

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO – CAMPUS
RIO VERDE
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS – AGRONOMIA

PRODUÇÃO E QUALIDADE DE SEMENTES DE FEIJÃO-CAUPI APÓS A DESSECAÇÃO E
ARMAZENAMENTO

Autor: Jeovane Nascimento Silva
Orientador: Prof. Dr. Adriano Jakelaitis

Rio Verde – GO
Julho – 2020

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO – CAMPUS
RIO VERDE
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS – AGRONOMIA

PRODUÇÃO E QUALIDADE DE SEMENTES DE FEIJÃO-CAUPI APÓS A DESSECAÇÃO E
ARMAZENAMENTO

Autor: Jeovane Nascimento Silva

Orientador: Prof. Dr. Adriano Jakelaitis

Tese apresentada, como parte das exigências para obtenção do título de DOUTOR EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS-AGRONOMIA, no Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias - Agronomia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Rio Verde, Área de concentração em Produção Vegetal Sustentável no Cerrado.

Rio Verde – GO

Julho - 2020

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

Sp Silva, Jovana Nascimento
Produção e qualidade de sementes de feijão-cupi
após a dessecação química em pré-colheita e armazenadas
/ Jovana Nascimento Silva ; orientador Adriano
Jakelaitis . -- Rio Verde, 2020.
66 p.

Tese (Doutorado em Doutorado em Ciências Agrárias
- Agronomia) -- Instituto Federal Goiano, Campus
Rio Verde, 2020.

1. Germinação . 2. Vigna unguiculata . 3.
rendimento de sementes . 4. vigor . 5. armazenamento
. I. Jakelaitis, Adriano, orient. II. Título.

Responsável: Johnehan Pereira Alves Diniz - Bibliotecário-Docentista CRB-1 nº2375



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO

Documentos 20/2020 - NREPG-RV/CPG-RV/DPGPI-RV/DG-RV/CMPRV/IFGOIANO

PRODUÇÃO E QUALIDADE DE SEMENTES DE FEIJÃO-CAUPI APÓS A DESSECAÇÃO E ARMAZENAMENTO

Autor: Jeovane Nascimento Silva
Orientador: Dr. Adriano Jakelaitis

TITULAÇÃO: Doutorado em Ciências Agrárias-Agronomia - Área de
Concentração em Produção Vegetal Sustentável no Cerrado

APROVADA em 31 de julho de 2020.

| Nome | Instituição | Situação no Programa |
|------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| Dr. Adriano Jakelaitis | IF Goiano, Campus Rio Verde | Presidente |
| Dra. Suzete Fernandes Lima | Consultora | Membro externo |
| Prof. Dr. Marconi Batista Teixeira | IF Goiano, Campus Rio Verde | Membro interno |
| Prof. Dr. Jacson Zuchi | IF Goiano, Campus Rio Verde | Membro externo |
| Profª. Dra. Renata Pereira Marques | IF Goiano, Campus Rio Verde | Membro externo |



INSTITUTO FEDERAL

Goiano

Repositório Institucional do IF Goiano - RIIIF Goiano
Sistema Integrado de Bibliotecas

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

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

Identificação da Produção Técnico-Científica

- | | |
|----------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> Tese | <input type="checkbox"/> Artigo Científico |
| <input type="checkbox"/> Dissertação | <input type="checkbox"/> Capítulo de Livro |
| <input type="checkbox"/> Monografia – Especialização | <input type="checkbox"/> Livro |
| <input type="checkbox"/> TCC - Graduação | <input type="checkbox"/> Trabalho Apresentado em Evento |
| <input type="checkbox"/> Produto Técnico e Educacional - Tipo: _____ | |

Nome Completo do Autor: Jeovane Nascimento Silva

Matrícula: 2018102320140080

Título do Trabalho: Produção e qualidade de sementes de feijão-caupi após a dessecação química em pré-colheita e armazenadas

Restrições de Acesso ao Documento

Documento confidencial: Não Sim, justifique: _____

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIIF Goiano: 25/09/2020_

O documento está sujeito a registro de patente? Sim Não

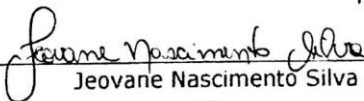
O documento pode vir a ser publicado como livro? Sim Não

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA


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

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

Rio Verde Goiás, 25 de setembro de 2020


 Jeovane Nascimento Silva

Ciente e de acordo:


 Adriano Jakelaitis

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, por me acompanhar diariamente, zelando e confortando em todas as situações, dando forças para caminhar nesta jornada, fortalecendo a cada dificuldade encontrada neste caminho.

A minha família, João Batista, Vilma e Jane Érica, pelo amor incondicional, por terem contribuído imensamente em todos os momentos da minha vida para que eu pudesse chegar aqui.

Ao professor Adriano Jakelaitis, pela orientação, amizade, disposição, apoio e ensinamentos profissionais e pessoais ao longo do desenvolvimento da Pós-Graduação.

Aos Professores Osvaldo Resende e Renata Marques, pelo apoio e aprendizado na execução deste projeto.

Um imenso agradecimento aos amigos do Laboratório e IFGoiano, Leandro Spíndola, Estevam Matheus Costa, Suzete Lima, Matheus Ventura, Gustavo Silva, Gustavo Dorneles, Carlos Henrique, Elaine Zuquetti.

Aos meus colegas de pós-graduação, pelo apoio e momentos de aprendizagem e descontração.

Ao Laboratório de Sementes em nome do Professor Jacson Zuchi, pelo apoio e dedicação na execução desse projeto.

Ao Laboratório de Pós-Colheita de Produtos Vegetais em nome do Professor Osvaldo Resende, que disponibilizou condições para as análises tecnológicas de sementes de feijão-caupi.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias – Agronomia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Rio Verde, pelas contribuições e auxílio na minha formação profissional.

A todos amigos de Rio Verde – GO, pelos momentos felizes e apoio para que eu conseguisse realizar esse sonho.

A todos os professores que contribuíram, para a minha formação acadêmica, desde o curso técnico, iniciado no antigo Cefet Campus São Vicente – MT, até o doutorado, serei eternamente grato pela oportunidade de aprendizado.

A CAPES, pela concessão da bolsa de estudos, e ao Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde e ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias – Agronomia, pela oportunidade de aperfeiçoamento.

Ao CNPq, FAPEG e à Capes, pelo apoio financeiro.

BIOGRAFIA DO AUTOR

JEOVANE NASCIMENTO SILVA, nascido em Palestina de Goiás, em 17 de fevereiro de 1993, filho de João Batista da Silva e Vilma Teodoro Nascimento Silva.

Em fevereiro de 2008, ingressou no curso de técnico em Agropecuária pelo IFMT Campus São Vicente, concluindo em dezembro de 2010.

Em fevereiro de 2010, ingressou no curso de Bacharelado em Agronomia pelo IFMT Campus Campo Novo do Parecis – Mato Grosso, graduando-se em dezembro de 2015.

Em março de 2016, ingressou no curso de Mestrado pelo Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias – Agronomia, no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Campus Rio Verde - Goiás, concluindo em fevereiro de 2018.

Em março de 2018, ingressou no Doutorado pelo Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias – Agronomia, no Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde, sob orientação do professor Adriano Jakelaitis, concluindo a defesa da tese em 2020.

ÍNDICE

| | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| ÍNDICE DE TABELAS | 11 |
| LISTA DE SÍMBOLOS, SIGLAS, ABREVIACÕES E UNIDADES..... | 13 |
| RESUMO | 15 |
| ABSTRACT | 17 |
| INTRODUÇÃO GERAL | 19 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 22 |
| OBJETIVOS..... | 25 |
| CAPÍTULO I - YIELD AND QUALITY OF CAUPI BEANS AFTER THE APPLICATION OF DESICCING HERBICIDES | 26 |
| 1.1 Introdução | 28 |
| 1.2 Material e métodos | 29 |
| 1.3 Resultados e discussão..... | 34 |
| 1.4 Conclusões | 42 |
| 1.5 Agradecimentos..... | 42 |
| 1.6 Referências..... | 43 |
| CAPITULO II - PRODUÇÃO E QUALIDADE DE SEMENTES DE FEIJÃO-CAUPI APÓS DESSECADAS COM SAFLUFENACIL E FLUMIOXAZINA..... | 46 |
| 2.1 Introdução | 48 |
| 2.2 Material e métodos | 49 |
| 2.3 Resultados e discussão..... | 53 |
| 2.4 Conclusões | 60 |
| 2.5 Agradecimentos..... | 60 |

| | |
|--------------------------------------|----|
| 2.6 Referências Bibliográficas | 60 |
| CONCLUSÃO GERAL | 66 |

ÍNDICE DE TABELAS

CAPÍTULO I - YIELD AND QUALITY OF CAUPI BEANS AFTER THE APPLICATION OF DESICCING HERBICIDES 27

Tabela 1. Antecipação em dias para colheita (ADC), rendimento de sementes (RS), peso de mil sementes (PMS) e classificação de sementes por meio de peneiras de 7,5 mm oval (P7,5), 4,5 mm oblongo (P4,5), 3,5 mm oblongo (P3,5 OB), 3,5 mm oval (P3,5 O) e fundo de feijão-caupi em função dos herbicidas dessecantes. 35

Tabela 2. Porcentagem de emergência (E), germinação de sementes de feijão-caupi avaliadas após a colheita e após seis meses de armazenamento (6 MA), em função dos herbicidas dessecantes. 36

Tabela 3. Comprimento da parte aérea de plântulas (CPA), comprimento radicular de plântulas (CR), massa seca de plântulas (MS) de sementes de feijão-caupi avaliadas após a colheita e após seis meses de armazenamento (6 MA), em função dos herbicidas dessecantes. 19

Tabela 4. Plântulas normais do envelhecimento acelerado (PNEA) e taxa de absorção de água (CFH) e condutividade elétrica (CE) de sementes de feijão-caupi avaliadas após a colheita e após seis meses de armazenamento (6 MA), em função dos herbicidas dessecantes. 38

Tabela 5. Chroma (C), coordenada L e ângulo Hue (°h) de sementes de feijão-caupi avaliadas após a colheita e após seis meses de armazenamento (6 MA), em função dos herbicidas dessecantes. 40

CAPÍTULO II - PRODUÇÃO E QUALIDADE DE SEMENTES DE FEIJÃO-CAUPI APÓS DESSECADAS COM SAFLUFENACIL E FLUMIOXAZINA 46

Tabela 1. Dias de antecipação de colheita (DAC), rendimento de sementes (RS), peso de mil sementes (PMS), peso de grãos/peneira 7,5 mm (P7,5), peso de sementes/peneira 4,5 mm (P4,5), peso de sementes/peneira 3,5 mm com formato oblongo (P3,5ob), peso de sementes/peneira 3,5 mm com formato oval (P3,5oval), peso de sementes/fundo de peneira (Fundo) de sementes de feijão-caupi em função de doses de saflufenacil aplicado em pré-colheita 55

Tabela 2. Dias de antecipação de colheita (DAC), rendimento de sementes (RS), peso de mil sementes (PMS), peso de grãos/peneira 7,5 mm (P7,5), peso de sementes/peneira 4,5 mm (P4,5),

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| peso de sementes/peneira 3,5 mm com formato oblongo (P3,5ob), peso de sementes/peneira 3,5 mm com formato oval (P3,5oval), peso de sementes/fundo de peneira (Fundo) de sementes de feijão-caupi em função de doses de flumioxazina aplicado em pré-colheita | 56 |
| Tabela 3. Taxa de absorção de água (CFH), índice de velocidade de emergência (IVE), germinação (GE), plântulas anormais (PA), comprimento da parte aérea de plântulas (CPA), comprimento da parte radicular de plântulas (CR) e massa seca de plântulas (MS) de sementes de feijão-caupi em função das doses dos dessecantes saflufenacil e das épocas de avaliação na colheita e aos seis meses de armazenamento (6 MA)..... | 56 |
| Tabela 4. Plântulas normais do envelhecimento acelerado (PNEA), umidade (UM), condutividade elétrica (CE), Chroma (C), ângulo Hue (°h) e coordenada L de sementes de feijão-caupi em função das doses do dessecante saflufenacil e das épocas de avaliação na colheita e aos seis meses de armazenamento (6 MA) | 57 |
| Tabela 5. Taxa de absorção de água (CFH), índice de velocidade de emergência (IVE), germinação (GE), plântulas anormais (PA), comprimento da parte aérea de plântulas (CPA), comprimento da parte radicular de plântulas (CR) e massa seca de plântulas (MS) de sementes de feijão-caupi em função das doses do dessecante flumioxazina e das épocas de avaliação na colheita e aos seis meses de armazenamento (6 MA)..... | 58 |
| Tabela 6. Plântulas normais do envelhecimento acelerado (PNEA), umidade (UM), condutividade elétrica (CE), Chroma (C), ângulo Hue (°h) e coordenada L de sementes de feijão-caupi em função das doses do dessecante flumioxazina e das épocas de avaliação na colheita e aos seis meses de armazenamento (6 MA) | 59 |

LISTA DE SÍMBOLOS, SIGLAS, ABREVIACÕES E UNIDADES

| Símbolo / Sigla | Significado | Unidade de Medida |
|------------------------|-----------------------------------------|-------------------|
| g | Gramas | |
| ea | Equivalente ácido | |
| i.a | Ingrediente ativo | |
| ha | Hectare | |
| °C | Graus Celsius | |
| kg | Quilograma | |
| m | Metros | |
| pH | Potencial hidrogênionico | |
| SMP | Método Tampão | |
| Ca | Cálcio | |
| Cmolc dm ⁻³ | Centimole de carga | |
| Mg | Magnésio | |
| Al ³⁺ | Alumínio | |
| Mg dm ³ | Magnésio por decímetro cúbico | |
| K | Potássio | |
| P | Fósforo | |
| Zn | Zinco | |
| % | Porcentagem | |
| L ⁻¹ | Litros | |
| mL | Mililitro | |
| DAS | Dias após a emergência | |
| R ₅ | Estádio de maturação | |
| CO ₂ | Pulverizador agrícola a CO ₂ | |
| Mm | Milímetro | |

| | | |
|----------------|-----------------------------------------------|--------------------------------------|
| UR | Umidade relativa | % |
| cm | Centímetros | |
| RS | Rendimento de Sementes | |
| PMS | Peso de mil sementes | g |
| ADC | Dias de antecipação de colheita | |
| CPA | Comprimento parte aérea | cm |
| CRP | Comprimento da parte radicular | cm |
| MS | Massa seca | g |
| E | Emergência | |
| PNEA | Plântulas normais do envelhecimento acelerado | % |
| RAS | Regras para Análises de Sementes | |
| CFH | Coefficiente de absorção de água | % |
| CE | Condutividade elétrica | $\mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$ |
| Chroma | Intensidade de cor das sementes | |
| Ângulo hue "h" | Tonalidade de cor das sementes | |
| Coordenada "L" | Clareza de cor das sementes | |
| B.O.D | Demanda bioquímica de oxigênio | |
| G | Germinação | % |
| PCG | Primeira Contagem de Germinação | |
| IVE | Índice de Velocidade de Emergência | |

RESUMO

SILVA, JEOVANE NASCIMENTO. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Rio Verde, fevereiro de 2020. **Produção e qualidade de sementes de feijão-caupi, após a dessecação e armazenamento.** Orientador: Dr. Adriano Jakelaitis.

