

ELIZETH REGINA RAÍSSE

**EFEITO DE HERBICIDAS DESSECANTES NA ANTECIPAÇÃO DA
COLHEITA, PRODUTIVIDADE E QUALIDADE FISIOLÓGICA DE
SEMENTES DE FEIJÃO-CAUPI**

Dissertação apresentada à Universidade Federal
de Viçosa, como parte das exigências do
Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, para
obtenção do título de *Magister Scientiae*.

VIÇOSA
MINAS GERAIS - BRASIL
2019

**Ficha catalográfica preparada pela Biblioteca Central da Universidade
Federal de Viçosa - Câmpus Viçosa**

T

R159e
2019 Raíse, Elizeth Regina, 1986-
Efeito de herbicidas dessecantes na antecipação da
colheita, produtividade e qualidade fisiológica de sementes de
feijão-caupi / Elizeth Regina Raíse. – Viçosa, MG, 2019.
xi, 45 f. : il. (algumas color.) ; 29 cm.

Orientador: Eduardo Fontes Araujo.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.
Referências bibliográficas: f. 42-45.

1. Feijão-caupi - Semente. 2. Feijão-caupi - Rendimento.
3. Sementes - Armazenamento. 4. Sementes - Fisiologia -
Qualidade. 5. Dessecação. I. Universidade Federal de Viçosa.
Departamento de Fitotecnia. Programa de Pós-Graduação em
Fitotecnia. II. Título.

CDD 22. ed. 635.6525

ELIZETH REGINA RAÍSSE

**EFEITO DE HERBICIDAS DESSECANTES NA ANTECIPAÇÃO DA
COLHEITA, PRODUTIVIDADE E QUALIDADE FISIOLÓGICA DE
SEMENTES DE FEIJÃO-CAUPI**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 31 de janeiro de 2019.



Roberto Fontes Araújo



Laercio Júnio da Silva



Francisco Claudio Lopes de Freitas
(Coorientador)



Eduardo Fontes Araujo
(Orientador)

Aos meus pais Manuel F. Raisse (*in memoriam*), Antônio Anésio e Maria J. Frederico, ao meu filho Adney Raisse Avijala, as minhas irmãs Benilde, Sèrvia e Marcelina.

Dedico

AGRADECIMENTOS

"A Deus", pelas suas bênçãos e nas suas palavras encontro a força que preciso para continuar caminhando, pois se o bom me alegrou, o mau me fortaleceu.

A minha mãe Maria Jesuina Frederico pelo amor incondicional e apoio em todas as minhas escolhas, por ser o exemplo da minha perseverança.

Ao meu filho Adney Raisse Avijala e ao meu noivo Matoso Avijala pela paciência e compreensão.

As minhas irmãs e ao meu cunhado pelos conselhos e que sempre estiveram presentes ao longo desta caminhada, junto à emoção em puder revê-los.

Aos meus sobrinhos mesmo que distantes me transmitiam muita energia positiva e alegria.

Ao professor Eduardo Fontes de Araujo, pela orientação no mestrado, atenção, confiança e receptividade.

Ao meu co-orientador Francisco Claudio Lopes de Freitas pela orientação na condução dos trabalhos de campo e revisão desta dissertação.

Aos professores Paulo Roberto Cecon, Roberto Fontes Araujo e Laércio Junio dos Santos, pelos ensinamentos, e valiosas contribuições ao longo da elaboração deste trabalho.

Ao Programa de Pós-graduação em Fitotecnia, bem como ao Ministério de Ciências e tecnologias e Ensino Superior de Moçambique (MCTESTP) pela concessão da bolsa.

Ao Instituto de Investigação Agrária de Moçambique, na pessoa do Dr Carvalho Ecole, pelo apoio e confiança.

Ao técnico Luiz Henriques Lopes de Freitas e a todos os funcionários do grupo de manejo integrado de plantas daninhas, pelo apoio. Aos colegas de laboratório de análise de sementes da UFV, Miqueias Assis, Carla Michele e Bruno Freitas pela ajuda.

A todos que direta ou indiretamente colaboraram para que este trabalho pudesse ser realizado.

A educação e o ensino são as armas mais poderosas que você
pode usar para mudar o mundo

“Nelson Mandela-Madiba”

1918-2013

BIOGRAFIA

Elizeth Regina Raisse, filha de Manuel Francisco Raisse e Maria Jesuina Frederico, nasceu na cidade de Montepuez, Província de Cabo Delgado-Moçambique. Em 2008, concluiu o ensino técnico médio profissional em agropecuária pelo Instituto agrário de Chimoio. Janeiro de 2012 graduou-se em Ciências Agrárias, pela Universidade Mussa Bin Bique de Moçambique (UMBB). Em de Março de 2017, iniciou o curso de Mestrado em Fitotecnia, na Universidade Federal de Viçosa-MG, na área de concentração em sementes e propagação vegetativa.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS.....	vii
LISTA DE FIGURAS	ix
RESUMO	x
ABSTRACT	xi
1.0 INTRODUÇÃO	1
2.0 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	4
2.1 A cultura do feijão-caupi.....	4
2.2 Dessecação pré-colheita de plantas.....	6
2.3 Herbicidas desseccantes no mercado nacional.....	7
2.4 Qualidade de sementes.....	10
2.5 Armazenamento de sementes.....	11
3.0 MATERIAL E MÉTODOS.....	13
3.1 Localização e condições climáticas do campo de produção de sementes.....	13
3.2 Caracterização da aplicação dos desseccantes (tratamentos).....	14
3.3 EXPERIMENTO I: características avaliadas após a colheita.....	16
3.4 Delineamento e análise estatística.....	19
3.5 EXPERIMENTO II: características avaliadas após o armazenamento.....	20
3.6 Delineamento e análise estatística.....	20
4.0 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	22
a) Antecipação da colheita e teor de água das sementes na colheita.....	22
b) Produtividade e peso de cem sementes.....	24
c) Qualidade fisiológica das sementes.....	26
d) Desdobramentos da interação Tratamento x Ambiente.....	34
5.0 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	38
6.0 CONCLUSÕES.....	41
7.0 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	42

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Características químicas de amostras de solo.....	13
Tabela 2. Especificação dos tratamentos dessecantes e a dose empregada.....	15
Tabela 3. Teor de água das sementes no momento da colheita e antecipação da colheita de acordo com aplicação de herbicidas dessecantes e a testemunha sem dessecação.....	23
Tabela 4. Resumo de análise de variância dos dados de produtividade (prod.) e do peso de cem sementes (P100) de feijão-caupi submetidas de acordo com os tratamentos dessecantes e uma testemunha sem dessecação.....	24
Tabela 5. Produtividade média e peso de cem sementes de feijão-caupi de acordo com os dessecantes e a testemunha sem dessecação	24
Tabela 6. Resumo da análise de variância dos dados de germinações (GE), primeira contagem de germinação (PCG), emergência em areia (EM), índice de velocidade de emergência (IVE) e envelhecimento acelerado (EA), comprimento da parte aérea e radicular da plântula (CPA e CPR), Massa Seca da parte aérea e da raiz (MSPR e MSPA) e condutividade elétrica (CE) de sementes de feijão-caupi, de acordo com os tratamentos dessecantes e a testemunha sem dessecação.....	26
Tabela 7. Resultados médios de germinações (GE), primeira contagem de germinação (PCG), emergência em areia (EM), índice de velocidade de emergência (IVE) e envelhecimento acelerado de sementes de feijão-caupi, de acordo com os tratamentos dessecantes e a testemunha sem dessecação.....	27
Tabela 8. Resultados médios de comprimento da parte aérea e radicular da plântula (CPA e CPR), Massa Seca da parte aérea e da raiz (MSPR e MSPA) e condutividade elétrica de sementes de feijão-caupi, de acordo com os tratamentos dessecantes e a testemunha sem dessecação	29
Tabela 9. Resultados de médias de teor de água nas sementes no momento do armazenamento e após o armazenamento nos dois ambientes.....	31
Tabela 10. Resumo da análise de variância para as variáveis: germinação (GE), primeira contagem de germinação (PCG), emergência em areia (EM), índice de velocidade de emergência (IVE), comprimento da parte aérea (CPA), comprimento da raiz (CPR), massa seca da parte aérea e da raiz (MSPA e MSPR), condutividade elétrica (CE) e Envelhecimento acelerado de sementes de feijão-caupi, submetidas a ambientes	

