* L. Subgênero decaloba (dc.) Rchb. (Passifloraceae) na região sudeste do Brasil. **Rodriguésia**. v.55, n.85, p.17-54, 2004.

AZZOLINI, M.; JACOMINO, A. P.; SPOTO, M. H. F. Estádios de maturação e qualidade pós-colheita de goiabas, Pedro Sato. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.26, n.1, p.29-31, 2004.

BERNACCI, L. C.; VITTA, F. A. **Flora fanerogâmica da Reserva do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga, São Paulo, Brasil**. Hoehnea v.26, n.2, p.135-147, 1999.

BERNACCI, L. C.; CERVI, A. C.; MILWARD-DE-AZEVEDO, M. A.; NUNES, T. S.; IMIG, D. C.; MEZZONATO, A. C. **Passifloraceae in Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2015.

BORGES, E. E. L.; RENA, A. B. Germinação de sementes In: AGUIAR, I. B.; PIÑARODRIGUES, F. M. C.; FIGLIOLIA, M. B. (Coord.). **Sementes florestais tropicais**. Brasília: ABRATES, 1993. p.83-135.

BRAGA, M. F.; SILVA, J. R.; RUGGIERO, C.; BARROS, A. M.; VASCONCELOS, M. A. S.; BATISTA, A. D.; DUTRA, G. A. P.; PEIXOTO, M. **Maracujá: Demandas para a pesquisa**. Planaltina – DF: Embrapa Cerrados, p.54, 2006.

BUAINAIN, A. M.; BATALHA, M. O. **Cadeia produtiva de frutas**. Brasília: MAPA/SPA, p.102, 2007.

CADORIN, D. A.; VILLA, F.; DALASTRA, G. M.; HEBERLE, K.; ROTILI, M. C. C. Tratamentos pré-germinativos em sementes de granadilha (*Passiflora ligularis*) **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v.16, n.3, p.256-261, 2017.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. Jaboticabal, FUNEP, 2012.

CATÃO, H. C. R. M.; CAIXETA, F. Physiological, isozyme changes and image analysis of popcorn seeds submitted to low temperatures. **Journal Seed Science**. v.39, n.3, p.234-243, 2017.

CERVI, A. C. Passifloraceae do Brasil: estudo do gênero *Passiflora* L., subgênero *Passiflora*. **FontQueria**. v.45, p.1-92, 1997.

CHOW, Y.J.; LIN, C.H. p-Hydroxibenzoic acid the major phenolic germination inhibitor of papaya seed. **Seed Science and Technology**, v.19, p.167-174, 1991.

CICERO, S.M.; HEIJDEN, G.W.A.M.; BURG, W.J.; BINO, R.J. Evaluation of mechanical damages in seeds of maize (*Zea mays* L.) by X-ray and digital imaging. **Seed Science and Technology**, v.26, n.3, p.603-612, 1998.

COSTA, C. J.; CARMONA, R.; NASCIMENTO, W. M. Idade e tempo de armazenamento de frutos e qualidade fisiológica de sementes de abóbora híbrida. **Revista Brasileira de Sementes**, v.28, n.1, p.127-132, 2006.

COSTA, E. C. S.; NUNES, T. S.; MELO, J. I. M. Flora da Paraíba, Brasil: Passifloraceae *sensu stricto*. **Rodriguésia** v.66, n.1, p.271-284, 2015.

CUNHA, M. A. P.; BARBOSA, L. V.; JUNQUEIRA, N. T. V. Espécies de maracujazeiro. In: LIMA, A.A. (Ed.). **Maracujá Produção: Aspectos Técnicos**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, p.104, 2002.

DAMIÃO FILHO, C. F.; MÔRO, F. V. **Morfologia externa de espermatófitas**. Jaboticabal: FUNEP, p.101, 2001.

DEGINANI, N. B. Las especies argentinas del género Passiflora (Passifloraceae). **Darwiniana**, v.39, p.43-129. 2001.

DONATO, L. M. S.; RABELO, M. M.; DAVID, A. M. S. S.; ROCHA, A. F.; ROCHA, A. S.; BORGES, G. A. Qualidade fisiológica de sementes de melão em função do estágio de maturação dos frutos. **Comunicata Scientiae** v.6, n.1, p.49-56, 2015.

DURMUS, E. F.; SARKA, E.; BUBNIK, Z.; SCHEJBAL, J.; KADLEC, P. Size properties of legume seeds of different varieties using image analysis. **Journal of Food Engineering**, v.99, n.4, p.445-451, 2010.

FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V. **Maracujá: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília, DF: Embrapa, p.341, 2016.

FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V.; BRAGA, M. F. **Maracujá: Germoplasma e Melhoramento Genético**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, Cap. VI, Ed. 1, p.150–153, 2005.

GOMES JUNIOR, F. G. Aplicação da análise de imagens para avaliação da morfologia interna de sementes. **Informativo ABRATES**, v.20, n.3, 2010.

HOFFMASTER, A.L.; FUJIMURA, K.; McDONALD, M.B.; BENNETT, M.A. Na automated system for vigour testing three-day-old soybean seedlings. **Seed Science and Technology**, v.31, p.701-703, 2003.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produção Agrícola Municipal: Culturas Temporárias e Permanentes. **Produção Agrícola Municipal**, v.37, p.1-91, 2017.

ISTA, INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION. International Rules For Seed Testing. **Seed Science and Technology**. v.13, n.2, p.300-520, 1985.

ISTA. INTERNATIONAL RULES FOR SEED TESTING. **Seed Science and Technology**. Zürich, Switzerland, 1991.

ISTA, INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION. International Rules For Seed Testing. **Seed Science and Technology**. v.21, p.363, 1993.

ISTA. INTERNATIONAL RULES FOR SEED TESTING. **Seed Science and Technology**. Zürich: ISTA, p.333, 1999.

JAVORSKI, M.; CICERO, S. M. Utilização de raios x na avaliação da morfologia interna de sementes de sorgo. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.16, n.2, p. 310-318, 2017.

JUNQUEIRA, N. T. V.; BRAGA, M. F.; FALEIRO, F. G.; PEIXOTO, J. R.; BERNACCI, L. C. Potencial de espécies silvestres de maracujazeiro como fonte de

resistência a doenças. In: Faleiro, F. G.; Junqueira, N. T. V.; Braga, M. F. (Eds.) **Maracujá: germoplasma e melhoramento genético**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, p.81-108, 2005.

KILLIP, E.P. **The American Species of Passifloraceae**. Associate Curator, Division of plants United States National Museum. Botanical Series. Field Museum of Natural History, Chicago, v.19, p.8-9, 1938.

KINNIKAR, A.; DESAI, P.; JAHAGIRDAR, S. Identification and Detection of Seed Borne Diseases of Soybean Using Image Processing -A Survey. **International Journal of Emerging Technology in Computer Science & Electronics**. v.14, n.2, p.363-368, 2015.

KOBORI, N. N.; CÍCERO, S. M.; MEDINA, P. F. Teste de raios X na avaliação da qualidade de sementes de mamona. **Revista brasileira de sementes**. v.34, n.1, p. 125-133, 2012.

MARCHI, J. L.; CÍCERO, S. M. Use of the software Seed Vigor Imaging System (SVIS®) for assessing vigor of carrot seeds. **Scientia Agricola**. v.74, n.6, p.469-473, 2017

MARCOS FILHO, J.; KIKUTI, A. L. P.; LIMA, L. B. Métodos para avaliação do vigor de sementes de soja, incluindo a análise computadorizada de imagens. **Revista Brasileira de Sementes**, v.31, n.1, p.102-112, 2009.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. 2.ed. Londrina: ABRATES. p.659, 2015.

MAROSTEGA, T. N.; CUIABANO, M. N.; RANZANI, R. E.; LUZ, P. B.; SOBRINHO, S. P. Efeito de tratamento térmico na superação de dormência de sementes de *Passiflora suberosa* L. **Bioscience Journal**, v.31, n.2, p.445-450, 2015.

MAROSTEGA, T. N.; LUZ, P. B.; TAVARES, A. R.; NEVES, L. G.; SOBRINHO, S. P. Methods of breaking seed dormancy for ornamental passion fruit species. **Ornamental Horticulture**. v.23, n.1, p.72-78, 2017.

MARTINS, G. N.; SILVA, R. F.; PEREIRA, M. G.; ARAÚJO, E. F.; POSSE, S. C. P. Influência do repouso pós-colheita de frutos na qualidade fisiológica de sementes de mamão. **Revista brasileira de sementes** v.28 n.2, p.142-146, 2006.

MATTOS, P. P.; MEDEIROS, A. C. S. Uso de raios x na avaliação de sementes de Pata-de-vaca (*Bauhinia forficata*) e erva-mate (*Ilex paraguariensis*). Embrapa Floresta. **Nota técnica**, n.88, p.1-3, 2000.

MELETTI, L. M. M.; BRÜCKNER, C. H. Melhoramento Genético. In: BRÜCKNER, C. H.; PICANÇO, M. C. **Maracujá: tecnologia de produção, pós-colheita, agroindústria, mercado**. Porto Alegre: Cinco Continentes, p.345-385, 2001.

MELETTI, L. M. M. Avanços na cultura do maracujá no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**. v.33, n.1, p.83-91, 2011.

MORLEY-BUNKER, M. J. S. **Some aspects of seed dormancy with reference to**

***Passiflora* spp. and other tropical and subtropical crops.** London: University of London, p.43, 1974.

MOURA, R. S.; COELHO FILHO, M. A. GHEYI, H. R.; JESUS, O. N.; LIMA, L. K. S.; JUNGHANS, T. G. Overcoming dormancy in stored and recently harvested *Passiflora cincinnata* MAST. seeds. **Bioscience Journal**, v.34, n.5, p.1158-1166, 2018.

NORONHA, B. G.; MEDEIROS, A. D.; PEREIRA, M. D. Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de *Moringa oleifera* Lam. **Ciência Florestal**, v.28, n.1. p.393-402, 2018.

NUNES, T. S.; QUEIROZ, L. P. A família Passifloraceae na Chapada Diamantina, Bahia, Brasil. **Sitientibus: Série Ciências Biológicas**, v.1, n.1, p.33-46, 2001.

OCAMPO, J. P.; COPPENS D'EECKENBRUGGE, G.; RESTREPO, M.; JARVIS, A.; SALAZAR, M.; CAETANO, C. Diversity of colombian Passifloraceae: biogeography and an updated list for conservation. **Biota Colombiana**, v.8, n.1, p.1-45, 2007.

OLIVEIRA, L. M.; CARVALHO, M. L. M.; GUIMARÃES, R. M.; MASETTO, T. E. Avaliação da qualidade de sementes de *Tabebuia serratifolia* VAHL NICH. E T. impetiginosa (MARTIUS EX A. P. DE CANDOLLE) STANDLEY - (Bignoniaceae) pelo teste de raios x. **Revista Brasileira de Sementes**, v.26, n.2, p.138-143, 2004.

OLIVEIRA, J. C.; RUGGIERO, C. **Espécies de Maracujá com potencial agrônomo**. In: Faleiro, F. G.; Junqueira, N. T. V.; Braga, M. F. (Eds.) Maracujá: germoplasma e melhoramento genético. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, p.143, 2005.

OLIVEIRA JUNIOR, M. X.; JOSE, A. R. S.; REBOUÇAS, T. N. H.; MORAIS, O. M.; DOURADO, F. W. N. Superação de dormência de maracujá-do-mato (*Passiflora cincinnata* MAST.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.32, n.2, p.584-590, 2010.

OLIVEIRA, P. E. A. M.; SILVA, C. I.; MARCHI, P.; ALEIXO, K. P.; SILVA, B. N.; FREITAS, B. M.; GARÓFALO, C. A.; FONSECA, V. L. I.; SANTOS, I. A. **Manejo dos Polinizadores e Polinização de flores do Maracujazeiro**. USP – 1º Edição. São Paulo, 2014.

PEREIRA, F. E. C. B.; TORRES, S. B.; SILVA, M. I. L.; GRANGEIRO, L. C.; BENEDITO, C. P. Qualidade fisiológica de sementes de pimenta em função da idade e do tempo de repouso pós-colheita dos frutos. **Revista Ciência Agronômica**, v.45, n.4, p.737-744, 2014.

PINTO, C. A. G.; CARVALHO, M. L. M.; ANDRADE, D. B.; LEITE, E. R.; CHALFOUN, I. Image analysis in the evaluation of the physiological potential of maize seeds. **Revista Ciência Agronômica**, v.46, n.2, p.319-328, 2015.

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. 2 ed. Brasília, DF: AGIPLAN, p.289, 1985.

SAKO, Y.; MCDONALD, M. B.; FUJIMURA, K.; EVANS, A. F.; BENNETT, M. A.; **A System for Automated Seed Vigor Assessment**. The Ohio State University, Columbus, USA, 2001.

