

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
GOIANO - CÂMPUS RIO VERDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS -
AGRONOMIA

ARMAZENAMENTO, QUALIDADE FISIOLÓGICA E SANITÁRIA DE
SEMENTES DE FEIJÃO-AZUKI TRATADAS COM HERBICIDAS
DESSECANTES APLICADOS EM PRÉ-COLHEITA

Mestrando: Cássio Jardim Tavares
Orientador: Prof. Dr. Adriano Jakelaitis

RIO VERDE - GO
DEZEMBRO – 2014

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
GOIANO - CÂMPUS RIO VERDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS -
AGRONOMIA

ARMAZENAMENTO, QUALIDADE FISIOLÓGICA E SANITÁRIA DE
SEMENTES DE FEIJÃO-AZUKI TRATADAS COM HERBICIDAS
DESSECANTES APLICADOS EM PRÉ-COLHEITA

Mestrando: Cássio Jardim Tavares
Orientador: Prof. Dr. Adriano Jakelaitis

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

RIO VERDE - GO
DEZEMBRO – 2014

Tavares, Cássio Jardim

T231a Armazenamento, qualidade fisiológica e sanitária de sementes de feijão-azuki tratadas com herbicidas dessecantes aplicados em pré-colheita / Cássio Jardim Tavares. -- Rio Verde. - 2014.
93 f. : il.

Dissertação (Mestrado) – Instituto Federal Goiano –
Câmpus Rio Verde, 2014.

Orientador: Dr. Adriano Jakelaitis.

Bibliografia

1. *Vigna angularis*. 2. Vigor. 3. Pós-colheita. 4. Antecipação da colheita I. Título. II. Instituto Federal Goiano – Câmpus Rio Verde.

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

**ARMAZENAMENTO, QUALIDADE FISIOLÓGICA
E SANITÁRIA DE SEMENTES DE FEIJÃO-AZUKI
TRATADAS COM HERBICIDAS DESSECANTES
APLICADOS EM PRÉ-COLHEITA**

Autor: Cássio Jardim Tavares
Orientador: Dr. Adriano Jakelaitis

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

APROVADA em 05 de dezembro de 2014.

Dr. Hugo de Almeida Dan
Avaliador externo
DCR/UniRV

Prof.^a Dr.^a. Juliana de Fátima
Sales
Avaliador interno
IF Goiano/RV

Prof. Dr. Osvaldo Resende
Avaliador interno
IF Goiano/RV

Prof. Dr. Adriano Jakelaitis
Avaliador interno
IF Goiano/RV

Aos meus pais Carlito Luiz Tavares e Bernadete Aparecida Jardim Tavares;

Ao irmão Cairo Jardim Tavares.

OFEREÇO

Aos avôs Dolvina, Fransico

(in memoriam), Adércia *(in memoriam)* e Josias *(in memoriam)*.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por todas as graças concedidas.

Agradeço ao Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), à Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA Arroz e Feijão);

Agradeço ao Instituto Federal Goiano, Câmpus Rio Verde, por abrir às portas e fornecer a infraestrutura para o desenvolvimento das atividades;

Agradeço ao orientador e amigo Adriano Jakelaitis, pelas orientações sempre pertinentes e por ter acreditado em minha capacidade;

Agradeço aos coorientadores Juliana de Fátima Sales e Osvaldo Resende, pelas orientações e pela disponibilidade;

Agradeço aos meus pais Carlito Luiz Tavares e Bernadete Aparecida Jardim Tavares, ao meu irmão Cairo Jardim Tavares e demais familiares, por me ajudar em todos os momentos desta caminhada e principalmente nos momentos mais difíceis;

Agradeço aos colegas e amigos que de forma direta ou indireta contribuíram para o desenvolvimento dessa dissertação.

Agradeço aos membros avaliadores pelas contribuições pertinentes referentes à dissertação.

BIOGRAFIA DO AUTOR

Cássio Jardim Tavares, nascido em Pires do Rio - GO em 06 de junho de 1990. Concluiu o ensino fundamental na Escola Municipal Virgínio Vaz da Costa e segundo grau concomitante com o curso Técnico em Agropecuária na Escola Família Agrícola de Orizona, ambos no município de Orizona - GO. Concluiu o curso Técnico em Agropecuária em 2007. Graduado em Bacharelado em Agronomia no ano de 2012, pelo Instituto Federal Goiano Câmpus Urutaí. Em 2013 ingressou na pós-graduação *Stricto Sensu*, pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, no Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias - Agronomia, linha de pesquisa, Tecnologias sustentáveis em sistemas de produção e uso do solo e água. Em dezembro de 2014, defendeu sua dissertação, parte indispensável para a obtenção do diploma de Mestre em Ciências Agrárias – Agronomia.

ÍNDICE GERAL

	Páginas
ÍNDICE DE TABELAS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	x
LISTA DE SÍMBOLOS, SIGLAS, ABREVIACÕES E UNIDADES.....	xii
RESUMO	xiv
ABSTRACT	xvi
INTRODUÇÃO GERAL	1
1. FEIJÃO-AZUKI	1
2. DESSECAÇÃO EM PRÉ-COLHEITA	3
3. ARMAZENAMENTO DE SEMENTES	5
OBJETIVOS.....	6
1. Geral	6
2. Específicos	6
CAPÍTULO I - EFEITOS DE HERBICIDAS DESSECANTES E DO ARMAZENAMENTO SOBRE SEMENTES DE FEIJÃO-AZUKI.	11
1.1 INTRODUÇÃO	13
1.2 MATERIAL E MÉTODOS	14
1.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	18
1.4 CONCLUSÕES.....	29
CAPÍTULO II - QUALIDADE FISIOLÓGICA E SANITÁRIA DE SEMENTES DE FEIJÃO-AZUKI TRATADAS COM DIFERENTES DOSES DO HERBICIDA SAFLUFENACIL E SUBMETIDAS AO ARMAZENAMENTO	32
2.1 INTRODUÇÃO	34
2.2 MATERIAL E MÉTODOS	36
2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	40
2.4 CONCLUSÕES.....	50
CAPÍTULO III - QUALIDADE FISIOLÓGICA E SANITÁRIA DE SEMENTES DE FEIJÃO-AZUKI TRATADAS COM DIFERENTES	

DOSES DO HERBICIDA FLUMIOXAZINSAFLUFENACIL E SUBMETIDAS AO ARMAZENAMENTO	52
2.1 INTRODUÇÃO	56
2.2 MATERIAL E MÉTODOS	58
2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	62
2.4 CONCLUSÕES.....	71
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	74

ÍNDICE DE TABELAS

CAPÍTULO I – EFEITOS DE HERBICIDAS DESSECANTES E DO ARMAZENAMENTO SOBRE A QUALIDADE DE SEMENTES DE FEIJÃO-AZUKI

Tabela 1. Quadrados médios e níveis de significância avaliadas no feijão-azuki de acordo com a fonte de variação.....	17
Tabela 2. Vagem por planta (VP), sementes por vagem (SV), massa de 100 sementes (MCS), rendimento de sementes (RS) e população de plantas (PO) de feijão-azuki em função dos dessecantes aplicados em pré-colheita.....	18
Tabela 3. Quadrados médios e níveis de significância avaliadas no feijão-azuki de acordo com a fonte de variação.....	19
Tabela 4. Teor de água (TA), condutividade elétrica (CE), comprimento de raiz (CR), massa seca da raiz (MSR), plântulas anormais (%) (PA) e plântulas normais na germinação (%) (PN) de feijão-azuki em função dos dessecantes aplicados em pré-colheita e de seis meses de armazenamento (6 MA).....	19
Tabela 5. Plântulas normais após o teste de envelhecimento acelerado (PNEA) e plântulas normais na primeira contagem (PN1) de feijão-azuki em função dos dessecantes aplicados em pré-colheita e após seis meses de armazenamento (6 MA).....	21
Tabela 6. Emergência (%) (E) e índice de velocidade de emergência (IVE) de feijão-azuki após aplicação de dessecantes na pré-colheita e após seis meses de armazenamento (6 MA).....	22
Tabela 7. Emergência (%) (E) e índice de velocidade de emergência (IVE) de feijão-azuki após aplicação de dessecantes na pré-colheita e após seis meses de armazenamento (6 MA).....	23

Tabela 8. Quadrados médios e níveis de significância avaliadas no feijão-azuki de acordo com a fonte de variação.....	24
Tabela 9. Massa específica aparente (ME), coordenadas L, a e b, croma (C), e ângulo Hue (°h) de feijão-azuki em função da aplicação de dessecantes em pré-colheita e de seis meses de armazenamento (6 MA).....	25
Tabela 10. Quadrados médios e níveis de significância avaliadas no feijão-azuki de acordo com a fonte de variação.....	26
Tabela 11. Ocorrência de microrganismos patogênicos <i>Aspergillus</i> (ASP), <i>Cladosporium</i> (CLA), <i>Fusarium</i> (FUS) e <i>Rizhopus</i> (RIZ) em feijão-azuki em função da aplicação de dessecantes em pré-colheita e após seis meses de armazenamento (6 MA).....	26

CAPÍTULO II - QUALIDADE FISIOLÓGICA E SANITÁRIA DE SEMENTES DE FEIJÃO-AZUKI TRATADAS COM DIFERENTES DOSES DO HERBICIDA SAFLUFENACIL E SUBMETIDAS AO ARMAZENAMENTO

Tabela 1. Quadrados médios e níveis de significância avaliadas no feijão-azuki de acordo com a fonte de variação.....	39
Tabela 2. Vagem por planta (VP), sementes por vagem (SV), massa de 100 sementes (MCS), rendimento de sementes (RS) e população de plantas (PO) de feijão-azuki em função da dose do dessecante saflufenacil aplicado em pré-colheita.....	40
Tabela 3. Quadrados médios e níveis de significância avaliadas no feijão-azuki de acordo com a fonte de variação.....	41
Tabela 4. Massa específica aparente (ME), coordenadas L, a e b, croma (C), e ângulo Hue (°h) de feijão-azuki em função da dose do herbicida saflufenacil aplicado em pré-colheita e após seis meses de armazenamento (6 MA).....	41
Tabela 5. Quadrados médios e níveis de significância avaliadas no feijão-azuki de acordo com a fonte de variação.....	42
Tabela 6. Teor de água (TA), massa seca hipocótilo (MSH), massa seca raiz (MSR), massa seca total (MST), plântulas normais após o envelhecimento acelerado (PNEA), plântulas anormais (%) (PA) e plântulas normais na germinação (%) (PN) de feijão-azuki de acordo com a dose do dessecante saflufenacil aplicado em pré-colheita e após seis meses de armazenamento (6 MA).....	44

Tabela 7. Quadrados médios e níveis de significância avaliadas no feijão-azuki de acordo com a fonte de variação.....	47
--	----

CAPÍTULO III - QUALIDADE FISIOLÓGICA E SANITÁRIA DE SEMENTES DE FEIJÃO-AZUKI TRATADAS COM DIFERENTES DOSES DO HERBICIDA FLUMIOXAZIN E SUBMETIDAS AO ARMAZENAMENTO

Tabela 1. Quadrados médios e níveis de significância avaliadas no feijão-azuki de acordo com a fonte de variação.....	61
Tabela 2. Vagem por planta (VP), sementes por vagem (SV), massa de 100 sementes (MCS), rendimento de sementes (RS) e população de plantas (PO) de feijão-azuki em função da dose do dessecante flumioxazin aplicado em pré-colheita.....	62
Tabela 3. Quadrados médios e níveis de significância avaliadas no feijão-azuki de acordo com a fonte de variação.....	62
Tabela 4. Massa específica aparente (ME), coordenadas L, a e b, chroma (C), e ângulo Hue (°h) de feijão-azuki em função da dose do herbicida flumioxazin aplicado em pré-colheita e após seis meses de armazenamento (6 MA).....	63
Tabela 5. Quadrados médios e níveis de significância avaliadas no feijão-azuki de acordo com a fonte de variação.....	64
Tabela 6. Teor de água (TA), emergência (%) (E), comprimento hipocótilo (CH), massa seca hipocótilo (MSH), massa seca raiz (MSR), massa seca total (MST), plântulas normais após o envelhecimento acelerado (%) (PNEA), plântulas anormais (%) (PA) e plântulas normais na germinação (%) (PN) de feijão-azuki de acordo com a dose do dessecante flumioxazin aplicado em pré-colheita e após seis meses de armazenamento (6 MA).....	65
Tabela 7. Quadrados médios e níveis de significância avaliadas no feijão-azuki de acordo com a fonte de variação.....	68

ÍNDICE DE FIGURAS

CAPÍTULO I – EFEITOS DE HERBICIDAS DESSECANTES E DO ARMAZENAMENTO SOBRE A QUALIDADE DE SEMENTES DE FEIJÃO-AZUKI

Figura 1. Precipitação pluvial, temperatura média e número de dias com chuvas no período de novembro de 2013 a março de 2014, em Rio Verde, GO.....13

CAPÍTULO II - QUALIDADE FISIOLÓGICA E SANITÁRIA DE SEMENTES DE FEIJÃO-AZUKI TRATADAS COM DIFERENTES DOSES DO HERBICIDA SAFLUFENACIL E SUBMETIDAS AO ARMAZENAMENTO

Figura 1. Precipitação pluvial, temperatura média e número de dias com chuvas no período de novembro de 2013 a março de 2014, em Rio Verde, GO.....35

Figura 2. Condutividade elétrica (CE) (A), plântulas normais na primeira contagem (%) (B), emergência (%) (C), índice de velocidade de emergência (IVE) (D), comprimento de raiz (E), comprimento de hipocótilo (F) e comprimento total de plântulas (G) em sementes de feijão-azuki em função de doses do dessecante saflufenacil aplicado em pré-colheita e após seis meses de armazenamento (6 MA).....46

Figura 3. Porcentagem de incidência dos fungos: *Aspergillus* (A), *Cladosporium* (B), *Fusarium* (C), *Penicillium* (D), *Rizhopus* (E), em sementes de feijão-azuki, em função de doses do dessecante saflufenacil aplicado em pré-colheita e de seis meses de armazenamento (6 MA).....48

CAPÍTULO III - QUALIDADE FISIOLÓGICA E SANITÁRIA DE SEMENTES DE FEIJÃO-AZUKI TRATADAS COM DIFERENTES DOSES DO HERBICIDA FLUMIOXAZIN E SUBMETIDAS AO ARMAZENAMENTO

- Figura 1.** Precipitação pluvial, temperatura média e número de dias com chuvas no período de novembro de 2013 a março de 2014, em Rio Verde, GO.....57
- Figura 2.** Condutividade elétrica (CE) (A), plântulas normais na primeira contagem (%) (B), índice de velocidade de emergência (C), comprimento de raiz (D) e comprimento total de plântulas (E) de sementes de feijão-azuki em função de doses do dessecante flumioxazin aplicado em pré-colheita e de seis meses de armazenamento (6 MA).....67
- Figura 3.** Porcentagem de incidência dos fungos: *Aspergillus* (A), *Cladosporium* (B), *Fusarium* (C), *Rizhopus* (D), *Penicillium* (E), em sementes de feijão-azuki, em função de doses do dessecante saflufenacil aplicado em pré-colheita e de seis meses de armazenamento (6 MA).....69

LISTA DE SÍMBOLOS, SIGLAS, ABREVIACÕES E UNIDADES

Símbolo / Sigla	Significado	Unidade de Medida
P	fósforo	mg dm ⁻³
Ca ⁺²	cálcio	cmolc dm ⁻³
Mg	magnésio	cmolc dm ⁻³
Al	aluminio	cmolc dm ⁻³
N	nitrogênio	%
MO	matéria orgênica	%
pH	potencial de hidrogênio	%
PE	porcentagem de emergência	%
PG	porcentagem de germinação	%
PN	plântulas normais	%
PAN	plântulas anormais	%
IVE	índice de velocidade de emergência	%
b.u.	base úmida	%
RS	rendimento de sementes	kg ha ⁻¹
MCS	massa de cem sementes	g
MSR	massa seca de raiz	g
MSH	massa seca de hipocótilo	g
MST	massa seca total	g
CH	comprimento de hipocótilo	cm
CR	comprimento de raiz	cm
CTO	Comprimento total de plântulas	cm
CE	condutividade elétrica	μS.cm ⁻¹ .g ⁻¹
ha	hectare	
EA	envelhecimento acelerado	
VP	número de vagens por planta	
SV	número de sementes por vagem	
C	croma	
°h	ângulo Hue	
g	gramas	
kg	quilograma	
mm	milímetros	
%	porcentagem	
cm	centímetros	
cm ²	centímetro quadrado	
cm ³	centímetro cúbico	
cmolc kg ⁻¹	centimol por quilograma	
OH	hidroxila	
DAE	dias após emergência	
DAS	dias após semeadura	

DAA	dias após aplicação
DAF	dias após florescimento
MA	meses de armazenamento
i.a	ingrediente ativo
e.a	equivalente ácido
ALT	<i>Alternaria</i>
CLA	<i>Cladosporium</i>
FUS	<i>Fusarium</i>
PEN	<i>Penicillium</i>
RIZ	<i>Rizhopus</i>
ASP	<i>Aspergillus</i>

RESUMO

TAVARES, CÁSSIO JARDIM. Instituto Federal Goiano – Câmpus Rio Verde – GO, dezembro de 2014. **Armazenamento, qualidade fisiológica e sanitária de sementes de feijão-azuki tratadas com herbicidas dessecantes aplicados em pré-colheita.** Orientador: Dr. Adriano Jakelaitis. Coorientadores: Dr.^a Juliana de Fátima Sales; Dr. Osvaldo Resende.

A seleção adequada de herbicidas, juntamente com a identificação ideal da dose de aplicação para dessecação em pré-colheita de culturas, são estratégias de extrema importância na produção vegetal, visto que, podem trazer grandes benefícios a produção e qualidade de sementes. Neste contexto, foram conduzidos três ensaios no IF Goiano Câmpus Rio Verde com os objetivos: avaliar os efeitos de diferentes herbicidas aplicados em pré-colheita e o armazenamento sobre o rendimento e qualidade fisiológica e sanitária de sementes de feijão-azuki (experimento 01); avaliar os efeitos de seis doses do herbicida saflufenacil aplicados no estágio R7 (0, 50, 75, 100, 150 e 200 g i.a ha⁻¹) e seis meses de armazenamento (experimento 02); e avaliar os efeitos de seis doses do herbicida flumioxazin aplicados em R7 (0, 20, 25, 30, 35 e 40 g i.a ha⁻¹) e seis meses de armazenamento (experimento 03) sobre o rendimento e qualidade fisiológica e sanitária de sementes de feijão-azuki. Adotou-se o delineamento em blocos ao acaso em esquema de parcelas subdivididas, alocando nas parcelas os herbicidas (experimento 01) ou doses (experimentos 02 e 03) e, nas subparcelas em duas épocas de avaliação (colheita e 6 meses após a colheita), com quatro repetições, para cada experimento. Cada unidade experimental foi de 20 metros quadrados, constituída por oito fileiras de feijão, com cinco metros de comprimento. Os dados observados sobre componentes de rendimento, massa específica aparente, coloração e qualidade fisiológica e sanitária das sementes, foram submetidos à análise de variância pelo teste F

a 1 e 5% de significância e posteriormente, submetidos ao teste Tukey a 5% para herbicidas e regressão linear simples e quadrática para as doses. A aplicação de dessecantes na fase maturidade fisiológica de feijão-azuki não compromete o rendimento, a massa específica aparente e a coloração das sementes. O uso do herbicida glyphosate promove maior incidência de plântulas anormais e redução do tamanho e massa das plântulas. Os herbicidas paraquat e flumioxazin foram benéficos mesmo após o armazenamento, mantendo a qualidade fisiológica e causando menor infestação de patógenos. A aplicação de saflufenacil na dose de 65 g i.a ha⁻¹ favorece a qualidade fisiológica de sementes de feijão-azuki, enquanto, doses superiores causam prejuízos à germinação e vigor das sementes após seis meses de armazenamento. A dose de 19,5 g i.a ha⁻¹ de flumioxazin promove melhores resultados em relação à qualidade de sementes. A aplicação de dessecantes uniformiza a maturação e antecipa a colheita. O armazenamento de feijão-azuki durante seis meses em condições ambientais reduz a qualidade fisiológica das sementes, causando perda na germinação e vigor das sementes.

PAVAVRAS-CHAVE: *Vigna angularis* L., vigor, pós-colheita, antecipação da colheita

ABSTRACT

TAVARES, CÁSSIO JARDIM. Federal Institute Goiano – Câmpus Rio Verde – GO, december 2014. **Storage, physiological and sanitary quality of beans seeds treated with desiccants applied pre-harvest.** Advisor: Dr. Adriano Jakelaitis. Co-advisor: Dr^a. Juliana de Fátima Sales; Dr. Osvaldo Resende.

Proper selection of herbicides, together with the identification of the ideal application rate to desiccation in crops pre-harvest, are very important strategies in crop production, since, can bring great benefits to production and quality of seeds. In this context, three experiments were carried out in the IF Goiano Câmpus- Rio Verde with the following objectives: to evaluate the effects of different herbicides applied in pre-harvest and the storage on yield and physiological and sanitary quality of azuki bean (experiment 01); to evaluate the effects of six saflufenacil herbicide rates applied at R7stage (0, 50, 75, 100, 150 and 200 g i.a ha⁻¹) and six months of storage (experiment 02); and evaluate the effects of six flumioxazin herbicide doses applied in R7 (0, 20, 25, 30, 35 and 40 g i.a ha⁻¹) and six months of storage (experiment 03) on yield and physiological and sanitary quality of seeds of beans. There were used the design of randomized blocks in split-plots, allocating in the plots herbicides (experiment 01) or doses (experiments 2 and 03) and in the subplots the two evaluation periods (crop and 6 months after harvest) with four replications for each experiment. The experimental unit was 20 square meters consisting of eight bean rows with five meters long. The observed data of yield components, density, color and quality physiological seeds were subjected to analysis of variance by F test at 1 and 5% significance and subsequently submitted to the Tukey test at 5% for herbicides and simple linear and quadratic regression for doses. The application of desiccant at physiological maturity of beans phase does not

compromise on performance, apparent density, and the seeds color. The use of glyphosate promotes higher incidence of abnormal seedlings and reduces the size and weight of seedlings. The paraquat and flumioxazin herbicides were beneficial even after storage maintaining the physiological quality and causing lower infestation of pathogens. The application of saflufenacil at a dose of 65 g i.a ha⁻¹ favors the physiological quality of azuki bean seeds, while higher doses cause damage to the germination and vigor after six months of storage. The dose of 19.5 g ia ha⁻¹ flumioxazin promotes better results on the seeds quality. The desiccant application standardizes the maturation and advances the harvest. The beans storage for six months at ambient conditions reduces the physiological seed quality, causing loss in germination and vigor.

KEY WORDS: *Vigna angularis* L., force, post-harvest, harvest anticipation.

INTRODUÇÃO GERAL

1. Feijão Azuki

O gênero *Vigna* compreende cerca de 160 espécies, das quais somente sete são cultivadas. O feijão-azuki (*Vigna angularis*) é uma espécie originária da China, onde é cultivada há séculos. É uma leguminosa muito popular no Japão, e é muito usado em sua culinária. No Brasil, ainda é pouco conhecido, mas vem se destacando, sobretudo pelos colonos japoneses na região de São Paulo (GUARESCHI et al., 2011).

O feijão-azuki é uma espécie subtropical que requer temperaturas entre 15 e 30 °C durante o ciclo, e tolera maiores taxas de precipitação que o feijão-comum (GUARESCHI et al., 2011). Na região do sudoeste de Goiás, adapta-se bem ao cultivo de primeira safra (semeadura em outubro ou novembro), chegando a produtividades de 1.638,41 kg ha⁻¹ (GUARESCHI et al., 2013).