distintos de armazenamento após dessecação na pré-colheita e a testemunha colhida sem dessecação.....	32
Tabela 11. Valores médios de comprimento da parte aérea da plântula Envelhecimento acelerado (EA) e massa seca da parte aérea das plântulas de feijão-caupi, para respectivas combinações herbicidas e ambientes de armazenamento.....	33
Tabela 12. Valores médios de primeira contagem de germinação (PCG), germinação (GE), comprimento da raiz (CPR), massa seca da raiz da plântula (MSR), emergência em areia (E) índice de velocidade de emergência (IVE) e condutividade elétrica (CE) de sementes de feijão-caupí, para os respectivos ambientes	34
Tabela 13. Valores médios de Primeira contagem de germinação (PCG), Germinação (GE), Comprimento da raiz (CPR), emergência em areia (E), índice de velocidade de emergência (IVE), Condutividade elétrica (CE) e massa seca da raiz (MSPR) para os respectivos herbicidas e a testemunha (sem dessecação)	35
Tabela 14. Efeito positivo (+), negativo (-) e semelhante ($\cong$), em relação à testemunha, dos tratamentos após a dessecação.....	39

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Valores diários de precipitação pluvial e temperaturas máxima e mínima durante os meses de Fevereiro a Maio de 2018	14
Figura 2. Teor de água das sementes de acordo com aplicação de herbicidas dessecantes e a testemunha sem dessecação	20
Figura 3. Dados diários de umidade relativa e temperatura máxima e ambiente controlado-sala climatizada e ambiente não controlado-laboratório.....	22
Figura 4. Plântulas anormais provenientes do tratamento com glyphosate (A) e plântulas normais do tratamento testemunha (B), obtidas no teste de germinação após seis meses de armazenamento.....	35

RESUMO

RAISSE, Elizeth Regina, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, janeiro de 2019. **Efeito de herbicidas dessecantes na antecipação da colheita, produtividade e qualidade fisiológica de sementes de feijão-caupi.** Orientador: Eduardo Fontes Araujo. Coorientadores: Francisco Claudio Lopes de Freitas e Paulo Roberto Cecon.

A utilização de herbicidas, para dessecação na pré-colheita do feijão-caupi, constitui uma das alternativas utilizadas para uniformizar a maturação das vagens, facilitar e antecipar a colheita, visando minimizar a deterioração das sementes no campo. Na literatura, são escassas as informações sobre o efeito destes produtos na cultura e também durante o armazenamento das sementes colhidas, o que é de fundamental importância. Objetivou-se com a pesquisa avaliar o efeito de diferentes dessecantes na pré-colheita de feijão-caupi sobre a antecipação da colheita, produtividade e qualidade fisiológica das sementes, após a colheita e após armazenamento em dois ambientes. No primeiro experimento, após a colheita, foi adotado o delineamento estatístico em blocos casualizados, com quatro repetições, sendo os tratamentos compostos por sete dessecantes e uma testemunha (sem dessecação). Foram utilizados os dessecantes carfentrazone-ethyl, saflufenacil, glyphosate, paraquat, flumioxazin, amonio-glufosinate e diquat. A dessecação foi realizada na maturidade fisiológica das sementes (50% das vagens secas) e a colheita realizada quando as sementes tinham de 16 a 18% de teor de água). Foram avaliadas a antecipação da colheita, a produtividade e a qualidade fisiológica das sementes, além do peso de 100 sementes e do teor de água. No segundo experimento, realizado após seis meses de armazenamento das sementes em dois ambientes, foi utilizado o esquema fatorial 8x2 (7 dessecantes + 1 testemunha x dois ambientes de armazenamento); foi avaliada a qualidade fisiológica das sementes. A produtividade não foi afetada pela aplicação de qualquer dessecante. A aplicação dos dessecantes carfentrazone-ethyl, flumioxazin e paraquat não afetou a qualidade fisiológica das sementes após a colheita e após o armazenamento. O paraquat foi mais eficiente na antecipação da colheita (nove dias) que os outros dois (seis dias). O diquat e o saflufenacil afetaram a germinação das sementes após o armazenamento. Os dessecantes glyphosate e o amonio-glufosinate foram prejudiciais à qualidade fisiológica das sementes, não sendo recomendada a sua utilização.

ABSTRACT

RAISSE, Elizeth Regina, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, January, 2019. **Effect of determining herbicides in the anticipation of the harvest, productivity and physiological quality of cowpea seeds.** Adviser: Eduardo Fontes Araujo. Co-advisers: Francisco Claudio Lopes de Freitas and Paulo Roberto Cecon.

The use of herbicides, for desiccation in the pre-harvest of cowpea is one of the alternatives used to standardize pod maturation, for facilitate and anticipate the harvest, in order to minimize seed deterioration in the field. In the literature, information on the effect of these products on the crop and also on the storage of harvested seeds is scarce, which is of fundamental importance. The objective of this research was to evaluate the effect of different desiccants on the pre-harvest of cowpea on the anticipation of harvest, productivity and physiological quality of the seeds, after harvesting and after storage in two environments. In the first experiment, a randomized complete block design with four replications were used after the harvest. The treatments were composed of seven desiccants and one control (without desiccation). The desiccants carfentrazone-ethyl, saflufenacil, glyphosate, paraquat, flumioxazin, ammonium glufosinate and diquat were used. Desiccation was performed at the physiological maturity of the seeds (50% of the dried pods) and harvesting when the seeds had 16 to 18% water content). The anticipation of the harvest, the productivity and the physiological quality of the seeds, overweight of 100 seeds and the water content, were evaluated. In the second experiment, after six months of storage of the seeds in two environments, the factorial scheme 8 x 2 (7 desiccants + 1 control x two storage environments) was used; the physiological quality of the seeds was evaluated. Productivity was not affected by the application of any desiccant. The application of desiccants carfentrazone-ethyl, flumioxazin and paraquat did not affect the physiological quality of the seeds after harvesting and after storage. Paraquat was more efficient at harvest anticipation (nine days) than the other two (six days). Diquat and saflufenacil affected seed germination after storage. The glyphosate and ammonium glufosinate desiccants were harmful to the physiological quality of the seeds, their use is not recommended.

1.0 INTRODUÇÃO

O feijão-caupi [*Vigna unguiculata* (L.) Walp], é uma leguminosa originária da região oeste e central da África, sendo que a sua introdução no Brasil ocorreu pelos portugueses nos meados do século XVI (FREIRE FILHO, 1988). No Brasil, o feijão-caupi é tradicionalmente cultivado nas regiões norte e nordeste por produtores que praticam agricultura com baixo nível tecnológico (ROCHA et al., 2009). Entretanto, nos últimos anos a área cultivada tem sido ampliada por produtores tecnificados, especialmente na região Centro-Oeste. Atualmente, o Estado do Mato Grosso responde por 34,7% da produção nacional, que foi de 649 mil toneladas no ano de 2017 (CONAB, 2017).

Esta leguminosa constitui uma excelente fonte de carboidratos (50% a 60%) e proteínas (17% a 28%), apresentando um papel importante na segurança alimentar e nutricional, especialmente em países de baixo poder econômico, onde a proteína animal não está disponível (AKANDE, 2007). Além do consumo humano, também é utilizado como forragem verde, feno, ensilagem, farinha para alimentação animal e ainda como adubação verde e proteção do solo (DO VALE et al., 2017).