SILVA, P. P.; NASCIMENTO, W. M. Definição da metodologia para realização do teste de raios-X em sementes de abóbora. **Horticultura Brasileira**, v.28, n.2, p.4273-4277, 2010.

SILVA, V. N.; GOMES JÚNIOR, F. G.; CICERO, S. M. Computerized imaging analysis of seedlings for assessment of physiological potential of wheat seeds. **Revista Brasileira de Sementes**, v.34, n.4, p.589-596, 2012.

SILVA, V. N.; ARRUDA, N.; CICERO, S. M.; MAUS, C. A.; GIACOMELI, L. Morfologia interna e germinação de sementes de arroz de terras baixas produzidas em diferentes regimes hídricos. **Irriga**, v.19, n.3, p.453-463, 2014.

SIMAK, M.; GUSTAFSSON, A. X-ray photography and sensitivity in forest tree species. **Hereditas**, v.39, n.¾, p.458-468, 1953.

SIMAK, M. **X-radiography in research and testing of forest tree seeds**. Umea: Swedish University of Agriculture Science: Department of Silviculture, p.34, 1980.

VANDERPLANK, J. **Passion flowers**. 3ª ed. Cambridge: The MIT Press, p.224, 2000.

VENORA, G.; GRILLO, O.; RAVALLI, C.; CREMONINI, R. Identification of Italian landraces of bean (*Phaseolus vulgaris* L.) using an image analysis system. **Scientia Horticulturae** v.121, n.4, p.410-418, 2009.

VIDIGAL, D. S.; DIAS, D. C. F. S.; NAVEIRA, D. S. P. C.; ROCHA, F. B.; BHERING, M. C. Qualidade fisiológica de sementes de tomate em função da idade e do armazenamento pós-colheita dos frutos. **Revista Brasileira de Sementes**, v.28, n.3, p.87-93, 2006.

WENDT, L.; GOMES JUNIOR, F. G.; ZORATO, M. F.; MOREIRA, G. C. Avaliação do potencial fisiológico de sementes de soja por meio de imagens. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.44, n.3, p.280-286, 2014.

4. CAPÍTULO 1 – SUPERAÇÃO DE DORMÊNCIA EM SEMENTES DE ESPÉCIES DE *Passiflora*

1. INTRODUÇÃO

A propagação do maracujazeiro pode ser realizada por via assexuada (estaquia e enxertia) e através de sementes. A propagação por sementes é utilizada em cultivos comerciais desde a década de 1970, sendo ainda um dos principais processos utilizados nos pomares do Brasil (Lima et al., 2011). Farias e Hoppe (2004) relatam que a propagação de plantas, a partir de sementes, garante que determinadas características fenotípicas de interesse sejam potencialmente herdadas para as próximas gerações, e, simultaneamente, que a variabilidade genética de cada espécie possibilite ganhos ao passar de uma geração à outra.

A propagação por sementes também é recomendada por apresentar facilidade de execução e dispensar infra-estrutura exclusiva de viveiros. Por outro lado, sementes de espécies silvestres de *Passiflora*, como *P. setacea*, *P. cincinnata*, *P. nítida* e *P. morifolia* têm apresentado período de dormência muito longo, sendo necessário período de armazenamento igual ou superior à dois anos, para a obtenção de taxas de germinação satisfatórias, inviabilizando sua produção comercial (Meletti et al., 2002).

O conhecimento sobre os aspectos relacionados à germinação de sementes é de fundamental importância para a propagação e manutenção das espécies silvestres de passifloras (Marostega et al., 2015). Existem vários fatores que podem interferir na germinação dessas espécies, e, segundo Marcos Filho (2015) a dormência em sementes pode ser regulada por mecanismos de origem embrionária, do tegumento, pela presença de inibidores químicos ou, por comportamento fisiológico causado pelo balanço hormonal.

Na literatura são encontrados diversos trabalhos que tratam da superação de dormência das sementes de Passifloráceas. Os tratamentos envolvem desde a escarificação química e mecânica como o tratamento térmico em água quente e diferentes condições e períodos de armazenamento das sementes. A associação de secagem de sementes à sombra e a escarificação em lixa ou a imersão em água a 50 °C mostrou-se eficiente na superação de dormência de sementes de *P.*

cinnata (Oliveira Júnior et al., 2010). Santos et al. (2012) encontraram resultados promissores para germinação de sementes de *P. mucronata* recém-colhidas utilizando pré-tratamentos em banho-maria a 50 °C e a escarificação com lixa, porém com o aumento do período de armazenamento (4 a 12 meses) a germinação diminui. A germinação de *P. edulis* tem incremento quando aplicado o ácido giberélico nas concentrações de 500 e 1250 mg L⁻¹ (Simonetti et al., 2017).

Considerando a grande diversidade de espécies do gênero *Passiflora* e a necessidade de estudos que possam elucidar o processo de germinação de sementes de maracujazeiro, esta pesquisa teve como objetivo avaliar métodos para superar a dormência de sementes de duas espécies de *Passiflora* (*P. morifolia* e *P. cinnata*) por tratamentos pré-germinativos como escarificação física, imersão em ácido giberélico (GA₃) e Promalin® (GA₄₊₇ + N-(fenilmetil)-aminopurina).

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Obtenção do material experimental

As sementes das espécies *P. cinnata* e *P. morifolia*, utilizadas neste trabalho, foram obtidas de frutos provenientes de plantas do Banco Ativo de Germoplasma da Universidade do Estado de Mato Grosso “Carlos Alberto Reis Maldonado” – Campus Universitário de Cáceres, onde foram selecionados frutos maduros, de plantas saudáveis, livres de doenças e pragas, no ano de 2017.

A mucilagem foi removida friccionando as sementes com cal hidratada em peneira de arame (3 mm), conforme recomendações de Marostega et al. (2015). Em seguida, as sementes foram secas à sombra, em temperatura ambiente, aproximadamente 25 °C, por dois dias e posteriormente, armazenadas em recipientes de vidro transparente, fechados hermeticamente e, acondicionados em câmara fria na temperatura de 7 °C até a realização dos experimentos (60 dias).

2.2. Determinação do grau de umidade das sementes

A determinação do grau de umidade foi realizada de acordo com o método da estufa (105 ± 3 °C por 24 horas), proposto por Brasil (2009). Foram utilizadas duas amostras de 20 sementes para cada uma das espécies. Os resultados foram expressos em porcentagem média dos lotes em base úmida.

2.3. Tratamentos pré-germinativos para a superação de dormência das sementes

O experimento realizado para superação da dormência das sementes de *P. cincinnata* e *P. morifolia* consistiu nos seguintes tratamentos:

T1 – Escarificação mecânica em lixa;

T2 - Imersão em água na temperatura de 50 °C por 5 minutos.

T3 e T4 – Sementes embebidas em ácido giberélico (GA₃) nas concentrações de 400 e 1000 mg L⁻¹, a 30 °C, na ausência de luz, durante 5 horas;

T5 e T6 – Escarificação mecânica em lixa e imersão em ácido giberélico (GA₃) a 400 e 1000 mg L⁻¹, a 30 °C, na ausência de luz, durante 5 horas;

T7 – Sementes sem tratamento.

Adicionalmente e somente para a espécie *P. cincinnata*, foram realizados os seguintes tratamentos:

T8 e T9 – Sementes embebidas em solução de ácido giberélico (GA₃) nas concentrações de 2000 e 3000 mg L⁻¹, a 30 °C, na ausência de luz, durante 12 horas;

T10 e T11 – Escarificação mecânica em lixa e imersão em solução de ácido giberélico (GA₃) nas concentrações de 2000 e 3000 mg.L⁻¹, a 30 °C, na ausência de luz, durante 12 horas;

T12 e T13 – Sementes embebidas em solução de Promalin® (GA₄₊₇ + N-(fenilmetil)–aminopurina) na concentração de 0,03%, durante 6 e 12 horas, a 30°C, na ausência de luz;

T14 e T15 – Sementes embebidas em solução de Promalin® (GA₄₊₇ + N-(fenilmetil)–aminopurina) na concentração de 0,45%, durante 6 e 12 horas, a 30°C, na ausência de luz;

T16 e T17 – Sementes embebidas em solução de Promalin® (GA₄₊₇ + N-(fenilmetil)–aminopurina) na concentração de 0,90%, durante 6 e 12 horas, a 30°C, na ausência de luz;

T18 e T19 – Sementes embebidas em solução de Promalin® (GA₄₊₇ + N-(fenilmetil)–aminopurina) na concentração de 2%, durante 6 e 12 horas, a 30°C, na ausência de luz.

Para os tratamentos com escarificação mecânica em lixa, as sementes foram escarificadas na região próxima ao embrião, tomando-se o cuidado para não

danificar a semente, deixando o ponto de saída do eixo embrionário livre de impedimento.

2.4. Teste de germinação das sementes

O teste de germinação foi mantido em câmara de germinação, regulada na temperatura alternada de 20/30 °C, na ausência de luz, por 30 dias (Brasil, 2009). Foram semeadas quatro repetições de 25 sementes em caixas do tipo Gerbox contendo duas folhas de papel mata-borrão, acrescido de água destilada na proporção de duas vezes e meio da massa do papel seco e, para se manter a umidade, foram efetuadas regas manuais. Foram consideradas germinadas sementes com raiz primária maior que 2 mm. A contagem foi realizada diariamente.

Todos os parâmetros de germinação do presente trabalho foram calculados utilizando-se o software GerminaQuant 1.0 (Marques et al., 2015) onde, ao término das observações, foram calculadas a germinabilidade (%) (transformada em arco seno %), o TMG - tempo médio de germinação (Labouriau, 1983), VMG – velocidade média de germinação (Maguire, 1962), U - incerteza de germinação, medida que indica se o processo ocorreu ou não (Labouriau e Valadares, 1976) e, Z - sincronia de germinação, que indica quando no mínimo duas sementes germinam juntas (Primack, 1980).

2.5. Delineamento Experimental

Foi empregado o delineamento inteiramente casualizado, sendo cada tratamento constituído de 4 repetições de 25 sementes, com 7 tratamentos para a superação de dormência de sementes de *P. morifolia* e 19 tratamentos para superação de dormência de *P. cincinnata*.

2.6. Análise estatística dos dados

Os dados obtidos para *P. morifolia* e *P. cincinnata* foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey e Scott Knott, respectivamente, a 5% de probabilidade por meio do programa computacional SISVAR (Ferreira, 2008).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

No início dos experimentos o grau de umidade das sementes de *P. morifolia* foi de 11,99% e de *P. cincinnata*, 11,04%. Estes valores são semelhantes aos relatados por Marostega et al. (2017), onde encontraram valores de 9,44 e 11,47% para *P. cincinnata* e *P. morifolia*, respectivamente.

a) *Passiflora morifolia*

Para a germinabilidade (GERM%) das sementes de *Passiflora morifolia* foram observadas diferenças estatísticas entre os tratamentos (Tabela 1).

Tabela 1 – Germinabilidade (GERM%), Tempo Médio de Germinação (TMG), Velocidade Média de Germinação (VMG), Incerteza de Germinação (U) e Sincronia de Germinação (Z) tratadas visando superação da dormência de sementes de *Passiflora morifolia*, Cáceres – MT. UNEMAT, 2019.

Tratamentos	GERM (%)	TMG (dias)	VMG	U (bits)	Z
<i>P. morifolia</i>					
T ₁ (Lixa)	6 c	9,58 b	0,1070 c	0,3962 a	--
T ₂ (Água 50°C; 5 min)	0 d	--	0,0000 d	0,0000 a	--
T ₃ (GA ₃ 400 mg L ⁻¹ ; 5 horas)	22 b	8,23 ab	0,1225 bc	1,7519 b	0,1500 b
T ₄ (GA ₃ 1000 mg L ⁻¹ ; 5 horas)	57 a	6,19 a	0,1615 a	0,4226 a	0,8321 a
T ₅ (Lixa + GA ₃ 400 mg L ⁻¹ ; 5 horas)	60 a	7,08 a	0,1414 ab	1,7317 b	0,3463 b
T ₆ (Lixa + GA ₃ 1000 mg L ⁻¹ ; 5 horas)	60 a	7,49 ab	0,1346 b	1,5478 b	0,4093 b
T ₇ (Sementes sem tratamento)	4 c	8,00 ab	0,1250 bc	0,0000 a	--
CV (%)	15,79	12,19	9,59	53,13	33,52

Médias seguidas pela mesma letra, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Observa-se que tratamentos de embebição em ácido giberélico na concentração de 1000 mg L⁻¹ (T₄) e a escarificação associada com a embebição em ácido giberélico nas concentrações de 400 e 1000 mg L⁻¹ (T₅ e T₆) foram os tratamentos que obtiveram maiores percentuais de germinação, 57, 60 e 60%, respectivamente. Corroborando com os resultados obtidos, Rezazadeh e Stafne (2018) avaliando quatro diferentes tratamentos pré-germinativos no aumento do potencial de germinação de sete espécies de *Passiflora*, concluíram que a escarificação e a associação com GA₃ a 1000 mg L⁻¹ por 24 horas foram eficientes

para o aumento da porcentagem de germinação de *P. maliformis* e *P. tripartita* var. *mollissima*.