Com o aumento no cultivo de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) em áreas de Cerrado, há o uso crescente de herbicidas para a dessecação em pré-colheita, em decorrência da desuniformidade de maturação apresentada por diversas variedades. Com isso, há a adoção de herbicidas para garantir a uniformidade de maturação dessas plantas, podendo comprometer a qualidade física e química das sementes, após a colheita e após o armazenamento. Objetivou-se avaliar os efeitos de herbicidas dessecantes aplicados em pré-colheita do feijão-caupi sobre a produção e a qualidade física e química das sementes, após a colheita e após seis meses de armazenamento. Foram conduzidos três experimentos em blocos ao acaso, com quatro repetições, em esquema de parcelas subdivididas. No primeiro ensaio (6x2), o fator primário foi constituído de cinco herbicidas: flumioxazin (30 g i.a ha⁻¹), glufosinato de amônio (500 g i.a ha⁻¹), paraquate (400 g i.a ha⁻¹), saflufenacil (70 g i.a ha⁻¹), carfentrazone (24 g i.a ha⁻¹) e mais a testemunha não tratada. O fator secundário pelas épocas de avaliação da qualidade das sementes: após a colheita e seis meses após a colheita. O segundo ensaio (5x2) foi constituído das doses de saflufenacil (0, 25, 50, 100 e 150 g ha⁻¹) e o terceiro (5x2) constou das doses do herbicida flumioxazina (0, 10, 20, 30 e 40 g ha⁻¹) como fatores primários, sendo o fator secundário em ambos os ensaios das mesmas épocas de avaliação. Foram avaliados os componentes de produção da cultura, além da qualidade fisiológica das sementes, através de testes de germinação e vigor, como a primeira contagem de

germinação, a condutividade elétrica, porcentagem de emergência, o índice de velocidade de emergência, logo após a colheita e após o período de armazenamento. A dessecação de plantas de feijão-caupi no estágio R5, promoveu danos às sementes. A dessecação permitiu antecipar a colheita do feijão-caupi, com a utilização de paraquate, doses de 150 g i.a ha⁻¹ de saflufenacil e de 40 g i.a ha⁻¹ de flumioxazina. Com o paraquate permite antecipar a colheita em dez dias, comparado com a área não tratada, no entanto, este herbicida promoveu menor rendimento, peso de mil sementes e plântulas normais do envelhecimento acelerado. As sementes tratadas com paraquate apresentaram maior taxa de absorção de água. O rendimento de sementes, peso de mil sementes, classificação de sementes não foram influenciados pelas doses de flumioxazina e o seu uso permitiu antecipar em três dias a colheita. Para cada grama de saflufenacil, observou-se redução de 2,05 kg ha⁻¹ no RS de feijão-caupi, representando 52,15% de perdas na maior dose, em relação às parcelas não tratadas com o herbicida. As sementes de feijão-caupi têm sua qualidade reduzida com a utilização de herbicidas dessecantes tanto antes quanto após o armazenamento. O glufosinato de amônio compromete o vigor de plântulas, o flumioxazina e carfentrazone afeta a tonalidade das sementes de feijão-caupi.

PALAVRAS-CHAVE: Germinação, *Vigna unguiculata*, rendimento de sementes.

ABSTRACT

SILVA, JEOVANE NASCIMENTO. Goiano Federal Institute of Education, Science, and Technology – Rio Verde Campus, February 2020. **Production and quality of caupi bean seeds after Desiccation and storage.** Advisor: Dr. Adriano Jakelaitis.

With the increase in cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) cultivation, it will be necessary to use herbicides for desiccation, although there are several cultivars with uneven maturity. Thus, the adoption of herbicides to ensure plants uniformity can compromise the physical and chemical quality of seeds after harvest and after storage. The objective of this study was to evaluate the effects of the desiccant herbicides use in cowpea pre-harvest and on the physical and chemical quality of seeds after harvest and after six months of storage. Three experiments were carried out, the first trial in split plot scheme (6x2), the first factor consisting of five herbicides application: 60 g ha⁻¹ of flumioxazin, 2.5 L ha⁻¹ of ammonium glufosinate, 2 L ha⁻¹ paraquat, 100 g ha⁻¹ saflufenacil, 60 mL ha⁻¹ carfentrazone and the untreated control. And the second factor for the seed quality evaluation times: after harvest and 6 months after harvest (6 MA). And the other two trials were arranged equally in subdivided plots (5x2), the second trial consisted of the saflufenacil doses (0, 25, 50, 100 and 150 g ha⁻¹), and the third trial consisted of the herbicide flumioxazine doses (0, 10, 20, 30 and 40 g ha⁻¹), as primary factors, the secondary factor in both trials being the times of assessment. Both with the same evaluation periods. To verify the effects caused by the desiccation of the herbicides, the production components of the crop were evaluated, as well as the physiological quality of the seeds, through germination and vigor tests, such as the first germination count, electrical conductivity, emergence percentage, the emergency speed index, just after harvest and after the storage period. The desiccation of cowpea plants in stage R5, harmed seed damage. With desiccation, it was possible to anticipate the cowpea harvest, using paraquat, doses of 150 g i.a ha⁻¹ of saflufenacil and 40 g i.a ha⁻¹ of flumioxazin. The paraquat allows to anticipate the harvest in ten days, compared to the untreated area, however, this herbicide promoted lower yield, weight of a thousand seeds and normal seedlings of accelerated aging. Whereas seeds treated with paraquat were those with the highest water absorption rate. Seed yield, thousand seed weight, seed classification were not influenced by flumioxazin doses and their use allowed to anticipate the harvest by three days. For each gram of saflufenacil, a reduction of 2.05 kg ha⁻¹ was observed in the cowpea RS, representing 52.15% of losses in the highest dose, in relation to the plots not treated with the herbicide. The cowpea seeds quality is reduced with the use of desiccant herbicides both

before and after storage. Ammonium glufosinate compromises the vigor of seedlings, flumioxazin and carfentrazone affect the hue of cowpea seeds.

KEY WORDS: Germination, *Vigna unguiculata*, seed yield.

INTRODUÇÃO GERAL

O Brasil é um dos maiores produtores de grãos no mundo. O feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.), é uma espécie amplamente cultivada no Brasil, especificamente nas regiões semiáridas e no sudoeste goiano. O cultivo dessa cultura vem aumentando a cada ano, visto que os produtores têm a preferência pelo cultivo de culturas tolerantes ao estresse hídrico na safrinha (CONAB, 2020).

Ainda que essa cultura possui tolerância as limitações pluviométricas de períodos de safrinha, a maioria dos cultivares disponíveis no mercado possuem desuniformidade de maturidade fisiológica, e isso dificulta as operações de colheita, como corte e debulha que podem comprometer a qualidade física e química das sementes (Cavalcante et al., 2017).

Diferentemente da cultura da soja (*Glycine max*) e do feijão comum (*Phaseolus vulgaris*), que apresentam desfolhamento e morte natural da planta concomitantemente à secagem das vagens, no feijão-caupi a planta continua com as folhas e galhos verdes (Assis et al., 2019). E quando as sementes ficam no campo por um tempo superior a fase de maturidade fisiológica, podem ficar expostas as variações ambientais de temperatura e umidade relativa, que podem afetar os atributos de qualidade das sementes (Pereira et al., 2015).

É fundamental a escolha da época ideal de colheita de qualquer semente, visando manter a qualidade física e química (Szareski et al., 2016). Uma das formas de diminuir o tempo de exposição destas sementes no campo, é a aplicação de herbicidas dessecantes em pré-colheita.

O uso de dessecantes para a antecipação da colheita de sementes é uma prática comum em diversas culturas, como o feijão (Goffnett et al., 2016). Para a maioria das culturas há dessecantes registrados, porém, para a cultura do feijão-caupi ainda é feita de forma empírica pelos produtores e não há produtos registrados para essa cultura.

A época de dessecação para a produção de sementes, deve ser realizada quando a umidade das sementes possui valores próximos de 14 a 16% de umidade. E, a utilização de produtos desfolhadores garante antecipar e planejar a colheita, aumentando a eficiência para trabalhar campos uniformes, livres de plantas daninhas, minimizar perdas decorrente de ataque de patógenos, menos plantas verdes e garantir a uniformidade de sementes (Marcos Filho, 2015).

Contudo, deve-se observar a época adequada de aplicação dos herbicidas dessecantes e dose adequada que não compromete a qualidade fisiológica das sementes (Botelho et al., 2016). Existem alguns herbicidas com potencial para a dessecação em pré-colheita do feijão-caupi, entre os quais destacam-se: paraquat, glufosinato de amônio, saflufenacil, carfentrazone e flumioxazina (Agrofit, 2020). Para realizar uma boa dessecação, deve-se respeitar a época de aplicação para não afetar a qualidade das sementes, para isso, é necessário entender o mecanismo do produto na planta. Por exemplo, o paraquat tem sido muito utilizado, pelo fato de ser um herbicida não seletivo, utilizado em pós-emergência com reduzida translocação na planta (de contato) e de baixa persistência no solo, sendo utilizado para o controle total da vegetação (Costa et al., 2014).

Para a cultura do feijão-caupi, existem poucos trabalhos e não há herbicida registrado para essa cultura, tanto em pré ou pós-emergência, existe a necessidade de informação sobre a utilização de produtos químicos seguros (Cruz et al., 2018; Silva et al., 2014). O uso de herbicidas para a dessecação, deve levar em consideração a capacidade da cultivar escolhida em tolerar a dessecação, quando submetida à dose letal para outras espécies, de modo que não cause danos as sementes quando colhidas (Oliveira Júnior et al., 2011).

Cada herbicida possui uma particularidade com seu mecanismo de ação, por exemplo, o glufosinato de amônio causa rápido acúmulo de amônia, associado com a destruição dos cloroplastos, redução dos níveis de fotossíntese e redução da produção de aminoácidos, resultando na inibição da fotossíntese e morte celular. É um herbicida de contato, e a exposição a luz contribui de alguma forma para o aceleração da expressão dos sintomas nas plantas, podendo ser observado nos primeiros dias (Brunharo et al., 2014).

Para muitas moléculas existem diversos resultados de pesquisa com outras culturas, alguns exemplos com o glifosato, glufosinato de amônio, paraquat na cultura do feijão-comum e soja (Cavalcante et al., 2018; Carvalho., 2017). Entretanto, as moléculas que estão sendo inseridas recentemente no mercado, carecem de estudos, como é o caso do saflufenacil {2-chloro-4-fluoro-5-[3-methyl-2,6-dioxo-4-(trifluoromethyl) pyrimidin-1-yl]- N-[methyl (propano-2-yl) sulfamoylbenzamide} (MAPA, 2020). O saflufenacil é um inibidor da enzima protoporfirinogênio IX oxidase (PPO), que catalisa a conversão do protoporfirinogênio IX para protoporfirina IX (Eubank et al., 2013). Os herbicidas inibidores da enzima protoporfirinogênio IX oxidase, como o carfentrazone-ethyl e saflufenacil, são destaques para a dessecação de culturas anuais, além de proporcionar controle de plantas daninhas de difícil controle (Agostinetto et al., 2016).

O herbicida flumioxazina tem sido amplamente utilizado na cultura da soja, feijão, milho, algodão e cebola, pelo controle de amplo espectro em plantas daninhas monocotiledôneas e dicotiledôneas, e quando usado na dessecação proporciona controle residual de plantas daninhas (Carvalho., 2017). A sua fórmula estrutural é composta por N-(7-fluoro-3,4-dihydro-3-oxo-4-prop-

2-ynyl-2H-1,4- benzoxazin-6-yl) cyclohex-1-ene-1,2-dicarboxamide, e mecanismo de ação a inibição da enzima protoporfirinogênio oxidase (PROTOX). Que na presença de luz e oxigênio, ao inibir a PROTOX, atua na oxidação de protoporfirinogênio a protoporfirina IX, induzindo o acúmulo de porfirinas, e aumentando a peroxidação de lipídios de membrana, resultando em perda de clorofila, carotenoides e rompimento das membranas (Mueller et al., 2014).

Os produtos dessecantes possuem mecanismo e o grau de dessecação diferentes, que estão intrinsicamente relacionados com a injúria causada na membrana celular, permitindo a rápida perda de água. O processo de perda de água das sementes e planta deve ser conhecido, pelas particularidades de cada produto e doses de aplicação, as perdas durante a colheita afetam diretamente a qualidade física e química de sementes (Lamego et al., 2013).

Para manter a qualidade fisiológica das sementes, é necessário entender todos esses processos até o armazenamento das sementes, que interferem diretamente na capacidade das sementes de desempenhar suas funções vitais, que são transcritos em longevidade, germinação e vigor. No entanto, os reflexos da qualidade são traduzidos pelo decréscimo na porcentagem de germinação, aumento de plântulas anormais e redução do vigor das plantas (Basso et al., 2018).

Os períodos de armazenamento são etapas obrigatórias em produção de sementes, em que essas sementes podem diminuir a qualidade fisiológica, um processo de defasagem natural. Um dos principais desafios é preservar o máximo possível a velocidade e intensidade de deterioração (Boiago et al., 2013).

A adoção de práticas culturais visando a melhoria da qualidade fisiológica de sementes de feijão-caupi, é essencial para potencializar o aumento de produção agrícola. Além de que, trabalhos com esse escopo de dessecação química de plantas com herbicidas e armazenamento de sementes são fundamentais para verificar os benefícios ou malefícios ocasionados pela dessecação, sobre a qualidade fisiológica de sementes. De tal forma, que essas características possam ser avaliadas através de testes de germinação, vigor, condutividade elétrica e tecnologia de sementes (Boiago et al., 2013).

Por fim, os avanços em registro de herbicidas referentes a dessecação do feijão-caupi, faz-se necessário a realização de pesquisas visando a compreensão dos impactos destes herbicidas a qualidade física e química das sementes em pós-colheita e o armazenadas (Hubner Junior; Toledo, 2016).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGOSTINETO, M. C.; CARVALHO, L. B. DE.; ANSOLIN, H. H.; ANDRADE, T. C. G. R. DE.; SCHMIT, R. Sinergismo de misturas de glyphosate e herbicidas inibidores da PROTOX no controle de corda-de-viola. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v.15, n.1, p.8-15, 2016.

ASSIS, M. O.; ARAUJO, E. F.; FREITAS, F. C. L.; SILVA, L. J.; ARAUJO, R. F. Dessecação em pré-colheita na produtividade e qualidade fisiológica de sementes de feijão-caupi. **Planta daninha**, v.37, e019177741, 2019.

BASSO, D. P.; HOSHINO-BEZERRA, A. A.; SARTONI, M. A. P.; BUITINK, J.; LEPRINCE, O.; SILVA, E. A. A. DA. Late seed maturation improves the preservation of seedling emergence during storage in soybean. **Journal of Seed Science**, v.40, n.2, p.194-201, 2018.

BOIAGO, N. P.; FORTES, A. M. T.; KULZER, S. R.; KOELLN, F. T. DOS S. Potencial fisiológico de sementes armazenadas de cultivares de feijão-caupi produzidas no estado do paraná. **Revista Varia Scientia Agrárias**, v.03, n.02, p.21-32, 2013.

BRUNHARO, C. A. DE C. G.; CHRISTOFFOLETI, P. J.; NICOLAI, M. Aspectos do mecanismo de ação do amônio glufosinato: culturas resistentes e resistência de plantas daninhas, **Revista Brasileira de Herbicidas**, v.13, n.2, p.163-177, 2014.

CARVALHO, F. T. DE. Eficácia do flumioxazin aplicado na dessecação pré-colheita da soja e efeito residual no controle de plantas daninhas no milho safrinha. **Cultura Agronômica**, v.26, n.4, p.683-693, 2017.

CAVALCANTE, R. R.; SOUSA, T. I. L. DE.; COSTA, P. F.; NASCIMENTO, I. R. DO.; SILVA, K. J. D. Adaptabilidade e estabilidade produtiva de feijão-caupi no Estado do Tocantins. **Revista Tecnologia e Ciência Agropecuária**, v.11, n.6, p.49-55, 2017.

CAVALCANTE, R. M.; GOMES, R. S. S.; NUNES, G. S.; ALVES, T. G.; SOUZA, R. F. DA S.; SOUZA JÚNIOR, S. P. Tolerância do feijão-caupi a diferentes herbicidas aplicados em pós-emergência. **Colloquium Agrariae**, v.14, n.3, p.160-168, 2018.

CONAB, **Acompanhamento da Safra Brasileira: Sexto levantamento de grãos. Safra 2018/2019.** Brasília: Conab, 2019, v.6, n.6, 149p.

COSTA, N. V.; ANDRADE, D. C.; DOURADO, R. F.; PAVAN, G. C.; COSTA, A. C. P. R. DA. Dessecação da *Brachiaria ruziziensis* com paraquat antes da semeadura da soja. **Revista Brasileira de herbicidas**, v.13, n.3, p.235-244, 2014.

CRUZ, A. B. DE S.; ROCHA, P. R. R.; ALBUQUERQUE, J. A. A.; ALVES, J. M. A.; CRUZ, D. L. DE S.; FINOTO, E. L.; SANTOS, G. X. L. DOS. Seletividade de herbicidas aplicados em pré e pós-emergência na cultura do feijão-caupi na Savana Amazônica. **Nativa**, v.6, n.6, p.625-630, 2018.