O potencial como alimento, a praticidade de cultivo e a capacidade da cultura de se adaptar a condições onde outras leguminosas não teriam um bom desenvolvimento fez com que o feijão-caupi ganhasse a atenção de grandes produtores do Centro-Oeste brasileiro e do mercado internacional, permitindo a expansão de áreas de cultivo e aumentando a demanda por sementes de qualidade.

Em teoria, quando se pretende obter sementes de qualidade, a colheita destas deveria ser na maturidade fisiológica, pois as sementes nessa fase apresentam máximo acúmulo de matéria seca e elevado potencial fisiológico (LABBÉ e VILLELA, 2012; MARCOS-FILHO, 2015). Entretanto, nessa fase a colheita mecanizada se torna tecnicamente inviável, uma vez que as sementes possuem cerca de 50% de teor de água, podendo ocorrer injúria mecânica por amassamento. Além disso, muitas cultivares de feijão-caupi apresentam nesse estágio elevado número de folhas e caules ainda verdes "*stay green*", o que dificulta o uso do maquinário. (LABBÉ e VILLELA, 2012; MARCOS-FILHO, 2015).

Por outro lado, o atraso na colheita pode resultar em redução na viabilidade das sementes, devido à deterioração no campo, que é decorrente da exposição relativamente prolongada destas às variações ambientais desfavoráveis de temperatura elevada, flutuações da umidade relativa do ar e chuvas que podem ocorrer no final do ciclo da cultura, além do ataque de fungos e microrganismos.

A utilização de herbicidas para dessecação em pré-colheita constitui uma das alternativas para contornar esses problemas, visando antecipar e facilitar a colheita, minimizando a deterioração das sementes no campo. A estratégia é largamente empregada em grandes áreas de cultivo, especialmente em espécies e cultivares que têm o hábito de crescimento indeterminado (SOLTANI et al., 2013).

À utilização de dessecantes na pré-colheita permite a uniformizar a maturação das sementes, além de antecipar a colheita nas culturas de feijão-caupi (ASSIS, 2016), feijão-comum (*Phaseolus vulgaris*) (ROSADO, 2016 e MATA, 2015) e soja (KAPPES et al., 2009 e PELÚZIO et al., 2008; LACERDA et al, 2003), sem causar efeitos negativos na germinação e no vigor das sementes. Estas substâncias promovem a rápida secagem da planta, bem como a perda de água nas sementes, sem reduzir sua massa de matéria seca.

No entanto, na dessecação alguns aspectos relevantes devem ser levados em consideração, visando à obtenção de sementes de alta qualidade. Dentre eles, destaca-se a escolha do herbicida indicado para dessecação da cultura, bem como a sua eficiência e influência no rendimento, na qualidade fisiológica e sanitária das sementes obtidas.

O herbicida mais utilizado pelos produtores para dessecação em pré-colheita é o paraquat. Entretanto, devido à sua proibição para o uso nesta modalidade no Brasil, por causa do risco à saúde que este produto oferece ao aplicador (ANVISA, 2017), é relevante que se façam estudos com outras moléculas de herbicidas, visando à indicação de dessecantes que proporcionem a antecipação da colheita, garantindo a preservação da qualidade das sementes.

No caso do feijão-caupi, são escassas as pesquisas sobre os efeitos da aplicação de herbicidas na pré-colheita sobre a produtividade e qualidade das sementes. ASSIS (2016), trabalhando com paraquat, Amonio-glufosinate e mistura paraquat+ diuron, observaram que, quando aplicados antes da maturidade fisiológica, estes produtos afetam a produtividade; no entanto, independente da época de aplicação destes herbicidas, não houve efeito negativo na qualidade fisiológica das sementes. SANTOS

et al. (2005) obtiveram resultados semelhantes, usando o carfetraxone-ethyl em feijão-comum.

Um dos fatores determinantes no programa de produção de sementes é o armazenamento. Este constitui uma etapa praticamente obrigatória, cujo potencial de conservação destas depende da qualidade fisiológica no início do armazenamento, o que está diretamente relacionado ao momento da colheita (LACERDA et al., 2003).

Já foram realizados trabalhos sobre o efeito imediato da dessecação na qualidade das sementes (LIMA, 2018; MATHIAS et al., 2017; ASSIS, 2016 e ROSADO, 2016). Contudo, são ainda escassos os estudos sobre o efeito após o armazenamento de sementes oriundas da dessecação pré-colheita SANTOS et al.,(2005). Diante do exposto, o objetivo do trabalho foi avaliar o efeito de diferentes dessecantes na pré-colheita de feijão-caupi sobre a antecipação da colheita, produtividade e qualidade fisiológica das sementes, após a colheita e após armazenamento das mesmas em ambientes distintos.

2.0 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 A cultura do feijão-caupi

O feijão-caupi [*Vigna unguiculata* (L.) Walp] é uma fabácea, antiga família de leguminosas e tem vários nomes locais: feijão miúdo ou de corda (Brasil), feijão-nhemba (Moçambique), feijão-frade (Portugal) e feijão macundi (Angola) (DUMET et al., 2008). É originário da região oeste e central da África e chegou ao Brasil pelas mãos dos portugueses nos meados do século XVI (FREIRE FILHO, 1988).

A cultura é considerada uma excelente fonte de carboidratos (50% a 60%) e proteínas (17% a 28%), representando assim um papel importante na segurança alimentar e nutricional, especialmente em países com baixo nível de desenvolvimento (AKANDE, 2007). Além do consumo humano, também é utilizada como forragem verde, feno, ensilagem, farinha para alimentação animal e ainda como adubação verde e proteção do solo (DO VALE et al., 2017).

O seu cultivo centra-se nas regiões tropicais e subtropicais da África, Ásia, América, Europa e Oceania, abrangendo 97 países. Dentre os 15 países mais produtores, a Nigéria e o Brasil são os que têm a maior área cultivada e as maiores produções, porém, não detêm os maiores níveis de produtividade (FREIRE FILHO et al., 2011 ; NGALAMU et al., 2014).

Apesar do seu potencial produtivo, a cultura apresenta baixa produtividade, devido a não utilização de tecnologia adequada, especialmente, o uso de variedades selecionadas e sementes de qualidade. Dados da FAO (2015) indicam que em Moçambique tem uma produtividade média de 250 kg ha⁻¹. Com a introdução de novas variedades e tratamentos culturais, a produtividade tem se mostrado crescente, com aumento de 7,5% no período de 2005 a 2015.

No Brasil, o feijão-caupi é cultivado predominantemente na região Norte e Nordeste. Nessas regiões, ainda predominam práticas tradicionais de cultivo, com baixo uso de tecnologias e baixa produtividade de grãos. No entanto, com o surgimento de tecnologias que permitem o seu cultivo totalmente mecanizado, tem aumentado a área de cultivo, a produção e produtividade na região Centro-Oeste, especialmente no Estado do Mato Grosso. Nesse estado, a realidade é diferente, cultivando-se o feijão-caupi em larga escala, com a participação de médios e grandes produtores, apresentando maiores

produtividades de grãos, com participação de 34,7% do total de 649 mil toneladas produzidos na safra 2016/17, segundo levantamento realizado pela CONAB (2017).

Esta leguminosa pode ser cultivada em quase todos os tipos de solo, podendo desenvolver-se bem em solos com regular teor de matéria orgânica, soltos, leves e profundos, arejados e dotados de média a alta fertilidade (DO VALE et al., 2017).

O bom desenvolvimento da cultura ocorre quando a temperatura média do ar fica na faixa de 18 a 34°C. Abaixo de 8 a 11°C, a cultura não se desenvolve e altas temperaturas inibem o crescimento das plantas do feijão-caupi, prejudicando a polinização, causando abortamento de flores e reduzindo o vigamento e a retenção final de vagens; também contribuir para a ocorrência de doenças.