A escarificação mecânica e química pode provocar fissuras no tegumento das sementes, aumentando a permeabilidade, o que permite o processo de embebição, acelerando o início da germinação (Franke e Baseggio, 1998). Segundo Carvalho e Nakagawa (2012), a ruptura do tegumento causada pela escarificação mecânica é capaz de permitir o aumento da permeabilidade a água e gases.

Os tratamentos utilizando ácido giberélico nas concentrações de 400 e 1000 mg L⁻¹ diferiram entre si, com valores de 22 e 57% de germinação, respectivamente. O emprego do ácido giberélico em maiores concentrações como tratamento pré-germinativo na superação de dormência tem sido utilizado por promover bons resultados. Marostega et al. (2017) observaram que a imersão de sementes de espécies de *Passiflora* em ácido giberélico na concentração de 1000 mg L⁻¹ por 6 horas proporcionou germinação de 26% para *P. nitida*, 15% para *P. foetida*, 19% para *P. eichleriana*, 24% para *P. alata*, 8% para *P. cincinnata*, 86% para *P. suberosa*, 68% para *P. morifolia* e 54% para *P. tenuifila*.

Na Tabela 1 verifica-se menor tempo médio de germinação (TMG) de sementes de *P. morifolia* com a utilização dos tratamentos com ácido giberélico, em todas as concentrações, com e sem escarificação, como também para sementes sem tratamento. Vale ressaltar que o TMG reduzido para as sementes sem tratamento (T₇) não evidencia o sucesso do tratamento, e que neste caso as poucas sementes germinadas no tratamento aconteceu de forma rápida, ou seja, nos primeiros dias do teste. Maior tempo médio de germinação foi obtido quando as sementes foram apenas lixadas, apresentando germinação em aproximadamente 9 dias após a instalação do experimento. Para VMG, a superioridade dos resultados encontra-se nos tratamentos T₃ (GA₃ 1000 mg L⁻¹; 5 horas) e T₆ (Lixa + GA₃ 400 mg L⁻¹; 5 horas).

Cadorin et al. (2017) estudando tratamentos pré-germinativos em sementes de *Passiflora ligularis* por meio de temperatura e ácido giberélico, observaram redução do tempo médio de germinação com a embebição de sementes em 100 mg L⁻¹ de GA₃ por 15 minutos, quando comparado a sementes sem tratamento. As giberelinas destacam-se pela eficiência em promover a superação de dormência em sementes, pois, tratam-se de hormônios que estão envolvidos na modulação do

desenvolvimento do ciclo vegetal, aumentando o crescimento do embrião e controlando o crescimento do eixo embrionário (Taiz e Zeiger, 2013; Cavusoglu e Sulusoglu, 2015).

Os resultados obtidos mostram que houve diferença estatística entre os tratamentos para as variáveis de incerteza (U) e sincronia (Z) de germinação. Sementes sem tratamento, embebidas em água a 50 °C por 5 minutos, escarificadas em lixa e embebidas em GA₃ (1000 mg L⁻¹ por 5 horas) apresentaram melhores valores de incerteza: 0,0000; 0,0000; 0.3962 e 0.4226, respectivamente. O baixo valor de incerteza confirma a rápida germinação do total de sementes de determinado tratamento concentrado nos primeiros dias do teste de germinação, no entanto, não evidenciam o sucesso do tratamento para a superação de dormência. De acordo com Carvalho et al. (2015) a incerteza relaciona-se com a distribuição da frequência relativa de germinação. Ou seja, baixos valores para incerteza indicam que a germinação está mais concentrada em um determinado tempo.

A utilização de GA₃ (1000 mg L⁻¹; 5 horas) foi o tratamento que apresentou maior índice de sincronização (Z), enquanto os demais tratamentos não apresentaram diferença entre si. O índice de sincronização é calculado apenas se duas sementes ou mais germinarem ao mesmo tempo. Este valor remete a sincronia da germinação, ou seja, o grau de germinação de sobreposição. Z será 1 quando a germinação de todas as sementes ocorrer ao mesmo tempo, Z se aproxima de zero quando pelo menos duas sementes podem germinar uma em cada tempo (Ranal e Santana, 2006).

b) *Passiflora cincinnata*

Na Tabela 2 encontram-se os resultados das variáveis obtidas através do teste de germinação dos 19 tratamentos para a superação da dormência. Germinabilidade (GERM%), Tempo Médio de Germinação (TMG), Velocidade Média de Germinação (VMG), Incerteza de Germinação (U) e Sincronia de Germinação (Z); de sementes de *P. cincinnata*.

Tabela 2 - Germinabilidade (GERM%), Tempo Médio de Germinação (TMG), Velocidade Média de Germinação (VMG), Incerteza da Germinação (U) e Sincronia de Germinação (Z) de sementes de *Passiflora cincinnata* tratadas visando superação de dormência. Cáceres – MT. UNEMAT, 2019.

Tratamentos	GERM (%)	TMG (dias)	VMG	U (bits)	Z
T ₁ (Lixa)	4 c	18,50 b	0,0564 b	0,00 a	--
T ₂ (Água 50°C; 5 minutos)	0 d	--	0,0000 c	0,00 a	--
T ₃ (GA ₃ 400 mg.L ⁻¹ ; 5 horas)	0 d	--	0,00 00c	0,00 a	--
T ₄ (GA ₃ 1000 mg.L ⁻¹ ; 5 horas)	0 d	--	0,0000 c	0,00 a	--
T ₅ (Lixa + GA ₃ 400 mg.L ⁻¹ ; 5 horas)	7 c	11,45 a	0,0955 a	0,4795 a	0,1666 b
T ₆ (Lixa + GA ₃ 1000 mg.L ⁻¹ ; 5 horas)	12 b	12,67 a	0,0764 b	1,2304 b	0,0250 b
T ₇ (Sementes sem tratamento)	0 d	--	0,0000 c	0,0000 a	--
T ₈ (GA ₃ 2000 mg.L ⁻¹ ; 12 horas)	4 c	11,00 a	0,0940 a	0,0000 a	--
T ₉ (GA ₃ 3000 mg.L ⁻¹ ; 12 horas)	22 b	9,88 a	0,1055 a	1,8014 b	0,0964 b
T ₁₀ (Lixa + GA ₃ 2000 mg.L ⁻¹ ; 12 horas)	13 b	9,03 a	0,1133 a	0,7177 a	0,6166 a
T ₁₁ (Lixa + GA ₃ 3000 mg.L ⁻¹ ; 12 horas)	14 b	10,66 a	0,0986 a	1,2508 b	0,1083 b
T ₁₂ (Promalin [®] 0,03%; 6 horas)	6 c	11,12 a	0,0912 a	0,5000 a	0,0000 b
T ₁₃ (Promalin [®] 0,03%; 12 horas)	22 b	13,10 a	0,0791 b	1,8205 b	0,0928 b
T ₁₄ (Promalin [®] 0,45%; 6 horas)	43 a	10,32 a	0,0972 a	2,1646 c	0,1690 b
T ₁₅ (Promalin [®] 0,45%; 12 horas)	55 a	9,62 a	0,1044 a	2,6220 c	0,1083 b
T ₁₆ (Promalin [®] 0,90%; 6 horas)	49 a	10,26 a	0,0984 a	2,3852 c	0,1361 b
T ₁₇ (Promalin [®] 0,90%; 12 horas)	63 a	9,21 a	0,1086 a	2,6896 c	0,1174 b
T ₁₈ (Promalin [®] 2%; 6 horas)	49 a	9,41 a	0,1066 a	2,4911 c	0,1194 b
T ₁₉ (Promalin [®] 2%; 12 horas)	52 a	8,76 a	0,1145 a	1,8350 b	0,1570 b
CV (%)	25,44	21,56	18,83	44,78	97,78

Médias seguidas pela mesma letra, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Conforme os resultados da Tabela 2 verificam-se que para sementes de *P. cincinnata*, o tratamento T₁₄, T₁₅, T₁₆, T₁₇, T₁₈ e T₁₉ foram estatisticamente superiores aos demais, apresentando germinação acima de 43%. O resultado do presente estudo é discordante do encontrado por Moura et al. (2018) que observaram maior porcentagem de emergência de plântulas de *P. cincinnata* com a utilização de

Promalin® na concentração de 0,03%, o regulador promoveu o aumento de 2 para 65% a taxa de emergência das plântulas.

A combinação de giberelinas com citocinina promove a germinação. O efeito das giberelinas está na ativação do crescimento vegetativo do embrião, no enfraquecimento da camada do endosperma, assim como na mobilização das reservas energéticas; além de atuarem na síntese de proteínas e RNA específicos na germinação, tanto na superação de dormência como no controle da hidrólise de reservas (Amaro et al., 2009). A citocinina é responsável por promover o crescimento da radícula e, atuar no controle da divisão e alongamento celular, regulando os inibidores ativos contidos na semente, o que permite a ação das giberelinas (Horcat e Letham, 1990; Taiz e Zeiger, 2013).

Os tratamentos de superação de dormência das sementes reduziram o tempo médio de germinação (TMG) com vantagem para os que foram submetidos à escarificação em lixa, reduzindo para 8 a 13 dias, a germinação das sementes. Os resultados confirmam a eficácia dos tratamentos com Promalin® e ácido giberélico na diminuição do tempo médio de germinação das sementes dessa espécie, o que está de acordo com resultados de Amaro et al. (2009), que observaram consequente diminuição do tempo médio de germinação (TMG) das sementes de *P. cincinnata*, conforme as concentrações de Promalin® foram aumentadas (0, 100, 200, 300, 400, 500 mg L⁻¹).

Os resultados obtidos para VMG mostraram índices médios diferentes para os diversos tratamentos de superação de dormência. Os tratamentos T₁₉, T₂₀, T₂₈, T₃₀, T₃₁ e T₃₂ apresentaram melhores resultados para velocidade média de germinação.

Valores de incerteza de germinação (U) acima de zero encontrado neste trabalho revelam o processo de germinação de *P. cincinnata* espalhados em relação ao tempo médio, com alto grau de incerteza. Pode-se perceber que nos tratamentos em que a germinação é nula ou apresenta baixa porcentagem, os valores de incerteza tendem a ser zero, explicando que quando houve germinação, esta ocorreu em curto período de tempo concentrada. Santana et al. (2010) encontraram valores próximos de incerteza para *Kielmeyera coriácea*, tanto o processo de germinação como o de emergência revelaram alto grau de incerteza.

Para o tratamento T₂₀ (Lixa + GA₃ 2000 mg L⁻¹ 12 horas), a sincronia de germinação, que mede a uniformidade de germinação, foi superior aos demais. Diante dos resultados de sincronia, é possível observar que embora os tratamentos para superação de dormência tenham aumentado a porcentagem de germinação de sementes de *P. cincinnata*, não houve sincronia de germinação. Lopes e Franke (2011) explicam que a assimetria da distribuição da sincronia mostra que a heterogeneidade da germinação é devida a uma maioria de sementes que demoram a germinar ou a uma minoria de sementes que germinam rapidamente (ou devida a ambos os casos).

Resultados semelhantes foram relatados por Junghans e Junghans (2017) que avaliando o vigor de sementes e a emergência de plântulas de dois acessos de *P. cincinnata* durante três períodos de armazenamento notaram que a sincronia de emergência, foi desuniforme, com valores próximos a zero. Ranal e Santana (2006) explicam que quanto mais próximo a um forem os valores de sincronia, maior será a germinação das sementes ocorrendo ao mesmo tempo. Pelo contrário, quando os valores se aproximarem de zero, indicarão que pelo menos duas sementes podem germinar uma em cada tempo.

Devido à desuniformidade e baixo percentual de germinação, sugere-se que as características de incerteza e sincronia sejam incluídas na seleção de genótipos superiores no melhoramento genético de *P. cincinnata*, para posterior utilização na agricultura.

4. CONCLUSÕES

A superação da dormência de sementes de *P. cincinnata* é obtida com solução de Promalin® nas concentrações de 0,45, 0,90 e 2% por 6 e 12 horas de embebição.

