



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CAMPUS II – AREIA - PB
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**



LANNA CECÍLIA LIMA DE OLIVEIRA

**QUALIDADE DE SEMENTES CRIOULAS DE *Vigna unguiculata* (L.) Walp.
TRATADAS COM PRODUTOS NATURAIS E ARMAZENADAS**

AREIA

2020

LANNA CECÍLIA LIMA DE OLIVEIRA

**QUALIDADE DE SEMENTES CRIOULAS DE *Vigna unguiculata* (L.) Walp.
TRATADAS COM PRODUTOS NATURAIS E ARMAZENADAS**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação
em Agronomia da Universidade Federal da
Paraíba, como requisito parcial à obtenção do
título de doutora em Agronomia.

Orientadora: Prof^a Dr^a Edna Ursulino Alves

AREIA

2020

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

048q Oliveira, Lanna Cecília Lima de.
Qualidade de sementes crioulas de *Vigna unguiculata*
(L.) Walp. tratadas com produtos naturais e armazenadas
/ Lanna Cecília Lima de Oliveira. - Areia, 2020.
114 f. : il.

Orientação: Edna Ursulino Alves.
Tese (Doutorado) - UFPB/CCA.

1. Feijão macassar. 2. Estocagem de sementes crioulas.
3. Tratamento natural de sementes. 4. Pó botânico. I.
Alves, Edna Ursulino. II. Título.

UFPB/CCA-AREIA CDU 631/635(043.2)

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CAMPUS II – AREIA - PB
DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA E CIÊNCIAS AMBIENTAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: QUALIDADE DE SEMENTES CRIOULAS DE *Vigna unguiculata* (L.) Walp.
TRATADAS COM PRODUTOS NATURAIS E ARMAZENADAS

AUTORA: LANNA CECÍLIA LIMA DE OLIVEIRA

Apresentado como parte das exigências para obtenção do título de DOUTORA em
AGRONOMIA (Agricultura Tropical) pela comissão Examinadora:



Profa. Dra. Edna Ursulino Alves/DFCA/CCA-UFPB

Orientadora



Profa. Dra. Camila Firmino de Azevedo/UEPB

Examinadora



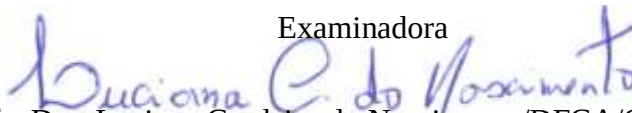
Profa. Dra. Elida Barbosa Corrêa/UEPB

Examinadora



Dra. Maria Lúcia Maurício da Silva

Examinadora



Profa. Dra. Luciana Cordeiro do Nascimento/DFCA/CCA-UFPB

Examinadora

Data da aprovação: 24/7/2020
Presidente da Comissão Examinadora
Profa. Dra. Edna Ursulino Alves

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pelo Dom da vida e por me guiar nessa etapa.

À minha mãe, Maria Audinha de Lima, por sempre apoiar minhas decisões e torcer por cada passo dado na caminhada da vida.

Ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia (PPGA) da Universidade Federal da Paraíba, pela realização do Doutorado.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico pela concessão da bolsa de estudos.

Agradeço também à professora Edna Ursulino Alves por aceitar me orientar e pela abertura ao diálogo.

À equipe do Laboratório de Análise de Sementes, em especial a Rosemere dos Santos Silva, Maria Joelma da Silva, Erifranklin Nascimento Santos e Ana Carolina Bezerra por todo o apoio necessário para o desenvolvimento da pesquisa, uma vez que sem a ajuda dessas pessoas, com certeza, não teria conseguido chegar ao final dessa jornada. À Cynthia Emanuella da Silva Nascimento, que mesmo sem ser da área se dispôs a me ajudar nas atividades do laboratório. Gratidão também ao senhor Severino Francisco dos Santos e Rui Barbosa da Silva pela prontidão em me auxiliar sempre que necessário.

À professora Luciana Cordeiro do Nascimento pelo pronto acesso concedido ao Laboratório de Fitopatologia e também à equipe do mesmo, em especial à Francisca Souto, Jackeline Florêncio, Mirelly Miguel Porcino e Hilderlande Florêncio pela disponibilidade em me ajudar com a identificação dos fungos.

À Emanuel Dias, Raquel Nunes e a toda Rede de Sementes da Articulação do Semiárido - Paraíba pelo constante diálogo e aprendizado durante todo o processo. À Amaury da Silva Santos, Fernando Fleury Curado e Edson Diogo Tavares pelos conselhos e por acreditarem que eu poderia cumprir essa etapa acadêmica, vocês são minha referência profissional.

À dona Maria Zélia Bezerra e sua família que me adotaram aqui em Areia e foram um porto seguro com quem dividi momentos de alegrias e de dificuldades e me deram segurança para eu continuar na jornada.

Aos amigos que fiz nessa etapa, Erifranklin Nascimento Santos, Bruna Regina dos Santos Silva, Ana Carolina Bezerra, Ivandro Batista de Queiroz, Rosemere dos Santos Silva e

as de longa data, Thatiane Vasconcelos Lima, Rita Leoser da Silva Andrade e Luana Patrícia Costa Silva, por segurarem a barra e dividir o peso sempre que foi necessário.

Finalmente, agradeço a todas as pessoas que torceram e que de alguma forma auxiliaram em mais esse desafio.

RESUMO GERAL

O armazenamento de sementes é um desafio para agricultores familiares. Buscar estratégias que mantenham a qualidade das sementes ao longo da estocagem é de grande importância para evitar perdas e prejuízos ao agricultor. O objetivo no presente estudo foi analisar a qualidade fisiológica e sanitária de sementes crioulas de *V. unguiculata* tratadas com pó vegetal e armazenadas. As sementes foram armazenadas em garrafas PET de um litro contendo pó de cascas do caule de cumaru (*Amburana cearensis* Freire Allemão) A.C. Smith.), folhas de eucalipto (*Eucalyptus* sp.), cascas de laranja cravo (*Citrus reticulata* Blanco) e frutos de pimenta do reino (*Piper nigrum* L.) nas dosagens de 25, 50, 75 e 100 g L⁻¹, testemunha (dose 0) e fungicida Captan® (240 g 100 kg⁻¹). As análises foram realizadas em cinco períodos (0, 90, 180, 270 e 360 dias), a cada 90 dias, e as avaliações realizadas no período zero foram executadas logo após as sementes serem tratadas. As variáveis analisadas foram umidade, peso de mil sementes, germinação e índice de velocidade de germinação de sementes, emergência e índice de velocidade de emergência de plântulas; viabilidade, vigor e danos pelo teste de tetrazólio; e incidência de fungos. Os resultados demonstraram que a qualidade fisiológica das sementes de *V. unguiculata* armazenadas foi mantida dentro do padrão adequado com o uso dos pós, entretanto, as sementes sem tratamento também mantiveram a qualidade fisiológica ao longo do armazenamento. Os pós de pimenta do reino, eucalipto e cumaru, na dose de 100 g, conferiram o melhor efeito no vigor das sementes pelo teste de tetrazólio. Os fungos identificados nas sementes não comprometeram a viabilidade durante o armazenamento. O pó de folhas de eucalipto, cascas de laranja e pimenta do reino inibem os fungos, sendo mais eficientes nas maiores dosagens. Há uma redução da incidência de fungos no último período (360 dias) do armazenamento independente do uso de sementes tratadas.

Palavras-chave: Feijão macassa. Estocagem de sementes crioulas. Tratamento natural de sementes. Pó botânico.

GENERAL ABSTRACT

Seed storage is a challenge for family farmers. Searching for strategies that maintain the quality of seeds throughout storage is importance to avoid economical losses to the farmer. The aim of the present study was to analyze the physiological and health quality of *V. unguiculata* traditional seeds treated with vegetable powders and stored. The seeds were stored in one-liter plastic bottles containing powder from cumaru (*Amburana cearensis* Freire Allemão) AC Smith.), eucalyptus leaves (*Eucalyptus* sp.), orange cloves bark (*Citrus reticulata* Blanco) and fruits of black pepper (*Piper nigrum* L.) in the rates of 25, 50, 75 and 100 g L⁻¹, been the seeds without treatment and Captan® fungicide (240 g 100 kg⁻¹) considered as the controls. The variables analyzed were moisture content, weight of a thousand seeds, germination and seed germination speed index, emergence and seedling emergence speed index; viability, vigor and damage by the tetrazolium test; and fungus incidence. The results showed that the physiological quality of the stored *V. unguiculata* seeds was maintained in the appropriate standard with the use of powders, however, the seeds without treatment also maintained the physiological quality during storage. The powders of black pepper, eucalyptus and cumaru, in the rate of 100 g L⁻¹, conferred the best effect on the vigor of the seeds by the tetrazolium test. The fungus species identified in the seeds did not compromise viability during storage. Powder from eucalyptus leaves, orange peels and black pepper inhibit fungi, being more efficient at higher rates. There was a reduction in the incidence of fungi in the last period (360 days) of storage regardless of the use of treated seeds.

Keywords: Macassar beans. Storage of traditional seeds. Natural seed treatment. Vegetable powders.

LISTA DE FIGURAS

Artigo I - Potencial fisiológico de sementes crioulas de *Vigna unguiculata* (L.) Walp. tratadas com produtos naturais e armazenadas

- Figura 1. Grau de umidade de sementes de *Vigna unguiculata* tratadas com diferentes doses (A) dos pós de cascas do caule de *Amburana cearensis* (○, —) e cascas do fruto de *Citrus reticulata* (□, -·-·-), de folhas de *Eucalyptus* sp. (●, - - -) e de frutos de *Piper nigrum* (■, ····) e armazenadas (B)..... 49
- Figura 2. Peso de mil sementes de *Vigna unguiculata* tratadas com diferentes doses (A) dos pós de cascas do caule de *Amburana cearensis* (○, —) e cascas do fruto de *Citrus reticulata* (□, -·-·-), de folhas de *Eucalyptus* sp. (●, - - -) e de frutos de *Piper nigrum* (■, ····) e armazenadas (B)..... 50
- Figura 3. Germinação de sementes de *Vigna unguiculata* tratadas com diferentes doses (A) dos pós de cascas do caule de *Amburana cearensis* (○, —) e cascas do fruto de *Citrus reticulata* (□, -·-·-), de folhas de *Eucalyptus* sp. (●, - - -) e de frutos de *Piper nigrum* (■, ····) e armazenadas (B)..... 53
- Figura 4. Índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de *Vigna unguiculata* tratadas com diferentes doses (A) dos pós de cascas do caule de *Amburana cearensis* (○, —) e cascas do fruto de *Citrus reticulata* (□, -·-·-), de folhas de *Eucalyptus* sp. (●, - - -) e de frutos de *Piper nigrum* (■, ····) e armazenadas (B)..... 55
- Figura 5. Emergência de plântulas de *Vigna unguiculata* oriundas de sementes tratadas com diferentes doses (A) dos pós de cascas do caule de *Amburana cearensis* (○, —) e cascas do fruto de *Citrus reticulata* (□, -·-·-), de folhas de *Eucalyptus* sp. (●, - - -) e de frutos de *Piper. nigrum* (■, ····) e armazenadas (B)..... 56

Figura 6.	Índice de velocidade de emergência (IVE) de plântulas de <i>Vigna unguiculata</i> oriundas de sementes tratadas com diferentes doses das doses (A) dos pós de cascas do caule de <i>Amburana cearensis</i> (○, —) e cascas do fruto de <i>Citrus reticulata</i> (□, ---), de folhas de <i>Eucalyptus</i> sp. (●, - - -) e de frutos de <i>Piper nigrum</i> (■, ...) e armazenadas (B).....	57
-----------	---	----

Artigo II - Eficiência do teste de tetrazólio na análise da qualidade de sementes crioulas de *Vigna unguiculata* (L.) Walp. armazenadas com pós naturais

Figura 1.	Determinação das classes de vigor em sementes de <i>Vigna unguiculata</i> pelo teste de tetrazólio.....	88
Figura 2.	Vigor de sementes de <i>Vigna unguiculata</i> tratadas com doses (A) do pó de cascas do caule de <i>Amburana cearensis</i> (○, —), de folhas de <i>Eucalyptus</i> sp. (●, - - -), cascas do fruto de <i>Citrus reticulata</i> (□, ---) e de frutos de <i>Piper nigrum</i> (■, ...) e armazenadas (B).....	88
Figura 3.	Viabilidade de sementes de <i>Vigna unguiculata</i> tratadas com doses (A) do pó de cascas do caule de <i>Amburana cearensis</i> (○, —), de folhas de <i>Eucalyptus</i> sp. (●, - - -), de cascas do fruto de <i>Citrus reticulata</i> (□, ---) e de frutos de <i>Piper nigrum</i> (■, ...) e armazenadas (B).....	89
Figura 4.	Danos por umidade em sementes de <i>Vigna unguiculata</i> tratadas com doses (A) do pó de cascas do caule de <i>Amburana cearensis</i> (○, —), de folhas de <i>Eucalyptus</i> sp. (●, - - -), de cascas do fruto de <i>Citrus reticulata</i> (□, ---) e de frutos de <i>Piper nigrum</i> (■, ...) e armazenadas (B).....	89
Figura 5.	Danos causados por caruncho em sementes de <i>Vigna unguiculata</i> tratadas com doses (A) do pó de cascas do caule de <i>Amburana cearensis</i> (○, —), de folhas de <i>Eucalyptus</i> sp. (●, - - -), de cascas do fruto de <i>Citrus reticulata</i> (□, ---) e de frutos de <i>Piper nigrum</i> (■, ...) e	

armazenadas (B).....	90
----------------------	----

Artigo III - Micoflora e qualidade fisiológica de sementes de *Vigna unguiculata* (L.) Walp. tratadas com produtos naturais e armazenadas

Figura 1. Ocorrência de <i>Aspergillus</i> sp. em sementes de <i>Vigna unguiculata</i> tratadas com diferentes doses (A) dos pós das cascas do caule de <i>Amburana cearensis</i> (○, —) e dos frutos de <i>Citrus reticulata</i> (□, -.-), das folhas de <i>Eucalyptus</i> sp. (●, - - -) e dos frutos de <i>Piper nigrum</i> (■, ...)	101
Figura 2. Ocorrência de <i>Aspergillus niger</i> em sementes de <i>Vigna unguiculata</i> tratadas com diferentes doses (A) dos pós de cascas do caule de <i>Amburana cearensis</i> (○, —) e dos frutos de <i>Citrus reticulata</i> (□, -.-), das folhas de <i>Eucalyptus</i> sp. (●, - - -) e dos frutos de <i>Piper nigrum</i> (■, ...)	103
Figura 3. Ocorrência de <i>Penicillium</i> sp. em sementes de <i>Vigna unguiculata</i> tratadas com diferentes doses (A) dos pós de cascas do caule de <i>Amburana cearensis</i> (○, —) e de cascas do fruto <i>Citrus reticulata</i> (□, -.-), de folhas de <i>Eucalyptus</i> sp. (●, - - -) e de frutos de <i>Piper nigrum</i> (■, ...)	105
Figura 4. Ocorrência de <i>Fusarium</i> sp. em sementes de <i>Vigna unguiculata</i> tratadas com diferentes doses (A) dos pós de cascas do caule de <i>Amburana cearensis</i> (○, —) e de cascas do fruto <i>Citrus reticulata</i> (□, -.-), de folhas de <i>Eucalyptus</i> sp. (●, - - -) e de frutos de <i>Piper nigrum</i> (■, ...)	107

LISTA DE TABELAS

Artigo I - Potencial fisiológico de sementes crioulas de *Vigna unguiculata* (L.) Walp. tratadas com produtos naturais e armazenadas

- Tabela 1. Comparativo do efeito dos pós de cascas do caule de *Amburana cearensis*, dos frutos de *Citrus reticulata*, de folhas de *Eucalyptus* sp. e de frutos de *Piper nigrum* com o fungicida Captan® e a testemunha no peso de mil sementes de *Vigna unguiculata* armazenadas..... 52
- Tabela 2. Comparativo do efeito dos pós de cascas do caule de *Amburana cearensis*, dos frutos de *Citrus reticulata*, de folhas de *Eucalyptus* sp. e de frutos de *Piper nigrum*, com a testemunha e fungicida Captan®, na germinação de *Vigna unguiculata* armazenadas..... 54
- Tabela 3. Comparativo do efeito dos pós de cascas do caule de *Amburana cearensis*, dos frutos de *Citrus reticulata*, de folhas de *Eucalyptus* sp. e de frutos de *Piper nigrum*, com a testemunha e fungicida Captan®, na emergência de *Vigna unguiculata* armazenadas..... 57

Artigo II - Teste de tetrazólio em sementes crioulas de *Vigna unguiculata* (L.) Walp. armazenadas

- Tabela 1. Resumo da análise de variância para o vigor (VIG), viabilidade (VIA), danos por umidade (DU) e caruncho (DC), (G) germinação e (E) emergência em de sementes de *Vigna unguiculata* tratadas com doses do pó de cascas do caule de *Amburana cearensis*, de folhas de *Eucalyptus* sp., de cascas do fruto de *Citrus reticulata* e de frutos de *Piper nigrum* e armazenadas..... 91
- Tabela 2. Germinação, viabilidade (tetrazólio), emergência e vigor (tetrazólio) em sementes de *Vigna unguiculata* tratadas com doses do pó de cascas do caule de *Amburana cearensis*, de folhas de *Eucalyptus* sp., de cascas do fruto de *Citrus reticulata* e frutos de *Piper*

	<i>nigrum</i>	92
Tabela 3.	Germinação, viabilidade (tetrazólio), emergência e vigor (tetrazólio) em sementes de <i>Vigna unguiculata</i> tratadas com pó de cascas do caule de <i>Amburana cearensis</i> , de folhas de <i>Eucalyptus</i> sp., de cascas do fruto de <i>Citrus reticulata</i> e de frutos de <i>Piper nigrum</i> e armazenadas.....	93
Tabela 4	Comparativo do efeito das doses dos pós de cascas do caule de <i>Amburana cearensis</i> , dos frutos de <i>Citrus reticulata</i> , de folhas de <i>Eucalyptus</i> sp. e de frutos de <i>Piper nigrum</i> com o fungicida Captan® e a testemunha, na ocorrência de dano por caruncho em sementes de <i>Vigna unguiculata</i> armazenadas.....	93

Artigo III - Micoflora e qualidade fisiológica de sementes de *Vigna unguiculata* (L.) Walp. tratadas com produtos naturais e armazenadas

Tabela 1.	Incidência de fungos em sementes de <i>Vigna unguiculata</i> ao longo de 360 dias de armazenamento.....	100
Tabela 2.	Comparativo do efeito das doses dos pós de cascas do caule de <i>Amburana cearensis</i> , dos frutos de <i>Citrus reticulata</i> , de folhas de <i>Eucalyptus</i> sp. e de frutos de <i>Piper nigrum</i> com o fungicida Captan® e a testemunha na incidência de <i>Aspergillus</i> sp. em sementes de <i>Vigna unguiculata</i>	100
Tabela 3.	Comparativo do efeito dos pós de cascas do caule de <i>Amburana cearensis</i> , dos frutos de <i>Citrus reticulata</i> , de folhas de <i>Eucalyptus</i> sp. e de frutos de <i>Piper nigrum</i> com o fungicida Captan® e a testemunha, na incidência de <i>Aspergillus</i> sp. em sementes de <i>Vigna unguiculata</i> armazenadas.....	102
Tabela 4.	Comparativo do efeito das doses dos pós de cascas do caule de <i>Amburana cearensis</i> , dos frutos de <i>Citrus reticulata</i> , de folhas de <i>Eucalyptus</i> sp. e de frutos de <i>Piper nigrum</i> com o fungicida Captan®	

	e a testemunha na incidência de <i>Aspergillus niger</i> em sementes de <i>Vigna unguiculata</i>	104
Tabela 5	Comparativo do efeito dos pós de cascas do caule de <i>Amburana cearensis</i> , dos frutos de <i>Citrus reticulata</i> , de folhas de <i>Eucalyptus</i> sp. e de frutos de <i>Piper nigrum</i> com o fungicida Captan® e a testemunha, na incidência de <i>Aspergillus niger</i> em sementes de <i>Vigna unguiculata</i> armazenadas.....	104
Tabela 6	Comparativo do efeito das doses dos pós de cascas do caule de <i>Amburana cearensis</i> , dos frutos de <i>Citrus reticulata</i> , de folhas de <i>Eucalyptus</i> sp. e de frutos de <i>Piper nigrum</i> com o fungicida Captan® e a testemunha na incidência de <i>Penicillium</i> em sementes de <i>Vigna unguiculata</i>	106
Tabela 7	Comparativo do efeito dos pós de cascas do caule de <i>Amburana cearensis</i> , dos frutos de <i>Citrus reticulata</i> , de folhas de <i>Eucalyptus</i> sp. e de frutos de <i>Piper nigrum</i> com o fungicida Captan® e a testemunha, na incidência de <i>Penicillium</i> em sementes de <i>Vigna unguiculata</i> armazenadas.....	107
Tabela 8	Comparativo do efeito das doses dos pós de cascas do caule de <i>Amburana cearensis</i> , dos frutos de <i>Citrus reticulata</i> , de folhas de <i>Eucalyptus</i> sp. e de frutos de <i>Piper nigrum</i> com o fungicida Captan® e a testemunha na incidência de <i>Fusarium</i> sp. em sementes de <i>Vigna unguiculata</i>	108
Tabela 9	Comparativo do efeito dos pós de cascas do caule de <i>Amburana cearensis</i> , dos frutos de <i>Citrus reticulata</i> , de folhas de <i>Eucalyptus</i> sp. e de frutos de <i>Piper nigrum</i> com o fungicida Captan® e a testemunha, na incidência de <i>Fusarium</i> sp. em sementes de <i>Vigna unguiculata</i> armazenadas.....	109

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO GERAL.....	15
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	17
2.1 Descrição e importância da espécie.....	17
2.2 Sementes Crioulas.....	19
2.3 Qualidade de sementes.....	20
2.4 Armazenamento de sementes	23
2.5 Uso de produtos naturais no tratamento de sementes.....	25
3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	28
Artigo I - Potencial fisiológico de sementes crioulas de <i>Vigna unguiculata</i> (L.) Walp. tratadas com produtos naturais e armazenadas	42
Introdução.....	45
Material e Métodos.....	46
Resultados e Discussão.....	49
Conclusões.....	58
Referências Bibliográficas.....	58
Artigo II - Eficiência do teste de tetrazólio na análise da qualidade de sementes crioulas de <i>Vigna unguiculata</i> (L.) Walp. armazenadas com pós naturais	64
Introdução.....	67
Material e Métodos.....	68
Resultados e Discussão.....	71
Conclusões.....	80
Referências Bibliográficas.....	80
Artigo III - Micoflora e qualidade fisiológica de sementes de <i>Vigna unguiculata</i> (L.) Walp. tratadas com produtos naturais e armazenadas	94
Introdução.....	97
Material e Métodos.....	98
Resultados e Discussão.....	99
Conclusões.....	109
Referências Bibliográficas.....	110
CONCLUSÕES GERAIS	114

1. INTRODUÇÃO GERAL

Vigna unguiculata (L.) Walp., conhecida popularmente no Brasil como feijão macassa, feijão de corda e feijão macassar, é uma cultura amplamente utilizada na alimentação humana devido as suas propriedades nutricionais. O alto teor de proteínas e carboidratos, os níveis de gordura relativamente baixo e um padrão de aminoácidos complementar ao dos grãos de cereais, fazem de *V. unguiculata* um importante alimento nutricional na dieta humana (JAYATHILAKE et al., 2018). A espécie é cultivada nos continentes africano, asiático e nas américas, destacando-se pelo seu desenvolvimento em regiões semiáridas (SMÝKAL et al., 2014), cujos grãos são consumidos verdes, secos e também moídos em receitas tradicionais, a exemplo do acarajé no estado da Bahia, Brasil (HASHIMOTO, 2016).

Devido a importância de *V. unguiculata* para a segurança alimentar, principalmente das famílias do semiárido, é preciso focar nos aspectos relacionados à produção e ao armazenamento das suas sementes. Segundo Milošević et al. (2010), a produção de sementes é um fator importante no processo de atender à crescente demanda por alimentos saudáveis e seguros, enquanto fornece um recurso genético de alta qualidade em todas as etapas de sua produção e controle sistemático.

Dentre as classes das sementes têm-se as sementes crioulas, que são recursos com alta variabilidade genética, capazes de se adaptar às adversidades climáticas e resistir ao ataque de pragas e doenças (MACHADO, 2014; SANTILLI, 2017). Para Guimarães (2016) essas sementes são elementos da vida cultural e alimentar dos produtores tradicionais e camponeses que cumprem papel importante no melhoramento e conservação das sementes crioulas de acordo com as estruturas sociais e culturais em que estão inseridos.

O genótipo, a qualidade inicial, as condições de estocagem e o teor de água são fatores que afetam a longevidade das sementes durante o período em que estão armazenadas (BORTEY et al., 2016). Os agricultores familiares, geralmente utilizam métodos alternativos para armazenar suas sementes, como o uso de garrafas do tipo PET (ALVES et al., 2011; ARAÚJO et al., 2013), e costumam utilizar produtos como cinzas, pimenta do reino e cascas de laranja, para tratar essas sementes com o objetivo de manter sua qualidade durante o período de armazenamento (SANTOS et al., 2012; KUMAR et al., 2015). Por isso, investigar os efeitos desses produtos na qualidade das sementes estocadas pode gerar informações que

contribuam para a construção do conhecimento a respeito de possibilidades naturais para o tratamento de sementes.

Dentre as estratégias utilizadas, nessa perspectiva, é possível citar o monitoramento da qualidade fisiológica e sanitária das sementes em laboratório, com vistas à manutenção do desempenho agrônômico durante o armazenamento e, conseqüentemente, da produtividade dessa cultura (SMIDERLE et al., 2017). Portanto, testes convencionais realizados em laboratório, como por exemplo, a determinação da umidade, testes de germinação e de sanidade das sementes, permitem que se tenha um diagnóstico da sua qualidade, fornecendo informações necessárias que contribuam na estabilidade da produção (MARCOS-FILHO, 2015).

Outro teste que traz informações a respeito da qualidade das sementes muito utilizado, devido principalmente de sua rapidez, é o teste de tetrazólio, que permite a avaliação da viabilidade das sementes em menos de 24 horas e não é afetado por condições que geralmente interferem no teste de germinação, como a incidência de microrganismos (FRANÇA-NETO et al., 1998).

A presente tese é composta por Introdução Geral, Revisão de Literatura e três artigos, sendo o primeiro artigo intitulado “Potencial fisiológico de sementes crioulas de *Vigna unguiculata* (L.) Walp. tratadas com produtos naturais e armazenadas”; o segundo refere-se à “Eficiência do teste de tetrazólio na análise da qualidade de sementes crioulas de *Vigna unguiculata* (L.) Walp. armazenadas com pós naturais” e o último artigo diz respeito a “Micoflora e qualidade fisiológica de sementes de *Vigna unguiculata* (L.) Walp. tratadas com produtos naturais e armazenadas”.

Assim, o objetivo nesse estudo foi avaliar o potencial fisiológico e a sanidade de sementes crioulas de *Vigna unguiculata* (L.) Walp. tratadas com produtos naturais e armazenadas.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Descrição e importância da espécie

Vigna unguiculata (L.) Walp. é uma espécie diplóide ($2n = 2x = 22$), pertencente à família Fabaceae, tribo Phaseoleae, gênero *Vigna* e seção Catiang, com centro de origem no Sul da África (BOUKAR et al., 2013). No Brasil, várias denominações identificam a espécie a partir da cultura de cada região e das características da planta e das sementes, que é popularmente conhecida como feijão macassar, feijão de corda, feijão fradinho, feijão de praia, feijão miúdo e manteiguinha (FREIRE-FILHO et al., 2017).

A cultura do *V. unguiculata* é temporária, de germinação epígea e ciclo curto, mas devido a sua variabilidade genética, algumas variedades podem ser tardias ou precoces (ANDRADE-JUNIOR et al., 2002). A planta possui folhas alternadas e trifoliadas, com o primeiro par de folhas simples e oposto, com uma variação considerável no tamanho e na forma (lanceoladas a ovadas), geralmente são de cor verde escuro, o pecíolo tem 5-25 cm de comprimento, as hastes são estriadas, lisas ou levemente peludas (IGE et al., 2011).

A inflorescência do tipo racemose ou intermediária, dispostas nas extremidades distais de pedúnculos com 5 a 60 cm de comprimento, produzem apenas duas flores em pares alternados, as quais são auto-polinizadoras, carregadas em pedicelos curtos, com corolas brancas, amarelo-rosa, azul pálido ou roxa. As flores abrem apenas uma vez, no início do dia, e fecham aproximadamente ao meio-dia, em seguida, murcham e caem (SHEAHAN, 2012).

Os frutos tipo vagem são legumes de forma cilíndrica que variam de comprimento e número de sementes de acordo com as características de cada variedade (BEVILAQUA et al., 2007). As sementes também variam na coloração do tegumento, que podem ser brancos, marrons, avermelhados e pretos, bem como na textura, podendo ser lisa ou áspera (BOUKAR et al., 2013).

A espécie *V. unguiculata* é uma excelente fonte de proteínas (23 a 25% em média) e contém todos os aminoácidos essenciais, carboidratos (62% em média), vitaminas e minerais, além de grande quantidade de fibras dietéticas e baixa quantidade de gordura (teor de óleo de 2% em média), representando um alimento básico para as populações de baixa renda do Nordeste brasileiro (ROCHA et al., 2017). Ainda segundo esses autores, devido ao seu valor nutritivo, o feijão macassar é cultivado principalmente para a produção de grãos, secos ou verdes, e para o consumo humano, *in natura*, na forma de conserva ou desidratado, mas

também é utilizado como forragem verde, feno, ensilagem, farinha para alimentação animal e ainda como adubação verde e proteção do solo.

Com ampla distribuição e expansão mundial, a produção de *V. unguiculata* se destaca no continente africano, sendo Nigéria, Niger, Burkina Faso e Tanzânia os países com a maior produção no continente (FAO, 2017). O Brasil é o terceiro maior produtor mundial dessa Fabaceae (815 mil toneladas na safra 2018/2019), destacando-se a região Nordeste com aproximadamente 51% da produção nacional, em uma área de 1.134,3 hectares, no entanto, apesar do alto potencial produtivo, a média do rendimento ainda é baixa (448 kg ha⁻¹) (CONAB, 2019). A maior produção nessa região deve-se, provavelmente, a potencialidade da espécie em se adaptar bem a áreas propensas à seca, com ampla variedade de tipos de clima e solo e maior tolerância ao calor em comparação com outras espécies, sendo frequente no hábito alimentar das populações das regiões semiáridas (APPIAH et al., 2011; LUCAS et al., 2013; SPRIGGS et al., 2018).

Caso a tendência de expansão da cultura se mantenha e a produtividade da área continue a aumentar, o fornecimento global de feijão macassar deve atingir 9,8 milhões de toneladas em 2020 e 12,3 milhões de toneladas em 2030, contra a demanda global projetada de quase 8,5 milhões de toneladas em 2020 e 11,2 milhões de toneladas em 2030 (BOUKAR et al., 2016). Essa expansão demonstra a importância da cultura mundialmente e se reflete na geração de renda para os agricultores, bem como na oferta de alimento rico nutricionalmente para os consumidores (BEZERRA et al., 2007).

Nesse contexto, a cultura tem relevante contribuição para a segurança alimentar, principalmente em países em desenvolvimento, pelo seu valor nutricional que a torna uma alternativa economicamente viável, em locais com dificuldade para adquirir alimentos proteicos, como carne e peixe (KAY, 1979; COETZEE, 1995). O grão do feijão macassar, tanto seco como verde, é a principal parte da planta utilizada na alimentação, mas no continente africano também são consumidas as vagens verdes e as folhas da planta (BOUKAR et al., 2016).