Os cultivares de feijão-azuki podem ser classificados de acordo com seu ciclo, em precoces, intermediários e tardios. Os cultivares precoces têm plantas de porte mais baixas que as intermediárias que, por sua vez, são mais baixas que as dos tardios. O rendimento dessa espécie normalmente varia de 1.600 kg ha⁻¹ (cultivares precoces) a 2.500 kg ha⁻¹ (tardios). Os cultivares precoces são geralmente de hábito de crescimento determinado, enquanto os tardios são indeterminados (VIEIRA et al., 2000).

A quantidade de pesquisas relacionada a essa cultura vem aumentando consideravelmente no país. Na literatura nacional e internacional é possível encontrar trabalhos nas áreas de adubação (GUARESCHI et al., 2011; GUARESCHI et al., 2013), controle de plantas daninhas (SOLTANI et al., 2006), aspectos morfofisiológicos e bioquímicos (SONG et al., 2012; ZHANG et al., 2013), pós-colheita (RESENDE et al., 2010; RESENDE et al., 2012), dentre outros. Contudo, há uma grande necessidade de

realização de trabalho com essa cultura no que tange ao manejo e conhecimento do potencial dessa cultura.

A utilização de sementes de boa qualidade é um dos fatores mais importantes para o sucesso de culturas de interesse econômico, pois possibilita a obtenção de uma boa emergência no campo e de plantas vigorosas e uniformes, com reflexos diretos na produtividade (GUIMARÃES et al., 2012). Estudos mostram que o uso de sementes de alto vigor pode proporcionar acréscimos superiores a 35% no rendimento, em relação ao uso de sementes de baixo vigor (KOLCHINSKI et al., 2005).

A qualidade de lotes de sementes é o resultado da interação de atributos genéticos, físicos, fisiológicos e sanitários (SILVA et al., 2008). O potencial fisiológico compreende o conjunto de aptidões que permite estimar a capacidade teórica de um lote de sementes em manifestar adequadamente suas funções vitais após a semeadura. Desta maneira, as informações sobre o percentual de germinação e vigor, obtidos em laboratório, devem permitir a comparação entre lotes de sementes e avaliar a probabilidade de sucesso com sua aquisição e utilização. Após a semeadura, constata-se até que ponto se manifestou o potencial identificado em laboratório e a eficiência dos métodos usados para avaliá-lo (MARCOS FILHO, 2005).

O período mais crítico e que geralmente afeta a qualidade das sementes é após a maturidade fisiológica, em que as sementes ficam expostas a flutuações de temperatura, períodos alternados de umidade e seca, além do ataque de insetos e fungos que causam a deterioração das sementes (DALTRO et al., 2010). A deterioração da semente, segundo Marcos Filho (2005) é um processo determinado por uma série de alterações fisiológicas, físicas e citológicas, com início a partir da maturidade fisiológica, em ritmo progressivo, determinando a queda da qualidade e culminando com a morte da semente. Segundo Toledo et al. (2012), a perda de qualidade de sementes de feijão e da soja por causa do retardamento da colheita, apenas alguns dias com teor de água entre 15-20% (b.u.) no campo, já são suficientes para que suas sementes deteriorem.

Entretanto, a colheita de sementes ao atingir a maturidade fisiológica não é recomendada, devido ao teor de água elevado sendo incompatível com o manejo mecanizado. Nessa situação, verificam-se dificuldades para o recolhimento e debulha, em virtude da quantidade excessiva de partes verdes e úmidas das plantas e a ocorrência de níveis severos de injúrias mecânicas por amassamento das sementes (COELHO et al., 2012).

2. Dessecação em pré-colheita

Uma alternativa que possibilita à colheita em épocas mais próxima a maturidade e, geralmente, dispensar a secagem artificial, é aplicar os desseccantes. Segundo Marcos Filho (2005) esses produtos promovem a secagem e conseqüentemente queda das folhas, ao mesmo tempo em que as sementes perdem água rapidamente, sem exibir redução da massa da matéria seca. Essa técnica possui várias vantagens, pois permite a secagem uniforme das plantas, antecipa a época da colheita, diminui as perdas de produção, facilita o trabalho da colhedora, obtendo um material mais limpo, realiza controle de plantas daninhas além de diminuir o período de ataque de insetos e infecção por fungos que depreciam a qualidade das sementes.

Entretanto, para a utilização dos desseccantes, deve-se respeitar a época ideal de aplicação e conhecer o mecanismo de ação desses produtos na planta, para que não ocorra o aumento de sementes esverdeadas no lote, diminuição da qualidade fisiológica e danos por fitotoxicidade no sistema radicular (TOLEDO et al., 2012).

Os produtos desseccantes disponíveis e recomendados para acelerar a maturação de plantas de feijão-comum possuem mecanismos de ação diferentes. Para serem eficientes, esses produtos precisam se mover de fora para dentro das células, passando pela cutícula, parede celular e membrana plasmática. Após entrar na célula, esses se movem até o local de ação, geralmente uma enzima se liga a essa enzima alvo e retarda ou inibe as reações bioquímicas. Outros produtos interferem na fotossíntese, tanto bloqueando o transporte de elétrons do fotossistema II, como recebendo elétrons do fotossistema I, não se ligando a nenhum sítio enzimático. Existem muitas enzimas em cada célula, mas geralmente uma é afetada por determinada molécula dos produtos desseccantes (TOLEDO et al., 2012).

Cada desseccante possui um modo de ação diferente, por exemplo: o flumioxazin e o saflufenacil são herbicidas inibidores da enzima protoporfirinogênio oxidase (PROTOX), ou também chamado de destruidor de membranas. O pigmento envolvido nessa reação é a protoporfirina IX, precursor da clorofila. Com a inibição dessa enzima ocorre o acúmulo de protoporfirina IX fora do plastídio (no citoplasma). Com isso, esse pigmento interage com o oxigênio e a luz, e forma grande quantidade de oxigênio singlete (O^{\cdot}), capaz de iniciar o processo de peroxidação de lipídios; que irá

acarretar alterações na estrutura e na permeabilidade das membranas celulares. Conseqüentemente há perda da seletividade na troca iônica e liberação do conteúdo de organelas, como as enzimas hidrolíticas dos lisossomas, e formação de produtos citotóxicos (como o malonaldeído), culminando com a morte celular (GROSSMANN et al., 2011).

O paraquat é um inibidor do fotossistema I (FSI), isto é, esta molécula capta os elétrons dos carreadores que contém ferro (ferredoxinas) do FSI, desviando o fluxo normal de elétrons. Os elétrons são repassados para oxigênio, originando formas tóxicas (radicais livres) e altamente reativas com radicais hidroxil (H_2O_2). Esses radicais rompem ligações de proteínas e lipídios das membranas, que perdem sua função e permitem o vazamento do conteúdo da célula. Em resposta ao vazamento do conteúdo celular, os tecidos necrosam rapidamente e a planta morre (LAMEGO et al., 2013).

O glufosinato de amônio se liga a glutamina sintase (GS), que é uma enzima importante na rota metabólica de incorporação do nitrogênio inorgânico, na forma de amônia, na formação de compostos orgânicos. A enzima glutamina sintase incorpora (retirando do ambiente celular) a amônia produzida em outros processos metabólicos, como aquela oriunda da degradação e do transporte de proteínas e da fotorespiração. O glufosinato de amônio se liga a glutamina sintase, de forma irreversível, no sítio da enzima que normalmente é ocupado pelo glutamato. Após a aplicação do produto e a associação do glufosinato de amônio com a glutamina sintase, ocorre o acúmulo de amônia no interior da célula, reduzindo a taxa fotossintética, bem como a falta de aminoácidos essenciais, fazendo com que ocorra a inibição do crescimento, clorose e a morte da planta (BHOTA et al., 2014).

O glyphosate é um herbicida sistêmico, do grupo das glicinas, possui largo espectro de ação, é não seletivo e utilizado em pós-emergência das plantas. Atua na inibição da enzima 5-enolpiruvil chiquimato-3-fosfato ácido sintetase (EPSP), comprometendo a biossíntese de triptofano, aminoácidos aromáticos e de clorofila, provavelmente pela inibição da síntese de AIA (ácido indolacético), alterando estruturas e provocando danos celulares irreversíveis, tais como a ruptura parcial do cloroplasto e a perda de água do retículo endoplasmático rugoso (BHOTA et al., 2014).

Segundo Lamego et al. (2013) o grau de dessecação está estreitamente relacionado com a injúria causada pelo produto na membrana da célula, permitindo a rápida perda de água. Um “bom” dessecante deve promover a secagem e desfolha, ao mesmo tempo em que as sementes perdem água rapidamente, sem exibir redução da

massa da matéria; promover a rápida e completa secagem de todas as partes verdes da planta sem prejudicar as suas características normais; não translocar dentro da planta, e por fim não acumular no produto a ser colhido.

3. Armazenamento de sementes

Outros fatores que interferem na qualidade fisiológica das sementes de feijão são os períodos e as formas de 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.

Segundo Forti et al. (2010), o teor de água é o fator de maior significância na prevenção da deterioração da semente durante o armazenamento. Os teores de água recomendados para minimizar perdas devem estar entre 0,14 e 0,16 (decimal b.s.). Mantendo baixo o teor de água e a temperatura das sementes, o ataque de microrganismos e a respiração terão seus efeitos minimizados. Em sementes de feijão-azuki o equilíbrio higroscópico em condições ambientais é próximo ao teor de água de 12% (b.u.) (ALMEIDA et al., 2013). As causas mais frequentes de perdas no armazenamento são os ataques de insetos (AZEVEDO et al., 2007), fungos e roedores, ocorrendo, também, perda da qualidade intrínseca, como a aparência e o sabor, no caso do feijão para consumo (MARINO & MESQUITA, 2009).

A redução na qualidade é, em geral, traduzida pelo decréscimo na porcentagem de germinação, aumento de plântulas anormais e redução no vigor das plântulas (TOLEDO et al., 2009). Além disso, a qualidade sanitária e o teor de água também devem ser avaliados no início e durante o armazenamento (AVACI et al., 2010).

Na literatura existe carência de informações que podem ocorrer no feijão-azuki durante a colheita e armazenamento. Desta forma, torna-se relevante à execução de trabalhos referentes ao assunto, que possam gerar informações teóricas e práticas para melhor produção e conservação do produto.

OBJETIVOS

1. Geral

- Avaliar os efeitos da dessecação química com herbicidas aplicados em pré-colheita e do armazenamento sobre a qualidade fisiológica e sanitária de sementes de feijão-azuki.

2. Específicos

- Avaliar os efeitos da aplicação de diferentes herbicidas dessecantes sobre o rendimento e a qualidade de sementes de feijão-azuki;

- Avaliar os efeitos de dose-resposta do herbicida flumioxazin aplicado como dessecante em pré-colheita sobre o rendimento e a qualidade de sementes de feijão-azuki;

- Avaliar os efeitos de dose-resposta do herbicida saflufenacil aplicado como dessecante em pré-colheita sobre o rendimento e a qualidade de sementes de feijão-azuki;

- Mensurar os efeitos do uso de herbicidas desseccantes sobre a qualidade fisiológica e sanitária de sementes de feijão-azuki após a colheita e depois de seis meses de armazenamento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, D. P.; RESENDE, O.; COSTA, L. M.; MENDES, U. C. Higroscopicidade das sementes de feijão adzuki. **Científica**, Jaboticabal, v.41, n.2, p.130–137, 2013.

AVACI, A. B.; COELHO, S. R. M.; NÓBREGA, L. H. P.; ROSA, D. M. Qualidade fisiológica de sementes de feijão envelhecidas em condições de alta temperatura e umidade. **Exact Earth Science**, v.16, n. 1, p. 33-38, 2010.

AZEVEDO, F. R.; LEITÃO, A. C. L.; LIMA, M. A. A.; GUIMARÃES, J. A. Eficiência de produtos naturais no controle de *Callosobruchus maculatus* (Fab.) em feijão caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) armazenado. **Revista Ciência Agronômica**, v. 38, n. 2, p. 182-187, 2007.

BOTHA, G. M. ; BURGOS, N. R. ; GBUR, E. E. ; ALCOBER, E. A. ; SALAS, R. A. ; SCOTT, R. C.. Interaction of glufosinate with 2,4-D, dicamba, and tembotrione on glyphosate-resistant *Amaranthus palmeri*. **American Journal of Experimental Agriculture**, v. 4, v. 1, p. 427-442, 2014.

COELHO, C. M. M.; SOUZA, C. A.; ZILIO, M.; MICHELS, A. F. Ação de dessecante na pré-colheita sobre a produtividade e a qualidade fisiológica de sementes crioulas de feijoeiro. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 33, n. 1, p. 2973-2980, 2012.

DALTRO, F. M. F.; ALBUQUERQUE, M. C. F.; FRANÇA NETO, J. B.; GUIMARÃES, E. C.; GAZZIERO, D. L. P.; HENNING, A. A. Aplicação de dessecantes em pré-colheita: efeito na qualidade fisiológica de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 32, n. 1, p. 111-122, 2010.

FORTI, V. A.; CICERO, S. M.; PINTO, T. L. F. Avaliação da evolução de danos por ‘umidade’ e redução do vigor em sementes de soja, cultivar TMG 113-RR, durante o armazenamento, utilizando imagens de raio X e testes de potencial fisiológico. **Revista Brasileira de Sementes**, v.32, n. 2, p.123-133, 2010.

GROSSMANN, K.; HUTZELER, 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, n. 3, p. 290-298, 2011.

GUARESCHI, R. F.; PERIN, A.; GAZOLLA, P. R.; ROCHA, A.C. Nodulação e crescimento vegetativo de feijão azuki (*Vigna angularis*) submetido a inoculação e adubação nitrogenada. **Global Science and Technology**, v. 4, n. 3, p.75-82, 2011.

GUARESCHI, R. F.; PERIN, A.; ROCHA, A.C.; ANDRADE, D. N. Adubação com cama de frango e esterco bovino na produtividade de feijão azuki (*Vigna angularis*). **Revista Agrarian**, v.6, n.19, p.29-35, 2013.

GUIMARÃES, V. F.; HOLLMANN, M. J.; FIOREZE, S. L.; ECHER, M. M.; RODRIGUES-COSTA, A. C. P.; ANDREOTTI, M. Produtividade e qualidade de sementes de soja em função de estádios de dessecação e herbicidas. **Planta Daninha**, v. 30, n. 3, p. 567-573, 2012.

KOLCHINSKI, E. M.; SCHUCH, L. O. B.; PESK, S. T.; Vigor de sementes e competição intra-específica em soja. **Ciência Rural**, v. 35. n. 6, p. 1248-1256, 2005.

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**, Viçosa-MG, v. 31, n. 4, p. 929-938, 2013.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, 495 p. 2005.

MARINO, R. H.; MESQUITA, J. B. Micoflora de sementes de feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.) provenientes do Estado de Sergipe. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.4, n. 2, p.252-256, 2009.

RESENDE, O.; FERREIRA, L. U.; ALMEIDA, D. P. Modelagem matemática para descrição da cinética de secagem do feijão adzuki (*vigna angularis*). **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v.12, n.2, p.171-178, 2010.

REZENDE, O. ALMEIDA, D. P.; COSTA, L. M.; MENDES, U. C.; SALES, J. F. Adzuki beans (*Vigna angularis*) seed quality under several drying conditions. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, v. 32, n. 1, p.151-155, 2012.

SILVA, G. C.; GOMES, D. P.; KRONKA, A. Z.; MORAES, M. H. Qualidade fisiológica e sanitária de sementes de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) provenientes do estado de Goiás. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 29, n. 1, p. 29-34, 2008.

SOLTANI, N.; RODINSON, D. E.; SHROPSHIRE, C.; SIKKEMA, P. H. Adzuki bean (*Vigna angularis*) responses to post-emergence herbicides. **Crop Protection**, v. 25, n. 1, p. 613-617, 2006.

SONG, H.; GAO, J. F.; GAO, X. L.; DAI, H. P.; ZHANG, P. A.; FENG, B. L.; WANG, P. K.; CHAI, Y. Relations Between Photosynthetic Parameters and Seed Yields of Adzuki Bean Cultivars (*Vigna angularis*). **Journal of Integrative Agriculture**, v. 11, n.9, p. 1453-1461, 2012.

TOLEDO, M. Z.; FONSECA, N. R.; CESAR, M. L.; SORATTO, R. P.; CAVARIANI, C.; CRUSCIOL, C. A. C. Qualidade fisiológica e armazenamento de sementes de feijão em função da aplicação tardia de nitrogênio em cobertura. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 39, n. 2, p. 124-133, 2009.

TOLEDO, M. Z.; CAVARIANE, C.; FRANÇA NETO, J. B. Qualidade fisiológica de sementes de soja colhidas em duas épocas após dessecação com glyphosate. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 34, n. 1, p. 134-142, 2012.

VIEIRA, R. F.; VIEIRA, C.; MOURA, W. M. Comportamento do feijão azuki em diferentes épocas de plantio em Coimbra e Viçosa, Minas Gerais. **Revista Ceres**, v.47, n.272, p. 411-420, 2000.

ZHANG, Y.; SOGA, K.; WAKABAYASHI, K.; HOSON, T. Effects of gravistimuli on osmoregulation in azuki bean epicotyls. **Advances in Space Research**, v. 51, n. 1, p. 458-464, 2013.

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.

CAPÍTULO I - EFEITOS DE HERBICIDAS DESSECANTES E DO ARMAZENAMENTO SOBRE A QUALIDADE DE SEMENTES DE FEIJÃO-AZUKI

(Normas de acordo com a Revista Ciência Agronômica)

Resumo: Objetivou-se neste estudo, avaliar o efeito do uso de diferentes herbicidas como dessecante aplicados em pré-colheita e do armazenamento sobre o rendimento e a qualidade de sementes de feijão-azuki. O experimento foi conduzido em sistema de plantio convencional e foi adotado o delineamento experimental em blocos ao acaso, em esquema de parcelas subdivididas, que nas parcelas se testaram os quatro herbicidas: paraquat (400 g i.a ha⁻¹), glufosinato de amônio (400 g i.a ha⁻¹), glyphosate (720 g e.a ha⁻¹), flumioxazin (30 g i.a ha⁻¹) e uma testemunha sem aplicação; e nas subparcelas as duas épocas de avaliação da qualidade das sementes (colheita e 6 meses após a colheita), com quatro repetições. A aplicação dos dessecantes ocorreu na maturidade fisiológica do feijoeiro. Foram avaliados os componentes de rendimento, a massa específica aparente, a coloração e qualidade fisiológica e sanitária das sementes. A aplicação de dessecantes na fase de maturidade fisiológica do feijoeiro-azuki não compromete o rendimento, a massa específica aparente e a coloração das sementes. O uso do herbicida glyphosate promove maior incidência de plântulas anormais e redução do tamanho e massa seca das plântulas. Sementes dessecadas com os herbicidas paraquat e flumioxazin mantêm a qualidade fisiológica e promovem menor infestação de patógenos seis meses após a colheita. O armazenamento em condições não controladas afeta a qualidade fisiológica de sementes de feijão-azuki.

Palavras-chave: *Vigna angularis*, vigor, antecipação da colheita.

EFFECTS OF DESICCATING HERBICIDES AND STORAGE ON QUALITY OF AZUKI SEED

Abstract: The objective of this study was to evaluate the effect of using different herbicides desiccant in pre harvest and storage on the yield and quality of azuki bean seeds. The experiment was carried out in conventional tillage and was adopted a randomized block design in a split-plot, where the parcels were tested four herbicides: paraquat (400 g i.a ha⁻¹), glufosinate (400 g i.a ha⁻¹), glyphosate (720 g e.a ha⁻¹), flumioxazin (30 g i.a ha⁻¹) and a control without application; and the subplots the two evaluation periods of seed quality (harvest and 6 months after harvest), with four replications. Desiccant application occurred in the physiological bean maturity. There were evaluated yield components, bulk density, staining and physiological and sanitary quality of the seeds. The application of desiccant at physiological maturity stage of adzuki bean does not compromise performance, the bulk density and the color of the seeds. The use of glyphosate promotes higher incidence of abnormal seedlings and reduces the size and dry weight of seedlings. Desiccated seed with herbicide paraquat and flumioxazin and maintains the physiological quality and promoter lower pathogen infestation six months after harvest. The storage under uncontrolled conditions affects the physiological quality of azuki bean seeds.

Key words: *Vigna angularis* L., force, crop anticipation.

1.1 INTRODUÇÃO

A colheita de qualquer semente deveria ser realizada logo após a maturidade fisiológica (MF), momento que as sementes apresentam elevado vigor, germinação e máximo acúmulo de matéria seca (GUIMARÃES et al., 2012). No entanto, nesta fase a semente apresenta elevado teor de água e a planta está com folhas e ramos verdes e úmidos. Isto associado aos diferentes hábitos de crescimento e de ramificações por planta em genótipos de feijão (COELHO et al., 2012) dificultaria que a colheita fosse realizada de modo eficiente.

Normalmente, as sementes permanecem no campo por um tempo superior a fase da maturidade fisiológica, e ficam expostas as variações ambientais de temperatura e umidade relativa, que podem afetar negativamente a qualidade fisiológica das sementes, aos danos por insetos, patógenos e o mecânico (DALTRO et al., 2010). Uma alternativa é a aplicação de dessecantes em pré-colheita que contribui para a redução da exposição das sementes às condições desfavoráveis após a maturidade.

A aplicação de dessecantes realizada de maneira adequada promove a uniformidade de maturação da lavoura, antecipa a colheita, não causa perdas no rendimento e ainda pode levar a obtenção de sementes com alta qualidade física, fisiológica e sanitária mesmo quando submetidas ao armazenamento (LAMEGO et al., 2013).

Entretanto, dependendo do tipo e modo de ação do produto utilizado para a dessecação, a qualidade das sementes pode ser prejudicada, sobretudo quando as sementes são expostas ao armazenamento, em que a deterioração pode ocorrer de modo mais acelerado ou ainda ser retardada (LACERDA, 2005).

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 pode ser evitada, mas apenas minimizada. O armazenamento é um importante fator para a logística de produção e comercialização dos produtos agrícolas, tem papel de destaque na preservação dos produtos após a colheita. Para Toledo et al. (2009), a qualidade fisiológica das sementes está relacionada com a capacidade em desempenhar suas funções vitais, caracterizando-se pela longevidade, viabilidade e vigor.

Com base no exposto, objetivou-se nesse estudo avaliar os efeitos do uso de diferentes herbicidas aplicados como dessecante em pré-colheita e do armazenamento sobre o rendimento e a qualidade fisiológica e sanitária de sementes de feijão-azuki.

1.2 MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi conduzida no campo experimental do IF Goiano, Câmpus Rio Verde localizado em Rio Verde, GO, sob as coordenadas 17° 48' e 67'' S e 50° 54' 18'' W e altitude de 754 m. A área experimental alocada sobre Latossolo Vermelho distroférico apresentou as seguintes características físico-químicas, determinadas na profundidade de 0 a 20 cm: pH (CaCl₂) de 5,2; P de 11 mg dm⁻³; K de 246 mg dm⁻³; Ca de 5,77 cmol_c dm⁻³; Mg de 1,63 cmol_c dm⁻³; Al de 0,03 cmol_c dm⁻³; V% de 64,6 e granulometria de 46, 10 e 44 dag kg⁻¹ de argila, silte e areia, respectivamente. O clima da região é do tipo Aw (Köppen-Geiger) - Tropical, com chuvas concentradas no verão (outubro a abril) e um período seco bem definido durante a estação de inverno (maio a setembro), com precipitação média anual que varia de 1200 a 1500 mm. Os dados climatológicos durante a condução do experimento, encontram-se na Figura 1.