Para a superação de dormência de sementes de *P. morifolia* o ácido giberélico (GA₃) é eficaz na concentração de 1000 mg L⁻¹ por 5 horas, por garantir melhores resultados de germinabilidade, incerteza e sincronia de germinação.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMARO, A. C. E.; ZUCARELI, V.; MISCHAN, M. M.; FERREIRA, G. Combinações entre GA₄₊₇ + n-(fenilmetil)-aminopurina e Ethephon na germinação de sementes de *Passiflora cincinnata* MAST. **Revista Brasileira de Sementes**, v.31, n.1, p.195-202, 2009.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília: Coordenação de Laboratório Vegetal, Departamento de Defesa Vegetal, p.399, 2009.
- CADORIN, D. A.; VILLA, F.; DALASTRA, G. M.; HEBERLE, K.; ROTILI, M. C. C. Tratamentos pré-germinativos em sementes de granadilha (*Passiflora ligularis*). **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v.16, n.3, p.256-261, 2017.
- CARVALHO, F. J.; AGUIAR, L. M.; ALMEIDA, L. F. V. Análise de germinação em variedades de rabanete. **Enciclopédia Biosfera**, v.11 n.21; p.60, 2015.
- CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 5.ed. Jaboticabal: FUNEP, p.590, 2012.
- CAVUSOGLU, A.; SULUSOGLU, M. The effects of exogenous gibberellin on seed germination of the fruit species. **Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi** v.8, p.6-9, 2015.
- FARIAS, J. A.; HOPPE, J. M. Aspectos ecológicos da produção de sementes florestais. In: HOPPE, J. M. (Eds). **Produção de Sementes e Mudanças Florestais**. Caderno Didático n.1, 2ª Ed. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, RS, 388p. 2004.
- FERREIRA, D. F. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Symposium**. v.6, p.36-41, 2008.
- FRANKE, L. B.; BASEGGIO, J. Superação da dormência de sementes de *Desmodium incanum* DC. e *Lathyrus nervosus* Lam. **Revista Brasileira de Sementes**, v.20, n.2, p.420-424, 1998.
- HORCAT, C.H.; LETHAM, D.S. Biosynthesis of cytokinin in germination seeds of *Zea mays*. **Journal of Experimental Botany**, v.41, p.1525-1528, 1990.
- JUNGHANS, T. G.; JUNGHANS, D. T. Armazenamento e vigor de sementes de dois acessos de *Passiflora cincinnata*. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Mandioca e Fruticultura**, Cruz das Almas, BA, 2017.
- LABOURIAU, L. G. **A germinação das sementes**. Organização dos Estados Americanos. Programa Regional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico. Série de Biologia. p.174, 1983.
- LABOURIAU, L.G.; VALADARES, M.E.B. On the germination of seeds of *Calotropis procera* (Ait.) Ait. f. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v.48, n.2, p.263-284, 1976.

LIMA, A. A.; BORGES, A. L.; FANCELLI, M.; CARDOSO, C. E. L. Maracujá: Sistema de Produção Convencional. In: **Maracujá : avanços tecnológicos e sustentabilidade**. PIRES, M. M.; SÃO JOSÉ, A. R.; CONCEIÇÃO, A. O. (organizadores). – Ilhéus : Editus, p.237, 2011.

LOPES, R. R.; FRANKE, L. B. Aspectos térmico-biológicos da germinação de sementes de cornichão anual sob diferentes temperaturas. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.40, n.10, p.2091-2096, 2011.

MAGUIRE, J.D. Speed of germination - aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, v.2, p.176-177, 1962.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. 2.ed. Londrina: ABRATES. p.659, 2015.

MAROSTEGA, T. N.; CUIABANO, M. N.; RANZANI, R. E.; LUZ, P. B.; SOBRINHO, S. P. Efeito de tratamento térmico na superação de dormência de sementes de *Passiflora suberosa* L. **Bioscience Journal**, v.31, n.2, p.445-450, 2015.

MAROSTEGA, T. N.; LUZ, P. B.; TAVARES, A. R.; NEVES, L. G.; SOBRINHO, S. P. Methods of breaking seed dormancy for ornamental passion fruit species. **Ornamental Horticuture**. v.23, n.1, p.72-78, 2017.

MARQUES, F.R.F.; MEIADO, M.V.; CASTRO, N.M.C.R.; CAMPOS, M.L.O.; MENDES, K.R.; SANTOS, O.O.; POMPELLI, M.F. GerminaQuant: A new tool for germination measurements. **Journal of Seed Science**, v.37, n.3, p.248-255, 2015.

MELETTI, L.M.M.; FURLANI, P.R.; ÁLVARES, V.; SOARES-SCOTT, M.D.; BERNACCI, L.C.; AZEVEDO FILHO, J.A. Novas tecnologias melhoram a produção de mudas de maracujá. **O Agrônômico**, v.54, n.1, p.30-33, 2002.

MOURA, R. S.; COELHO FILHO, M. A.; GHEYI, H. R.; JESUS, O. N.; LIMA, L. K. S.; JUNGHANS, T. G. Overcoming dormancy in stored and recently harvested *Passiflora cincinnata* Mast. seeds. **Bioscience Journal**, v.34, n.5, p.1158-1166, 2018.

OLIVEIRA JUNIOR, M. X.; JOSE, A. R. S.; REBOUÇAS, T. N. H.; MORAIS, O. M.; DOURADO, F. W. N. Superação de dormência de maracujá-do-mato (*Passiflora cincinnata* MAST.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.32, n.2, p.584-590, 2010.

PRIMACK, R.B. Variation in the phenology of natural populations of montane shrubs in New Zealand. **Journal of Ecology**, v.68, n.3, p.849-862, 1980.

RANAL, M.A. & SANTANA, D.G. How and why to measure the germination process? **Revista Brasileira de Botânica**, v.29, n.1, p.1-11, 2006.

REZAZADEH, A.; STAFNE, E. T. Comparison of Seed Treatments on the Germination of Seven Passion Fruit Species. **International Journal of Current Microbiology and Applied Science**, v.7 n.11 p.3074-3083, 2018.

SANTANA, D. G.; ANASTÁCIO, M. R.; LIMA, J. A.; MATTOS, M. B. Germinação de sementes e emergência de plântulas de pau-santo: uma análise crítica do uso de correlação. **Revista Brasileira de Sementes**, v.32, n.3, p.134-140, 2010.

SANTOS, T. M.; FLORES, P. S.; OLIVEIRA, S. P.; SILVA, D. F. P.; BRUCKER, C. H. Tempo de armazenamento e métodos de quebra de dormência em sementes do maracujá-de-restinga. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v.2, n.1, p.26-31, 2012.

SIMONETTI, L. M.; SOUSA, M. C.; SILVA, M. B.; RODRIGUES, L. F. O. S.; LEONEL, S.; TECCHIO, M. A. Germinação de sementes de maracujá “BRS Rubi do Cerrado” após a aplicação de ácido giberélico. **Revista Cultivando o Saber**. V.10, n.4, p.470-478, 2017.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5 ed. Porto Alegre: Artmed. p.954, 2013.

5. CAPÍTULO 2 – TESTE DE RAIOS-X E ANÁLISE DE IMAGEM DE SEMENTES DE *Passiflora* EM FUNÇÃO DE DIFERENTES ESTÁDIOS DE MATURAÇÃO DOS FRUTOS

1. INTRODUÇÃO

A fruticultura no Brasil tem se expandido cada vez mais nas últimas décadas, assumindo papel importante tanto na economia como na cadeia alimentar do país (Coelho et al., 2016). Diante da diversificação do mercado de frutas produzidas no Brasil, o maracujá ganha destaque na economia nacional, com produção de aproximadamente 554 mil toneladas no ano de 2017 (IBGE, 2017).

As espécies de maracujá apresentam forte potencial de consumo *in natura* e produção de suco concentrado do fruto, além de expressiva utilização como espécies ornamentais e medicinais. No mercado de alimento, são cultivadas poucas espécies de passifloras, prevalecendo a utilização do maracujá-amarelo (*Passiflora edulis*) e, em menor proporção, do maracujá-doce (*Passiflora alata*) (Braga et al., 2006).

Apesar da representatividade da cultura, o plantio comercial do maracujazeiro no Brasil possui apenas 40 anos e ainda apresenta limitações de diversas ordens para a ascensão. Exemplos dos fatores que impedem o aumento da produção são o custo da mão-de-obra, os avanços de pragas e doenças, grandes despesas com fertilizantes e adubos e, principalmente, dificuldades junto às agroindústrias de processamento, devido aos preços de mercado oscilantes (São José e Pires, 2011; Pires et al., 2011).

Espécies não cultivadas de maracujá têm contribuído significativamente no melhoramento genético de espécies comerciais, pois apresentam características de resistência a doenças e pragas, longevidade, adaptabilidade a condições adversas de clima, período de florescimento amplo, maiores concentrações de componentes químicos utilizados nas indústrias farmacêuticas, e outras potencialidades ainda não exploradas. Entre essas espécies, destacam-se *P. setacea*, *P. cincinnata*, *P. caerulea*, *P. incarnata*, *P. maliformis*, *P. foetida*, *P. nitida*, *P. quadrangularis* e *P. morifolia* (Meletti et al., 2005).

Métodos automatizados permitem a categorização de sementes por meio de imagens, sendo eficientes por permitir a identificação de sementes de cores diversas, a presença de danos mecânicos e a classificação de diferentes tamanhos. Dessa forma, a análise de imagem tem sido adotada por ser uma metodologia rápida, objetiva, pouco onerosa e compacta na classificação de sementes (Granitto et al., 2005; Andrade et al., 2016). A literatura tem documentado diversos trabalhos a respeito da análise de imagem, a fim de estabelecer padrões de vigor em sementes (Kobori et al., 2012; Amaral et al., 2011; Carvalho et al., 2009; Mondo e Cícero, 2005).

Dentre os métodos de avaliação da morfologia interna das sementes, destaca-se a análise por meio do teste de raios-X, indicado pelo ISTA – International Seed Testing Association (ISTA, 1995). O teste de raios-X propicia a avaliação rápida e eficiente das estruturas internas das sementes na maioria das espécies agrícolas e florestais, além de ser um método não destrutivo, onde a semente analisada pode ser utilizada novamente em outros métodos para avaliar a qualidade. É uma técnica muito utilizada na seleção de sementes para composição de bancos de germoplasma, garantindo assim o armazenamento daquelas com maior viabilidade, fornecendo informações sobre as anormalidades morfológicas ou danos eventualmente existentes que possam prejudicar a germinação (Mattos e Medeiros, 2000).

Outra técnica que pode ser utilizada na avaliação da morfologia de sementes é o uso da análise computadorizada, que objetiva, por meio da captura das imagens de sementes, a categorização das características agregadas ao tamanho, cor, forma, textura, dentre outros, adquiridos de maneira rápida. Entretanto, estudos relativos à análise computadorizada de sementes são incipientes, necessitando de pesquisas pertinentes a esse aspecto, principalmente no que se refere à associação de metodologias para avaliar a qualidade de sementes mediante suas características morfológicas (Sako et al., 2001; Pinto et al., 2015; Andrade et al., 2016). Dessa maneira, técnicas de análise de imagens podem auxiliar na escolha do ponto ideal de maturidade fisiológica de sementes de *Passiflora*.

Diante o exposto, o objetivo do presente trabalho é avaliar a qualidade de sementes de *Passiflora* em função do estágio de desenvolvimento do fruto por meio de teste de raios-X e análise de imagem através do sistema GroundEye®.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Área de estudo

O experimento foi realizado no laboratório de Sementes e Plantas Ornamentais do Campus Universitário de Cáceres – MT, da Universidade do Estado de Mato Grosso “Carlos Alberto Reys Maldonado” – UNEMAT e no Laboratório Central de Sementes da Universidade Federal de Lavras - MG.

2.2. Objeto de estudo

Foram estudadas as espécies *Passiflora cincinnata* e *Passiflora morifolia*, em quatro estádios de maturação dos frutos, representados na Figura 1. As sementes utilizadas nos experimentos foram obtidas do Banco Ativo de Germoplasma (BAG) implantado no campo experimental em área adjacente ao Campus Universitário de Cáceres. A região onde as sementes foram coletadas apresenta clima Tropical (Aw), com inverno seco, verão chuvoso e temperatura média anual de 26 °C, podendo chegar a 41 °C. A pluviosidade anual é de aproximadamente 1.335 mm, concentrada principalmente nos meses de dezembro a março (Neves et al., 2011).