EUBANK, T. W.; NANDULA, V. K.; REDDY, K. N.; POSTON, D. H.; SHAW, D. R. Saflufenacil efficacy on horseweed and its interaction with glyphosate. **Weed Biology and Management**, v. 13, n. 4, p. 135-143, 2013.

GOFFNETT, A. M.; SPRAGUE, C. L.; MENDOZA, F.; CICHY, K. A. Pre-harvest herbicide treatments affect black bean desiccation, yield, and canned bean color. **Crop Science**, v.56, n.4, p.1962-1969, 2016. <https://doi.org/10.2135/cropsci2015.08.0469>.

HUBNER JUNIOR, S; TOLEDO, M.Z. Viabilidade de sementes de feijão-caupi colhidas em diferentes épocas em áreas dessecadas em pré-colheita. **Revista Eletrônica da Faculdade de Ciências Exatas e da Terra Produção/Construção e Tecnologia**, v. 5, n. 8, p. 75-85, 2016.http://www.unigran.br/ciencias_exatas/conteudo/ed8/artigos/10_1.pdf . 21 de junho de 2019.

LAMEGO, F. P.; GALLON, M.; BASSO, C. J.; KULCZYNSKI, S. M.; RUCHEL, Q.; KASPARY, T. E.; SANTI, A. L. Dessecação pré-colheita e efeitos sobre a produtividade e qualidade fisiológica de sementes de soja. **Planta Daninha**, v. 31, n. 4, p. 929-938, 2013.

MARCOS FILHO, J. 2015. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: Fealq, 659 p.

MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Disponível em: < http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/ap_produto_form_detalhe_cons?p_id_produto_formulado_tecnico=9299&p_tipo_janela=NE W>. Acesso em: 15 de janeiro. 2020.

MUELLER, T. C.; BOSWELL, B. W.; MUELLER, S. S.; STECKEL, L. E. Dissipation of fomesafen, saflufenacil, sulfentrazone, and flumioxazin from a Tennessee soil under field conditions. **Weedscience**, v.62, n.4, p.664-671, 2014.

OLIVEIRA JÚNIOR., R. S.; CONSTANTIN, J.; INOUE, M. H. Biologia e manejo de plantas daninhas, Curitiba, PR: **Omnipax**, 2011. 348 p.

PEREIRA, T.; COELHO, C. M. M.; SOBIECKI, M.; SOUZA, C. A. Qualidade fisiológica das sementes de soja em função da dessecação pré-colheita. **Planta daninha**, v.33, n.3, 2015.

RIBEIRO JÚNIOR, L. F.; GONÇALO, T. P.; SOUSA, B. F.; COSTA, J. L. B. DA. Tolerância inicial de feijão-caupi a herbicidas aplicados em pré-emergência. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v.17, n.3, e603, 2018.

Sistemas de Agrotóxicos Fitossanitários - AGROFIT [acessado em: 01 de jan. 2020]. Disponível: Disponível: http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons . [Links]

SZARESKI, V. J.; ZANATTA, E.; KOCH, F.; AISENBERG, G. R.; DEMARI, G. H.; KEHL, K.; PIMENTEL, J. R.; CARVALHO, I. R.; NARDINO, M.; TROMBETA, H. W.; SOUZA, V. Q. DE.; MARTINAZZO, E. G.; PEDÓ, T.; AUMONDE, T. Z. Pre-harvest desiccation and seed production in soybean crops. **International Journal of Current Research**, v.8, n.11, 2016.

OBJETIVOS

Geral

Avaliar os efeitos de herbicidas dessecantes aplicados em pré-colheita da cultura do feijão-caupi e sobre a qualidade física e química das sementes após a colheita e após seis meses de armazenamento.

Específicos

Avaliar os efeitos de flumioxazina, glufosinato de amônio, paraquate, saflufenacil, carfentrazone, aplicados em pré-colheita sobre o rendimento, classificação, qualidade química, física e tecnológica das sementes de feijão-caupi avaliadas após a colheita e após seis meses de armazenamento.

Avaliar os efeitos de doses de saflufenacil e flumioxazina aplicados em pré-colheita sobre o rendimento, classificação, qualidade química, física e tecnológica das sementes de feijão-caupi avaliadas após a colheita e após seis meses de armazenamento.

CAPÍTULO I - YIELD AND QUALITY OF CAUPI BEANS AFTER THE APPLICATION OF DESICCING HERBICIDES

(Normas de acordo com a Revista Journal of Seed Science)

Artigo para a qualificação.

ABSTRACT – The objective of this study was to evaluate the effects of pre-harvest desiccant herbicides on cowpea seed yield and on physical and technological quality after harvest and storage. The experiment was carried out in a randomized block design with four replications. The split-plot scheme (6 x 2) was composed of the desiccant herbicides: flumioxazin (30 g i.a ha⁻¹), ammonium glufosinate (500 g i.a ha⁻¹), paraquat (400 g ia ha⁻¹). , saflufenacil (70 g i.a ha⁻¹), carfentrazone (24 g i.a ha⁻¹) and an untreated control, by two seed evaluation periods: harvest and 6 months after harvest. The desiccants application occurred at stage R₅. Desiccants affected seed yield, seed classification, color and physiological quality of BRS Guariba seeds. The herbicides ammonium glufosinate and paraquat compromised the physiological quality of the seeds. Flumioxazin did not affect yield components, color and physiological quality. Storage at 20°C for six months affected the physiological quality of seeds.

Index terms: *Vigna unguiculata* L., vigor, yield

RENDIMENTO E QUALIDADE DE SEMENTES DE FEIJÃO-CAUPI APÓS A APLICAÇÃO DE HERBICIDAS DESSECANTES

RESUMO – O objetivo deste estudo foi avaliar os efeitos de herbicidas dessecantes aplicados em pré-colheita sobre o rendimento e a qualidade física e tecnológica de sementes de feijão-caupi após a colheita e armazenamento. O experimento foi conduzido em delineamento de blocos ao acaso, com quatro repetições. Adotou-se o esquema de parcelas subdivididas (6 x 2), compostas pelos herbicidas dessecantes: flumioxazin (30 g i.a ha⁻¹), glufosinato de amônio (500 g i.a ha⁻¹), paraquate (400 g i.a ha⁻¹), saflufenacil (70 g i.a ha⁻¹), carfentrazone (24 g i.a ha⁻¹) e uma testemunha não tratada e por duas épocas de avaliação das sementes: colheita e 6 meses após a colheita. A aplicação dos dessecantes ocorreu no estágio R₅. Os dessecantes afetaram o rendimento de sementes, a classificação de sementes, a coloração e a qualidade fisiológica das sementes da cultivar BRS Guariba. Os herbicidas glufosinato de amônio e paraquate comprometeram a qualidade fisiológica das sementes. O flumioxazin não afetou os componentes de rendimento, a coloração e a qualidade fisiológica. O armazenamento a 20 °C por seis meses afetou a qualidade fisiológica das sementes.

Termos para indexação: *Vigna unguiculata* L., vigor, armazenamento

1.1 Introdução

No Brasil, o feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L.) ocupou uma área semeada de 1.516,0 mil hectares com produção de 789,8 mil toneladas em 2018 (CONAB, 2019). No estado de Goiás, estima-se para safra de 2019, a produtividade média de feijão-caupi de 1.260 kg ha⁻¹, enquanto a média nacional é de 521 kg ha⁻¹ (CONAB, 2019). Devido ao desenvolvimento de variedades com características que favorecem o cultivo mecanizado, a cultura está em expansão na região Centro-Oeste. A maior parte da produção ainda se concentra na região nordeste do Brasil (CONAB, 2019).

A modernização da agricultura brasileira tem exigido mudanças para aperfeiçoar o processo de produção e garantir a qualidade das sementes produzidas. Sementes de alta qualidade ocupam papel fundamental e um desafio produzir sementes de alta qualidade. Normalmente, as plantas permanecem no campo por tempo superior a maturidade fisiológica, expostas as variações ambientais, que podem comprometer a qualidade fisiológica das sementes (Paiva et al., 2017). Uma das grandes dificuldades durante a colheita é a desuniformidade da maturidade fisiológica de sementes de feijão-caupi.

Sementes com elevada qualidade dependem do momento ideal da colheita, frequentemente a época em que a maturidade fisiológica é atingida, coincidindo com o momento de máximo acúmulo de matéria seca das sementes, elevado vigor e alta germinação (Hubner Junior; Toledo, 2016). Uma das alternativas é a dessecação química com herbicidas em pré-colheita que pode reduzir a exposição das sementes às condições desfavoráveis do ambiente.

A utilização da dessecação química tem sido adotada em algumas regiões produtoras de feijão comum (Kappes et al., 2012). A aplicação de dessecantes realizada de maneira adequada promove a uniformidade de maturação da lavoura, antecipa a colheita, não causa perdas no rendimento e pode levar a obtenção de sementes com alta qualidade fisiológica (Lamego et al., 2013). Contudo, na dessecação química alguns aspectos importantes devem ser levados em consideração, como o modo de ação do produto, o estágio fenológico em que a cultura se encontra, a influência na produção, germinação e vigor de sementes (Finoto et al., 2017).

Além disso, a dessecação pode interferir na qualidade fisiológica das sementes de feijão-caupi durante o armazenamento. A qualidade das sementes é afetada de acordo com o genótipo, condições edafoclimáticas e fatores bióticos e a deterioração da qualidade pode ocorrer durante o armazenamento, em condições inadequadas de temperatura e umidade relativa (Zuchi et al., 2013), que não podem ser evitadas, mas apenas minimizadas.

Neste contexto, objetivou-se avaliar os efeitos de herbicidas dessecantes aplicados em pré-colheita sobre o rendimento e a qualidade física e tecnológica de sementes de feijão-caupi, no momento da colheita e após seis meses armazenadas.

1.2 Material e métodos

A cultura do feijão-caupi BRS Guariba foi conduzida em campo em Rio Verde, GO, localizado sob as coordenadas 17° 48' e 67" S e 50° 54' 18" W e altitude de 754 m. O solo da área (Latosolo Vermelho distroférico), apresentou na profundidade de 0 a 20 cm, a seguinte composição físico-química: pH 6,2 (SMP), Ca de 4,64 cmolc dm⁻³, Mg de 2,50 cmolc dm⁻³, Al³⁺ de 0,04 cmolc dm⁻³, H+Al de 4,5 cmolc dm⁻³, CTC de 12,1 cmolc dm⁻³ e K de 0,46 cmolc dm⁻³ e P (Melich) de 13,1 mg dm⁻³, matéria orgânica de 3,62 mg dm⁻³ e Zn 4,5 mg dm⁻³, saturação por bases de 62,8%, saturação por alumínio de 0,5%, argila de 64,5%, silte 10,0% e areia de 25,5%.

Adotou-se o delineamento experimental em blocos ao acaso, em esquema de parcelas subdividas (6x2), com quatro repetições. O fator primário foi constituído da aplicação dos herbicidas dessecantes: flumioxazin (Flumyzin 500, 500 g e.a L⁻¹ WP, Sumito Chemical do Brasil) 60 g ha⁻¹, glufosinato de amônio (Liberty®, 200 g e.a L⁻¹ SL, Basf) na dose de 2,5 L ha⁻¹, paraquate (Gramoxone®, 200 g e.a L⁻¹ SL, Syngenta) 2 L ha⁻¹, saflufenacil (Heat®, 700 g e.a kg⁻¹ WG, Basf) 100 g ha⁻¹, carfentrazone (Aurora® 400 EC, 400 g e.a L⁻¹ EC, FMC) 60 mL ha⁻¹ e mais a testemunha não tratada. O fator secundário pelas épocas de avaliação da qualidade das sementes: após a colheita e 6 meses após a colheita (6 MA). Cada parcela foi constituída de 24,5 metros

quadrados, com quatro fileiras de sete metros de comprimento, espaçadas de 0,5 metros e área útil constituída pelas duas linhas centrais de cinco metros de comprimento.

As sementes de feijão-caupi foram tratadas com 100 g de piraclostrobina + tiofanato metílico + fipronil (Standak® Top) para 100 kg de sementes, e posteriormente, inoculadas com 300 mL de *Bradyrhizobium* spp. para 100 kg de sementes. A semeadura foi feita no dia 17 de março de 2018, com a população de 12 sementes por metro linear, semeadas a 3 cm. A adubação de semeadura foi de 300 kg ha⁻¹ do formulado 04-14-08.

Aos 13 dias após a emergência (DAE) foi aplicada a mistura pronta de bentazona + imazamoxi (Amplo®) na dose de 1,0 litro do produto comercial por hectare e aos 17 DAE foi aplicado haloxifope-p-metilico (Verdict®R) na dose de 0,4 litro do produto comercial por hectare. Durante o ciclo da cultura foi realizada uma aplicação de inseticida lambda-cialotrina + clorantraniliprole (Ampligo®) na dose de 0,16 litro do produto comercial por hectare para o controle de *Spodoptera eridania* (Cramer) e outra de fungicida fluxapiraxade + piraclostrobina (Orkestra®SC) na dose de 0,3 litro do produto comercial por hectare para o controle de *Erysiphe polygoni*.

Os herbicidas foram aplicados 78 dias após a semeadura (DAS), estágio R5, quando as vagens estavam na maturidade fisiológica, com uma vagem com coloração marrom a cor palha e as sementes com 70% de umidade (Carvalho e Nakagawa, 2012; MOURA et al., 2012). Os herbicidas foram aspergidos com pulverizador costal pressurizado a CO₂, com quatro pontas de pulverização modelo TT110°03, a pressão constante de 2,5 bar e volume de calda de 200 litros ha⁻¹.

O teor de umidade das sementes de cada parcela foi monitorado, estabelecendo o ponto de colheita quando apresentaram valores próximos de 11% de umidade. Atingido estes valores, as plantas foram cortadas rente ao solo e as vagens retiradas e debulhadas manualmente, colocadas para secar em estufa a 35°C, até atingirem 11% de umidade.

O número de dias de antecipação de colheita foi determinado por meio da contagem de dias decorridos a partir da dessecação até que as plantas apresentassem totalmente desfolhadas e os

grãos na faixa de 13-15% de umidade, em relação ao dia de colheita da testemunha não tratada (MAPA, 2009; Krzyzanowski et al., 2015).

Determinou-se o peso de mil grãos, conforme preconiza as Regras de Análise de Sementes (BRASIL, 2009), com oito repetições de 100 sementes e se extrapolou os valores para 1000 sementes. Paralelamente, foi determinado a produtividade em kg ha⁻¹, por meio da pesagem de todas as sementes obtidas da área útil.

As sementes colhidas da área útil foram limpas em peneiras e classificadas para a determinação da proporção de sementes por peneiras. As amostras de cada parcela foram pesadas, passadas em um conjunto de peneiras metálicas com tamanhos de 7,5 mm oval, 4,5 mm oblongo, 3,5 mm oblongo, 3,5 mm oval e fundo (BRASIL, 2009). As amostras foram acondicionadas em sacos plásticos e levadas para B.O.D (20 °C) permanecendo durante o período das avaliações. A umidade relativa (UR) e a temperatura foram registradas por um “data logger” digital (precisão: 0,1°C; 5,0% UR).

A qualidade fisiológica foi averiguada após a colheita e aos seis meses após o armazenamento por meio dos seguintes testes: germinação, massa seca de plântulas, comprimento da parte radicular e aérea, envelhecimento acelerado, emergência em areia, índice de velocidade de emergência, condutividade elétrica, coeficiente de hidratação e coloração dos grãos. As avaliações foram realizadas com duplicatas de 50 sementes para cada repetição.

Germinação (G): primeiramente, realizou-se o tratamento das sementes com 45 g i.a de carbendazim + 105 g i.a de tiram para 100 kg sementes, e em seguida, procedeu-se a semeadura em papel germitest, umedecido com água destilada na quantidade de 2,5 vezes o peso do papel. Os rolos foram colocados separados por repetição do campo dentro de sacos plásticos, mantidos a 25°C em câmara de germinação por oito dias, quando foi realizada a avaliação da porcentagem de plântulas normais (BRASIL, 2009).

Primeira contagem de germinação (PCG): realizada junto aos testes de germinação, sendo realizada uma contagem no 5º dia após a implantação do teste de germinação, conforme (BRASIL,

2009). A segunda contagem de germinação foi realizada no 8º dia após a montagem do teste de germinação, após a contagem, a realização dos cálculos de porcentagem de germinação, conforme preconiza o MAPA, valores percentuais acima de 80 (BRASIL, 2009).