O feijão-caupi possui hábito de crescimento indeterminado, muito comum na maioria das leguminosas, podendo apresentar na mesma planta vagens e ramos verdes e outras já secas, durante a maturação (DO VALE et al., 2017).

Quando se pretende obter sementes de alta qualidade, o ponto ideal para colheita, teoricamente, é quando as sementes atingem a maturidade fisiológica, momento em que há maior acúmulo de matéria seca, alta germinação e alto vigor. No entanto, nesse estágio o teor de água nas sementes é relativamente alto, com a presença de ramos e folhas ainda verdes, o que pode causar o embuchamento das colhedoras e danos mecânicos na semente, por amassamento (LABBÉ e VILLELA, 2012; MARCOS-FILHO, 2015).

Atraso na colheita pode ocasionar a deterioração da semente, devido à exposição destas às condições desfavoráveis de temperatura elevada e chuvas que incidem no final do ciclo. Também pode ocorrer ataque de pragas e fungos, que consequentemente reduz a qualidade fisiológica das sementes (FREIRE FILHO et al., (2011).

Sendo assim, uma das alternativas usada pelos produtores, é a utilização de herbicidas com ação dessecante na pré-colheita (IQBAL et al., 2015e SOLTANI et al., 2013).

2.2 Dessecação pré-colheita de plantas

A dessecação em pré-colheita é uma técnica que envolve a aplicação de herbicidas para promover artificialmente, rápida e completa secagem de todas as partes verdes das plantas, visando melhorar a uniformidade de maturação das sementes e, conseqüentemente, antecipar a colheita (KARAM, 2011).

A prática visa minimizar os problemas de retardamento da colheita. Esta prática é adotada em diversas culturas (soja, feijão, canola etc.), facilitando o planejamento da colheita, a obtenção de maior eficiência das máquinas, o controle de plantas daninhas que prejudicam o processo de colheita e a redução dos danos oriundos de pragas e fungos que possam atacar a cultura no final do ciclo (ALMEIDA et al., 1991; TOLEDO et al., 2009).

Resultados encontrados por ASSIS (2016), no feijão-caupi, evidenciaram uma rápida redução da umidade das sementes oriundas da dessecação em pré-colheita, com os herbicidas paraquat, amonio-glufosinate e a mistura de paraquat e glyphosate. A aplicação destes herbicidas em épocas que antecediam a maturidade fisiológica das sementes resultou na redução da produtividade, porém, a qualidade fisiológica destas não foi afetada negativamente independente da época de aplicação. O autor relaciona o decréscimo de produtividade com aplicações em estádios menos avançados do ciclo, pelo fato da planta ainda estar translocando fotoassimilados para as sementes.

Os herbicidas utilizados para a dessecação em pré-colheita são de uma forma geral não seletivo e devem possuir características que promovam rápida senescência da planta, sem alterar suas características normais, sem translocar nas partes da planta e, também, não acumular-se no produto a ser colhido (SEDIYAMA, 2012).

São poucos os herbicidas com registro para dessecação de feijão em pré-colheita no Sistema Agrofit do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA). Os produtos que possuem registro para esta prática no feijão-comum são flumioxazina, saflufenacil e amonio-glufosinate, não tendo ainda herbicida registrado para utilização no feijão-caupi.

Alguns herbicidas (paraquat, diquat, amonio-glufosinate, carfentrazone-ethyl e glyphosate) vêm sendo utilizados como dessecantes em pré-colheita. Entretanto, estes produtos têm demonstrado resultados contrastantes em relação à germinação, vigor e a produtividade de sementes LACERDA et al., 2005; MACIEL et al., 2005; PELÚZIO et al.; 2008; GUIMARÃES et al., 2012; TOLEDO et al., 2012), (INOUE et al., 2003,

LACERDA et al., 2003; LACERDA et al., 2005; INOUE et al., 2012), (DALTRO et al., 2010; MARCADALLI, LAZARINI, MALASPINA, 2011),

Alguns problemas decorrem desta prática, podendo assim alguns desseccantes deixar resíduos, causando redução no vigor das sementes e até mesmo, a diminuição da produção, se o produto for aplicado antes da maturidade fisiológica (SMIDERLE, 2002).

É importante considerar que, dependendo da maneira com que essa prática é realizada, do tipo e modo de ação do produto utilizado, e do período em que o desseccante é aplicado, a qualidade das sementes pode ser prejudicada

2.3 Herbicidas desseccantes no mercado nacional

Alguns dos herbicidas registrados no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento são recomendados para dessecação do feijão em pré-colheita, como o paraquat, dibrometo de diquat, carfentrazone-ethyl, saflufenacil, flumioxazin e amonio-glufosinate.

Entretanto, dentre os herbicidas disponíveis no mercado com registro para dessecação de culturas e plantas daninhas, o diquat e o paraquat são os mais utilizados em várias culturas. São herbicidas de contato, inibidores do fotossistema I, que reduzem drasticamente o teor de água da biomassa verde das plantas. Geralmente a morte das plantas acontece tão rapidamente que a translocação é muito limitada; os sintomas de fitointoxicação nas plantas manifestam-se rapidamente quando aplicados na presença da luz solar e a morte pode ocorrer em três dias (SANTOS, 2005).

O mecanismo de ação dá-se por meio do bloqueio de elétrons da fotossíntese, impedindo a redução do NADP⁺ a NADPH₂; a morte das plantas ocorre pela não realização da fotossíntese dos tecidos afetados, pela destruição dos ácidos graxos nos tilacóides e outras membranas celulares próximos aos locais de produção de radicais livres, e pelo dano que estes radicais livres causam às células, levando à clorose, necrose e morte, (SANTOS, 2005).

O herbicida paraquat é um desseccante que se destaca por ter sua eficiência comprovada em várias culturas. Geralmente é comercializado como Gramoxone®, Agroquat®, Gramuron®, Paraquat®, Paraquol® e também em misturas com outros princípios ativos, como o Secamato® e Gramoxil®.

Segundo INOUE et al. (2012), sementes de soja de duas cultivares colhidas com aplicação de desseccantes (paraquat e glyphosate) nos estádios R7 e R8 foram de

qualidade superior às obtidas com aplicação no estádio R6 pelos teste de de germinação, envelhecimento acelerado, comprimento de raiz e condutividade elétrica. Por outro lado, DOMINGOS et al. (2001) não observaram efeitos significativos na massa de 100 sementes e no rendimento das sementes de feijão das plantas dessecadas com paraquat e paraquat + diquat.

De acordo com FRANCO (2013), a aplicação do dessecante diquat na cultura do feijoeiro, a partir dos 83 dias após a semeadura, não afetou a germinação das sementes, mas reduziu a sua produção.

Do mesmo modo, KAPPES ET AL., (2009) afirmaram que apesar de proporcionar antecipação da colheita da soja em apenas dois dias em relação à testemunha, a época mais favorável à dessecação, tanto com diquat quanto paraquat, foi na maturidade fisiológica, sendo que a soja dessecada com Paraquat apresentou melhor desempenho em alguns testes de vigor.

O carfentrazone-ethyl é uma das moléculas, que se tem mostrado eficiente na dessecação pré-colheita em campos de produção de grãos e sementes, além de ser usado no controle de diversas espécies de plantas daninhas tolerantes ao glyphosate, como a trapoeraba (*Commelina* spp.).

Esse herbicida pertence ao grupo químico das aril-triazolinonas e tem como mecanismo de ação a inibição da protoporfirinogênio oxidase (PPO ou PROTOX), enzima envolvida na rota biossintética da clorofila. Em plantas dessecadas com o carfentrazone- ethyl ocorre acúmulo de protoporfirinogênio IX que, na presença da luz, catalisa a formação do oxigênio singlete, responsável pela peroxidação das membranas. Com isso, ocorre rápida dessecação das plantas tratadas, sendo os sintomas observáveis no mesmo dia da aplicação (SANTOS et al., 2004).