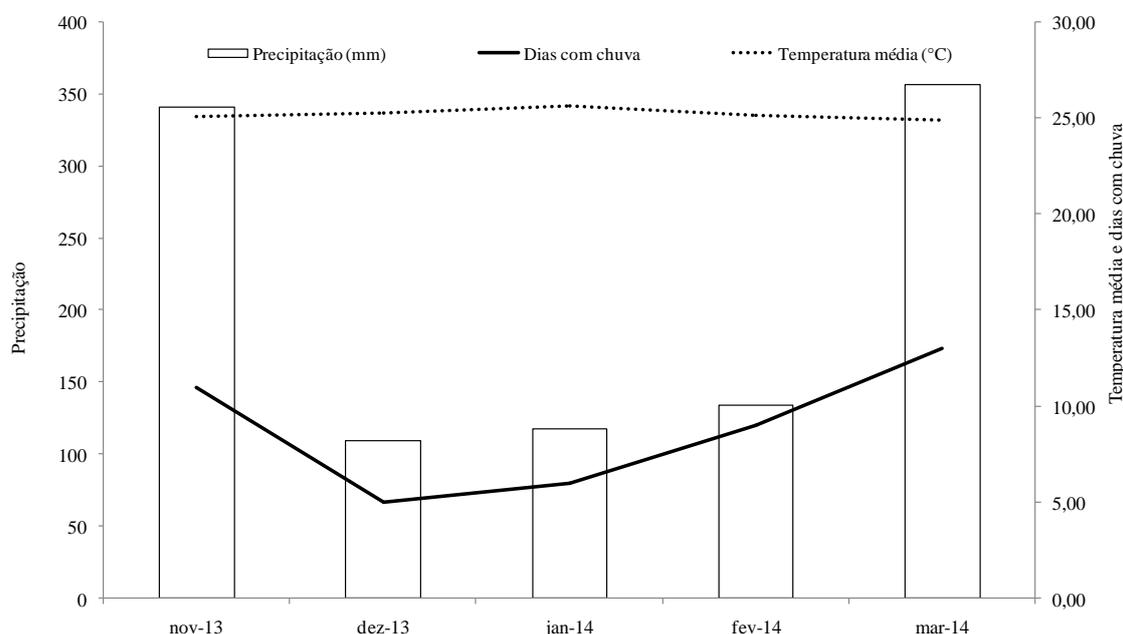


Figura 1. Precipitação pluvial, temperatura média e número de dias com chuvas no período de novembro de 2013 a março de 2014, em Rio Verde, GO.

Foi adotado o delineamento experimental em blocos ao acaso, em esquema de parcelas subdivididas, e nas parcelas testaram os quatro herbicidas: paraquat (400 g i.a ha⁻¹), glufosinato de amônio (400 g i.a ha⁻¹), glyphosate (720 g e.a ha⁻¹), flumioxazin (30 g i.a ha⁻¹) e uma testemunha sem aplicação; e nas subparcelas as duas épocas de

avaliação da qualidade fisiológica e sanitária das sementes: colheita e 6 meses após a colheita (6 MA), com quatro repetições.

Cada unidade experimental foi de 20 metros quadrados, constituída por oito fileiras de feijão, com cinco metros de comprimento, com a área útil constituída pelas quatro linhas centrais, descartando-se as bordaduras e também 0,5 m de cada extremidade.

O preparo do solo foi efetuado por meio de aração e duas gradagens e a semeadura semimecanizada do feijão foi realizada no dia 28 de novembro de 2013, com a população de 18 sementes por metro linear. A semeadura foi realizada a profundidade de 4 cm e a adubação de base realizada no sulco de semeadura foi de 350 kg ha⁻¹ da formulação 02-20-18 (N, P₂O₅, K₂O). Após 25 dias foi realizada a adubação de cobertura com 60 kg ha⁻¹ de N na forma de ureia.

O controle de plantas daninhas foi realizado por meio de capinas manuais até o fechamento do dossel da cultura, fase em que o feijoeiro passou a suprimir o desenvolvimento de plantas daninhas pelo sombreamento. Como tratamentos fitossanitários, foram realizadas aos 28 e 42 dias após a semeadura a aplicação do fungicida piraclostrobina na dose de 0,075 kg ha⁻¹ e do inseticida thiamethoxan na dose de 0,060 kg ha⁻¹.

A aplicação dos dessecantes ocorreu aos 68 dias após a semeadura (DAS), estágio R7, ocasião da maturidade fisiológica, quando o feijoeiro apresentava uma vagem com coloração tipicamente madura. Os tratamentos foram aspergidos com pulverizador costal pressurizado a CO₂, contendo quatro pontas de pulverização modelo TT110°03, a pressão constante de 2,5 bar e volume de calda de 250 litros ha⁻¹.

Por ocasião da colheita, que foi realizada manualmente, foram avaliados o número de plantas, o rendimento de sementes na área útil da parcela, a coloração e a massa específica aparente das sementes. Das plantas colhidas na área útil de cada parcela, dez foram separadas ao acaso para análise do número total de vagens por planta. Destas plantas foram selecionadas 200 vagens coletadas aleatoriamente e determinado o número de sementes por vagem e a massa de 100 sementes, feito em duplicata.

Os valores do rendimento de sementes e da massa de 100 sementes foram expressos a 12% de teor de água (b.u.) (ALMEIDA et al., 2013). A coloração das sementes foi avaliada pela leitura direta de reflectância das coordenadas do sistema “L” (luminosidade preto - branco), “a” (tonalidade verde – vermelha) e “b” (tonalidade azul

– amarela), em colorímetro tristímulo (iluminante 10°/D65), utilizando os valores das coordenadas, foram calculados o croma ($C = (a^2 + b^2)^{1/2}$) que define a intensidade e pureza da cor e o ângulo Hue ($^{\circ}h = \arctang(b/a)$), usando a média de oito medições.

As sementes foram acondicionadas em sacos de papel e armazenadas em condições ambientes pelo período de seis de meses. A umidade relativa (UR) e a temperatura foram registradas pelo “data logger” digital (precisão: 0,1 °C; 5,0% UR), obtendo valores médios durante o período de temperatura $25,4 \pm 3$ °C e UR $67,3 \pm 3$ %.

A qualidade fisiológica das sementes foi avaliada através dos testes: teor de água, germinação, envelhecimento acelerado, condutividade elétrica, emergência e índice de velocidade de emergência e teste de sanidade:

a) Teor de água: determinado segundo as Regras para Análise de Sementes (RAS) pelo método da estufa a 105 ± 3 °C por 24 horas (BRASIL, 2009), com quatro subamostras de 50 sementes. O resultado foi expresso em porcentagem de base úmida (%b.u.).

b) Teste de germinação: realizada com quatro subamostras de 50 sementes por tratamento, acondicionadas em rolos de papel tipo “germitest”, umedecidos com água destilada em volume equivalente a 2,5 vezes a massa do substrato seco. Os rolos foram acondicionados em germinador, regulado a temperatura constante de 30°C diurna e 20°C noturna. As contagens foram realizadas no quarto e nono dias após a instalação do teste e os resultados foram expressos em porcentagem de plântulas normais (BRASIL, 2009);

c) Teste de emergência e índice de velocidade de emergência: 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 substrato foi umedecido até 70% de sua capacidade de campo no momento da semeadura e após irrigado, por aspersão, três vezes ao dia. Foram realizadas contagens diárias, computando a emergência das plântulas acima de 1 cm, a fim de determinar o índice de velocidade de emergência de plântulas (IVE), de acordo com Maguire (1962). Para as avaliações de comprimento de plântulas, e massa seca de plântulas, foram utilizadas as plântulas normais oriundas do teste de emergência, 10 dias após a semeadura. Foi medido o comprimento do hipocótilo e epicótilo mensurado com régua em 20 plântulas. Para a determinação da massa seca, as plântulas foram acondicionadas em sacos de papel e submetidas à secagem em estufa com circulação de ar na temperatura de 65°C por 48 horas. Após a secagem, as amostras foram pesadas em balança eletrônica com precisão de 0,001g.

d) Teste de condutividade elétrica: Efetuado com quatro repetições de 50 sementes de cada tratamento, que foram previamente pesadas com balança de precisão de 0,01g e, a seguir, colocadas em copos plásticos contendo 75 mL de água destilada e deionizada, permanecendo em embebição em BOD à temperatura constante de 25°C. Decorridas 24 horas, foi efetuada a leitura de condutividade elétrica das soluções, utilizando um condutivímetro digital Technal, modelo TEC-4MP. Os resultados foram expressos em $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$ de semente (VIEIRA & KRZYZANOWSKI, 1999).

e) Envelhecimento acelerado: No teste de envelhecimento acelerado foram utilizadas quatro repetições de 50 sementes. O teste foi conduzido em caixas gerbox possuindo em seu interior a tela de alumínio e as sementes foram distribuídas em camada uniforme. Em cada caixa, foram adicionados 40 mL de água destilada e dispostas as 50 sementes sobre a tela. As caixas, tampadas, foram mantidas em câmara germinadora reguladas a temperatura de 41°C por 24 horas. Após o envelhecimento, as sementes foram submetidas ao teste de germinação, conforme descrito anteriormente, sendo os resultados expressos em porcentagem de plântulas normais.

f) Teste de sanidade: o método utilizado foi o do papel filtro (“blotter test”), conforme descrito por Neergaard (1979). Foram realizadas quatro repetições de 100 sementes colocadas sobre três folhas de papel filtro previamente esterilizadas a seco e umedecidas com água destilada e autoclavada a 1% de cloreto de sódio, em caixas plásticas tipo gerbox, sendo utilizadas 25 sementes por caixa. A identificação dos patógenos foi feita após sete dias de incubação a $20^{\circ}\pm 2^{\circ}$ °C e regime luminoso de 12 horas de luz. Finalizado esse período as sementes foram examinadas individualmente, com auxílio de microscópio estereoscópio com aumento de até 60x. Quando necessário, foram realizadas preparações microscópicas para a identificação dos fungos.

Os resultados foram submetidos à análise de variância pelo teste F e quando significativos comparado pelo teste de Tukey 5% de significância.

1.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não foram observados efeitos para o número de vagens por planta (VP), sementes por vagem (SV), massa de 100 sementes (MCS), rendimento de sementes (RS) e população de plantas (PO) em função dos tratamentos principais e das interações, demonstrando que o feijoeiro não difere quanto a sua capacidade produtividade, independentemente do herbicida utilizado (Tabela 1).

Tabela 1. Quadrados médios e níveis de significância avaliadas no feijão-azuki de acordo com a fonte de variação.

FV	GL	VP ^{1/}	SV	MCS	RS	PO
Produto (P)	4	2,46 ^{ns}	0,25 ^{ns}	0,60 ^{ns}	1943,53 ^{ns}	91748253,37 ^{ns}
Resíduo	12	2,45	0,32	2,19	5925,89	43335674,52
CV (%)		9,55	10,01	19,49	7,78	3,21

1/ VP= vagem por planta, SV= sementes por vagem, MCS= massa de cem sementes, RS= rendimento de sementes, PO= população de plantas. ns, não significativo pelo teste F.

Na Tabela 2, são apresentados os valores médios das variáveis analisadas na colheita, e se observa, que estes resultados corroboram com os valores encontrados por Guareschi et al. (2009). Coelho et al. (2012) não encontraram diferenças na produtividade de feijão-crioulo quando dessecado por ocasião da maturidade fisiológica. Efeitos nos componentes de rendimentos ocasionados por dessecantes são relatados quando são aplicados logo após o florescimento (BÜLOW e CRUZ-SILVA, 2012; SILVA et al., 2014).

Kamikoga et al. (2009), encontraram efeito linear sobre a produtividade de grãos, na medida que a dessecação foi realizada aos 28, 33 e 43 dias após o pleno florescimento, com a diferença aproximada de 140 kg ha⁻¹, de maneira independente da dessecação ou não, sendo a colheita realizada aos 28+10, 33+10 e 43+10 dias, respectivamente. Entretanto, o caráter produtividade é dependente do genótipo, da safra e do ambiente, bem como da interação entre estes fatores, realizado por meio das avaliações de adaptabilidade e estabilidade (ROCHA et al., 2009).

Tabela 2. Vagem por planta (VP), sementes por vagem (SV), massa de 100 sementes (MCS), rendimento de sementes (RS) e população de plantas (PO) de feijão-azuki em função dos desseccantes aplicados em pré-colheita.

Tratamentos	VP ^{1/}	SV	MCS (g)	RS (kg ha ⁻¹)	PO (plantas ha ⁻¹)
Testemunha ^{1/}	17,6	5,73	7,17	981,98	205125
Paraquat	16,0	5,64	7,86	982,03	209464,3
Glufosinato de Amônio	16,5	5,88	8,11	961,12	210267,1
Glyphosate	15,5	5,72	7,33	1012,79	201607,1
Flumioxazin	16,3	5,74	7,47	1011,50	199285,7

1/ Médias estatisticamente iguais pelo teste F a 5% de significância.

Quanto as variáveis avaliadas após a colheita para caracterização da qualidade das sementes (Tabela 3), verificaram efeitos dos fatores principais concernentes aos desseccantes à condutividade elétrica, plântulas anormais, porcentagem de plântulas normais na germinação e infestação de *Alternaria* sp. e *Penicillium* sp.; da época de avaliação para a condutividade elétrica, comprimento e massa seca raiz, plântulas anormais, porcentagem de plântulas normais na germinação e infestação de *Alternaria* sp. e *Penicillium* sp.; e da interação para porcentagem de emergência, índice de velocidade de emergência, comprimento de hipocótilo e comprimento total de plântulas, massa seca hipocótilo e massa seca total de plântulas, plântulas normais na primeira contagem, plântulas normais no envelhecimento acelerado e infestação de *Aspergillus* sp., *Cladosporium* sp., *Fusarium* sp. e *Rizhopus* sp.

O teste de condutividade elétrica é considerado um teste bioquímico que reflete a situação atual da integridade do sistema de membranas celulares. É possível verificar (Tabela 4) que o herbicida glyphosate utilizado como desseccante a integridade das membranas da semente quando comparado com o glufosinato de amônio, não diferindo dos demais tratamentos. O armazenamento também afetou essa característica, levando ao aumento dos valores observados. Estudando efeitos da aplicação de paraquat como desseccante em feijão-crioulo, Coelho et al. (2012) verificaram que o desseccante mantém a integridade das membranas e antecipa a colheita sem prejuízos a produtividade e qualidade de sementes, corroborando com os resultados obtidos por Coelho et al. (2010).

Tabela 3. Quadrados médios e níveis de significância avaliadas no feijão-azuki de acordo com a fonte de variação.

FV	GL	TA ^{1/}	CE	E	IVE	CH	CR	CT	MSH	MSR	MST	PN1	PA	PN	PNEA
Produto (P)	4	0,33 ^{ns}	438,08*	261,35**	4,29*	1,70**	2,18 ^{ns}	6,71 ^{ns}	0,07*	0,02 ^{ns}	0,14*	312,4*	355,25**	292,35**	347,85**
Resíduo-a	12	0,42	110,87	40,74	1,01	0,198	3,27	4,36	0,018	0,008	0,03	73,33	23,38	35,21	55,85
Época (E)	1	0,12 ^{ns}	6223,03**	166,46 ^{ns}	19,61**	78,37**	94,58**	345,39**	5,50**	0,95**	11,04**	846,4**	1464,1**	1254,4**	2220,1**
P x E	4	0,25 ^{ns}	244,99 ^{ns}	242,01*	6,77**	3,45**	4,30 ^{ns}	11,31**	0,07*	0,02 ^{ns}	0,14*	257,9*	47,35 ^{ns}	74,15 ^{ns}	623,35**
Resíduo-b	15	0,50	80,98	50,64	0,83	0,29	1,43	2,16	0,02	0,01	0,04	68,40	40,30	63,53	27,76
CV A (%)		5,15	12,13	7,49	11,26	3,63	14,95	8,56	26,20	34,51	24,45	12,96	30,70	7,30	12,68
CV B (%)		5,66	10,37	8,45	10,21	4,40	9,89	6,03	27,82	37,48	25,66	12,51	40,31	9,80	8,94

1/ TA= teor de água, CE= condutividade elétrica, E= porcentagem de emergência, IVE= índice de velocidade de emergência, CH= comprimento hipocótilo, CR= comprimento raiz primária, CT= comprimento total de plântulas, MSH= massa seca hipocótilo, MSR= massa seca raiz, PN1= plântulas normais primeira contagem da germinação, PA= plântulas anormais na germinação, PN= porcentagem de plântulas normais na germinação, PNAE= plântulas normais no envelhecimento acelerado. ns, *, **= não significativo, significativo a 5 e 1%, respectivamente pelo teste F.

Tabela 4. Teor de água (TA), condutividade elétrica (CE), comprimento de raiz (CR), massa seca da raiz (MSR), plântulas anormais (%) (PA) e plântulas normais na germinação (%) (PN) de feijão-azuki em função dos dessecantes aplicados em pré-colheita e aos seis meses de armazenamento (6 MA).

Tratamentos	TA ^{1/} (% b.u.)	CE ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$)	CR (cm)	MSR (g)	PA (%)	PN (%)
Testemunha	12,83	82,10 ab	11,78	0,23	8,75 c	88 a
Paraquat	12,62	90,03 ab	11,40	0,33	10,5 c	85,5 a
Glufosinato de amônio	12,62	97,76 a	12,21	0,31	15,25 bc	80,25 ab
Glyphosate	12,49	78,82 b	12,75	0,22	25,25 a	72,25 b
Flumioxazin	12,28	85,18 ab	12,33	0,26	19 ab	80,5 ab
Colheita	12,62	74,30 b	13,63 a	0,42 a	9,7 b	86,9 a
6 MA	12,51	99,25 a	10,55 b	0,12 b	21,8 a	75,7 b

1/ Médias seguidas pelas mesmas letras nas colunas são estatisticamente iguais pelo teste de tukey a 5% de significância.

O teor de água das sementes não foi influenciado pela aplicação dos produtos e pelos seis meses de armazenamento (Tabela 3 e 4). A perda ou ganho de água no armazenamento está relacionado com a permeabilidade da embalagem em que as sementes foram armazenadas e condições do local, haja vista que, estas permitem troca de vapor d'água com o ambiente. Carvalho e Nakagawa (2012) relataram a influência da temperatura e da umidade relativa no teor de água do produto, por causa de sua higroscopicidade.

Em relação ao efeito dos dessecantes no teste de germinação (Tabela 4 e 5), para as variáveis plântulas anormais e porcentagem de plântulas normais, percebe-se que as sementes tratadas com os herbicidas glyphosate e flumioxazin apresentam maior valor de plântulas anormais que o herbicida paraquat e a testemunha sem aplicação. Em contrapartida, na testemunha e nos tratamentos com paraquat observaram maiores valores de porcentagem de germinação que o herbicida glyphosate, não diferindo dos demais. Daltro et al. (2010) relatam que o uso de glyphosate na dessecação promove o desenvolvimento de plântulas de soja com raízes curtas e aumenta o número de anormalidades e a diminuição do número de plântulas normais.

Para a primeira contagem da germinação, os dessecantes paraquat e glufosinato de amônio demonstram melhores resultados que a testemunha e são iguais aos demais na colheita. Após o armazenamento, apesar de perder qualidade, sementes tratadas com o herbicida paraquat apresentam melhores resultados que o flumioxazin e não diferem dos demais, sendo que, a testemunha, o glufosinato de amônio e o glyphosate não possuem mudanças no seu comportamento em relação ao armazenamento.

Em condições de armazenamento, observou-se aumento de plântulas anormais, diminuição da porcentagem de plântulas normais e, em alguns casos, afetou a primeira contagem. Efeitos de decréscimos na viabilidade e no vigor das sementes durante o período de armazenamento são evidenciados por vários autores (PÁDUA e VIEIRA, 2001). Silva et al. (2010) concluíram que independente do tipo de embalagem utilizada, a germinação das sementes de feijão, cultivar Pérola, decresceu quando armazenadas em condições ambientais não controladas de laboratório.

A qualidade das sementes foi evidenciada também após o teste de envelhecimento acelerado (Tabela 5), pois, observou-se decréscimo acentuado no percentual de plântulas normais em função do armazenamento, exceto na testemunha em que os valores observados foram estatisticamente iguais. Não houve influência dos dessecantes na ocasião da colheita, contudo, após o armazenamento, glufosinato de

amônio e o glyphosate apresentaram valores de plântulas normais inferiores a testemunha e foram iguais aos demais tratamentos. O envelhecimento acelerado está baseado no fato da taxa de deterioração das sementes acelerar conforme a exposição aos níveis elevados de temperatura e umidade relativa do ar, justificando desta forma o maior decréscimo da porcentagem de plântulas normais (SANTOS, 2005). Entretanto, Kappes et al. (2012) observaram que o percentual de germinação e o envelhecimento acelerado de sementes não foram afetados pelas épocas e doses de aplicação de paraquat.

Tabela 5. Plântulas normais após o teste de envelhecimento acelerado (PNEA) e plântulas normais na primeira contagem (PN1) de feijão-azuki em função dos dessecantes aplicados em pré-colheita e após seis meses de armazenamento (6 MA).

Tratamentos	PNEA (%)		PN1 (%)	
	Colheita	6 MA	Colheita	6 MA
Testemunha ^{1/}	66,5 aA	64,0 aA	57,0 bA	66,5 abA
Paraquat	68,0 aA	56,0 abB	80,0 aA	69,5 aB
Glufosinato de Amônio	65,0 aA	33,5 bB	76,5 abA	65,5 abA
Glyphosate	62,5 aA	35,0 bB	67,0 abA	55,0 abA
Flumioxazin	68,5 aA	54,5 abB	73,0 bA	51,5 bB
CV A (%)	12,68		12,96	
CV B (%)	8,94		12,51	

1/ Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas nas colunas e maiúsculas na linha são estatisticamente iguais pelo teste de Tukey a 5% de significância.

De maneira geral as sementes apresentaram emergência adequada após a colheita, com valores acima 90%, com exceção das sementes dessecadas com o herbicida glufosinato de amônio (74,5%) e valores de IVE variando de 9,5-11. Entretanto, queda na emergência das sementes que não foram dessecadas foi observada após o armazenamento e queda em todos os tratamentos para a variável IVE (Tabela 6), haja vista que, a deterioração das sementes durante o armazenamento é um processo inevitável e irreversível (SILVA et al., 2014).

Após o armazenamento, o dessecante paraquat e o flumioxazin promoveram maior porcentagem de emergência que a testemunha e o glufosinato de amônio. Sementes tratadas com flumioxazin expressaram maior velocidade de emergência que os demais tratamentos, que foram todos iguais, mesmo após o armazenamento. Kappes

et al. (2012) observaram que, quando foram aplicados 200 e 600 g i.a ha⁻¹ de paraquat, as aplicações realizadas precocemente aos 30, 35 e 40 DAF favoreceram a rápida emergência das sementes feijão-comum.

Tabela 6. Emergência (%) (E) e índice de velocidade de emergência (IVE) de feijão-azuki após aplicação de dessecantes na pré-colheita e após seis meses de armazenamento (6 MA).

Tratamentos	E (%)		IVE	
	Colheita	6 MA	Colheita	6 MA
Testemunha ^{1/}	94,5 aA	74,6 bB	9,5 aA	7,3 bB
Paraquat	91,0 aA	86,0 aA	9,6 aA	8,0 bB
Glufosinato de Amônio	74,5 bA	77,5 bA	9,8 aA	6,9 bB
Glyphosate	90,0 aA	80,5 abA	10,0 aA	7,9 bB
Flumioxazin	95,5 aA	95,5 aA	11,0 aA	9,3 aB
CV A (%)	7,49		11,26	
CV B (%)	8,45		10,21	

1/ Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas nas colunas e maiúsculas na linha são estatisticamente iguais pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Estudo referente ao comprimento e massa seca de plântulas ou de suas partes é eficaz para detectar diferenças sutis de vigor em sementes (VANZOLINI et al. 2007). A utilização de glyphosate promove menor comprimento de hipocótilo que o flumioxazin e a testemunha (Tabela 7), além disso, menor acúmulo de massa seca no hipocótilo e total nas plântulas quando comparados aos demais tratamentos avaliados na época da colheita. Após o armazenamento, ocorreu queda no acúmulo de massa seca, contudo não houve diferenças entre os tratamentos. O comprimento de plântulas também foi afetado pelo armazenamento. Desta forma, a deterioração se manifesta no decorrer do armazenamento, ocasionando reflexos negativos no vigor de sementes (MARCANDALLI et al., 2011).