Além da sua importância na alimentação, estudos têm evidenciado também propriedades medicinais de *V. unguiculata*, com atividades anti-helmínticas, antibacterianas, antioxidantes, antiinflamatórias e antidiabéticas (SAYEED et al., 2017), potencial forrageiro, como complemento proteico para a dieta animal (AYAN et al., 2012) e também como potencial para adubação do solo, por fixar nitrogênio através da simbiose com a bactéria *Rhizobium* sp. (SILVA et al., 2019a). Na Tanzânia, Hallensleben et al. (2009) destacaram a

importância de *V. unguiculata*, enfatizando que o caráter polivalente deve ser aprimorado ainda mais considerando as características de importância local para seu uso como vegetais folhosos.

Diante das potencialidades da cultura, estudos multidisciplinares aprofundados são essenciais para elucidar demandas referentes a produção, usos e, consequentemente, ampliação das possibilidades no que diz respeito à valorização e conservação desse recurso genético (LIMA, 2008).

2.2. Sementes crioulas

As variedades crioulas são definidas como populações dinâmicas de uma planta cultivada com origem histórica, identidade distinta, geneticamente diversa, adaptada localmente, assim como associadas a um conjunto de práticas de seleção e controle de sementes, que tradicionalmente são realizadas pelos agricultores, os quais acumulam uma base de conhecimentos que são passados de geração à geração (CAMACHO VILLA et al., 2005; DÖRING et al., 2011). Por serem adaptadas localmente, as sementes crioulas são recursos genéticos que tem uma maior resistência a diversas condições climáticas, são tolerantes à pragas e doenças, principalmente devido à variabilidade genética que confere rusticidade a essas variedades (ATLIN et al., 2017).

As sementes crioulas, produzidas localmente ou trocadas principalmente por meio de redes familiares e comunitárias, caracterizam-se por relações de confiança e reciprocidade (BADSTUE et al., 2007; COOMES et al., 2015). Nesse sentido, além de suas potencialidades nos sistemas produtivos, as sementes crioulas se configuram em elementos que fazem parte das dimensões culturais e sociais das pessoas que as conservam. Dessa forma, os agricultores, considerados guardiões, estabeleceram forte relação com suas sementes, como pode ser percebido nas diferentes denominações atribuídas às sementes crioulas em vários locais, como “Sementes da Paixão” na Paraíba, “Sementes da Fartura” no Piauí e “Sementes da Resistência” em Alagoas (LONDRES, 2014).

No aspecto da legislação nacional, apenas em 2003, através da Lei N°. 10.711, de 5 de agosto do mesmo ano, no seu Artigo segundo, as sementes crioulas foram reconhecidas, sendo definidas como: “variedade desenvolvida, adaptada ou produzida por agricultores familiares, assentados da reforma agrária ou indígenas, com características fenotípicas bem determinadas e reconhecidas pelas respectivas comunidades e que, a critério do Ministério da

Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), considerados também os descritores socioculturais e ambientais, não se caracterizam como substancialmente semelhantes às cultivares comerciais” (BRASIL, 2003).

Na Paraíba, a partir da pressão realizada por organizações sociais e agricultores que fazem parte da Rede de Sementes da Articulação do Semiárido, foi regulamentada, em 2002, a Lei N°. 7.298 que dispõe sobre a criação do Programa Estadual de Bancos de Sementes Comunitários e dá outras providências (PARAÍBA, 2002). As organizações e agricultores pautaram junto ao governo esta lei para que o estado pudesse apoiar a produção e armazenamento das sementes crioulas, que são realizados pelos agricultores, de forma a fortalecer a conservação da agrobiodiversidade na Paraíba (LONDRES, 2014).

Em relação a leis que dispusessem sobre a Política Estadual de Incentivo à Formação de Bancos Comunitários de Sementes e Mudanças, no estado de Alagoas, em 3 de janeiro de 2008 foi criada a Lei N°. 6.903 (ALAGOAS, 2008); em Minas Gerais foi criada a Lei N°. 18.374, de 4 setembro de 2009 (MINAS GERAIS, 2009); em São Paulo foi criada a Lei N°. 15.312 em 15 de janeiro de 2014 (SÃO PAULO, 2014), em Santa Catarina, a Lei N°. 17.481 foi criada em 15 de janeiro de 2018 (ALESC/GCAN, 2018) e no Ceará foi criada a Lei N°. 17.179, de 15 de janeiro de 2020 (CEARÁ, 2020).

Em face de suas potencialidades e importância para os sistemas de produção familiares, entende-se que as sementes crioulas são patrimônio dos povos e que ações, tanto de pesquisa, ensino, extensão e no âmbito das políticas públicas, voltadas para a conservação desses recursos genéticos são imprescindíveis para a manutenção da agrobiodiversidade (CARVALHO, 2003).

2.3 Qualidade de sementes

A qualidade da semente é um fator fundamental nos sistemas de produção agrícola, a qual é determinada pela interação entre características fisiológicas, sanitárias, genéticas e físicas que interferem diretamente no potencial de desempenho no campo e durante o armazenamento (MARCOS-FILHO, 1999). As sementes com valores elevados de germinação e vigor, livre de doenças, com alta pureza genética e física são essenciais para a cultivar expressar, em sua plenitude, todos os seus atributos de qualidade agrônômica, tais como ciclo, produtividade, resistência a enfermidades, tipo de grão, qualidades organolépticas e da semente (KRZYŻANOWSKI et al., 2018).

Desse modo, a qualidade está relacionada com a germinação e o vigor das sementes, uma vez que aquelas de elevada qualidade germinam mais rapidamente, originando plântulas vigorosas, menos sensíveis às mudanças climáticas que lhes permitem adaptar-se a uma ampla gama de condições ambientais (CORBINEAU e CÔME, 2006).

Quando a semente é de baixo vigor, uma série de alterações bioquímicas ocorre, comprometendo o desenvolvimento e rendimentos agrícolas, as quais foram sintetizadas por Abdul-Baki (1969) em quatro categorias: 1) declínio na atividade metabólica como respiração reduzida, menor germinação e crescimento mais lento das plântulas; 2) aumento na atividade total de enzimas como fitase, protease, fosfatases; 3) diminuição na atividade de enzimas, principalmente as respiratórias, como catalases, peroxidases, desidrogenases, citocromo oxidases, descarboxilase do ácido glutâmico; e 4) aumento na permeabilidade da membrana, resultando em maior vazamento de açúcares, aminoácidos e solutos inorgânicos das sementes.

Em virtude da importância da semente para a produção agrícola, a Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO) estabeleceu alguns padrões para a garantia da sua qualidade. Por exemplo, a pureza, em que as sementes devem estar o mais limpas possível, livres de ervas daninhas, pragas e doenças; devem ser capazes de emergências rápidas e o mais uniformes possível em ampla gama de condições de campo; o teor de água das sementes deve variar entre 3 e 7%, dependendo da espécie; e os valores iniciais de germinação devem exceder 85% para a maioria das espécies ou uma porcentagem menor para espécies que normalmente não atingem altos níveis de germinação (FAO, 2014).

Além da FAO, a importância central da qualidade das sementes para a agricultura também levou à criação de associações dedicadas à manutenção de padrões na avaliação da qualidade dos lotes, a exemplo da Association of Official Seed Analysts (AOSA) que opera na América do Norte e a International Seed Testing Association (ISTA) que possui laboratórios associados em todo o mundo, as quais têm uma visão de uniformidade na avaliação da qualidade das sementes e fornecem uma estrutura na qual a qualidade pode ser avaliada e comparada (FINCH-SAVAGE e BASSEL, 2016). No Brasil, a determinação dos critérios utilizados para avaliação da qualidade de sementes segue as diretrizes sistematizadas do manual de Regras para Análises de Sementes (RAS) (BRASIL, 2009).

Durante o desenvolvimento na planta mãe, as sementes adquirem progressivamente a capacidade de germinar e produzir uma plântula até chegar à maturidade fisiológica (BEWLEY et al., 2013). No entanto, uma variedade de fatores pode influenciar na viabilidade e vigor das sementes, a exemplo do ataque de patógenos e, das variações de condições

climáticas, que culminam com a deterioração (SHABAN, 2013). Nesse sentido, o monitoramento da qualidade das sementes é importante, e métodos que disponibilizem informações de confiança são indispensáveis nesse processo, de forma que é frequente, a realização de testes preconizados pelas instituições citadas para a verificação da pureza genética, pureza física, sanidade, vigor, teor de umidade e germinação (ELIAS et al., 2012).

Os testes podem ser divididos em fisiológicos, a exemplo do teste de germinação, que é padrão de avaliação do potencial fisiológico, realizado em condições ideais de umidade e temperatura (ISTA, 2006); testes físicos, como a determinação do teor de água (SILVA et al., 2019b), o qual deve se manter inferior a 14% para reduzir os efeitos da deterioração (SILVA, 2008); e testes bioquímicos, a exemplo do teste de tetrazólio, que além de determinar a viabilidade, também fornece um diagnóstico do vigor das sementes e possíveis danos (FRANÇA-NETO e KRZYZANOWSKI, 2019). De acordo com a Instrução Normativa nº 45 de 17 de setembro de 2013, a porcentagem mínima de germinação das sementes de *V. unguiculata* deve ser de 80% (MAPA, 2013).

Os testes de sanidade também são importantes para que seja definido o perfil da qualidade das sementes a partir do levantamento da incidência de patógenos que podem comprometê-las, uma vez que parte dos patógenos utilizam as sementes como veículo de transporte e abrigo para sua sobrevivência. Em geral, os fungos constituem os mais numerosos e importantes grupos de fitopatógenos associados às sementes, seguido por bactérias, vírus e alguns nematoides, causando os danos mais frequentes em campo, como abortos, deformações, apodrecimentos, estromatizações, manchas necróticas e descolorações que culminam na perda do poder germinativo (CARVALHO e NAKAGAWA, 2012).

Dentre esses testes, os realizados mais rotineiramente para avaliação da qualidade de sementes são os que determinam a germinação e o vigor de um lote, tendo em vista a necessidade de, além de obter informações em torno do comportamento em condições ideais, determinado pelo teste de germinação, também compreender sobre o potencial das sementes em ambientes que testem o potencial do desenvolvimento das plântulas sob condições adversas, para que se tenha uma visão mais precisa sobre a capacidade de desenvolvimento das sementes em campo (MARCOS-FILHO, 2015).

Diante da importância da qualidade das sementes para a produção agrícola, com foco principal na melhor expressão da germinação e vigor, diversas pesquisas referentes ao monitoramento desses atributos em sementes de *V. unguiculata* têm sido desenvolvidas, tais como a avaliação da qualidade de sementes em função de épocas de plantio e de variedades

(CRISPIM et al., 2019), da maturação das sementes (CRUZ et al., 2019), vigor através dos testes de envelhecimento acelerado (DUTRA e TEÓFILO, 2007), teste de tetrazólio (RODRIGUES et al., 2015) e condutividade elétrica (MOURA et al., 2017). Ainda é possível identificar pesquisas a respeito da influência do tamanho da semente na germinação e vigor (ARAÚJO NETO et al., 2014), da tolerância das sementes a condições de estresse hídrico e salino durante a germinação (CHAGAS et al., 2018a; GOMES FILHO et al., 2019; NUNES et al., 2019), do efeito da microbiolização na germinação, sanidade de sementes e crescimento inicial de plantas (SÁ et al., 2019; ROCHA et al., 2017).

Estudos referentes à avaliação da qualidade de sementes crioulas estão sendo desenvolvidos (CHAGAS et al., 2018b), a exemplo do armazenamento de sementes (OLIVEIRA et al., 2015; GERRANO et al., 2017; SMIDERLE et al., 2017), incluindo a avaliação da influência das embalagens para manutenção da qualidade das sementes (BORTEY et al., 2016; BULETI et al., 2019), tratamento de sementes com produtos químicos e alternativos (LIMA et al., 2014; SILVA et al., 2014; SOUZA et al., 2015), entre outros.

Esses estudos possibilitam a criação de uma base sólida para o planejamento e controle da produção com maior perspectiva para o estabelecimento de estandes adequados, com sementes de alta qualidade que influenciam diretamente no sucesso da lavoura e contribui significativamente para que os níveis de alta produtividade sejam alcançados (KRZYZANOWSKI e FRANÇA-NETO, 2003).

2.4 Armazenamento de sementes

O armazenamento é uma etapa indispensável no sistema agrícola e tem como objetivo preservar os estoques de sementes com qualidade elevada de uma estação para a seguinte, bem como manter o germoplasma ao longo do tempo para conservar a variabilidade genética das espécies (CHALA e BEKANA, 2017).

Após a maturidade fisiológica predominam os processos catabólicos, a deterioração das sementes se torna mais aparente e, à medida que as alterações catabólicas continuam com o aumento da idade, a viabilidade da semente é reduzida (SHELAR et al., 2008). Por essa razão, segundo esses autores, o conhecimento do estágio correto da maturidade fisiológica das espécies é fundamental para evitar a perda da qualidade das sementes, uma vez que em condições favoráveis de armazenamento, o início do declínio na germinação pode demorar de

alguns meses a muitos anos, dependendo das condições do ambiente, do tipo e das condições durante o desenvolvimento das sementes.

A longo prazo, a manutenção da viabilidade das sementes, combinada com a perda mínima de sua integridade genética é de crucial importância para a conservação e uso eficaz dos recursos genéticos vegetais (RAO et al., 2017). A longevidade e a viabilidade das sementes durante o armazenamento são consideravelmente influenciadas por fatores-chave, como as características genéticas das variedades, a qualidade inicial e o teor de água das sementes, umidade relativa e temperatura, atividade de microrganismos associados às sementes, pressão de oxigênio e outros fatores, como luz direta do sol, número de vezes e tipo de fumigação, efeito do tratamento de sementes e condições de armazenamento (SELVI e SARASWATHY, 2017). Nesse sentido, as sementes mais vigorosas têm maior resistência a todas essas tensões limitantes no armazenamento (FINCH-SAVAGE e BASSEL, 2016).

A umidade e a temperatura são os principais fatores que interferem no armazenamento, tendo-se, como regra geral, que o tempo de vida das sementes ortodoxas é dobrado para cada redução de 5 °C na temperatura e da mesma forma para cada redução de 1% no seu teor de água (COLVILLE, 2017), porque em condições desfavoráveis, as sementes aumentam a velocidade de respiração, gerando reações químicas e futura deterioração, culminando na peroxidação lipídica, rompimento das membranas celulares e desintegração do núcleo celular (ZUCHI et al., 2011; DEMIDCHIK, 2015).

Dessa forma, a redução do teor de água das sementes até um limite adequado é um pré-requisito para o armazenamento, uma vez que as sementes também podem ser danificadas devido à dessecação (YOUSAF et al., 2016). Além disso, é fundamental o acondicionamento em embalagem que impeça a troca de umidade com o meio e que as sementes sejam armazenadas, preferencialmente, em baixas temperaturas de forma a garantir que a sua qualidade seja mantida durante o período de estocagem. Assim, estudos têm sido realizados para avaliar embalagens e temperaturas que possam minimizar os impactos das variações ambientais na deterioração das sementes (DONADON et al., 2015; WANG et al., 2018; BULETI et al., 2019; CAPILHEIRA et al., 2019).

Além desses cuidados, a prática de tratar as sementes para impedir que insetos e microrganismos as infectem e, conseqüentemente, acelerem a deterioração, é utilizada antes do armazenamento, sendo a fosfina um dos produtos químicos mais utilizados, porém tem-se observado a crescente adesão aos produtos naturais devido à preocupação com os riscos da contaminação e da resistência dos organismos aos produtos convencionais (RAO et al., 2017).

2.5 Uso de produtos naturais no tratamento de sementes

O tratamento de sementes consiste no uso de produtos ou certos agentes físicos, químicos ou biológicos, a fim de suprimir, controlar patógenos, repelir insetos e outras pragas que atacam esse recurso genético (SHARMA et al., 2015). No armazenamento, o tratamento é uma estratégia utilizada para proteger as sementes e minimizar os impactos causados pela deterioração e manter a qualidade das mesmas (BRZEZINSKI et al., 2017).

O método mais frequente no tratamento de sementes é a utilização de produtos químicos, no entanto, o mesmo provoca efeitos adversos que ameaçam o meio ambiente e a segurança alimentar (XIAO e WU, 2019). Os inseticidas e fungicidas sintéticos podem causar envenenamento agudo e crônico nas pessoas que os aplicam e aos trabalhadores rurais; intoxicação alimentar e riscos à saúde dos consumidores; perigo para organismos não-alvo (polinizadores como abelhas), inimigos naturais de pragas (insetos), intoxicação e morte de peixes, pássaros e animais selvagens, perturbação do equilíbrio natural, poluição do ambiente e das águas subterrâneas, surtos graves de pragas, pragas secundárias que assumem o status de pragas chaves e aumento da resistência a um ou mais grupos de agrotóxicos (McFREDERICK et al., 2008). Além disso, o custo do tratamento químico das sementes configura-se em uma restrição para os agricultores familiares (EL-NAIMI et al., 2000).

Os vegetais produzem uma infinidade de produtos derivados do chamado metabolismo secundário, os quais são substâncias aleloquímicas que estão incluídas na complexa relação entre a planta e o meio ambiente no qual está inserida, sendo úteis em várias ações naturais, a exemplo da defesa da planta contra insetos-praga (GAHUKAR, 2012; MIRANSARI e SMITH, 2014). O tratamento de sementes com esses metabólitos tem sido realizado na forma de pós vegetais secos, extratos vegetais e óleos essenciais, misturados nas sementes antes do armazenamento, (MELO et al., 2011; MELO et al., 2015).

Devido a esses fatores e para alinhar a sustentabilidade da agricultura, reduzindo seu impacto ambiental, com as demandas alimentares da população, há uma crescente busca por alternativas eficientes para o tratamento de sementes (RAO et al., 2017). Nesse sentido, em condições ecologicamente corretas, uma das estratégias para prolongar a vida útil das sementes é a combinação da secagem das mesmas a um teor de água entre 6-7% e tratamento com produtos vegetais disponíveis na natureza para repelir insetos e controlar fungos durante o armazenamento (VANANGAMUDI e MANONMANI, 2011).

Essa tendência oportuniza pesquisas que focam as investigações sobre a eficiência de produtos, como derivados de plantas (extratos, pós, óleos essenciais), de microorganismos (fungos e bactérias benéficas) e substâncias húmicas na garantia da qualidade das sementes a partir de práticas agroecológicas (PYLAK et al., 2019).

Dentre esses recursos, Atanasov et al. (2015) explicaram que as plantas produzem numerosos metabólitos secundários que exercem diversas funções biológicas e ainda estão longe de serem exaustivamente investigados e, portanto, são matérias-primas potenciais para pesquisas relacionadas ao tratamento das sementes. Através da síntese de compostos nitrogenados, principalmente alcalóides, terpenóides, compostos fenólicos, inibidores de proteinase e reguladores de crescimento, são conferidas às espécies vegetais propriedades antimicrobianas, antifúngicas e pesticidas que lhes tornam eficientes na preservação da qualidade das sementes (SAID e PASHTE, 2015).

Estudos nessa perspectiva têm comprovado a viabilidade do uso de derivados vegetais com compostos biologicamente ativos na proteção de sementes. Esses produtos são utilizados na forma de extratos, óleos essenciais e pós de diversas espécies (KHATUN et al., 2011; SOUJANYA et al., 2016; SINGH et al., 2017). A aplicação de plantas ou parte das plantas na forma de pó para repelir ou intoxicar o agente alvo é a maneira mais simples de tratar as sementes (BOEKE et al., 2001). O extrato de *Piper nigrum* foi eficiente na manutenção da germinação das sementes de *V. unguiculata* em apenas 56% aos 360 dias de armazenamento (ALMEIDA et al., 2009), entretanto, em sementes de soja foi eficiente apenas até os 60 dias de armazenamento (ALVES et al., 2015).

Os extratos vegetais alcoólicos de *Psidium guajava* L., *Ricinus communis* L. e *Momordica charantia* L. possuem efeito fungitóxico sobre os patógenos *Aspergillus flavus* L., *Aspergillus niger* e *Penicillium* sp., principalmente, quando utilizados na concentração de 100% sobre as sementes de amendoim (FERREIRA et al., 2015). De forma semelhante, os extratos hidroalcoólicos de *Annona squamosa* L. e *P. nigrum* foram altamente eficientes na manutenção da germinação das sementes de milho infestadas com *Sitophilus zeamais* Motschulsky (1885) e o percentual de infestação diminuiu com o aumento das doses dos mesmos (ALMEIDA et al., 2012).

Em pesquisa realizada sobre práticas indígenas para o armazenamento ecológico de grãos e sementes, Prakash et al. (2016) documentaram o uso de açafrão, alho, sal, pimenta em pó, folhas de nim, pimentões secos, mamona em pó, rizoma de gengibre, pó de sementes de maçã e de manjeriço para o tratamento de sementes. Esses autores destacaram que esses

conhecimentos/práticas agrícolas tradicionais são de grande importância na conservação e manutenção da sustentabilidade do meio ambiente, mas também requer integração com o conhecimento científico moderno para gerar uma ampla gama de novas idéias e práticas para a melhoria da humanidade.

A eficiência do pó de folhas de *Azadirachta indica* e de rizoma de açafrão (*Curcuma longa* L.) foi comprovada por Behera et al. (2017) na proteção de sementes de amendoim; enquanto Kaur et al. (2019), testaram a eficácia dos pós de folhas *Eucalyptus* sp., *A. indica* e *Acorus calamus* L., no tratamento de sementes de ervilha. De forma semelhante, Oliveira et al. (2018), observaram a eficácia de *P. nigrum*, *Cinnamomum zeylanicum* Blume, *Eucalyptus* sp. e *Azadirachta indica* A. Juss., como tratamentos alternativos em sementes de feijão.

O pó e o extrato de *Dianthus caryophyllus* L. e *Cinnamomum burmannil* (Ness & T. Ness) Blume provocou efeito fungitóxico em sementes de feijoeiro (EL-MOUGY e ABDEL-KADER, 2007). O pó, o extrato e o óleo da casca do fruto de *Citrus sinensis* (L.) Osbeck. foram eficientes na proteção de *V. unguiculata* contra gorgulhos (NWAEHUJOR e OLATUNJI, 2011), o pó de cascas de laranja também foi eficiente na proteção de sementes de trigo (YUNIS, 2014). O pó do caule de *Cinnamomum. burmannil* também foi eficiente no controle de fungos em sementes de amendoim, sem afetar a qualidade das sementes (SOARES et al., 2015).

O extrato vegetal aquoso de *Eucalyptus citriodora* (Hook.) K. D. Hill et L. A. S. Johnson e *Achyrocline satuireioides* (Lam.) DC., na concentração de 20%, foram eficientes no controle dos patógenos *Alternaria* sp. e *Cladosporium* sp. em sementes de trigo cv. 'Mirante', além disso, foi promissor no estímulo do desenvolvimento de plântulas de trigo (BASEGGIO et al., 2019).

Estudos referentes a tratamentos alternativos de sementes são uma das bases para o incentivo de uma agricultura sustentável, utilizando-se de diversas metodologias, em separado ou em conjunto, visando o controle de insetos-praga que podem deteriorar as sementes, tendo em vista que esse processo deve ocorrer com o mínimo de impacto ao meio ambiente (FERREIRA et al., 2017). Ainda segundo esses autores, muitas são as tecnologias disponíveis, porém diversos questionamentos ainda devem ser respondidos, como as interações entre os insetos-praga e as sementes no sentido da indução de resistência dos vegetais contra esses organismos, por isso necessita-se de mais estudos na área e de maior divulgação dos resultados, para que o acesso a esse tipo de informação seja facilitado à comunidade interessada.

3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDUL-BAKI, A.A. Relationship of glucose metabolismo to germinability and vigor in barley and wheat seeds. **Crop Science**, v.9, n.1, p.732-737, 1969.

ALAGOAS. Lei N°. 6.903 de 3 de janeiro de 2008. **Dispõe sobre a criação do programa estadual de bancos comunitários de sementes e dá outras providências**. Iteral: Maceió, p.1-3, jan. 2008. Disponível em: http://www.iteral.al.gov.br/legislacao/http___www.iteral.al.gov.br_legislacao_lei_sementes_alagoas.pdf/view.

ALMEIDA, F.A.C.; CAVALCANTI, M.F.B.S.; SANTOS, J.F.; GOMES, J.P.; BARROS NETO, J.J.S. Viabilidade de sementes de feijão macassar tratadas com extrato vegetal e acondicionadas em dois tipos de embalagens. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v.31, n.2, p.345-351, 2009.

ALMEIDA, F.A.C.; SILVA JÚNIOR, P.J.; SILVA, J.F.; LINO, T.F.L.; SILVA, R.G. Infestação e germinação em sementes de milhotratadas com extratos de *Piper nigrum* e *Annona squamosa*. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v.14, n. Especial, p.457-471, 2012.

ALVES, H.S.; AZEVEDO, R.A.B.; ALBUQUERQUE, M.C.F. Colheita, armazenamento e qualidade de sementes cultivadas em roças do Bairro da Serra - Iporanga - SP. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v.6, n.3, p.138-150, 2011.

ALVES, N.M.C.; CASTRO, R.L.O.; GALLE, N.B.C.; SILVA, M.I.P. Avaliação da qualidade fisiológica e sanitária de sementes de soja tratadas com extrato vegetal. **Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer - Goiânia**, v.11, n.22, p.3719-3727, 2015.

ANDRADE-JUNIOR, A.S.; SANTOS, A.A.; SOBRINHO, C.A.; BASTOS, E.A.; MELO, F.B.; VIANA, F.M.P.; FREIRE-FILHO, F.R.; CARNEIRO, J.S.; ROCHA, M.M.; CARDOSO, M.J.; SILVA, P.H.S.; RIBEIRO, V.Q. **Cultivo do feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp)**. Embrapa Meio-Norte, 2002. 108p.

APPIAH, F.; ASIBUO, J.Y.; KUAH, P. Physicochemical and functional properties of bean fours of three cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) varieties in Ghana. **African Journal of Food Science**, v.5, n.2, p.100-104, 2011.

ARAÚJO NETO, A.C.; NUNES, R.T.C.; ROCHA, P.A.; ÁVILA, J.S.; MORAIS, O.M. Germinação e vigor de sementes de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) de diferentes tamanhos. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.9, n.2, p.71-75, 2014.

ARAÚJO, S.L.; FERREIRA, T.C.; SANTOS, A.S.; CORRÊA, E.B. Sanidade de sementes crioulas de milho armazenadas por agricultores familiares na Paraíba. **Cadernos de Agroecologia**, v.8, n.2, p.1-4, 2013.

ATANASOV, A.G.; WALTENBERGER, B.; PFERSCHY-WENZIG, E.-M.; LINDER, T.; WAWROSCH, C.; UHRIN, P.; TEMML, V.; WANG, L.; SCHWAIGER, S.; HEISS, E.H.; ROLLINGER, J.M.; SCHUSTER, D.; BREUSS, J.M.; BOCHKOV, V.; MIHOVILOVIC, M.D.; KOPP, B.; BAUER, R.; DIRSCH, V.M.; STUPPNER, H. Discovery and resupply of pharmacologically active plant-derived natural products: a review. **Biotechnology Advances**, v.33, n.8, p.1582-1614, 2015.

ATLIN, G.N.; CAIRNS, J.E.; DAS, B. Rapid breeding and varietal replacement are critical to adaptation of cropping systems in the developing world to climate change. **Global Food Security**, v.12, n.1, p.31-37, 2017.

AYAN, I.; MUT, H.; BASARAN, U.; ACAR, Z.; ASCI, O.O. Forage potential of cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp). **Turkish Journal of Field Crops**, v.17, n.2, p.135-138, 2012.

BADSTUE, L.B.; BELLON, M.R.; BERTHAUD, J.; RAMÍREZ, A.; FLORES, D.; JUÁREZ, X. The dynamics of farmers maize seed supply practices in the central valleys of Oaxaca, Mexico. **World Development**, v.35, n.9, p.1579-93, 2007.

BASEGGIO, E.R.; REIK, G.G.; PIOVESAN, B.; MILANESI, P.M. Atividade antifúngica de extratos vegetais no controle de patógenos e tratamento de sementes de trigo. **Revista Científica Rural**, v.21, n.1, p.22-33, 2019.

BEHERA, P.; MOHANTY, A.; PATRA, D.; KAR, D.S. Performance of various admixtures for controlling ground nut seed beetle in storage condition. **Indian Journal of Agricultural Research**, v.51, n.2, p.172-175, 2017.

BEVILAQUA, G.A.; GALHO, A.M.; ANTUNES, I.F.; MARQUES, R.L.L.; MAIA, M.S. **Manejo de sistemas de produção de sementes e forragem de feijão-miúdo para a agricultura familiar**. Pelotas: EMBRAPA Clima Temperado, 2007. 23p.

BEZERRA, A.P.A.; PITOMBEIRA, J.B.; TÁVORA, J.A.F.; VIDAL NETO, F.C. Rendimento, componentes da produção e uso eficiente da terra nos consórcios sorgo x feijão-de-corda e sorgo x milho. **Revista Ciência Agronômica**, v.38, n.1, p.104-108, 2007.

BEWLEY, J.D.; BRADFORD, K.J.; HILHORST, H.W.M; NONOGAKI, H. **Seeds: physiology of development, germination and dormancy**. Springer, 2013. 392p.

BOEKE, S.J.; VAN LOON, J.J.A.; VAN HUIS, A.; KOSSOU, D.K.; DICKE, M. The use of plant material to protect stored leguminous seeds against seed beetles: a review. **Backhuys Publishers**, v.1, n.1, p.1-108, 2001.

BORTEY, H.M.; SADIA, A.O.; ASIBUO, J.Y. Influence of seed storage techniques on germinability and storability of cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.). **Journal of Agricultural Science**, v.8, n.10, p.241-248, 2016.

BOUKAR, O.; BHATTACHARJEE, R.; FATOKUN, C.; KUMAR, P.L.; GUEYE, B. **Cowpea**. In MOHAR, S.; UPADHYAGA, H.D.; BISHT, I.S. (eds). **Genetic and genomic resources of grain legume improvement**. Elsevier: Amsterdam. 2013. p.137-156.

BOUKAR, O.; FATOKUN, C.A.; HUYNH, BAO-LAM; ROBERTS, P.A.; CLOSE, T.J. Genomic tools in cowpea breeding programs: status and perspectives. **Frontiers in Plant Science**, v.7, n.1, p.757, 2016.

BRASIL. Lei N°. 10711, de 05 de agosto de 2003. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 2003.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para Análise de Sementes**. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: MAPA/ACS, 2009. 398p.

BRZEZINSKI, C.R.; ABATI, J.; HENNING, F.A.; HENNING, A.A.; FRANÇA NETO, J.B.; KRZYZANOWSKI, F.C.; ZUCARELI, C. Volumes de pulverização no tratamento industrial na qualidade fisiológica de sementes de soja com diferentes níveis de vigor. **Journal of Seed Science**, v.39, n.2, p.174-181, 2017.

BULETI, S.I.; MAMATI, E.G.; ABUKUTSA-ONYANGO, M. Determination of appropriate packaging materials for cowpea seed storage. **Journal of Stored Products and Postharvest Research**, v.10, n.4, p.29-34, 2019.

CAMACHO-VILLA, T.; MAXTED, N.; SCHOLTEN, M.; FORD-LLOYD, B. Defining and identifying crop landraces. **Plant genetic resources: characterization and utilization**, v.3, n.1, p.373-384, 2005.

CAPILHEIRA, A.F.; CAVALCANTE, J.A.; GADOTTI, G.I.; BEZERRA, B.R.; HORNKE, N.F.; VILLELA, F.A. Storage of soybean seeds: packaging and modified atmosphere technology. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.23, n.11, p.876-882, 2019.

CARVALHO, H.M. (org.). **Sementes, patrimônio do povo a serviço da humanidade**. 2.ed. Expressão Popular, São Paulo, 2003. 352p.

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 5.ed. Jaboticabal: FUNEP, 2012. 590p.