O saflufenacil é um latifolicida e pertence à família dos pirimidinedione, inibe a enzima protoporfirinogênio oxidase ou PROTOX (MONQUERO et al., 2012), sendo eficiente e com registro para diversas culturas no Brasil. Tem ação de contato e pode complementar o espectro de plantas daninhas controladas pelo glyphosate. Os sintomas iniciais são manchas verde-escuro nas folhas, que progridem para necrose e secagem das folhas. Ele é absorvido por raízes e folhagem das plantas. É translocado principalmente no xilema e tem limitada mobilidade no floema (PEREIRA et al., 2011).

Esse herbicida, quando aplicado de forma isolada e em pós- emergência, controla eficientemente *Amaranthus hibridus*, *Amaranthus viridis* e *Descura iniasophia*, que são plantas daninhas também encontradas em áreas de produção de grãos e de

reflorestamento. Na dessecação em área total, o herbicida saflufenacil foi o único dessecante que reduziu em mais de 90% a densidade de buva (*Conyza canadensis*), em relação ao 2,4-D + glyphosate (PEREIRA et al., 2011).

O flumioxazin é um produto de ação por contato, cujo mecanismo de ação baseia-se na inibição da PROTOX, podendo ser aplicado em pré e pós-emergência para o controle de plantas daninhas dicotiledôneas (TIBURCIO et al., 2012).

Na aplicação pré-colheita o flumioxazin não teve efeito negativo na produtividade, na germinação, no vigor e no desenvolvimento inicial de plântulas. A dessecação preservou a integridade das membranas celulares dos genótipos estudados quando o herbicida foi aplicado aos 26 dias após o florescimento (COELHO et al., 2012).

O amonio-glufosinate inibe a ação da enzima glutamina sintetase, a qual é responsável pela conversão de glutamato mais amônia, (MARCHIORI JÚNIOR et al., 2002).

MARCHIORI JÚNIOR (2002), trabalhando com sementes de canola, concluiu que a aplicação dos dessecentes amonio-glufosinate, carfentrazone-ethyl, paraquat e diquat. Não afetou a germinação das sementes, nem os índices relacionados ao vigor.

Resultados obtidos por LIMA et al. (2018) e DOMINGOS et al. (1997), demonstraram que a dessecação com amonio-glufosinate afeta a qualidade fisiológica das sementes de feijão-comum; o que reforça a hipótese da translocação deste produto à semente, em plantas com grau de umidade igual ou superior a 50%.

Alguns resultados mostram-se contrastantes com relação ao efeito desse herbicida sobre a qualidade de sementes, quando aplicado na pré-colheita, de acordo com INOUE (2003), o amonio-glufosinate foi o único herbicida que não prejudicou as características qualitativas da soja, ao contrário da aplicação dos herbicidas diquat, paraquat e carfentrazone-ethyl. Por outro lado, LACERDA (2005) considerou o amonio-glufosinate menos efetivo na obtenção de sementes de soja com alta qualidade fisiológica, e não recomenda a sua utilização para essa finalidade.

O glyphosate é um herbicida sistêmico, cujo mecanismo de ação é a inibição da enzima EPSPS (5-enolpiruvil shiquimato-3-fosfato sintetase) na rota de síntese dos aminoácidos aromáticos; impede que a planta forme aminoácidos essenciais para a síntese de proteínas e, também, de alguns metabólitos secundários (KAMIKOGA et al., 2009).

A absorção pelas plantas é lenta, e os sintomas incluem amarelecimento dos meristemas, que avança para necrose e morte. As plantas dessecadas morrem lentamente de 7 a 14 dias após aplicação, (VARGAS e ROMAN, 2006).

A aplicação de herbicidas sistêmicos como o glyphosate pode aumentar o risco de contaminação da semente. Essa classe de herbicida transloca por toda a planta e, na fase de enchimento, é direcionado e concentrado nas regiões de acúmulo de reservas. Especialmente no caso de uso do glyphosate, o risco aumenta, uma vez que a molécula deste herbicida é metabolizada, possivelmente gerando compostos mais tóxicos que o próprio glyphosate.

O uso do glyphosate como dessecante é frequentemente utilizado pelos produtores, devido ao baixo custo de aquisição; no entanto, este herbicida pode causar reduções na germinação e no vigor das sementes. DALTRO et al. (2010) evidenciaram, por duas safras agrícolas, a ação negativa do dessecante glyphosate sobre o potencial fisiológico das sementes de cultivares de soja. Os autores constataram prejuízos no desempenho das sementes, causados por efeito fitotóxico no sistema radicular, manifestado por encurtamento das raízes das plântulas. Resultados semelhantes foram encontrados por LAZARINI e MALASPINA (2011) e GAZZIERO e FRANÇA-NETO (2012) na soja.

2.4 Qualidade de sementes

A qualidade final de um lote de sementes é resultado de uma série de fatores envolvidos na condução a campo, durante a colheita e na pós-colheita, sendo que o potencial de armazenamento do mesmo está relacionado à sua qualidade inicial (CARVALHO e NAKAGAWA, 2012; PESKE et al., 2012).

O sucesso de uma lavoura depende de diversos fatores, mas, sem dúvida, o mais importante deles é a utilização de sementes de elevada qualidade, que gere plantas de elevado vigor e desempenho superior de campo. O uso de sementes de elevada qualidade permite o acesso aos avanços genéticos, com as garantias de qualidade e tecnologias de adaptação nas diversas regiões produtoras.

2.5 Armazenamento de sementes

O armazenamento em condições impróprias poderá contribuir para a redução da qualidade das sementes, afetando o estabelecimento da cultura na safra seguinte, e resultando em menor produção, além de depreciar o valor comercial do produto, (CARVALHO e NAKAGAWA, 2012; PESKE et al., 2012).

O armazenamento de sementes de espécies economicamente importantes deve ser preservar a qualidades física, fisiológica e sanitária das mesmas para posterior semeadura (SILVEIRA, 1999).

O armazenamento de sementes de feijão é feito, geralmente, em condições ambientais não controladas (VIEIRA e YOKOYAMA, 2000), sendo que o teor de água inicial das sementes exerce influência acentuada e direta na longevidade, pois estimula a atividade metabólica do embrião (MACEDO *et al.*, 1999).

A temperatura é o fator físico mais importante na conservação dos grãos armazenados, pois a maioria das reações químicas é desencadeada com o aumento da temperatura. Quando a temperatura de armazenamento é mais baixa, pode-se armazenar com segurança, mesmo quando a umidade das sementes está acima da ideal, pois a baixa temperatura inibe o desenvolvimento de microrganismos e insetos, (MACEDO *et al.*, 1999).

O armazenamento prolongado de sementes é importante para conservação deste material genético. ALMEIDA e FALIVENE (1982), estudando tais efeitos, comprovaram como as condições do armazenamento influenciam na qualidade fisiológica das sementes de feijão. Verificaram que em condições de armazenamento em câmara seca, com 48% de umidade relativa e 12°C, é possível preservar a germinação das sementes por oito meses.

As sementes tendem a sofrer variações em seu grau de umidade durante o período de armazenamento, em ambiente não controlado, acompanhando as flutuações da umidade relativa do ar. Essas variações são prejudiciais à conservação da germinação e do vigor, principalmente quando acompanhadas de acréscimo da temperatura ambiente (MARCOS FILHO, 1980). SANTOS et al. (2005) observaram essas alterações na qualidade fisiológica de sementes de feijoeiro armazenadas em condições ambientais não controladas de temperatura e umidade relativa do ar.