Kappes et al. (2012) ao avaliar o comprimento total de plântula de feijão-comum, observaram que não houve efeito de épocas e doses de aplicação de paraquat, entretanto foi observado plântulas maiores quando tratadas com paraquat aos 30 DAF (dias após o florescimento). A utilização do glyphosate originou plântulas de soja com menor comprimento (DALTRO, 2010).

Tabela 7. Comprimento de hipocótilo (CH), comprimento total (CT), massa seca hipocótilo (MSH) e massa seca total de plântula (MST) de feijão-azuki em função de desseccantes aplicados em pré-colheita e após seis meses de armazenamento (6 MA).

Tratamentos	CH ^{1/} (cm)		CT (cm)		MSH (g)		MST (g)	
	Colheita	6 MA	Colheita	6 MA	Colheita	6 MA	Colheita	6 MA
Testemunha	14,31 aA	10,22 bB	27,50 aA	20,59 abB	0,85 aA	0,17 aB	1,30 aA	0,28 aB
Paraquat	13,59 abA	9,79 bB	27,81 aA	18,36 bB	0,91 aA	0,12 aB	1,46 aA	0,23 aB
Glufosinato de amônio	13,6 abA	10,58 bB	26,92 aA	21,69 abB	1,03 aA	0,12 aB	1,53 aA	0,25 aB
Glyphosate	12,93 bA	10,09 bB	26,96 aA	19,57 bB	0,58 bA	0,12 aB	0,89 bA	0,25 aB
Flumioxazin	14,05 aA	11,80 aB	27,47 aA	23,06 aB	1,04 aA	0,16 aB	1,45 aA	0,27 aB
CV A (%)	3,63		8,56		26,20		24,45	
CV B (%)	4,40		6,03		27,82		25,66	

1/ Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas nas colunas e maiúsculas na linha são estatisticamente iguais pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Não foram observadas diferenças para a variável massa específica aparente e coloração das sementes (Tabela 8).

Tabela 8. Quadrados médios e níveis de significância avaliadas no feijão-azuki de acordo com a fonte de variação.

FV	GL	ME ^{1/}	L	a	b	C	°h
Produto (P)	4	378,99 ^{ns}	1,38 ^{ns}	1,03 ^{ns}	0,40 ^{ns}	0,64 ^{ns}	0,003 ^{ns}
Resíduo-a	12	385,19	0,63	0,81	0,46	0,54	0,003
Época (E)	1	16,29 ^{ns}	0,41 ^{ns}	0,55 ^{ns}	0,65 ^{ns}	0,29 ^{ns}	0,00004 ^{ns}
P x E	4	228,07 ^{ns}	0,43 ^{ns}	0,26 ^{ns}	0,05 ^{ns}	1,16 ^{ns}	0,0007 ^{ns}
Resíduo-b	15	181,75	0,43	0,12	0,03	0,07	0,0003
CV A (%)		2,56	3,03	7,45	7,16	4,79	8,55
CV B (%)		1,76	2,51	2,88	1,96	1,80	2,65

1/ ME= massa específica aparente, L, a e b= coordenadas obtidas através do colorímetro, C= cromia, °h= ângulo Hue. ns, não significativo pelo teste F.

O valor de “L” é uma das informações relevantes para o feijão, pois está vinculado a claridade dos grãos (Tabela 9). Em grãos do tipo carioca, a maior claridade do tegumento dos grãos é associada com grãos recém-colhidos e de rápido cozimento. Por isso, cultivares com “L” superior a 55 têm maior valor no mercado. No entanto, a menor claridade é desejável pelo consumidor e implica maior aceitação para grãos pretos, porque cultivares com “L” superior a 22 possuem grande porcentagem de grãos arroxeados, que está relacionado a qualidade inferior e a necessidade de maior tempo para o cozimento.

O ângulo hue (°h) é indicativo de tonalidade e, chroma (C) define a intensidade de cor, sendo que não houve diferenças nessas variáveis em função das fontes de variação. Para as demais classes de grãos não se encontraram referências na literatura quanto ao padrão de cor (RIBEIRO et al., 2014). No entanto, essas relações são feitas de forma empírica e subjetiva. Faroni et al. (2006) relatam que independentemente do teor de água de colheita e da temperatura de secagem os grãos de feijão tendem ao escurecimento, ao longo do armazenamento.

A massa específica pode ser afetada pelo ataque de insetos, microrganismos, processo de respiração ou variação muito grande de teor de água (SMANIOTTO et al.,

2014). Neste não caso, não houve alteração nessa variável, demonstrando que a semente foi armazenada com teor de água para essas condições ambientais.

Tabela 9. Massa específica aparente (ME), coordenadas L, a e b, croma (C), e ângulo Hue (°h) de feijão-azuki em função da aplicação de dessecantes em pré-colheita e de seis meses de armazenamento (6 MA).

Tratamentos	ME (kg m ⁻³)	L	a	b	C	°h
Testemunha	762,50	26,80	12,41	9,67	15,74	0,66
Paraquat	760,83	25,72	11,05	9,22	14,41	0,70
Glufosinato de amônio	765,97	26,07	11,60	9,21	14,83	0,67
Glyphosate	776,11	26,51	12,56	9,66	14,85	0,65
Flumioxazin	774,17	26,40	12,69	9,50	15,16	0,64
Colheita	768,55	26,40	12,32	9,65	15,67	0,67
6 MA	767,67	26,20	11,81	9,25	15,33	0,66

1/ Médias estatisticamente iguais pelo teste F a 5% de significância.

Pelo teste de sanidade (“Blotter test”) foi possível detectar os fungos que estiveram presentes nas sementes, verificando a influência das fontes de variação em relação à ocorrência dos patógenos (Tabela 10). Contudo, a porcentagem de fungos associados às sementes foi inferior a 7% para todos os tratamentos avaliados, sendo a ocorrência desses comumente constatada na maioria das espécies cultivadas. A ocorrência ficou limitada aos gêneros: *Fusarium*, *Cladosporium*, *Alternaria*, *Aspergillus*, *Penicillium* e *Rizhopus*.

Os desdobramentos das interações (Tabela 11) demonstraram que o armazenamento reduziu a maioria dos patógenos em quase todos os tratamentos, não havendo diferenças nas respostas em relação aos dessecantes após seis meses, isso acontece, pelo fato desses organismos não desenvolverem bem em condições de baixas temperaturas e umidade (SANTOS et al., 2005). A exceção foi para os gêneros *Aspergillus* e *Penicillium* que são patógenos adaptados a essas condições.

Tabela 10. Quadrados médios e níveis de significância avaliadas no feijão-azuki de acordo com a fonte de variação.

FV	GL	ALT ^{1/}	ASP	CLA	FUS	PEN	RIZ
Produto (P)	4	0,89**	6,41**	7,94**	4,60**	5,03**	0,35*
Resíduo-a	12	0,12	0,44	0,39	0,34	0,71	0,08
Época (E)	1	25,60**	0,50	51,75**	18,36**	3,6*	3,96**
P x E	4	0,32 ^{ns}	2,84**	7,38**	5,03**	1,93	0,52**
Resíduo-b	15	0,24	0,33	0,33	0,29	0,71	0,06
CV A (%)		27,34	20,86	11,51	10,27	24,65	35,19
CV B (%)		38,57	18,12	10,65	9,55	24,65	30,99

1/ ALT= *Alternaria*, ASP= *Aspergillus*, CLA= *Cladosporium*, FUS= *Fusarium*, PEN= *Penicillium*, RIZ= *Rizhopus*. ns, *, **= não significativo, significativo a 5 e 1%, respectivamente pelo teste F.

Tabela 11. Ocorrência de microrganismos patogênicos *Aspergillus* (ASP), *Cladosporium* (CLA), *Fusarium* (FUS) e *Rizhopus* (RIZ) em feijão - azuki em função da aplicação de dessecantes em pré-colheita e após seis meses de armazenamento (6 MA).

Tratamentos	ASP (%)		CLA (%)		FUS (%)		RIZ (%)	
	Colheita	6 MA						
Testemunha	2,85 bA	2,50 aA	5,15 cA	4,22 aB	5,5 bcA	4,53 aB	0,98 bA	0,63 aA
Paraquat	2,80 bA	3,30 aA	4,25 cA	4,15 aA	5,95 bA	4,85 aB	0,75 bA	0,40 aA
Glufosinato de Amônio	4,90 aA	3,70 aB	6,62 aA	4,27 aB	7,73 aA	5,15 aB	1,90 aA	0,38 aB
Glyphosate	2,20 bA	2,80 aA	6,47 aA	4,32 aB	8,08 aA	5,03 aB	1,20 bA	0,63 aB
Flumioxazin	1,82 bB	3,15 aA	6,42 bA	4,47 aB	4,48 cB	5,48 aA	0,90 bA	0,55 aA
CV A (%)		20,86		11,51		10,27		35,19
CV B (%)		18,12		10,65		9,55		30,99

1/ Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas nas colunas e maiúsculas na linha são estatisticamente iguais pelo teste de Tukey a 5% de significância.

De forma geral, o feijoeiro dessecado com os herbicidas paraquat e flumioxazin apresentaram menores incidência de fungos que os demais dessecantes. Glufosinato de amônio e glyphosate apresentaram as maiores porcentagens de infecção para os fungos encontrados nessa avaliação.

Inoue et al. (2003) relatam que a dessecação química reduz o grau de infecção das sementes por patógenos. Segundo esses autores, a dessecação química modifica o dossel da cultura, pela redução da umidade relativa, que provavelmente contribui para a diminuição do grau de infecção de vagens e sementes por patógenos, podendo a ocorrência de chuvas após a aplicação favorecer a infecção de patógenos nas sementes.

Apesar das vantagens da aplicação de dessecantes na pré-colheita e dos benefícios do armazenamento, encontram-se divergências na literatura a esse respeito. Tais resultados contrastantes podem ser decorrentes do produto químico, da dose, espécie, época de aplicação, condições edafoclimáticas e em relação ao armazenamento das condições de temperatura, teor de água, umidade relativa dos produtos.

Neste aspecto, das condições climáticas ocorridas no experimento (Figura 1), pois ocorreram dias consecutivos desfavoráveis ao processo de enchimento e maturação das sementes, devido ao déficit hídrico ocorrido e na ocasião de realizar a colheita teve a presença de chuvas. Entretanto, tais condições ambientais não afetaram negativamente a qualidade fisiológica das sementes. Também foi possível a antecipação da colheita em 5, 5 e 3 dias pela dessecação com paraquat, flumioxazin e glufosinato de amônio, respectivamente em relação à testemunha.

1.4 CONCLUSÕES

A aplicação de dessecantes na fase da maturidade fisiológica do feijão-azuki não compromete o rendimento, a massa específica aparente e a coloração das sementes.

O herbicida glyphosate afeta de forma negativa o vigor das plântulas, aumentando o número de plântulas anormais e reduzindo o tamanho e massa seca das plântulas.

Os herbicidas paraquat e flumioxazin mantêm a qualidade fisiológica após o armazenamento reduzindo a infestação de patógenos.

O armazenamento em condições ambientais afeta negativamente a qualidade fisiológica de sementes de feijão-azuki.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, D. P.; RESENDE, O.; COSTA, L. M.; MENDES, U. C. Higroscopicidade das sementes de feijão adzuki. **Científica**, Jaboticabal, v.41, n.2, p.130–137, 2013.

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

BÜLOW, R. L.; CRUZ-SILVA, C. T. A. Dessecantes aplicados na pré-colheita na qualidade fisiológica de sementes de soja. **Journal of Agronomic Sciences**, Umuarama, v.1, n.1, p.67-75, 2012.

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

COELHO, C. M. M.; MOTA, M. R.; SOUZA, C. A.; MIQUELLUTI, D. J. Potencial fisiológico em sementes de cultivares de feijão crioulo (*Phaseolus vulgaris* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 32, n. 3, p. 97-105, 2010.

COELHO, C. M. M.; SOUZA, C. A.; ZILIO, M.; MICHELS, A. F. Ação de dessecante na pré-colheita sobre a produtividade e a qualidade fisiológica de sementes crioulas de feijoeiro. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 33, n. 1, p. 2973-2980, 2012.

DALTRO, F. M. F.; ALBUQUERQUE, M. C. F.; FRANÇA NETO, J. B.; GUIMARÃES, E. C.; GAZZIERO, D. L. P.; HENNING, A. A. Aplicação de dessecantes em pré-colheita: efeito na qualidade fisiológica de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 32, n. 1, p. 111-122, 2010.

DOMINGOS, P.; SILVA, A. A.; SILVA, R. F. Qualidade da semente de feijão afetada por dessecantes, em quatro estádios de aplicação. **Revista Brasileira de Sementes**, vol. 19, n. 2, p.275-282 – 1997.

FARONI, L. R. A.; CORDEIRO, I. C.; ALENCAR, E. R.; ROZADO, A. F.; ALVES, W. M. Influência do conteúdo de umidade de colheita e temperatura de secagem na qualidade do feijão. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.10, n.1, p.148-154, 2006.

GUIMARÃES, V. F.; HOLLMANN, M. J.; FIOREZE, S. L.; ECHER, M. M.; RODRIGUES-COSTA, A. C. P.; ANDREOTTI, M. Produtividade e qualidade de sementes de soja em função de estádios de dessecação e herbicidas. **Planta Daninha**, v. 30, n. 3, p. 567-573, 2012.

GUARESCHI, R.F.; ARAUJO, M.J.C.; GAZOLLA, P.R.; ROCHA, A.C. Produtividade de feijão azuki em função de doses de potássio em cobertura. **Global Science and Technology**, v. 2, n. 2, p. 67-72, 2009.

INOUE, M. H.; MARCHIORI Jr, O.; BRACCINI, A. L.; OLIVEIRA Jr, R. S.; ÁVILA, M. R.; CONSTANTIN, J. Rendimento de grãos e qualidade de sementes de soja após a aplicação de herbicidas dessecantes. **Ciência Rural**, v. 33, n. 4, p. 68-76, 2003.

KAMIKOGA, A. T. M.; KAMIKOGA, M. K.; TERASAWA, J. M.; ROMANEK, C.; PENKAL, K. F. Efeito de diferentes épocas de aplicação de três herbicidas dessecantes na produção e qualidade fisiológica de sementes de feijão. **Revista Ciências Exatas e da Terra Agrárias e Engenharias**. v. 15, n.1, p. 53-61, 2009.

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.

LACERDA, A. L. S.; LAZARINI, E.; SÁ, M. E.; VALÉRIO FILHO, W. V.; Efeitos da dessecação de plantas de soja no potencial fisiológico e sanitário das sementes. **Bragantia**, v. 64, n.3, p.447-457, 2005.

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**, Viçosa-MG, v. 31, n. 4, p. 929-938, 2013.

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

MARCANDALLI, L.H.; LAZARINI, E.; MALASPINA, I. C. Épocas de aplicação de dessecantes na cultura da soja: qualidade fisiológica de sementes. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.33, n.2, p. 241-250, 2011.

NEERGAARD, P. **Seed Pathology**. 2.ed. London, MacMillan Press, 1979. 2v.

PÁDUA, G. P.; VIEIRA, R. D. Deterioração de sementes de algodão durante o armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**, v.23, n.2, p.255-262, 2001.

RIBEIRO, N. D.; DOMINGUES, L. S.; GRUHN, E. M.; ZEMOLIN, A. E. M.; RODRIGUES, J. A. Desempenho agrônomo e qualidade de cozimento de linhagens de feijão de grãos especiais. **Revista Ciência Agronômica**, v. 45, n. 1, p. 92-100, 2014.

ROCHA, M. M.; CARVALHO, K. L. M.; FREIRE FILHO, F. R.; LOPES, A. C. A.; GOMES, R. L. F.; SOUSA, I. S. Controle genético do comprimento do pedúnculo em feijão-caupi. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.44, n. 2, p.270-275, 2009.

SANTOS, J. B.; FERREIRA, E. A.; FERREIRA, E. M.; SILVA, A. A.; FERREIRA, L. R. Efeitos da dessecação de plantas de feijão sobre a qualidade de sementes armazenadas. **Planta Daninha**, v. 23, n. 4, p. 645-651, 2005.

SILVA, F. S.; PORTO, A. G.; PASCUALI, L. C.; SILVA, F. T. C. Viabilidade do armazenamento de sementes em diferentes embalagens para pequenas propriedades rurais. **Revista de Ciências Agro-Ambientais**, v. 8, n. 1, p. 45-56, 2010.

SILVA, M. M.; SOUZA, H. R. T.; DAVID, A. M. S. S.; SANTOS, L. M.; SILVA, R. F.; AMARO, H. T. R. Qualidade fisiológica e armazenamento de sementes de feijão-comum produzidas no norte de Minas Gerais. **Revista Agro@ambiente**, v. 8, n. 1, p. 97-103, 2014.

TOLEDO, M. Z.; FONSECA, N. R.; CESAR, M. L.; SORATTO, R. P.; CAVARIANI, C.; CRUSCIOL, C. A. C. Qualidade fisiológica e armazenamento de sementes de feijão em função da aplicação tardia de nitrogênio em cobertura. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 39, n. 2, p. 124-133, 2009.

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.

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.

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, p.353-360, 2013.

CAPÍTULO II – QUALIDADE FISIOLÓGICA E SANITÁRIA DE SEMENTES DE FEIJÃO-AZUKI TRATADAS COM DIFERENTES DOSES DO HERBICIDA SAFLUFENACIL E SUBMETIDAS AO ARMAZENAMENTO

(Normas de acordo com a Revista Planta Daninha)

Resumo: Propôs-se no presente trabalho, avaliar o efeito do uso do herbicida saflufenacil como dessecante em pré-colheita e no armazenamento sobre o rendimento, qualidade fisiológica e sanitária de sementes de feijão-azuki. O experimento foi conduzido em sistema de plantio convencional e com delineamento experimental em blocos ao acaso, em esquema de parcelas subdivididas, e nas parcelas foram testadas as seis doses do herbicida saflufenacil (0, 50, 75, 100, 150 e 200 g i.a ha⁻¹) e nas subparcelas as duas épocas de avaliação da qualidade das sementes (colheita e 6 meses após a colheita), com quatro repetições. Foi avaliado o número de plantas, os componentes de rendimento, a coloração e a qualidade fisiológica e sanitária das sementes do feijoeiro. A aplicação do dessecante saflufenacil na fase de maturidade fisiológica não afeta o rendimento de feijão-azuki e antecipou a colheita em quatro dias. A aplicação de saflufenacil até a dose de 65 g i.a ha⁻¹ mantém a qualidade fisiológica de sementes de feijão-azuki, enquanto, doses superiores causam prejuízos a germinação e ao vigor das sementes. O armazenamento por seis meses em condições ambientais afeta a qualidade fisiológica causando queda na porcentagem de germinação, aumento no número de plântulas anormais e redução no tamanho e da massa seca das plântulas.

Palavras-chave: *Vigna angularis*, vigor, antecipação colheita.

PHYSIOLOGICAL QUALITY AND HEALTH OF AZUKI BEAN SEEDS TREATED WITH DIFFERENT DOSES OF HERBICIDE SAFLUFENACIL AND SUBMITTED TO STORAGE

Abstract: It was proposed in this study to evaluate the effect of using the herbicide saflufenacil as desiccant in pre harvest and storage on yield and physiological and sanitary quality of azuki bean seeds. The experiment was carried out in conventional tillage and with a randomized block design in a split-plot, where in the plots were tested six doses of saflufenacil herbicide (0, 50, 75, 100, 150 and 200 g i.a ha⁻¹) and the subplots the two evaluation periods of seed quality (harvest and 6 months after harvest), with four replications. There were evaluated the number of plants was evaluated, yield components, the color and the physiological and sanitary quality of bean seeds. The application of saflufenacil desiccant at physiological maturity stage does not affect the yield of beans and anticipated harvest in four days. The application of saflufenacil until the dose of 65 g i.a ha⁻¹ maintains the physiological quality of azuki bean seeds, while higher doses cause harm germination and seed vigor. Storage for six months under ambient conditions affect the physiological quality leading to decrease in germination percentage, increased number of abnormal seedlings and reduction in size and dry mass of seedlings.

Key words: *Vigna angularis* L., vigor, anticipation harvest.

2.1 INTRODUÇÃO

O feijão-azuki é produzido principalmente na Ásia e consumido na China, Japão e Coreia. No Brasil ainda não existem estatísticas precisas em relação ao número de produtores, produção ou área cultivada com esse tipo de feijão. Consumido principalmente nas colônias japonesas, sobretudo na forma de doces e inúmeras iguarias orientais, sendo encontrado em supermercados de porte médio ou grande, com preço bem superior ao do feijão-comum (*Phaseolus vulgaris* L.).

A utilização de dessecantes para antecipação da colheita de sementes tem sido empregada em diversas culturas, principalmente na soja (DALTRO et al., 2010; BÜLOW & CRUZ-SILVA, 2012; TOLEDO et al., 2014), canola (SILVA et al., 2011), cevada (CAIERÃO & ACOSTA, 2007) e no feijão-comum (FRANCO et al., 2013), logo após essas atingirem a maturidade fisiológica, fase que apresentam vigor, germinação e matéria seca elevados.

Na cultura do feijão, a realização dessa prática é relativamente recente, no entanto vem aumentando consideravelmente nas principais regiões produtoras, com o objetivo de reduzir a interferência negativa causada por infestações tardias de plantas daninhas que prejudicam a colheita, liberar a área mais rápido para a sucessão cultural, diminuir injúrias mecânicas, ataque de pragas e microrganismos após o período de maturidade fisiológica e facilitar o processo de colheita (TOLEDO et al., 2014). Contudo, o conhecimento do produto, da dose e época de aplicação é de fundamental importância para obter sucesso, evitando perdas no rendimento, no vigor e na germinação de plântulas (TOLEDO et al., 2012).

O saflufenacil é um herbicida desenvolvido para aplicação em pré-emergência, pré-plantio incorporado ou pós-emergência em inúmeras culturas, incluindo cana-de-açúcar, milho, trigo, soja e algodão, para o controle principalmente de dicotiledôneas. Trata-se de um herbicida pertencente a família dos pirimidinedione e age inibindo a enzima protoporfirinogênio oxidase (PROTOX) (GROSSMANN et al., 2011). Sua recomendação como dessecante da cultura na cultura da soja e feijão-comum varia de 49-98 g ia ha⁻¹.

O processo de deterioração após a colheita é inevitável, mas pode ser retardado dependendo das condições de armazenamento e das características da semente (CARDOSO et al., 2012). O armazenamento é prática fundamental que pode manter a qualidade fisiológica da semente, sendo também um método pelo meio do qual se pode preservar a viabilidade das sementes e manter seu vigor até a futura semeadura,

favorecendo assim a logística de produção e comercialização dos produtos agrícolas (SMANIOTTO et al., 2014). Dentre os fatores que mais afetam a qualidade durante o armazenamento estão a temperatura e o teor de água da semente. Geralmente, para cultura do feijão, o armazenamento é realizado em condições ambientais não controladas, sendo a temperatura, umidade relativa do ar, bem como os fatores inerentes a própria semente, como o teor de água, determinantes da longevidade dessas sementes (SILVA et al., 2014).

Diante do exposto, objetivou-se nesse trabalho avaliar o efeito de diferentes doses do herbicida saflufenacil e do armazenamento sobre a qualidade fisiológica e sanitária de sementes de feijão-azuki.