CEARÁ. Lei Nº. 17.179 de 15 de janeiro de 2020. Dispõe sobre a política estadual de incentivo à formação de casas e bancos comunitários de sementes crioulas e mudas. **Diário Oficial do Estado do Ceará**. Disponível em: <https://bela.ce.gov.br/index.php/legislacao-do-ceara/organizacao-tematica/agropecuaria/item/6969-lei-n-17-179-15-01-2020-d-o-16-01-2020>.

CHAGAS, C.P.G.; OLIVEIRA, K.S.S.; BARBOSA, J.B.; SILVA, F.P.; DANTAS, T.O.; QUADROS, B.R. Sementes de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) submetidas a estresse salino. **Revista Cultivando o Saber**, v.9, n.3, p.258-265, 2018a.

CHAGAS, J.T.B.; FARIAS, J.E.C.; SOUZA, R.F.; FREITAS JÚNIOR, S.P.; COSTA, E.G.S. Germinação e vigor de sementes crioulas de feijão-caupi. **Agrarian Academy, Centro Científico Conhecer - Goiânia**, v.5, n.9, p.478-498, 2018b.

CHALA, M.; BEKANA, G. Review on seed process and storage condition in relation to seed moisture and ecological factor. **Journal of Natural Sciences Research**, v.7, n.9, p.84-90, 2017.

COETZEE, J.J. **Cowpea**: a traditional crop in Africa. Vegetable and Ornamental Plant Institute and the Grain crops Institute, Agricultural Research Council, Pretoria, Africa Crop, 1995. 95p.

COLVILLE, L. Seed storage. **Encyclopedia of Applied Plant Sciences**, v.1, n.2, p.335-339, 2017.

CONAB (Companhia Nacional de Abastecimento). Acompanhamento da safra brasileira de grãos 2018/2019. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/serie-historica-das-safras>. Acesso em: 22 de fevereiro de 2020.

COOMES, O.T.; MCGUIRE, S.J.; GARINE, E.; CAILLON, S.; MCKEY, D.; DEMEULENAERE, E.; JARVIS, D.; AISTARA, G.; BARNAUD, A.; CLOUVEL, P.; EMPERAIRE, L.; LOUAF, S.; MARTIN, P.; MASSOL, F.; PAUTASSO, M.; VIOLON, C.; WENCÉLIUS, J. Farmer seed networks make a limited contribution to agriculture? Four common misconceptions. **Food Policy**, v.56, n.1, p.41-50, 2015.

CORBINEAU, F.; CÔME, D. Priming: a technique for improving seed quality. **Seed Testing International**, v.132, n.1, p.38-40, 2006.

CRISPIM, J.F.; LIMA, J.S.S.; FIRMINO, C.W.S.R.; COSTA, J.A.M.A.; SILVA, A.G.C.; BENTO, J.E.A. Physiological quality of cowpea beans (*Vigna unguiculata* L.) seeds in the function of cultivars and planting times. **Journal of Experimental Agriculture International**, v.36, n.5, p.1-8, 2019.

CRUZ, J.M.F.L.; ALVES, E.U.; FARIAS, O.R.; ARAÚJO, P.C.; OLIVEIRA, A.P. Physiological maturity and determination of the harvest time of *Vigna unguiculata* L. Walp. **Journal of Experimental Agriculture International**, v.34, n.2, p.1-8, 2019.

DEMIDCHIK, V. Mechanisms of oxidative stress in plants: from classical chemistry to cell biology. **Environmental and Experimental Botany**, v.109, n.1, p.212-228, 2015.

DONADON, J.R.; BESSA, J.F.V.; RESENDE, O.; CASTRO, C.F.S.; ALVES, R.M.V.; SILVEIRA, E.V. Armazenamento do crambe em diferentes embalagens e ambientes: Parte II - Qualidade química. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.19, n.1, p.231-237, 2015.

DÖRING, T.F.; KNAPP, S.; KOVACS, G.; MURPHY, K.; WOLFE, M.S. Evolutionary plant breeding in cereals-into a new era. **Sustainability**, v.3, n.1, p.1944-1971, 2011.

DUTRA, A.S.; TEÓFILO, E.M. Envelhecimento acelerado para avaliar o vigor desementes de feijão caupi. **Revista Brasileira de Sementes**, v.29, n.1, p.193-197, 2007.

ELIAS, S.G.; COPELAND, L.O; MCDONALD, M.B.; BAALBAKI, R.Z. **Seed testing: principles and practices**. East Lansing: Michigan State University Press, 2012. Accessed May 12, 2020. www.jstor.org/stable/10.14321/j.ctt7zt51m.

EL-MOUGY, N.S.; ABDEL-KADER, M.M. Antifungal effect of powdered spices and their extracts on growth and activity of some fungi in relation to damping-off disease control. **Journal of Plant Protection Research**, v.47, n.3, p.267-278, 2007.

EL-NAIMI, M.; TOUBIA-RAHME, H.; MAMLUK, O.F. Organic seed-treatment as a substitute for chemical seed-treatment to control common bunt of wheat. **European Journal of Plant Pathology**, v.106, n.5, p.433-437, 2000.

FAO (2014). Food and Agriculture Organization of the United Nations - FAO. **Genebank standards for plant genetic resources for food and agriculture**. Rome, 2014, 182p.

FAO (2017). **Production - Crops - Production quantity - Cow peas, dry - 2017**, FAO Statistics online database, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Statistics Division, Rome. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/>. Acesso: 13/12/2019.

FERREIRA, T.C.; CUNHA, A.L.A.; CORREA, E.B. Bioatividade de extratos vegetais contra patógenos de sementes de amendoim. **Ciência Agrícola**, v.13, n.1, p.19-25, 2015.

FERREIRA, T.C.; NASCIMENTO, D.M.; SILVA, E.O. Métodos alternativos para controle de insetos-praga em sementes. **Revista de Ciências Agrárias**, v.60, n.1, p.112-119, 2017.

FINCH-SAVAGE, W.E.; BASSEL, G.W. Seed vigor and crop establishment: extending performance beyond adaptation. **Journal of Experimental Botany**, v.67, n.3, p.567-591, 2016.

FRANÇA-NETO, J.B.; KRZYZANOWSKI, F.C. Tetrazolium: an important test for physiological seed quality evaluation. **Journal of Seed Science**, v.41, n.3, p. 359-366, 2019.

FRANÇA-NETO, J.B.; KRZYZANOWSKI, F.C.; COSTA, N.P. **O teste de tetrazólio em sementes de soja**. EMBRAPA-CNPSo, 1998. 72p.

FREIRE-FILHO, F.R.; RIBEIRO, V.Q.; RODRIGUES, J.E.L.F.; VIEIRA, P.F.M.J. A cultura: Aspectos socioeconômicos. In: **Feijão-caupi do plantio a colheita**. Viçosa: UFV, 2017. 297p.

GAHUKAR, R.T. Evaluation of plant-derived products against pest and diseases of medicinal plants: a review. **Crop Protection**, v.42, p.202-209, 2012.

GERRANO, A.S.; JANSEN VAN RENSBURG, W.S.; ADEBOLA, P.O. Preliminary evaluation of seed and germination traits in cowpea (*Vigna unguiculata*) genotypes. **South African Journal of Plant and Soil**, v.34, n.5, p.399-402, 2017.

GOMES FILHO, A.; RODRIGUES, E.N.; RODRIGUES, T.C.; SANTOS, V.J.N.; ALCÂNTARA, S.F.; SOUZA, F.N. Estresse hídrico e salino na germinação de sementes de feijão-caupi cv. BRS Pajeú. **Colloquium Agrariae**, v.15, n.4, p.60-73, 2019.

GUIMARAES, K. B. C. P. **Políticas públicas e agrobiodiversidade: um estudo sobre a produção de sementes crioulas**. 2016. 155f. Dissertação (Pós-Graduação em Políticas Públicas) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2016.

HALLENSLEBEN, M.; POLREICH, S.; HELLER, J.; MAASS, B.L. Assessment of the importance and utilization of cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp.) as leafy vegetable in small-scale farm households in Tanzania - East Africa. Conference: **“Biophysical and Socio-economic frame conditions for the sustainable management of natural resources”** Tropentag, 6-8 Oct. 2009, University of Hamburg, Germany, 2009. 3p.

HASHIMOTO, J.M. Tendências e inovações no desenvolvimento de produtos e ingredientes alimentícios utilizando grãos de feijão-caupi. In: **Feijão-caupi: avanços e desafios tecnológicos e de mercados: resumos**, Brasília, DF: Embrapa, 2016. 269p.

IGE, O.E.; OLOTUAH, O.F.; AKERELE, V. Floral biology and pollination ecology of cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp). **Modern Applied Science**, v.5, n.4, p.74-82, 2011.

ISTA, **International rules for seed testing**. International Seed Testing Association, v.1, n.132, 2006. 64p.

JAYATHILAKE, C.; VISVANATHAN, R.; DEEN, A.; BANGAMUWAGE, R.; JAYAWARDANA, B.C.; NAMMI, S.; LIYANAGE, R. Cowpea: an overview on its nutritional facts and health benefits. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.98, n.13, p.4793-4806, 2018.

KAUR, K.D.; VERMA, S.C.; SHARMA, P.L. Efficacy of plant powders against pulse beetle, *Callosobruchus chinensis*, L. infesting pea seed. **Journal of Entomology and Zoology Studies**, v.7, n.1, p.737-741, 2019.

KAY, D.E. **Food legumes**. Tropical Development and Research Institute: London, 1979. 435p.

KHATUN, A.; KABIR, G.; BHUIYAN, M.A.H.; KHANAM, D. Effect of preserved seeds using different botanicalson seed quality of lentil. **Bangladesh Journal of Agricultural Research**, v.36, n.3, p.381-387, 2011.

KRZYZANOWSKI, F.C.; FRANÇA-NETO, J.B. Agregando valor à semente de soja. **Seed News**, v.7, n.5, 2003.

KRZYZANOWSKI, F.C.; FRANÇA-NETO, J.B.; HENNINHG, A.A. **A alta qualidade da semente de soja: fator importante para a produção da cultura**. Circular Técnica 136, Embrapa, 2018. 24p.

KUMAR, N.; PATEL, A.K.; MISHRA, S.P. Indigenous technology to protect the storage life of seed. **International Journal of Innovative Science, Engineering & Technology**, v.2, n.6, p.607-612, 2015.

LIMA, A.A.F. Respostas fisiológicas de cultivares de feijão *Phaseolus vulgaris* L. e *Vigna unguiculata* (L.) Walp. submetidas à deficiência hídrica: uma alternativa para agricultura familiar do semiárido sergipano. 2008. 112f. **Dissertação** (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) - Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2008.

LIMA, J.M.E.; FAGUNDES, G.S.; SMIDERLE, O.J. Qualidade fisiológica de sementes de feijão-caupi tratadas com terra diatomácea e infestadas por carunchos. **Revista em Agronegócios e Meio Ambiente**, v.7, n.3, p.733-746, 2014.

LONDRES, F. **As sementes da paixão e as políticas de distribuição de sementes na Paraíba**. AS-PTA, 2014. v.1, n.1, 83p.

LUCAS, M.R.; EHLERS, J.D.; HUYNH, B.L.; DIOP, N.-N.; ROBERTS, P.A.; CLOSE, T.J. Markers for breeding heat-tolerant cowpea. **Molecular Breeding**, v.31, n.1, p.529-536, 2013.

MACHADO, A.T. Construção histórica do melhoramento genético de plantas: do convencional ao participativo. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v.9, n.1, p.35-50, 2014.

MAPA - MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Instrução normativa Nº 45**, de 17 de setembro de 2013. https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-agricolas/sementes-e-mudas/publicacoes-sementes-e-mudas/copy_of_INN45de17desetembrode2013.pdf.

MARCOS-FILHO, J. Testes de vigor: importância e utilização. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA-NETO, J.B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. cap.1, p.1-21.

MARCOS-FILHO, J. Seed vigor testing: an overview of the past, present and future perspective. **Scientia Agricola**, v.72, n.4, p.363-374, 2015.

MCFREDERICK, Q.S.; KATHILANKAL, J.C.; FUENTES, J.D. Air pollution modifies floral scent trails. **Atmospheric Environment**, v.42, n.1, p.2336-2338, 2008.

MELO, B.A.; OLIVEIRA, S.R.; TELES, D.; BARRETO, C.F.; SILVA, H.S. Inseticidas botânicos no controle de pragas de produtos armazenados. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.6, n.4, p.1-10, 2011.

MELO, B.A.; MOLINA-RUGAMA, A.J.; HADDI, K.; LEITE, D.L.; OLIVEIRA, E.E. Repellency and bioactivity of Caatinga biome plant powders against *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Chrysomelidae: Bruchinae). **The Florida Entomologist**, v.98, n.2, p.417-423, 2015.

MILOŠEVIĆ, M.; VUJAKOVIC, M.; KARAGIC, D. Vigour tests as indicators of seed viability. **Genetika**, v.42, n.1, p.103-118, 2010.

MINAS GERAIS. Lei Nº. 18.374 de 4 setembro de 2009. Dispõe sobre a política estadual de incentivo à formação de bancos comunitários de sementes de cultivares locais, tradicionais ou crioulas. **Diário Oficial do estado de Minas Gerais**. Belo Horizonte. 2009. Disponível em: <https://leisestaduais.com.br/mg/lei-ordinaria-n-18374-2009-minas-gerais-dispoe-sobre-a-politica-estadual-de-incentivo-a-formacao-de-bancos-comunitarios-de-sementes-de-cultivares-locais-tradicionais-ou-crioulos#:~:text=DISP%C3%95E%20SOBRE%20A%20POL%C3%8DTICA%20ESTADUAL,Art.>

MIRANSARI, M.; SMITH, D.L. Plant hormones and seed germination. **Environmental and Experimental Botany**, v.99, p.110-121, 2014.

MOURA, M.C.F.; LIMA, L.K.S.; SANTOS, C.C.; DUTRA, A.S. Teste da condutividade elétrica na avaliação fisiológica em sementes de *Vigna unguiculata*. **Revista de Ciências Agrárias**, v.40, n.4, p.714-721, 2017.

NUNES, L.R.L.; PINHEIRO, P.R.; PINHEIRO, C.L.; LIMA, K.A.P.; DUTRA, A.S. Germination and vigour in seeds of the cowpea in response to salt and heat stress. **Revista Caatinga**, v.32, n.1, p.143-151, 2019.

NWAEHUIJOR, I.U.; OLATUNJI, G.A. Orange peel powder and its extracts as preservative against *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Bruchidae) attack in cowpea. **Journal of Science and Technology**, v.31, n.2, p.21-26, 2011.

OLIVEIRA, L.M.; SCHUCH, L.O.B.; BRUNO, R.L.A.; PESKE, S.T. Qualidade de sementes de feijão-caupi tratadas com produtos químicos e armazenadas em condições controladas e não controladas de temperatura e umidade. **Semina: Ciências Agrárias**, v.36, n.3, p.1263-1276, 2015.

OLIVEIRA, M.R.; BONOME, L.T.S.; BITTENCOURT, H. VON H.; ZAROWNI, E.; LEFCHAK, L.S. Alternative treatments in bean seeds for repelling *Acanthoscelides obtectus* (SAY). **Journal of Seed Science**, v.40, n.4, p.362-369, 2018.

PARAÍBA, Lei N°. 7.298 de 27 de dezembro de 2002. **Diário Oficial do Estado da Paraíba**, Poder Legislativo, João Pessoa, PB, 2002.

PRAKASH, B.G.; RAGHAVENDRA, K.V.; GOWTHAMI, R.; SHASHANK, R. Indigenous practices for eco-friendly storage of food grains and seeds. **Advance in Plants and Agricultural Research**, v.3, n.4, p.101-107, 2016.

PYLAK, M.; OSZUST, K.; FRĄC, M. Review report on the role of bioproducts, biopreparations, biostimulants and microbial inoculants in organic production of fruit. **Reviews in Environmental Science and Bio/Technology**, v.18, n.1, p.597-616, 2019.

RAO, N.K.; DULLO, M.E.; ENGELS, J.M.M. A review of factors that influence the production of quality seed for long-term conservation in genebanks. **Genetic Resources and Crop Evolution**, v.64, n.5, p.1061, 2017.

ROCHA, W.S.; SAKAI, T.R.; SOUZA, D.L.A.; CHAGAS JÚNIOR, A.F.; SANTOS, E.M. Efeito da microbiolização na germinação e crescimento inicial de feijão caupi no Estado do Tocantins. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, v.11, n.6, p.41-47, 2017.

RODRIGUES, A.P.M.S.; MENDONÇA JÚNIOR, A.F.; TORRES, S.B.; NOGUEIRA, N.W.; FREITAS, R.M.O. Teste de tetrazólio para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de *Vigna unguiculata* (L.) Walp. **Revista Ciência Agronômica**, v.46, n.3, p.638-644, 2015.

SÁ, M.N.F.; LIMA, J.S.; JESUS, F.N.; PEREZ, J.O. Microbiolização na qualidade de sementes e crescimento inicial de plantas de *Vigna unguiculata* L. Walp. **Acta Brasiliensis**, v.3, n.3, p.111-115, 2019.

SAID, P.P.; PASHTE, V.V. Botanicals: the protectants of stored grains pests. **Trends in Biosciences**, v.8, n.15, p.3750-3755, 2015.

SANTA CATARINA. Lei Nº. 17.481, de 15 de janeiro de 2018. Dispõe sobre a Política Estadual de Incentivo à Formação de Bancos Comunitários de Sementes e Mudanças e adota outras providências. **Diário Oficial do Estado de Santa Catarina**. ALESC/GCAN. Disponível em: http://leis.alesc.sc.gov.br/html/2018/17481_2018_Lei.html.

SANTILLI, J.A. agrobiodiversidade e os direitos dos agricultores: regime jurídico internacional e sua implementação no Brasil. In: MATTAR, E. P. L; OLIVEIRA, E; SANTOS, R. C; SIVIEIRO, A. Org(s). **Feijões do Vale do Juruá**, v.1, n.1, p. 21-65, 2017.

SANTOS, A.S.; CURADO, F.F.; SILVA, E.D.; PETERSEN, P.F.; LONDRES, F. **Pesquisa e política de sementes no semiárido paraibano**: relatório. Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2012. 60p.

SÃO PAULO. Lei Nº. 15.312, de 15 de janeiro de 2014. Dispõe sobre a Política Estadual de Incentivo à Formação de Bancos Comunitários de Sementes e Mudanças. **Diário Oficial do Estado de São Paulo**. Disponível em: <http://www.legislacao.sp.gov.br/legislacao/dg280202.nsf/ae9f9e0701e533aa032572e6006cf5fd/ecaa211ab830c6cb83257c620044a225?OpenDocument>.

SAYEED, I.V.K.; SATISH, S.; KUMAR, A.; HEGDE, K. Pharmacological activities of *Vigna unguiculata* (L.) Walp.: a review. **International Journal of Pharma and Chemical Research**, v.3, n.1, p.44-49, 2017.

SELVI, D.T.; SARASWATHY, S. Seed viability, seed deterioration and seed quality improvements in stored onion seeds: a review. **The Journal of Horticultural Science and Biotechnology**, v.93, n.1, p.1-7, 2017.

SHABAN, M. Study on some aspects of seed viability and vigor. **International journal of Advanced Biological and Biomedical Research**, v.1, n.12, p.1692-1697, 2013.

SHARMA, K.K.; SINGH, U.S.; SHARMA, P.; KUMAR, A.; SHARMA, L. Seed treatments for sustainable agriculture - A review. **Journal of Applied and Natural Science**, v.7, n.1, p.521-539, 2015.

SHEAHAN, C.M. **Plant guide for cowpea (*Vigna unguiculata*)**. USDA-Natural Resources Conservation Service, Cape May Plant Materials Center, 2012. 3p.

SHELAR, V.R.; SHAIKH, R.S.; NIKAM, A.S. Soybean seed quality during storage: a review. **Agricultural Reviews**, v.29, n.2, p.125-131, 2008.

SILVA, Alexandre C.; SANTOS, D.C.; TEIXEIRA JUNIOR, D.L.; SILVA, P.B.; SANTOS, R.C.; SIVIERO, A. Cowpea: a strategic legume species for food security and health. In: **Legume Seed Nutraceutical Research**, v.1, n.1, p. 47-65, 2019a.

SILVA, F.H.A.; TORRES, S.B.; CARVALHO, S.M.C.; BAI, M.; LOPES, W.A.R. Physical and physiological attributes of saved cowpea seeds used in the brazilian semi-arid region. **Revista Caatinga**, v.32, n.1, p.113-120, 2019b.

SILVA, G.C.; SANTOS, C.C.; GOMES, D.P. Incidence of fungi and germination of cowpea seeds (*Vigna unguiculata* L. (Walp) treated with neem oil (*Azadirachta indica* A. Juss). **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v.16, n.4, p.850-855, 2014.

SILVA, J.S. **Secagem e armazenagem de produtos agrícolas**, Viçosa: Aprenda Fácil, 2008. 560p.

SINGH, P.; YADAV, S.; VERMA, P.; CHOURASIYA, V.K. Study on botanical treatment for maintaining longevity and vigour during ambient storage. **International Journal of Pure and Applied Bioscience**, v.5, n.2, p.449-455, 2017.

SMIDERLE, O.J.; SOUZA, A.G.; ALVES, J.M.A.; BARBOSA, C.Z.R. Physiological quality of cowpea seeds for different periods of storage. **Revista Ciência Agronômica**, v.48, n.5, p.817-823, 2017.

SMÝKAL, P.; COYNE, C.J.; AMBROSE, M.J.; MAXTED, N.; SCHAEFER, H.; BLAIR, M.W.; BERGER, J.; GREENE, S.L.; NELSON, M.M.; BESHARAT, N.; VYMYSLICKÝ, T.; TOKER, C.; SAXENA, R.K.; ROORKIWAL, R.; PANDEY, M.K.; HU, J.; LI, Y.H.; WANG, L.X.; GUO, Y.; QIU, L.J.; REDDEN, R.J.; VARSHNEY, R.K. Legume crops phylogeny and genetic diversity for science and breeding. **Critical Reviews in Plant Sciences**, v.34, n.1-3, p.43-104, 2014.

SOARES, A.N.R; GONÇALVES, E.P; VIANA, J.S; SOUTO, P.C; MOURA, M.F. Physiological and sanitary potential of peanut seed treated with cinnamon powder. **African Journal of Microbiology Research**, v.9, n.33, p.1921-1927, 2015.

SOUJANYA, P.L.; SEKHAR, J.C.; KUMAR, P.; SUNIL, N.; PRASAD, CH.V.; MALLAVADHANI, U.V. Potentiality of botanical agents for the management of postharvest insects of maize: a review. **Journal of Food Science and Technology**, v.53, n.5, p.2169-2184, 2016.

SOUZA, J.M.; SILVA, L.D.; PEREIRA, L.R.; REIS, E. F.; GARCIA, G.O. Qualidade fisiológica de sementes de feijão submetidas a águas residuárias em laboratório, **Brazilian Journal of Biosystems Engineering**, v.9, n.2, p.142-150, 2015.

SPRIGGS, A.; HENDERSON, S.; HAND, M.; JOHNSON, S.; TAYLOR, J.; KOLTUNOW, A. Assembled genomic and tissue-specific transcriptomic data resources for two genetically distinct lines of cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp). **Gates Open Research**, n.2, v.7, p.1-13, 2018.

VANANGAMUDI, K.; MANONMANI, V. **Organic seed: traditional varieties and technologies**. Scientific Publishers, v.1, n.1, 2011. 350p.

WANG, W.; HE, A.; PENG, S.; HUANG, J.; CUI, K.; NIE, L. The effect of storage condition and duration on the deterioration of primed rice seeds. **Frontiers in Plant Science**, v.9, n.172, p.1-17, 2018.

XIAO, Y.; WU, K. Recent progress on the interaction between insects and *Bacillus thuringiensis* crops. **Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences**, v.4, n.374, p.1-15, 2019.

YOUSAF, Z.; SALEH, N.; RAMAZAN, A.; AFTAB, A. Postharvesting techniques and maintenance of seed quality. **New Challenges in Seed Biology - Basic and Translational Research Driving Seed Technology**, v.1, n.1, p.114-135, 2016.

YUNIS, M.I. Effect of orange peel (*Citrus sinensis*) (L) extracts and powder on confused flour beetle *Tribolium confusum* (Coleoptera: Tenebrionidae). **Iraqi Journal of Science**, v.55, n.3, p.1164-1169, 2014.

ZUCHI, J.; SEDIYAMA, C.S.; LACERDA FILHO, A.F.; REIS, M.S.; FRANÇA-NETO, J.B.; ZANUNCIO, J.C.; ARAÚJO, E.F. Variação da temperatura de sementes de soja durante o armazenamento. **Informe ABRATES**, v.21, n.3, p.35-40, 2011.

ARTIGO I

**POTENCIAL FISIOLÓGICO DE SEMENTES CRIOULAS DE *Vigna unguiculata* (L.)
Walp. TRATADAS COM PRODUTOS NATURAIS E ARMAZENADAS**

Potencial fisiológico de sementes crioulas de *Vigna unguiculata* (L.) Walp. tratadas com produtos naturais e armazenadas

Resumo - O armazenamento de sementes é uma das etapas essenciais para a sua conservação, de forma que, a busca por estratégias ecológicas que preservem a qualidade das mesmas durante a permanência no armazém é de suma importância. Nesse sentido, objetivou-se avaliar a eficiência de produtos naturais na qualidade fisiológica das sementes de feijão macassar (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) variedade Natal, armazenadas. Os tratamentos foram compostos por sementes tratadas com pós de cascas do caule de *Amburana cearensis* (Freire Allemão) A.C. Smith., cascas de frutos de *Citrus reticulata* Blanco, de folhas de *Eucalyptus* sp. e de frutos de *Piper nigrum* L. nas dosagens de 25, 50, 75 e 100 g, além da testemunha (sem tratamento) e fungicida Captan® (240 g 100 kg⁻¹) como tratamentos controle, e, posteriormente foram armazenadas por períodos de 0, 90, 180, 270 e 360 dias. As variáveis analisadas foram grau de umidade, peso de mil sementes, germinação e índice de velocidade de germinação de sementes, emergência e índice de velocidade de emergência de plântulas. O grau de umidade das sementes de *V. unguiculata* permaneceu dentro do padrão adequado para o armazenamento, independente do produto utilizado em todos os períodos analisados. A massa de sementes variou com o uso dos pós, no entanto ficou entre a faixa de 24 e 25,5 gramas. A resposta da germinação para a menor e maior dosagem dos pós das folhas de *Eucalyptus* sp. e de frutos de *P. nigrum* foi similar. O potencial de germinação aumentou ou se manteve igual quando comparados o período inicial e final de armazenamento das sementes tratadas com pós de cascas do caule de *A. cearensis* e dos frutos de *C. reticulata*, das folhas de *Eucalyptus* sp. e dos frutos de *P. nigrum*. No período final, as porcentagens de emergências das plântulas de *V. unguiculata* foram maiores que as observadas no período inicial, não ocorrendo diferença no efeito dos pós vegetais. Os produtos naturais utilizados não causam efeito fitotóxico nas sementes; as menores dosagens mantêm a qualidade fisiológica durante o armazenamento e o efeito dos produtos naturais foi igual à testemunha e ao fungicida.

Palavras-chave: feijão macassar, germinação, vigor; tratamento alternativo; estocagem de sementes.

Physiological potential of traditional seeds of *Vigna unguiculata* (L.) Walp. treated with natural products and stored

Abstract - Seed storage is one of the essential steps for its conservation, been the search for ecological strategies that preserve the quality of seeds during the storage period an important step. In this sense, the objective was to evaluate the efficiency of natural products on the physiological quality of stored macassar beans (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) variety Natal. The treatments consisted of seeds treated with powder from the bark of the stem of *Amburana cearensis* (Freire Allemão) A.C. Smith., fruit bark of *Citrus reticulata* Blanco, leaves of *Eucalyptus* sp. and *Piper nigrum* L. fruits in the rates of 25, 50, 75 and 100 g L⁻¹, been the seeds without treatment and Captan® fungicide (240 g 100 kg⁻¹) as the control treatments, as a function of the stored periods of 0, 90, 180, 270 and 360 days. The variables analyzed were moisture content, weight of a thousand seeds, germination and seed germination speed index, emergence and seedling emergence speed index. The moisture content of the seeds of *V. unguiculata* remained within the standard suitable for storage, regardless of the product used in all periods analyzed. The seed mass varied with the use of powders; however, it was maintained between the range of 24 and 25.5 grams. The germination response to the lowest and highest rate of *Eucalyptus* sp. and *P. nigrum* fruit was similar. The germination potential increased or remained the same when comparing to the initial and final period of storage of seeds treated with powder of bark of the stem of *A. cearensis*, bark of fruits of *C. reticulata*, leaves of *Eucalyptus* sp. and fruits of *P. nigrum*. In the final period, the emergence percentages of *V. unguiculata* seedlings were higher than those observed in the initial period, with no difference in the effect of plant powders. The natural products used do not cause a phytotoxic effect on the seeds; the lowest dosages maintain the physiological quality during storage and the effect of natural products was the same as the control and the fungicide.

Keywords: cowpea beans; germination; vigor; alternative treatment; seed storage.

Introdução

Vigna unguiculata (L.) Walp. é uma leguminosa que está presente rotineiramente na mesa dos brasileiros, especialmente do Norte e Nordeste, por ser uma espécie que se adapta bem às condições de estiagem e pela qualidade nutricional (ROCHA et al., 2017). Nessas regiões, o cultivo ocorre principalmente nas áreas semiáridas, a partir de práticas tradicionais da agricultura familiar, tais como o uso de variedades crioulas e em consórcio com outras culturas (FREIRE FILHO, 2011). Os agricultores familiares, ao cultivarem de maneira diversificada, contribuem para sustentar a capacidade dos sistemas agrícolas e alimentares de se adaptarem às mudanças, mantendo a evolução das culturas, permitindo assim, à humanidade continuar a ter a ampla variação genética necessária para a adaptação (BELLON et al., 2015).

A conservação da agrobiodiversidade perpassa, dentre outros fatores, pela manutenção da variabilidade genética, característica inerente às sementes crioulas (ZIMMERER et al., 2019). Nesse sentido, a busca por estratégias ecológicas para que essas sementes expressem seu máximo potencial fisiológico é indispensável para a perpetuação das espécies, garantia da diversidade genética, da segurança alimentar e nutricional da população. Para tanto, a colaboração entre agricultores e pesquisadores tem possibilitado identificar e analisar as espécies, e assim, beneficiar o desenvolvimento local e a biodiversidade global, sobretudo no contexto de mudanças climáticas (JACOBSEN et al., 2015).

O monitoramento e a execução de forma adequada das etapas de seleção, cultivo, colheita e armazenamento, com vistas a garantir a produção de sementes crioulas de qualidade configuram-se em estratégias que contribuem diretamente para a diversificação nos sistemas agrícolas. O conhecimento técnico aprimorado, juntamente com o saber popular, pode melhorar a produção, seleção, processamento, armazenamento e até a multiplicação de sementes dos agricultores, aumentando assim a eficiência das sementes produzidas e disseminadas por este grupo social (LOUWAARS e BOEF, 2013).

A viabilidade das sementes é afetada pelas condições de armazenamento, destacando-se a qualidade inicial das sementes, temperatura e umidade relativa do ar, assim como a duração do armazenamento, que podem provocar redução da capacidade de germinação (DANIEL, 2007; NGUYEN et al., 2015). Portanto, esses fatores devem ser levados em consideração para minimizar a deterioração e prolongar a viabilidade das sementes durante o armazenamento (NGUYEN et al., 2015).

O tratamento de sementes é uma técnica que pode auxiliar no processo de manutenção da qualidade das sementes durante o armazenamento através da supressão e controle de patógenos e repelência de insetos ou outras pragas (CHORMULE et al., 2018). No caso da produção de sementes na agricultura familiar, observa-se que existe um duplo objetivo de uso das mesmas, em que parte é utilizada na alimentação dos agricultores e a outra parte das sementes produzidas é armazenada para semeadura na próxima safra, de forma que o fato da semente ser utilizada como alimento humano e/ou ração para animais faz com que o uso de inseticidas/fungicidas sintéticos tóxicos para tratá-las não seja recomendável, devido a possibilidade de causar sérios problemas a saúde e riscos ambientais, tais como contaminação do solo e aumento da mortalidade de aves e insetos (ASLAM et al., 2002; BONMATIN et al., 2015; MILLOT et al., 2017).