Condições ambientais adversas durante o armazenamento resultam no envelhecimento das sementes que podem apresentar desde redução da viabilidade até a

completa perda do poder germinativo, produção de plântulas de menor tamanho, produção de plântulas anormais, dentre outros (MATTEWS, 1985; BEWLEY e BLACK,1994;PÁDUA,1998).

Uma das possíveis opções de melhoria de produtividade do feijão-caupi, e também do seu estabelecimento em estados que não têm tradição em seu cultivo, seria a utilização preservação da qualidade dessas.

De acordo com CAMICIA et al., (2015) informações sobre o comportamento das sementes de feijão-caupi na pós-colheita, com ênfase na secagem e no armazenamento, são fundamentais para a comercialização de sementes de qualidade superior.

3.0 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização e condições climáticas do campo de produção de sementes

O experimento em campo foi realizado na Estação Experimental Diogo Alves de Mello, pertencente ao Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa (UFV), no município de Viçosa-MG, nos meses de janeiro a maio de 2018.

O município de Viçosa situa-se nas coordenadas geográficas de 20°46'05,3" latitude sul e 42°52'11,6" de longitude oeste. Segundo a classificação de Köppen-Geiger (1928), o clima da região é subtropical úmido (Cwa).

O solo da área experimental é classificado como argissolo vermelho-amarelo distrófico, de acordo com a classificação feita pela EMBRAPA (2013).

Dados referentes à análise de solo realizado estão apresentados na tabela 1.

Tabela 1. Características químicas de amostras do solo, coletada de 0-20 cm de profundidade, Viçosa, 2017.

pH	P	K	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	SB	t	T	V
(H ₂ O)	(mg dm ⁻³)								
5,28	46	184	3,95	1,24	0	5,66	5,66	9,36	60,5

Análises realizadas no Laboratório de Solo, Tecido vegetal e Fertilizante do Departamento de Solos da UFV. pH: água, P - K: Extrator Mehlich 1; Ca - Mg - Al - Extrator: Al - Extrator acetato de cálcio 0,5 mol L⁻¹ - pH 7,0; SB - Soma de bases trocáveis; t - Capacidade de troca catiônica efetiva; T - Capacidade de troca catiônica a pH 7,0; V - Índice de saturação de bases.

Um resumo das principais ocorrências climáticas durante a condução do experimento em campo está representado na Figura 1. As informações foram obtidas pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET).

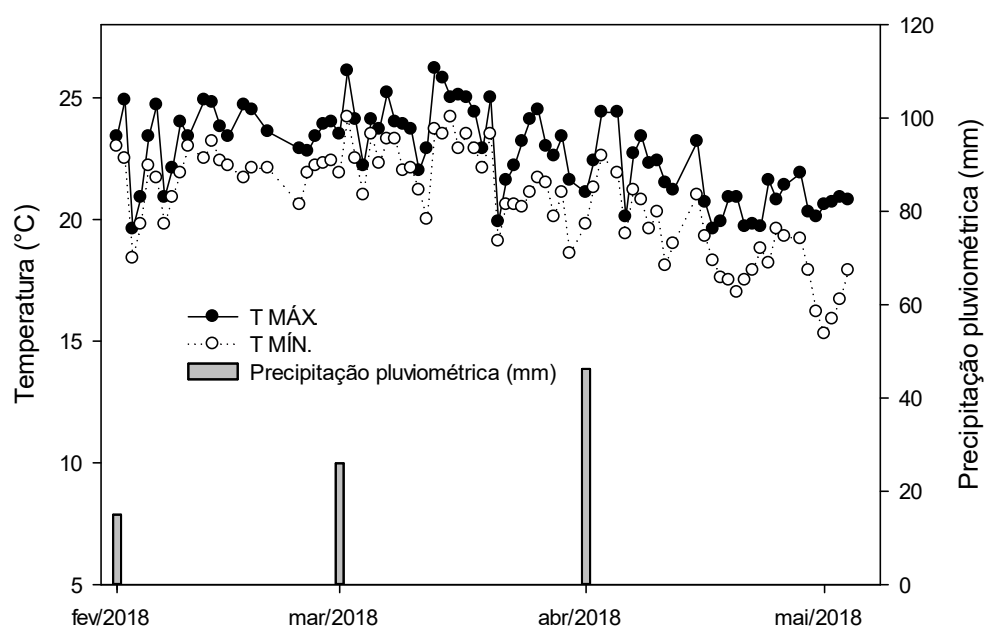


Figura 1. Valores diários de máxima e mínima da precipitação pluvial e temperaturas máximas e mínimas diárias durante o período de condução do experimento, entre os meses de Fevereiro a Maio de 2018, Viçosa-MG.

3.2 Caracterização da aplicação dos dessecantes (tratamentos)

O experimento foi instalado por semeadura mecanizada, em sistema de plantio direto. Utilizou-se uma semeadora-adubadora de cinco linhas. A adubação de plantio foi feita com NPK (150 kg ha^{-1}), na formulação 8:28:16.

As sementes utilizadas foram do cultivar BRS Tumucumaque, de ciclo precoce (65-70 dias), que apresenta arquitetura moderna (semiereta), resistente ao acamamento e com grãos de grande aceitação comercial, com a produtividade variando de 1100 a 1700 kg ha^{-1} (OLIVEIRA et al., 2014).

Cada unidade experimental (parcela) foi constituída por quatro linhas de 5 metros de comprimento, com espaçamento de 0,5m entre elas. A densidade de semeadura foi de 10 sementes por metro linear, com profundidade de semeadura de 3 a 4 cm. Foi considerada como área útil as duas linhas centrais e 4m de comprimento, para determinar a produtividade e a qualidade fisiológica das sementes.

A semeadura foi realizada no dia 30/01/2018, posteriormente realizado o desbaste para reduzir a população de 10 plantas para m^{-1} . O manejo fitossanitário foi realizado com aplicação do fungicida tiofanato metílico+mancozeb na dose de 2 kg ha^{-1} , para controle de Mofo branco (*Sclerotinia sclerotiorum*). Aos 25 dias após o semeio realizou-se aplicação dos herbicidas bentazon + imazamox ($1200+56\text{ g ha}^{-1}$) para o controle de espécies de plantas daninhas de folhas largas e cinco dias após, aplicou-se o herbicida fluazifop-p-butyl (250 g ha^{-1}) para o controle de plantas daninhas gramíneas. Para o controle de lagartas invasoras foi aplicado o inseticida deltametrina na dose $3,5\text{ g ha}^{-1}$.

A dessecação das plantas foi realizada na maturidade fisiológica, quando estas apresentavam 55% de vagens secas. Os herbicidas utilizados foram: paraquat, diquat, carfentrazone-ethyl, saflufenacil, glyphosate, amonio-glufosinate e flumioxazin; as respectivas doses estão apresentadas na tabela 2.

Para aplicação dos herbicidas, foi utilizado um pulverizador costal de pressão constante mantido pelo gás carbônico (CO_2), equipado com quatro pontas jato plano tipo leque XR 110-02, espaçados de 0,5 m entre si, operando na pressão de 200 kPa. O volume de calda foi de 220 L ha^{-1} e as aplicações foram realizadas entre 8:00 e 9:00 horas. No início das mesmas foram registradas as condições climáticas: velocidade do vento no momento da aplicação foi de 4 km h^{-1} , temperatura de $24,4^\circ\text{C}$ e a umidade relativa do ar de 62-63%.

Tabela 2. Especificação dos tratamentos dessecantes e as respectivas doses empregadas no experimento.