Massa de matéria seca (MMS): foram utilizadas quatorze plântulas por unidade experimental, das quais foram extraídos os cotilédones, e em seguida foram acondicionadas em sacos de papel Kraft e colocadas em estufa com circulação de ar a 80°C por 24 horas. Após a secagem foi realizada a pesagem e os resultados expressos em mg por plântula (Vieira; Krzyzanowski, 1999).

Comprimento de plântula (CP): foram utilizadas quatorze plântulas provenientes do teste de germinação de cada unidade experimental. A avaliação foi realizada no oitavo dia após a montagem do teste de germinação, e foram selecionadas plântulas classificadas como normais no teste de germinação. O comprimento total da plântula foi determinado a partir da ponta da raiz principal até o ponto de inserção dos cotilédones, com auxílio de régua milimetrada, aos oito dias após a semeadura, obtendo o comprimento total médio de quatorze plântulas.

No teste de envelhecimento acelerado as sementes foram condicionadas em caixa de gerbox contendo em seu interior a tela de alumínio. Em cada caixa gerbox, foram adicionadas 40 mL de água destilada e dispostas as sementes sobre a tela. As caixas foram tampadas e levadas para câmara germinadora e mantidas a 41°C por 48 horas (Marcos-Filho et al., 1999). Após o período de envelhecimento, as sementes foram submetidas ao teste de germinação, conforme descrito anteriormente. Cinco dias após a semeadura em papel germitest, obteve-se os resultados de porcentagem de plântulas normais (BRASIL, 2009).

O teste de emergência foi conduzido em casa de vegetação, com quatro repetições de 50 sementes e a semeadura foi realizada em areia a 3 cm de profundidade. O ambiente foi irrigado por aspersão automática, por quatro vezes ao dia. As plântulas emergidas foram contadas diariamente até a estabilização numérica das contagens, que ocorreu ao 8º dias após a emergência. Foram consideradas como emergidas, as plântulas com cotilédones na posição horizontal. Os resultados do índice de velocidade de emergência foram calculados conforme Maguire (1962).

O teste de condutividade foi efetuado com oito repetições de 50 sementes de cada tratamento, previamente pesadas em balança de precisão 0,01 g e, colocadas em copos plásticos contendo 75 mL de água destilada e deionizada, permanecendo em embebição em BOD a 25 °C. Após 24 horas, realizou a leitura de condutividade elétrica, utilizando um condutivímetro digital Technal, modelo TEC-4MP. Os resultados foram expressos em $\mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$ de semente (Vieira e Krzyzanowski, 1999).

Para determinação do coeficiente de hidratação foram utilizadas 15 g de sementes que foram embebidas em 60 mL de água destilada (proporção de 1:4) à temperatura ambiente (25°C). Após 12 horas, foram removidos da água de maceração, seguido pela remoção de água livre, deixando cada amostra por dois minutos antes da pesagem sob papel absorvente. O ganho de peso foi considerado como a quantidade de água absorvida e expresso como coeficiente de hidratação (Cf.H.), calculado pela seguinte equação: $\text{Cf.H.} = \text{PU/PS} \times 100$ em que Cf.H é o coeficiente de hidratação, PU é o peso dos grãos após hidratação e PS é o peso dos grãos antes da hidratação conforme preconizaram El-Refai et al. (1988) e Nasar-abbas et al. (2008) com modificações.

A cor do tegumento de grãos inteiros e uniformes foi determinada com o uso de um colorímetro ColorFlex EZ com sistema Hunter de cor, o qual indica as cores em um sistema tridimensional. O eixo vertical L^* aponta a cor da amostra do branco ao preto, o eixo a^* da cor vermelho ao verde, e “b” ao amarelo e azul, conforme Afonso Júnior e Corrêa (2003). Para melhor caracterização, as sementes foram avaliadas na posição de repouso em dois pontos diferentes, sendo posteriormente, calculada a média de cada semente. A diferença de cor (ΔE^*) foi obtida por meio da equação: $\Delta E^* = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2]^{0,5}$ Em que: ΔE^* = valor para a diferença de cor; ΔL^* = diferença entre o L^* da amostra inicial e o L^* da amostra armazenada; Δa^* = diferença entre o a^* amostra inicial e o a^* da amostra armazenada.

Os dados foram submetidos ao teste de Shapiro-Wilk, e quando significativos ($p < 0,05$) foram transformados em raiz ($x+0,5$) para análise. Posteriormente, foram submetidos à análise de variância pelo teste F ($p < 0,05$), e quando significativos, comparado pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

1.3 Resultados e discussão

Foram observados efeitos significativos para as variáveis antecipação em dias para a colheita (ADC), peso de mil sementes (PMS), rendimento de sementes (RS), peneiras de 4,5 mm de abertura (P4,5) e 3,5 mm com formato oblongo (P3,5 OB) para os herbicidas e não foram verificados efeitos significativos para sementes classificadas em peneiras de 7,5 mm oval (P7,5), 3,5 mm oval (P3,5O) e fundo (Tabela 1). Com a aplicação de paraquate houve antecipação da colheita em dez dias quando comparada à testemunha não tratada, no entanto, o efeito mais intenso do herbicida promoveu menor RS e PMS (Tabela 1).

O grau de dessecação está relacionado com a injúria causada pelo herbicida nas membranas celulares, promovendo a secagem, queda de folhas, e ao mesmo tempo, as sementes perdem água e podem comprometer o peso (Tarumoto et al., 2015). No caso específico para materiais de crescimento indeterminado e maturação desuniforme como o BRS Guariba este efeito pode ser mais intenso, conforme observado para o paraquate, cuja queda nos valores de RS foi de aproximadamente 46% em relação à testemunha. Para os herbicidas saflufenacil e glufosinato de amônia, que também promoveram ADC, foi observado o mesmo comportamento, mas em menor intensidade, em relação aos demais tratamentos (Tabela 1).

A intensidade dos efeitos dos herbicidas sobre as plantas de feijão-caupi também afetou a classificação das sementes. Herbicidas que promoveram nas plantas de feijão-caupi maior ACD, e conseqüentemente, menor RS e PMS, tiveram a maioria de suas sementes retidas na peneira de 3,5 mm com formato oblongo (Tabela 1). Nas peneiras com maior abertura, como a de 4,5 mm com formato oblongo, foram encontradas maiores quantidade de sementes provindas das plantas que não receberam os herbicidas ou foram tratadas com flumioxazim (Tabela 1). Para a produção de sementes este resultado se torna importante porque sementes retidas em peneiras com maior numeração geralmente apresentam maior vigor, conforme observado por Mathias e Coelho (2018) em sementes de variedades de soja que foram retidas de peneiras de maior tamanho.

Tabela 1. Antecipação em dias para colheita (ADC), rendimento de sementes (RS), peso de mil sementes (PMS) e classificação de sementes por meio de peneiras de 7,5 mm oval (P7,5), 4,5 mm oblongo (P4,5), 3,5 mm oblongo (P3,5 OB), 3,5 mm oval (P3,5 O) e fundo de feijão-caupi em função dos herbicidas dessecantes.

| Dessecantes | ADC ^{1/} | RS ^{1/} | PMS | P7,5 ^{1/} | P4,5 ^{1/} | P3,5 OB ^{1/} | P3,5 O ^{1/} | FUNDO ^{1/} |
|-----------------------|----------------------|------------------------|-------------------|--------------------|--------------------|-----------------------|----------------------|---------------------|
| | | (kg ha ⁻¹) | ----- (g) ----- | | | | | |
| Testemunha | 0,00 e ^{2/} | 1315,65 a | 194,62 a | 4,35 a | 573,75 a | 55,47 bc | 3,82 a | 0,52 a |
| Flumioxazim | 2,00 d | 1219,15 ab | 197,68 a | 6,92 a | 531,25 ab | 55,70 bc | 6,75 a | 1,90 a |
| Glufosinato de amônio | 4,00 c | 855,45 abc | 176,04 ab | 4,32 a | 303,32 cd | 101,10 ab | 11,40 a | 0,17 a |
| Paraquate | 10,00 a | 704,75 c | 164,38 b | 0,65 a | 207,62 d | 120,30 a | 15,35 a | 1,80 a |
| Saflufenacil | 6,00 b | 791,65 bc | 184,92 ab | 3,90 a | 339,97 bcd | 62,85 bc | 18,15 a | 0,65 a |
| Carfentrazone | 0,00 e | 1015,75 abc | 195,13 a | 2,87 a | 433,90 abc | 45,15 c | 3,52 a | 0,00 a |
| CV (%) | 0,00 | 10,02 | 2,66 | 50,31 | 11,53 | 15,77 | 40,10 | 40,34 |

^{1/}Dados transformados em raiz ($x + 0,5$).

^{2/}Médias seguidas pelas mesmas letras são estatisticamente iguais pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Os herbicidas utilizados para a dessecação das plantas, em geral, afetaram a germinação, comprimento da parte área (CPA), comprimento radicular (CRP) de plântulas e massa seca (MS) de plântulas, exceto a porcentagem de emergência (E) (Tabelas 2 e 3). Comparado a testemunha não tratada, o uso de paraquate e glufosinato de amônio diminuíram a germinação das sementes de feijão-caupi avaliadas após a colheita, em relação aos demais herbicidas (Tabela 2).

Tabela 2. Porcentagem de emergência (E), germinação de sementes de feijão-caupi avaliadas após a colheita e após seis meses de armazenamento (6 MA), em função dos herbicidas desseccantes.

| Desseccantes | E ^{1/} (%) | | Germinação | |
|-----------------------|---------------------|------|------------|-------|
| | Colheita | 6 MA | Colheita | 6 MA |
| Testemunha | 91 ^{2/} | 81 | 97 aA | 80 aA |
| Flumioxazim | 85 | 82 | 98 aA | 93 aA |
| Glufosinato de amônio | 61 | 67 | 66 bA | 72 aA |
| Paraquate | 67 | 74 | 63 bB | 83 aA |
| Saflufenacil | 83 | 81 | 88 abA | 72 aA |
| Carfentrazone | 87 | 84 | 81 abA | 84 aA |
| CV A (%) | 11,78 | | 9,15 | |
| CV B (%) | 4,43 | | 6,93 | |

¹Dados transformados em raiz ($x + 0,5$).

²Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas são estatisticamente iguais pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Pesquisas apontam que herbicidas recomendados para dessecação em pré-colheita de culturas têm diminuído a germinação de sementes, pelos efeitos deletérios na formação da semente. Para a cultura da soja, o glufosinato de amônio foi o tratamento menos recomendado na dessecação, devido aos menores valores de porcentagem de germinação de sementes (Delgado et al., 2015; Souza et al., 2017).

A parte área e raiz das plântulas não foram influenciadas pelo uso de desseccantes após a colheita, entretanto, após seis meses de armazenamento aumentou o comprimento da parte área de todos os tratamentos e influenciou no crescimento radicular. Os tratamentos mais prejudiciais foram: paraquate e saflufenacil. Conseqüentemente, esses tratamentos foram os que mais influenciaram no crescimento radicular após o armazenamento, e o paraquate foi o herbicida que mais influenciou na germinação e crescimento radicular (Tabela 3). Os testes relacionados com comprimento de plântulas ou de suas partes são eficazes para detectar as diferenças sutis de vigor em sementes (Vanzolini et al., 2007).

Tabela 3. Comprimento da parte aérea de plântulas (CPA), comprimento radicular de plântulas (CR), massa seca de plântulas (MS) de sementes de feijão-caupi avaliadas após a colheita e após seis meses de armazenamento (6 MA), em função dos herbicidas dessecantes.

| Dessecantes | CPA ^{1/} (cm) | | CR ^{1/} (cm) | | MS ^{1/} (g) | |
|-----------------------|------------------------|---------|-----------------------|----------|----------------------|---------|
| | Colheita | 6 MA | Colheita | 6 MA | Colheita | 6 MA |
| Testemunha | 3,33 aB ^{2/} | 6,58 aA | 7,54 aA | 5,29 abA | 0,53 aA | 0,74 aA |
| Flumioxazim | 3,40 aB | 8,53 aA | 7,79 aA | 6,49 aA | 0,52 aB | 0,83 aA |
| Glufosinato de amônio | 4,03 aB | 6,60 aA | 4,02 aA | 6,37 abA | 0,43 aB | 0,81 aA |
| Paraquate | 4,41 aB | 8,05 aA | 7,99 aA | 2,70 bB | 0,55 aA | 0,56 aA |
| Saflufenacil | 3,12 aB | 6,86 aA | 6,69 aA | 2,63 bB | 0,44 aA | 0,65 aA |
| Carfentrazone | 2,56 aB | 6,10 aA | 5,73 aA | 3,75 abA | 0,35 aB | 0,69 aA |
| CV A (%) | 18,30 | | 19,55 | | 9,15 | |
| CV B (%) | 14,53 | | 14,57 | | 9,85 | |

¹Dados transformados em raiz ($x + 0,5$).

²Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas são estatisticamente iguais pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Após o armazenamento das sementes de feijão-caupi foram observados efeitos dos dessecantes sobre a germinação das sementes (Tabela 2). A dessecação em pré-colheita realizada em cultivares de soja com o glufosinato de amônio prejudicou a qualidade fisiológica das sementes, após seis meses de armazenadas (Silva et al., 2016). Marcos Filho (2015) confirma que o efeito de herbicidas com ação de contato sobre as plantas afeta diretamente a germinação de sementes em relação àqueles herbicidas de efeito mais longo, e com isto o prolongamento destes efeitos não interfere na transferência de matéria seca durante o processo de maturação das sementes, produzindo sementes mais vigorosas, e com energia necessária para manter as funções vitais durante o armazenamento.

Para as sementes avaliadas na colheita da cultura não foram observados efeitos dos herbicidas sobre os CPA, CR e MS das plântulas, apenas efeito de armazenamento (Tabela 3). Para CPA, verificaram aumento nos valores em decorrência do armazenamento para todos tratamentos testados, enquanto para a MS apenas os herbicidas flumioxazim, glufosinato de amônio e carfentrazone. Efeitos inibitórios foram observados para CR em função do armazenamento de sementes com os herbicidas paraquate e saflufenacil. As alterações observadas nessa variável são decorrentes da desordem celular provocadas nas sementes oriundas desde a antecipação da colheita,

que acarretou em comprometimento nos componentes celulares, como foi verificado na condutividade elétrica.

A qualidade fisiológica de sementes é comprometida, principalmente após os períodos de armazenamento, um processo de defasagem natural e inerente para um programa de produção de sementes (Moussa et al., 2011). Ademais, Boiago et al. (2013) relataram que a variedade BRS Guariba demonstra maior sensibilidade ao período de armazenamento, possuindo menor percentual germinativo e menor vigor, e isso prejudica o estabelecimento inicial de plântulas no campo, por possuírem raízes menos desenvolvidas e, conseqüentemente menor acúmulo de biomassa inicial.

As sementes foram submetidas ao teste do envelhecimento acelerado (PNEA), em que foi obtido a porcentagem de plantas normais, foi verificado a interação significativa entre herbicidas e época de avaliação (Tabela 4).

Tabela 4. Plântulas normais do envelhecimento acelerado (PNEA) e taxa de absorção de água (CFH) e condutividade elétrica (CE) de sementes de feijão-caupi avaliadas após a colheita e após seis meses de armazenamento (6 MA), em função dos herbicidas dessecantes.

| Dessecantes | PNEA (%) | | CFH (%) | | CE ($\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$) | |
|---------------------------|---------------------|-------|----------|----------|--------------------------------------------|----------|
| | Colheita | 6 MA | Colheita | 6 MA | Colheita | 6 MA |
| Testemunha | 90 aA ^{2/} | 40 aB | 225 bA | 229,2 bA | 133,1 bB | 164,8 aA |
| Flumioxazim | 89 aA | 34 aB | 223 bA | 230,2 bA | 118,5 bB | 163,9 aA |
| G. de amônia ¹ | 66 bcA | 23 aB | 230 bA | 235,6 bA | 169,9 aB | 196,0 aA |
| Paraquate | 56 cA | 32 aB | 249 aA | 254,1 aA | 124,1 bB | 179,9 aA |
| Saflufenacil | 57 cA | 37 aB | 231 bA | 236,2 bA | 116,5 bB | 172,5 aA |
| Carfentrazone | 78 abA | 33 aB | 227 bA | 213,7 bA | 128,7 bB | 184,3 aA |
| CV A (%) | 17,29 | | 4,22 | | 11,30 | |
| CV B (%) | 16,90 | | 3,98 | | 9,95 | |

¹Glufosinato de amônia.

²Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas são estatisticamente iguais pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Por ocasião da colheita da cultura, as sementes oriundas de tratamentos com paraquate, glufosinato de amônio e saflufenacil apresentaram menores valores de PNEA em relação aos demais tratamentos, e o decréscimo dos valores PNEA foram intensificados com o armazenamento, tanto para as sementes tratadas com herbicidas quanto para a testemunha não tratada. As sementes

tratadas com glufosinato de amônio tiveram a porcentagem de plântulas normais do envelhecimento acelerado menor do que os demais tratamentos. De acordo com Lima et al. (2018), sementes de feijão comum dessecadas com glufosinato de amônio em diferentes épocas apresentaram menores valores de PNEA em relação a testemunha não tratada. Tavares et al. (2016) também observaram efeitos após o armazenamento provenientes da aplicação de paraquate na dessecação de sementes de feijão-azuki.

A maior taxa de absorção de água (CFH) pelas sementes foi observada em sementes tratadas com paraquate, em ambas as épocas de avaliação (Tabela 4), não sendo observado efeitos do armazenamento. Por outro lado, foram verificados efeitos do armazenamento na redução da umidade das sementes. Os valores foram de 11,51% e 10,61% nas avaliações realizadas antes e após os seis meses de armazenamento, respectivamente.

Maiores valores de condutividade elétrica (CE) foram observados para as sementes tratadas com glufosinato de amônio em ambas as épocas de avaliação, as quais manifestaram alterações na integridade de membranas, enquanto os demais herbicidas não diferiram entre si (Tabela 4). Após o armazenamento, os valores de CE foram superiores aos encontrados por ocasião da colheita. Segundo Moura et al. (2017), quanto maior a CE menor é o vigor das sementes, pois a condutividade é função direta de lixiviados.

O aumento da condutividade elétrica após o armazenamento pode estar relacionado com danos como rachaduras, microfissuras e desorganização das células das sementes, que contribuem para o aumento desses valores (Zucareli et al., 2015).

As informações de cor são relevantes para o feijão-caupi, pois estão associadas a intensidade, tonalidade e claridade dos grãos. O valor agregado do produto está associado a qualidade dos grãos recém-colhidos e armazenados por determinado período. O chroma “C” define a intensidade de cor, no entanto, houve diferença entre os tratamentos na ocasião da colheita e após o armazenamento (Tabela 5), os tratamentos que foram submetidos ao saflufenacil apresentaram maior chroma, e os

demais foram inferiores, isso mostra que esse herbicida pode alterar a coloração das sementes de feijão-caupi. Após o armazenamento houve redução nos valores de “C” de todos os tratamentos.

Para o ângulo hue “°h” usado para definir a tonalidade das sementes foi observado interação significativa entre os tratamentos (Tabela 5). Para herbicidas após a colheita não foram observadas diferenças estatísticas, sendo observadas após o armazenamento com menores valores para saflufenacil e glufosinato de amônio (Tabela 5). Após o armazenamento houve alteração na tonalidade das sementes da testemunha e das sementes providas de plantas tratadas com flumioxazim e carfentrazone. A alteração na tonalidade das sementes possivelmente está associada com as alterações bioquímicas ocorridas que foram capazes de afetar as demais variáveis tecnológicas, como intensidade e claridade que definem a coloração do tegumento da semente.

Tabela 5. Chroma (C), coordenada L e ângulo Hue (°h) de sementes de feijão-caupi avaliadas após a colheita e após seis meses de armazenamento (6 MA), em função dos herbicidas dessecantes.

| Dessecantes | C | | °h | | L | |
|-----------------------|-------------------------|---------|----------|----------|------------|----------|
| | Colheita | 6 MA | Colheita | 6 MA | Colheita | 6 MA |
| Testemunha | 20,31 abA ^{1/} | 4,27 aB | 1,30 aB | 1,40 aA | 47,99 abcA | 28,03 aB |
| Flumioxazim | 21,81 abA | 4,11 aB | 1,31 aB | 1,40 aA | 50,10 aA | 27,06 aB |
| Glufosinato de amônia | 22,02 abA | 4,74 aB | 1,28 aA | 1,30 bA | 46,45 abcA | 26,47 aB |
| Paraquate | 20,39 abA | 5,10 aB | 1,32 aA | 1,36 abA | 44,77 cA | 26,16 aB |
| Saflufenacil | 22,35 aA | 4,95 aB | 1,29 aA | 1,31 bA | 45,49 bcA | 26,72 aB |
| Carfentrazone | 19,41 bA | 4,11 aB | 1,32 aB | 1,40 aA | 48,90 abA | 27,48 aB |
| CV A (%) | 9,76 | | 2,31 | | 4,23 | |
| CV B (%) | 8,23 | | 2,43 | | 4,71 | |

¹Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas são estatisticamente iguais pelo teste de Tukey (p < 0,05).

A claridade dos grãos, a coordenada “L” é uma informação desejável pelo consumidor e implica na aceitação do produto. Quando colhidas, independente dos tratamentos dessecantes, as sementes possuíam valores de “L” próximos de 50 e após o armazenamento houve redução para valores entre 26,12 a 28,03 (Tabela 5). Isso está relacionado com a redução de qualidade e a necessidade de maior tempo para cozimento, enquanto mais próximo de 50, quer dizer, melhor

qualidade (Ganascini et al., 2014). Os fatores ambientais e genéticos são responsáveis pelo escurecimento dos grãos de feijão (Coutin et al., 2017).

A baixa produtividade da cultura do feijão-caupi ainda é um dos problemas encontrados pelos produtores e essa limitação pode estar relacionada com a baixa qualidade fisiológica e genética das sementes. Nessa vertente, estudos sobre a época de dessecação após a maturidade fisiológica da planta, volume de calda para a dessecação e pontas de pulverização são fundamentais para a manutenção da qualidade fisiológica e formação de plântulas viáveis.

1.4 Conclusões

Herbicidas dessecantes aplicados no feijão-caupi BRS Guariba no estágio de maturação R5, antecipam a colheita, diminuem o rendimento e peso das sementes e afetam a classificação das sementes.

Herbicidas dessecantes afetam a qualidade das sementes. O glufosinato de amônio compromete o vigor de plântulas e o flumioxazim afeta a qualidade das sementes de feijão-caupi.

1.5 Agradecimentos

Este estudo foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), sob o código de financiamento 001 e do Instituto Federal de Goiano, Campus Rio Verde.

1.6 Referências

- AFONSO JÚNIOR, P.C.; CORRÊA, P.C. Influência do tempo de armazenagem na cor dos grãos de café pré-processados por “via seca” e “via úmida”. *Revista Ciência e Agrotecnologia*, v.27, n.6, p.1268-1276, 2003. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542003000600010>.
- BOIAGO, N.P.; FORTES, A.M.T.; KULZER, S.R.; KOELLN, FTS. Potencial fisiológico armazenadas de cultivares de feijão-caupi produzidas no estado do Paraná. *Revista Varia Scientia Agrárias*, v. 3, n. 2, p. 21-32, 2013. <http://e-revista.unioeste.br/index.php/variascientiaagraria/article/view/6067>. 13 de fevereiro de 2019.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regras para Análise de Sementes. Brasília: MAPA/ACS, 2009. 395p. <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/laboratorios/arquivos-publicacoes-laboratorio/regras-para-analise-de-sementes.pdf/view>.
- CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. Sementes: ciência, tecnologia e produção. 4 ed. Jaboticabal: FUNEP, 2012. 588p.
- Companhia Nacional de Abastecimento – CONAB. Acompanhamento da Safra Brasileira: 6º Levantamento de grãos. Safra 2018/2019. Brasília: CONAB, 2019, v. 6, n. 6, 149p. <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos>. 20 de fevereiro de 2019.
- COUTIN, J.A.F.; MUNHOLLAND, S.; SILVA, A.; SUBEDI, S.; LUKENS, L.; CROSBY, W.L.; PAULS, K.P.; BOZZO, G.G. Proanthocyanidin accumulation and transcriptional responses in the seed coat of cranberry beans (*Phaseolus vulgaris* L.) with different susceptibility to postharvest darkening. *BioMed Central Plant Biology*, v. 17, n. 1, p. 1-23, 2017. <http://doi: 10.1186 / s12870-017-1037-z>.
- DELGADO, C.M.L.; COELHO, C.M.M.; BUBA, G.P. Mobilization of reserves and vigor of soybean seeds under desiccation with glufosinate ammonium. *Journal of Seed Science*, v.37, n.2, p.154-161, 2015. <http://dx.doi.org/10.1590/2317-1545v37n2148445>
- EL-REFAI, A.A.; HARRAS, H.M.; EL-NEMR, K.M.; NOAMAN, M.A. Chemical and technological studies on faba bean seeds. I. Effect of storage on some physical and chemical properties. *Food Chemistry*, v. 29, p. 27-39, 1988. [https://doi.org/10.1016/0308-8146\(88\)90073-8](https://doi.org/10.1016/0308-8146(88)90073-8)
- FINOTO, E.L.; SEDIYAMA, T; ALBUQUERQUE, J.A.A.; SOARES, M.B.B.; GALLI, J.A.; CORDEIRO JUNIOR, P.S.; MENEZES, P.H.S. Antecipação e retardamento de colheita nos teores de óleo e proteína das sementes de soja, cultivar valiosa RR. *Scientia Agropecuária*, v. 8, n. 2, p. 99-107, 2017. DOI: 10.17268/sci.agropecu.2017.02.02
- GANASCINI, D; WUNSH, C.A.; SCHOENINGER, V; SONCELA, R.F; BISCHOFF, T.Z.; COELHO, S.R.; GURGACZ, F. Tempo de cozimento em três diferentes variedades de feijão carioca. *Acta Iguazu*, v.3, n.4, p.99-103, 2014. <http://e-revista.unioeste.br/index.php/actaiguazu/article/view/14505/9834>. 10 de agosto de 2019.
- HUBNER JUNIOR, S; TOLEDO, M.Z. Viabilidade de sementes de feijão-caupi colhidas em diferentes épocas em áreas desseccadas em pré-colheita. *Revista Eletrônica da Faculdade de Ciências Exatas e da Terra Produção/Construção e Tecnologia*, v. 5, n. 8, p. 75-85, 2016.http://www.unigran.br/ciencias_exatas/conteudo/ed8/artigos/10_1.pdf . 21 de junho de 2019.

- KAPPES, C.; ARF, O; FERREIRA, J.P.; PORTUGAL, J.R.; ALCALDE, A.M.; ARF, M.V.; VILELA, R.G. Qualidade fisiológica de sementes e crescimento de plântulas de feijoeiro, em função de aplicações de paraquat em pré-colheita. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, v. 42, n. 1, p. 9-18, 2012. <http://dx.doi.org/10.1590/S1983-40632012000100002>
- KRZYZANOWSKI, F.C.; HENNING, A.A.; FRANÇA-NETO, J.B.; LORINI, I.; HENNING, F.A.; GAZZIERO, D.L.P. Tecnologias para produção de sementes de soja. Londrina: Embrapa Soja, 2015. 30p. <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1006543/tecnologias-para-producao-de-sementes-de-soja>. 10 de agosto de 2019.
- LAMEGO, F.P.I.; GALLON, M.I.; BASSO, C.J.I.; KULCZYNSKI, S.M.I.; RUCHEL, Q; KASPARY, TEI; SANTI, A.L. Dessecação pré-colheita e efeitos sobre a produtividade e qualidade fisiológica de sementes de soja. *Planta Daninha*, v. 31, n. 4, p. 929-938, 2013. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-83582013000400019>
- LIMA, H.M.; SCHUCH, LOB.; MENEGHELLO, G.E.; AUMONDE, T.Z.; PEDO, T. Qualidade fisiológica de sementes de feijão em função da dessecação química das plantas. *Revista Científica Rural*, v. 20, n. 2, p.180-187, 2018. revista.urcamp.tche.br/index.php/rcr/article/view/259. 21 de junho de 2019.
- MARCOS-FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; Vieira, R.D.; FRANÇA-NETO, J.B. (Ed.). Vigor de sementes: conceitos e testes. Londrina: ABRATES, 1999, p.1-24.
- MARCOS-FILHO, J. Fisiologia de sementes de plantas cultivadas. Londrina: Abrates, 2015. 660p.
- MAGUIRE, J.D. Speed of germination aid in selection and evaluation for seedling emergence vigor. *Crop Science*, Madison, v. 2, n. 2, p.176-177, 1962.
- MATHIAS, V.; COELHO, C.M.M. Rendimento por peneiras de classificação e vigor em resposta às épocas de colheita de sementes de soja. *Revista de Ciências Agrárias*, v. 61, p. 1-6, 2018. <http://dx.doi.org/10.22491/rca.2018.2619>
- 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. <http://dx.doi.org/10.19084/RCA17034>.
- MOURA, J. Z. DE; PÁDUA, L. E. DE; MOURA, SINEVALDO, G. DE.; SILVA, P. R. R. Escala de desenvolvimento fenológico e exigência térmica associada a graus-dias do feijão-caupi. *Revista Caatinga*, v.25, n.3, p.66-71, 2012.
- MOUSSA, B.; LOWENBERG-DEBOER, J.; FULTON, J.; BOYS, K. The economic impact of cowpea research in West and Central África: A regional impact assessment of improved cowpea storage technologies. *Journal of Stored Products Research*, v. 47, n. 3, p. 147-156, 2011. <https://doi.org/10.1016/j.jspr.2011.02.001>
- NASAR-ABBAS, S.M.; PLUMMER, J.A.; SIDDIQUE, K.H.M.; WHITE, P.; HARRIS, D.; DODS, K. Cooking quality of faba bean after storage at high temperature and the role of lignins and other phenolics in bean hardening. *LWT – Food Science and Technology*, v. 41, n. 7, p. 1260–1267, 2008. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2007.07.017>

- PAIVA, E.P.; SÁ, F.V.S.; TORRES, S.B.; BRITO, M.E.B.; MOREIRA, R.C.L.; SILVA, L.A. Germination and tolerance of cowpea (*Vigna unguiculata*) cultivars to water stress. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 22, n. 6, p. 407-411, 2018. <http://dx.doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v22n6p407-411>
- SILVA, I.F.; FENILLI JUNIOR, A.; LORENZETTI, E. Efeito de dessecantes na produtividade e qualidade fisiológica de sementes de soja. *Revista Cultivando o Saber*, v. 9, n. 3, p. 224-242, 2016. https://www.researchgate.net/publication/313741415_Efeito_de_dessecantes_na_produtividade_e_qualidade_fisiologica_de_sementes_de_soja. 20 de junho de 2019.
- SOUZA, E.S; ALVES, A.M.; PIEROZZI, C.G. Qualidade fisiológica de sementes de soja oriundas de campos dessecados com glufosinato-sal de amônio e paraquat. *Revista Agri-Environmental Sciences*, v. 3, n. 2, p. 40-46, 2017. <https://revista.unitins.br/index.php/agri-environmental-sciences/article/view/508/523>. 20 de fevereiro de 2019.
- TAVARES, C.J; FERREIRA, P.C; JAKELAITIS, A; SALES, J.F; RESENDE, O. Physiological and sanitary quality of desiccated and stored azuki bean seeds. *Revista Caatinga*, v. 29, n. 1, p. 66-75, 2016. <http://dx.doi.org/10.1590/1983-21252016v29n108rc>
- TARUMOTO, M.B; CARVALHO, F.T.; ARF, O; SILVA, P.H.F; PEREIRA, J.C; BORTOLHEIRO, F.P.A.P. Dessecação em pré-colheita no potencial fisiológico de sementes e desenvolvimento inicial de trigo. *Revista Cultura Agrônômica*, v. 24, n. 4, p. 369-380, 2015. <https://ojs.unesp.br/index.php/rculturaagronomica/article/view/2276>. 21 de abril de 2019.
- VANZOLINI, S; ARAKI, C.A.S.; SILVA, A.C.T.M.; NAKAGAWA, J. Teste de comprimento de plântula na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de soja. *Revista Brasileira de Sementes*, v.29, p. 90-96, 2007. <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-31222007000200012>.
- VIEIRA, R.D.; KRZYZANOWISKI, F.C. Teste de condutividade elétrica. In: KRZYZANOWISKI, F.C.; VIEIRA, R.D; FRANÇA-NETO, J.B. (Ed). Vigor de sementes: conceitos e testes. Londrina, ABRATES, 1999, cap. 4, p. 1-26.
- ZUCARELI, C; BRZEZINSKI, C.R; ABATI, J.; WERNER, F.; RAMOS-JÚNIOR, E.U.; NAKAGAWA, J. Qualidade fisiológica de sementes de feijão carioca armazenadas em diferentes ambientes. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 19, n. 8, p. 803-809, 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v19n8p803-809>
- ZUCHI, J; FRANÇA-NETO, J.B.; SEDIYAMA, C.S.; LACERDA FILHO, A.F.; REIS, M.S. Physiological quality of dynamically cooled and stored soybean seeds. *Journal of Seed Science*, v.35, n. 2, p.353-360, 2013. <http://dx.doi.org/10.1590/S2317-15372013000300012>