2.2 MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi conduzida no campo experimental do IF Goiano, Câmpus Rio Verde localizado em Rio Verde, GO, sob as coordenadas 17° 48' e 67'' S e 50° 54' 18'' W e altitude de 754 m. A área experimental alocada sobre Latossolo Vermelho distroférico apresentou as seguintes características físico-químicas, determinadas na profundidade de 0 a 20 cm: pH (CaCl₂) de 5,2; P de 11 mg dm⁻³; K de 246 mg dm⁻³; Ca de 5,77 cmol_c dm⁻³; Mg de 1,63 cmol_c dm⁻³; Al de 0,03 cmol_c dm⁻³; V% de 64,6 e granulometria de 46, 10 e 44 dag kg⁻¹ de argila, silte e areia, respectivamente. O clima da região é do tipo Aw (Köppen-Geiger) - Tropical, com chuvas concentradas no verão (outubro a abril) e um período seco bem definido durante a estação de inverno (maio a setembro), com precipitação média anual que varia de 1200 a 1500 mm. Os dados climatológicos durante a condução do experimento, encontram-se na Figura 1.

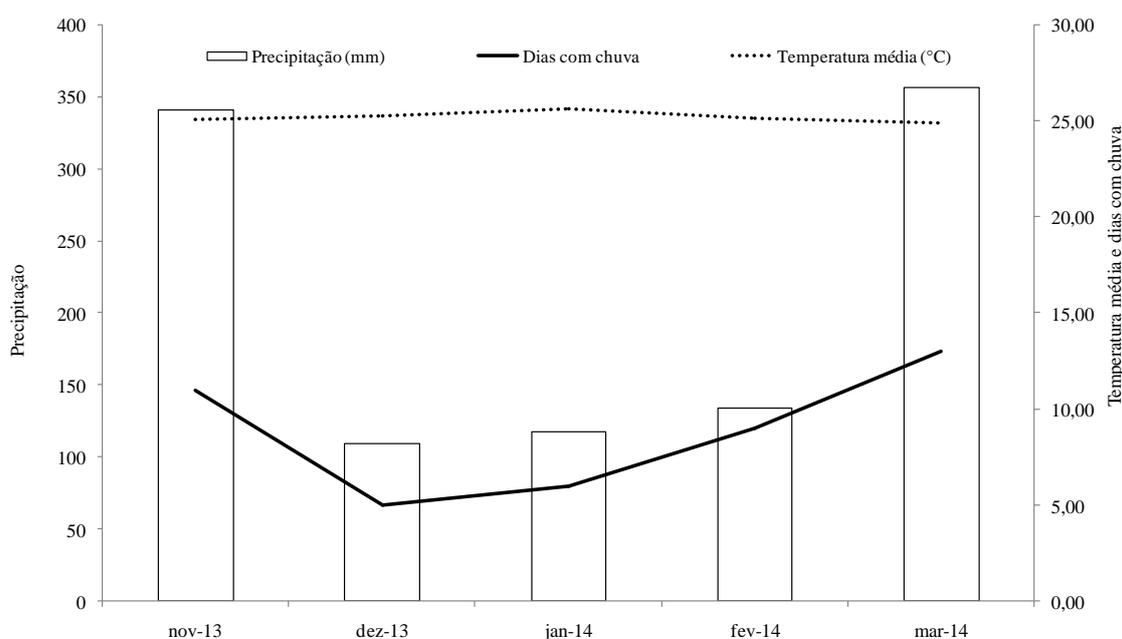


Figura 1. Precipitação pluvial, temperatura média e número de dias com chuvas no período de novembro de 2013 a março de 2014, em Rio Verde, GO.

Foi adotado o delineamento experimental em blocos ao acaso, em esquema de parcelas subdivididas, e nas parcelas foram testadas as seis doses do herbicida saflufenacil (0, 50, 75, 100, 150 e 200 g i.a ha⁻¹) e nas subparcelas as duas épocas de avaliação da qualidade das sementes: colheita e 6 meses após a colheita (6 MA), com quatro repetições.

Cada unidade experimental foi de 20 metros quadrados, constituída por oito fileiras de feijão, com cinco metros de comprimento, com a área útil constituída pelas

quatro linhas centrais, descartando-se as bordaduras e também 0,5 m de cada extremidade.

O preparo do solo foi efetuado por meio de uma aração e duas gradagens e a semeadura semimecanizada do feijão foi realizada no dia 28 de novembro de 2013, com a população de 18 sementes por metro linear. A semeadura foi realizada a profundidade de 4 cm e a adubação de base realizada no sulco de semeadura foi de 350 kg ha⁻¹ da formulação 02-20-18 (N, P₂O₅, K₂O). Após 25 dias foi realizada a adubação de cobertura com 60 kg ha⁻¹ de N na forma de ureia.

O controle de plantas daninhas foi realizado por meio de capinas manuais até o fechamento do dossel da cultura, fase em que o feijoeiro passou a suprimir o desenvolvimento de plantas daninhas pelo sombreamento. Como tratamentos fitossanitários, foram realizadas aos 28 e 42 dias após a semeadura a aplicação do fungicida piraclostrobina na dose de 0,075 kg ha⁻¹ e do inseticida thiamethoxan na dose de 0,060 kg ha⁻¹.

A aplicação dos dessecantes ocorreu aos 68 dias após a semeadura (DAS), estágio R7, ocasião da maturidade fisiológica, quando o feijoeiro apresentava uma vagem com coloração tipicamente madura. Os tratamentos foram aspergidos com pulverizador costal pressurizado a CO₂, contendo quatro pontas de pulverização modelo TT110°03, a pressão constante de 2,5 bar e volume de calda de 250 litros ha⁻¹.

Por ocasião da colheita, que foi realizada manualmente, foram avaliados o número de plantas, o rendimento de sementes na área útil da parcela, a coloração e a massa específica aparente das sementes. Das plantas colhidas na área útil de cada parcela, dez foram separadas ao acaso para análise do número total de vagens por planta. Destas plantas foram selecionadas 200 vagens coletadas aleatoriamente e determinado o número de sementes por vagem e a massa de 100 sementes, feito em duplicata. Os valores do rendimento de sementes e da massa de 100 sementes foram expressos a 12% de teor de água (b.u.) (ALMEIDA et al., 2013). A coloração das sementes foi avaliada pela leitura direta de reflectância das coordenadas do sistema “L” (luminosidade preto - branco), “a” (tonalidade verde – vermelha) e “b” (tonalidade azul – amarela), em colorímetro tristímulo (iluminante 10°/D65), utilizando os valores das coordenadas, foram calculados o croma ($C = (a^2 + b^2)^{1/2}$) que define a intensidade e pureza da cor e o ângulo Hue ($^{\circ}h = \arctang(b/a)$), usando a média de oito medições.

As sementes foram acondicionadas em sacos de papel e armazenadas em condições ambientes por um período de seis de meses. A umidade relativa (UR) e a

temperatura foram registradas por um “data logger” digital (precisão: 0,1 °C; 5,0% UR), obtendo valores médios durante o período de temperatura $25,4 \pm 3$ °C e UR $67,3 \pm 3$ %.

A qualidade fisiológica das sementes foi avaliada através dos testes: teor de água, germinação, envelhecimento acelerado, condutividade elétrica, emergência e índice de velocidade de emergência e teste de sanidade:

a) Teor de água: determinado segundo as Regras para Análise de Sementes (RAS) pelo método da estufa a 105 ± 3 °C por 24 horas (BRASIL, 2009), com quatro subamostras de 50 sementes. O resultado foi expresso em porcentagem de base úmida (%b.u.).

b) Teste de germinação: realizada com quatro subamostras de 50 sementes por tratamento, acondicionadas em rolos de papel tipo “germitest”, umedecidos com água destilada em volume equivalente a 2,5 vezes a massa do substrato seco. Os rolos foram acondicionados em germinador, regulado à temperatura constante de 30°C diurna e 20°C noturna. As contagens foram realizadas no quarto e nono dias após a instalação do teste e os resultados foram expressos em porcentagem de plântulas normais (BRASIL, 2009);

c) Teste de emergência e índice de velocidade de emergência: 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 substrato foi umedecido até 70% de sua capacidade de campo no momento da semeadura e após irrigado, por aspersão, três vezes ao dia. Foram realizadas contagens diárias, computando-se a emergência das plântulas acima de 1 cm, a fim de determinar o índice de velocidade de emergência de plântulas (IVE), de acordo com Maguire (1962). Para as avaliações de comprimento de plântulas e massa seca de plântulas, foram utilizadas as plântulas normais oriundas do teste de emergência, 10 dias após a semeadura. Foi medido o comprimento do hipocótilo e epicótilo mensurado com régua em 20 plântulas. Para a determinação da massa seca, as plântulas foram acondicionadas em sacos de papel e submetidas à secagem em estufa com circulação de ar à temperatura de 65°C por 48 horas. Após a secagem, as amostras foram pesadas em balança eletrônica com precisão de 0,001g.

d) Teste de condutividade elétrica: Efetuado com quatro repetições de 50 sementes de cada tratamento, que foram previamente pesadas com balança de precisão de 0,01g e, a seguir, colocadas em copos plásticos contendo 75 mL de água destilada e deionizada, permanecendo em embebição em BOD à temperatura constante de 25°C. Decorridas 24 horas, foi efetuada a leitura de condutividade elétrica das soluções, utilizando um

condutivímetro digital Technal, modelo TEC-4MP. Os resultados foram expressos em $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$ de semente (VIEIRA & KRZYZANOWSKI, 1999).

e) Envelhecimento acelerado: No teste de envelhecimento acelerado foram utilizadas quatro repetições de 50 sementes. O teste foi conduzido em caixas gerbox possuindo em seu interior tela de alumínio e as sementes foram distribuídas em camada uniforme. Em cada caixa, foram adicionados 40 mL de água destilada e dispostas as 50 sementes sobre a tela. As caixas, tampadas, foram mantidas em câmara germinadora reguladas a temperatura de 41°C por 24 horas. Após o envelhecimento, as sementes foram submetidas ao teste de germinação, conforme descrito anteriormente, sendo os resultados expressos em porcentagem de plântulas normais.

f) Teste de sanidade: o método utilizado foi o do papel filtro (“blotter test”), conforme descrito por Neergaard (1979). Foram realizadas quatro repetições de 100 sementes colocadas sobre três folhas de papel filtro previamente esterilizadas a seco e umedecidas com água destilada e autoclavada a 1% de cloreto de sódio, em caixas plásticas tipo gerbox, sendo utilizadas 25 sementes por caixa. A identificação dos patógenos foi feita após sete dias de incubação a $20^{\circ}\pm 2^{\circ}\text{C}$ e regime luminoso de 12 horas de luz. Finalizado esse período as sementes foram examinadas individualmente, com auxílio de microscópio estereoscópio com aumento de até 60x. Quando necessário, foram realizadas preparações microscópicas para a identificação dos fungos.

Os resultados foram submetidos à análise de variância pelo teste F e quando significativos submetidos a análise de regressão a 5% de significância.

2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A população final de plantas (PO), o número de vagens por planta (VP), sementes por vagem (SV), massa de 100 sementes (MCS) e o rendimento de sementes (RS) não foram afetados pelo uso do dessecante em pré-colheita (Tabela 1), fato este justificado porque, na ocasião das aplicações, estes caracteres já se encontravam definidos, passando a sofrer inexpressivas influências do dessecante. Portanto, a não constatação de diferenças demonstra a homogeneidade no desenvolvimento da cultura da área experimental, podendo inferir que as respostas dos demais caracteres à aplicação de saflufenacil não foram prejudicadas pelo número de vagens por planta, sementes por vagem, sementes por planta e população final de plantas. Kappes et al. (2012a) também não encontraram diferenças nessas variáveis quando se testou doses do herbicida paraquat aplicados na maturidade fisiológica de plantas de feijão-comum cultivados no inverno.

Tabela 1. Quadrados médios e níveis de significância avaliadas no feijão-azuki de acordo com a fonte de variação.

FV	GL	VP ^{1/}	SV	MCS	RS	PO
Doses (D)	5	7,29 ^{ns}	0,53 ^{ns}	0,82 ^{ns}	1003,3 ^{ns}	30771014,82 ^{ns}
Resíduo	15	11,02	0,28	0,97	937,49	77302877,16
CV (%)		10,12	9,01	11,54	4,17	4,23

1/ VP= vagem por planta, SV= sementes por vagem, MCS= massa de 100 sementes, RS= rendimento de sementes, PO= população de plantas. ns, não significativo pelo teste F.

O rendimento variou de 706 a 752 kg ha⁻¹ (Tabela 2), estando abaixo da produtividade encontrada por Guareschi et al. (2013) nessa região que foi em torno de 1600 kg ha⁻¹, provavelmente a queda no rendimento foi pelo déficit hídrico que ocorreu na fase de formação e enchimento de grãos (Figura 1). A aplicação do dessecante saflufenacil antecipou a colheita em quatro dias em relação à testemunha.

Tabela 2. Vagem por planta (VP), sementes por vagem (SV), massa de 100 sementes (MCS), rendimento de sementes (RS) e população de plantas (PO) de feijão-azuki em função da dose do dessecante saflufenacil aplicado em pré-colheita.

Tratamentos (g i.a ha ⁻¹)	VP ^{1/}	SV	MCS (g)	RS (kg ha ⁻¹)	PO (plantas ha ⁻¹)
0	16,40	5,58	8,92	726,79	209791,67
50	15,20	5,41	8,61	739,84	203645,83
75	15,65	6,27	8,36	734,18	207083,33
100	17,80	5,85	8,83	706,19	208333,33
150	18,50	5,96	8,72	740,91	211250,00
200	15,50	6,31	7,69	752,68	205625,00

1/ Médias estatisticamente iguais pelo teste F a 5% de significância.

A massa específica aparente e a coloração das sementes não foram influenciadas pela aplicação do dessecante e pelo período de armazenamento (Tabela 3). A coordenada “L” está relacionada à claridade do tegumento, no estudo, variou de 26 a 28 (Tabela 4). O ângulo hue (°h), indicativo de tonalidade, e o chroma (C), de intensidade, foram influenciados pelo armazenamento, tendo seus valores reduzidos após seis meses. Rigueira et al. (2009) avaliando a qualidade do feijão-comum armazenado em ambiente refrigerado verificaram que a cor dos grãos de feijão foi mantida por 120 dias em ambiente refrigerado a 15 ± 5 °C e $55 \pm 5\%$ de umidade relativa do ar, com teor de água variando entre 12 e 18% (b.u.).

Tabela 3. Quadrados médios e níveis de significância avaliadas no feijão-azuki de acordo com a fonte de variação.

FV	GL	ME ^{1/}	L	a	b	C	°h
Doses (D)	5	181,99 ^{ns}	0,64 ^{ns}	0,51 ^{ns}	0,18 ^{ns}	0,88 ^{ns}	0,003 ^{ns}
Resíduo-a	15	188,40	0,99	0,33	0,069	0,52	0,001
Época (E)	1	198,54 ^{ns}	1,12 ^{ns}	0,96*	0,53*	1,31*	0,007*
D x E	5	99,23 ^{ns}	0,59 ^{ns}	0,23 ^{ns}	0,23 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,000 ^{ns}
Resíduo-b	18	139,86	0,94	0,21	0,22	0,24	0,0009
CV A (%)		1,75	3,71	4,58	2,72	4,71	5,17
CV B (%)		1,51	3,60	3,66	4,89	3,23	4,62

1/ ME= massa específica aparente, L, a e b= coordenadas obtidas através do colorímetro, C= croma, °h= ângulo Hue. ns, *, ** não significativo, significativo a 5 e 1% de significância pelo teste F, respectivamente.

Tabela 4. Massa específica aparente (ME), coordenadas L, a e b, croma (C), e ângulo Hue (°h) de feijão-azuki em função da dose do herbicida saflufenacil aplicado em pré-colheita e após seis meses de armazenamento (6 MA).

Tratamentos (g i.a ha ⁻¹)	ME ^{1/} (kg m ⁻³)	L	a	b	C	°h
0	778,06	26,69	12,41	9,51	15,64	0,65
50	772,08	27,10	12,26	9,83	15,72	0,68
75	779,17	26,08	12,23	9,31	15,38	0,65
100	775,00	26,12	11,65	9,22	14,86	0,67
150	778,89	26,77	11,47	9,73	15,05	0,70
200	777,08	26,54	12,01	9,49	15,32	0,67
Colheita	781,32	26,81	12,02 a	9,76 a	15,49 a	0,68 a
6 MA	779,89	26,28	11,99 b	9,26 b	15,16 b	0,66 b

1/ Médias seguidas por letras iguais nas colunas são estatisticamente iguais pelo teste F a 5% de significância.

Ribeiro et al. (2014) avaliando desempenho e qualidade de linhagens de feijão classificados como especiais - grãos de tegumento branco, vermelho, creme, amarelo, entre outros - com ausência ou presença de estrias ou rajas de outras cores, e com grãos de tamanho médio a grande (BLAIR et al., 2010) – verificaram como tegumento vermelho as linhagens que apresentaram valores de “L” de 24,5 a 43,7, portanto foi possível identificar linhagens variando desde o vermelho claro (Light Red Kidney, Red Kanner, Chinok e TB 02-24) até o vermelho escuro (Montcalm, Xamego, Vermelho Graúdo e Dark Red Kidney). As linhagens de grãos de cor rosa (IAC Galante e Rosinha G2) possuem valor de “L” de 50,0 a 55,6 e as de grãos verdes (IAC Jabola e IAC Esperança), “L” de 57,0 a 62,4. Considerando o fato que grãos de feijão de diferentes cores de tegumento são comercializados por valores superiores aos grãos carioca e preto, a produção de grãos de diferentes classes apresenta como uma alternativa para a diversificação da agricultura familiar de alta rentabilidade para o mercado interno e para a exportação de feijão.

O teor de água das sementes não foi influenciado pelas fontes de variação (Tabela 5), tendo valores médios em torno de 12,50% (b.u.). A variação no teor de água geralmente ocorre em função do ambiente em que as sementes foram armazenadas, tendo relação com as condições de temperatura e de umidade relativa. Além disso, outro fator é o teor de água que as sementes foram armazenadas e as embalagens utilizadas (JUVINO, et al., 2014).

Tabela 5. Quadrados médios e níveis de significância avaliadas no feijão-azuki de acordo com a fonte de variação.

FV	GL	TA ^{1/}	CE	PN1 ^{1/}	PA	PN	PNEA	E	IVE	CH	CR	CT	MSH	MSR	MST
Doses (D)	5	0,27 ^{ns}	194,8**	810,1**	48,93 ^{ns}	69,95 ^{ns}	77,08 ^{ns}	214,9**	2,38**	2,15**	5,43 ^{ns}	11,97**	0,02 ^{ns}	0,18 ^{ns}	0,12 ^{ns}
Resíduo-a	15	0,17	35,6	42,6	25,67	35,15	46,19	44,1	0,79	0,27	2,26	2,27	0,017	0,014	0,03
Época (E)	1	0,002 ^{ns}	6630,9**	2324,1**	2945,3**	2730,1**	8480,1**	768,0**	64,7**	83,2**	69,1**	304,6**	3,6**	2,1**	11,3**
D x E	5	0,11 ^{ns}	547,9**	299,5**	9,33 ^{ns}	7,28 ^{ns}	99,48 ^{ns}	130,4**	6,95**	0,74 ^{ns}	7,71*	11,04*	0,03 ^{ns}	0,17 ^{ns}	0,23 ^{ns}
Resíduo-b	18	0,44	55,3	43,14	22,22	26,86	29,80	25,33	0,59	0,43	2,53	3,07	0,016	0,014	0,04
CV A (%)		3,27	8,13	9,55	19,49	7,05	12,29	7,62	9,75	4,34	12,23	6,20	19,58	16,85	14,33
CV B (%)		5,34	10,14	9,61	16,73	6,16	9,87	5,77	8,37	5,45	12,95	7,22	18,99	17,43	15,49

1/ TA= teor de água, CE= condutividade elétrica, PN1= plântulas normais na primeira contagem (%), PA= plântulas anormais (%), PN= plântulas normais na germinação (%), PNEA= plântulas normais após o envelhecimento acelerado, E= emergência (%), IVE= índice de velocidade de emergência, CH= comprimento de hipocótilo, CR= comprimento de raiz, CT= comprimento total de plântulas, MSH= massa seca hipocótilo, MSR= massa seca de raiz, MST= massa seca total de plântulas. ns, *, **= não significativo, significativo a 5 e 1%, respectivamente pelo teste F.

O percentual de germinação e o envelhecimento acelerado de sementes não foram afetados pela interação dos fatores época de avaliação e doses de aplicação de suflafenacil (Tabela 5). Efeitos de dessecantes não afetando a germinação de sementes de feijão foram obtidos por Kappes et al. (2012b) e Franco et al. (2013), trabalhando com cultivares do grupo Carioca. Variações na germinação de sementes, mediante o emprego de dessecantes, têm sido comuns para a cultura da soja (BÜLOW e CRUZ-SILVA, 2012). Os efeitos negativos nessas variáveis ocorreram após o armazenamento das sementes por seis meses, quando houve redução no vigor. A obtenção de sementes vigorosas é de fundamental importância, pois o nível de vigor pode afetar o estabelecimento da cultura, o desenvolvimento das plantas, a uniformidade da lavoura e a sua produtividade (DALTRO et al., 2010).

A porcentagem de plântulas normais na primeira contagem de germinação foi influenciada pela interação das fontes de variação (Tabela 5). O incremento das doses de saflufenacil provocou resposta linear do percentual de plântulas normais na primeira contagem, (Figura 2B), evidenciando decréscimos em seus valores na avaliação realizada na colheita. Portanto, pode-se inferir, ainda, que a condutividade elétrica apresentou certa relação com o teste da primeira contagem, em que nas doses elevadas do dessecante, reduziram a porcentagem de plântulas normais, ou seja, indicativo de menor vigor. Resultados semelhantes foram encontrados por Colete et al. (2007), quando trabalharam com sementes de soja e verificaram que maiores valores de lixiviação de solutos corresponderam as menores porcentagens de plântulas normais. Após o período de armazenamento, ocorreu a queda no vigor das sementes sendo que a porcentagem de plântulas ficou em torno de 64,58%, não sofrendo alteração da aplicação do produto em pré-colheita.

A porcentagem de plântulas anormais no teste de germinação sofreu alterações da fonte variação época de avaliação (Tabela 5), sendo que, após seis meses ocorreu um aumento no número de plântulas anormais (Tabela 6). Barbosa et al. (2010) observaram perda de vigor nas sementes de soja durante os seis meses de armazenamento com temperatura de 23 °C e umidade relativa do ar de 60%. Outros pesquisadores constataram redução nos valores de primeira contagem da germinação ao longo do armazenamento, utilizando sementes de crame durante nove meses armazenados, em diferentes embalagens (CARDOSO et al., 2012). Almeida et al. (2010) observaram queda linear na germinação das sementes de soja durante o armazenamento de 180 dias, em condições ambientais.

Tabela 6. Teor de água (TA), massa seca hipocótilo (MSH), massa seca raiz (MSR), massa seca total (MST), plântulas normais após o envelhecimento acelerado (PNEA), plântulas anormais (%) (PA) e plântulas normais na germinação (%) (PN) de feijão-azuki de acordo com a dose do dessecante saflufenacil aplicado em pré-colheita e após seis meses de armazenamento (6 MA).

Tratamentos (g i.a ha ⁻¹)	TA ^{1/} (% b.u.)	MSH (g)	MSR (g)	MST (g)	PNEA (%)	PA (%)	PN (%)
0	12,53	0,42	0,22	0,63	56,00	13,25	83,25
50	12,53	0,47	0,24	0,72	60,75	12,00	85,25
75	12,29	0,49	0,30	0,78	54,25	13,25	83,00
100	12,58	0,48	0,22	0,70	51,50	10,25	86,75
150	12,82	0,36	0,62	0,98	53,75	17,25	79,25
200	12,37	0,47	0,35	0,83	55,50	11,00	87,25
Colheita	12,52	0,72 a	0,53 a	1,26 a	68,58 a	5,0 b	91,66 a
6 MA	12,51	0,15 b	0,12 b	0,29 b	42,0 b	20,66 a	76,58 b

1/ Médias seguidas por letras iguais nas colunas são estatisticamente iguais pelo teste F a 5% de significância.