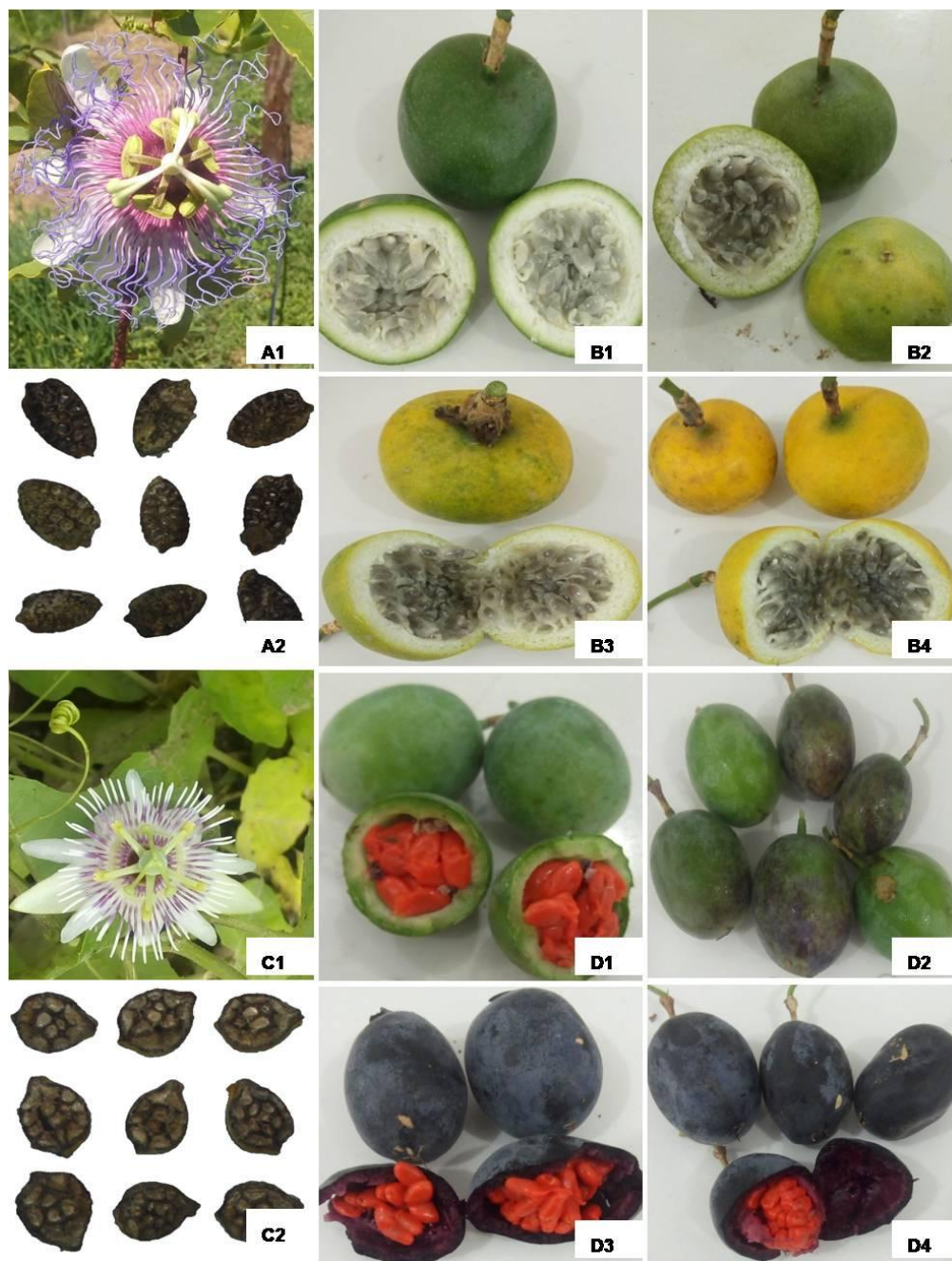


Figura 1 – A1 e A2 – Flor e semente de *Passiflora cincinnata*, respectivamente. B1, B2, B3, B4 – Estádios de maturação de frutos de *Passiflora cincinnata*: verde, “de vez”, maduro e senescente, respectivamente. C1 e C2 – Flor e semente de *Passiflora morifolia*, respectivamente. D1, D2, D3, D4 – Estádios de maturação de frutos de *Passiflora morifolia*: verde, “de vez”, maduro e senescente, respectivamente. Cáceres – MT. UNEMAT, 2019.

2.3. Preparo do experimento

As sementes foram obtidas de frutos em quatro estádios de maturação: verde, “de vez”, maduro e senescente (Tabela 1). Depois de colhidos, os frutos passaram por processo de extração e limpeza das sementes. A polpa e as sementes foram atritadas sobre peneira com cal hidratada, com posterior lavagem em água

corrente até a retirada completa da mucilagem. Após o processo de limpeza, as sementes ficaram sobre papel absorvente em bancada por 24 horas em temperatura ambiente ($\pm 25\text{ }^{\circ}\text{C}$) para secagem. Em seguida, as sementes foram acondicionadas em vidros transparentes, fechados hermeticamente e armazenadas em câmara fria com temperatura de aproximadamente $7\text{ }^{\circ}\text{C}$ até o momento da instalação do experimento (6 meses).

Tabela 1 - Estádios de maturação de frutos de *Passiflora cincinnata* e *Passiflora morifolia* de acordo com o número de dias da antese até a colheita dos frutos. Cáceres – MT. UNEMAT, 2019

Estádios de maturação	Número de dias da antese até a colheita dos frutos
<i>P. cincinnata</i>	
Estádio 1 - Verde	43
Estádio 2 – “De vez”	53
Estádio 3 - Maduro	63
Estádio 4 - Senescente	73
<i>P. morifolia</i>	
Estádio 1 - Verde	27
Estádio 2 - “De vez”	32
Estádio 3 - Maduro	37
Estádio 4 - Senescente	42

2.4. Determinação do grau de umidade

A determinação do grau de umidade foi realizada de acordo com o método da estufa ($105 \pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$ por 24 horas), proposto por Brasil (2009). Foram utilizadas duas amostras de 20 sementes para cada um dos estádios das duas espécies de *Passiflora* após o armazenamento. Os resultados foram expressos em porcentagem.

2.5. Teste de raios-X das sementes

As sementes das duas espécies estudadas foram fixadas em folhas transparentes com fita dupla-face em delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições de 50 sementes para cada estágio de maturação. Para obtenção das imagens radiográficas, as sementes dispostas nas folhas transparentes foram

submetidas à exposição de raios-X, por meio do equipamento Faxitron MX-20 DC 12, com ajuste automático do tempo de exposição e intensidade de radiação.

Após obtenção das imagens as sementes foram classificadas em: cheias (SC) e vazias (SV).

2.6. Análise de imagem das sementes

A captura das imagens foi realizada em alta resolução, pelo equipamento GroundEye[®], constituído de um aparelho de captação de informações composto por esteira transportadora e análise em tempo real por vídeo, aliado ao software (Tbit, 2014). Para captura das imagens, foram colocadas na bandeja de leitura (bandeja de acrílico transparente do equipamento) quatro repetições de 50 sementes fixadas em folhas transparentes com fita dupla-face perfazendo quatro repetições para cada estágio de maturação das sementes das duas espécies.

Após a captura das imagens das sementes pelo GroundEye[®], o software gerou planilhas das informações capturadas. Neste estudo foram avaliados 10 descritores de cor e sete de geometria. Os 10 descritores relacionados à cor foram: as dominâncias de cores: preta, celestial, ciano, cinza escuro, oliva, laranja, amarela e vermelha, além da intensidade e brilho das cores. Para geometria, os sete descritores foram: Área, Circularidade, Esfericidade da forma, Diâmetro máximo, Diâmetro mínimo, Perímetro e Afinamento. Todos os dados foram calculados automaticamente pelo software (Tbit, 2014).

2.7. Superação de dormência das sementes

As sementes provenientes do teste de raios-X e da análise de imagem foram utilizadas para montagem do teste de germinação, sendo previamente empregado tratamento para superação da dormência. A superação da dormência foi realizada utilizando os seguintes protocolos:

- a) *P. cincinnata*: As sementes foram embebidas em solução de Promalin[®] (GA_{4+7} + N-(fenilmetil)-aminopurina) na concentração de 0,90% por 12 horas em BOD a 30 °C, na ausência de luz.
- b) *P. morifolia*: As sementes foram embebidas em solução de GA_3 (ácido giberélico) na concentração de 1000 ppm (1000 mg L^{-1}) por 5 horas em BOD a 30 °C, na ausência de luz.

2.8. Teste de Germinação

Para o teste de germinação utilizou-se as sementes previamente tratadas para a superação da dormência, provenientes do teste de raios-X e da análise de imagem, conservando-se os mesmos tratamentos, com delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições de 50 sementes para cada tratamento. As sementes foram dispostas em caixas de acrílico transparente (Gerbox), utilizando como meio de germinação duas folhas de papel mata-borrão umedecidas com água destilada, em uma proporção de duas vezes e meia a massa do papel seco. As caixas foram acondicionadas dentro de sacos de polietileno transparentes, para a manutenção da umidade, e mantidas em câmara de germinação (BOD), com alternância de temperatura de 20 – 30 °C na ausência de luz por um período de 30 dias.

Procedeu-se a avaliação do teste de germinação de acordo com as Regras Para Análise de Sementes (Brasil, 2009). Durante os 30 dias de experimento anotou-se a quantidade de sementes que emitiram radícula, considerando semente germinada aquela que apresentou rompimento do tegumento e emissão de radícula com pelo menos 2 mm de comprimento (Haddas, 1976).

Todos as variáveis de germinação do presente trabalho foram calculados utilizando-se o software GerminaQuant 1.0 (Marques et al., 2015), onde, ao término das observações, foram calculados a germinabilidade (%) (transformada em arco seno %), o TMG - tempo médio de germinação (Labouriau, 1983), VMG – velocidade média de germinação (Maguire, 1962), U - incerteza de germinação, medida que indica se o processo ocorreu ou não (Labouriau e Valadares, 1976) e Z - sincronia de germinação, que indica quando no mínimo duas sementes germinam juntas. (Primack, 1980).

2.9. Análise estatística dos dados

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade por meio do programa computacional SISVAR (Ferreira, 2008).

Realizou-se a correlação entre as classes de sementes observadas no teste de raios-X e na análise de imagem com os dados de germinabilidade, apresentados pelo teste de germinação, considerando-se as variáveis: porcentagem de semente cheia, porcentagem de semente vazia, dominância das cores: preta, celestial, ciano,

cinza escuro, oliva, laranja, amarelo, vermelho, dados de geometria: área, circularidade, esfericidade, diâmetro máximo, diâmetro mínimo, perímetro, afinamento; intensidade da cor, brilho e germinabilidade. Adotou-se como ferramenta estatística o software Microsoft Excel para análise da correlação linear de Pearson.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Grau de umidade

O grau de umidade, por ocasião da coleta dos frutos, foi de 9,55; 9,98; 9,29 e 9,62%, respectivamente para os estádios 1, 2, 3 e 4 de sementes de *P. cincinnata*. Para *P. morifolia*, os valores foram de 12,83; 13,77; 12,59 e 13,21% igualmente para os estádios 1, 2, 3 e 4. Para ambas as espécies, o grau de umidade foi determinado após a armazenagem. Nota-se que houve pouca variação nos valores de umidade em função do estágio de maturação dos frutos, nesse sentido resultados contrastantes foram encontrados por Araújo et al. (2007) pois, os autores observaram decréscimo do teor de água das sementes de *P. edulis* dos 55 para os 60 dias e acréscimo em frutos com 65 dias pós antese.

Os resultados de umidade demonstram que as sementes foram secas e armazenadas corretamente. Segundo Garcia et al. (2008) o alto grau de umidade das sementes é uma das principais causas da perda do poder germinativo durante o armazenamento. Valores superiores a 20% podem ocasionar o aquecimento da massa de sementes a uma temperatura letal, além de aumentar a taxa respiratória e a ação de microorganismos (Desai et al., 1997).

3.2. Classificação das sementes pelo teste de raios-X

A exposição das sementes das espécies de *Passiflora* aos raios-X, em intensidade de radiação de 35 kV por 14,1 segundos, foi condição ideal para uma ótima visualização da morfologia interna das sementes. Em testes de raios-X, a qualidade da imagem está diretamente relacionada com a intensidade de radiação e tempo de exposição.

O exame das imagens das sementes de *P. cincinnata* e *P. morifolia*, obtidas pelo teste de raios-X, permitiu avaliar as condições internas das sementes e seguindo as indicações das Regras Para Análise de Sementes (Brasil, 2009) foi

possível classificar as sementes em “semente cheia” ou “semente vazia”, conforme a Figura 2.