Ingrediente Ativo	Produto comercial	Dose do produto comercial	Dose aplicada do ingrediente ativo (i.a.) / equivalente ácido (e.a.)
Carfetrzone-ethyl	Aurora®	125 mL ha ⁻¹	*50,00 g i.a ha ⁻¹
Flumioxazin	Flumyzin500®	50 g ha ⁻¹	*25,00 g i.a ha ⁻¹
Saflufenacil	Heat®	125 g ha ⁻¹	87,50g i.aha ⁻¹
Glyphosate	Roundup original® DI	4,0 L ha ⁻¹	1.480 g e.a ha ⁻¹
Paraquat	Gramoxone®	2,0 L ha ⁻¹	400,00g i.aha ⁻¹
Diquat	Reglone®	2,0 L ha ⁻¹	400,00g i.a ha ⁻¹
Amonio-glufosinate	Finale®	2,0 L ha ⁻¹	**400,00gi.aha ⁻¹

Fonte: AGROLINK (2017). Foram adicionados * 0,5% e ** 0,2 % v/v de óleo mineral a calda.

Após a dessecação, a cada três dias foram avaliados a perda de água nas sementes, até que estas atingissem o teor de água recomendado para colheita mecanizada, deaproximadamente 18% (DO VALE, 2015).

3.3 EXPERIMENTO I: caraterísticas avaliadasapós a colheita

Após a colheita, foram realizadas as seguintes avaliações: dias de antecipação da colheita, teor de água da semente, estimativa de produtividade, pesa de cem sementes, qualidade fisiológica de sementes.

a) Antecipação de colheita

Para determinar a antecipação da colheita, foram contabilizados os dias que a planta estava apta para ser colhida, em relação ao tratamento sem dessecação (testemunha).

b) Teor de água da semente no momento da colheita (TA)

O teor de água das sementes foi determinado usando-se três subamostras de 10g de cada repetição, utilizando o método da estufa a 105±3°C, por 24 horas, conforme as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009). Os resultados foram expressos em porcentagem com base no peso úmido da amostra.

c) Estimativa da produtividade

Obtida após a colheita das plantas da área útil. Após a secagem ao sol e debulha das vagens, as sementes foram pesadas, sendo que o resultado foi expresso em kg ha⁻¹ e corrigidos para 13% de umidade pela fórmula:

$$PC = P_{ob} (100 - TAS) / (100 - 13)$$

Em que:

PC= Peso corrigido para 13% de umidade

Pob= Peso observado

TAS=Teor de água da semente.

d) Peso de cem sementes (P100)

Foi obtido a partir de três subamostras de 100 sementes por repetição de cada tratamento, sendo as massas determinadas em balança com sensibilidade de centésimos de grama. No final foi feita a correção da massa das 100 sementes para o teor de água de 13%.

e) Teste de germinação (GE)

O teste foi efetuado em rolo de papel “Germitest” previamente umedecido com água destilada na proporção de 2,5 vezes o peso do papel. Foram semeadas 200 sementes de cada tratamento formando quatro rolos de cinquenta sementes, e posteriormente embalados em sacos plásticos e colocados em um germinador previamente regulado a 25-30°C. A contagem foi feita no oitavo dia após a semeadura seguindo os critérios estabelecidos pelas Regras de Análise de Sementes (BRASIL, 1992), e os resultados expressos em porcentagem de plântulas normais.

f) Primeira contagem (PCG)

A primeira contagem foi realizada em conjunto com o teste de germinação. No quinto dia da instalação do teste, foram determinadas as plântulas normais, como descritos nas Regras para Análises de Sementes (BRASIL, 2009). Os resultados expressos em porcentagem.

g) Bioensaios de desenvolvimento inicial

Foi realizado em rolo de papel (RP) germitest, umedecido de 2,5 vezes do peso do papel, onde foram dispostas 10 sementes em linha horizontal por repetição, conforme Krzyzanowski (1991).

As plântulas normais foram medidas (comprimento médio da maior raiz-CMR e comprimento médio da parte aérea-CMPA) e submetidas à secagem em estufa de

secagem com circulação forçada à 65°C por 24 horas e posteriormente pesadas, para determinar a massa da matéria seca da raiz-BSR e parte aérea-BSPA.

h) Emergência

Foi conduzida em sala de crescimento de plantas, à temperatura controlada de 25 ° C. Foram tomadas 50 sementes por repetição, semeadas em bandejas de isopor contendo areia lavada, a uma profundidade de três centímetros. A irrigação foi feita quando necessário com borrifadores. A contagem das plântulas emergidas foi realizada aos oito dias após a semeadura, considerando como critério de avaliação, plântulas que apresentavam os cotilédones acima do substrato. Os resultados foram expressos em porcentagem.

i) Índice de velocidade de emergência

Este foi realizado em conjunto com o teste de emergência, computando as plântulas emergidas diariamente até a estabilização da emergência das plântulas. O índice de velocidade de emergência foi calculado pela fórmula de Magüire (1962),

$$IVE = E1/N1 + E2/N2 + ... E_n/N_n$$

Em que:

IVE = índice de velocidade de emergência;

N1 = número de plântulas emergidas na primeira contagem;

D1 = número de dias para a primeira contagem;

Nn = número de plântulas emergidas na última contagem;

Dn = número de dias para a última contagem.

j) Envelhecimento acelerado

Foram acondicionadas 200 sementes, de cada tratamento, distribuídos em camada única, sobre tela de caixas plásticas do tipo gerbox para envelhecimento, contendo 40 mL de água deionizada. Em seguida, as caixas foram fechadas e levadas a B.O.D, regulada à temperatura de 42°C, por 48 horas (DUTRA & TEÓFILO, 2007).

Posteriormente, foi conduzido o teste de germinação, com quatro repetições de 50 sementes, conforme descrição anterior, avaliando-se as porcentagens de plântulas normais ao oitavo dia após a instalação do teste.

k) Condutividade Elétrica

Foram utilizadas quatro repetições de 50 sementes por tratamento, pesadas em uma balança de precisão de 0,01 g, e colocadas para embeber em 75 ml de água deionizada em copos plásticos (capacidade de 200 mL), durante 24 horas, à temperatura de 30°C (DUTRA & TEÓFILO, 2007). Após esse período, a condutividade elétrica foi

obtida com o auxílio de um condutivímetro, sendo os resultados expressos em $\mu\text{S cm}^{-1}\text{g}^{-1}$ de semente.

3.4 Delineamento e análise estatística

Para o experimento em campo foi adotado o delineamento estatístico de blocos casualizados, com quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos por sete herbicidas dessecantes e uma testemunha sem dessecação.

Os dados foram submetidos à análise de variância, após testar a normalidade pelo teste de Shapiro-Wilk, e de homogeneidade pelo teste de oneillmathews ambos a 5% de significância. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey, e a comparação da testemunha com os dessecantes pelo teste de Dunnet a 5% de probabilidade com o auxílio do pacote estatístico SISVAR.

3.5 EXPERIMENTO II: características avaliadas após o armazenamento

As sementes foram armazenadas em embalagens de papel por um período de seis meses, de maio a novembro de 2018, em dois ambientes: ambiente controlado mantido à temperatura de 02°C, e 46±4% de umidade relativa do ar. Para o ambiente não controlado, em laboratório, a variação de temperatura e umidade relativa durante o período de armazenamento está apresentada na figura 2. Após o período de armazenamento foram avaliadas as seguintes variáveis: Teste de germinação; primeira contagem de germinação; bioensaio de desenvolvimento inicial; emergência, índice de velocidade de emergência; envelhecimento acelerado e condutividade elétrica, seguindo os mesmos procedimentos relatados no Experimento I, após a colheita.