A condutividade elétrica sofreu influência das fontes de variação (Tabela 5). O aumento nas doses de saflufenacil aumentou, linearmente, a condutividade elétrica das sementes na avaliação realizada na colheita, sendo que, após seis meses essa variável não sofreu alteração pela aplicação do dessecante. As sementes armazenadas lixiviaram maiores quantidades de solutos independente da dose do herbicida (Figura 2A). Na ausência da aplicação de saflufenacil, obteve-se menor valor de condutividade elétrica de sementes, as quais foram, portanto, consideradas mais vigorosas.

Tais resultados corroboram com os dados obtidos por Kappes et al. (2009), ao verificarem que sementes de soja oriundas do tratamento testemunha foram as que apresentaram menores valores de condutividade. O aumento na liberação de eletrólitos das sementes após o período de armazenamento é um indicativo de perda de vigor e qualidade fisiológica no armazenamento. Este fato também foi observado por pesquisadores trabalhando com soja armazenada em diversas condições (SILVA et al., 2010; ZUCHI et al., 2013).

A porcentagem de emergência e o índice de velocidade de emergência sofreram efeitos da interação dos fatores (Tabela 5). Na colheita, as respostas foram superiores em ambas as variáveis independentes da dose do dessecante. Após o período de armazenamento, houve redução na porcentagem de emergência das plântulas e na velocidade de emergência, tendo resposta quadrática para as doses do dessecante, obtendo o ponto máximo quando a dose aplicada foi 65,2 e 50,5 g i.a ha⁻¹, respectivamente (Figura 2C e 2D).

Franco et al. (2013) avaliando a produção e qualidade fisiológica de semente de feijão após aplicação do herbicida diquat, encontraram redução da porcentagem de emergência e na velocidade apenas em relação a época de aplicação do herbicida, e não houve interferência em relação a dose, sendo que foram observados valores superiores a 83 e 95 DAS (dias após a semeadura) e inferiores a 87 e 89 DAS, fato esse que comprova a deterioração das sementes quando as plantas de feijão são dessecadas entre o período de 87 e 89 DAS, período este, relacionado com a fase de maturação das mesmas.

O comprimento de raiz primária de plântula foi afetado pela interação entre épocas e doses de saflufenacil (Tabela 5). Na colheita o comprimento de plantas foi maior independentemente da dose do dessecante. Com o armazenamento, houve queda no comprimento e resposta quadrática para as doses do herbicida, sendo que, o ponto máximo ocorreu com a dose de 56,5 g i.a ha⁻¹ levando ao maior desenvolvimento inicial da radícula (Figura 2E).

O comprimento da parte aérea da plântula sofreu alterações pelos fatores isolados (Tabela 5). O armazenamento reduziu o comprimento de hipocótilo e a resposta dessa variável foi quadrática em relação à dose do dessecante, sendo que, de forma análoga ao comprimento de raiz, a dose que favoreceu o maior desenvolvimento foi de 57 g i.a ha⁻¹ (Figura 2F).

Por sua vez, quando avaliado o comprimento total de plântula, verificou-se efeito da interação época de avaliação e doses de aplicação de saflufenacil (Tabela 5). Na colheita, o comprimento de plântula foi maior independente da dose, e após o armazenamento houve a redução do tamanho e resposta quadrática para a dose do produto, sendo similar ao observado para tamanho de raiz e hipocótilo, em que a dose que promoveu maior comprimento de plântula foi de 59 g i.a ha⁻¹ (Figura 2G).

No trabalho conduzido por Daltro et al. (2010), objetivando verificar os efeitos de dessecantes (paraquat, diquat, paraquat + diquat, paraquat + diuron e glifosato) aplicados em pré-colheita sobre a qualidade fisiológica de sementes de soja, constataram interação entre dessecante e época de aplicação, para o comprimento médio de plântula. Kappes et al. (2012b) verificaram que o crescimento e o acúmulo de biomassa das plântulas de feijão foram afetados pela aplicação de paraquat em pré-colheita.

Com relação à biomassa seca de plântula, houve diferença entre as médias apenas em função do armazenamento (Tabela 5), obtendo-se plântulas com menor

acúmulo de massa seca na raiz, hipocótilo e total, após seis meses de armazenamento (Tabela 6).

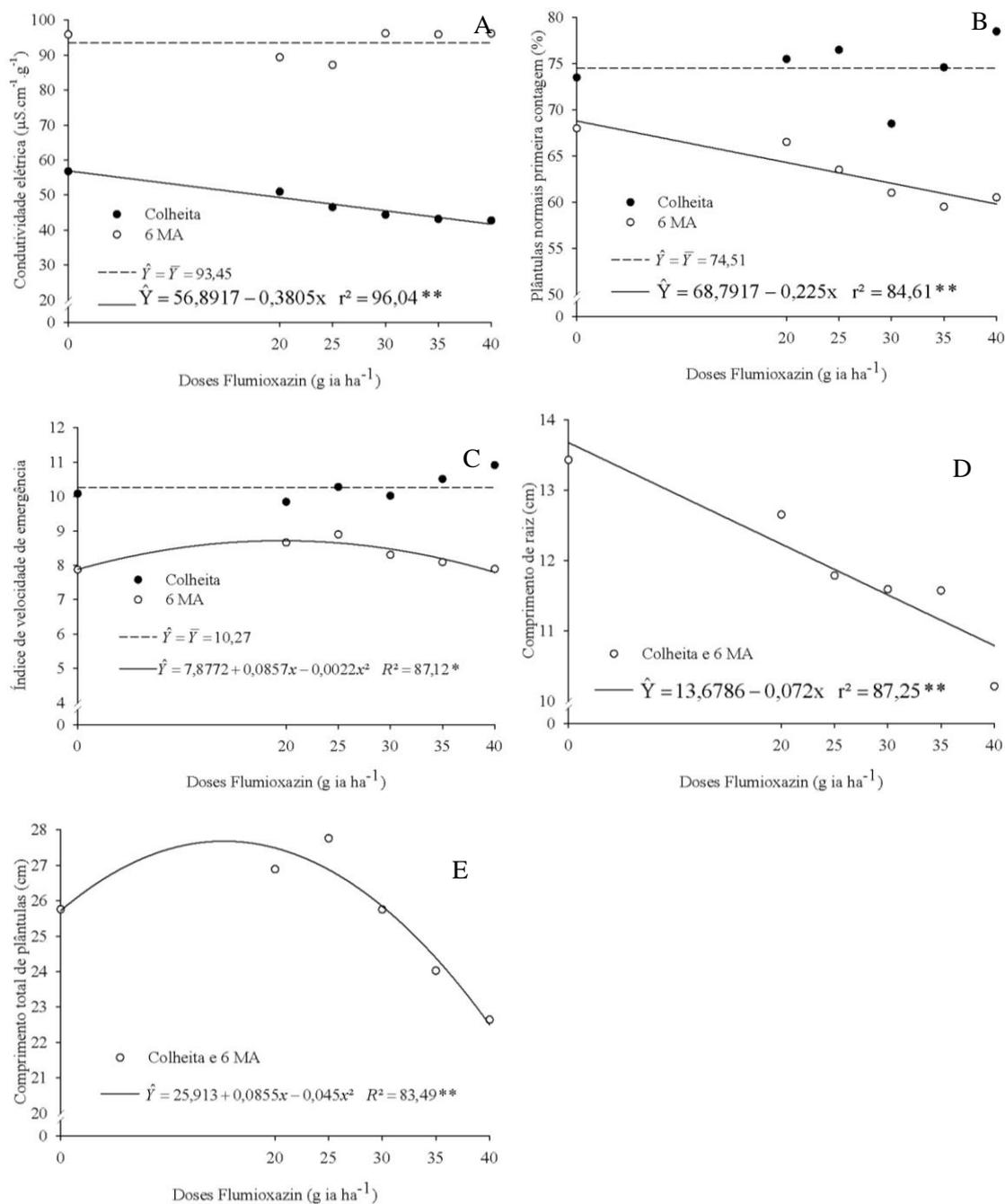


Figura 2. Condutividade elétrica (CE) (A), plântulas normais na primeira contagem (%) (B), emergência (%) (C), índice de velocidade de emergência (IVE) (D), comprimento de raiz (E), comprimento de hipocótilo (F) e comprimento total de plântulas (G) em sementes de feijão-azuki em função de doses do dessecante saflufenacil aplicado em pré-colheita e após seis meses de armazenamento (6 MA).

Com a análise sanitária das sementes de feijão-azuki foram identificados cinco gêneros de fungos, sendo eles, *Aspergillus* sp., *Cladosporium* sp., *Fusarium* sp.,

Penicillium sp., e *Rizhopus* sp. (Tabela 7). Flávio et al. (2014) também relataram que os principais fungos ocorrentes em sorgo são esses citados acima. Considerados fungos de armazenamento, *Aspergillus* sp e *Penicillium* sp, além de deteriorarem grãos e sementes, podem produzir micotoxinas que são tóxicos para humanos, animais e plantas (RIVERBERI et al., 2010).

Fusarium sp, também pode produzir micotoxinas, além disso pode causar redução da capacidade germinativa, descoloração, apodrecimentos e transformações bioquímicas nas sementes (SOUZA et al., 2007). Os gêneros de fungos *Aspergillus*, *Cladosporium*, *Fusarium* e *Rizhopus* sofreram influência da interação das fontes de variação, enquanto *Penicillium* teve influência dos fatores de forma isolada (Tabela 7).

Tabela 7. Quadrados médios e níveis de significância avaliadas no feijão-azuki de acordo com a fonte de variação.

FV	GL	ASP	CLA	FUS	PEN	RIZ
Dose (D)	5	13,84**	15,03**	16,01**	15,06**	1,40**
Resíduo-a	15	0,66	0,76	0,53	0,59	0,17
Época (E)	1	10,45**	27,60**	0,14 ^{ns}	4,14*	19,63**
D x E	5	1,54*	8,03**	8,70**	0,12 ^{ns}	0,97**
Resíduo-b	18	0,38	0,76	0,59	0,55	0,14
CV A (%)		21,16	16,72	13,93	18,08	36,49
CV B (%)		16,01	16,72	14,64	17,39	36,29

1/ ALT= alternaria, ASP= *Aspergillus*, CLA= *Cladosporium*, FUS= *Fusarium*, PEN= *Penicillium*, RIZ= *Rizhopus*. ns, *, **= não significativo, significativo a 5 e 1%, respectivamente pelo teste F.

De forma geral, os fungos considerados de armazenamento apresentaram resposta quadrática para as doses do dessecante e queda em relação ao armazenamento (Figuras 3A e 3D), provavelmente pelo teor de água das sementes e as condições do armazenamento não terem sido favoráveis ao desenvolvimento dos mesmos. *Fusarium* por ser considerado um patógeno de campo, apresentou comportamento linear em relação às doses dos dessecantes (Figura 3C), isso ocorre, rápida queda do teor de água nas plantas, dificultando a sobrevivência desse fungo. *Cladosporium* e *Rizhopus* (Figuras 3B e 3E) também sofreram queda na incidência após os seis meses de armazenamento, demonstrando que as condições em que as sementes foram armazenadas, não favoreceram o desenvolvimento de fungos.

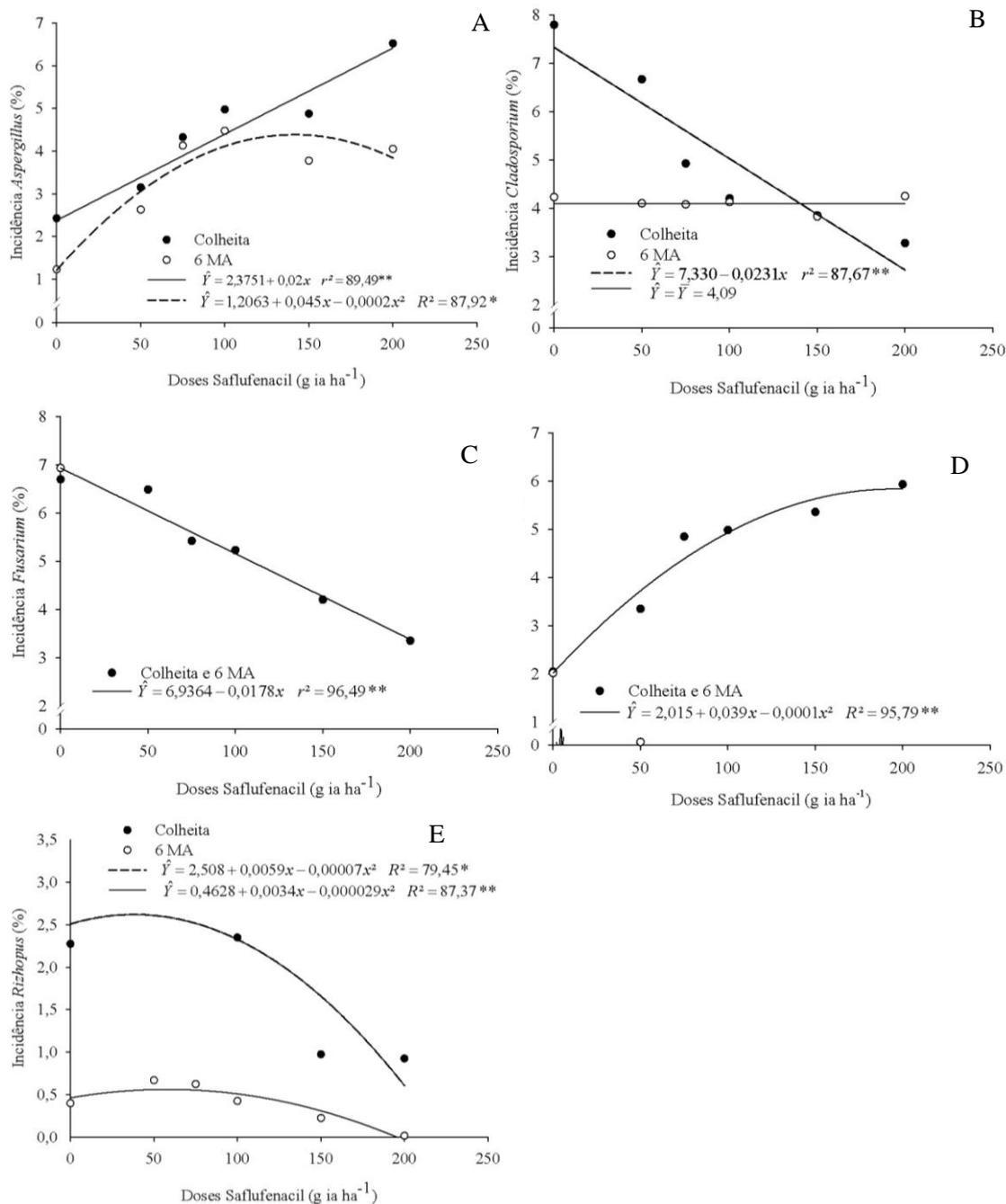


Figura 3. Porcentagem de incidência dos fungos: *Aspergillus* (A), *Cladosporium* (B), *Fusarium* (C), *Penicillium* (D), *Rizhopus* (E), em sementes de feijão-azuki, em função de doses do dessecante saflufenacil aplicado em pré-colheita e de seis meses de armazenamento (6 MA).

A aplicação de doses elevadas de saflufenacil e o armazenamento, de maneira geral, comprometeram a qualidade fisiológica das sementes e o crescimento de plântulas de feijão-azuki, demonstrando a importância da determinação e conhecimento deste fator. A redução na qualidade é, em geral, traduzida pelo decréscimo na porcentagem de

germinação, aumento de plântulas anormais e conseqüentemente redução no vigor das plântulas (TOLEDO et al., 2012).

2.4 CONCLUSÕES

A aplicação do dessecante saflufenacil na fase da maturidade fisiológica não afeta o rendimento de feijão-azuki.

A aplicação de saflufenacil em pré-colheita antecipou a operação de colheita em quatro dias.

A aplicação de saflufenacil até a dose de 65 g i.a ha⁻¹ não prejudica a qualidade fisiológica de sementes de feijão-azuki.

Doses superiores a 65 g i.a ha⁻¹ causam prejuízos à germinação e vigor das sementes após seis meses de armazenamento.

O armazenamento por seis meses em condições ambientais afeta a qualidade fisiológica de sementes de feijão-azuki.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, D. P.; RESENDE, O.; COSTA, L. M.; MENDES, U. C. Higroscopicidade das sementes de feijão adzuki. **Científica**, Jaboticabal, v.41, n.2, p.130–137, 2013.

ALMEIDA, F. A. C.; JERÔNIMO, E. S.; ALVES, N. M. C.; GOMES, J. P.; SILVA, A. S. Estudo de técnicas para o armazenamento de cinco oleaginosas em condições ambientais e criogênicas. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v.12, n. 1, p.189-202, 2010.

BARBOSA, C. Z. R.; SMIDERLE, O. J.; ALVES, J. M. A.; VILARINHO, A. A.; SEDIYAMA, T. Qualidade de sementes de soja BRS Tracajá, colhidas em Roraima em função do tamanho no armazenamento. **Revista Ciência Agronômica**, v.41, n. 1, p.73-80, 2010.

BLAIR, M. W.; GONZÁLES, L. F.; KIMANI, P. M.; BUTARI, L. Genetic diversity, inter-gene pool introgression and nutritional quality of common beans (*Phaseolus vulgaris* L.) from Central Africa. **Theoretical Applied Genetic**, v. 121, n. 2, p. 237-248, 2010.

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

BÜLOW, R. L.; CRUZ-SILVA, C. T. A. Dessecantes aplicados na pré-colheita na qualidade fisiológica de sementes de soja. **Journal of Agronomic Sciences**, Umuarama, v.1, n.1, p. 67-75, 2012.

CAIERÃO, E.; ACOSTA, A. S. Uso industrial de grãos de cevada de lavouras dessecadas em pré-colheita. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v.42, n.9, p. 1277-1282, 2007.

CARDOSO, R. B.; BINOTTI, F. F. DA S.; CARDOSO, E. D. Potencial fisiológico de sementes de crambe em função de embalagens e armazenamento. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v.42, n.1, p. 272-278, 2012.

COLETE, J. C. F.; VIEIRA, R. D.; PANOBIANCO, M.; DUTRA, A. S. Condutividade elétrica da solução de embebição de sementes e emergência de plântulas de soja. **Científica**, Jaboticabal, v. 35, n. 1, p. 10-16, 2007.

DALTRO, E. M. F.; ALBUQUERQUE, M. C. F.; FRANÇA NETO, J. B.; GUIMARÃES, S. C.; GAZZIERO, D. L. P.; HENNING, A. A. Aplicação de dessecantes em pré-colheita: efeito na qualidade fisiológica de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 32, n.1, p.111-122, 2010.

FLÁVIO, N. S. D.S.; SALES, N. L. P.; AQUINO, C. F.; SOARES, E. P. S.; AQUINO, L. F. S.; CATÃO, H. C. R. M. Qualidade sanitária e fisiológica de sementes de sorgo tratadas com extratos aquosos e óleos essenciais. **Semina: Ciências Agrárias**, v.35, n.1, p.7-20, 2014.

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**, Londrina, v. 34, n. 4, p. 1707-1714, 2013.

GROSSMANN, K.; HUTZELER, 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, n. 3, p. 290-298, 2011.

GUARESCHI, R. F.; PERIN, A.; ROCHA, A.C.; ANDRADE, D. N. Adubação com cama de frango e esterco bovino na produtividade de feijão azuki (*Vigna angularis*). **Revista Agrarian**, v.6, n.19, p.29-35, 2013.

JUVINO, A. N. K.; RESENDE, O.; COSTA, L. M.; SALES, J. F. Vigor da cultivar BMX Potência RR de soja durante o beneficiamento e períodos de armazenamento. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.18, n.8, p.844-850, 2014.

KAPPES, C.; CARVALHO, M. A. C.; YAMASHITA, O. M. Potencial fisiológico de sementes de soja dessecadas com diquat e paraquat. **Scientia Agraria**, v. 10, n. 1, p. 1-6, 2009.

KAPPES, C.; ARF, O.; ARF, M. V.; FERREIRA, J. P.; ALCALDE, A. M.; PORTUGAL, J. R. Produtividade de feijoeiro de inverno submetido à dessecação com paraquat na pré-colheita. **Revista Ceres**, v. 59, n.1, p. 56-64, 2012a.

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, 2012b.

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

NEERGAARD, P. **Seed Pathology**. 2.ed. London, MacMillan Press, 1979. 2v.

RIBEIRO, N. D.; DOMINGUES, L. S.; GRUHN, E. M.; ZEMOLIN, A. E. M.; RODRIGUES, J. A. Desempenho agrônômico e qualidade de cozimento de linhagens de feijão de grãos especiais. **Revista Ciência Agronômica**, v. 45, n. 1, p. 92-100, 2014.

RIGUEIRA, R. J. A.; LACERDA FILHO, A. F.; VOLK, M. B. S. Avaliação da qualidade do feijão armazenado em ambiente refrigerado. **Alim. Nutr.**, Araraquara, v.20, n.4, p. 649-655, 2009.

SILVA, F. S.; PORTO, A. G.; PASCUALI, L. C.; SILVA, F. T. C. Viabilidade do armazenamento de sementes em diferentes embalagens para pequenas propriedades rurais. **Revista de Ciências Agroambientais**, v.8, p.45-56, 2010.

RIVERBERI, M.; RICELLI, A.; ZLALIC, S. FABBRI, A. A.; FANELLI, C. Natural functions of mycotoxins and control of their biosynthesis in fungi. **Applied Microbiology and Biotechnology**, v.87, n.3, p.899-911, 2010.

SILVA, J. A. G.; MOTTA, M. B.; WINCH, J. A.; CRESTANI, M.; FERNANDES, S. B. V.; BERTO, J.; GAVIRAGHI, F.; MARTINS, J. A. K.; WAGNER, J. F.; VALENTINI, A. P. F.; ZAMBONATO, F. Dessecação em pre-colheita como estratégia de manejo na redução de perdas por fatores de ambiente em canola. **Revista Brasileira Agrocência**, Pelotas, v.17, n.1-4, p.15-24, jan-mar, 2011.

SILVA, M. M.; SOUZA, H. R. T.; DAVID, A. M. S. S.; SANTOS, L. M.; SILVA, R. F.; AMARO, H. T. R. Qualidade fisiológica e armazenamento de sementes de feijão-comum produzidas no norte de Minas Gerais. **Revista Agro@mbiente**, v. 8, n. 1, p. 97-103, janeiro-abril, 2014.

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

SOUZA, A. E. F.; ARAÚJO, E.; NASCIMENTO, L. C. Atividade antifúngica de extratos de alho e capim-santo sobre o desenvolvimento de *Fusarium proliferatum* isolado de grãos de milho. **Fitopatologia Brasileira**, v.32, n.6, p.465-471, 2007.

TOLEDO, M. Z.; CAVARIANE, C.; FRANÇA NETO, J. B. Qualidade fisiológica de sementes de soja colhidas em duas épocas após dessecação com glyphosate. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 34, n. 1, p. 134 – 142, 2012.

TOLEDO, M. Z.; ISHIZUKA, M. S.; CAVARIANI, C.; FRANÇA NETO, J. B.; PICOLI, L. B. Dessecação em pré-colheita com glifosato e qualidade de sementes armazenadas de soja. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 35, n. 2, p. 765-774, 2014.

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.

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.1, p.353-360, 2013.