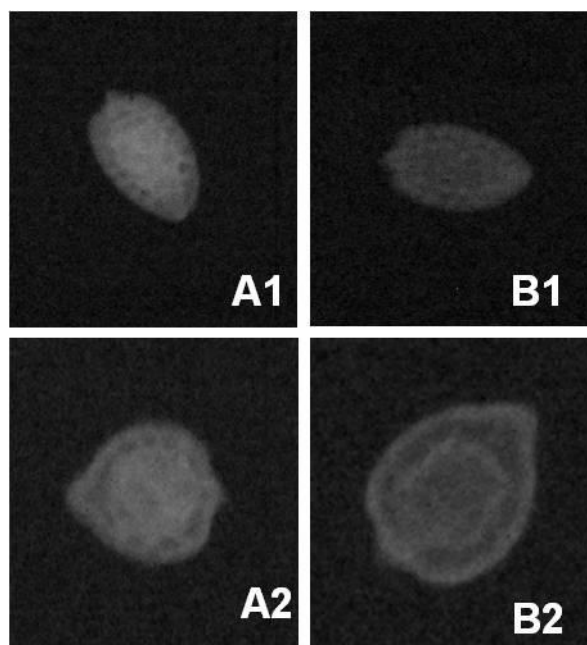


Figura 2 - Sementes de *Passiflora cincinnata* e *Passiflora morifolia* classificadas através da análise das imagens de raios-X. A1 e A2 – Semente cheia de *Passiflora cincinnata* e *Passiflora morifolia*, respectivamente. B1 e B2 – Semente vazia de *Passiflora cincinnata* e *Passiflora morifolia*, respectivamente.

Foi observada diferença significativa entre as categorias “cheia” e “vazia” classificadas pelo teste de raios-X e os estádios de maturação das sementes de *P. cincinnata* e *P. morifolia*. Na Tabela 2, observa-se a porcentagem de sementes viáveis e não viáveis, sendo as sementes cheias consideradas viáveis e sementes vazias consideradas inviáveis.

Tabela 2 - Sementes de *Passiflora cincinnata* e *Passiflora morifolia*, em função do estágio de maturação dos frutos, obtidas nas categorias cheia e vazia com o teste de raios-X

Estádio de maturação dos frutos	Classificação Raios-X	
	Semente cheia (%)	Semente vazia (%)
<i>Passiflora cincinnata</i>		
Estádio 1 - Verde	94 b	6 b
Estádio 2 – “De vez”	98 a	2 a
Estádio 3 - Maduro	96 ab	4 ab
Estádio 4 - Senescente	98 a	2 a
CV (%)	1,96	32,49
<i>Passiflora morifolia</i>		
Estádio 1 - Verde	89 b	11 c
Estádio 2 – “De vez”	98 a	2 ab
Estádio 3 - Maduro	94 ab	6 ab
Estádio 4 - Senescente	99 a	1 a
CV (%)	3,24	31,67

Médias seguidas pela mesma letra na vertical não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

De acordo com a Tabela 2, pelas imagens radiografadas pelo teste de raios-X verifica-se que os estádios 2 e 4 foram superiores ao estágio 1 para ambas as espécies, quanto à porcentagem de sementes cheias. Os lotes que possuem maior porcentagem de sementes cheias são classificados como superiores aos demais e podem promover melhores resultados no teste de germinação. O resultado deste trabalho foi semelhante ao encontrado por Fernandes et al. (2016), ao avaliarem a morfologia interna de sementes de fisális (*Physalis peruviana* L.) em três estádios de maturação através do teste de raios-X; os autores observaram que as sementes de frutos mais maduros tiveram melhores resultados pelo teste de raios-X.

A categoria de sementes cheias para todos os estádios de maturação das duas espécies foi a que apresentou maior porcentagem, entre 94 e 98% para *P. cincinnata* e 89 a 99% para *P. morifolia*. Esses valores foram próximos aos encontrados por Severiano et al. (2018) que, ao avaliarem a qualidade de sementes de maracujá azedo (*P. edulis*) submetidas a diferentes métodos de remoção de arilo,

observaram que a maioria das sementes se encontram na categoria “bem formada”, pelo teste de raios-X, com médias superiores a 96,5% de sementes cheias. Simak et al. (1989) afirmam que apesar do teste de raios-X não ser o método mais eficaz para avaliar a viabilidade e o vigor de sementes, pode identificar danos morfológicos capazes de afetar o potencial fisiológico.

Os quatro estádios de maturação das sementes de *P. cincinnata* e *P. morifolia* apresentaram baixa porcentagem de sementes vazias, porém de acordo com Souza et al. (2008) as sementes vazias afetam a germinação e reduzem a qualidade dos lotes de sementes, além de influenciarem no custo de armazenamento e na eficiência da semeadura, devendo, portanto, serem descartadas antes do armazenamento.

Anteriormente ao advento da técnica de raios-X, as sementes eram identificadas como vazias ao final do teste de germinação, por meio de corte das mesmas. Com os raios-X, as categorias de sementes vazias e/ou mal formadas podem ser detectadas e descartadas, sendo assim, não comprometem a qualidade do lote de sementes (ISTA, 1991).

3.3. Classificação das sementes pela análise de imagem

Com relação à captura de imagens os melhores ajustes encontrados para definição de imagens são descritos a seguir.

A calibração de cor de fundo utilizado foi o modelo CIELab com matiz entre 0,0 e 100,0; saturação entre -30,9 e 29,1 e brilho de -30,9 a -4,5. O tipo de parâmetro de reconhecimento foram sementes em geral, fundo de preenchimento interior selecionado e o tamanho mínimo de descarte de objeto de 0,01 cm². As sementes analisadas pelo software GroundEye[®] no presente trabalho passaram por correção manual das partes excedentes das sementes.

a) *Passiflora cincinnata*

A Tabela 3 apresenta os resultados da classificação de cores das sementes de *P. cincinnata* em função dos quatro estádios de maturação dos frutos, obtida pelo software GroundEye[®]. É possível observar que as sementes obtidas de frutos em estádios mais avançados de maturação (estádios 3 e 4) apresentaram porcentagem de cor preta maior quando comparadas as sementes nos estádios 1 e 2. Para a ocorrência das cores: celestial, ciano e oliva não houve diferença significativa entre

os estádios de maturação dos frutos, sendo que estas cores apresentaram menor porcentagem de predominância.

Tabela 3 – Características de predominância de cor avaliadas (%), Intensidade e Brilho da cor. Classificação das cores de sementes de *Passiflora cincinnata*, coletadas de frutos em quatro estádios de maturação, de acordo com o software GroundEye®. Cáceres – MT. UNEMAT, 2019

Características de predominância de cor avaliadas (%), Intensidade e Brilho da cor.									
Estádios de maturação dos frutos	Preta	Celestial	Ciano	Cinza escura	Oliva	Laranja	Amarela	Intensidade	Brilho
Estádio 1 - Verde	34,21 c	0,00 a	0,00 a	0,39 b	0,03 a	24,62 a	40,73 a	0,23 a	0,28 a
Estádio 2 – “De vez”	65,18 b	0,01 a	0,01 a	0,56 ab	0,02 a	13,98 b	20,21 b	0,19 b	0,23 b
Estádio 3 – Maduro	74,30 a	0,00 a	0,01 a	0,60 ab	0,01 a	14,03 b	11,03 c	0,18 c	0,21 c
Estádio 4 - Senescente	74,31 a	0,00 a	0,00 a	0,69 a	0,01 a	14,07 b	10,89 c	0,17 c	0,21 c
CV (%)	5,55	0,90	0,97	23,91	1,61	13,18	8,21	2,46	2,61

Médias seguidas pela mesma letra na vertical não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. As variáveis de predominância das cores: celestial, ciano e oliva foram transformadas em $(x + 0,5)^{0,5}$.

Tabela 4 - Diâmetro Máximo, Diâmetro Mínimo, Circularidade, Esfericidade da forma, Área, Perímetro e Afinamento de sementes de *Passiflora cincinnata*, em função de quatro estádios de maturação dos frutos. Cáceres – MT. UNEMAT, 2019

Estádios de maturação dos frutos	Diâmetro Máx. (cm)	Diâmetro Mín. (cm)	Circularidade	Esfericidade	Área (cm²)	Perímetro (cm)	Afinamento
Estádio 1 - Verde	0,63 a	0,35 b	0,54 a	18,15 a	0,17 b	1,75 a	0,70 a
Estádio 2 – “De vez”	0,63 a	0,35 b	0,54 a	18,34 a	0,17 b	1,76 a	0,70 a
Estádio 3 – Maduro	0,64 a	0,36 a	0,55 a	18,26 a	0,18 a	1,81 a	0,70 a
Estádio 4 - Senescente	0,63 a	0,35 b	0,55 a	17,92 a	0,17 b	1,74 a	0,70 a
CV (%)	1,85	1,15	1,51	3,82	2,48	2,92	2,73

Médias seguidas pela mesma letra na vertical não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A porcentagem das cores laranja e amarela diminuiu e da cor cinza escura aumentou à medida que os estádios de maturação encontravam-se mais avançados.

Tanto a intensidade como brilho das cores diminuiu com o aumento do tempo de maturação dos frutos de *P. cincinnata*, sendo verificado maior valor de intensidade e brilho no estágio de maturação 1 (frutos verdes). De acordo com os resultados, percebe-se a eficiência do equipamento GroundEye® em detectar as dominâncias de cores presentes nas sementes de frutos de *P. cincinnata* colhidos em diferentes estádios de maturação.

Andrade et al. (2016) trabalharam com o software GroundEye® na análise de imagem de sementes e avaliaram a eficiência desse sistema na detecção de sementes verdes em lotes de soja. Os autores concluíram que o sistema é uma técnica rápida e eficiente na separação de sementes verdes em amostras de soja, com precisão de 99,51%. Outros autores como Abreu et al. (2016) concluíram que a análise de imagens usando GroundEye® é uma técnica viável, inovadora e promissora para avaliar a viabilidade e vigor de sementes de café (*Coffea arabica* L.).

Em relação às características de geometria das sementes estudadas, o software GroundEye® mediu o diâmetro máximo na vertical e o diâmetro mínimo na horizontal de cada semente, gerando relatórios das médias de cada estágio de maturação dos frutos. Os resultados das análises indicam que o diâmetro máximo entre os estádios de maturação não diferiu estatisticamente, com médias entre 0,63 e 0,64 cm. Em relação ao diâmetro mínimo e área, o estágio 3 apresenta maior valor médio, 0,36 cm e 0,18 cm², respectivamente (Tabela 4).

Em função dos estádios de maturação dos frutos de *P. cincinnata*, as variáveis: circularidade, esfericidade, perímetro e afinamento não diferiram.

De modo geral, as sementes de *P. cincinnata* provenientes de frutos maduros (Estádio 3) apresentaram melhores resultados quanto à geometria, relacionados ao diâmetro mínimo e área das sementes. De acordo com Côrrea e Silva (2000), valores de tamanho e forma de sementes são características particulares de cada espécie, definidas pelas características genéticas e podem sofrer a influência do ambiente durante e após o período de formação e armazenamento, influenciando as demais propriedades físicas.

b) *Passiflora morifolia*

Na quantificação dos descritores de predominância de cor das sementes de *P. morifolia*, observou-se maior contribuição das cores preta, laranja e amarela, sendo que as porcentagens variaram entre os estádios de maturação dos frutos (Tabela 5).

No estágio de maturação 4, as sementes apresentaram 64,42% de predominância de coloração preta, diferindo das sementes dos estádios 1, 2 e 3, indicando que quanto mais avançada a maturação, maior a ocorrência da cor preta.

Pelas diferenças entre os estádios de maturação, é possível observar que a cor laranja representou 40,19% da composição das sementes do estágio 2. A cor amarela teve maior porcentagem no estágio 1 (17,59%) e, quanto maior o estágio de maturação, menor a porcentagem desta cor na constituição das sementes. As cores celestial, ciano, cinza escura, oliva e vermelho não representam grandes porcentagens na constituição da cor das sementes, e não diferiram entre os estádios de maturação dos frutos, exceto a cor cinza escura que correspondeu a 2,95% em sementes do estágio 1 e quanto maior o estágio de maturação, menor a porcentagem desta cor na constituição das sementes.

A intensidade das cores não variou entre os estádios de maturação dos frutos. No entanto, o brilho, sofreu influência dos estádios, visto que o estágio 2 apresentou sementes mais brilhantes, seguido do estágio 1.

Tabela 5 – Características de predominância de cor avaliadas (%), Intensidade e Brilho da cor. Classificação das cores de sementes de *Passiflora cincinnata*, coletadas de frutos em quatro estádios de maturação, de acordo com o software GroundEye®. Cáceres – MT. UNEMAT, 2019

Características de predominância de cor avaliadas (%), Intensidade e Brilho da cor.										
Estádios de maturação dos frutos	Preta	Celestial	Ciano	Cinza escura	Oliva	Laranja	Amarela	Vermelho	Intensidade	Brilho
Estádio 1 - Verde	52,28 d	0,01 a	0,01 a	2,95 a	0,05 a	26,97 d	17,59 a	0,12 a	0,22 a	0,25 b
Estádio 2 – “De vez”	47,00 c	0,00 a	0,00 a	1,91 b	0,01 ab	40,19 a	10,83 b	0,03 a	0,22 a	0,26 a
Estádio 3 – Maduro	61,05 b	0,00 a	0,00 a	0,80 c	0,00 b	33,64 b	4,43 c	0,05 a	0,19 a	0,23 c
Estádio 4 - Senescente	64,42 a	0,00 a	0,00 a	0,77 c	0,01 ab	30,40 c	4,36 c	0,02 a	0,19 a	0,23 c
CV (%)	2,16	0,70	0,62	22,99	2,09	3,67	8,12	6,52	0,94	1,04

Médias seguidas pela mesma letra na vertical não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. As variáveis de predominância das cores: celestial, ciano, oliva e vermelho foram transformadas em $(x + 0,5)^{0,5}$.