Tendo em vista esses aspectos, estudos referentes à qualidade fisiológica e sanitária têm aumentado, assim como tem se ampliado pesquisas relacionadas ao tratamento de sementes com produtos naturais para a garantia do potencial fisiológico das espécies com mínimos impactos ao ambiente e a saúde (OYEKALE et al., 2012; MANCINI e ROMANAZZI, 2013; STEFANELLO et al., 2015; BEHLULI et al., 2016; WHANG et al., 2018).

Nesse sentido, o objetivo deste trabalho foi avaliar a eficiência de produtos naturais na qualidade fisiológica das sementes de feijão macassar (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) variedade Natal, armazenadas.

Material e Métodos

No preparo dos pós, as folhas de eucalipto (*Eucalyptus* sp.), as cascas do caule de umburana (*Amburana cearensis* (Freire Allemão) A.C. Smith) e dos frutos de laranja (*Citrus reticulata* Blanco) e os frutos de pimenta (*Piper nigrum* L.), adquiridos no comércio local, foram postos para secar em estufa de circulação e renovação de ar a 45 °C por 72 horas, em seguida foram moídas em moinho de facas no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal da Paraíba, Areia, PB.

As sementes crioulas de *V. unguiculata* variedade Natal foram produzidas na safra 2018 por uma produtora da agricultura familiar, proveniente do município de Soledade (7° 03' 25'' S 36° 21' 46'' O). A colheita foi realizada quando as vagens estavam completamente maduras (a casca estava seca e coloração amarelada), procedendo-se em seguida, a secagem

natural, debulha e seleção das melhores sementes (sementes de maior tamanho, livres de danos físicos e doenças aparentes).

Após o beneficiamento, as sementes foram acondicionadas em garrafas de polietileno tereftalato (PET) com capacidade para um litro (1 L), as quais ficaram completamente preenchidas de sementes previamente tratadas com pós de folhas de *Eucalyptus* sp., de cascas do caule de *A. cearensis* e de cascas do fruto de *C. reticulata* e de frutos de *P. nigrum* nas dosagens de 25, 50, 75 e 100 g, além da testemunha (sem tratamento) e do fungicida Captan® (240 g 100 kg⁻¹) como tratamentos controle, e armazenadas em condições de ambiente natural com temperatura média de 24 °C, umidade relativa média de 64% (BRASIL, 1972). Os pós foram colocados nas garrafas PETs divididos em três partes (na base, na parte intermediária da garrafa e próximo ao topo).

Durante 360 dias (julho de 2018 a outubro de 2019), em períodos de 0, 90, 180, 270 e 360 dias, uma garrafa contendo sementes de cada tratamento, incluindo os tratamentos controle (testemunha e fungicida Captan®), foi retirada para a realização das avaliações referentes a qualidade fisiológica das sementes.

As avaliações foram executadas no Laboratório de Análise de Sementes do Departamento de Fitotecnia e Ciências Ambientais, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia, PB. Para cada período de avaliação da qualidade fisiológica das sementes de *V. unguiculata*, foram realizadas as seguintes determinações e testes:

Grau de umidade: determinado utilizando-se quatro repetições de 50 g de sementes por tratamento (garrafa PET), seguindo-se as normas prescritas nas Regras para Análise de Sementes, pelo método padrão da estufa a 105 ± 3 °C por 24 horas (BRASIL, 2009).

Peso de mil sementes: obtido utilizando-se oito repetições de 100 sementes, de cada tratamento, contadas manualmente ao acaso e pesadas em balança de precisão de 0,001 g, em seguida calculou-se a variância, o desvio padrão e o coeficiente de variação dos valores obtidos das pesagens, cujo resultado expresso em gramas foi a média das oito repetições multiplicada por dez (BRASIL, 2009).

Germinação: quatro repetições de 50 sementes para cada tratamento foram distribuídas sobre duas folhas de papel toalha (tipo Germitest®), cobertas com uma terceira e organizadas em forma de rolos. O papel foi umedecido com água destilada, na quantidade equivalente a 2,5 vezes a sua massa seca, em seguida os rolos foram postos em sacos plásticos e acondicionados em câmaras de germinação do tipo *Biological Oxygen Demand* (B.O.D.)

reguladas para manter a temperatura de $25 \pm 0,5$ °C constante. O número de sementes germinadas foi registrado no quinto e oitavo dia após a instalação do teste, de acordo com as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009), sendo os resultados expressos em porcentagem.

Índice de velocidade de germinação (IVG): foram realizadas contagens diárias, no mesmo horário, do número de sementes germinadas do quinto até o oitavo dia após a instalação do teste, cujo cálculo do índice foi realizado conforme metodologia indicada por Maguire (1962).

Emergência em campo: o teste foi realizado com quatro repetições de 50 sementes para cada tratamento, semeadas em canteiros de 2 x 1 m, a 1 cm de profundidade, em sulcos com 1,0 m de comprimento, distanciados 30 cm entre si, com regas manuais realizadas diariamente. As avaliações foram efetuadas do quinto ao oitavo dia após a semeadura, determinando-se a porcentagem de plântulas normais emergidas e os resultados expressos em porcentagem.

Índice de velocidade de emergência (IVE): foi conduzido junto com o teste de emergência de plântulas, através de contagens diárias do quinto até o oitavo dia após a semeadura. As plântulas emergidas foram consideradas aquelas com os cotilédones acima do solo, em posição aberta, liberando as folhas primárias, cujo cálculo foi realizado conforme metodologia indicada por Maguire (1962).

O experimento foi conduzido segundo o delineamento inteiramente ao acaso, exceto os dados de emergência em campo que foram em blocos ao acaso. Os dados qualitativos foram submetidos à análise de variância, enquanto os quantitativos, ou seja, doses dos pós de produtos vegetais e períodos de avaliação foram submetidos a análise de regressão polinomial, utilizando o teste F ($p \leq 0,05$) para verificar os ajustes.

As médias referentes aos produtos foram comparadas utilizando o teste de Tukey admitindo-se um erro de até 0,05 de probabilidade e também realizou-se o teste de Dunnett ($p \leq 0,05$) para comparar os tratamentos testemunha e Captan® com o demais tratamentos compostos pelas combinações entre pós e doses, e entre pós e avaliações, cujas análises foram realizadas no software SAS® University Edition.

Resultados e Discussão

O grau de umidade das sementes de *V. unguiculata* tratadas com as diferentes doses dos pós de cascas de *A. cearensis* e de *C. reticulata*, de folhas de *Eucalyptus* sp. e de frutos de *P. nigrum* não diferiu estatisticamente, permanecendo em torno de 11% (Figura 1A). Quando analisada a umidade em função dos períodos (Figura 1B), observou-se que no período inicial de armazenamento, as menores porcentagens de umidade foram verificadas nas sementes tratadas com os pós de frutos de *P. nigrum* e de cascas de *C. reticulata*. Até os 180 dias de armazenamento há um decréscimo na umidade das sementes, após esse período a umidade aumentou, mas com valores inferiores aos do período inicial de armazenamento, se mantendo entre 11 e 12% no período final de armazenamento, sendo observadas diferenças entre os pós de cascas de *A. cearensis* e de *C. reticulata*.

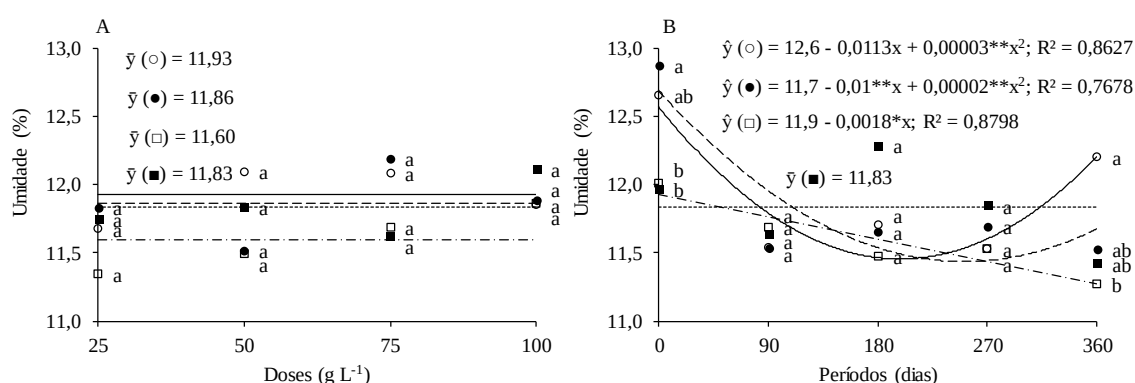


Figura 1. Grau de umidade de sementes de *Vigna unguiculata* tratadas com diferentes doses (A) dos pós das cascas do caule de *Amburana cearensis* (○, —) e dos frutos de *Citrus reticulata* (□, -.-), das folhas de *Eucalyptus* sp. (●, - - -) e dos frutos de *P. nigrum* (■, ...), e armazenadas (B).

* e **: significativo a 5 e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente. Médias seguidas pela mesma letra, dentro de cada dose e em cada período de avaliação, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Esses resultados indicam que ocorreu absorção da umidade pelos pós vegetais, uma vez que, as sementes foram acondicionadas em embalagens impermeáveis, as quais impedem a troca de ar como ambiente, cujos resultados podem ser explicados a partir dos relatos de Ojiako e Kaiode (2014) de que os pós podem atuar como filme, protegendo e auxiliando na retenção da umidade das sementes. Os teores de água finais verificados em sementes de feijão carioca tratadas com pós de plantas aromáticas e armazenadas também foram inferiores ao teor de água inicial (PACHECO et al., 2016). No entanto, a umidade inicial das sementes de soja tratadas com esterco de vaca, pós de folhas de *Withania somnifera* (L.) Dunal, *Hyptis suaveolens* (L.) Poit., *Eucalyptus citriodora* Hook., *Citrus sinensis* (L.) Osbeck, *Citrus*

medica L., *Punica granatum* L., se manteve igual até o final do armazenamento (KRISHNAMURTHY et al., 2008).

Apesar da ocorrência de variações, a umidade das sementes manteve-se dentro da faixa considerada adequada para o armazenamento - 12% (VIEIRA e YOKOYAMA, 2000), sem prejuízos à sua qualidade fisiológica. Quando o grau de umidade é maior, ocorrem reações bioquímicas deteriorantes, principalmente com danos às membranas que são comprometidas rapidamente, reduzindo o potencial de germinação, o que impõe uma grande ameaça à sobrevivência e longevidade das progênes das sementes (AMJAD e ANJUM, 2002; WALTERS et al., 2010).

Na dose inicial (25 g L⁻¹) houve diferença do peso de mil sementes. A maior massa foi encontrada nas sementes tratadas com pós de folhas de *Eucalyptus* sp., enquanto a menor massa foi obtida nas sementes tratadas com pós de cascas dos frutos de *C. reticulata*.

Na dosagem de 50 g L⁻¹, a maior massa foi identificada em sementes tratadas com pó de folhas de *Eucalyptus* sp. e a menor massa ocorreu nas sementes tratadas com cascas de *A. cearensis*, enquanto na dose de 75 g L⁻¹, observa-se que as sementes tratadas com o pó de folhas de *Eucalyptus* sp. foram aquelas com a maior massa e as sementes tratadas com pós de cascas dos frutos de *C. reticulata* e de frutos de *P. nigrum* tiveram as menores massas. Na dose de 100 g L⁻¹, o peso das sementes tratadas com pós de cascas do caule de *A. cearensis* e de frutos de *C. reticulata*, assim como dos frutos de *P. nigrum* foi semelhante, diferindo-se da massa das sementes tratadas com pó de folhas de *Eucalyptus* sp., em que foi observado menor peso (Figura 2A).

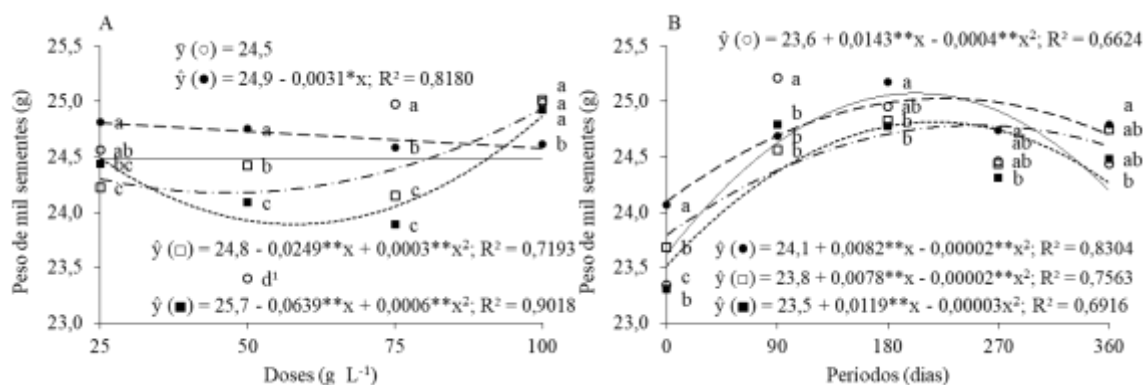


Figura 2. Peso de mil sementes de *Vigna unguiculata* tratadas com diferentes doses (A) dos pós de cascas do caule de *Amburana cearensis* ($\circ$, —) e dos frutos de *Citrus reticulata* ($\square$, -.-), de folhas de *Eucalyptus* sp. ($\bullet$, - - -) e de frutos de *Piper nigrum* ($\blacksquare$, ...), e armazenadas (B). * e **: significativo a 5 e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.¹: inferior a média obtida no tratamento com Captan® pelo teste de Dunnett ($p \leq 0,05$). Médias seguidas pela mesma letra, dentro de cada dose e em cada período de avaliação, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Ainda, quando comparado o efeito das dosagens dos pós com a testemunha e o fungicida, observou-se que as sementes tratadas com pó de cascas do caule de *A. cearensis* na dosagem de 50 g L⁻¹ tiveram peso menor (23,4 gramas) que as sementes tratadas com o Captan® (24,7 gramas). Com relação às demais dosagens e produtos verificou-se que não houve diferença significativa entre os pós, a testemunha (24,3 gramas) e o fungicida Captan® (24,7 gramas) (Tabela 1).

Quando analisado o peso de mil sementes em função do armazenamento (Figura 2B), observa-se maior massa, no período inicial, nas sementes tratadas com pó de folhas de *Eucalyptus* sp., enquanto o menor peso foi obtido em sementes tratadas com pó de frutos de *P. nigrum*. Nota-se que houve acréscimo da massa à medida que o período do armazenamento aumentou até os 180 dias, sendo o maior peso das sementes verificado no período de 90 dias, quando as sementes foram tratadas com pós de cascas do caule de *A. cearensis*. Ao final do armazenamento, as sementes tratadas com pós de folhas de *Eucalyptus* sp. expressaram as maiores massas.

Esses produtos podem ter controlado o ataque de pragas de armazenamento, um dos fatores que causa redução na massa das sementes e consequentemente acelera o processo de deterioração. A eficiência de pós de plantas da Caatinga, dentre elas *A. cearensis* no controle de pragas do *V. unguiculata* foi verificada por Melo et al. (2015), enquanto Musundire et al. (2015), observaram ação inseticida do pó de *Eucalyptus* sp. contra pragas em sementes de milho e Iram et al. (2013) constataram o potencial de *C. reticulata* na proteção da perda de peso de sementes de trigo em função do ataque de pragas.

Ao comparar o efeito dos pós das cascas do caule de *A. cearensis* e dos frutos de *C. reticulata*, das folhas de *Eucalyptus* sp. e dos frutos de *P. nigrum* com a testemunha e o fungicida Captan® na variável peso de mil sementes em função do armazenamento, observa-se que não houve diferença significativa entre os tratamentos, ou seja, o peso das sementes tratadas com os pós vegetais foi estatisticamente igual ao peso das sementes sem nenhum tratamento e tratadas com o Captan® (Tabela 1).

Na menor dosagem (25 g L⁻¹), as maiores porcentagens de germinação foram obtidas com as sementes tratadas com pós de cascas do caule de *C. reticulata* e de folhas de *Eucalyptus* sp. Com o aumento da dose para 50 g L⁻¹, observou-se redução na porcentagem de germinação, no entanto, as sementes tratadas com pós de folhas de *Eucalyptus* sp. permaneceram com as maiores porcentagens de germinação. Na dosagem de 75 g L⁻¹, a germinação das sementes tratadas com pó de folhas de *Eucalyptus* sp. foi maior, enquanto

com a dosagem mais elevada (100 g L⁻¹), as sementes tratadas com pós de folhas de *Eucalyptus* sp. e de frutos de *P. nigrum* foram aquelas com as maiores porcentagens de germinação (Figura 3A). A resposta da germinação para a menor e maior dosagem dos pós das folhas de *Eucalyptus* sp. e de frutos de *P. nigrum* foi similar, o que indica a eficiência de uma menor dosagem para a manutenção da qualidade das sementes durante o armazenamento, em virtude da necessidade de se usar menos matéria-prima para a obtenção dos pós.

Tabela 1. Comparativo do efeito dos pós de cascas do caule de *Amburana cearensis*, dos frutos de *Citrus reticulata*, de folhas de *Eucalyptus* sp. e de frutos de *Piper nigrum* com o fungicida Captan® e a testemunha no peso de mil sementes de *Vigna unguiculata* armazenadas.

Período	Peso de Mil Sementes (g)					
	Testemunha	Captan®	<i>Amburana cearensis</i>	<i>Eucalyptus</i> sp.	<i>Citrus reticulata</i>	<i>Piper nigrum</i>
0	24,0	23,9	23,3 ^{ns}	24,1 ^{ns}	23,7 ^{ns}	23,3 ^{ns}
90	24,3	24,7	25,2 ^{ns}	24,7 ^{ns}	24,6 ^{ns}	24,8 ^{ns}
180	24,5	25,1	25,0 ^{ns}	25,2 ^{ns}	24,8 ^{ns}	24,8 ^{ns}
270	24,0	24,6	24,5 ^{ns}	24,7 ^{ns}	24,4 ^{ns}	24,3 ^{ns}
360	24,7	25,4	24,4 ^{ns}	24,8 ^{ns}	24,7 ^{ns}	24,5 ^{ns}

^{ns}Na mesma linha não difere do fungicida Captan e da testemunha pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade.

Os resultados obtidos quanto ao efeito das dosagens dos pós na germinação foram iguais ao efeito das sementes tratadas com Captan® (97%) e também para as sementes sem tratamento (95%), conforme pode ser observado na Tabela 2. Resultados semelhantes foram verificados por Ojiako et al. (2018) quando compararam o efeito do pó de frutos de *Piper guineense* Schumach e Thonne com o produto químico pó actélico em sementes de *V. unguiculata*, demonstrando a eficácia do pó do produto natural para o tratamento das mesmas.

No que diz respeito à igualdade do efeito dos pós e da testemunha, deve-se destacar que, para que a qualidade da semente seja mantida durante o armazenamento é necessário se atentar para os devidos cuidados nos processos anteriores e durante a estocagem: origem das sementes (plantas saudáveis e vigorosas), seleção das sementes, teor de umidade e temperatura adequadas para o armazenamento (SHABAN, 2013; NGUYEN et al., 2015).

Na análise da germinação das sementes de *V. unguiculata* em função dos períodos de armazenamento (Figura 3B) constata-se a eficácia dos pós de cascas do caule de *A. cearensis*

e dos frutos de *C. reticulata*, das folhas de *Eucalyptus* sp. e dos frutos de *P. nigrum* no tratamento das sementes, visto que o potencial de germinação aumentou ou se manteve igual quando comparados o período inicial e final de armazenamento, demonstrando assim, o efeito favorável para a viabilidade das sementes.

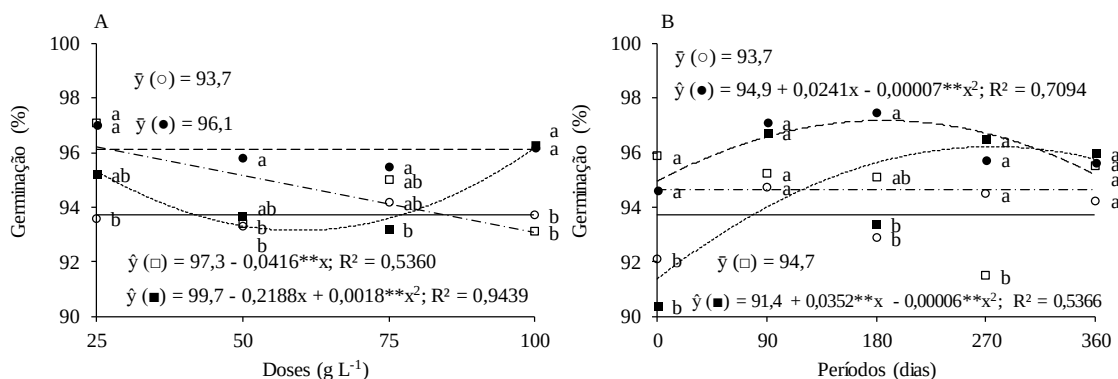


Figura 3. Germinação de sementes de *Vigna unguiculata* tratadas com diferentes doses (A) dos pós de cascas do caule de *Amburana cearensis* (○, —) e do fruto de *Citrus reticulata* (□, - · - ·), de folhas de *Eucalyptus* sp. (●, - - -) e de frutos de *Piper nigrum* (■, ···) e armazenadas (B).

* e **: significativo a 5 e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente. Médias seguidas pela mesma letra, dentro de cada dose e em cada período de avaliação, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

O tratamento das sementes de *V. unguiculata* com pós de folhas verdes e secas de nim não influenciou na germinação (MEDEIROS et al., 2007). De modo semelhante, os pós de *P. nigrum*, *Citrus limon* Burn, *Eucalyptus globules* Labill, *Momordica charantia* L. e *Syzygium cumini* L. não afetaram negativamente a germinação das sementes de grão de bico (TARIQ et al., 2017).

No período inicial destacaram-se as sementes tratadas com pós de folhas de *Eucalyptus* sp. e cascas de *C. reticulata*, uma vez que, aos 172 e 293 dias de armazenamento as sementes tratadas com pós de folhas de *Eucalyptus* sp. e de frutos de *P. nigrum* alcançaram as maiores porcentagens de germinação. Ao final do armazenamento, o efeito dos pós vegetais foi igual no tratamento das sementes de *V. unguiculata*, demonstrando que não causaram efeito prejudicial à qualidade das sementes, que manteve a viabilidade elevada ao longo do armazenamento.

No entanto, destaca-se que o efeito dos pós vegetais em função do armazenamento foi igual ao das sementes tratadas com Captan® e também das sementes armazenadas sem nenhum tratamento (Tabela 2). Resultados semelhantes foram verificados por Harshani e Karunaratne (2018) quando compararam o efeito o pó da casca de frutos de *Citrus hystrix* D.C com a testemunha na germinação de *V. unguiculata*. Esses resultados diferem daqueles obtidos por Maraddi (2002) em que a germinação e o vigor das sementes de *V. unguiculata*

tratadas com pó de folhas de nim foram maiores em comparação ao controle ao final de 10 meses de armazenamento.

Tabela 2. Comparativo do efeito dos pós de cascas do caule de *Amburana cearensis*, dos frutos de *Citrus reticulata*, de folhas de *Eucalyptus* sp. e de frutos de *Piper nigrum*, com a testemunha e fungicida Captan[®], na germinação de *Vigna unguiculata* armazenadas.

Período	Testemunha	Germinação (%)				
		Captan [®]	<i>Amburana cearensis</i>	<i>Eucalyptus</i> sp.	<i>Citrus reticulata</i>	<i>Piper nigrum</i>
0	93,0	96,5	92,1 ^{ns}	94,6 ^{ns}	95,9 ^{ns}	90,4 ^{ns}
90	94,5	97,5	94,8 ^{ns}	97,1 ^{ns}	95,3 ^{ns}	96,8 ^{ns}
180	97,0	99,5	92,9 ^{ns}	97,5 ^{ns}	95,1 ^{ns}	93,4 ^{ns}
270	95,0	95,5	94,5 ^{ns}	95,8 ^{ns}	91,5 ^{ns}	96,5 ^{ns}
360	97,0	97,5	94,3 ^{ns}	95,6 ^{ns}	95,5 ^{ns}	96,0 ^{ns}

^{ns} Na mesma linha não difere do fungicida Captan e da testemunha pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade.

Na dosagem de 25 g L⁻¹ observa-se maior índice de velocidade de germinação nas sementes tratadas com pós de folhas de *Eucalyptus* sp. e de cascas do fruto de *C. reticulata*. Na dose de 50 g L⁻¹, o pó de folhas de *Eucalyptus* sp. se destacou, enquanto na dose de 75 g L⁻¹, o índice foi igual, independente do pó utilizado. Na maior dosagem (100 g L⁻¹), o maior vigor ocorreu nas sementes tratadas com pó de folhas de *Eucalyptus* sp. e de frutos de *P. nigrum* (Figura 4A). Segundo Smaniotto et al. (2014) há uma relação direta entre a velocidade de germinação e o vigor das sementes.

Apesar da redução no índice de velocidade de germinação das sementes de *V. unguiculata* nas dosagens intermediárias (50 e 75 g L⁻¹), observam-se valores semelhantes tanto na menor (25 g L⁻¹), quanto na maior dose (100 g L⁻¹), indicando que a utilização da menor dosagem é mais viável nesse caso, tendo em vista a diminuição da quantidade dos produtos utilizados para o tratamento das sementes.

Quanto ao efeito dos pós vegetais no índice de velocidade de germinação em função dos períodos de armazenamento (Figura 4B), observa-se que no início do período as sementes tratadas com pós de folhas de *Eucalyptus* sp. e de cascas de *C. reticulata* estavam com maior vigor. À medida que aumentou o período de armazenamento, aumentava também a velocidade de germinação das sementes tratadas com pós de folhas de *Eucalyptus* sp. e de frutos de *P. nigrum* até os 185 e 275 dias de armazenamento, respectivamente. Ao final do

período de armazenamento não foi observado diferença entre os pós utilizados no tratamento das sementes de *V. unguiculata*.

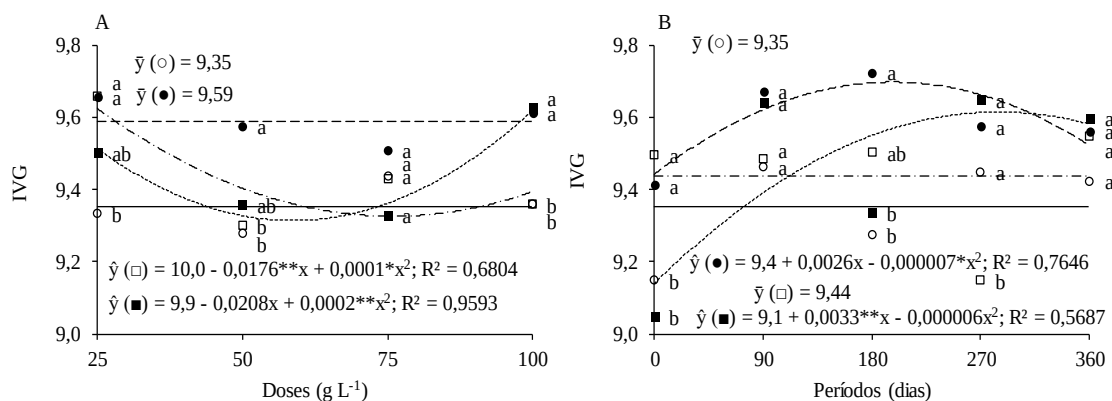


Figura 4. Índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de *Vigna unguiculata* tratadas com diferentes doses (A) dos pós de cascas do caule de *Amburana cearensis* (○, —) e dos frutos de *Citrus reticulata* (□, ---), de folhas de *Eucalyptus* sp. (●, - -) e de frutos de *Piper nigrum* (■, ...) e armazenadas (B).

* e **: significativo a 5 e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente. Médias seguidas pela mesma letra, dentro de cada dose e em cada período de avaliação, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

O pó de canela (*Cinnamomum zeylanicum* Blume) no tratamento de sementes de amendoim proporcionou aumento do índice de velocidade de germinação (SOARES et al., 2015). De acordo com Marcos-Filho (2015), o controle das condições ambientais durante o teste de germinação também pode contribuir para a expressão do alto potencial fisiológico das sementes, o que foi observado através da velocidade da germinação das sementes de *V. unguiculata* no presente trabalho, independente do produto utilizado no último período.

No que diz respeito às dosagens utilizadas, observa-se que o efeito dos pós vegetais na emergência de plântulas do *V. unguiculata* foi igual para as quatro dosagens, com exceção para as sementes tratadas com pó de *A. cearensis* na dosagem de 50 g L⁻¹, de modo que indica-se a menor dosagem para o tratamento das sementes (Figura 5A).

A emergência de plântulas oriundas das sementes armazenadas demonstra que o efeito dos pós vegetais também foi igual para os períodos iniciais do armazenamento (0 e 90 dias), sendo que na metade do período de armazenamento (180 dias), as maiores porcentagens de emergência (94%) foram obtidas com as sementes tratadas com pó de cascas de *C. reticulata*. Nota-se que no período final, as porcentagens de emergência foram maiores que as observadas no período inicial e que o efeito dos pós vegetais não diferiu entre si, demonstrando que o tempo de exposição das sementes aos mesmos causou efeito favorável no

armazenamento (Figura 5B). De forma semelhante, Anbarasan e Srimathi (2016) observaram que o pó de folhas de manjeriço favoreceu a emergência de plântulas de *Vigna mungo* L.

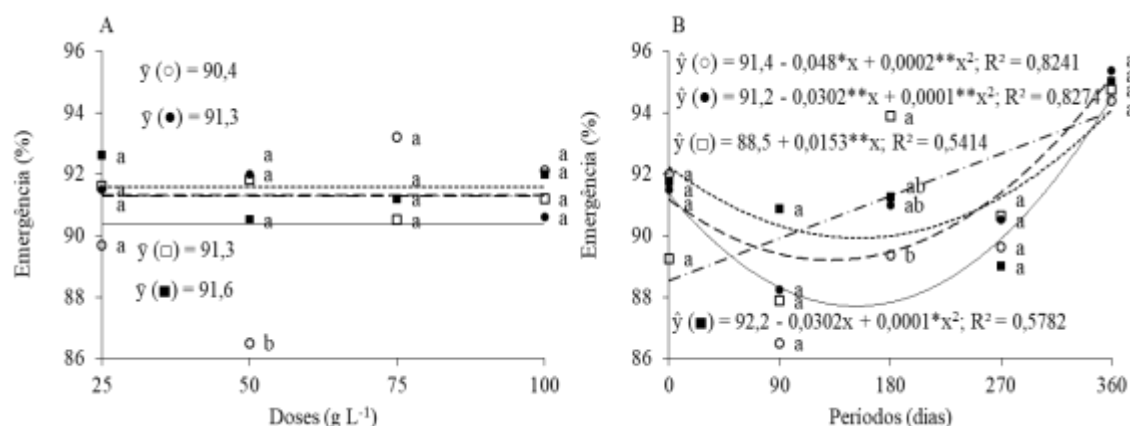


Figura 5. Emergência de plântulas de *Vigna unguiculata* oriundas de sementes tratadas com diferentes doses (A) dos pós de cascas do caule de *Amburana cearensis* (○, —) e dos frutos de *Citrus reticulata* (□, - - -), de folhas de *Eucalyptus* sp. (●, - - -) e de frutos de *Piper nigrum* (■, ...), e armazenadas (B).

* e **: significativo a 5 e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente. Médias seguidas pela mesma letra, dentro de cada dose e em cada período de avaliação, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

A melhoria na emergência em campo pode ser atribuída à ativação das células, o que resultou no aumento da atividade mitocondrial, levando à formação de compostos de mais alta energia e biomoléculas vitais, que são produzidas durante a fase inicial da germinação (DHARMALINGAM et al., 1988).