CAPÍTULO III - QUALIDADE FISIOLÓGICA E SANITÁRIA DE SEMENTES DE FEIJÃO-AZUKI TRATADAS COM DIFERENTES DOSES DO HERBICIDA FLUMIOXAZIN E SUBMETIDAS AO ARMAZENAMENTO

(Normas de acordo com a Revista Caatinga)

Resumo: Propôs-se no presente trabalho avaliar o efeito do uso do herbicida flumioxazin como dessecante em pré-colheita e do armazenamento sobre a qualidade fisiológica e sanitária de sementes de feijão-azuki. Foi adotado o delineamento experimental em blocos ao acaso, em esquema de parcelas subdivididas, e nas parcelas alocou as seis doses do herbicida flumioxazin (0, 20, 25, 30, 35 e 40 g i.a ha⁻¹) e nas subparcelas as duas épocas de avaliação (colheita e 6 meses após a colheita), com quatro repetições. Foram avaliados o número de plantas, os componentes de rendimento e a qualidade fisiológica e sanitária das sementes do feijoeiro-azuki. A aplicação do dessecante foi realizada na maturidade fisiológica, no estágio R7. A aplicação do dessecante flumioxazin na maturidade fisiológica do feijão-azuki não influencia nos componentes de rendimento da cultura e promove a uniformidade da maturação. A dose de 19,5 g i.a ha⁻¹ de flumioxazin aumenta o índice de velocidade de emergência e doses crescentes reduzem a condutividade elétrica das sementes. O aumento da dose reduz a porcentagem de plântulas normais na primeira contagem da germinação após seis meses de armazenamento e causa perda no vigor das plântulas. O armazenamento de feijão-azuki durante seis meses em condições ambientais reduz a qualidade fisiológica das sementes, causando perdas na germinação e vigor das sementes.

Palavras-chave: *Vigna angularis* L., herbicidas dessecantes, vigor, rendimento.

PHYSIOLOGICAL QUALITY AND HEALTH OF AZUKI BEAN SEEDS TREATED WITH DIFFERENT DOSES OF HERBICIDE FLUMIOXAZIN AND SUBMITTED TO STORAGE

Abstract: It was proposed in this study to evaluate the effect of using the herbicide flumioxazin as desiccant in pre harvest and storage on the physiological and sanitary quality of azuki bean seeds. The experimental design was the randomized blocks in a split-plot, where the plots allocated six doses of the herbicide flumioxazin (0, 20, 25, 30, 35 and 40 g i.a ha⁻¹) and in the subplots two evaluations periods (harvest and 6 months after harvest), with four replications. There were evaluated the number of plants, yield components and physiological and sanitary quality of azuki bean seeds. The application of the desiccant was at physiological maturity, at R7 stage. The application of flumioxazin desiccant at physiological maturity of the beans does not influence the yield components of culture and promotes uniformity of maturation. The dose of 19.5 g i.a ha⁻¹ flumioxazin increases the speed of emergence index and increasing doses reduce the electrical conductivity of the seeds. Increasing the dose reduces the percentage of normal seedlings in the first count of germination after six months of storage and cause losses in seedling vigor. The beans storage for six months at ambient conditions reduces the physiological seed quality, causing losses in germination and vigor.

Key words: *Vigna angularis* L., selective herbicides, vigor, yield.

2.1 INTRODUÇÃO

O sucesso de uma lavoura é influenciado diretamente pela qualidade da semente a ser semeada e contribui significativamente para que níveis de alta produtividade sejam alcançados. Sementes de baixa qualidade comprometem a obtenção de um estande de plantas adequado (BÜLOW; CRUZ-SILVA, 2012).

O atraso da colheita, associado à variação da umidade relativa do ar e da temperatura, acarreta vários prejuízos às sementes, como o aumento das porcentagens de rachadura e enrugamento do tegumento, aumentando o processo de deterioração, em virtude de maior facilidade da penetração de patógenos e maior exposição do tecido embrionário ao ambiente (MARCANDALLI et al., 2011).

Na tentativa de encontrar a época ideal e a possível antecipação da colheita, sem que haja perdas na produção, tem-se empregado cada vez mais a técnica da dessecação do feijoeiro, prática esta, que já vem sendo difundida em grande número de culturas (FRANCO et al., 2013), principalmente em soja.

Daltro et al. (2010) ressaltam que a dessecação das culturas vem sendo efetuadas com objetivo de controlar plantas daninhas e provocar a desfolha das culturas, proporcionando a antecipação da colheita, reduzindo custos no controle de pragas e doenças que se incidem na cultura no final do seu ciclo, facilitando acima de tudo o trabalho das colhedoras em campo. Fatores como escolha do herbicida, da época de aplicação e da dose ideal para aplicação devem ser levados em consideração para evitar redução da produção e da qualidade dos produtos (TOLEDO et al., 2012).

O flumioxazin é um herbicida desenvolvido para aplicação em pré-emergência, pré-plantio incorporado ou pós-emergência em inúmeras culturas. Esse herbicida age inibindo a enzima protoporfirinogênio oxidase (PROTOX) e tem recomendação para dessecação em pré-colheita de feijão-comum com doses entre 25-30 g ia ha⁻¹ (GROSSMANN et al., 2011).

Outro fator importante na qualidade de sementes é o armazenamento. Smaniotto et al. (2014) relatam que para atender à logística de produção e comercialização de alimentos a armazenagem dos produtos agrícolas é uma excelente alternativa. O armazenamento é prática fundamental que pode ajudar na manutenção da qualidade fisiológica da semente, sendo também um método por meio do qual se pode preservar a viabilidade das sementes e manter seu vigor até a futura semeadura (AZEVEDO et al., 2003). Para Cardoso et al. (2012), o processo de deterioração é

inevitável mas pode ser retardado dependendo das condições de armazenamento e das características da semente.

A redução na qualidade é, em geral, traduzida pelo decréscimo na porcentagem de germinação, aumento de plântulas anormais e redução no vigor das plântulas (TOLEDO et al., 2012). Forti et al. (2010) observaram, através de testes de germinação e vigor, que o ambiente de armazenamento influencia na qualidade de sementes de soja.

Visto a importância da dessecação para antecipar e uniformizar a colheita e do efeito do armazenamento na manutenção do vigor das sementes, neste estudo objetivou-se verificar o efeito de doses do herbicida flumioxazin como dessecante em pré-colheita e do armazenamento sobre a qualidade fisiológica e sanitária de sementes de feijão-azuki.

2.2 MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi conduzida no campo experimental do IF Goiano, Câmpus Rio Verde localizado em Rio Verde, GO, sob as coordenadas 17° 48' e 67'' S e 50° 54' 18'' W e altitude de 754 m. A área experimental alocada sobre Latossolo Vermelho distroférico apresentou as seguintes características físico-químicas, determinadas na profundidade de 0 a 20 cm: pH (CaCl₂) de 5,2; P de 11 mg dm⁻³; K de 246 mg dm⁻³; Ca de 5,77 cmol_c dm⁻³; Mg de 1,63 cmol_c dm⁻³; Al de 0,03 cmol_c dm⁻³; V% de 64,6 e granulometria de 46, 10 e 44 dag kg⁻¹ de argila, silte e areia, respectivamente. O clima da região é do tipo Aw (Köppen-Geiger) - Tropical, com chuvas concentradas no verão (outubro a abril) e um período seco bem definido durante a estação de inverno (maio a setembro), com precipitação média anual que varia de 1200 a 1500 mm. Os dados climatológicos durante a condução do experimento, encontram-se na Figura 1.

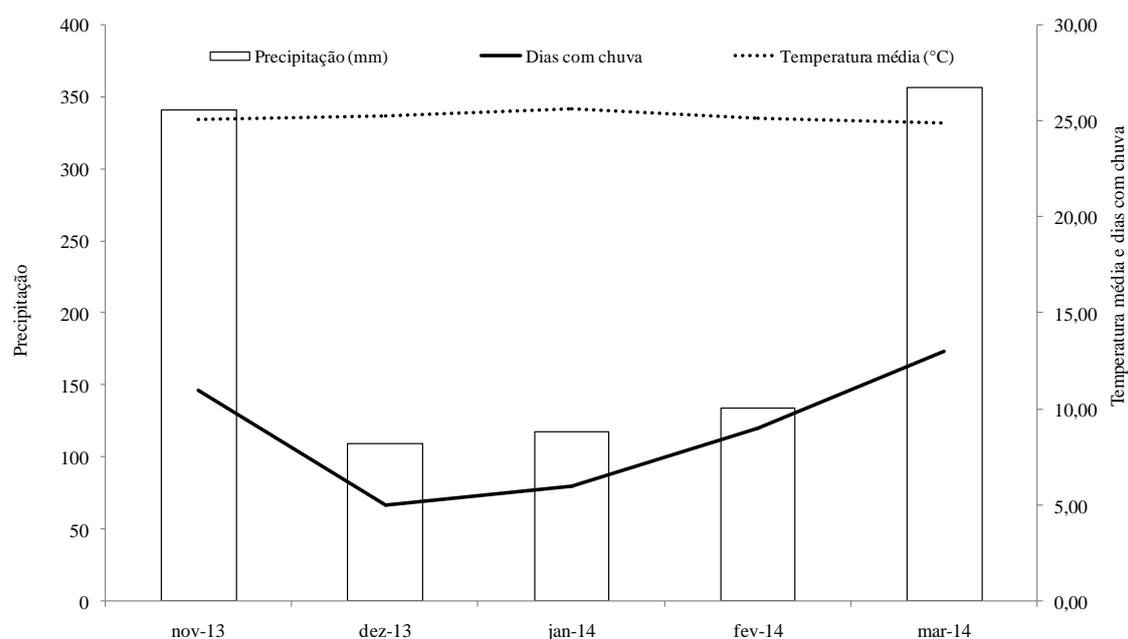


Figura 1. Precipitação pluvial, temperatura média e número de dias com chuvas no período de novembro de 2013 a março de 2014, em Rio Verde, GO.

Foi adotado o delineamento experimental em blocos ao acaso, em esquema de parcelas subdivididas, e nas parcelas foram testadas as seis doses do herbicida flumioxazin (0, 20, 25, 30, 35 e 40 g i.a ha⁻¹) e nas subparcelas as duas épocas de avaliação de qualidade fisiológica e sanitária das sementes: colheita e 6 meses após a colheita (6 MA), com quatro repetições.

Cada unidade experimental foi de 20 metros quadrados, constituída por oito fileiras de feijão, com cinco metros de comprimento, com a área útil constituída pelas quatro linhas centrais, descartando- as bordaduras e também 0,5 m de cada extremidade.

O preparo do solo foi efetuado por meio de aração e duas gradagens e a semeadura semimecanizada do feijão foi realizada no dia 28 de novembro de 2013, com a população de 18 sementes por metro linear. A semeadura foi realizada a profundidade de 4 cm e a adubação de base realizada no sulco de semeadura foi de 350 kg ha⁻¹ da formulação 02-20-18 (N, P₂O₅, K₂O). Após 25 dias foi realizada a adubação de cobertura com 60 kg ha⁻¹ de N na forma de ureia.

O controle de plantas daninhas foi realizado por meio de capinas manuais até o fechamento do dossel da cultura, fase em que o feijoeiro passou a suprimir o desenvolvimento de plantas daninhas pelo sombreamento. Como tratamentos fitossanitários, foram realizadas aos 28 e 42 dias após a semeadura a aplicação do fungicida piraclostrobina na dose de 0,075 kg ha⁻¹ e do inseticida thiamethoxan na dose de 0,060 kg ha⁻¹.

A aplicação dos desseccantes ocorreu aos 68 dias após a semeadura (DAS), estágio R7, ocasião da maturidade fisiológica, quando o feijoeiro apresentava a vagem com coloração tipicamente madura. Os tratamentos foram aspergidos com pulverizador costal pressurizado a CO₂, contendo quatro pontas de pulverização modelo TT110°03, a pressão constante de 2,5 bar e volume de calda de 250 litros ha⁻¹.

Por ocasião da colheita, que foi realizada manualmente, foram avaliados o número de plantas, o rendimento de sementes na área útil da parcela, a coloração e a massa específica aparente das sementes. Das plantas colhidas na área útil de cada parcela, dez foram separadas ao acaso para análise do número total de vagens por planta. Destas plantas foram selecionadas 200 vagens coletadas aleatoriamente e determinado o número de sementes por vagem e a massa de 100 sementes, feito em duplicata. Os valores do rendimento de sementes e da massa de 100 sementes foram expressos a 12% de teor de água (b.u.) (ALMEIDA et al., 2013). A coloração das sementes foi avaliada pela leitura direta de reflectância das coordenadas do sistema “L” (luminosidade preto - branco), “a” (tonalidade verde – vermelha) e “b” (tonalidade azul – amarela), em colorímetro tristímulo (iluminante 10°/D65), utilizando os valores das coordenadas, foram calculados o croma ($C = (a^2 + b^2)^{1/2}$) que define a intensidade e pureza da cor e o ângulo Hue ($^{\circ}h = \arctang(b/a)$), usando a média de oito medições.

As sementes foram acondicionadas em sacos de papel e armazenadas em condições ambientes por um período de seis meses. A umidade relativa (UR) e a temperatura foram registradas por um “data logger” digital (precisão: 0,1 °C; 5,0% UR), obtendo valores médios durante o período de temperatura $25,4 \pm 3$ °C e UR $67,3 \pm 3$ %.

A qualidade fisiológica das sementes foi avaliada através dos testes: teor de água, germinação, envelhecimento acelerado, condutividade elétrica, emergência e índice de velocidade de emergência e teste de sanidade:

a) Teor de água: determinado segundo as Regras para Análise de Sementes (RAS) pelo método da estufa a 105 ± 3 °C por 24 horas (BRASIL, 2009), com quatro subamostras de 50 sementes. O resultado foi expresso em porcentagem de base úmida (%b.u.).

b) Teste de germinação: realizada com quatro subamostras de 50 sementes por tratamento, acondicionadas em rolos de papel tipo “germitest”, umedecidos com água destilada em volume equivalente a 2,5 vezes a massa do substrato seco. Os rolos foram acondicionados em germinador, regulado à temperatura constante de 30°C diurna e 20°C noturna. As contagens foram realizadas no quarto e nono dias após a instalação do teste e os resultados foram expressos em porcentagem de plântulas normais (BRASIL, 2009);

c) Teste de emergência e índice de velocidade de emergência: 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 substrato foi umedecido até 70% de sua capacidade de campo no momento da semeadura e após irrigado, por aspersão, três vezes ao dia. Foram realizadas contagens diárias, computando-se a emergência das plântulas acima de 1 cm, a fim de determinar o índice de velocidade de emergência de plântulas (IVE), de acordo com Maguire (1962). Para as avaliações de comprimento de plântulas, e massa seca de plântulas, foram utilizadas as plântulas normais oriundas do teste de emergência, 10 dias após a semeadura. Foi medido o comprimento do hipocótilo e epicótilo mensurado com régua em 20 plântulas. Para a determinação da massa seca, as plântulas foram acondicionadas em sacos de papel e submetidas à secagem em estufa com circulação de ar à temperatura de 65°C por 48 horas. Após a secagem, as amostras foram pesadas em balança eletrônica com precisão de 0,001g.

d) Teste de condutividade elétrica: Efetuado com quatro repetições de 50 sementes de cada tratamento, que foram previamente pesadas com balança de precisão de 0,01g e, a seguir, colocadas em copos plásticos contendo 75 mL de água destilada e deionizada, permanecendo em embebição em BOD à temperatura constante de 25°C. Decorridas 24

horas, foi efetuada a leitura de condutividade elétrica das soluções, utilizando o condutivímetro digital Technal, modelo TEC-4MP. Os resultados foram expressos em $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$ de semente (VIEIRA & KRZYZANOWSKI, 1999).

e) Envelhecimento acelerado: No teste de envelhecimento acelerado foram utilizadas quatro repetições de 50 sementes. O teste foi conduzido em caixas gerbox possuindo em seu interior tela de alumínio e as sementes foram distribuídas em camada uniforme. Em cada caixa, foram adicionados 40 mL de água destilada e dispostas as 50 sementes sobre a tela. As caixas, tampadas, foram mantidas em câmara germinadora reguladas a temperatura de 41°C por 24 horas. Após o envelhecimento, as sementes foram submetidas ao teste de germinação, conforme descrito anteriormente, sendo os resultados expressos em porcentagem de plântulas normais.

f) Teste de sanidade: o método utilizado foi o do papel filtro (“blotter test”), conforme descrito por Neergaard (1979). Foram realizadas quatro repetições de 100 sementes colocadas sobre três folhas de papel filtro previamente esterilizadas a seco e umedecidas com água destilada e autoclavada a 1% de cloreto de sódio, em caixas plásticas tipo gerbox, sendo utilizadas 25 sementes por caixa. A identificação dos patógenos foi feita após sete dias de incubação a $20^{\circ}\pm 2^{\circ}$ °C e regime luminoso de 12 horas de luz. Finalizado esse período as sementes foram examinadas individualmente, com auxílio de microscópio estereoscópio com aumento de até 60x. Quando necessário, foram realizadas preparações microscópicas para a identificação dos fungos.

Os resultados foram submetidos à análise de variância pelo teste F e quando significativos submetidos a análise de regressão a 5% de significância.

2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A população final de plantas (PO), o número de vagens por planta (VP), sementes por vagem (SV), massa de 100 sementes (MCS) e o rendimento de sementes (RS) não foram afetados pela aplicação de diferentes doses do herbicida flumioxazin na maturidade fisiológica do feijão-azuki (Tabela 1). Provavelmente, não ocorreram diferenças nos componentes de rendimento pela aplicação ter sido realizada, quando as sementes se encontravam já formadas, na maturidade fisiológica, que representa o máximo do acúmulo de massa seca, caracterizando o período de enchimento das sementes, quando já não há conexão vascular com a planta-mãe (TOLEDO et al., 2014). Em função dessas características, justifica-se a ausência do efeito das doses do herbicida sobre essas variáveis.

Tabela 1. Quadrados médios e níveis de significância avaliadas no feijão-azuki de acordo com a fonte de variação.

FV	GL	VP	SV	MCS	RS	PO
Doses (D)	5	0,65 ^{ns}	0,12 ^{ns}	0,78 ^{ns}	2112,02 ^{ns}	5463013,426 ^{ns}
Resíduo	15	0,93	0,39	1,61	5019,16	41824883,48
CV (%)		6,34	11,13	16,8	7,19	3,25

1/ VP= vagem por planta, SV= sementes por vagem, MCS= massa de 100 sementes, RS= rendimento de sementes, PO= população de plantas. ns, não significativo pelo teste F.

A aplicação do flumioxazin nas doses de 35 e 40 g ia ha⁻¹ antecipou a colheita em três dias em relação aos demais tratamentos. Santos et al. (2005a) obtiveram antecipação do ciclo em sete dias com a aplicação de carfentrazone em feijoeiro, sem interferência na produtividade. Interferência nos componentes de rendimentos vem sendo relatada quando a dessecação ocorre antes da maturidade fisiológica (TOLEDO et al., 2014). A produtividade média foi de 985 kg ha⁻¹ (Tabela 2), estando abaixo da produtividade encontrada por Guareschi et al. (2009) nesta região que foi de 1.638,41 kg ha⁻¹, tal fato pode estar relacionado, com a baixa e má distribuição de chuvas na fase de formação e enchimento de grãos (Figura 1).

Tabela 2. Vagem por planta (VP), sementes por vagem (SV), massa de 100 sementes (MCS), rendimento de sementes (RS) e população de plantas (PO) de feijão-azuki em função da dose do dessecante flumioxazin aplicado em pré-colheita.

Tratamentos (g i.a ha ⁻¹)	VP	SV	MCS (g)	RS (kg ha ⁻¹)	PO (plantas ha ⁻¹)
0	15,95	5,63	6,89	981,13	197500,00
20	15,05	5,45	7,17	958,46	199687,50
25	15,25	5,69	7,59	1016,72	200208,33
30	14,95	5,96	7,92	997,64	198854,17
35	15,45	5,58	7,70	959,92	200104,17
40	14,85	5,74	8,03	996,23	197812,50

1/ Médias estatisticamente iguais pelo teste F a 5% de significância.

A massa específica aparente não sofreu interferência das fontes de variação (Tabela 3). A característica “a” e “b” para coloração foi influenciada pelo armazenamento, sendo observada a redução nos valores obtidos. As demais características não sofreram alterações. O valor da coordenada “L” é uma das informações relevantes para o feijão, pois está vinculado à claridade dos grãos. Os valores de “L” observados ficaram entre 26 e 28, não diferindo em função das fontes de variação (Tabela 4). Para as características “a” e “b”, não são relatados na literatura os valores médios, sendo estes valores, usados para determinação da intensidade da cor (RIBEIRO et al., 2008). A intensidade (C) foi influenciada pelos seis meses de armazenamento, enquanto a tonalidade (°h) não foi influenciada.

Tabela 3. Quadrados médios e níveis de significância avaliadas no feijão-azuki de acordo com a fonte de variação.

FV	GL	ME ^{1/}	L	a	b	C	°h
Doses (D)	5	181,99 ^{ns}	0,64 ^{ns}	0,51 ^{ns}	0,18 ^{ns}	0,43 ^{ns}	0,001 ^{ns}
Resíduo-a	15	188,40	0,99	0,33	0,069	0,21	0,0007
Época (E)	1	198,54 ^{ns}	1,12 ^{ns}	0,96*	0,53*	3,07**	0,002 ^{ns}
D x E	5	99,23 ^{ns}	0,59 ^{ns}	0,23 ^{ns}	0,23 ^{ns}	0,36 ^{ns}	0,0003 ^{ns}
Resíduo-b	18	139,86	0,94	0,21	0,22	0,27	0,0006
CV A (%)		1,75	3,71	4,58	2,72	2,91	4,22
CV B (%)		1,51	3,60	3,66	4,89	3,28	3,89

1/ ME= massa específica aparente, L, a e b= coordenadas obtidas através do colorímetro, C= croma, °h= ângulo Hue. ns, *, ** não significativo, significativo a 5 e 1% de significância pelo teste F.

Tabela 4. Massa específica aparente (ME), coordenadas L, a e b, chroma (C), e ângulo Hue (°h) de feijão-azuki em função da dose do herbicida flumioxazin aplicado em pré-colheita e após seis meses de armazenamento (6 MA).

Tratamentos (g ia ha ⁻¹)	ME ^{1/} (kg m ⁻³)	L	a	b	C	°h
0	784,44	26,99	12,28	9,67	15,64	0,67
20	788,47	26,46	12,69	9,52	15,87	0,64
25	781,94	26,97	12,84	9,75	16,13	0,65
30	776,81	26,85	12,30	9,48	15,53	0,66
35	782,50	27,34	12,34	9,87	15,81	0,67
40	789,94	26,96	12,74	9,76	16,06	0,65
Colheita	777,16	27,08	12,67 a	9,90 a	16,09 a	0,66
6 MA	780,88	26,77	12,39 b	9,44 b	15,59 b	0,65

1/ Médias estatisticamente iguais pelo teste F a 5% de significância.

A condutividade elétrica (CE) foi influenciada pela interação doses do herbicida flumioxazin com o armazenamento (Tabela 5). Na avaliação realizada na colheita, o aumento da dose reduziu de forma linear a perda de eletrólitos na semente, o que indica a manutenção da integridade das membranas da semente. Tal resultado discorda dos obtidos por Kappes et al. (2009), ao verificarem que sementes de soja oriundas do tratamento testemunha foram as que apresentaram menores valores de condutividade. Após o armazenamento, houve o aumento da condutividade, contudo, não houve efeito das doses do dessecante em relação as respostas observadas (Figura 2A).

O teor de água não sofreu influência das fontes de variação (Tabela 5), tendo valores médios em torno de 12,41% (b.u). De acordo com Juvino et al. (2014) mudanças na temperatura e na umidade relativa do ar provocam ajustes constantes no teor de água das sementes armazenadas em embalagens permeáveis ao vapor de água.

Na avaliação realizada na colheita, apresentou maior porcentagem de plântulas normais na primeira contagem e após o armazenamento a queda do vigor e resposta linear para as doses (Figura 2B). Os efeitos negativos da utilização de dessecantes podem ser maximizados com o armazenamento, quando estas podem ter o seu vigor reduzido (KAPPES et al., 2012).