Tabela 6 - Diâmetro Máximo, Diâmetro Mínimo, Circularidade, Esfericidade da forma, Área, Perímetro e Afinamento de sementes de *Passiflora cincinnata*, em função de quatro estádios de maturação dos frutos. Cáceres – MT. UNEMAT, 2019

Características de geometria avaliadas							
Estádios de maturação dos frutos	Diâmetro Máx. (cm)	Diâmetro Mín. (cm)	Circularidade	Esfericidade	Área (cm²)	Perímetro (cm)	Afinamento
Estádio 1 - Verde	0,51 a	0,35 b	0,64 c	17,51 a	0,13 a	1,51 a	0,73 b
Estádio 2 – “De vez”	0,49 bc	0,35 b	0,66 bc	16,72 ab	0,13 a	1,45 b	0,76 ab
Estádio 3 – Maduro	0,50 ab	0,36 a	0,68 a	16,24 b	0,13 a	1,46 b	0,77 a
Estádio 4 - Senescente	0,48 c	0,34 c	0,67 ab	16,90 ab	0,12 b	1,43 b	0,75 ab
CV (%)	1,16	0,71	1,32	2,28	2,05	1,22	1,57

Médias seguidas pela mesma letra na vertical não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A partir das análises de geometria, pôde-se observar, nas sementes de *P. morifolia*, que o estágio 1 (verde) foi superior em diâmetro máximo (0,51 cm). O estágio 3 (maduro) teve maior diâmetro mínimo (0,36 cm²) (Tabela 6).

Para a variável circularidade é assumido valor 1 para objetos circulares e menor que 1 para objetos que se distanciam do formato circular. Sendo assim, os estádios de maturação que apresentaram valores de circularidade das sementes mais próximos de 1, foram mais circulares. Portanto, verifica-se na Tabela 6 que sementes no estágio 3 (sementes provenientes de frutos maduros) e estágio 4 (sementes provenientes de frutos senescentes) foram as que se apresentaram mais circulares, porém, o estágio 4 não diferiu do estágio de maturação 2. Resultados contrastantes foram encontrados para a variável esfericidade, pois o estágio 1 apresentou melhores resultados, diferindo-se do estágio 3.

Quanto à área das sementes (cm²), verificou-se menor área para sementes no estágio de maturação 4 (senescente). Para a variável perímetro sementes do estágio 1 apresentaram os maiores valores em relação aos demais estádios de maturação dos frutos. Popinigis (1985) salienta que o tamanho das sementes, em diversas espécies, é indicativo da qualidade fisiológica, ou seja, quanto maior a semente, maior o vigor.

Em relação ao afinamento (Tabela 6), o estágio 3 apresentou melhores resultados, diferindo-se quando comparado ao estágio de maturação 1. As variáveis de geometria de sementes são úteis para auxiliar na avaliação da variabilidade existente entre os estádios de maturação dos frutos, pois além de serem precisas, podem ser avaliadas de forma rápida e eficaz.

De modo geral, as sementes provenientes de frutos maduros (Estádio 3) apresentaram melhores resultados quanto à geometria. Valores de tamanho e forma de sementes são características particulares de cada espécie, definidas geneticamente e podem sofrer a influência do ambiente durante e após o período da formação e armazenamento, influenciando as demais propriedades físicas. Esses dados são utilizados para o dimensionamento do tamanho e da forma dos furos das peneiras em equipamentos destinados à separação e classificação de sementes (Corrêa e Silva, 2000).

3.4. Teste de germinação

a) *Passiflora cincinnata*

O estágio de maturação dos frutos de *Passiflora cincinnata* influenciou na Germinabilidade, tempo médio (TMG), velocidade média (VMG) e incerteza de germinação (U) das sementes (Tabela 7), evidenciando que os frutos podem ser colhidos antes mesmo de estarem maduros e até verdes, sem prejuízo à germinação das sementes. Por outro lado, frutos em estágio senescente apresentaram resultados inferiores quanto à germinação, TMG e VMG. Contrário ao resultado obtido, Santos et al. (2016) avaliando a emergência e crescimento inicial de plantas de *Passiflora* spp. A partir de sementes obtidas de frutos em diferentes estádios de maturação, observaram que os estádios avaliados (“de vez”, maduro e senescente) não influenciaram a taxa de emergência e o índice de velocidade de emergência (IVE) analisados.

Os resultados inferiores para as sementes obtidas de frutos no estágio senescente podem ser explicados de acordo Bewley e Black (1994). Os autores esclarecem que a perda da integridade das membranas do tonoplasto e plasmalema das células inicia-se a partir da maturidade fisiológica das sementes, prejudicando a permeabilidade seletiva e diminuindo sua atuação como barreira de restrição à passagem de solutos. Este processo é intensificado com o passar do tempo e dependente das condições de armazenamento, diminuindo o vigor e a viabilidade das sementes. Castro et al. (2004) ressaltam que a maturação excessiva dos frutos pode ser prejudicial à qualidade das sementes.

Tabela 7 - Germinabilidade (GERM%), Tempo Médio de Germinação (TMG), Velocidade Média de Germinação (VMG), Incerteza de Germinação (U) e Sincronia de Germinação (Z) das sementes em função de quatro estádios de maturação dos frutos de *Passiflora cincinnata*. Cáceres – MT. UNEMAT, 2019

Estádios de maturação dos frutos	GERM (%)	TMG (dias)	VMG	U (bits)	Z
Estádio 1 - Verde	60 a	11,31 a	0,0886 a	2,9895 b	0,1270 a
Estádio 2 – “De vez”	56 a	11,65 a	0,0859 a	3,3097 b	0,0778 a
Estádio 3 – Maduro	57 a	10,40 a	0,0962 a	3,3360 b	0,0800 a
Estádio 4 - Senescente	8 b	19,63 b	0,0536 b	1,5333 a	0,0535 a
CV (%)	15,33	19,49	9,77	13,96	67,28

Médias seguidas pela mesma letra, na vertical, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Ainda na Tabela 7, verificam-se os valores de incerteza e sincronia de germinação. Observa-se, para incerteza, que o comportamento entre os estádios de maturação diferiu somente para o estágio 4 (senescente), obtendo-se menores valores da variável analisada. Diante de tais resultados, é possível inferir que a germinação ocorreu de forma irregular em sementes de *P. cincinnata*, pois observou-se valores elevados para o índice de incerteza. Quanto à sincronia, os valores para os diferentes estádios de maturação não deferiram.

b) *Passiflora morifolia*

A maturação dos frutos de *P. morifolia* foi acompanhada pela redução da porcentagem de germinabilidade e, conseqüentemente, pela intensificação da dormência. Os maiores percentuais de germinação ocorreram para sementes obtidas dos estádios 1, 2 e 3, (frutos verde, “de vez” e maduro, respectivamente). Os percentuais de 80 e 94% de germinação para sementes dos estádios 1 e 2 mostram que as sementes não apresentavam imaturidade fisiológica nesta fase (Tabela 8). Santos et al. (2016) observaram que os estádios de maturação “de vez”, maduro e senescente de frutos de *P. alata*, *P. cincinnata*, *P. edulis* e *P. setacea* não influenciaram a taxa de emergência e o índice de velocidade de emergência nestas espécies.

De acordo com Carvalho e Nakagawa (2012), as sementes que não se encontram completamente maduras podem germinar, contudo não resultam em plântulas tão vigorosas como aquelas colhidas no ponto adequado.

Tabela 8 - Germinabilidade (GERM%), Tempo Médio de Germinação (TMG), Velocidade Média de Germinação (VMG), Incerteza de Germinação (U) e Sincronia de Germinação (Z) das sementes em função de quatro estádios de maturação dos frutos de *Passiflora morifolia*. Cáceres – MT. UNEMAT, 2019

Estádios de maturação dos frutos	GERM (%)	TMG (dias)	VMG	U (bits)	Z
Estádio 1 - Verde	80 a	6,04a	0,1661 a	1,7468 a	0,3463 a
Estádio 2 – “De vez”	94 a	6,12 a	0,1636 a	1,8880 a	0,3137 a
Estádio 3 – Maduro	78 a	6,52 a	0,1555 a	2,0129 a	0,3058 a
Estádio 4 - Senescente	29 b	6,66 a	0,1506 a	1,9292 a	0,2318 a
CV (%)	11,71	9,63	8,95	17,77	26,00

Médias seguidas pela mesma letra, na vertical, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O tempo médio de germinação (TMG), a velocidade média de germinação (VMG), a Incerteza (U) e a Sincronia (Z) não foram influenciadas pelo estágio de maturação das sementes.

3.5. Correlações

a) *Passiflora cincinnata*

A matriz de correlação apresentada na Tabela 9 aponta as correlações existentes entre as variáveis analisadas. Quanto à predominância das cores cinza escura, oliva e amarelo, bem como intensidade e brilho das cores, verificaram-se diferenças significativas, a 5% de probabilidade, entre a germinabilidade.

Dentre as correlações com a variável germinabilidade, somente a cor cinza escura foi estabelecida uma correlação moderada negativa, onde à medida que aumenta-se a predominância da cor cinza escuro na constituição da semente, diminui a germinabilidade.

Com as variáveis de predominância das cores oliva e amarelo, intensidade e brilho das cores estabeleceram-se correlações moderadas positivas. Ou seja, quanto mais oliva e amarelo as sementes apresentarem e quanto maior a intensidade e brilho das cores, maior a germinabilidade.

Portanto, infere-se pelos resultados obtidos no teste de germinação e na análise de imagem, que quanto mais precoce for colhido o fruto de *P. cincinnata*, ou seja, nos estádios: verde, “de vez” e maduro melhor a germinabilidade das sementes. Os resultados da correlação de Pearson corroboram com os testes realizados.

Tabela 9 - Matriz de correlação de Pearson entre germinabilidade e porcentagem de semente cheia (% SEM CHEIA), porcentagem de semente vazia (% SEM VAZIA), dominância das cores: preta, celestial, ciano, cinza escuro, oliva, laranja e amarelo, área, circularidade, esfericidade, diâmetro máximo (DIAM MAX), diâmetro mínimo (DIAM MÍN), perímetro, afinamento, intensidade e brilho de sementes de *Passiflora cincinnata*, submetidas ao teste de raios-X, a análise de imagem e teste de germinação

	GERMINABILIDADE
% SEM CHEIA	-0,3346 ^{ns}
% SEM VAZIA	0,3346 ^{ns}
PRETA	-0,4495 ^{ns}
CELESTIAL	-0,1401 ^{ns}
CIANO	0,0342 ^{ns}
CINZA ESCURO	-0,5235*
OLIVA	0,4707*
LARANJA	0,3669 ^{ns}
AMARELO	0,4718*
ÁREA	0,2065 ^{ns}
CIRCULARIDADE	-0,2137 ^{ns}
ESFERICIDADE	0,2744 ^{ns}
DIAM MAX	0,3842 ^{ns}
DIAM MIN	0,3395 ^{ns}
PERIMETRO	0,3178 ^{ns}
AFINAMENTO	-0,2071 ^{ns}
INTENSIDADE	0,4773*
BRILHO	0,4892*

* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste t.

^{ns} não significativo.

b) *Passiflora morifolia*

Na Tabela 10 observam-se as correlações entre germinabilidade e as demais variáveis analisadas para *P. morifolia*. As correlações entre germinabilidade e dominância das cores: preta, cinza escuro e amarelo, a área, diâmetro máximo e mínimo, perímetro, intensidade e brilho foram significativas.

Tabela 10 - Matriz de correlação de Pearson entre germinabilidade e porcentagem de semente cheia (% SEM CHEIA), porcentagem de semente vazia (% SEM VAZIA), dominância das cores: preta, celestial, ciano, cinza escuro, oliva, laranja, amarelo e vermelho, área, circularidade, esfericidade, diâmetro máximo (DIAM MAX), diâmetro mínimo (DIAM MÍN), perímetro, afinamento, intensidade e brilho de sementes de *Passiflora morifolia*, submetidas ao teste de raios-X, a análise de imagem e teste de germinação

	GERMINABILIDADE
% SEM CHEIA	-0,3324 ^{ns}
% SEM VAZIA	0,3324 ^{ns}
PRETA	-0,7738**
CELESTIAL	0,1231 ^{ns}
CIANO	0,2621 ^{ns}
CINZA ESCURO	0,5074*
OLIVA	0,1802 ^{ns}
LARANJA	0,4273 ^{ns}
AMARELO	0,5042*
VERMELHO	0,2409 ^{ns}
ÁREA	0,9321**
CIRCULARIDADE	-0,1310 ^{ns}
ESFERICIDADE	0,0195 ^{ns}
DIAM MAX	0,6038*
DIAM MIN	0,5741*
PERIMETRO	0,4731*
AFINAMENTO	-0,0371 ^{ns}
INTENSIDADE	0,7101**
BRILHO	0,7407**

** * Significativo a 1 e 5% de probabilidade pelo teste t, respectivamente.

^{ns} não significativo.