Quando comparados os efeitos dos pós vegetais com o fungicida e as sementes sem tratamento em função do armazenamento (Tabela 3), observa-se que a emergência das plântulas oriundas de sementes tratadas com pó de cascas de *A. cearensis* no período de 90 dias foi inferior a emergência das plântulas originadas de sementes armazenadas sem tratamento. O comportamento dos demais produtos foi igual ao comportamento do Captan® e da testemunha nos demais períodos.

Tabela 3. Comparativo do efeito dos pós de cascas do caule de *Amburana cearensis*, dos frutos de *Citrus reticulata*, de folhas de *Eucalyptus* sp. e de frutos de *Piper nigrum*, com a testemunha e fungicida Captan®, na emergência de *Vigna unguiculata* armazenadas.

Período	Testemunha	Emergência (%)				
		Captan®	<i>Amburana cearensis</i>	<i>Eucalyptus</i> sp.	<i>Citrus reticulata</i>	<i>Piper nigrum</i>
0	87,0	86,0	92,0 ^{ns}	91,5 ^{ns}	89,3 ^{ns}	91,8 ^{ns}
90	98,0	88,0	86,5 [‡]	88,3 ^{ns}	87,9 ^{ns}	90,9 ^{ns}
180	85,5	91,0	89,4 ^{ns}	91,0 ^{ns}	93,9 ^{ns}	91,3 ^{ns}
270	90,5	90,0	89,6 ^{ns}	90,5 ^{ns}	90,6 ^{ns}	89,0 ^{ns}
360	95,0	95,0	94,4 ^{ns}	95,4 ^{ns}	94,8 ^{ns}	95,0 ^{ns}

[‡] Na mesma linha difere do fungicida Captan pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade.

^{ns} Na mesma linha não difere do fungicida Captan e da testemunha pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade..

Com relação ao índice de velocidade de emergência (Figura 6A) de plântulas de *V. unguiculata* originadas das sementes tratadas com diferentes doses dos pós de cascas de *A. cearensis* e de *C. reticulata*, de folhas de *Eucalyptus* sp. e de frutos de *P. nigrum*, observa-se que ocorreu diferença apenas na dosagem de 50 g L⁻¹, sendo mais vigorosas as plântulas oriundas das sementes tratadas com pós de folhas de *Eucalyptus* sp., de cascas de *C. reticulata* e de frutos de *P. nigrum*.

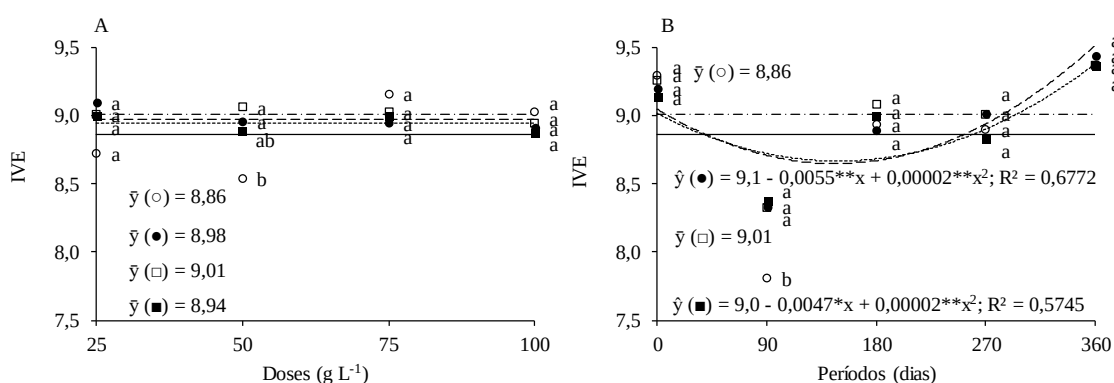


Figura 6. Índice de velocidade de emergência (IVE) de plântulas de *Vigna unguiculata* oriundas de sementes tratadas com diferentes doses das doses (A) dos pós de cascas de *Amburana cearensis* (○, —) e de *Citrus reticulata* (□, - - -), de folhas de *Eucalyptus* sp. (●, - - -) e de frutos de *Piper nigrum* (■, ...).

* e **: significativo a 5 e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente. Médias seguidas pela mesma letra, dentro de cada dose e em cada período de avaliação, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

O índice de velocidade de emergência de plântulas em função dos períodos de armazenamento (Figura 6B) foi igual entre todos os tratamentos utilizados. Sousa et al. (2005)

observaram que o pó das sementes de *P. nigrum*, dos botões florais de *Eugenia caryophyllata* Thunb e das folhas de *Cynnammomun zeylanicum* Ness foram eficientes na emergência e no índice de velocidade de emergência de plântulas de *V. unguiculata*, enquanto para as sementes tratadas com os pós de *Pimpinella anisum* L., *Coriandrum sativum* L., *E. citriodora*, *Cuminum cyminum* L. e as testemunha não houve emergência de plântulas. O pó de folhas de nim também potencializou o vigor de sementes de gergelim armazenadas (OYEKALE et al., 2012).

Conclusões

A qualidade fisiológica das sementes de *V. unguiculata* sem tratamento é igual àquelas tratadas com os pós de cascas do caule de *A. cearensis* e cascas dos frutos de *C. reticulata*, de folhas de *Eucalyptus* sp. e de frutos de *P. nigrum*;

Os pós de cascas de *A. cearensis* e de *C. reticulata*, de folhas de *Eucalyptus* sp. e de frutos de *P. nigrum* são viáveis para o armazenamento, sem causar prejuízos na germinação e vigor das sementes de *V. unguiculata*;

As menores dosagens dos produtos utilizados são eficientes na preservação da qualidade das sementes de *V. unguiculata* tratadas e armazenadas.

Referências Bibliográficas

AMJAD, M.; ANJUM, M.A. Effect of relative humidity and aging period on the quality of onion seed. **International Journal of Agriculture and Biology**, v.4, n.2, p.291-296, 2002.

ANBARASAN, R.; SRIMATHI, P. Influence of physical seed treatment on seed quality improvement in black gram (*Vigna mungo* L.). **Journal of Applied and Natural Science**, v.8, n.1, p.46-49, 2016.

ASLAM, M.; KHAN, K.A.; BAJWA, M.Z.H. Potency of some spices against *Callosobruchus chinensis* Linnaeus. **Journal of Biological Sciences**, v.2, n.7, p.449-452, 2002.

BEHLULI, A.; FETAHU, S.; ALIU, S.A.; CANKO, A. Seed viability testing of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) landraces stored in long-term storage conditions. **Albanian Journal of Agricultural Sciences**, Special edition, p.141-144, 2016.

BELLON, M.R.; GOTOR, E.; CARACCIOLO, F. Conserving landraces and improving livelihoods: how to assess the success of on-farm conservation projects? **International Journal of Agricultural Sustainability**, v.13, n.2, p.167-182, 2015.

BONMATIN, J.M.; GIORIO, C.; GIROLAMI, V.; GOULSON, D.; KREUTZWEISER, D.P.; KRUPKE, C.; LIESS, M.; LONG, E.; MARZARO, M.; MITCHELL, E.A.D.; NOOME, D.A.; SIMON-DELSON, N.; TAPPARO, A. Environmental fate and exposure; neonicotinoids and fipronil. **Environmental Science Pollution Research International**, v.22, n.1, p.35-67, 2015.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Equipe de pedologia e fertilidade do solo. Divisão de Agrologia - SUDENE. **Levantamento exploratório**: reconhecimento de solos do estado da Paraíba. Rio de Janeiro: MA/CONTA/USAID/SUDENE, 1972. 670p. (Boletim técnico, 15).

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

CHORMULE, S.R.; CHANGADE, N.M.; PATEL, J.B. Effect of seed treatments on storability of vegetable seeds: a review. **Plant Archives**, v.18, n.1, p.28-32, 2018.

DANIEL, I.O. Longevity of maize (*Zea mays* L.) seeds during low input storage under ambient conditions of southwestern Nigeria. **Journal of Tropical Agriculture**, v.45, n.1, p.42-48, 2007.

DHARMALINGAM, C.; PARAMASIVAM, K.; SIVASUBRAMANIAN, V. Seed hardening to overcome adversity. **The Hindu**, v.16, p.3, 1988.

FREIRE FILHO, F.R. **Feijão-caupi no Brasil**: produção, melhoramento genético, avanços e desafios. Embrapa Meio-Norte, 2011. 84p.

HARSHANI, H.S.; KARUNARATNE, M.M.S.C. Volatile profiling and bio-efficacy of *Citrus hystrix* fruit peel as a seed protectant against *Callosobruchus maculatus*. **Journal of Entomology and Zoology Studies**, v.6, n.4, p.27-31, 2018.

IRAM, N.; ARSHAD, M.; AKHTER, N. Evaluation of botanical and synthetic insecticide for the control of *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae). **BioAssay**, v.8, n.3, p.1-10, 2013.

JACOBSEN, S.E.; SORENSEN, M.; PEDERSEN, S.M.; WEINER, J. Using our agrobiodiversity: plant-based solutions to feed the world. **Agronomy for Sustainable Development**, v.35, n.4, p.1217-1235, 2015.

KRISHNAMURTHY, Y.L.; SHASHIKALA, J.; NAIK, B.S. Antifungal potential of some natural products against *Aspergillus flavus* in soybean seeds during storage. **Journal of Stored Products Research**, v.44, n.4, p.305-309, 2008.

LOUWAARS, N.P.; BOEF, W.S. Integrated seed sector development in Africa: a basis for seed Policy and Law. **Journal of Crop Improvement**, v.27, n.2, p.186-214, 2013.

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

MANCINI, V.; ROMANAZZI, G. Seed treatments to control seedborne fungal pathogens of vegetable crops. **Pest Management Science**, v.70, n.6, p.860-868, 2013.

MARADDI, B. **Influence of growth regulators on seed yield and quality and seed treatments on storability of cowpea cv. C-252**, M.Sc. (Agri.) Thesis - University of Agricultural Sciences, Dharwad, 2002. 216p.

MARCOS-FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. 2.ed. Londrina: ABRATES, 2015. 660p.

MEDEIROS, D.C.; ANDRADE NETO, R.C.; FIGUEIRA, L.K.; NERY, D.K.P.; MARACAJÁ, P.B. Pó de folhas secas e verdes de nim sobre a qualidade das sementes de feijão caupi. **Revista Caatinga**, v.20, n.2, p.94-99, 2007.

MELO, B.A.; MOLINA-RUGAMA, A.J.; HADDI, K.; LEITE, D.T.; OLIVEIRA, E.E. Repellency and bioactivity of Caatinga biome plant powders against *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Chrysomelidae: Bruchinae), **Florida Entomologist**, v.98, n.2, p.417-423, 2015.

MILLOT, F.; DECORS, A.; MASTAIN, O.; QUINTAINE, T.; BERNY, P.; VEY, D.; LASSEUR, R.; BRO, E. Field evidence of bird poisonings by imidacloprid-treated seeds: a review of incidents reported by the French SAGIR network from 1995 to 2014. **Environmental Science and Pollution Research**, v.24, n.6, p.5469-85, 2017.

MUSUNDIRE, R.; MAZODZE, F.; MACHEKA, L.; NGADZE, R.T.; MUBAIWA, J.; MANDITSERA, F. *Eucalyptus grandis* and *Tagetes minuta* leaf powders effectively protect stored maize against *Sitophilus zeamais* without affecting grain organoleptic properties. **African Journal of Agricultural Research**, v.10, n.2, p.49-57, 2015.

NGUYEN, T.P.; CUEFF, G.; HEGEDUS, D.D.; RAJJOU, L.; BENTSINK, L. A role for seed storage proteins in Arabidopsis seed longevity. **Journal of Experimental Botany**, v.66, n.20, p.6399-6413, 2015.

OJIAKO, F.O.; KAYODE, R.M.O. Nutritional quality and consumer acceptability of cowpea seeds (*Vigna unguiculata* L. Walp) treated with natural and synthetic insecticides against bruchid infestation. **Journal of Stored Products Research**, v.56, p.9-15, 2014.

OJIAKO, F.O.; ADESIYUN, A.A.; IHEJIRIKA, G.O.; DIALOKE, S.A. Efficacy of *Piper guineense* Schumach. seed powder in the control of *Callosobruchus maculatus* (Fabricius, 1775) (Coleoptera: Chrysomelidae: Bruchinae) and on the nutritional and organoleptic characteristics of stored cowpea *Vigna unguiculata* (L.) Walp. **Polish Journal of Entomology**, v.87, n.2, p.119-140, 2018.

OYEKALE, K.O.; NWANGBURUKA, C.C.; DENTON, O.A.; DARAMOLA, D.S.; ADEYEYE, J.A.; AKINKUOTU, A.O. Comparative effects of organic and inorganic seed treatments on the viability and vigour of sesame seeds in storage. **Journal of Agricultural Science**, v.4, n.9, p.187-195, 2012.

PACHECO, F.P.; NOBREGA, L.H.P.N.; TONINI, M.; CRUZ-SILVA, C.T.A. Common bean seeds quality during storage under treatments with potential repellente of aromatic plants. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v.18, n.2, p.473-479, 2016.

ROCHA, M.M.; DAMASCENO-SILVA, K.J.; MENEZES-JÚNIOR, J.Â.N.; CARVALHO, H.W.L.; COSTA, A.F.; LIMA, J.M.P.; SANTOS, J.F.; BERTINI, C.H. C.M.; PASSOS, A.R.; MORAIS, O.M. Yield adaptability and stability of semi-prostrate cowpea genotypes in the Northeast region of Brazil by REML/BLUP. **Revista Ciência Agronômica**, v.48, n.5, p.879-888, 2017.

SHABAN, M. Study on some aspects of seed viability and vigor. **International journal of Advanced Biological and Biomedical Research**, v.1, n.12, p.1692-1697, 2013.

SMANIOTTO, T.A.S.; RESENDE, O.; MARÇAL, K.A.F.; OLIVEIRA, D.E.C.; SIMON, G.A. Qualidade fisiológica das sementes de soja armazenadas em diferentes condições. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.18, n.4, p.446-453, 2014.

SOARES, A.N.R.; GONÇALVES, E.P.; VIANA, J.S.; SOUTO, P.C.S.; MOURA, M.F. Physiological and sanitary potential of peanut seed treated with cinnamon powder. **African Journal of Microbiology Research**, v.9, n.33, p.1921-1927, 2015.

SOUSA, A.H.; MARACAJÁ, P.B.; SILVA, R.M.A.; MOURA, A.M.N.; ANDRADE, W.G.A. Bioactivity of vegetal powders against *Callosobruchus Maculatus* (Coleoptera: Bruchidae) in caupi bean and seed physiological analysis. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v.5, n.2, 2005.

STEFANELLO, R.; MUNIZ, M.F.B.; NUNES, U.R.; DUTRA, C.B.; SOMAVILLA, I. Physiological and sanitary qualities of maize landrace seeds stored under two conditions. **Ciência e Agrotecnologia**, v.39, n.4, p.339-347, 2015.

TARIQ, A.; AFSHEN, S.; HUSSAIN, M.; ZIA, A.; SHAH, S.S.; AFZAL, S.; KHAN, I.; HAYAT, Y. Bioefficacy of plant powders against *Callosobruchus chinensis* L. (Coleoptera: Bruchidae) in infested chickpea grains. **Asian Journal of Agriculture and Biology**, v.5, n.3, p.119-125, 2017.

VIEIRA, E.H.N.; YOKOYAMA, M. Colheita, processamento e armazenamento. In: VIEIRA, E.H.N.; RAVA, C.A. **Sementes de feijão - produção e tecnologia**. Embrapa Arroz e Feijão, 2000, p.233-248.

WALTERS, C.; BALLESTEROS, D.; VERTUCCI, V.A. Structural mechanics of seed deterioration: standing the test of time. **Plant Science**, n.179, n.6, p.565-573, 2010.

WHANG, W.; HE, A.; PENG, S.; HUANG, J.; CUI, K.; NIE, L. The effect of storage condition and duration on the deterioration of primed rice seeds. **Frontiers Plant Science**, v.9, n.172, p.1-17, 2018.

ZIMMERER, K.S.; HANN, S.; JONES, A.D.; KANASHIRO-CREED, H.; TELLO, M.; CARRASCO, M.; MEZAD, K.; AMAYA, F.P.; GARCIA-CRUZ, G.S.; TUBBEH, R.; OLIVENCIA, Y.J. The biodiversity of food and agriculture (Agrobiodiversity) in the anthropocene: research advances and conceptual framework. **Anthropocene**, v.25, p.1-16, 2019.

ARTIGO II

**EFICIÊNCIA DO TESTE DE TETRAZÓLIO NA ANÁLISE DA
QUALIDADE DE SEMENTES CRIOULAS DE *Vigna unguiculata* (L.)
Walp. ARMAZENADAS COM PÓS NATURAIS**

(Artigo a ser submetido à Journal of Seed Science)

Eficiência do teste de tetrazólio na análise da qualidade de sementes crioulas de *Vigna unguiculata* (L.) Walp. armazenadas com pós naturais

Lanna Cecília Lima de Oliveira^{2*}; Edna Ursulino Alves²; Maria Joelma da Silva²; Rosemere dos Santos Silva²; Erifranklin Nascimento Santos²

RESUMO - O armazenamento é uma das etapas desafiantes no processo de produção sementes, por isso, minimizar a deterioração durante a estocagem é essencial para o sucesso da produção. O tratamento das sementes é uma estratégia para manter a qualidade fisiológica ao longo do armazenamento. O objetivo desse estudo foi avaliar a qualidade fisiológica de sementes crioulas de *V. unguiculata* tratadas com pós naturais e armazenadas, a partir do teste de tetrazólio. As sementes foram estocadas em garrafas PET com capacidade de um litro contendo 25, 50, 75 ou 100 g de pó de cascas de *Amburana cearensis* (Freire Allemão) A.C. Smith. e de frutos de *Citrus reticulata* Blanco, de folhas de *Eucalyptus* sp. e de frutos de *Piper nigrum* L. e armazenadas por cinco períodos (0, 90, 180, 270 e 360 dias), além da testemunha absoluta (sem tratamento) e do fungicida Captan[®] como tratamentos controle. A viabilidade, o vigor e a identificação dos danos nas sementes foram determinados pelo teste de tetrazólio. Os testes de germinação e emergência em campo foram realizados para verificar a eficiência do teste de tetrazólio. As sementes de *V. unguiculata* tratadas com o pó de vegetais mantêm a qualidade fisiológica ao longo do armazenamento, com poucos prejuízos causados por danos de umidade e carunchos. O vigor foi melhor conservado com o uso do pó de frutos de *P. nigrum*, de folhas de *Eucalyptus* sp. e de cascas de *A. cearensis* na dosagem de 100 g, sendo indicados, portanto, como alternativa no tratamento de sementes por agricultores familiares.

Termos para indexação: feijão macassar; armazenamento de sementes; tratamento natural de sementes.

Efficiency of the tetrazolium test in the analysis of the quality of traditional seeds of *Vigna unguiculata* (L.) Walp. stored with natural powders

ABSTRACT - *Vigna unguiculata* (L.) Walp. it is a legume that is part of the human diet and, therefore, minimizing the deterioration of these seeds during storage is essential for the success of production, since it is one of the challenging steps in this process and the treatment of seeds is a strategy to maintain the physiological quality throughout the storage period. The objective of this study was to evaluate the physiological quality of traditional seeds of *V. unguiculata* treated with natural powders and stored, using the tetrazolium test. The seeds were stored in one-liter plastic bottles containing 25, 50, 75 or 100 g of powder from *Amburana cearensis* (Freire Allemão) A.C. Smith., *Citrus reticulata* Blanco fruits, as well as *Eucalyptus* sp. leaves and *Piper nigrum* L. fruits, seeds without treatment and the fungicide treatment with Captan® were considered as control treatments. The seeds were stored for five periods (0, 90, 180, 270 and 360 days). Viability, vigor and identification of damage to seeds were determined by the tetrazolium test. The germination test and emergency test in the field were carried out to verify the efficiency of the tetrazolium test. *V. unguiculata* seeds treated with vegetable powder maintained their physiological quality during storage, with small damage caused mainly by moisture and woodworms. The vigor was better preserved with the use of the powder of fruits of *P. nigrum*, leaves of *Eucalyptus* sp. and *A. cearensis* husks at a dosage of 100 g, therefore being indicated as an alternative in seed treatment by family farmers.

Index terms: cowpea beans; seed storage; natural seed treatment.

Introdução

Vigna unguiculata (L.) Walp., popularmente denominado no Brasil de feijão macassa, feijão de corda ou feijão macassar é uma das culturas alimentares que faz parte da dieta da população, principalmente de países em desenvolvimento (Animasaun et al., 2015), o qual é cultivado na África, América Latina, Sudeste da Ásia e nos Estados Unidos (Tan et al., 2012). No Brasil, seu consumo é maior na região Nordeste, onde é uma leguminosa com relevante papel na segurança alimentar devido ao seu alto valor proteico (23-32%), de carboidratos (50-60%) e fibras (2-3%) (Khalid e Elharadallou, 2013; Cruz et al., 2014), sendo a produção no Nordeste brasileiro realizada por agricultores familiares em pequena escala e destina-se à alimentação humana (Marinho et al., 2017).

A deterioração das sementes durante o armazenamento é um fenômeno crítico que pode causar perdas de até 25% da safra (Shelar et al., 2008). A minimização dos efeitos da deterioração, por parte dos agricultores familiares, é realizada pelo armazenamento das sementes em garrafas de polietileno tereftalato (PET), contribuindo na situação econômica da família e de forma mais ampla, para a conservação de recursos genéticos e na segurança alimentar, através da garantia da produção da cultura (Queiroga et al., 2011).

A qualidade fisiológica das sementes armazenadas é influenciada pela temperatura e umidade durante o armazenamento, de forma que esses fatores quando não levados em consideração, podem interferir no vigor e na viabilidade das sementes e acelerar o processo de deterioração (Zuchi et al., 2013). Além da umidade e temperatura, a taxa de crescimento de patógenos, localização e severidade de danos e condição fisiológica da semente podem acelerar a deterioração (Galli et al., 2007).

Dentre os testes utilizados para analisar a qualidade fisiológica de sementes, o teste de tetrazólio é considerado um dos métodos mais eficazes e completos (Oliveira et al., 2018a), o qual é caracterizado como um teste rápido para estimar a viabilidade e o vigor das sementes

com base na reação de redução da solução do sal de tetrazólio sob a ação das enzimas desidrogenases, resultando no trifenilformazan, o qual confere uma coloração vermelho carmim aos tecidos das sementes e, por meio da interpretação dos padrões de coloração, são identificados os índices de viabilidade, de vigor e dos principais problemas que podem afetar a qualidade das sementes (França-Neto e Krzyzanowski, 2019).

Devido a sua rapidez e eficiência, o teste de tetrazólio vem sendo utilizado em avaliações da viabilidade das sementes de diferentes espécies florestais - *Parkia multijuga* Benth. (Costa et al., 2018), *Poincianella pyramidalis* (Tul.) L. P. Queiroz (Sousa et al., 2017) e *Amburana cearensis* A.C. Smith (Guedes et al., 2010); de grandes culturas como soja (Pereira et al., 2019), milho (Mazvimbakupa et al., 2015) e algodão (Zaxos et al., 2012) e em hortaliças, como cenoura (Lima et al., 2018) e, alface (Catão et al., 2018), a partir da adequação de metodologias para o alcance de resultados cada vez mais precisos, com agilidade e menor custo (França-Neto e Krzyzanowski, 2019).

Considerando a importância do armazenamento para a garantia da qualidade fisiológica das sementes e a eficiência do teste de tetrazólio, o objetivo desse estudo foi avaliar a qualidade fisiológica de sementes crioulas de *V. unguiculata* tratadas com pós naturais e armazenadas, a partir do teste de tetrazólio.

Material e Métodos

No preparo dos pós, as folhas de eucalipto (*Eucalyptus* sp.), as cascas do caule de umburana (*Amburana cearensis* (Freire Allemão) A.C. Smith) e dos frutos de laranja (*Citrus reticulata* Blanco) e os frutos de pimenta (*Piper nigrum* L.), adquiridos no comércio local, foram postos para secar em estufa de circulação e renovação de ar a 45 °C por 72 horas, em seguida foram moídas em moinho de facas no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal da Paraíba, Areia, PB.

As sementes crioulas de *V. unguiculata* variedade Natal foram produzidas na safra 2018 por uma produtora da agricultura familiar, proveniente do município de Soledade (7° 03' 25'' S 36° 21' 46'' O). A colheita foi realizada quando as vagens estavam completamente maduras (a casca estava seca e coloração amarelada), procedendo-se em seguida, a secagem natural, debulha e seleção das melhores sementes (sementes de maior tamanho, livres de danos físicos e doenças aparentes). Após o beneficiamento, as sementes foram acondicionadas em garrafas de polietileno tereftalato (PET) com capacidade para um litro (1 L), as quais ficaram completamente preenchidas de sementes. Além das sementes, na garra PET foram colocados os tratamentos: pós de folhas de *Eucalyptus* sp., de cascas do caule de *A. cearensis* e de cascas do fruto de *C. reticulata* e de frutos de *P. nigrum* nas dosagens de 25, 50, 75 e 100 g, e ainda a testemunha (sem tratamento) e o fungicida Captan® (240 g 100 kg⁻¹) como tratamentos controle, totalizando 18 unidades experimentais (garrafas PET) por período de armazenamento, que foram armazenadas em condições de ambiente natural com temperatura média de 24 °C, umidade relativa média de 64% (Brasil, 1972).

Durante 360 dias (julho de 2018 a agosto de 2019), em períodos de 0, 90, 180, 270 e 360 dias, uma garrafa contendo sementes de cada tratamento, incluindo os tratamentos controle (testemunha e fungicida Captan®), foi retirada para a realização do teste de tetrazólio, germinação e emergência. As avaliações foram executadas no Laboratório de Análise de Sementes do Departamento de Fitotecnia e Ciências Ambientais, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia, PB, para avaliação da qualidade fisiológica das sementes de *V. unguiculata*.

O teste de tetrazólio foi realizado com quatro repetições de 50 sementes de cada tratamento que foram submetidas ao pré-condicionamento através de imersão direta em água por 16 horas, a 25 °C, e utilização da solução de tetrazólio na concentração de 0,05%, por 210 minutos, na temperatura de 40 °C (Rodrigues et al., 2015).

A partir dos níveis de coloração, as sementes foram classificadas em oito categorias para a determinação do vigor e viabilidade: Classe 1: Mais alto vigor; Classe 2: Alto vigor; Classe 3: Vigor médio; Classe 4: Vigor baixo; Classe 5: Vigor muito baixo; Classes 6 e 7: Não viável; Classe 8: Semente morta. Além da determinação do vigor e viabilidade, as causas da deterioração também foram diagnosticadas, sendo classificadas em: deterioração por umidade e dano causado por caruncho (Adaptado de França-Neto et al., 1998).

No teste de germinação quatro repetições de 50 sementes para cada tratamento foram distribuídas sobre duas folhas de papel toalha (tipo Germitest[®]), cobertas com uma terceira e organizadas em forma de rolos. O papel foi umedecido com água destilada, na quantidade equivalente a 2,5 vezes a sua massa seca, em seguida os rolos foram postos em sacos plásticos e acondicionados em câmaras de germinação do tipo *Biological Oxygen Demand* (B.O.D.) reguladas para manter a temperatura de $25 \pm 0,5$ °C constante. O número de sementes germinadas foi registrado no quinto e oitavo dias após a instalação do teste, de acordo com as Regras para Análise de Sementes (Brasil, 2009), sendo os resultados expressos em porcentagem.

A emergência em campo foi avaliada utilizando-se quatro repetições de 50 sementes para cada tratamento, distribuídas em canteiros de 2 x 1 m, na profundidade de 1 cm e a irrigação foi realizada diariamente com regadores manuais. As plântulas emersas foram computadas do quinto ao oitavo dia após a semeadura e os resultados expressos em porcentagem.

O delineamento experimental foi inteiramente ao acaso para os experimentos realizados em laboratório e em blocos ao acaso para aqueles conduzidos em campo, com os tratamentos distribuídos em esquema fatorial $[4 \times 4 + 2] \times 5$, em que o primeiro fator corresponde aos produtos utilizados (pó de cascas de *C. reticulata* e *A. cearensis*, de folhas de *Eucalyptus* sp. e de frutos de *P. nigrum*), o segundo fator corresponde as dosagens (25, 50, 75

e 100 g) mais os dois tratamentos controle (testemunha e fungicida Captan[®]) e o último fator, correspondente aos períodos de armazenamento (0, 90, 180, 270 e 360 dias).

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias, em função das doses dos pós vegetais (produtos) e dos períodos de avaliação, foram ajustadas a regressão polinomial, utilizando-se o teste F ($p \leq 0,05$) para verificar os ajustes. As médias referentes aos produtos foram comparadas utilizando-se o teste de Tukey admitindo-se um erro de até 0,05 de probabilidade. Também realizou-se o teste de Dunnett ($p \leq 0,05$) para comparar os tratamentos testemunha e fungicida Captan[®] com os demais tratamentos compostos pelas combinações entre pó e doses, e entre pó e períodos de armazenamento.

As variáveis, viabilidade, germinação, vigor e emergência, foram comparadas pelo teste *t*-Student quando houve distribuição normal dos dados e pelo teste de Mann-Whitney quando os dados não seguiram uma distribuição normal, para verificar a eficiência do teste de tetrazólio na determinação de vigor e viabilidade de sementes de *V. unguiculata*. As análises foram realizadas no software SAS[®] University Edition.

Resultados e Discussão

A partir da visualização da coloração (Figura 1) foi possível classificar as sementes em vigorosas, de coloração vermelho carmim; viáveis, de coloração vermelho carmim, porém com danos superficiais e semente morta, quando não há reação do sal com os tecidos da semente, assim como identificar os danos causados por caruncho e umidade.

Pelos dados da Tabela 1 verifica-se que para o vigor e viabilidade das sementes houve interação entre produtos e doses, produtos e períodos e interação tripla entre produtos, doses e períodos. Com relação aos danos causados por umidade, constatou-se efeito significativo entre produtos e períodos e interação tripla entre produtos, doses e períodos. No que diz respeito aos danos causados por carunchos, houve efeito significativo para produtos e doses;

produtos e períodos; doses e períodos e entre produtos, doses e períodos. Quanto à germinação, observa-se também a interação entre produtos e doses; produtos e períodos; doses e períodos e entre produtos, doses e períodos, enquanto na emergência ocorreu interação entre produtos e doses e entre produtos, doses e períodos.

O pó das cascas do caule de *A. cearensis* e de frutos de *P. nigrum*, na dose 25 g proporcionou melhor efeito no vigor das sementes (Figura 2). Nota-se que os resultados obtidos entre a determinação de vigor pelo teste de tetrazólio e pela emergência em campo são iguais, com exceção do efeito do pó de cascas do fruto de *C. reticulata* (Tabela 2).

Nas sementes tratadas com pó de frutos de *P. nigrum* ocorreu decréscimo no vigor na dose de 57 g, que permaneceu em 90%, no entanto, à medida que se aumentou a dosagem notou-se elevação no vigor, com melhor efeito observado na dose de 100 g (Figura 2). Ainda na referida dosagem, o efeito do pó de frutos de *P. nigrum*, de folhas de *Eucalyptus* sp. e de cascas do caule de *A. cearensis* foi igual, demonstrando a eficiência desses produtos na conservação das sementes durante o armazenamento (Figura 2).

Entretanto, observa-se que houve redução no vigor das sementes tratadas com pó de cascas do fruto de *C. reticulata* nas dosagens de 25, 75 e 100 g (Figura 2). Nessas dosagens houve diferença entre os resultados da determinação do vigor pelo teste de tetrazólio e emergência em campo para as sementes tratadas com pó de cascas do fruto de *C. reticulata*. Apesar da redução no vigor, a porcentagem de plântulas emergidas permaneceu acima de 90% (Tabela 2).