CAPÍTULO II - PRODUÇÃO E QUALIDADE DE SEMENTES DE FEIJÃO-CAUPI APÓS A DESSECAÇÃO COM SAFLUFENACIL E FLUMIOXAZINA

(Normas de acordo com a Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental)

RESUMO

O uso de dessecantes permite antecipar a colheita do feijão-caupi em época mais próxima à maturidade fisiológica. Os dessecantes saflufenacil e flumioxazina promovem a secagem e queda das folhas e perda de água das sementes. Objetivou-se nesta pesquisa avaliar os efeitos de doses de saflufenacil e flumioxazina aplicados na cultura do feijão-caupi sobre a produção e qualidade das sementes por ocasião da colheita e após o armazenamento por um período de seis meses. No primeiro ensaio, os tratamentos foram arranjados em parcelas subdivididas (5x2), em que o fator principal foi constituído das doses de saflufenacil (0, 25, 50, 100 e 150 g i.a ha⁻¹) e o fator secundário das épocas de avaliação da qualidade das sementes: após a colheita e seis meses após a colheita. No mesmo arranjo, no segundo ensaio o fator principal constou das doses do herbicida flumioxazina (0, 10, 20, 30 e 40 g i.a ha⁻¹) e o fator secundário das mesmas épocas de avaliação. Os tratamentos foram delineados em blocos ao acaso, com quatro repetições. A aplicação de saflufenacil a partir de 25 g ha⁻¹ comprometeu os componentes de produção e qualidade tecnológica, enquanto as doses de flumioxazina não comprometeram os componentes de produção. O armazenamento a 20°C por seis meses afetou a qualidade fisiológica de sementes. A aplicação de flumioxazina na colheita do feijão-caupi promoveu a uniformidade da maturidade e a antecipação de colheita, sem comprometer a qualidade fisiológica após a colheita.

Palavras-chave: *Vigna unguiculata* L., armazenamento, componentes de rendimento, dessecante.

ABSTRACT

The use of desiccants makes it possible to anticipate the cowpea harvest at a time closer to physiological maturity. Saflufenacil and flumioxazin desiccants promote drying and falling of the leaves and loss of water from the seeds. The objective of this research was to evaluate the effects of doses of saflufenacil and flumioxazin applied in the culture of cowpea on the production and quality of seeds at harvest and after storage for a period of six months. In the first trial, the treatments were arranged in subdivided plots (5x2), in which the primary factor was constituted by the doses of saflufenacil (0, 25, 50, 100 and 150 g i.a ha⁻¹) and the secondary factor of the evaluation periods seed quality: after harvest and six months after harvest. In the same arrangement, in the second trial the primary factor consisted of the doses of the herbicide flumioxazin (0, 10, 20, 30 and 40 g i.a ha⁻¹) and the secondary factor from the same evaluation periods. The treatments were designed in randomized blocks, with four replications. The application of saflufenacil from 25 g ha⁻¹ compromised the components of production and technological quality, while the doses of flumioxazin did not compromise the production components. Storage at 20 °C for six months affected the physiological quality of seeds. The application of flumioxazin in the cowpea harvest promoted uniformity of maturity and the anticipation of harvest, without compromising the physiological quality after harvest.

Key words: *Vigna unguiculata* L., storage, desiccant, yield components.

INTRODUÇÃO

A cultura do feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L.) tem grande importância para regiões semiáridas e para regiões que são possíveis o cultivo de safrinha. No sudoeste de Goiás, esta cultura se adapta bem ao cultivo de segunda safra ou safrinha, com semeadura em fevereiro ou março, e sua exploração tem aumentado entre os produtores que visam o cultivo de culturas tolerantes à seca (CONAB, 2019). No entanto, a produtividade não tem sido satisfatória, necessitando da adequação de estratégias de manejo que maximizem a produção (Almeida et al., 2013; CONAB, 2019).

Herbicidas dessecantes para antecipar a colheita da cultura do feijão-comum têm sido usados, logo após as plantas atingirem a maturidade fisiológica, visando melhorar principalmente o desempenho da colheita mecanizada (Franco et al., 2013). No entanto, para a cultura do feijão-caupi, em que a maioria das variedades apresentam crescimento indeterminado e maturação desuniforme, torna-se necessário pesquisas com dessecação química das plantas para garantir, entre outras vantagens, a qualidade fisiológica e sanitária das sementes (Lindemann et al., 2017).

Para a cultura do feijão-caupi, existem poucos trabalhos e não há herbicidas registrados para dessecação dessa cultura, havendo necessidade de informação sobre a utilização de produtos químicos de modo seguro (Cruz et al., 2018; Assis et al., 2019).

Neste contexto, o uso adequado de dessecantes promove a uniformização da maturação das plantas e ainda pode contribuir para a aquisição de sementes de alta qualidade. Os herbicidas dessecantes possuem mecanismos e graus de dessecação diferentes, que estão intrinsicamente relacionados com à injúria causada na membrana celular, permitindo a rápida perda de água. As perdas de água das sementes e das plantas devem ser conhecidas, pelas particularidades de cada herbicida e das doses usadas (Lamego et al., 2013).

Possíveis alternativas para a dessecação visando a antecipação da colheita do feijão-caupi são os herbicidas saflufenacil e flumioxazina. O saflufenacil pertencente ao grupo químico das pirimidinedione, que age inibindo a enzima protoporfirinogênio oxidase (PROTOX) (Grossmann et

al., 2011). Como dessecante recomendado para antecipação de colheita é registrado para as culturas de algodão, batata, feijão, girassol e soja. O herbicida flumioxazina é recomendado para aplicações em pré-emergência, pré-plantio incorporado ou pós-emergência em várias culturas e apresenta também ação dessecante por promover a antecipação da colheita e uniformização da maturação (Ataídes et al., 2015; Carvalho et al., 2017). Age inibindo a enzima PROTOX e sua atividade de contato é expressa por necrose foliar da planta, produzida pela peroxidação dos lipídios da membrana celular, induzida pela formação de oxigênio singlete na presença de luz e oxigênio (Tibúrcio et al., 2012).

Em decorrência de escassos conhecimentos sobre a ação destes herbicidas na dessecação do feijão-caupi, objetivou-se neste estudo avaliar os efeitos de doses de saflufenacil e flumioxazina aplicados na cultura do feijão-caupi sobre a produção e qualidade das sementes por ocasião da colheita e após seis meses de armazenamento.

MATERIAL E MÉTODOS

Os ensaios com feijão-caupi foram conduzidos em Rio Verde, GO sob as coordenadas 17° 48' e 67" S e 50° 54' 18" O e altitude de 754 m. O solo da área, classificado como Latossolo Vermelho distroférico, apresentou na profundidade de 0 a 20 cm a composição físico-química de: pH 6,2 (SMP), Ca^{2+} de 4,64 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$, Mg^{2+} de 2,50 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$, Al^{3+} de 0,04 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$, $\text{H}^+ + \text{Al}^{3+}$ de 4,5 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$, CTC de 12,1 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ e K de 0,46 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ e P (Melich) de 13,1 mg dm^{-3} , matéria orgânica de 3,62 mg dm^{-3} e Zn^{2+} 4,5 mg dm^{-3} , saturação por bases de 62,8%, saturação por alumínio de 0,5%, argila de 64,5%, silte 10,0% e areia de 25,5%.

O delineamento experimental usado foi de blocos ao acaso com quatro repetições. No primeiro ensaio, os tratamentos foram arrançados em parcelas subdivididas (5 x 2), em que o fator primário foi constituído das doses de saflufenacil (0, 25, 50, 100 e 150 g i.a ha^{-1}) e o fator secundário das épocas de avaliação da qualidade das sementes: após a colheita e seis meses após a colheita. No mesmo arranjo do ensaio anterior, no segundo ensaio o fator primário constou das doses do

herbicida flumioxazina (0, 10, 20, 30 e 40 g i.a ha⁻¹) e o fator secundário das mesmas épocas de avaliação. Cada unidade experimental foi constituída de 24,5 m², com quatro fileiras de sete metros de comprimento, espaçadas de 0,5 metros e área útil constituída pelas duas linhas centrais de cinco metros de comprimento.

O feijão-caupi, variedade BRS Guariba, foi semeado em 17 de março de 2018. Antes da semeadura, as sementes foram tratadas com 100 g de piraclostrobina + tiofanato metílico + fipronil para 100 kg de sementes, e posteriormente, inoculadas com 300 mL de *Bradyrhizobium* spp.. A semeadura foi a 3 cm de profundidade e população de 12 plantas por metro linear. A adubação de semeadura foi de 300 kg do formulado 04-14-08 (N-P₂O₅-K₂O).

Para o controle de plantas daninhas foi realizado a aplicação da mistura pronta de bentazona + imazamoxi (Amplo[®]) na dose de 1,0 L p.c. ha⁻¹ aos 13 DAE após a emergência e de haloxifope-p-metilico (Verdict R[®]) na dose de 0,4 L p.c. ha⁻¹, aos 17 DAE. Durante o ciclo da cultura foi realizada a aplicação de inseticida lambda-cialotrina + clorantraniliprole (Ampligo[®]) na dose de 0,16 litro do produto comercial por hectare para o controle de *Spodoptera eridania* (Cramer). Foi aplicado os fungicidas fluxapiroxade + piraclostrobina (Orkestra SC[®]) na dose de 0,3 L p.c. ha⁻¹ para o controle de *Erysiphe polygoni*.

No momento da dessecação, com velocidade do vento de 2 m/s, 26°C e umidade relativa do ar de 50%. Durante o ciclo da cultura houve precipitação acumulada de 260 mm.

As doses de saflufenacil e flumioxazina foram aplicadas aos 78 dias após a semeadura (DAS), estágio R₅, quando as vagens estavam na maturidade fisiológica, e as plantas apresentavam uma vagem com coloração marrom a cor palha e as sementes com 70% de umidade (Carvalho & Nakagawa, 2012; MOURA et al., 2012). Os tratamentos foram aspergidos com pulverizador costal pressurizado a CO₂, contendo quatro pontas de pulverização modelo jato plano TT110° 03, a pressão constante de 250 Kpa e volume de calda de 200 L ha⁻¹.

O teor de umidade das sementes de cada parcela foi monitorado, estabelecendo o ponto de colheita quando apresentavam valores entre 13-15% de umidade. Atingidos estes valores, as plantas

foram cortadas rente ao solo, as vagens retiradas manualmente, debulhadas e colocadas para secar em estufa a 35°C até atingir 11% de umidade. As sementes foram limpas em peneiras e classificadas para a determinação da proporção de sementes por peneiras. Amostras totais de cada parcela foram pesadas, passadas em um conjunto de peneiras metálicas com tamanhos de 7,5 mm oval, 4,5 mm oblongo, 3,5 mm oblongo, 3,5 mm oval e fundo. As amostras foram acondicionadas em sacos de plástico, e levadas para B.O.D (20 °C) permanecendo durante o período das avaliações.

O número de dias de antecipação de colheita foi determinado por meio da contagem de dias decorridos a partir da dessecação até que as plantas apresentassem totalmente desfolhadas e os grãos na faixa de 13-15% de umidade, em relação ao dia de colheita da testemunha não tratada com herbicidas (BRASIL, 2009; Krzyzanowski et al., 2015). Determinou-se o peso de mil grãos, conforme preconiza as Regras de Análise de Sementes (BRASIL, 2009), com oito repetições de 100 sementes e extrapolou os valores para 1000 sementes. Paralelamente, foi determinado o rendimento em $sc\ ha^{-1}$, por meio da pesagem de todas as sementes obtidas da área útil.

Durante as etapas de análises de sementes foram utilizadas as estruturas dos Laboratórios de plantas daninhas, de sementes e de secagem e armazenamento de grãos do IF Goiano Campus Rio Verde, GO.

A qualidade das sementes foi verificada após a colheita e aos seis meses após o armazenamento por meio dos testes: germinação, massa seca de plântulas, primeira e segunda contagem de germinação, comprimento da parte radicular e aérea, envelhecimento acelerado, emergência em areia, índice de velocidade de emergência, condutividade elétrica, coeficiente de hidratação e coloração dos grãos. As avaliações descritas a seguir foram realizadas com duplicatas de 50 sementes para cada repetição.

Germinação (G): primeiramente, realizou-se o tratamento das sementes com carbendazim + tiram, na dose de 0,3 e 0,7 g i. a kg/semente, e em seguida, procedeu-se a semeadura em papel germitest, umedecido com água destilada na quantidade de 2,5 vezes o peso do papel. Os rolos foram colocados separados por repetição do campo dentro de sacos plásticos, mantidos a 25°C em

câmara de germinação por oito dias, quando foi realizada a avaliação da porcentagem de plântulas normais (BRASIL, 2009).

Primeira contagem de germinação (PCG): realizada junto aos testes de germinação, sendo realizada uma contagem no 5º dia após a implantação do teste de germinação, conforme (BRASIL, 2009).

No teste de envelhecimento acelerado 200 sementes foram condicionadas em caixa de gerbox contendo em seu interior a tela de alumínio, as sementes foram distribuídas uniformemente sob a tela. Em cada caixa gerbox, foram adicionadas 40 mL de água destilada e dispostas as sementes sobre a tela. As caixas foram tampadas e levadas para câmara de germinadora e mantidas a 41°C por 48 horas. Após o período de envelhecimento, as sementes foram submetidas ao teste de germinação, conforme descrito anteriormente, após cinco dias após a semeadura em papel germitest, obteve-se os resultados de porcentagem de plântulas normais (BRASIL, 2009).

O teste de emergência foi conduzido em casa de vegetação, com quatro repetições de 50 sementes e a semeadura foi realizada em areia a 3 cm de profundidade. O ambiente foi irrigado por aspersão automática, por quatro vezes ao dia. Foram realizadas contagens diárias, considerando a emergência das plântulas com cotilédones que apresentavam ângulo de 90° em relação ao substrato, procedeu-se a contagem até o oitavo dia após a semeadura. Para cálculo do IVE foram utilizadas as formulas propostas por Maguire (1962), as quais são apresentadas a seguir: $IVE = (G1/N1) + (G2/N2) + \dots + (Gn/Nn)$, em que: IVE = índice de velocidade de emergência; G = número de plântulas normais computadas nas contagens; N = número de dias da semeadura a 1ª, 2ª... 8ª avaliação.

O teste de condutividade foi efetuado com oito repetições de 50 sementes de cada tratamento, previamente pesadas em balança de precisão 0,01 g e, colocadas em copos plásticos contendo 75 mL de água destilada e deionizada, permanecendo em embebição em BOD a 25°C. Após 24 horas, realizou a leitura de condutividade elétrica, utilizando um condutímetro digital Technal, modelo

TEC-4MP. Os resultados foram expressos em $\mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$ de semente (Vieira & Krzyzanowski, 1999).

Para determinação do coeficiente de hidratação foram utilizadas 15 g de sementes que foram embebidas em 60 mL de água destilada (proporção de 1:4) à temperatura ambiente (25°C). Após 12 h, foram removidas da água de maceração, seguido pela remoção de água livre, deixando cada amostra por dois minutos, antes da pesagem, sob papel absorvente. O ganho de peso foi obtido pelo coeficiente de hidratação (CFH), calculado pela seguinte equação: $\text{CFH} = \text{PU}/\text{PS} \times 100$ em que CFH é o coeficiente de hidratação, PU é o peso dos grãos após hidratação e PS é o peso dos grãos antes da hidratação conforme preconizaram El- Refai et al. (1988) e Nasar-abbas et al. (2008) com modificações.