Tabela 5. Quadrados médios e níveis de significância avaliadas no feijão-azuki de acordo com a fonte de variação.

FV	GL	TA ^{1/}	CE	PN1	PA	PN	PNEA	E	IVE	CH	CR	CT	MSH	MSR	MST
Doses (D)	5	0,78 ^{ns}	96,25*	245,53*	19,88 ^{ns}	25,88 ^{ns}	118,53 ^{ns}	45,08 ^{ns}	3,34*	1,74 ^{ns}	9,74*	9,56**	0,02 ^{ns}	0,02 ^{ns}	0,003 ^{ns}
Resíduo-a	15	0,45	51,33	50,15	20,24	33,17	65,95	93,48	1,43	0,31	1,01	1,34	0,006	0,008	0,002
Época (E)	1	0,06 ^{ns}	23656,3**	481,3**	1140,7**	784,1**	3136,3**	102,1 ^{ns}	20,5**	83,5**	114,2**	392,7**	3,9**	1,05**	9,12**
D x E	5	1,19 ^{ns}	81,73*	274,9**	49,35 ^{ns}	79,08 ^{ns}	142,73 ^{ns}	47,88 ^{ns}	2,12*	0,33 ^{ns}	3,85 ^{ns}	2,31 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,02 ^{ns}	0,005 ^{ns}
Resíduo-b	18	0,96	22,82	35,11	21,25	31,69	95,66	43,14	0,62	0,19	2,25	2,61	0,005	0,008	0,02
CV A (%)		5,45	10,06	9,62	14,80	6,60	13,28	10,77	12,44	4,59	8,32	4,79	18,47	15,47	21,08
CV B (%)		7,90	6,71	8,05	15,91	6,46	15,99	7,31	8,17	3,61	12,43	6,68	16,52	14,30	18,58

1/ TA= teor de água, CE= condutividade elétrica, PN1= plântulas normais na primeira contagem (%), PA= plântulas anormais (%), PN= plântulas normais na germinação (%), PNEA= plântulas normais após o envelhecimento acelerado, E= emergência (%), IVE= índice de velocidade de emergência, CH= comprimento de hipocótilo, CR= comprimento de raiz, CT= comprimento total de plântulas, MSH= massa seca hipocótilo, MSR= massa seca de raiz, MST= massa seca total de plântulas. ns, *, **= não significativo, significativo a 5 e 1%, respectivamente pelo teste F.

A porcentagem de plântulas normais e anormais obtidas no teste de germinação e a porcentagem de plântulas normais após o teste de envelhecimento acelerado foram influenciadas apenas pelo armazenamento, sendo que, após seis meses, ocorreu a queda na germinação das sementes e aumento no número de plântulas anormais (Tabela 6), indicando que, possivelmente, as condições de armazenamento do presente trabalho não foram eficientes para a conservação da qualidade fisiológica dessa espécie.

Esses resultados corroboram os encontrados por Santos et al. (2005a), que constataram reduções de 5 a 15%, na porcentagem de germinação das sementes de feijão de quatro cultivares, após serem armazenadas por oito meses em condições de ambiente. Porém, segundo esses autores, mesmo ocorrendo reduções, a porcentagem de germinação permaneceu acima de 80% durante o período em que permaneceram armazenadas. Santos et al. (2005b) avaliando a eficácia do dessecante carfentrazone na cultivar Talismã aplicado aos 25, 30 e 35 dias após o florescimento (DAF) e cinco doses do herbicida (0, 10, 30, 60 e 120 g i.a ha⁻¹) verificaram que a aplicação aos 30 DAF (próximo a maturidade fisiológica), nas doses de 10 e 30 g i.a ha⁻¹ mostraram mais eficiente, diminuindo o tempo de colheita em sete dias, sem prejuízo a qualidade fisiológicas das sementes no momento da colheita.

Tabela 6. Teor de água (TA), emergência (%) (E), comprimento hipocótilo (CH), massa seca hipocótilo (MSH), massa seca raiz (MSR), massa seca total (MST), plântulas normais após o envelhecimento acelerado (%) (PNEA), plântulas anormais (%) (PA) e plântulas normais na germinação (%) (PN) de feijão-azuki de acordo com a dose do dessecante flumioxazin aplicado em pré-colheita e após seis meses de armazenamento (6 MA).

Tratamentos (g i.a ha ⁻¹)	TA ^{1/} (% b.u.)	E (%)	CH (cm)	MSH (g)	MSR (g)	MST (g)	PNEA (%)	PA (%)	PN (%)
0	12,87	88,75	12,33	0,39	0,30	0,69	58,75	9,25	88,00
20	12,41	88,25	11,24	0,39	0,33	0,73	59,75	9,75	87,75
25	12,59	88,00	11,98	0,49	0,23	0,72	56,00	8,75	89,75
30	12,48	91,25	12,51	0,50	0,22	0,71	67,00	13,00	84,50
35	11,93	88,50	12,25	0,41	0,29	0,70	63,25	9,00	87,25
40	12,29	94,00	12,43	0,46	0,22	0,67	62,25	10,50	86,00
Colheita	12,39	91,25	13,44 a	0,73 a	0,41 a	1,14 a	69,25 a	5,17 b	91,25 a
6 MA	12,46	88,33	10,80 b	0,15 b	0,11 b	0,26 b	53,08 b	14,91 a	83,16 b

1/ Médias seguidas por letras iguais nas colunas são estatisticamente iguais pelo teste F a 5% de significância.

A porcentagem de emergência (E) das sementes não foi influenciada pelas fontes de variação, apresentando valores médios em torno de 91 e 88% nas duas épocas

de avaliação (Tabela 5). Silva et al. (2014) avaliando a qualidade fisiológica de sementes de feijão-comum produzidas no norte de Minas acondicionadas em embalagem de polietileno (impermeável) devidamente vedadas, e armazenadas por 12 meses em câmara fria a 10°C e 65% de umidade relativa do ar, verificaram diferenças na emergência de plântulas após o armazenamento.

A velocidade de emergência foi maior na época da colheita independentemente da dose aplicada, após seis de armazenamento, houve a redução no índice e resposta quadrática em relação às doses. A dose de 19,5 g i.a ha⁻¹ apresentou maior valor, com índices variando de 8,66-8,89. Contudo, com o aumento da dose observa-se decréscimo na velocidade de emergência (Figura 2C).

O comprimento do hipocótilo, a massa seca da raiz, hipocótilo e total das plântulas apresentaram menores valores após os seis meses de armazenamento (Tabela 6). O comprimento da raiz primária passou de 13,16 para 10,53 cm, enquanto o comprimento total das plântulas de 27,05 para 21,34 cm após o armazenamento. O armazenamento promoveu a redução do tamanho da raiz enquanto, as doses promoveram resposta linear para comprimento de raiz, sendo que o aumento da dose reduziu o tamanho (Figura 2D) e o comportamento quadrático para comprimento total de plântulas, em que a dose de 9,5 g i.a ha⁻¹ promoveu o maior tamanho (Figura 2E).

Kappes et al. (2012) avaliando o efeito da época de aplicação (30, 35, 40 e 45 DAF) e da dose (0, 200, 400 e 600 g i.a ha⁻¹) do herbicida paraquat no feijoeiro comum, verificaram que a aplicação de doses elevadas de paraquat, de maneira geral, comprometeu a qualidade fisiológica das sementes e o crescimento de plântulas de feijão, demonstrando a importância da determinação e conhecimento deste fator, sendo para a maioria das variáveis, a obtenção de resposta quadrática em relação a dose.

Vanzolini et al. (2007) citam que testes baseados no desempenho de plântulas de soja são sensíveis para diferenciar lotes, apresentando correlação positiva com a emergência das plântulas de soja em campo e permitem avaliar o vigor de sementes.

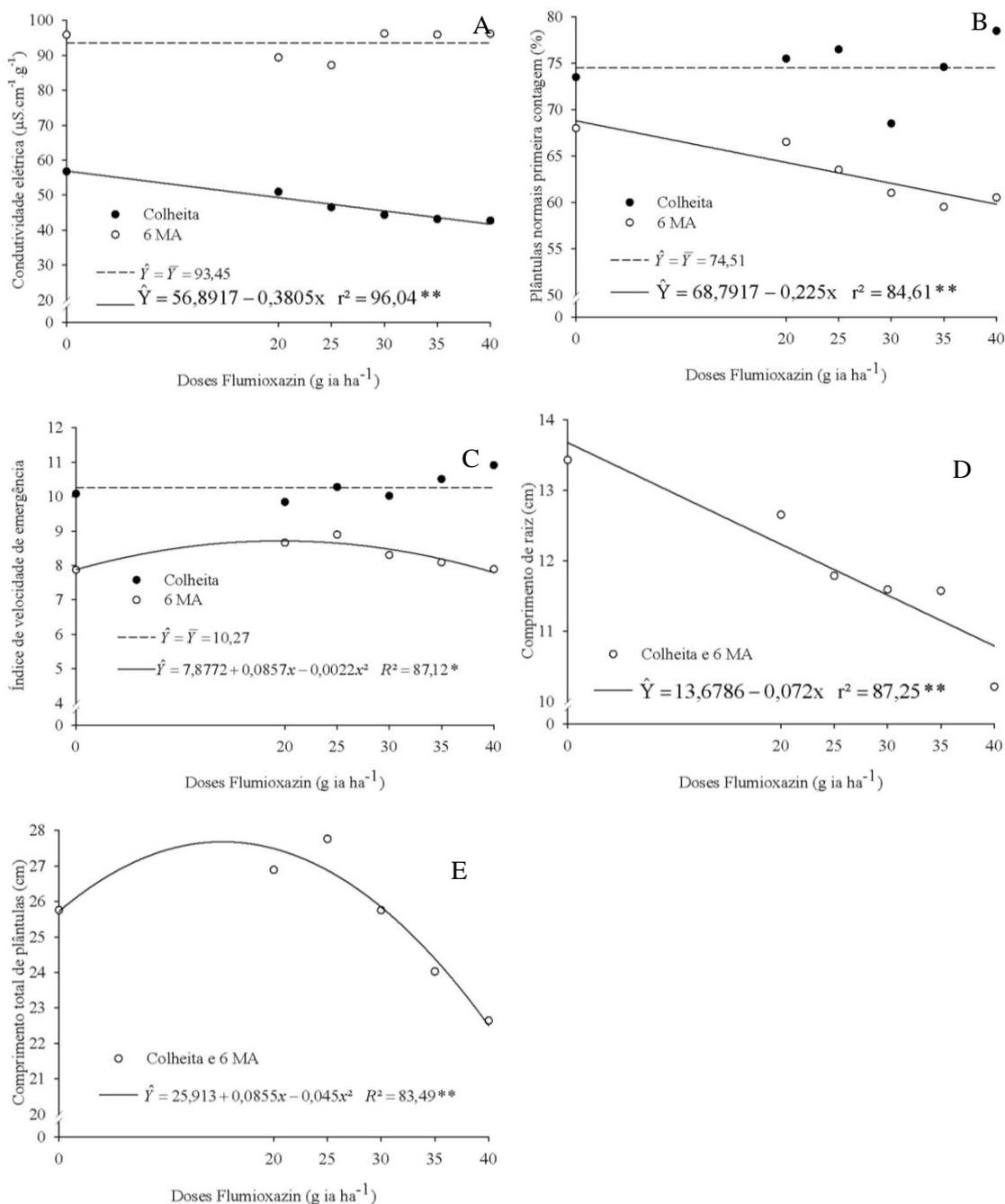


Figura 2. Condutividade elétrica (CE) (A), plântulas normais na primeira contagem (%) (B), índice de velocidade de emergência (C), comprimento de raiz (D) e comprimento total de plântulas (E) de sementes de feijão-azuki em função de doses do dessecante flumioxazin aplicado em pré-colheita e de seis meses de armazenamento (6 MA).

Os fungos infestantes das sementes de feijão-azuki encontrados no teste de sanidade estão relacionados na Tabela 7, e se observa, que, os gêneros *Cladosporium*, *Fusarium* e *Rizhopus* foram influenciados pela interação das fontes de variação doses do dessecante e seis meses de armazenamento, enquanto, *Aspergillus* foi influenciado pelas doses e *Penicillium* não foi influenciado pelos tratamentos.

Tabela 7. Quadrados médios e níveis de significância avaliadas no feijão-azuki de acordo com a fonte de variação.

FV	GL	ASP ^{1/}	CLA	FUS	PEN	RIZ
Dose (D)	5	2,39**	2,71**	0,75*	1,31 ^{ns}	0,74 ^{ns}
Resíduo-a	15	0,55	0,48	0,34	0,59	0,14
Época (E)	1	0,22 ^{ns}	82,68**	50,02**	0,70 ^{ns}	8,50**
D x E	5	1,31 ^{ns}	3,22**	1,89**	0,12 ^{ns}	0,31**
Resíduo-b	18	0,21	0,58	0,34	0,39	0,15
CV A (%)		25,64	12,66	9,59	28,29	24,56
CV B (%)		22,30	13,91	9,55	28,82	25,44

1/ ALT= *Alternaria*, ASP= *Aspergillus*, CLA= *Cladosporium*, FUS= *Fusarium*, PEN= *Penicillium*, RIZ= *Rizhopus*. ns, *, **= não significativo, significativo a 5 e 1%, respectivamente pelo teste F.

De forma geral, os fungos que sofreram influência do armazenamento, tiveram sua incidência reduzida após os seis meses, fato que pode estar relacionado com as condições adversas para desenvolvimento dos patógenos encontrados neste período. Além disso, fungos como *Fusarium* são considerados patógenos de campo e têm dificuldades de desenvolvimento em condições de armazenamento.

Para *Cladosporium* e *Fusarium* (Figuras 3B e 3C), a resposta foi linear em relação as doses do dessecante avaliado na colheita, fato que pode ser explicado por causa da melhor uniformidade e mais rápida maturação das plantas, o que provavelmente limitou a sobrevivência desses patógenos. Para *Aspergillus* o comportamento foi quadrático em relação as doses do herbicida aplicado em pré-colheita (Figura 3A).

A incidência de *Penicillium* foi constatada tendo valores próximos de 2,15% em ambas as avaliações realizadas (Figura 3E). A incidência de *Rizhopus* foi reduzida após os seis meses de armazenamento e apresentou comportamento quadrático em relação às doses do herbicida usado na dessecação (Figura 3D).

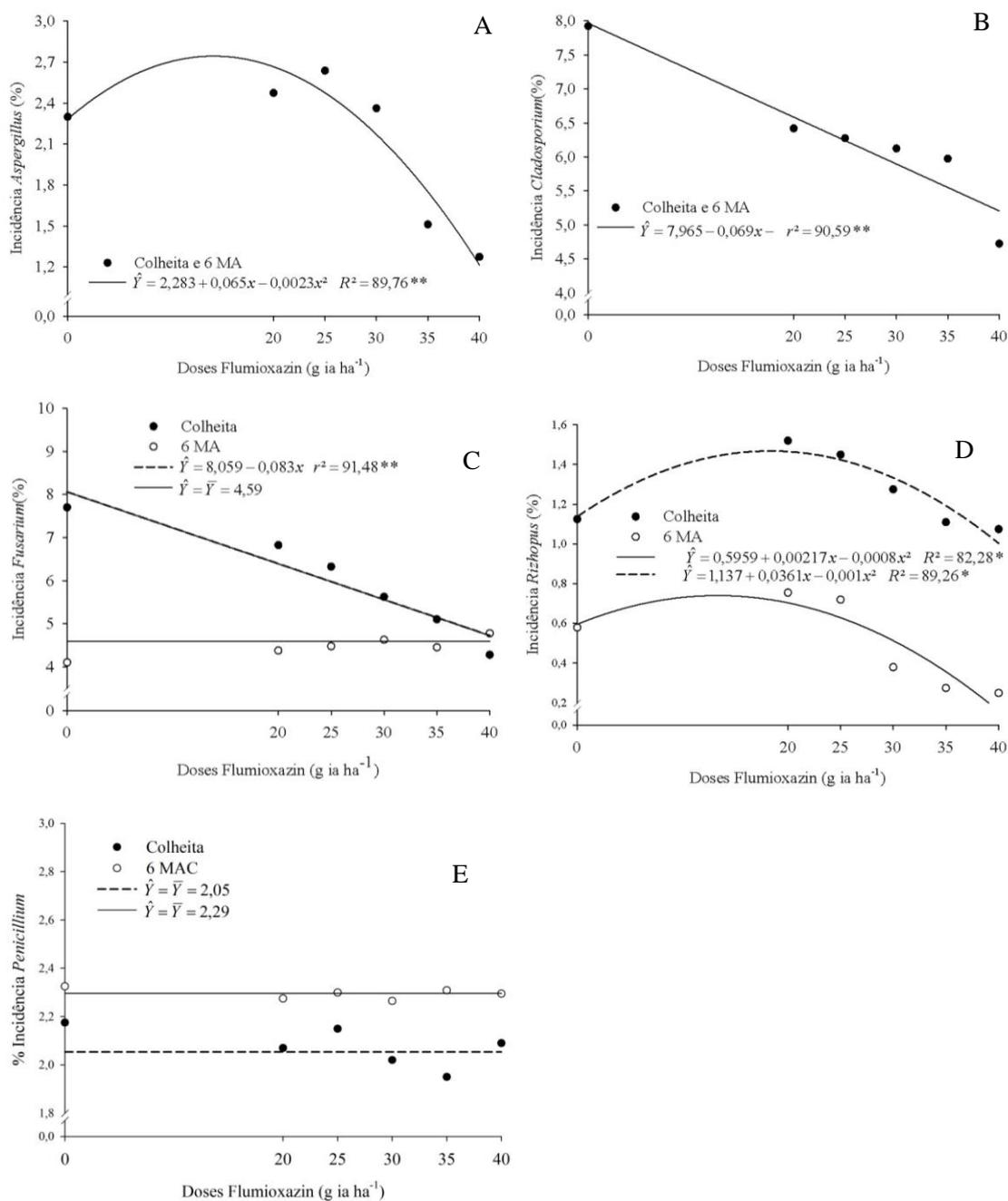


Figura 3. Porcentagem de incidência dos fungos: *Aspergillus* (A), *Cladosporium* (B), *Fusarium* (C), *Rizhopus* (D), *Penicillium* (E), em sementes de feijão-azuki, em função de doses do dessecante saflufenacil aplicado em pré-colheita e com seis meses de armazenamento (6 MA).

2.4 CONCLUSÕES

A aplicação do herbicida flumioxazin na maturidade fisiológica do feijão-azuki não influencia nos componentes de rendimento da cultura, promove uniformidade da maturação e antecipa a colheita em três dias.

A dose de 19,5 g i.a ha⁻¹ de flumioxazin mantém a qualidade fisiológicas de sementes de feijão-azuki.

O armazenamento de feijão-azuki durante seis meses em condições ambientais reduz a qualidade fisiológica das sementes, causando redução no vigor das sementes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, D. P.; RESENDE, O.; COSTA, L. M.; MENDES, U. C. Higroscopicidade das sementes de feijão adzuki. **Científica**, Jaboticabal, v.41, n.2, p.130–137, 2013.

AZEVEDO, M. R. Q. A.; GOUVEIA, J. P. G.; TROVÃO, D. M. M.; QUEIROGA, V. P. Influência das embalagens e condições de armazenamento no vigor de sementes de gergelim. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.7, p.519-524, 2003.

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

BÜLOW, R. L.; CRUZ-SILVA, C. T. A. Dessecantes aplicados na pré-colheita na qualidade fisiológica de sementes de soja. **Journal of Agronomic Sciences**, Umuarama, v.1, n.1, p.67-75, 2012.

CARDOSO, R. B.; BINOTTI, F. F. DA S.; CARDOSO, E. D. Potencial fisiológico de sementes de crambe em função de embalagens e armazenamento. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v.42, p.272-278, 2012.

DALTRO, E. M. F. et al. Aplicação de dessecantes em pré-colheita: efeito na qualidade fisiológica de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 32, n.1, p.111-122, 2010.

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**, Londrina, v. 34, n. 4, p. 1707-1714, jul./ago. 2013.

FORTI, V. A.; CICERO, S. M.; PINTO, T. L. F. Avaliação da evolução de danos por ‘umidade’ e redução do vigor em sementes de soja, cultivar TMG 113-RR, durante o armazenamento, utilizando imagens de raio X e testes de potencial fisiológico. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.32, p.123-133, 2010.

GROSSMANN, K.; HUTZELER, 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, n. 3, p. 290-298, 2011.

GUARESCHI, R.F.; ARAUJO, M.J.C.; GAZOLLA, P.R.; ROCHA, A.C. Produtividade de feijão azuki em função de doses de potássio em cobertura. **Global Science and Technology**, v. 2, n. 2, p.67-72, 2009.

JUVINO, A. N. K.; RESENDE, O.; COSTA, L. M.; SALES, J. F. Vigor da cultivar BMX Potência RR de soja durante o beneficiamento e períodos de armazenamento. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.18, n.8, p.844–850, 2014.

KAPPES, C.; CARVALHO, M. A. C.; YAMASHITA, O. M. Potencial fisiológico de sementes de soja dessecadas com diquat e paraquat. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 10, n. 1, p. 1-6, 2009.

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.

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

MARCANDALLI, L.H.; LAZARINI, E.; MALASPINA, I. C. Épocas de aplicação de dessecantes na cultura da soja: qualidade fisiológica de sementes. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.33, n.2, p.241-250, 2011.

NEERGAARD, P. **Seed Pathology**. 2.ed. London, MacMillan Press, 1979. 2v.

RIBEIRO, N. D.; STORCK, L.; POERSCH, N. L. Classificação de lotes comerciais de feijão por meio da claridade do tegumento dos grãos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.38, n.7, p.2042-2045, 2008.

SANTOS, J. B.; FERREIRA, E. A.; SANTOS, E. A.; SILVA, A. A.; SILVA, F. M.; FERREIRA, L. R. Avaliação do carfentrazone-ethyl como dessecante em pré-colheita de sementes de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). **Revista Ceres**, Viçosa, v. 52, n. 304, p.831-843, 2005a.

SANTOS, C. M. R.; MENEZES, N. L.; VILLELA, F. A. Modificações fisiológicas e bioquímicas em sementes de feijão no armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 27, n. 1, p. 104-114, 2005b.

SILVA, M. M.; SOUZA, H. R. T.; DAVID, A. M. S. S.; SANTOS, L. M.; SILVA, R. F.; AMARO, H. T. R. Qualidade fisiológica e armazenamento de sementes de feijão-comum produzidas no norte de Minas Gerais. **Revista Agro@mbiente**, v. 8, n. 1, p. 97-103, janeiro-abril, 2014.

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

TOLEDO, M. Z.; CAVARIANE, C.; FRANÇA NETO, J. B. Qualidade fisiológica de sementes de soja colhidas em duas épocas após dessecação com glyphosate. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 34, n. 1, p. 134 – 142, 2012.

TOLEDO, M. Z.; ISHIZUKA, M. S.; CAVARIANI, C.; FRANÇA NETO, J. B.; PICOLI, L. B. Dessecação em pré-colheita com glifosato e qualidade de sementes armazenadas de soja. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 35, n. 2, p. 765-774, mar./abr. 2014.

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.

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.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso de dessecantes é prática recente, especialmente na produção de sementes de feijão-azuki, em que não existem casos relatados na literatura. A não utilização desta prática pode ser pela inexistência de trabalhos que avaliem os efeitos de dessecantes nesta espécie.

Com este trabalho, verificou-se que os dessecantes, atualmente recomendados, para dessecação em pré-colheita no feijão-comum e na soja apresentam potencial de uso no feijão-azuki.

Considerando a cultura em estudo, bem como, novas moléculas de produtos dessecantes, trabalhos com esse objetivo se fazem necessários para auxiliar à tomada de decisões em relação ao manejo da cultura.