Ainda referente ao vigor das sementes (Figura 2), no período inicial (0 dias após o tratamento), o pó de frutos de *P. nigrum* conferiu melhor efeito, cujo resultado também foi obtido na emergência em campo (Tabela 3).

Apesar do decréscimo observado, as sementes chegaram ao último período com alto vigor, independente do produto utilizado no tratamento das sementes aos 360 dias de

armazenamento. Ao comparar o vigor obtido pelo teste de tetrazólio com a emergência, verifica-se que os resultados foram maiores na emergência em campo, com exceção nas sementes tratadas com pó de frutos de *P. nigrum* em que os resultados foram iguais. Mesmo ocorrendo diferenças entre as variáveis analisadas, o alto vigor das sementes de *V. unguiculata* se manteve até o período final de armazenamento. Na avaliação pelo teste de tetrazólio, segundo França-Neto et al. (1998) os lotes com porcentagem de viabilidade acima de 85% são considerados de vigor muito alto; entre 84 e 75%, vigor alto; entre 74 e 60%, vigor médio; entre 59 e 50%, vigor baixo e igual ou inferior a 49%, vigor muito baixo.

O alto vigor, diagnosticado nas sementes de *V. unguiculata*, é atribuído, possivelmente, ao fato de as mesmas terem passado por um processo de seleção e classificação adequado e estarem padronizadas, conseguindo, dessa forma, manter o vigor e a viabilidade em porcentagens desejáveis desde o período inicial e consequentemente, minimizar os impactos da deterioração durante o armazenamento. Além disso, o efeito benéfico do pó de frutos de *P. nigrum*, de folhas de *Eucalyptus* sp. e de cascas dos frutos de *A. cearensis* no vigor das sementes deve estar atrelado à ação dos seus princípios ativos (piperina, 1,8-cineol e cumarina, respectivamente), que por sua vez não causam efeito tóxico nas sementes e promovem o controle de pragas que comprometem o vigor das sementes durante o armazenamento, conforme relatado em estudos que comprovam o potencial desses e outros produtos vegetais no tratamento das sementes (Islan et al., 2013; Melo et al., 2015; Musundire et al., 2015; Oliveira et al., 2018b).

Em média, observa-se efeitos iguais do comportamento das dosagens dos pós no vigor das sementes determinado pelo teste de tetrazólio e os resultados obtidos na emergência em campo (Tabela 2), exceto no efeito do pó de cascas dos frutos de *C. reticulata* nas dosagens de 25, 75 e 100 g e do pó de cascas do caule de *A. cearensis* na dose de 50 g.

Ao comparar os resultados obtidos pelo teste de tetrazólio e teste de emergência em função do armazenamento (Tabela 3), verifica-se que o vigor pelo teste de tetrazólio e a emergência foram iguais para a maioria dos produtos utilizados, portanto, pode-se considerar que a estimativa conferida através do teste de tetrazólio complementa os resultados obtidos pelo teste de emergência.

De acordo com os dados da Figura 3A verifica-se que nas dosagens 25, 50 e 75 g, o efeito dos produtos foi igual quanto à viabilidade das sementes, constatando-se uma variação de apenas dois pontos percentuais entre as doses aplicadas (94-96%). Ao comparar os resultados obtidos pelo teste de germinação com a viabilidade diagnosticada através do teste de tetrazólio observa-se que houve uma diferença no efeito do pó de cascas do caule de *A. cearensis* nas dosagens de 75 e 100 g, bem como no efeito do pó de cascas dos frutos de *C. reticulata* na dose de 25 g (Tabela 2).

Na dosagem de 100 g, o efeito do pó de cascas dos frutos de *C. reticulata* diferiu estatisticamente dos demais produtos, com um menor percentual de viabilidade (Figura 3A), o que é coerente com o efeito do pó de cascas do fruto de *C. reticulata* no teste de germinação, que também indicou resultado inferior.

Com relação à viabilidade das sementes de *V. unguiculata* tratadas com pó de produtos vegetais em função do armazenamento (Figura 3B), no período inicial o melhor efeito foi nas sementes tratadas com o pó de frutos de *P. nigrum*. Nesse período, ao comparar a viabilidade determinada pelo teste de tetrazólio e o teste de germinação, observa-se que há diferença nos resultados, com exceção do efeito do pó de cascas de *A. cearensis* (Tabela 3).

Ao longo do período de armazenamento a viabilidade das sementes tratadas com pó de cascas de *A. cearensis* e de *C. reticulata*, de folhas de *Eucalyptus* sp. e de frutos de *P. nigrum* aumentou até os 187, 215, 326 e 204 dias de armazenamento, respectivamente. Apesar do decréscimo, a partir dos referidos períodos, a viabilidade das sementes se manteve acima de

90% ao longo do armazenamento, igualmente ao ocorrido na porcentagem de germinação. No período final (360 dias), o efeito do pó foi igual, independente do produto utilizado no tratamento das sementes de *V. unguiculata* (Figura 3B). Esses resultados são comprovados pelo teste de germinação, em que também não houve diferença de efeito entre o pó utilizado no período final de armazenamento.

Por meio dos resultados obtidos, percebe-se que os produtos não provocam efeitos danosos sobre a viabilidade das sementes ao longo do armazenamento. A eficácia de pós naturais de sementes de trigonella e cascas de amêndoa na manutenção do vigor e viabilidade de sementes de milho, durante o armazenamento, também foi comprovada por Lone et al. (2014). De forma semelhante, Alemayehu e Getu (2015) verificaram que não houve efeito danoso na viabilidade de sementes de grão de bico tratadas com pó de folhas de nim.

A estimativa da viabilidade das sementes de *V. unguiculata* pelo teste de tetrazólio também se aproximou dos resultados obtidos no teste de germinação, tanto no que diz respeito ao efeito dos produtos em função das dosagens, quanto dos períodos de armazenamento (Tabelas 2 e 3), evidenciando que o teste de tetrazólio é uma estratégia viável para verificar a viabilidade das sementes.

As variações observadas entre os testes podem ser atribuídas à diferença de análise de cada teste, em que pelo teste de germinação os resultados podem sofrer influência de fatores como, por exemplo, a possibilidade de ataque de fungos, devido às condições favoráveis à sua proliferação, diferentemente do que acontece no teste de tetrazólio, que é um teste rápido, por meio do qual se analisa bioquimicamente as estruturas das sementes. Assim, reforça-se a evidência de que os testes devem ser complementares, com a finalidade de fornecer a confiabilidade necessária para a avaliação da qualidade das sementes.

Além da determinação da viabilidade e do vigor das sementes, o teste de tetrazólio também permite a identificação de danos que podem ou não influenciar a qualidade da

semente (França-Neto e Krzyzanowski, 2019). Nas sementes de *V. unguiculata* foram identificados danos causados por umidade e insetos. A exposição de sementes a ciclos alternados de alta e baixa umidade antes da colheita ou a flutuações diárias da umidade relativa do ar, resulta na deterioração por umidade. Ela será, todavia mais intensa, se tais condições estiverem associadas com temperaturas elevadas, podendo influenciar de forma negativa o potencial fisiológico da semente (Limberger et al., 2015; França-Neto et al., 2012). No entanto, esse efeito não foi observado nesse estudo, uma vez que verificou-se bom desempenho das sementes, evidenciado pelas altas porcentagens de germinação e emergência (Tabelas 2 e 3), bem como pelo vigor e viabilidade determinados pelo tetrazólio ao longo do armazenamento, mesmo com a evolução da deterioração nos períodos intermediários de estocagem das sementes. Tal fato é justificado pela localização do dano que, em sua maioria, foi verificado nas regiões dos cotilédones, distante do eixo embrionário. Quando o dano é verificado no eixo embrionário ou nos cotilédones em uma intensidade severa, ocorre o comprometimento direto na germinação da semente (Pinto et al., 2007).

Nas dosagens de 25, 50 e 100 g, verifica-se efeito igual dos produtos quanto ao dano por umidade (Figura 4A). Nos resultados da germinação (Tabela 2), observa-se que nas doses de 25 g, as sementes tratadas com pó de folhas de *Eucalyptus* sp. e das cascas de *C. reticulata* tiveram maior porcentagem de germinação. Com as dosagens de 50 e 75 g, o melhor efeito está associado ao uso do pó de folhas de *Eucalyptus* sp. e na dose de 100 g, a maior porcentagem de germinação é encontrada com o uso do pó das folhas de *Eucalyptus* sp. e de frutos de *P. nigrum*, o que leva a inferir que os diferentes comportamentos observados no teste de germinação não estão associados aos danos causados por umidade. Também no vigor e na viabilidade determinados pelo tetrazólio é observada a diferença de efeito dos produtos, confirmando que, apesar de ter sido identificado o dano por umidade, este não interfere na qualidade das sementes.

Com a utilização do pó de folhas de *Eucalyptus* sp. observa-se que houve redução do dano por umidade, com o melhor efeito, ou seja, menor ocorrência do dano (17%) na dose de 58 g. Na dose de 75 g, apesar do aumento de um ponto percentual na ocorrência do dano (18%) o efeito do pó de folhas de *Eucalyptus* sp. se destacou entre os demais produtos. Esse dado é compatível com o bom desempenho determinado pelos testes de germinação, emergência e também pelo vigor e viabilidade das sementes tratadas com pó de folhas de *Eucalyptus* sp. na dose de 75 g (Tabela 2).

Com relação à ocorrência de danos por umidade ao longo dos períodos de armazenamento (Figura 4B), ocorreu uma evolução do dano até o período de 128 dias de armazenamento nas sementes tratadas com pó de cascas de *A. cearensis*. Nas sementes tratadas com pó de folhas de *Eucalyptus* sp., o dano evoluiu até os 131 dias de armazenamento, enquanto o tratamento das sementes com pó de cascas de *C. reticulata* provocou aumento do dano por umidade até os 148 dias de armazenamento, e nas sementes tratadas com pó de frutos de *P. nigrum*, o aumento do dano ocorreu até o período de 138 dias. Após esses períodos observa-se um declínio do dano, com a menor taxa de ocorrência observada aos 360 dias de armazenamento, não havendo diferença no que diz respeito ao efeito do pó de cascas de *A. cearensis* e de *C. reticulata*, de folhas de *Eucalyptus* sp. e de frutos de *P. nigrum* neste último período. O mesmo efeito é observado tanto nos testes de germinação e emergência quanto na determinação do vigor e viabilidade pelo teste de tetrazólio, em que o desempenho independe do produto utilizado no último período de armazenamento das sementes.

Na dosagem de 25 g não houve diferença entre o efeito dos produtos no controle dos danos causados por carunchos, no entanto, na dose de 50 g os danos aumentaram em sementes tratadas com pó de cascas de *A. cearensis*. Quando se observa os dados do teste de germinação, verifica-se que nessa dosagem, a menor porcentagem ocorreu nas sementes

tratadas com o pó de cascas de *A. cearensis* (Figura 5A). Esse resultado também é compatível com a emergência, verificando-se desempenho inferior das sementes tratadas com o pó de cascas de *A. cearensis* na dose de 50 g em relação aos demais tratamentos, entretanto não foi observado diferença significativa entre as sementes tratadas com pó de cascas de *A. cearensis* e os demais produtos na determinação do vigor e viabilidade pelo teste de tetrazólio.

A menor ocorrência de dano por caruncho foi identificada quando as sementes de *V. unguiculata* foram tratadas com o pó de cascas de *C. reticulata* na dosagem de 75 g. Nessa dosagem há diferença entre os danos causados por caruncho e os resultados obtidos na germinação, visto que pelo teste de germinação (Tabela 2), o menor desempenho foi identificado nas sementes tratadas com pó de frutos de *P. nigrum*, e na emergência não houve diferença de efeito entre os produtos.

Dessa forma, pode-se considerar que a redução na germinação das sementes tratadas com pó de frutos de *P. nigrum* não está associada ao ataque por caruncho, o qual não teve influência na emergência. Os resultados do dano por caruncho também contrastaram com a determinação do vigor e viabilidade, visto que pela viabilidade não houve diferença de efeito dos produtos e o menor vigor na dosagem de 75 g foi identificado nas sementes tratadas com pó de cascas de *C. reticulata* (Figuras 2 e 3).

Ao aumentar a dosagem para 80 g, o pó de cascas de *C. reticulata* manteve a ocorrência do dano em 4% (Figura 5A). O pó de sementes de *Piper guineense* Schumach. & Thonn, em doses menores (5,0 e 10,0 g), segundo Ojiako et al. (2018) proporcionou proteção significativa das sementes de *V. unguiculata* contra *Callosobruchus maculatus* (Fabr., 1775).

Quanto aos danos em função do armazenamento (Figura 5B), verifica-se que, no período inicial as sementes tratadas com pó de cascas de *A. cearensis* foram as mais danificadas por carunchos, o que pode ter causado a redução da germinação (Tabela 3). Porém essa deterioração nas sementes tratadas com pó de cascas de *A. cearensis*, neste

período, não interferiu na qualidade das sementes, uma vez que o desempenho das sementes tratadas com esse produto está entre os melhores dentre os tratamentos avaliados (Tabela 2 e 3). O efeito dos produtos sobre o dano por caruncho foi igual nas sementes tratadas com pó de folhas de *Eucalyptus* sp., de cascas de *C. reticulata* e de frutos de *P. nigrum*.

Nas sementes tratadas com pó de cascas de *A. cearensis* e de folhas de *Eucalyptus* sp. houve redução do dano até os períodos de 290 e 251 dias de armazenamento, respectivamente (Figura 5B); verificando-se também, nessas condições, as menores ocorrências de dano por caruncho (2%). Observa-se pelo teste de germinação, bom desempenho das sementes tratadas com esses pós (Tabela 3). Aos 360 dias houve aumento no dano por caruncho em sementes tratadas com pó de cascas de *A. cearensis* que diferiu do efeito dos demais produtos (pó de folhas de *Eucalyptus* sp., de cascas de *C. reticulata* e de frutos de *P. nigrum*), porém esse aumento não interferiu na germinação, emergência e também no vigor e viabilidade das sementes, em que o efeito dos pós não diferiu de maneira significativa.

Nesse sentido, afirma-se que, embora identificada a ocorrência de danos causados por caruncho, observa-se que esses danos não foram severos ao ponto de comprometer de maneira acentuada o vigor das sementes ao longo do armazenamento, conforme observado nos resultados referentes à emergência em campo (Tabelas 2 e 3). Em soja, França-Neto et al. (1998) constataram que a ocorrência de dano por inseto a um nível de 6% é considerada aceitável. A porcentagem reduzida em sementes de *V. unguiculata* pode estar atrelada à ação dos produtos vegetais que podem bloquear os espiráculos dos insetos, causando assim, a mortalidade devido à asfixia (Denloye, 2010).

Pelas comparações entre o pó de produtos vegetais, a testemunha e o fungicida através do teste de Dunnet em função do armazenamento (Tabela 3), verifica-se que os danos causados por caruncho foram maiores nas sementes tratadas com pó de cascas de *A. cearensis* quando comparadas com as sementes sem tratamento (testemunha) e tratadas com o fungicida

aos 360 dias de armazenamento. Nas sementes tratadas com pó de folhas de *Eucalyptus* sp., de cascas de *C. reticulata* e de frutos de *P. nigrum* observa-se que a ocorrência de dano causado por caruncho foi menor que a de danos em sementes sem tratamento, o que indica a potencialidade desses produtos na proteção das sementes. Nas demais variáveis analisadas não houve diferença significativa entre os pós utilizados e os tratamentos controle.

Conclusões

O pó das cascas do caule de *A. cearensis* e dos frutos de *C. reticulata*, das folhas de *Eucalyptus* sp. e dos frutos de *P. nigrum* mantém a qualidade fisiológica das sementes de *V. unguiculata* durante o armazenamento;

A dose de 100 g de pó das cascas do caule de *A. cearensis*, de folhas de *Eucalyptus* sp. e de frutos de *P. nigrum* conferem melhor efeito no vigor das sementes de *V. unguiculata*;

Os danos causados por umidade e caruncho não comprometem de maneira severa o vigor e a viabilidade das sementes de *V. unguiculata*;

Os agricultores familiares devem utilizar o pó do produto com maior disponibilidade na localidade de produção para tratar as sementes de *V. unguiculata*.

Referências

ALEMAYEHU, M.; GETU, E. *Callosobruchus chinensis* (L.) (Coleoptera: Bruchidae) management on stored chickpea using botanicals in Amhara region, Ethiopia. *American Journal of Experimental Agriculture*, v.8, n.3, p.167-177, 2015. <https://www.journaljeai.com/index.php/JEAI/article/view/1880>.

ANIMASAUN, D.A.; OYEDEJI, S.; AZEEZ, Y.K.; MUSTAPHA, O.T.; AZEEZ, M.A. Genetic variability study among ten cultivars of cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp.) using morpho-agronomic traits and nutritional composition. *Journal of Agricultural Science*, n.10, v.2, p.119-130, 2015.<https://jas.sljol.info/articles/abstract/10.4038/jas.v10i2.8057/>.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Equipe de pedologia e fertilidade do solo. Divisão de Agrologia - SUDENE. *Levantamento exploratório: reconhecimento de solos do estado da Paraíba*. Rio de Janeiro: MA/CONTA/USAID/SUDENE, 1972. 670p. (Boletim técnico, 15).

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. *Regras para análise de sementes*. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: MAPA/ACS, 2009. 395p. http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/2946_regras_analise__sementes.pdf.

CATÃO, H.C.R.M.; GOMES, L.A.A.; GUIMARÃES, R.M.; FONSECA, P.H.F.; CAIXETA, F.; GALVÃO, A.G. Physiological and biochemical changes in lettuce seeds during storage at different temperatures. *Horticultura Brasileira*, v.36, n.1, p.118-125, 2018. http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-05362018000100118&lng=en&tlng=en.

COSTA, M.A.; SHIMIZU, E.S.C.; LEÃO, N.V.M.; PINHEIRO, H.A. Seed quality evaluation by tetrazolium staining of *Parkia multijuga* Benth. *Agricultural Sciences*, v.9, n.5, p.577-586, 2018.<https://www.scirp.org/journal/paperinformation.aspx?paperid=84979>.

CRUZ, F.J.R.; ALMEIDA, H.J.; SANTOS, D.M.M. Growth, nutritional status and nitrogen metabolism in *Vigna unguiculata* (L.) Walp is affected by aluminium. *Australian Journal of Crop Science*, v.8, n.7, p.1132-1139, 2014. http://www.cropj.com/cruz_8_7_2014_1132_1139.pdf.

DENLOYE, A.A.; MAKANJUOLA, W.A.; TESLIM, O.K.; ALAFIA, O.A.; KASALI, A.A.; ESHILOKUN, A.O. Toxicity of *Chenopodium ambrosioides* L. (Chenopodiaceae) products from Nigeria against three storage insects. *Journal Plant Protection Research*, v.50, n.3, p.379-384, 2010. <http://www.plantprotection.pl/Toxicity-of-Chenopodium-ambrosioides-L-Chenopodiaceae-products-from-Nigeria-against,92148,0,2.html>.

FRANÇA-NETO, J.B.; KRZYZANOWSKI, F.C.; COSTA, N.P. *O teste de tetrazólio em sementes de soja*. (EMBRAPA-CNPSO. Documentos, 116). Londrina: EMBRAPA-CNPSO, 1998. 72p. <https://www.agrolink.com.br/downloads/TRETRAZ%C3%93LIO.pdf>.

FRANÇA-NETO, J.B.; PÁDUA, G.P.; CARVALHO, M.L.M.; COSTA, O.; BRUMATTI, P.S.R.; KRZYZANOWSKI, F.C.; COSTA, N.P.; HENNING, A.A.; SANCHES, D.P. *Semente esverdeada de soja e sua qualidade fisiológica*. Londrina: EMBRAPA Soja, 2012. 8p. <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/59537/1/download.pdf>.

FRANÇA-NETO, J.B.; KRZYZANOWSKI, F.C. Tetrazolium: an important test for physiological seed quality evaluation. *Journal of Seed Science*, v.41, n.3, p.359-366, 2019. http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2317-15372019000300359.

GALLI, J.A.; PANIZI, R.C.; VIEIRA, R.D. Sobrevivência de patógenos associados a sementes de soja armazenadas durante seis meses. *Revista Brasileira de Sementes*, v.29, n.2, p.205-213, 2007. http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-31222007000200027&lng=en&nrm=iso.

GUEDES, R.S.; ALVES, E.U.; GONÇALVES, E.P.; VIANA, J.S.; SILVA, K.B.; GOMES, M.S.S. Metodologia para teste de tetrazólio em sementes de *Amburana cearensis* (Allemão) A.C. Smith. *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais*, v.12, n.1, p.120-126, 2010. http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-05722010000100017&lng=pt&tlng=pt.

ISLAM, S.; HAQUE, A.; AHMED, K.S.; MONDAL, F.; DASH, C.K. Evaluation of some spices powder as grain protectant against pulse beetle, *Callosobruchus chinensis* (L.). *Universal Journal of Plant Science*, v.1, n.4, p.132-136, 2013. <http://www.hrpub.org/download/20131107/UJPS4-10301230.pdf>.

KHALID, II; ELHARADALLOU, S.B. Functional properties of cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp.), and lupin (*Lupinus termis*) flour and protein isolates. *Journal of Nutrition Food Sciences*, v.3, n.6, p.1-6, 2013. <https://www.longdom.org/open-access/functional-properties-of-cowpea-vigna-ungiculata-lwalp-and-lupin-lupinus-termis-flour-and-protein-isolates-2155-9600.1000234.pdf>.

LIMA, C.B.; BOAVENTURA, A.C.; VILLELA, T.T. Comparing procedures for performing tetrazolium test on carrot seeds. *Horticultura Brasileira*, v.36, n.2, p.240-245, 2018. http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-05362018000200240.

LIMBERGER, L.M.; SCHUCH, L.O.B.; DÖRR, C.S.; ALMEIDA, A. Qualidade fisiológica de sementes de soja no município de Santa Rosa-RS. In: *Produção técnico-científica em sementes*, v.1, n.1, p.189-214, 2015. https://wp.ufpel.edu.br/gem/files/2017/10/capitulo_09_-p_189_214.pdf.

LONE, I.A.; BHAT, S.A.; SHEIKH, S.A.; DAR, M.S. Effects of dry seed treatment on various quality characters in maize (*Zea mays* L.). *International Journal of Innovative Science*, v.1, n.4, p.512-521, 2014. http://www.ijiset.com/v1s4/IJISSET_V1_I4_88.pdf.

MARINHO, R.C.N.; FERREIRA, L.V.M.; SILVA, A.F.; MARTINS, L.M.V.; NÓBREGA, R.S.A.; FERNANDES-JÚNIOR, P.I. Symbiotic and agronomic efficiency of new cowpea rhizobia from Brazilian Semi-Arid. *Bragantia*, v.76, n.2, p.273-281, 2017. http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0006-87052017000200273.

MAZVIMBAKUPA, F.; MODI, A.T.; MABHAUDHI, T. Seed quality and water use characteristics of maize landraces compared with selected commercial hybrids. *Chilean Journal of Agricultural Research*, v.75, n.1, p.13-20, 2015. https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-58392015000100002.

MELO, B.A.; MOLINA-RUGAMA, A.J.; HADDI, K.; LEITE, D.T.; OLIVEIRA, E.E. Repellency and bioactivity of caatinga biome plant powders against *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Chrysomelidae: Bruchinae). *Florida Entomologist*, v.98, n.2, p.417-423, 2015. <https://bioone.org/journals/Florida-Entomologist/volume-98/issue-2/024.098.0204/Repellency-and-Bioactivity-of-Caatinga-Biome-Plant-Powders-against-Callosobruchus/10.1653/024.098.0204.full>.

MUSUNDIRE, R.; MAZODZE, F.; MACHEKA, L.; NGADZE, R.T.; MUBAIWA, J.; MANDITSERA, F. *Eucalyptus grandis* and *Tagetes minuta* leaf powders effectively protects to red maize against *Sitophilus zeamais* without affecting grain organoleptic properties. *African Journal of Agricultural Research*, v.10, n.2, p.49-57, 2015. <https://academicjournals.org/journal/AJAR/article-abstract/D144C4949442>.

OJIAKO, F.O.; ADESIYUN, A.A.; IHEJRIKA, G.O.; ANI, D.S. Efficacy of *Piper guineense* Schumach. seed powder in the control of *Callosobruchus maculatus* (Fabricius, 1775) (Coleoptera: Chrysomelidae: Bruchinae) and on the nutritional and organoleptic characteristics of stored cowpea *Vigna unguiculata* (L.) Walp. *Polish Journal of Entomology*, v.87, n.2, p.119-140, 2018. <https://content.sciendo.com/view/journals/pjen/87/2/article-p119.xml?lang=en>.

OLIVEIRA, G.P.; CLARETE, E.C.; MAGALHÃES, O.M. Metodologia para o teste de tetrazólio em sementes de feijão-caupi. *Investigación Agraria*, v.20, n.2, p.110-117, 2018a. <http://www.agr.una.py/revista/index.php/ria/article/view/514>.

OLIVEIRA, M.R.; BONOME, L.T.S.; BITTENCOURT, H.V.H.; ZAROWNI, E.; LEFCHAK, L.S. Alternative treatments in bean seeds for repelling *Acanthoscelides obtectus* (SAY). *Journal of Seed Science*, v.40, n.4, p.362-369, 2018b. http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2317-15372018000400362.

PEREIRA, D.F.; BUGATTIA, P.H.; LOPES, F.M.; SOUZA, A.L.S.M.; SAITO, P.T.M. Contributing to agriculture by using soybean seed data from the tetrazolium test. *Data in Brief*, v.23, n.103652, p.61-66, 2019. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352340919300010>.

PINTO, T.L.F.; CICERO, S.M.; FORTI, V.A. Avaliação de danos por umidade, em sementes de soja, utilizando a técnica de análise de imagens. *Revista Brasileira de Sementes*, v.29, n.3, p.31-38, 2007. http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0101-31222007000300004&script=sci_abstract&tlng=pt.

QUEIROGA, V.P.; SILVA, O.R.F.; ALMEIDA, F.A.C. *Tecnologias para o desenvolvimento da agricultura familiar: bancos comunitários de sementes*. 1.ed. Campina Grande: Fraternidade de São Francisco de Assis/Universidade Federal de Campina Grande, 2011. 160p. <http://www.deag.ufcg.edu.br/rbpa/sementes.pdf>.

RODRIGUES, A.P.M.S.; MENDONÇA JÚNIOR, A.F.; TORRES, S.B.; NOGUEIRA, N.W.; FREITAS, R.M.O. Teste de tetrazólio para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de *Vigna unguiculata* (L.) Walp. *Revista Ciência Agronômica*, v.46, n.3, p.358-344, 2015. http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-66902015000300638.

SHELAR, V.R.; SHAIKH, R.S.; NIKAM, A.S. Soybean seed quality during storage: a review, *Agricultural Reviews*, v.29, n.2, p.125-131, 2008. <http://www.indianjournals.com/ijor.aspx?target=ijor:ar&volume=29&issue=2&article=006>.

SOUSA, D.M.M.S.; BRUNO, R.L.A.; SILVA, K.R.G.; TORRES, S.B.; ANDRADE, A.P. Viabilidade e vigor de sementes de *Poincianella pyramidalis* (Tul.) L. P. Queiroz pelo teste de tetrazólio. *Revista Ciência Agronômica*, v.48, n.2, p.381-388, 2017. <http://ccarevista.ufc.br/seer/index.php/ccarevista/article/view/4800/1559>.

TAN, H.; TIE, M.; LUO, Q.; ZHU, Y.; LAI, J.; LI, H. A review of molecular makers applied in cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp.) breeding. *Journal of Life Sciences*, v.6, n.1, p.1190-1199, 2012. <https://pdfs.semanticscholar.org/2cc6/9e728ee6876ded0fd31c80fc9cd506ec96b1.pdf>.

ZAXOS, D.; KOSTOULAA, S.; KHAHA, E.M.; MAVROMATISA, A.; CHACHALISB, D.; SAKELLARIOU, M. Evaluation of seed cotton (*Gossypium hirsutum* L.) production and quality in relation to the different irrigation levels and two row spacings. *International Journal of Plant Production*, v.6, n.1, p.129-148, 2012. http://ijpp.gau.ac.ir/article_674_567eca725bf1c96af94f36cb07fccccf3.pdf.

ZUCHI, J.; FRANÇA-NETO, J.B.; SEDIYAMA, C.S. Physiological quality of dynamically cooled and stored soybean seeds. *Journal of Seed Science*, v.35, n.3, p.353-360, 2013. http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2317-15372013000300012.

Figuras

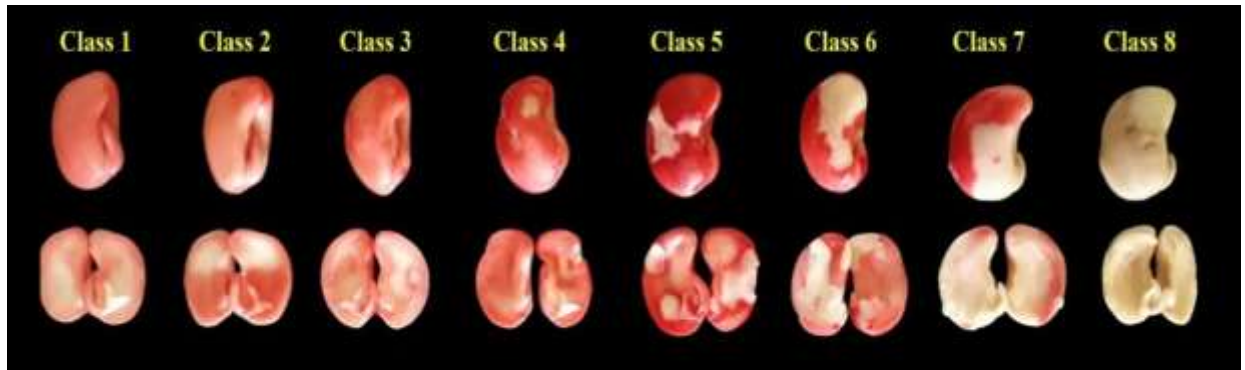


Figura 1. Determinação das classes de vigor em sementes de *V. unguiculata* pelo teste de tetrazólio.

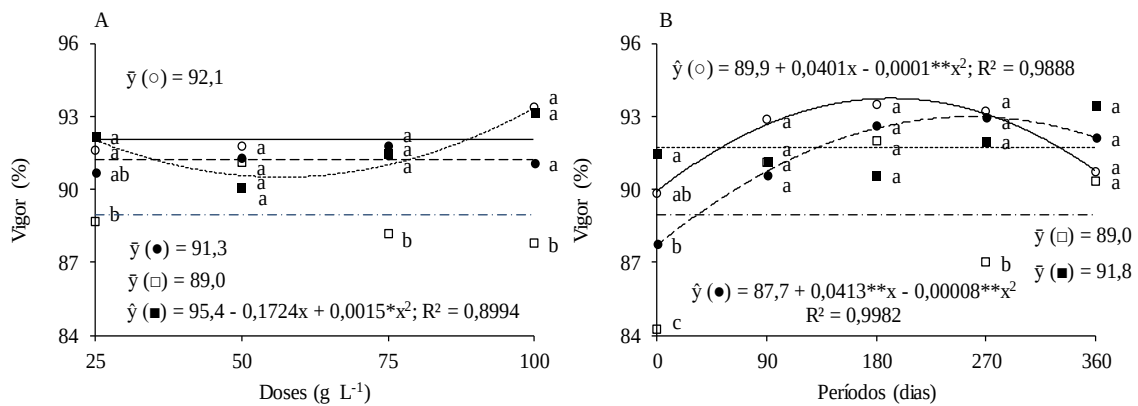


Figura 2. Vigor de sementes de *Vigna unguiculata* tratadas com doses do (A) pó de cascas de *Amburana cearensis* ($\circ$, —), de folhas de *Eucalyptus* sp. ($\bullet$, - - -), de cascas de *Citrus reticulata* ($\square$, ---) e de frutos de *Piper nigrum* ($\blacksquare$, ...), e armazenadas (B).