A cor do tegumento de grãos inteiros e uniformes foi determinada com o uso de um colorímetro ColorFlex EZ com sistema Hunter de cor, que indica as cores em um sistema tridimensional. O eixo vertical L^* aponta a luminosidade da amostra do branco ao preto, o eixo a^* corresponde ao componente vermelho ao verde, e " b^* " ao amarelo e azul, conforme Afonso Júnior e Corrêa (2003). Para melhor caracterização, as sementes foram avaliadas na posição de repouso em dois pontos diferentes, sendo posteriormente, calculada a média de cada semente. A diferença de cor (ΔE^*) foi obtida por meio da equação: $\Delta E^* = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2]^{0,5}$ Em que: ΔE^* = valor para a diferença de cor; ΔL^* = diferença entre o L^* da amostra inicial e o L^* da amostra armazenada; Δa^* = diferença entre o a^* amostra inicial e o a^* da amostra armazenada.

Os dados foram submetidos ao teste normalidade de Shapiro-Wilk, e transformados em raiz $(x+0,5)$ para análise, quando significativo ($p < 0,05$). Posteriormente, foram submetidos à análise de variância pelo teste F ($p < 0,05$), e quando significativos, comparado pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dias de antecipação de colheita (ADC), o rendimento (RS), o peso de mil sementes (PMS) e a classificação de sementes nas peneiras de 7,5 mm oval (P7,5), 4,5 mm oblongo (P4,5), 3,5 mm

oblongo (P3,5 OB) foram afetados pelas doses do herbicida saflufenacil aplicado em pré-colheita do feijão-caupi (Tabela 1). Com o aumento das doses houve antecipação da colheita dos feijoeiros de forma linear, sendo de oito dias na maior dose, em relação ao tratamento testemunha. Por outro lado, observaram redução linear no RS e no PMS (Tabela 1). Para cada grama do saflufenacil usado na dessecação, observou-se redução de 2,05 kg ha⁻¹ no RS de feijão-caupi, representando 52,15% de perdas na maior dose, em relação às parcelas não tratadas com o herbicida.

Alterações nos componentes de produtividade em cultivares de feijão-comum e de feijão-caupi por dessecantes aplicados em diferentes épocas em pré-colheita foram relatados por Franco et al. (2013) e Assis et al. (2019), respectivamente, mesmo com antecipação da colheita. No feijão-caupi, os dessecantes paraquat, glufosinato de amônio e a mistura paraquate + diuron aplicados quando 50% das vagens apresentavam com sementes formadas, com coloração verde (época I) ou quando 70% das vagens na coloração roxa (época II), proporcionaram antecipação da colheita em até 13 dias e 9 dias, respectivamente, porém o tamanho e a produtividade das sementes foram afetados (Assis et al. 2019).

O aumento das doses de saflufenacil provocou redução linear no PMS, sendo que o acréscimo de 1 g ha⁻¹ do herbicida na dessecação reduziu 0,120 g do PMS. De acordo com Franco et al. (2013), a redução no PMS de feijão está relacionada com a época de dessecação e ao tipo de germoplasma, podendo ser menor quanto mais próximo da maturidade fisiológica.

O tamanho de sementes é uma variável muito utilizada no beneficiamento (Oliveira et al., 2017). Entretanto, não influencia no desempenho germinativo do feijão-caupi (Araujo neto et al., 2014). Neste sentido, constatou-se maior retenção de sementes nas peneiras oblongas, com diâmetro de abertura de 4,5 e 3,5 mm (Tabela 1). Nas peneiras com diâmetro de abertura de 7,5 e 4,5 mm, para cada grama por hectare de saflufenacil aplicado ocorreu redução de retenção de 0,05 e de 1,61g, respectivamente. O maior PMS dos tratamentos sem aplicação de saflufenacil, possivelmente está associado ao máximo acúmulo de matéria seca nas sementes na maturidade fisiológica das plantas (Pereira et al., 2015).

Tabela 1. Dias de antecipação de colheita (DAC), rendimento de sementes (RS), peso de mil sementes (PMS), peso de grãos/peneira 7,5 mm (P7,5), peso de sementes/peneira 4,5 mm (P4,5), peso de sementes/peneira 3,5 mm com formato oblongo (P3,5ob), peso de sementes/peneira 3,5 mm com formato oval (P3,5oval), peso de sementes/fundo de peneira (Fundo) de sementes de feijão-caupi em função de doses de saflufenacil aplicado em pré-colheita

| Variáveis | Doses (g ha ⁻¹) | | | | | Regressão | R ² |
|---------------------------|-----------------------------|--------|--------|--------|--------|------------------------------------|----------------|
| | 0 | 25 | 50 | 100 | 150 | | |
| DAC | 0 | 0 | 1,00 | 5,25 | 8,00 | $\hat{Y}=-0,95+0,058x$ | 97,79* |
| RS (sc ha ⁻¹) | 12,95 | 9,98 | 9,35 | 8,88 | 6,75 | $\hat{Y}=708,37-2,05x$ | 92,06* |
| PMS (g) | 199,34 | 190,20 | 192,07 | 178,66 | 180,55 | $\hat{Y}=196,44-0,12x$ | 89,64* |
| P7,5 (g) | 8,27 | 7,32 | 2,25 | 1,70 | 0,40 | $\hat{Y}=7,44-0,05x$ | 89,99* |
| P4,5 (g) | 578,45 | 400,85 | 366,57 | 340,12 | 280,77 | $\hat{Y}=498,07-1,61x$ | 86,30* |
| P3,5ob (g) | 46,37 | 74,77 | 78,67 | 88,15 | 61,17 | $\hat{Y}=48,303+0,9956x-0,0061x^2$ | 95,16* |
| P3,5oval (g) | 4,75 | 8,40 | 9,32 | 6,12 | 3,75 | $\hat{Y}=5,63+0,091x-0,0007x^2$ | 88,22* |
| Fundo (g) | 2,77 | 0,57 | 0,20 | 0,70 | 0,72 | $\hat{Y}=2,28+0,0501x+0,0003x^2$ | 84,01* |

* - Significativo pelo teste F (p.≤ 0,05)

O RS, o PMS, a classificação de sementes nas peneiras de 7,5 mm oval (P7,5), 4,5 mm oblongo (P4,5), 3,5 mm oblongo (P3,5 OB) e fundo não foram influenciados pelas doses de flumioxazina aplicadas em pré-colheita do feijão-caupi (Tabela 2). O uso da maior dose antecipou em três dias a colheita e não reduziu o RS. Neste mesmo sentido, o aumento da dose de flumioxazina proporcionou maior retenção de sementes apenas na peneira de orifício circular de 3,5 mm de diâmetro de abertura (Tabela 2), que possui menor fração do total de sementes. De acordo com Soltani et al. (2013), as vantagens associadas ao uso dos herbicidas saflufenacil e flumioxazina na dessecação em pré-colheita do feijoeiro *Phaseolus vulgaris* é a dessecação uniforme dos feijoeiros. Nota-se que o saflufenacil, ao contrário da flumioxazina e outros herbicidas inibidores da enzima PPO, apresenta propriedades físico-químicas que permitem a sua mobilidade via floema (Ashigh e Hall, 2010). Embora, a quantidade translocada seja similar a outros herbicidas inibidores de PPO, a aplicação de saflufenacil em apenas uma folha de maria-pretinha (*Solanum americanum*) causou morte da planta, demonstrando a sua translocação, o que não ocorreu com flumioxazina (Grossmann et al., 2011).

Tabela 2. Dias de antecipação de colheita (DAC), rendimento de sementes (RS), peso de mil sementes (PMS), peso de grãos/peneira 7,5 mm (P7,5), peso de sementes/peneira 4,5 mm (P4,5), peso de sementes/peneira 3,5 mm com formato oblongo (P3,5ob), peso de sementes/peneira 3,5 mm com formato oval (P3,5oval), peso de sementes/fundo de peneira (Fundo) de sementes de feijão-caupi em função de doses de flumioxazina aplicado em pré-colheita.

| Variáveis | Doses (g ha ⁻¹) | | | | | Regressão | R ² |
|---------------------------|-----------------------------|--------|--------|--------|--------|--------------------------|----------------|
| | 0 | 10 | 20 | 30 | 40 | | |
| DAC | 0,00 | 0,00 | 1,00 | 2,00 | 3,00 | $\hat{Y}=-0,40+0,08x$ | 97,01* |
| RS (sc ha ⁻¹) | 13,72 | 11,14 | 11,93 | 11,04 | 12,19 | $\hat{Y}=\bar{Y}=12,00$ | -- |
| PMS (g) | 197,80 | 197,19 | 194,72 | 191,55 | 192,36 | $\hat{Y}=\bar{Y}=194,72$ | -- |
| P7,5 (g) | 6,10 | 4,65 | 3,82 | 3,26 | 4,80 | $\hat{Y}=\bar{Y}=4,52$ | -- |
| P4,5 (g) | 622,85 | 491,15 | 525,88 | 491,02 | 513,25 | $\hat{Y}=\bar{Y}=528,83$ | -- |
| P3,5ob (g) | 44,00 | 47,65 | 52,02 | 42,50 | 66,85 | $\hat{Y}=\bar{Y}=50,60$ | -- |
| P3,5oval (g) | 4,40 | 6,20 | 6,90 | 7,32 | 9,35 | $\hat{Y}=4,63+0,11x$ | 97,04* |
| Fundo (g) | 0,55 | 1,05 | 0,92 | 1,12 | 1,17 | $\hat{Y}=\bar{Y}=0,96$ | -- |

* - Significativo pelo teste F ($p \leq 0,05$).

Para as variáveis taxa de absorção de água (CFH), índice de velocidade de emergência (IVE), germinação (GE), plântulas anormais (PA), comprimentos da parte aérea (CPA) e de raiz (CR) e massa seca de plântulas (MS) não foram observados efeitos para interação entre doses de saflufenacil e as épocas de avaliação (Tabela 3).

Tabela 3. Taxa de absorção de água (CFH), índice de velocidade de emergência (IVE), germinação (GE), plântulas anormais (PA), comprimento da parte aérea de plântulas (CPA), comprimento da parte radicular de plântulas (CR) e massa seca de plântulas (MS) de sementes de feijão-caupi em função das doses dos dessecantes saflufenacil e das épocas de avaliação na colheita e aos seis meses de armazenamento (6 MA).

| Doses (g ha ⁻¹) | CFH (%) | IVE | GE (%) | PA (%) | CPA (cm) | CR (cm) | MS (g) |
|-----------------------------|----------------------|-----------------------|---------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| 0 | 228,72 ^{2/} | 84,33 ^{ns} | 95,00 ^{ns} | 3,75 ^{ns} | 9,71 ^{ns} | 5,78 ^{ns} | 0,65 ^{ns} |
| 25 | 230,98 | 82,80 | 98,00 | 1,75 | 10,07 | 5,95 | 0,57 |
| 50 | 230,90 | 84,05 | 89,25 | 6,25 | 9,89 | 6,90 | 0,54 |
| 100 | 233,60 | 80,20 | 93,50 | 5,00 | 10,23 | 6,56 | 0,64 |
| 150 | 234,79 | 82,02 | 97,00 | 2,75 | 10,45 | 6,05 | 0,55 |
| Época de avaliação | | | | | | | |
| Colheita | 229,60 b | 78,78 b ^{1/} | 95,90 ^{ns} | 3,00 ^{ns} | 11,44 a | 6,53 ^{ns} | 0,39 b |
| 6MA | 234,00 a | 86,58 a | 93,20 | 4,80 | 8,70 b | 5,96 | 0,79 a |
| CV (A) | 1,08 | 5,68 | 7,81 | 58,25 | 18,49 | 28,05 | 35,36 |
| CV (B) | 1,75 | 10,90 | 8,24 | 65,29 | 33,35 | 33,46 | 29,07 |

^{1/} Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas nas colunas são estatisticamente iguais pelo teste de Tukey a $P \leq 0,05$; ^{2/} Efeito explicado pelo modelo $\hat{Y}=229,27+0,039x$, $r^2 = 98,07$. ns - Não significativo pelo teste F ($p > 0,05$).

Da mesma forma não foram observados efeitos de interação para plântulas normais do envelhecimento acelerado (PNEA), umidade (UM), condutividade elétrica (CE), Chroma (C),

ângulo Hue (°h) e coordenada L de sementes de feijão-caupi em função das doses do dessecante saflufenacil e das épocas de avaliação na colheita e aos seis meses de armazenamento (Tabela 4).

Tabela 4. Plântulas normais do envelhecimento acelerado (PNEA), umidade (UM), condutividade elétrica (CE), Chroma (C), ângulo Hue (°h) e coordenada L de sementes de feijão-caupi em função das doses do dessecante saflufenacil e das épocas de avaliação na colheita e aos seis meses de armazenamento (6 MA).

| Doses (g ha ⁻¹) | PNEA (%) | UM (%) | CE (µS.cm ⁻¹ .g ⁻¹) | C | °h | L |
|-----------------------------|-----------------------|---------------------|--------------------------------------------|---------------------|--------------------|---------------------|
| 0 | 64,65 ^{ns} | 10,47 ^{ns} | 140,02 ^{ns} | 11,08 ^{ns} | 1,37 ^{ns} | 38,11 ^{ns} |
| 25 | 67,12 | 10,67 | 134,38 | 10,92 | 1,37 | 36,68 |
| 50 | 63,75 | 10,85 | 147,05 | 12,66 | 1,34 | 37,33 |
| 100 | 62,75 | 11,09 | 135,51 | 12,19 | 1,36 | 36,75 |
| 150 | 67,00 | 10,38 | 128,71 | 11,95 | 1,36 | 36,19 |
| Época de avaliação | | | | | | |
| Colheita | 88,50 a ^{1/} | 10,87 a | 119,85 b | 19,35 a | 1,32 b | 46,24 a |
| 6MA | 41,60 b | 10,51 b | 154,42 a | 4,17 b | 1,40 a | 27,78 b |
| CV (A) | 8,06 | 5,60 | 8,04 | 11,17 | 3,15 | 4,04 |
| CV (B) | 9,13 | 4,22 | 9,97 | 8,44 | 1,53 | 5,06 |

^{1/} Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas nas colunas são estatisticamente iguais pelo teste de Tukey a $p \leq 0,05$; ns - Não significativo pelo teste F ($p > 0,05$).

O aumento nas doses de saflufenacil aumentou linearmente a CFH pelas sementes, e pode estar associado a permeabilidade seletiva das membranas. Para ocorrer a absorção de água normal pelas sementes, todos os processos que estão interligados devem ocorrer normalmente, primeiramente acontece uma cascata de sinalização que culmina em reações bioquímicas, determinantes de todo o processo, e as sementes afetadas por herbicidas podem alterar a velocidade dessas reações bioquímicas e prejudicar a absorção de água, e conseqüentemente, os processos subsequentes (Carvalho e Nakagawa, 2012).

O IVE, CPA, MS, CFH, PNEA, UM, CE e coloração dos grãos (Tabelas 3 e 4) foram menores aos 6 meses de armazenamento. Por esse motivo, é necessário realizar esses testes e monitorar a umidade do local de armazenamento abaixo de 20°C para preservar a qualidade fisiológica das sementes, impedindo a deterioração (Carvalho et al., 2017). Além de outros efeitos que podem estar envolvidos, como as propriedades funcionais por terem muitos compostos fenólicos, especificamente os flavonoides, que possuem capacidades antioxidantes, confirmando as correlações encontradas após o armazenamento (Barros et al., 2017).

Efeito de vários desseccantes tem sido estudado em diversas culturas, com resultados contrastantes para avaliações de qualidade fisiológica de sementes de soja. A dessecação de sementes de soja com o uso de glufosinato de amônio, paraquate e carfentrazone, aplicados no estágio R7.1, não reduziu a germinação (Pereira et al., 2015). Lima et al. (2018) utilizando glufosinato de amônio e diquate na dessecação de plantas de feijão-caupi não constataram diferenças na germinação e vigor, logo após a colheita, quando a dessecação foi realizada entre 50 e 100% de vagens com coloração marrom.

A qualidade fisiológica de sementes de feijão é reduzida com o armazenamento, principalmente em ambiente em que a temperatura permanece acima de 20°C (Zucareli et al., 2015). Corroborando com os resultados dessa pesquisa, as sementes da variedade BRS Guariba podem apresentar redução de germinação após 90 dias de armazenamento (Boiago et al., 2013).