A germinabilidade correlacionou-se com a dominância da cor preta de forma forte e negativa, indicando que quanto maior a dominância da cor preta em sementes de *P. morifolia*, menor germinação. Vale ressaltar que maiores dominâncias de cor preta foram encontradas em sementes cujo estágio de maturação estava mais avançado, ou seja, sementes provenientes de frutos em

estádio senescente. A dominância das cores cinza escuro e amarela apresentou correlação moderada positiva com a germinabilidade.

Com a variável área, a germinabilidade correlacionou-se de forma forte e positiva. Ou seja, quanto maior a área da semente, maior porcentagem de germinação. Para as variáveis diâmetro máximo, diâmetro mínimo e perímetro, a germinabilidade correlacionou-se moderadamente e positiva, indicando que quanto maiores os valores das características de geometria das sementes de *P. morifolia*, maior a germinabilidade.

A correlação de germinabilidade com as variáveis intensidade e brilho das cores caracteriza-se como forte e positiva. Dessa forma quanto mais intensas e brilhantes as cores, maiores as taxas de germinação.

4. CONCLUSÕES

Pelos resultados obtidos neste trabalho, a utilização do teste de raios-X em sementes de *Passiflora* é extremamente promissora na detecção da qualidade fisiológica das sementes entre os estádios de maturação dos frutos, auxiliando na separação de sementes vazias, considerando-as inviáveis para a utilização imediata ou para o armazenamento.

O sistema GroundEye® permite estabelecer parâmetros de lotes de sementes de *Passiflora* em função dos estádios de maturação dos frutos que podem ser determinados por cor ou geometria, destacando-se como um teste de vigor rápido e tão confiáveis quanto aos testes tradicionais.

As sementes de *P. cincinnata* e *P. morifolia* podem ser coletadas de frutos nos estádios verde, “de vez” e maduro sem prejuízo à qualidade fisiológica.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, L. A. S.; ANDRADE, D. B.; MARQUES, E. R.; ASSIS, J. G. R.; LOPES, C. A.; CARVALHO, M. L. M. Computerized analysis in the physiological quality of coffee seeds. **International Journal of Current Research**, v.8, n.11, p.40820-40823, 2016.

AMARAL, J. B.; MARTINS, L.; FORTI, V. A.; CICERO, S. M.; FILHO, J. M. Teste de raios x para avaliação do potencial fisiológico de sementes de ipê-roxo. **Revista Brasileira de Sementes**, v.33, n.4 p.601-607, 2011.

ANDRADE, D. B.; OLIVEIRA, A. S.; PINTO, C. A. G.; PIRES, R. M. O., OLIVEIRA, A. S.; SILVA, M. A.; CARVALHO, M. L. M.. Detection of green seeds in soybean lots by the Seed Analysis System (SAS). **International Journal of Current Research**, v.8, n.2, p.26462-26465, 2016.

ARAÚJO, E. C.; SILVA, R. F.; VIANA, A. P.; SILVA, M. V. Estádio de maturação e qualidade de sementes após repouso de frutos de maracujá amarelo. **Revista Brasileira de Sementes**, v.29, n.3, p.67-76, 2007.

BEWLEY, J. D.; BLACK, M. **Seeds: physiology of development and germination**. New York: Plenum Press, p.445, 1994.

BRAGA, M. F.; SILVA, J. R.; RUGGIERO, C; BARROS, A. M.; VASCONCELOS, M. A. S.; BATISTA, A. D.; DUTRA, G. A. P.; PEIXOTO, M. **Maracujá: Demandas para a pesquisa**. Planaltina – DF: Embrapa Cerrados, p.54, 2006.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília: Coordenação de Laboratório Vegetal, Departamento de Defesa Vegetal, p.399, 2009.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. Jaboticabal, FUNEP, 2012.

CARVALHO, M. L. M.; SILVA, C. D.; OLIVEIRA, L. M.; SILVA, D. G.; CALDEIRA, C. M. Teste de raios x na avaliação da qualidade de sementes de abóbora. **Revista Brasileira de Sementes**, v.31, n.2, p.221-227, 2009.

CASTRO, R.D.; BRADFORD, K.J.; HILHORST, H.W.M. Desenvolvimento de sementes e conteúdo de água. In: FERREIRA, A.G.; BORGHETTI, F. (Ed.) **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: ARTMED, p.51-67, 2004.

COELHO, E. M.; AZÊVEDO, L. C.; UMSZA-GUEZ, M. A. Fruto do maracujá: importância econômica e industrial, produção, subprodutos e prospecção tecnológica. **Cadernos de Prospecção**, v.9, n.3, p.323-336, 2016.

CORRÊA, P. C.; SILVA, J. S. Estrutura, Composição e Propriedade dos Grãos. In: SILVA, J. S. **Secagem e armazenagem de produtos agrícolas**. Viçosa, p.21-37, 2000.

DESAI, B. B.; KOTACHA, P. M.; SALUNKHE, D. K. **Seeds handbook Biology, Production, Processing and Storage**. 1 ed. New York: Basel, p.627, 1997.

FERNANDES, J. S.; SILVA, D. F.; SANTOS, H. O.; PINHO, E. V. R. V. Teste de raios X na avaliação da qualidade de sementes de frutos de fisalis em diferentes estádios de desenvolvimento. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v.15, n.2, p.165-168, 2016.

FERREIRA, D. F. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Symposium**. v.6, p.36-41, 2008.

GARCIA, L. C.; MORAES, R. P.; LIMA, R. M. B. Determinação do grau crítico de umidade em sementes de *Cenostigma tocantinum* Ducke. **Revista Brasileira de Sementes**, v.30, n.3, p.172-176, 2008.

GRANITTO, P. M.; VERDES, P. F.; CECCATO, H. A. Large-scale investigation of weed seed identification by machine vision. **Computers and Electronics in Agriculture**, New York, n.47, p.15-24, 2005.

HADAS, A. Water uptake and germination of leguminous seeds under changing external water potential in osmotic solution. **Journal of Experimental Botany**, v.52, p.480-489, 1976.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produção Agrícola Municipal: Culturas Temporárias e Permanentes. **Produção Agrícola Municipal**, v.37, p.1-91, 2017.

ISTA. INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION. International Rules for testing seed. **Seed Science and Technology**, v.2, p.300-520, 1995.

ISTA. INTERNATIONAL RULES FOR SEED TESTING. **Seed Science and Technology**, v.21, p.363, 1991.

KOBORI, N. N.; CICERO, S. M.; MEDINA, P. F. Teste de raios-X na avaliação da qualidade de sementes de mamona. **Revista Brasileira de Sementes**, v.34, n.1 p.125-133, 2012.

LABOURIAU, L.G. **A germinação das sementes**. Organização dos Estados Americanos. Programa Regional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico. Série de Biologia. p.174, 1983.

LABOURIAU, L.G.; VALADARES, M.E.B. On the germination of seeds of *Calotropis procera* (Ait.) Ait. f. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v.48, n.2, p.263-284, 1976.

MAGUIRE, J.D. Speed of germination - aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, v.2, p.176-177, 1962.

MARQUES, F.R.F.; MEIADO, M.V.; CASTRO, N.M.C.R.; CAMPOS, M.L.O.; MENDES, K.R.; SANTOS, O.O.; POMPELLI, M.F. GerminaQuant: A new tool for germination measurements. **Journal of Seed Science**, v.37, n.3, p.248-255, 2015.

MATTOS, P. P.; MEDEIROS, A. C. S. Uso de raios x na avaliação de sementes de patade-vaca (*Bauhinia forficata*) e erva-mate (*Ilex paraguariensis*). **Embrapa Floresta**. Nota técnica, n.88, p.1-3, 2000.

MELETTI, L. M. M.; SOARES SCOTT, M. D.; BERNACCI, L. C.; PASSOS, I. R. S. Melhoramento genético do maracujá: passado e futuro. In: **Maracujá: Germoplasma e Melhoramento Genético**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, p.55, 2005.

MONDO, V. H. V.; CICERO, S. M. Análise de imagens na avaliação da qualidade de sementes de milho localizadas em diferentes posições na espiga. **Revista Brasileira de Sementes**, v.27, n.1, p.09-18, 2005.

NEVES, S. M. A. S.; NUNES, M. C. M.; NEVES, R. J. Caracterização das condições climáticas de Cáceres/ MT – Brasil, no período de 1971 a 2009: subsídios às atividades agropecuárias e turísticas municipais. **Boletim Goiano Geográfico**. v.31, p.55–68, 2011.

PINTO, C. A. G.; CARVALHO, M. L. M.; ANDRADE, D. B.; LEITE, E. R.; CHALFOUN, I. Image analysis in the evaluation of the physiological potential of maize seeds. **Revista Ciência Agronômica**, v.46, n.2, p.319-328, 2015.

PIRES, M. M.; GOMES, A.D.A.S.; MIDDLEJ, M.M.B.C.; SÃO JOSÉ, A.R.; ROSADO, P.L.; PASSOS, H.D.B. Caracterização do mercado de maracujá. In: PIRES, M. M.; SÃO JOSÉ, A.R.; CONCEIÇÃO, A. O. (Eds.) **Maracujá: avanços tecnológicos e sustentabilidade**. Ilhéus, Editus, p.21-67, 2011.

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. 2 ed. Brasília, DF: AGIPLAN, 1985. 289p.

PRIMACK, R.B. Variation in the phenology of natural populations of montane shrubs in New Zealand. **Journal of Ecology**, v.68, n.3, p.849-862, 1980.

SAKO, Y.; REGNIER, E.; DAOUST, T.; FUJIMURA, K.; HARRISON, K.; MCDONALD, M. Computer image analysis and classification of giant ragweed seeds. **Weed Science**, v.49, n.6, p.738-745, 2001.

SANTOS, C. H. B.; CRUZ NETO, A. J.; JUNGHANS, T. B.; JESUS, O. N.; GIRARDI, E. A. Estádio de maturação de frutos e influência de ácido giberélico na emergência e crescimento de *Passiflora* spp. **Revista Ciência Agronômica**, v.47, n.3, p.481-490, 2016.

SÃO JOSÉ, A.R.; PIRES, M. M. Aspectos gerais da cultura do maracujá no Brasil. In: PIRES, M. M.; SÃO JOSÉ, A.R.; CONCEIÇÃO, A. O (Eds.). **Maracujá: avanços tecnológicos e sustentabilidade**. Ilhéus, Editus, p.13-19, 2011.

SEVERIANO, R. L.; PINHEIRO, P. R.; GOMES JUNIOR, F. G.; MEDEIROS, A. D.; PEREIRA, M. D. X-ray test on passion fruit submitted to different aryl removal methods. **Comunicata Scientiae**, v.9, n.3, p.356-362, 2018.

SIMAK, M.; BERGSTEN, U.; HENRIKSSON, G. Evaluation of ungerminated seeds at the end of germination test by radiography. **Seed Science and Technology**, v.17, p.361-369, 1989.

SOUZA, L. A.; REIS, D. N.; SANTOS, J. P.; DAVIDE, A. C. Uso de raios-x na avaliação da qualidade de sementes de *Platypodium elegans* Vog. **Revista Ciência Agronômica**, v.39, n.2, p.343-347, 2008.

TBIT. **Manual do Usuário SAS** – Sistema de Análise de Sementes. 1 ed. Lavras, MG, p.152, 2014.

6. CONCLUSÕES GERAIS

- A superação de dormência de sementes de *P. cincinnata* pode ser obtida com a utilização de Promalin® nas concentrações de 0,45, 0,90 e 2% embebidas por 6 e 12 horas.
- A superação de dormência de sementes de *P. morifolia* pode ser obtida com a utilização de ácido giberélico na concentração de 1000 mg L⁻¹ por 5 horas.
- O teste de raios-X é eficiente para avaliar a morfologia interna das sementes das espécies de *Passiflora* estudadas, mostrando que quanto mais avançado o estágio de maturação, maior a porcentagem de sementes cheias.
- Os métodos utilizados para a caracterização das sementes foram eficientes mostrando as diferenças de qualidade física, fisiológica e vigor entre as cores e geometria das sementes das espécies estudadas por ocasião dos estádios de maturação dos frutos.
- As sementes de *P. cincinnata* e *P. morifolia* podem ser coletadas de frutos nos estádios verde, “de vez” e maduro sem prejuízo à qualidade fisiológica.