* e **: significativo a 5 e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

Médias seguidas pela mesma letra, dentro de cada dose e em cada período de avaliação, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

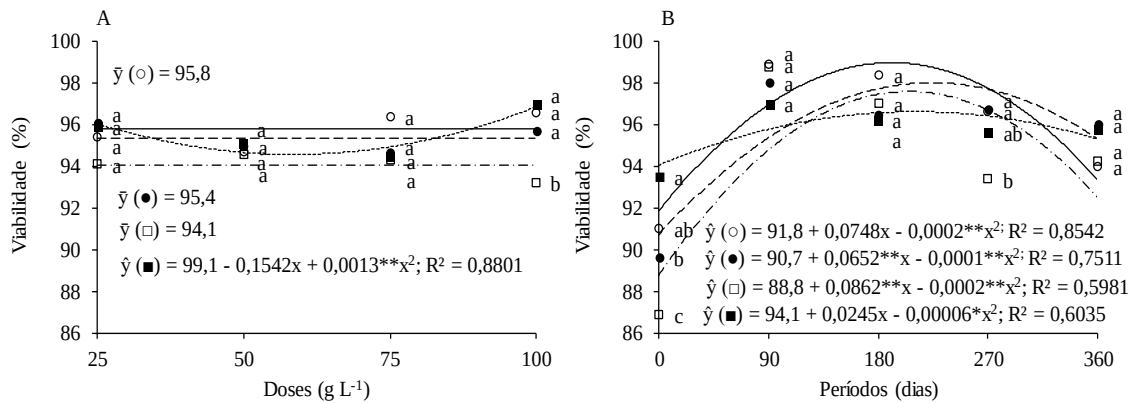


Figura 3. Viabilidade de sementes de *Vigna unguiculata* tratadas com doses (A) do pó de cascas de *Amburana cearensis* ($\circ$, —), de folhas de *Eucalyptus* sp. ($\bullet$, - - -), de cascas de *Citrus reticulata* ($\square$, ---) e de frutos de *Piper nigrum* ($\blacksquare$, ...), e armazenadas (B).

* e **: significativo a 5 e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

Médias seguidas pela mesma letra, dentro de cada dose e em cada período de avaliação, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

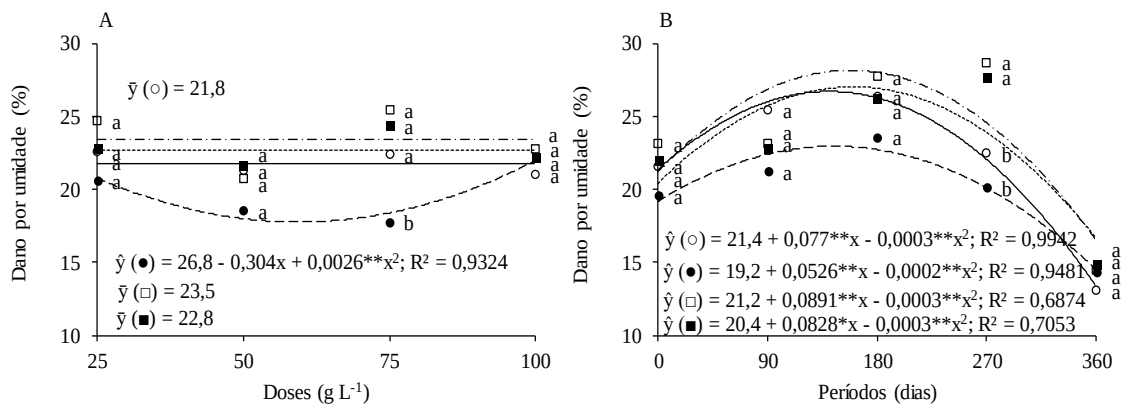


Figura 4. Danos por umidade em sementes de *Vigna unguiculata* tratadas com doses (A) do pó de cascas de *Amburana cearensis* ($\circ$, —), de folhas de *Eucalyptus* sp. ($\bullet$, - - -), de cascas de *Citrus reticulata* ($\square$, ---) e de frutos de *Piper nigrum* ($\blacksquare$, ...), e armazenadas (B).

* e **: significativo a 5 e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

Médias seguidas pela mesma letra, dentro de cada dose e em cada período de avaliação, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

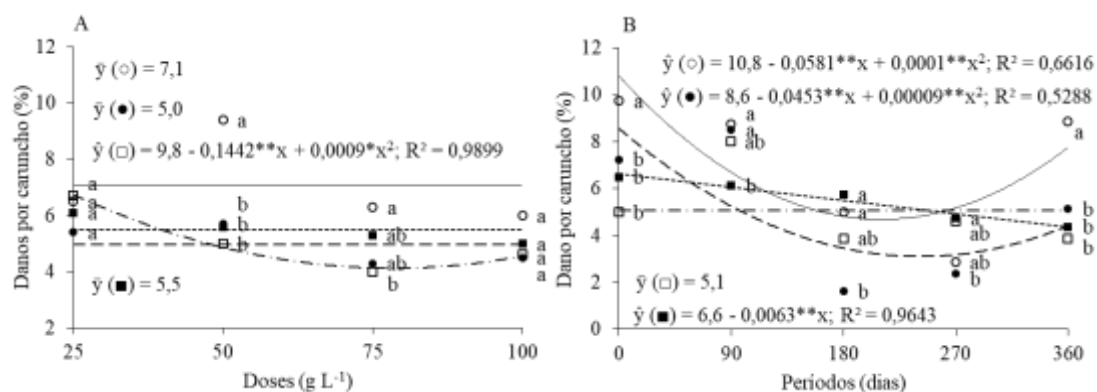


Figura 5. Danos causados por caruncho em sementes de *Vigna unguiculata* tratadas com doses (A) do pó de cascas de *Amburana cearensis* (○, —), de folhas de *Eucalyptus* sp. (●, - - -), de cascas de *Citrus reticulata* (□, ---) e de frutos de *Piper nigrum* (■, ...), e armazenadas (B).

* e **: significativo a 5 e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente. Médias seguidas pela mesma letra, dentro de cada dose e em cada período de avaliação, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Tabelas

Tabela 1. Resumos da análise de variância para o vigor (VIG), viabilidade (VIA), danos por umidade (DU) e por caruncho (DC), germinação (G) de sementes e emergência (E) de plântulas de *Vigna unguiculata* tratadas com doses do pó de cascas de *Amburana cearensis*, de folhas de *Eucalyptus* sp., de cascas de *Citrus reticulata* e de frutos de *Piper nigrum* e armazenadas por diferentes períodos.

FV	GL	VIG	VIA	DU	DC	G	E
Tratamentos	(89)	45,0124**	47,0831**	127,5991**	37,4512**	32,2208**	59,8407*
Produtos (P)	3	157,8125**	49,7125**	200,7458**	73,8333**	80,6458**	22,0500 ⁿ _s
Doses (D)	3	6,9792 ^{ns}	10,2458 ^{ns}	73,5125*	45,9333**	40,5458**	31,6833 ⁿ _s
Períodos (Pe)	4	147,6375**	588,6438*	1373,5813*	215,8563*	65,9563**	369,5500**
P x D	9	30,5569*	14,7903*	45,0236 ^{ns}	14,8333**	26,0347**	58,2611*
P x Pe	12	51,8542**	38,6188**	53,3813*	42,2813**	48,6979**	31,2167 ⁿ _s
D x Pe	12	22,9375*	9,4854 ^{ns}	44,3979 ^{ns}	14,9646**	20,1396**	10,3500 ⁿ _s
P x D x Pe	36	40,2097**	20,9049**	67,7979**	18,7674**	27,0590**	55,8167*
Adicionais	10	17,5556 ^{ns}	20,2778**	107,0444**	67,7778**	13,6000*	71,5111*
Resíduo	270	12,4185	7,8519	26,3889	6,2815	7,2704	22,1333
CV (%)		3,86	2,94	23,53	44,05	2,84	5,17
Médias		91,2	95,3	21,8	5,7	94,94	91,08

^{ns}, * e **: não significativo e significativo a 5 e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

Tabela 2. Germinação, viabilidade (tetrazólio), emergência e vigor (tetrazólio) em sementes de *Vigna unguiculata* tratadas com doses do pó de cascas de *Amburana cearensis*, de folhas de *Eucalyptus* sp., de cascas de *Citrus reticulata* e de frutos de *Piper nigrum*.

Doses	Produtos	G	Via (TZ)	E	Vigor (TZ)
25	<i>A. cearensis</i>	94	95 ^{ns}	90	92 ^{ns}
	<i>Eucalyptus</i> sp.	97	96 ^{ns}	91	91 ^{ns}
	<i>C. reticulata</i>	97	94*	92	89*
	<i>P. nigrum</i>	95	96 ^{ns}	93	92 ^{ns}
50	<i>A. cearensis</i>	93	95 ^{ns}	87	92*
	<i>Eucalyptus</i> sp.	96	95 ^{ns}	92	91 ^{ns}
	<i>C. reticulata</i>	93	95 ^{ns}	92	91 ^{ns}
	<i>P. nigrum</i>	94	95 ^{ns}	90	90 ^{ns}
75	<i>A. cearensis</i>	94	96*	93	91 ^{ns}
	<i>Eucalyptus</i> sp.	95	95 ^{ns}	91	92 ^{ns}
	<i>C. reticulata</i>	95	94 ^{ns}	90	88*
	<i>P. nigrum</i>	93	94 ^{ns}	91	91 ^{ns}
100	<i>A. cearensis</i>	94	97*	92	93 ^{ns}
	<i>Eucalyptus</i> sp.	96	96 ^{ns}	91	91 ^{ns}
	<i>C. reticulata</i>	93	93 ^{ns}	91	88*
	<i>P. nigrum</i>	96	97 ^{ns}	92	93 ^{ns}

Teste t-Student para amostras independentes; *($p \leq 0,05$).

Tabela 3. Germinação, viabilidade (tetrazólio), emergência e vigor (tetrazólio) em sementes armazenadas de *Vigna unguiculata*, previamente tratadas com pó de cascas de *A. cearensis*, de folhas de *Eucalyptus* sp., de cascas de *C. reticulata* e de frutos de *P. nigrum*.

Períodos	Produtos	Germinação	Viabilidade (TZ)	Emergência	Vigor (TZ)
0	<i>A. cearensis</i>	92	91 ^{ns}	92	90 ^{ns}
	<i>Eucalyptus</i> sp.	95	90 [*]	91	88 [*]
	<i>C. reticulata</i>	96	87 [*]	89	84 [*]
	<i>P. nigrum</i>	91	93 [*]	92	91 ^{ns}
90	<i>A. cearensis</i>	95	93 ^{ns}	86	93 [*]
	<i>Eucalyptus</i> sp.	97	98 ^{ns}	88	91 ^{ns}
	<i>C. reticulata</i>	95	99 [*]	88	91 ^{ns}
	<i>P. nigrum</i>	97	97 ^{ns}	91	91 ^{ns}
180	<i>A. cearensis</i>	92	98 [*]	90	93 ^{ns}
	<i>Eucalyptus</i> sp.	97	96 ^{ns}	91	93 ^{ns}
	<i>C. reticulata</i>	95	97 ^{ns}	94	92 [*]
	<i>P. nigrum</i>	93	96 [*]	91	91 ^{ns}
270	<i>A. cearensis</i>	94	97 ^{ns}	90	93 [*]
	<i>Eucalyptus</i> sp.	96	97 ^{ns}	90	93 ^{ns}
	<i>C. reticulata</i>	91	93 ^{ns}	91	87 [*]
	<i>P. nigrum</i>	96	96 ^{ns}	89	92 ^{ns}
360	<i>A. cearensis</i>	94	94 ^{ns}	94	91 [*]
	<i>Eucalyptus</i> sp.	96	96 ^{ns}	95	92 [*]
	<i>C. reticulata</i>	94	94 ^{ns}	95	90 [*]
	<i>P. nigrum</i>	96	96 ^{ns}	95	93 ^{ns}

Teste t-Student para amostras independentes; *($p \leq 0,05$).

Tabela 4. Comparativo do efeito das doses dos pós de cascas do caule de *Amburana cearensis*, dos frutos de *Citrus reticulata*, de folhas de *Eucalyptus* sp. e de frutos de *Piper nigrum* com o fungicida Captan® e a testemunha, na ocorrência de dano por caruncho em sementes de *Vigna unguiculata* armazenadas.

Caruncho (%)						
Período	Testemunha	Captan®	<i>Amburana cearensis</i>	<i>Eucalyptus</i> sp.	<i>Citrus reticulata</i>	<i>Piper nigrum</i>
0	14,0	7,0	9,8 ^{ns}	7,3 [*]	5,0 [*]	6,5 [*]
90	12,0	7,0	8,8 ^{ns}	8,5 ^{ns}	8,0 ^{ns}	6,1 [*]
180	5,5	3,0	5,0 ^{ns}	1,6 ^{ns}	3,9 ^{ns}	5,8 ^{ns}
270	4,0	2,0	2,9 ^{ns}	2,4 ^{ns}	4,6 ^{ns}	4,8 ^{ns}
360	3,0	2,5	8,9 ^{¥*}	5,1 ^{ns}	3,9 ^{ns}	4,4 ^{ns}

* Na mesma linha difere da testemunha pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade.

¥ Na mesma linha difere do fungicida Captan pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade.

^{ns} Na mesma linha não difere do fungicida Captan e da testemunha pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade.

ARTIGO III

**MICOFLORA E QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE *Vigna*
unguiculata (L.) Walp. TRATADAS COM PRODUTOS NATURAIS E
ARMAZENADAS**

Micoflora e qualidade fisiológica de sementes de *Vigna unguiculata* (L.) Walp. tratadas com produtos naturais e armazenadas

Resumo

O armazenamento é uma etapa fundamental no processo de produção de sementes, no entanto, a incidência de fungos pode comprometer a qualidade das sementes durante o armazenamento. Nesse sentido, o objetivo foi analisar o potencial antifúngico de pós vegetais, na qualidade fisiológica das sementes armazenadas de feijão macassar (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.), variedade Natal. As sementes de *V. unguiculata* foram tratadas com pós de cascas do caule de *Amburana cearensis* (Freire Allemão) A.C. Smith. e de frutos de *Citrus reticulata* Blanco, de folhas de *Eucalyptus* sp. e de frutos de *Piper nigrum* L., nas dosagens de 25, 50, 75 e 100 g, e os tratamentos controle fungicida Captan® e sem tratamento (testemunha), armazenadas em garrafas PET por períodos de até 360 dias. O teste de sanidade das sementes foi realizado pelo método *Blotter test*. Os gêneros mais frequentes foram dos fungos de armazenamento *Aspergillus* sp. e *Penicillium* sp. Quanto ao efeito dos produtos utilizados, houve variações no controle dos fungos com os tratamentos e dosagens, com destaque para o pó de cascas de *C. reticulata*, de folhas de *Eucalyptus* e frutos de *Piper nigrum* nas maiores dosagens. Os pós de folhas de *Eucalyptus* sp., de cascas de frutos de *C. reticulata* e de frutos de *P. nigrum* são eficientes no controle de fungos em sementes de *V. unguiculata*, no entanto, o tratamento é opcional quando as sementes são armazenadas por 360 dias em garrafas PET.

Palavras-chave: Tratamento alternativo de sementes; controle natural de fungos; estocagem de sementes.

Mycoflora and physiological quality of seeds of *Vigna unguiculata* (L.) Walp. treated with natural products and stored

Abstract

Storage is a fundamental step in the seed production process, however, the incidence of fungi can compromise the quality of seeds during storage. In this sense, the objective was to analyze the antifungal potential of vegetable powders, in the physiological quality of the stored seeds of macassar beans (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.), Natal variety. The seeds of *V. unguiculata* were treated with powder from the bark of the stem of *Amburana cearensis* (Freire Allemão) A.C. Smith., *Citrus reticulata* Blanco fruits, from *Eucalyptus* sp. leaves and of *Piper nigrum* L. fruits, in rates of 25, 50, 75 and 100 g, been the seeds treated with the Captan® fungicide and without treatment considered as the controls. Seeds were stored in plastic bottles for periods of up to 360 days. The seed pathology test was performed using the Blotter test method. The most frequent genera were the storage fungi *Aspergillus* sp. and *Penicillium* sp. As for the effect of the products used, there were variations in the control of fungi with treatments and dosages, with emphasis on the powder of the bark of *C. reticulata*, leaves of *Eucalyptus* and fruits of *Piper nigrum* in the highest dosages. The powders from *Eucalyptus* sp. leaves, *C. reticulata* fruits, and of *P. nigrum* fruits were effective in controlling fungi in *V. unguiculata* seeds, however, the treatment is optional when the seeds are stored by 360 days in plastic bottles.

Keywords: Alternative seed treatment; natural fungi control; seed storage.

Introdução

O feijão macassar (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) é uma Fabaceae de origem africana, importante na alimentação das populações de países em desenvolvimento, principalmente pela sua potencialidade nutricional e adaptabilidade em regiões áridas e semiáridas (MAKUN et al., 2012). Da planta podem ser consumidas as folhas jovens, vagens, sementes verdes e secas que são usadas em várias preparações alimentares (KHARE et al., 2016).

A produção de sementes de qualidade é um dos aspectos cruciais para o estabelecimento da boa produtividade em campo, no entanto, a ação de fungos é um dos fatores que afetam a qualidade das sementes porque podem acelerar o processo de deterioração durante o armazenamento e disseminar doenças em campo, por esse motivo, o tratamento das sementes é uma das medidas adotadas para evitar danos causados por esses microrganismos (YOON et al., 2013). Ainda segundo esses autores, os fungicidas sintéticos são os principais produtos usados no tratamento das sementes, no entanto, esses insumos podem causar efeitos adversos, como resíduo tóxico, desenvolvimento de resistência e poluição ambiental.

Devido a esses efeitos tem sido crescente os estudos sobre alternativas sustentáveis no tratamento das sementes com foco no controle de fungos, cujo uso de materiais derivados de plantas é uma das medidas que podem contribuir nesse sentido, pela fácil biodegradação, além da facilidade para os agricultores que podem, de forma simples e econômica, produzir esses materiais vegetais para o tratamento das sementes (SULEIMAN e YUSUF, 2011).

Algumas pesquisas relacionadas ao tratamento alternativo de sementes foram desenvolvidas, a exemplo do potencial antifúngico de extratos vegetais em sementes *Phaseolus vulgaris* L. (LEITE et al., 2018), em sementes de cevada (AHMAD et al., 2016), tratamento de sementes de espécies medicinais com óleos essenciais (MOURA et al., 2018), uso de pós de plantas no tratamento de sementes de *Cajanus cajan* (L.) Millsp. armazenadas em diferentes recipientes (KANDHARE, 2019), dentre outras iniciativas que fazem parte de um conjunto de pesquisas que procuram atender a demanda com relação a descoberta e divulgação de produtos naturais eficazes no controle de patógenos de sementes.

Nesse contexto, o objetivo foi analisar o potencial antifúngico de pós vegetais na conservação da qualidade fisiológica de sementes armazenadas de *V. unguiculata*, variedade Natal.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido nos Laboratórios de Análise de Sementes e de Fitopatologia do Departamento de Fitotecnia e Ciências Ambientais do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), Areia, PB; com sementes crioulas de *V. unguiculata*, variedade Natal, e os procedimentos para a instalação do experimento foram iniciados em julho de 2018 com término das análises em agosto de 2019.

No preparo dos pós vegetais utilizados para tratar as sementes, folhas de *Eucalyptus* sp., cascas do caule de *A. cearensis* e de frutos de *C. reticulata* e frutos de *P. nigrum*, adquiridos no comércio local, foram postos para secar em estufa de circulação e renovação de ar a 45 °C por 72 horas, em seguida, moídas em moinho de facas no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da UFPB, Areia, PB.

As sementes de *V. unguiculata*, provenientes da safra 2018 foram tratadas com pós vegetais de cascas do caule de *A. cearensis* e de frutos *C. reticulata*, de folhas de *Eucalyptus* sp. e de frutos *P. nigrum*, nas dosagens de 25, 50, 75 e 100 g, além da testemunha (sem tratamento) e do fungicida Captan® (240 g 100 kg⁻¹ de sementes) como controle positivo. Os pós foram colocados nas garrafas PETS, em três partes (na base, na parte intermediária e próximo ao topo).

Após o tratamento, parte das sementes foi submetida a determinação do teor de água, avaliação da qualidade sanitária e fisiológica inicial e outra parte foi acondicionada em garrafas de polietileno tereftalato (PET), com capacidade para um litro, e armazenadas em sala sem controle de temperatura e umidade relativa do ar, no município de Sumé, localizado na Microrregião do Cariri Ocidental paraibano, de coordenadas geográficas 7°40'13" S, 36°52'58"W, altitude de 533 m e clima BSh (semi-árido quente), segundo a classificação de Köppen-Geiger, com temperatura média de 24 °C e 500 mm de pluviosidade média anual (BRASIL, 1972). Inicialmente e a cada 90 dias, durante cinco períodos (0, 90, 180, 270 e 360 dias), uma garrafa PET contendo as sementes de cada tratamento foi coletada para a realização das determinações e testes descritos a seguir.

O teor de água foi determinado utilizando-se quatro repetições de 50 g de sementes por tratamento, conforme as normas prescritas nas Regras para Análise de Sementes, pelo método padrão da estufa a 105 ± 3 °C por 24 horas (BRASIL, 2009b).

O teste de sanidade foi realizado pelo método *Blotter test*, no qual um total de 200 sementes por tratamento, divididas em dez repetições de vinte sementes, sem desinfestação, foram distribuídas em placas de Petri contendo dupla camada de papel de filtro umedecido

com água destilada e esterilizada (ADE) em autoclave (120 °C e 1 atm por 30 minutos) na quantidade equivalente a 2,5 vezes o peso seco do papel, conforme metodologia adaptada do Manual para Análise Sanitária de Sementes (BRASIL, 2009a). A distribuição das sementes sobre o papel de filtro foi realizada no interior de uma câmara de fluxo laminar, em seguida, as placas de Petri foram vedadas com filme transparente de PVC e mantidas incubadas em condições ambientais (25 ± 2 °C e UR = $85 \pm 2\%$), com fotoperíodo de 12 horas (lâmpadas fluorescentes), durante sete dias. Após esse período, a avaliação da incidência de fungos nas sementes foi realizada com auxílio de microscópio estereoscópico e ótico, pela observação das estruturas morfológicas dos fungos, os quais foram identificados em nível de gênero com o auxílio de bibliografia especializada (MENEZES e OLIVEIRA, 1993; BARNETT e HUNTER, 1999; MARTHUR e KONGSDAL, 2003). Os resultados foram expressos em porcentagem de incidência de fungos por repetição (HENNING, 1994; GOULART, 1997).

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias, em função das doses dos pós vegetais e períodos de avaliação, foram submetidas à análise de regressão polinomial, utilizando o teste F ($p \leq 0,05$) para verificar os ajustes. As médias referentes aos produtos foram comparadas pelo teste de Tukey admitindo-se um erro de até 5% de probabilidade. Também realizou-se o teste de Dunnett ($p \leq 0,05$) para comparar os tratamentos testemunha e Captan® com o demais tratamentos compostos pelas combinações entre pós e doses, e entre pós e períodos de armazenamento. As análises foram realizadas no software SAS® University Edition.

Resultados e Discussão

Os fungos identificados nas sementes de *V. unguiculata* durante os períodos de armazenamento estão listados na Tabela 1. Os gêneros mais frequentes foram dos fungos de armazenamento *Aspergillus* sp. e *Penicillium* sp. Apesar de observada a presença desses gêneros, os fungos não afetaram a viabilidade das sementes, que permaneceu acima de 90% ao longo do armazenamento. De forma semelhante, ao avaliar a sanidade de sementes de *V. unguiculata* tratadas com nim, Silva et al. (2016) identificaram a presença de *Aspergillus* sp., *Fusarium* sp., *Macrophomina phaseolina* e *Phoma* sp.

Tabela 1. Incidência de fungos em sementes de *Vigna unguiculata* ao longo de 360 dias de armazenamento.

Fungos	
<i>Aspergillus</i> sp.	<i>Chaetomium</i> sp
<i>Aspergillus niger</i>	<i>Alternaria</i> sp.
<i>Penicillium</i> sp.	<i>Rhizopus</i> sp.
<i>Fusarium</i> sp.	<i>Botrytis</i> sp
<i>Cladosporium</i> sp.	<i>Ulocladium</i> sp.

Em todas as dosagens, o melhor efeito no controle de *Aspergillus* sp. foi observado quando se utilizou o pó de cascas de *C. reticulata*, com exceção das sementes tratadas com o fungicida (Tabela 2). Apesar da resposta eficaz do fungicida quando comparado com os produtos vegetais, é importante refletir sobre os riscos de seu uso, sobretudo no contexto da produção de sementes crioulas pela agricultura familiar que utilizam a semente tanto para o cultivo, como também na alimentação. Desta forma, a busca por produtos que não promova risco à saúde, e contaminação do agroecossistema deve ser priorizada.

Tabela 2. Comparativo do efeito das doses dos pós de cascas do caule de *Amburana cearensis*, dos frutos de *Citrus reticulata*, de folhas de *Eucalyptus* sp. e de frutos de *Piper nigrum* com o fungicida Captan® e a testemunha na incidência de *Aspergillus* sp. em sementes de *Vigna unguiculata*.

<i>Aspergillus</i> sp. (%)					
	Dose	<i>Amburana cearensis</i>	<i>Eucalyptus</i> sp.	<i>Citrus reticulata</i>	<i>Piper nigrum</i>
Testemunha (40,5)	25	57,1*	52,7*	33,6*	48,3*
	50	50,5*	54,8*	34,0*	48,0*
Captan (1,3)	75	45,1*	60,9* [¥]	28,2*	45,2*
	100	43,2*	64,1* [¥]	23,1*	45,9*

* Na mesma linha difere do fungicida Captan pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade.

[¥] Na mesma linha difere da testemunha pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade.

À medida que a dosagem do pó da casca de frutos de *C. reticulata* aumentou, a ocorrência de fungos foi reduzida, sendo observada uma queda de 11 pontos percentuais na incidência do *Aspergillus* sp. entre a dosagem 100 e 25 g do pó da casca de frutos de *C. reticulata*, indicando que a maior dosagem foi a mais eficiente (Figura 1A).

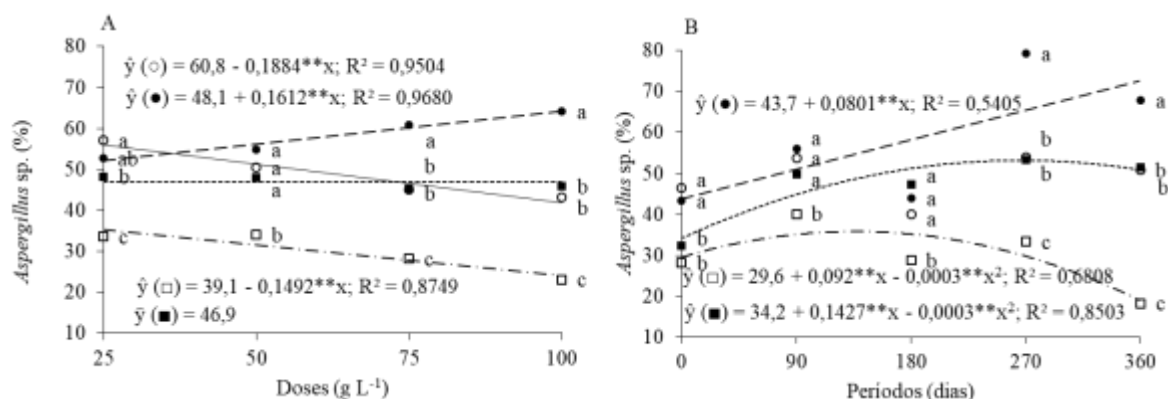


Figura 1. Ocorrência de *Aspergillus* sp. em sementes de *Vigna unguiculata* tratadas com diferentes doses (A) dos pós das cascas do caule de *Amburana cearensis* (○, —) e dos frutos de *Citrus reticulata* (□, -.-.), das folhas de *Eucalyptus* sp. (●, - - -) e dos frutos de *Piper nigrum* (■, ...), e armazenadas (B).

* e **: significativo a 5 e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente. Médias seguidas pela mesma letra, dentro de cada dose e em cada período de avaliação, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Ainda de acordo com os dados da Tabela 1 observa-se que não houve diferença significativa no que diz respeito a incidência de *Aspergillus* sp. com a utilização das dosagens dos pós vegetais e as sementes sem tratamento, com exceção para as sementes tratadas com pó de folhas de *Eucalyptus* sp. nas doses 75 e 100 g.

Na análise da ocorrência do *Aspergillus* sp. em função do armazenamento (Figura 1B), o pó das cascas de frutos de *C. reticulata* proporcionou melhor efeito no seu controle, o que está de acordo com relatos de Bourgaud et al. (2006) e Phetkul et al. (2014), de que o potencial de defesa de espécies de citrus contra microrganismos tem sido associado a presença de cumarinas, funocumarinas e flavonoides em sua composição. Essas substâncias alteram a morfologia, impedindo o crescimento micelial e causando a morte celular de fungos (WIDODO et al., 2011; PUSZTAHELYI et al., 2015).

No período inicial de armazenamento, o efeito do pó de frutos de *P. nigrum* foi igual ao do pó das cascas de frutos de *C. reticulata*, no entanto, nos períodos seguintes o pó das cascas de frutos de *C. reticulata* foi mais eficiente no controle. Nota-se que, o comportamento dos pós vegetais não foi uniforme, ocorrendo um aumento da incidência do fungo (36%) aos 153 dias de armazenamento. No entanto, nos períodos seguintes houve decréscimo, com menor ocorrência observada no período final de armazenamento, revelando que o maior tempo de exposição das sementes de *V. unguiculata* ao pó foi favorável ao controle de *Aspergillus* sp. (Figura 1B).

Aos 360 dias não houve diferença do efeito entre o pó de cascas de frutos de *C. reticulata* e o fungicida, bem como não foi observada diferença significativa entre este mesmo

pó e a testemunha, demonstrando que ocorreu redução na incidência do fungo mesmo quando as sementes não foram tratadas (Tabela 3). Esse resultado pode estar atrelado ao tipo de embalagem (garrafas PET) em que as sementes foram armazenadas, que segundo Murdock et al. (2012) são impermeáveis e impedem a troca de oxigênio, que com o passar do tempo é reduzido e substituído por dióxido de carbono através da respiração das sementes, insetos e fungos. Com a diminuição do oxigênio no armazenamento hermético há uma redução do crescimento dos fungos porque esses organismos também precisam de oxigênio para se proliferar (QUEZADA et al., 2006).

Tabela 3. Comparativo do efeito dos pós de cascas do caule de *Amburana cearensis*, dos frutos de *Citrus reticulata*, de folhas de *Eucalyptus* sp. e de frutos de *Piper nigrum* com o fungicida Captan® e a testemunha, na incidência de *Aspergillus* sp. em sementes de *Vigna unguiculata* armazenadas.

Período	Testemunha	Captan®	<i>Aspergillus</i> sp. (%)			
			<i>Amburana cearensis</i>	<i>Eucalyptus</i> sp.	<i>Citrus reticulata</i>	<i>Piper nigrum</i>
0	17,5	1,0	46,4 ^{*¥}	43,4 ^{*¥}	28,1 [*]	32,4 [*]
90	24,0	0,0	53,8 ^{*¥}	56,1 ^{*¥}	40,1 [*]	49,8 ^{*¥}
180	34,5	1,5	40,1 [*]	44,0 [*]	28,8 [*]	47,4 [*]
270	58,5	3,0	53,9 [*]	79,3 ^{*¥}	33,4 [*]	53,4 [*]
360	68,0	1,0	50,8 [*]	67,9 [*]	18,3 ^{ns}	51,4 [*]

* Na mesma linha difere do fungicida Captan pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade.

¥ Na mesma linha difere da testemunha pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade.

^{ns} Na mesma linha não difere do fungicida Captan e da testemunha pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade.