Para a CFH, IVE, GE, PA, CPA, CR e MS não foram observados efeitos da interação entre doses de flumioxazina e épocas de avaliação (Tabela 5). Entretanto, independente das doses de flumioxazina houve menores valores para PA, CPA e CR (Tabela 5) e o armazenamento influenciou a CE e coloração de grãos (Tabela 6), aos seis meses de armazenamento.

Tabela 5. Taxa de absorção de água (CFH), índice de velocidade de emergência (IVE), germinação (GE), plântulas anormais (PA), comprimento da parte aérea de plântulas (CPA), comprimento da parte radicular de plântulas (CR) e massa seca de plântulas (MS) de sementes de feijão-caupi em função das doses do desseccante flumioxazina e das épocas de avaliação na colheita e aos seis meses de armazenamento (6 MA).

| Doses (g ha ⁻¹) | CFH (%) | IVE | GE (%) | PA (%) | CPA (cm) | CR (cm) | MS (g) |
|-----------------------------|----------------------|---------------------|---------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| 0 | 225,92 ^{ns} | 82,22 ^{ns} | 97,75 ^{ns} | 1,43 ^{ns} | 8,28 ^{ns} | 6,47 ^{ns} | 0,52 ^{ns} |
| 10 | 226,14 | 81,80 | 92,50 | 2,17 | 8,16 | 6,17 | 0,57 |
| 20 | 225,07 | 82,19 | 94,75 | 2,00 | 9,19 | 7,36 | 0,55 |
| 30 | 227,10 | 84,29 | 95,25 | 1,67 | 7,88 | 5,81 | 0,65 |
| 40 | 224,88 | 84,57 | 88,75 | 2,50 | 8,09 | 4,86 | 0,64 |
| Época de avaliação | | | | | | | |
| Colheita | 223,42 ^{ns} | 81,58 ^{ns} | 96,50 ^{ns} | 1,69 a | 11,06 a | 8,70 a | 0,58 ^{ns} |
| 6 MA | 228,22 | 84,46 | 91,10 | 1,16 b | 5,58 b | 3,57 b | 0,59 |
| CV (A) | 1,34 | 4,69 | 9,26 | 53,51 | 19,35 | 34,38 | 26,74 |
| CV (B) | 1,37 | 13,48 | 9,54 | 49,29 | 28,40 | 24,33 | 34,66 |

^{1/} Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas nas colunas são estatisticamente iguais pelo teste de Tukey a $P \leq 0,05$; ns - Não significativo pelo teste F ($p > 0,05$).

Tabela 6. Plântulas normais do envelhecimento acelerado (PNEA), umidade (UM), condutividade elétrica (CE), Chroma (C), ângulo Hue ($^{\circ}$ h) e coordenada L de sementes de feijão-caupi em função das doses do dessecante flumioxazina e das épocas de avaliação na colheita e aos seis meses de armazenamento (6 MA).

| Doses (g ha ⁻¹) | PNEA (%) | UM (%) | CE (μ S.cm ⁻¹ .g ⁻¹) | C | $^{\circ}$ h | L |
|-----------------------------|---------------------|---------------------|--------------------------------------------------|---------------------|--------------------|---------------------|
| 0 | 86,25 ^{ns} | 12,46 ^{ns} | 144,89 ^{ns} | 11,07 ^{ns} | 1,37 ^{ns} | 37,56 ^{ns} |
| 10 | 79,50 | 12,63 | 136,73 | 11,26 | 1,37 | 37,30 |
| 20 | 88,00 | 12,98 | 132,30 | 11,36 | 1,38 | 37,41 |
| 30 | 88,62 | 13,08 | 143,84 | 13,14 | 1,34 | 37,73 |
| 40 | 90,50 | 13,36 | 146,97 | 12,63 | 1,35 | 36,82 |
| Época de avaliação | | | | | | |
| Colheita | 87,45 ^{ns} | 11,01 ^{ns} | 118,69 b | 20,06 a | 1,31 b | 46,88 a |
| 6 MA | 85,70 | 14,79 | 163,19 a | 3,84 b | 1,41 a | 27,85 b |
| CV (A) | 5,89 | 8,99 | 16,52 | 16,11 | 3,80 | 4,21 |
| CV (B) | 7,79 | 12,06 | 14,01 | 12,99 | 1,15 | 3,65 |

^{1/} Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas nas colunas são estatisticamente iguais pelo teste de Tukey a $P \leq 0,05$; ns - Não significativo pelo teste F ($p > 0,05$).

Não foram verificadas diferença na CFH entre os tratamentos na colheita e após o armazenamento (Tabela 4). O feijão-caupi possui uma característica própria de capacidade de absorção de água, provavelmente vinculada a maior lignificação da parede celular, que reduz a absorção de água de suas sementes (Sarmiento et al., 2016).

Houve alterações na CE das sementes após o armazenamento de seis meses, uma das explicações para isso é a desorganização das membranas celulares, um processo de ocorrência natural (Tabelas 4 e 6). As sementes armazenadas durante seis meses apresentaram alterações em todas as doses do dessecante, inclusive o tratamento que não recebeu o herbicida. Pode-se inferir que independente do uso do herbicida, essas características foram comprometidas. Após o armazenamento os valores de CE foram superiores àqueles encontrados na ocasião da colheita.

A coloração de sementes (C, h° , L) foi alterada com o decorrer do armazenamento (Tabelas 4 e 6). Os maiores valores de croma e Δ L foram observados nos grãos não armazenados. Após o armazenamento, os valores reduziram, independente da aplicação do dessecante. A coloração dos grãos é a base primária sobre a qual o consumidor faz a seleção dos grãos para o consumo, grãos com maior claridade do tegumento está associada com grãos recém-colhidos e de rápido cozimento (Siqueira et al., 2016; Ojwang et al., 2013). O escurecimento está relacionado com a diminuição no

teor de taninos pela oxidação ocorrendo modificação de suas estruturas, fazendo com que o teor extraído seja menor após o armazenamento (Cavalcante et al., 2017).

Essas informações têm importância do ponto de vista econômico, pois a dessecação com flumioxazina permite antecipar a colheita em poucos dias, sem comprometer a qualidade sementes uma vez que aumenta as opções de manejo para a dessecação com a escolha da dose adequada.

CONCLUSÕES

1. A aplicação de 150 g ha⁻¹ de saflufenacil permitiu antecipar a colheita em oito dias, mas, afetou a produtividade em cerca de 6 sacos ha⁻¹ e reduziu o peso de sementes classificadas em peneiras de 7,5, 4,5 e 3,5 mm de abertura. A aplicação de 40 g ha⁻¹ de flumioxazina antecipou a colheita em três dias e não afetou o rendimento de sementes e a qualidade da semente produzida.

2. O armazenamento de sementes de feijão-caupi isentas de herbicidas por seis meses a 20°C reduziu a germinação e o vigor das sementes de feijão-caupi e reduziu as características tecnológicas de qualidade de sementes.

AGRADECIMENTOS

Este estudo foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), sob o código de financiamento 001 e do Instituto Federal de Goiano, Campus Rio Verde.

LITERATURA CITADA

Afonso Júnior, P. C.; Corrêa, P. C. Influência do tempo de armazenagem na cor dos grãos de café pré-processados por “via seca” e “via úmida”. Revista Ciência e Agrotecnologia, v.27, p.1268-1276, 2003.

Almeida, D. P.; Resende, O.; Costa, L. M.; Mendes, U. C. Higroscopicidade das sementes de feijão azuki. *Científica*, v.41, p.130-137, 2013.

Ashigh, J. J.; Hall, C. Bases for interactions between saflufenacil and glyphosate in plants. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v.58, p.7335-7343, 2010.

Araujo Neto, A. C.; Nunes, R. T. C.; Rocha, P. A. da.; 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, p.71-75, 2014.

Assis, M. O.; Araujo, E. F.; Freitas, F. C. L.; Silva, L. J.; Araujo, R. F. Dessecação em pré-colheita na produtividade e qualidade fisiológica de sementes de feijão-caupi. *Planta Daninha*, v.37, e019177741, 2019.

Ataide, R. C. N.; Souza, C. A.; Coelho, C. M. M.; Stefen, D. L. V.; Nunes, F. R.; Tormen, M. E.; Sangoi, L. Effect of plant senescence inducers on landraces and commercial cultivars of common beans, *World Journal of Agricultural Sciences*. v.11, p.112-120, 2015.

Barros, N. V. A.; Rocha, M. M.; Glória, M. B. A.; Araújo, M. A. M., Moreira-Araújo, R. S. dos Reis. Effect of cooking on the bioactive compounds and antioxidant activity in grains cowpea cultivars. *Revista Ciência Agronômica*, v.48, p.824-831, 2017.

Boiago, N. P.; Fortes, A. M. T.; Kulzer, S. R.; Koelln, F. T. dos S. Potencial de sementes armazenadas de cultivares de feijão-caupi produzidas no Estado do Paraná. *Revista Varia Scientia Agrárias*, v.03, p.21-32, 2013.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regras para Análise de Sementes. Brasília: MAPA/ACS, 2009. 399p.

Cavalcante, R. B. M.; Araújo, M. A. M.; Rocha, M. M.; Moreira Araújo, R. S. R. Efeito do processamento térmico na composição química, compostos bioativos e atividade antioxidante de cultivares de feijão-caupi. *Revista Caatinga*, v.30, p.1050-1058, 2017.

Carvalho, F. T. de. Eficácia do flumioxazina aplicado na dessecação pré-colheita da soja e efeito residual no controle de plantas daninhas no milho safrinha. *Revista de Ciências Agronômicas*, v.26, p.683-693, 2017.

Carvalho, N. M.; Nakagawa, J. Sementes: ciência, tecnologia e produção. 5.ed. Jaboticabal: FUNEP, 2012. 590p.

Cruz, A. B. de S.; Rocha, P. R. R.; Albuquerque, J. A. A.; Alves, J. M. A.; Cruz, D. L. De S.; Finoto, E. L.; Santos, G. X. L. dos. Seletividade de herbicidas aplicados em pré e pós-emergência na cultura do feijão-caupi na Savana Amazônica. *Nativa*, v.6, p.625-630, 2018.

CONAB, Acompanhamento da Safra Brasileira: Sexto levantamento de grãos. Safra 2018/2019. Brasília: Conab, 2019, v.6, n.6, 149p.

El-Refai, A. A.; Harras, H. M.; El-Nemr, K. M.; Noaman, M. A. Chemical and technological Studies on faba bean seeds. I. Effect of storage on some physical and chemical properties. *Food Chemistry*, v.29, p.27-39, 1988.

Franco, M. H. R.; Nery, M. C.; França, A. C.; Oliveira, M. C.; Franco, G. N.; Lemos, V. T. Produção e qualidade fisiológica de semente de feijão após aplicação do herbicida diquat. *Semina: Ciências Agrárias*, v.34, p.1707-1714, 2013.

Grossmann, K.; Hutzler, J.; Caspar, G.; Kwiatkowski, J.; Brommer, C. L. Saflufenacil: biokinetic properties and mechanism of selectivity of a new protoporphyrinogen IX oxidase inhibiting herbicide. *Weed Science*, v.59, p.290-298, 2011.

Krzyzanowski, F. C.; Henning, A. A.; França Neto, J. B.; Lorini, I.; Henning, F. A.; Gazziero, D. L. P. Tecnologias para produção de sementes de soja Londrina: Embrapa Soja, 2015.

Lamego, F. P.; Gallon, M.; Basso, C. J.; Kulczynski, S. M.; Ruchel, Q.; Kaspary, T. E.; Santi, A. L. Dessecação pré-colheita e efeitos sobre a produtividade e qualidade fisiológica de sementes de soja. *Planta Daninha*, v.31, p.929-938, 2013.

Lidemann, I. da S.; Lang, G. H.; Hoffmann, J. F.; Rombaldi, C. V.; Oliveira, M. de.; Elias, M. C.; Vanier, N. L. The foliar desiccators glyphosate, carfentrazone and paraquat affect the technological and chemical properties of cowpea grains. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v.32, p.1-34, 2017.

Lima, H. M.; Schuch, L. O. B.; Meneghello, G. E.; Aumonde, T. Z.; Pedo, T. Qualidade fisiológica de sementes de feijão em função da dessecação química das plantas. *Revista Científica Rural*, v.20, p.180-187, 2018.

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

Moura, J. Z. De; Pádua, L. E. De; Moura, Sinevaldo, G. De.; Silva, P. R. R. Escala de desenvolvimento fenológico e exigência térmica associada a graus-dias do feijão-caupi. *Revista Caatinga*, v.25, n.3, p.66-71, 2012.

Nasar-Abbas, S. M.; Plummer, J. A.; Siddique, K. H. M.; White, P.; Harris, D.; Dods, K. Cooking quality of faba bean after storage at high temperature and the role of lignins and other phenolics in bean hardening. *LWT – Food Science and Technology*, v.41 p.1260-1267, 2008.

Ojwang, L. O.; Yang, L.; Dykes, L.; Awika, J. Proanthocyanidin profile of cowpea (*Vigna unguiculata*) reveals catechin-O-glucoside as the dominant compound. *Food Chemistry*, v.139, p.35-43, 2013.

Oliveira, G. P. de.; Morais, O. M. Testes de vigor para determinação da maturidade fisiológica de sementes de feijão-caupi. *Revista de Ciências Agrônômicas*, v.26, p.103-114, 2017.

Pereira, T.; Coelho, C. M. M.; Souza, C. A.; Mantovani, A.; Mathias, V. Dessecação química para antecipação de colheita em cultivares de soja. *Semina: Ciências Agrárias*, v.36, p.2383-2394, 2015.

Sarmiento, T.; Aguilera, Y.; Benitez, V. Impact of cooking and germination on phenolic composition and dietary fiber fractions in dark beans (*Phaseolus vulgaris* L.) and lentils (*Lens culinaris* L.). *LWT - Food Science and Technology*, v.66, p.72-78, 2016.

Silva, I.F.; Fenilli Junior, A.; Lorenzetti, E. Efeito de dessecantes na produtividade e qualidade fisiológica de sementes de soja. *Revista Cultivando o Saber*, v.9, p.224-242, 2016.

Siqueira, B. S.; Bassinello, P. Z.; Malgaresi, G.; Pereira, W. J. Analyses of technological and biochemical parameters related to the HTC phenomenon in carioca bean genotypes by the use of PCA. *LWT - Food Science and Technology*, v.65, p.939-945, 2016.

Soltani, N.; Blackshaw, R. E., Gulden, R.H., Gillard, C.L., Shropshire, C., Sikkema, P.H. Desiccation in dry edible beans with various herbicides. *Canadian Journal Plant Science*. v.93, p.871-877, 2013.

Tiburcio, R. A. S., Ferreira, F. A., Ferreira, L. R., Machado, M. S., Machado, A. F. L. Controle de plantas daninhas e seletividade do flumioxazina para eucalipto. *Revista Cerne*, v.18, p.523-531, 2012.

Vieira, R. D; Krzyzanowski, F. C. Teste de condutividade elétrica. In: Krzyzanowski, F. C; Vieira, R. D; França Neto, J. B. (Ed). *Vigor de sementes: conceitos e testes*. Londrina, ABRATES, 1999, cap.4, p.1-26.

Zucareli, C.; Brzezinski, C. R.; Abati, J.; Werner, F.; Ramos Júnior, E. U.; Nakagawa, J. Qualidade fisiológica de sementes de feijão carioca armazenadas em diferentes ambientes. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.19, p.803-809, 2015.

CONCLUSÕES GERAIS

Os herbicidas dessecantes paraquate, glufosinato de amônio, doses de saflufenacil e flumioxazina, aplicados no feijão-caupi BRS Guariba no estágio de maturação R5, antecipam a colheita, diminuem o rendimento, peso, afetam a qualidade e classificação das sementes.

A aplicação de 40 g ha⁻¹ de flumioxazina em pré-colheita permite antecipar a colheita em três dias, sem comprometer a qualidade de sementes. A dose de 150 g ha⁻¹ de saflufenacil aplicado em pré-colheita afeta a produtividade da cultura e peso de sementes, e não compromete a qualidade das sementes.

O armazenamento de sementes de feijão-caupi por seis meses a 20°C reduziu a germinação e o vigor das sementes de feijão-caupi e reduziu as características tecnológicas de qualidade de sementes.