Na micoflora das sementes de *C. cajan* armazenadas, Kandhare (2019) observou efeito inibitório do pó de folhas de *Azadirachta indica* A. Juss. Os pós de folhas de *Citrus sinensis* Osbeck, *Withania somnifera* Dunal., *Hyptis suaveolens* Poir., *Eucalyptus citriodora* Hook. e de cascas de *Punica granatum* L., também foram eficazes no controle de *Aspergillus flavus* em sementes de soja armazenadas (KRISHNAMURTHY et al., 2008). Tanto o pó das folhas de *Lawsonia inermis* Linn. (Henna) e *Murraya paniculata* (Linn.) Jack quanto o extrato desses produtos protegeu sementes de milho contra *Aspergillus flavus* e *Aspergillus parasiticus*, o que demonstra o potencial de produtos de origem botânica no controle de fungos (SHARMA e SHARMA, 2012).

Na dose inicial (25 g), o melhor efeito no controle de *Aspergillus niger* ocorreu quando os pós de cascas dos frutos de *C. reticulata* e dos frutos de *P. nigrum* foram utilizados (Figura 2A).

Na dose de 50 g, os pós de folhas de *Eucalyptus* sp. e de frutos de *P. nigrum* se destacaram no controle do referido fungo. Nas dosagens seguintes (75 e 100 g), o pó de frutos de *P. nigrum* foi mais eficiente no controle do fungo, com efeito igual tanto ao do Captan®, quanto ao da testemunha (Tabela 4).

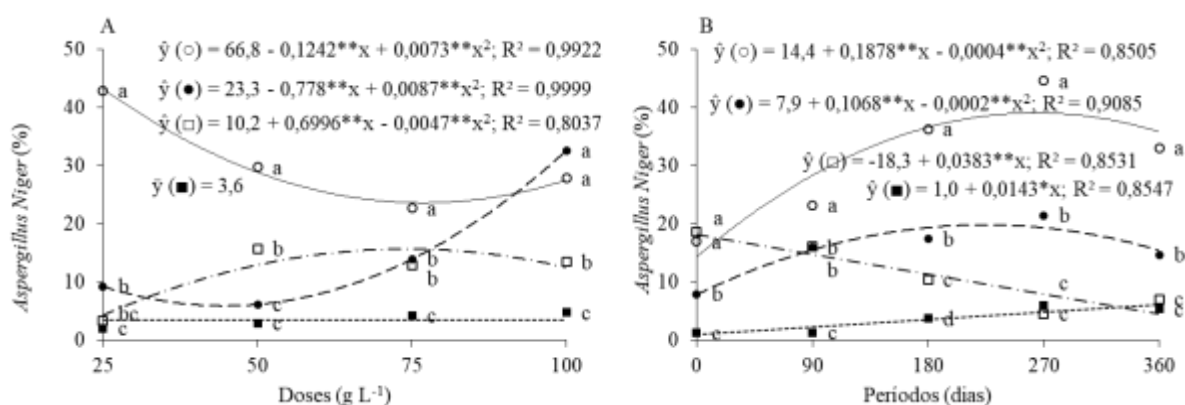


Figura 2. Ocorrência de *Aspergillus niger* em sementes de *Vigna unguiculata* tratadas com diferentes doses (A) dos pós de cascas do caule de *Amburana cearensis* (○, —) e dos frutos de *Citrus reticulata* (□, -.-.), das folhas de *Eucalyptus* sp. (●, - - -) e dos frutos de *Piper nigrum* (■, ...), e armazenadas (B).

* e **: significativo a 5 e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente. Médias seguidas pela mesma letra, dentro de cada dose e em cada período de avaliação, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Quanto à incidência do *Aspergillus niger* durante o armazenamento (Figura 2B), nota-se melhor efeito do pó de frutos de *P. nigrum* no controle do fungo em todos os períodos do armazenamento, embora, a incidência tenha aumentado. Seerat et al. (2016) também observaram a ação do extrato de frutos de *P. nigrum* no controle de *Aspergillus niger*, cujo efeito, segundo Stojanović-Radić et al. (2019), está associado a piperina, maior princípio encontrado na *P. nigrum* com propriedades antimicrobianas comprovadas.

Tabela 4. Comparativo do efeito das doses dos pós de cascas do caule de *Amburana cearensis*, dos frutos de *Citrus reticulata*, de folhas de *Eucalyptus* sp. e de frutos de *Piper nigrum* com o fungicida Captan® e a testemunha na incidência de *Aspergillus niger* em sementes de *Vigna unguiculata*.

		<i>Aspergillus niger</i> (%)			
	Dose	<i>Amburana cearensis</i>	<i>Eucalyptus</i> sp.	<i>Citrus reticulata</i>	<i>Piper nigrum</i>
Testemunha (3,8)	25	43,0 ^{*¥}	9,3 ^{ns}	3,4 ^{ns}	2,1 ^{ns}
	50	29,8 ^{*¥}	6,2 ^{ns}	15,8 ^{ns}	3,0 ^{ns}
Captan (0,3)	75	22,8 ^{*¥}	14,0 ^{ns}	12,9 ^{ns}	4,3 ^{ns}
	100	27,9 ^{*¥}	32,7 ^{*¥}	13,5 ^{ns}	4,8 ^{ns}

* Na mesma linha difere do fungicida Captan pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade.

¥ Na mesma linha difere da testemunha pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade.

^{ns} Na mesma linha não difere do fungicida Captan e da testemunha pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade.

Nos períodos finais (270 e 360 dias), o pó de cascas de frutos de *C. reticulata* também se destacou e seu efeito foi igual ao pó de frutos de *P. nigrum*, salientando-se que, com o uso do pó de cascas de frutos de *C. reticulata*, a incidência reduziu à medida que o período de armazenamento aumentou. Ainda observa-se que, não houve diferença para a ocorrência de *Aspergillus niger* entre as sementes tratadas com pó de frutos de *P. nigrum* e o fungicida e, entre o pó de frutos de *P. nigrum* e a testemunha durante o armazenamento de sementes de *V. unguiculata* (Tabela 5).

Tabela 5. Comparativo do efeito dos pós de cascas do caule de *Amburana cearensis*, dos frutos de *Citrus reticulata*, de folhas de *Eucalyptus* sp. e de frutos de *Piper nigrum* com o fungicida Captan® e a testemunha, na incidência de *Aspergillus niger* em sementes de *Vigna unguiculata* armazenadas.

		<i>Aspergillus niger</i> (%)				
Período	Testemunha	Captan®	<i>Amburana cearensis</i>	<i>Eucalyptus</i> sp.	<i>Citrus reticulata</i>	<i>Piper nigrum</i>
0	1,0	0,5	17,0 [*]	8,0 ^{ns}	18,6 ^{*¥}	1,3 ^{ns}
90	3,0	0,0	23,3 [*]	16,0 ^{ns}	16,1 ^{ns}	1,4 ^{ns}
180	10,0	0,0	36,4 ^{*¥}	17,5 [*]	10,5 ^{ns}	3,8 ^{ns}
270	4,0	0,0	44,6 ^{*¥}	21,5 [*]	4,6 ^{ns}	6,0 ^{ns}
360	1,0	1,0	33,1 [*]	14,8 ^{ns}	7,1 ^{ns}	5,4 ^{ns}

* Na mesma linha difere do fungicida Captan pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade.

¥ Na mesma linha difere da testemunha pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade.

^{ns} Na mesma linha não difere do fungicida Captan e da testemunha pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade.

Na dosagem inicial (25 g), o efeito do pó de folhas de *Eucalyptus* sp., de cascas dos frutos de *C. reticulata* e de frutos de *P. nigrum* foi igual no tratamento das sementes contra o fungo *Penicillium* sp. Na dose de 50 g, os pós de cascas dos frutos de *C. reticulata* e de frutos de *P. nigrum* se sobressaíram, sendo que nas dosagens posteriores (75 e 100 g), o melhor efeito no controle de *Penicillium* sp. foi com o uso do pó de cascas dos frutos de *C. reticulata*. Nota-se que na maior dosagem, houve maior inibição do fungo, indicando a atividade antimicrobiana do pó desses produtos (Figura 3A).

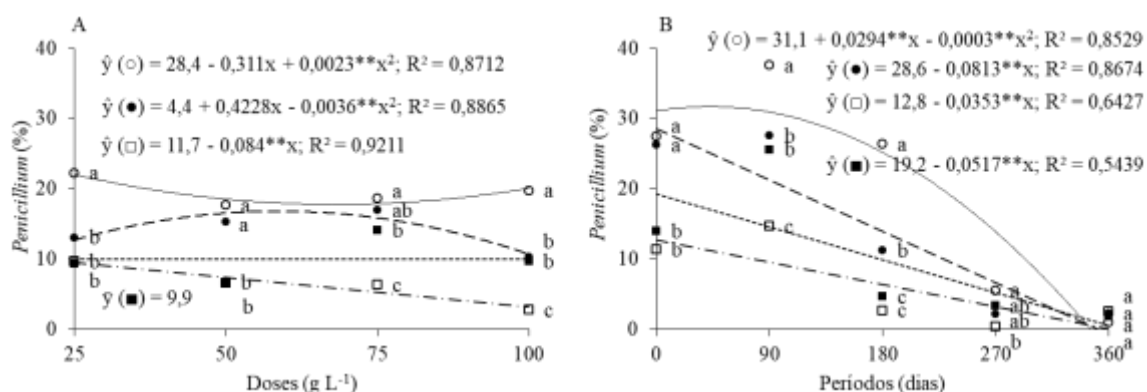


Figura 3. Ocorrência de *Penicillium* sp. em sementes de *Vigna unguiculata* tratadas com diferentes doses (A) dos pós de cascas do caule de *Amburana cearensis* (○, —) e dos frutos de *Citrus reticulata* (□, -.-), das folhas de *Eucalyptus* sp. (●, - - -) e dos frutos de *Piper nigrum* (■, ...), e armazenadas (B).

* e **: significativo a 5 e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente. Médias seguidas pela mesma letra, dentro de cada dose e em cada período de avaliação, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Ao comparar o efeito das dosagens dos pós com o fungicida e a testemunha no controle do *Penicillium* (Tabela 6), nota-se efeito igual das sementes tratadas com fungicida, aquelas sementes tratadas com o pó de *C. reticulata*, em todas as dosagens, bem como não houve diferença entre o efeito do pó de *C. reticulata* e as sementes de *V. unguiculata* sem tratamento. O uso de canela em pó, em doses crescentes, foi eficiente no controle de *Penicillium* sp., *Aspergillus niger* e *Rhizopus* sp., proporcionando diminuição acentuada na porcentagem desses fungos em sementes de amendoim (SOARES et al., 2015).

Tabela 6. Comparativo do efeito das doses dos pós de cascas do caule de *Amburana cearensis*, dos frutos de *Citrus reticulata*, de folhas de *Eucalyptus* sp. e de frutos de *Piper nigrum* com o fungicida Captan® e a testemunha na incidência de *Penicillium* em sementes de *Vigna unguiculata*.

	Dose	<i>Penicillium</i> (%)			
		<i>Amburana cearensis</i>	<i>Eucalyptus</i> sp.	<i>Citrus reticulata</i>	<i>Piper nigrum</i>
Testemunha (10,7)	25	22,3 ^{*¥}	13,1 [*]	9,7 ^{ns}	9,4 ^{ns}
	50	17,7 [*]	15,4 [*]	6,7 ^{ns}	6,5 ^{ns}
Captan (0,0)	75	18,7 [*]	17,0 [*]	6,4 ^{ns}	14,1 [*]
	100	19,8 [*]	10,3	2,8 ^{ns}	9,7 ^{ns}

* Na mesma linha difere do fungicida Captan pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade.

¥ Na mesma linha difere da testemunha pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade.

^{ns} Na mesma linha não difere do fungicida Captan e da testemunha pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade.

Na análise do comportamento do fungo em função do armazenamento (Figura 3B), observa-se que houve decréscimo da ocorrência com o aumento dos períodos independente do tratamento utilizado, o que pode ser atribuído à liberação lenta de compostos com propriedades antifúngicas, tornando o controle mais eficiente à medida que o tempo de contato é aumentado (EL-MOUGY e ABDEL-KADER, 2007).

No início do armazenamento, os pós de cascas dos frutos de *C. reticulata* e dos frutos de *P. nigrum* proporcionaram os melhores resultados, sendo que aos 90 dias de armazenamento, o pó de cascas dos frutos de *C. reticulata* proporcionou o melhor efeito contra a ocorrência de *Penicillium* sp. Aos 180 dias, além do pó de cascas dos frutos de *C. reticulata*, o efeito do pó dos frutos de *P. nigrum* também foi eficiente no controle do fungo, não havendo diferença entre esses tratamentos. No período de 270 dias, o efeito dos pós de folhas de *Eucalyptus* sp., cascas dos frutos de *C. reticulata* e dos frutos de *P. nigrum* foi igual e, ao final do período de armazenamento, a eficácia de todos os pós foi igual no controle de *Penicillium* sp. No período final do armazenamento (360 dias), não houve diferença entre os efeitos dos pós vegetais e do fungicida Captan®, bem como não foi observada diferença entre a testemunha e os pós utilizados, indicando que a inibição de *Penicillium* sp. nesse período não foi influenciada pelos tratamentos (Tabela 7).

Tabela 7. Comparativo do efeito dos pós de cascas do caule de *Amburana cearensis*, dos frutos de *Citrus reticulata*, de folhas de *Eucalyptus* sp. e de frutos de *Piper nigrum* com o fungicida Captan® e a testemunha, na incidência de *Penicillium* em sementes de *Vigna unguiculata* armazenadas.

Período	Testemunha	Captan®	<i>Penicillium</i> (%)			
			<i>Amburana cearensis</i>	<i>Eucalyptus</i> sp.	<i>Citrus reticulata</i>	<i>Piper nigrum</i>
0	31,0	0,0	27,5 ^{*¥}	26,3 ^{*¥}	11,4 [*]	14,0 [*]
90	14,0	0,0	37,6 ^{*¥}	27,6 ^{*¥}	14,8 [*]	25,6 ^{*¥}
180	6,0	0,0	26,4 ^{*¥}	11,3 [*]	2,8 ^{ns}	4,8 ^{ns}
270	2,0	0,0	5,6 ^{ns}	2,3 ^{ns}	0,5 ^{ns}	3,4 ^{ns}
360	0,5	0,0	1,0 ^{ns}	2,4 ^{ns}	2,6 ^{ns}	1,9 ^{ns}

* Na mesma linha difere do fungicida Captan pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade.

¥ Na mesma linha difere da testemunha pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade.

^{ns} Na mesma linha não difere do fungicida Captan e da testemunha pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade.

À medida que se aumentou a dosagem dos produtos houve decréscimo na ocorrência de *Fusarium* sp., cujas doses de 25 e 50 g dos pós de cascas dos frutos de *C. reticulata* e de frutos de *P. nigrum* foram os mais eficientes no controle do fungo, enquanto nas dosagens 75 e 100 g, além dos pós de cascas dos frutos de *C. reticulata* e de frutos de *P. nigrum*, o pó de folhas de *Eucalyptus* sp. também promoveu, igualmente, o controle do fungo (Figura 4A).

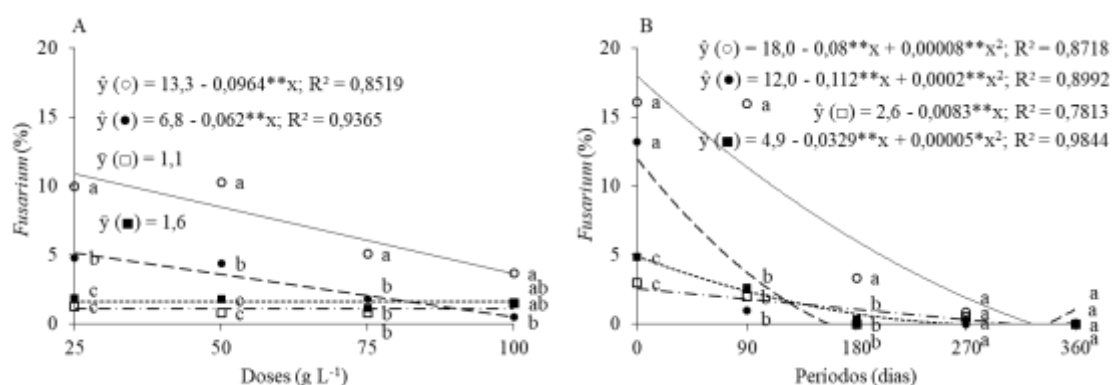


Figura 4. Ocorrência de *Fusarium* sp. em sementes de *Vigna unguiculata* tratadas com diferentes doses (A) dos pós de cascas do caule de *Amburana cearensis* (○, —) e dos frutos de *Citrus reticulata* (□, -.-.), das folhas de *Eucalyptus* sp. (●, - - -) e dos frutos de *Piper nigrum* (■, ...), e armazenadas (B).

* e **: significativo a 5 e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente. Médias seguidas pela mesma letra, dentro de cada dose e em cada período de avaliação, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Quando foi comparado o efeito das doses dos produtos naturais com a testemunha e com o fungicida, observou-se que não ocorreu diferença entre as sementes tratadas com pós

de folhas de *Eucalyptus* sp., cascas do fruto de *C. reticulata* e frutos de *P. nigrum*, em todas as dosagens, e as sementes sem tratamento, bem como tratadas com o Captan® no controle do *Fusarium* sp (Tabela 8).

No armazenamento (Figura 4B) ocorreu redução da incidência de *Fusarium* sp. com o passar do tempo, mas inicialmente, os pós de cascas dos frutos de *C. reticulata* e de frutos de *P. nigrum* foram os mais eficientes. Aos 90 e 180 dias, o efeito dos pós de folhas de *Eucalyptus* sp., de cascas dos frutos de *C. reticulata* e dos frutos de *P. nigrum* contra o fungo foi igual, enquanto nos períodos seguintes, houve redução do patógeno independente do produto utilizado.

Tabela 8. Comparativo do efeito das doses dos pós de cascas do caule de *Amburana cearensis*, dos frutos de *Citrus reticulata*, de folhas de *Eucalyptus* sp. e de frutos de *Piper nigrum* com o fungicida Captan® e a testemunha na incidência de *Fusarium* sp. em sementes de *Vigna unguiculata*.

		<i>Fusarium</i> sp. (%)			
	Dose	<i>Amburana cearensis</i>	<i>Eucalyptus</i> sp.	<i>Citrus reticulata</i>	<i>Piper nigrum</i>
Testemunha (1,7)	25	10,0 ^{*¥}	4,8 ^{ns}	1,3 ^{ns}	1,9 ^{ns}
	50	10,3 ^{*¥}	4,4 ^{ns}	0,8 ^{ns}	1,8 ^{ns}
Captan (0,7)	75	5,1 ^{ns}	1,8 ^{ns}	0,8 ^{ns}	1,2 ^{ns}
	100	3,7 ^{ns}	0,5 ^{ns}	1,5 ^{ns}	1,6 ^{ns}

* Na mesma linha difere do fungicida Captan pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade.

¥ Na mesma linha difere da testemunha pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade.

^{ns} Na mesma linha não difere do fungicida Captan e da testemunha pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade.

Na comparação do efeito dos pós dos produtos naturais com a testemunha e com o fungicida (Tabela 9), percebe-se diferença na ocorrência de *Fusarium* sp. nas sementes tratadas com o pó de cascas do caule de *A. cearensis* e folhas de *Eucalyptus* sp. quando comparados com as sementes sem tratamento e tratadas com o fungicida, no período inicial de armazenamento. Aos 90 dias de armazenamento foi observada diferença no efeito do pó de *A. cearensis* quando comparado com o efeito do fungicida e da testemunha. Nos demais períodos de armazenamento, a ocorrência de *Fusarium* sp. foi igual independente do tratamento utilizado ou sem tratamento das sementes.

O potencial de pó de *Ocimum basilicum* L. e outras 14 plantas do México foi constatado no controle de *Fusarium* sp., reforçando a viabilidade desses produtos como

alternativa ao uso de produtos químicos (PIZANA et al., 2010). O efeito favorável do pó de *Aerva javanica* (Burm. f.) na redução da infecção por fungos patogênicos como *Fusarium* sp., *Rhizoctonia solani* e *Macrophomina phaseolina* foi observado por Ikram e Dawar (2012), enquanto Kandhare (2018) observou redução da micoflora em sementes de *Vigna Radiata* L. tratadas com pós de *Azadirachta indica*, *Ocimum basilicum* e *Cyperus rotundus* L.

Tabela 9. Comparativo do efeito dos pós de cascas do caule de *Amburana cearensis*, dos frutos de *Citrus reticulata*, de folhas de *Eucalyptus* sp. e de frutos de *Piper nigrum* com o fungicida Captan® e a testemunha, na incidência de *Fusarium* sp. em sementes de *Vigna unguiculata* armazenadas.

Período	Testemunha	Captan®	<i>Fusarium</i> sp. (%)			
			<i>Amburana cearensis</i>	<i>Eucalyptus</i> sp.	<i>Citrus reticulata</i>	<i>Piper nigrum</i>
0	3,0	3,5	16,1 ^{*¥}	13,3 ^{*¥}	3,0 ^{ns}	4,9 ^{ns}
90	3,0	0,0	16,0 ^{*¥}	1,0 ^{ns}	2,0 ^{ns}	2,6 ^{ns}
180	1,0	0,0	3,4 ^{ns}	0,0 ^{ns}	0,0 ^{ns}	0,4 ^{ns}
270	1,5	0,0	0,9 ^{ns}	0,0 ^{ns}	0,5 ^{ns}	0,3 ^{ns}
360	0,0	0,0	0,0 ^{ns}	0,1 ^{ns}	0,0 ^{ns}	0,0 ^{ns}

* Na mesma linha difere do fungicida Captan pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade.

¥ Na mesma linha difere da testemunha pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade.

^{ns} Na mesma linha não difere do fungicida Captan e da testemunha pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade.

Tais estudos evidenciam a potencialidade do pó de variadas espécies de plantas para o controle de fungos que comprometem a qualidade e sanidade de culturas, tanto na fase do armazenamento, acelerando a deterioração das sementes, como em campo com a redução da produtividade.

Conclusões

Os pós de folhas de *Eucalyptus* sp., de cascas dos frutos de *C. reticulata* e dos frutos de *P. nigrum* são eficientes no controle de fungos em sementes de *V. unguiculata* armazenadas durante 360 dias;

A maior dosagem utilizada, independente do pó vegetal, proporciona maior redução da ocorrência dos fungos em sementes de *V. unguiculata* armazenadas;

Aos 360 dias de armazenamento a ocorrência dos fungos é reduzida, independente de tratar ou não a semente de *V. unguiculata*.

Referências Bibliográficas

AHMAD, L.; PATHAK, N.; ZAIDI, R.K. Antifungal potential of plant extracts against seed-borne fungi isolated from barley seeds (*Hordeum vulgare* L.). **Journal of Plant Pathology & Microbiology**, v.7, n.5, p.1-5, 2016.

BARNETT, H.L.; HUNTER, B.B. **Illustrated genera of imperfect fungi**. Minnesota: American Phytopathology Society, 1999. 218p.

BOURGAUD, F.; HEHN, A.; LARBAT, R.; DOERPER, S.; GONTIER, E.; KELLNER, S.; MATERN, U. Biosynthesis of coumarins in plants: a major pathway still to be unravelled for cytochrome P450 enzymes. **Phytochem Reviews**, v.5, p.293-308, 2006.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Equipe de pedologia e fertilidade do solo. Divisão de Agrologia - SUDENE. **Levantamento exploratório**: reconhecimento de solos do estado da Paraíba. Rio de Janeiro: MA/CONTA/USAID/SUDENE, 1972. 670p. (Boletim técnico, 15).

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. **Manual de análise sanitária de sementes**. Brasília, DF, 2009a. 200p.

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

EL-MOUGY, N.S.; ABDEL-KADER, M.M. Antifungal effect of powdered spices and their extracts on growth and activity of some fungi in relation to damping-off disease control. **Journal of Plant Protection Research**, v.47, n.3, p.267-278, 2007.

GOULART, A.C.P. **Fungos em sementes de soja**: detecção e importância. Dourados: EMBRAPA-CPAO, 1997. 58p. (EMBRAPA-CPAO. Documentos, 11).

HASSAN, D.; GALT, M.N.; ALI, B. Use of neem (*Azadirachta indica*) seed powder to treat groundnut seed-borne pathogenic fungi. **European Journal of Experimental Biology**, n.5, v.5, p.69-73, 2015.

HENNING, A.A. **Patologia de sementes**. Londrina: EMBRAPA-CNPS, 1994. 43p. (EMBRAPA-CNPSO. Documentos, 90).

IKRAM, N.; DAWAR, S. Soil amendment with *Aerva javanica* (Burm. f.) Juss. ex Schult. in the control of root rot fungi of cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) and mung bean [*Vigna radiata* (L.)]. **Acta Agrobotanica**, v.65, n.3, p.69-74, 2012.

KANDHARE, A.S. Effect of storage containers on seed mycoflora and seed health of green gram (*Vigna Radiata* L.) and its cure with botanicals. **Agricultural Research & Technology Open Access Journal**, v.14, n.2, p.56-59, 2018.

KANDHARE, A.S. Effect of few plants as protectant on seed of pigeon pea (*Cajanas cajan*L.) stored in different containers. **Journal of Agriculture and Forest Meteorology Research**, v.2, n.5, p.209-213, 2019.

KHARE, K.B.; LOETO, D.; WALE, K.; SALANI, M. Seed-borne fungi of cowpea [*Vigna unguiculata* (L.) Walp] and their possible control in vitro using locally available fungicides in Botswana. **International Journal of Bioassays**, v.5, n.11, p.5021-5024, 2016.

KRISHNAMURTHY, Y.L.; SHASHIKALA, J.; NAIK, B.S. Antifungal potential of some natural products against *Aspergillus flavus* in soybean seeds during storage. **Journal of Stored Products Research**, v.44, n.4, p.305-309, 2008.

LEITE, K.; BONOME, L.T.S.; MOURA, G.S.; FRANZENER, G. Óleos essenciais no tratamento de sementes de *Phaseolus vulgaris* L. durante o armazenamento. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.13, n.2, p.1-14, 2018.

MAKUN, H.A.; ANJORIN, S.T.; ABIDOYE, A.S.; RUFAI, A.R.; KABIRU, Y.A. Incidence and botanical control of seed borne fungi of cowpea in Niger state, Nigeria. **Journal of Agricultural and Biological Science**, v.7, n.8, p.654-658, 2012.

MARTHUR, S.B.; KONGSDAL, O. **Common laboratory seed health testing methods for detecting fungi**. Basserdorf: International Seed Testing Association, 2003. 425p.

MENEZES, M.; OLIVEIRA, S.M.A. **Fungos fitopatogênicos**. Recife: Imprensa Universitária da UFRPE, 1993. 277p.

MOURA, S.S.S.; SOARES, A.M.; URSULINO, M.M.; OLIVEIRA, R.O.; NASCIMENTO, L.C.N.; ALVES, E.U. Physiological and sanitary quality of seeds of *Dimorphandra gardneriana* Tul. treated with essential oils. **Comunicata Scientiae**, v.9, n.3, p.457-464, 2018.

MURDOCK, L.L.; MARGAM, V.; BAOUA, I.; BALFE S.; SHADE, R.E. Death by desiccation: effects of hermetic storage on cowpea bruchids. **Journal Stored Products Research**, v.49, p.166-170, 2012.

PHETKUL, U.; PHONGPAICHIT, S.; WATANAPOKASIN, R.; MAHABUSARAKAM, W. New depside from *Citrus reticulata* Blanco. **Natural Product Research**, v.28, n.13, 945-951, 2014.

PIZANA, C.G.; NECHA, L.L.B.; GOMEZ, M.Y.R. Evaluation of the fungicidal activity of leaves powders and extracts of fifteen Mexican plants against *Fusarium oxysporum* f.sp. *gadioli* (Massey) Snyder and Hansen. **Plant Pathology Journal**, v.9, n.3, p.103-111, 2010.

PUSZTAHELYI, T.; HOLB, I.J.; PÓCSI, I. Secondary metabolites in fungus-plant interactions. **Frontiers in Plant Science**, v.6, n.573, p.1-23, 2015.

QUEZADA, M.Y.; MORENO, J.; VÁZQUEZ, M.E.; MENDOZA, M.; MÉNDEZ-ALBORES, A.; MORENO-MARTÍNEZ, E. Hermetic storage system preventing the proliferation of *Prostephanus truncatus* Horn and storage fungi in maize with different moisture contents. **Postharvest Biology and Technology**, v.39, n.3, p.321-326, 2006.

SEERAT, W.; AKRAM, A.; QURESHI, R.; ASAD, J.; AKHUND, S.; GAGOSH, B.N. The potential of some spice extracts for controlling *Aspergillus* species. **International Journal of Biosciences**, v.8, n.5, p.96-104, 2016.

SHARMA, A.; SHARMA, K. Protection of maize by storage fungi and aflatoxin production using botanicals. **India Journal of Natural Products and Resources**, v.3, n.2, p.215-221, 2012.

SILVA, G.C.; SANTOS, C.C.; GOMES, D.P. Incidência de fungos e germinação de sementes de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L. (Walp) tratadas com óleo de nim (*Azadirachta indica* A. Juss). **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, v.16, n.4, p.850-855, 2014.

SOARES, A.N.R.; GONÇALVES, E.P.; VIANA, J.S.V.; SOUTO, P.C.; MOURA, M.F. Physiological and sanitary potential of peanut seedtreated with cinnamon powder. **African Journal of Microbiology Research**, v.9, n.33, p.1921-1927, 2015.

STOJANOVIĆ-RADIĆ, Z.; PEJČIĆ, M.; DIMITRIJEVIĆ, M.; ALEKSIĆ, A.; KUMAR, N.V.A.; SALEHI, B.; CHO, W.C.; SHARIFI-RAD, J. Piperine-A major principle of black pepper: a review of its bioactivity and studies. **Applied Science**, v.9, n.20, p.1-29, 2019.

SULEIMAN, M.; YUSUF, M.A. The potential of some plant powders as biopesticides against *Sitophilus zeamais* (Motsch.) (Coleoptera: Curculionidae) and *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera: Bruchidae) on stored grains: a review. **Bayero Journal of Pure and Applied Sciences**, v.4, n.2, p.204-207, 2011.

WIDODO, G.P.; SUKANDAR, E.Y.; ADYNYANA, I.K.; SUKRASNO, S. Mechanism of action of coumarin against *Candida albicans* by SEM/TEM analysis. **Journal Science**, v.44, n.2, p.145-51, 2012.

YOON, M.Y.; CHA, B.; KIM, J.-C. Recent trends in studies on botanical fungicides in agriculture. **Plant Pathology Journal**, v.29, n.1, p.1-9, 2013.

CONCLUSÕES GERAIS

A qualidade fisiológica e sanitária das sementes de *V. unguiculata* sem tratamento é igual às das sementes tratadas com os pós vegetais, indicando que o tratamento não é necessário quando as sementes são selecionadas e armazenadas de maneira adequada pelo período de 360 dias em garrafas PET;

Os pós de cascas de *A. Cearensis* e de *C. reticulata*, de folhas de *Eucalyptus* sp. e de frutos de *P. nigrum* mantêm o vigor e a viabilidade das sementes de *V. unguiculata* durante o armazenamento;

O teste de tetrazólio é eficiente para a determinação da viabilidade e do vigor das sementes de *V. unguiculata*, bem como na identificação dos danos nas sementes;

Os pós de folhas de *Eucalyptus* sp., de cascas de *C. reticulata* e de frutos de *P. nigrum* são eficientes no controle de fungos durante o armazenamento de sementes *V. unguiculata*, sendo indicado, dentre esses, o que o agricultor tiver mais facilidade de acesso;

Os produtos naturais testados na forma de pó são viáveis tanto para manter a qualidade fisiológica quanto sanitária das sementes crioulas de *V. unguiculata*, sendo mais uma estratégia para a conservação das sementes pelos agricultores familiares.