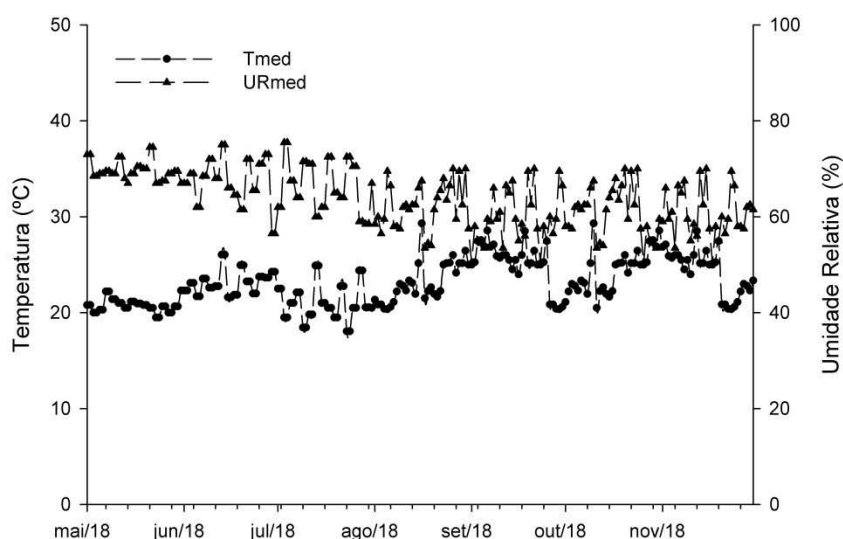


Figura 2. Dados diários de umidade relativa do ar e temperatura média durante o período de armazenamento no ambiente não controlado-laboratório

3.6 Delineamento e análise estatística

Para o segundo experimento, foi adotado o delineamento estatístico de blocos casualizados, com quatro repetições. Os tratamentos foram dispostos em um esquema fatorial de 8x2, sendo sete tratamentos com herbicidas dessecantes e um sem dessecação, dois ambientes de armazenamento.

Análise estatística foi seguindo foi fatorial simples. Os dados foram submetidos à análise de variância, após testar a normalidade teste de Shapiro-Wilk e homogeneidade pelo teste de oneillmathews.

Quando houve interação significativa para dessecante x ambiente ($p < 0,05$), procederam-se os desdobramentos quando necessários, a fim de verificar o comportamento dos dessecantes para cada ambiente de armazenamento. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey, e testemunha com as médias dos dessecantes pelo teste de Dunnet a 5% de probabilidade com o auxílio do pacote estatístico SISVAR.

4.0 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 EXPERIMENTO I: efeito de dessecação nas características avaliadas após a colheita

a) Antecipação da colheita e teor de água das sementes na colheita

A dessecação foi realizada quando as sementes apresentavam teor de água em torno de 50%, foi observado que as sementes oriundas do tratamento com paraquat e diquat secaram rapidamente, permitindo que a colheita fosse realizada ao terceiro dia após a dessecação. No entanto, as sementes provenientes de plantas tratadas com glyphosate atingiram o teor água ideal para colheita nove dias após a dessecação. Para os demais dessecantes a colheita foi realizada seis dias após a dessecação, Figura 3.

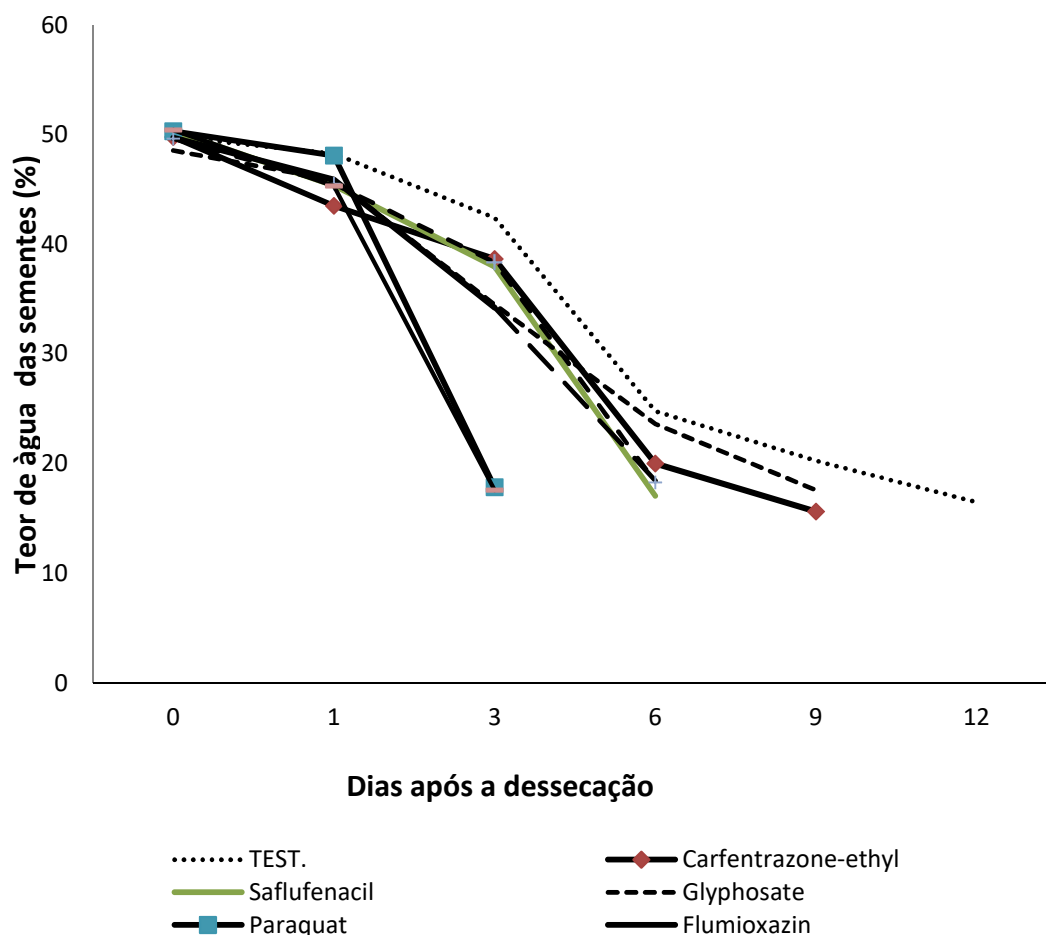


Figura 3. Teor de água das sementes de feijão-caupi, de acordo com os dias após de aplicação de herbicidas dessecantes e a testemunha sem dessecação.

A colheita foi antecipada em nove dias para os tratamentos com paraquat e diquat, seis dias com saflufenacil, flumioxazin, carfentrazone-ethyl e amonio-glufosinate, sendo que o tratamento com glyphosate foi antecipada em três dias (Tabela 3).

Tabela 3. Teor de água das sementes no momento da colheita e dias de antecipação da colheita, de acordo com aplicação de herbicidas dessecantes e a testemunha sem dessecação.

Tratamentos	Teor de água da semente (%)	Antecipação da colheita (dias)
Carfentrazone	16	6
Saflufenacil	18	6
Glyphosate	18	3
Paraquat	18	9
Flumioxazin	18	6
Amonio-glufosinate	18	6
Diquat	18	9
Testemunha	17	0

O herbicida paraquat e o diquat são facilmente absorvidos pelas folhas (após 30 minutos de sua aplicação) e atuam rapidamente na presença de luz, promovendo severa injúria nas folhas (SILVA e SILVA, 2007). Resultados semelhantes foram encontrados por ASSIS (2016) no feijão-caupi, KAPPES et al. (2009) e LACERDA et al. (2003) na soja, que observaram a antecipação da colheita das sementes em 12 dias mediante a aplicação desses herbicidas. O amonio-glufosinate e os inibidores da Protox (saflufenacil, flumioxazin e carfentrazone-ethyl), apesar de serem também herbicidas de contato, possuem ação mais lenta que o paraquat e diquat. DAYAN et al. (1997) constataram que o carfentrazone-ethyl não foi eficiente na desfolha, em função da sua degradação na cultura da soja.

De modo geral, a antecipação de até três dias com o glyphosate torna-se importante, dependendo das condições climáticas da região o que pode reduzir a deterioração das sementes. A antecipação da colheita é também uma ferramenta importante no sentido de disponibilizar a área mais rapidamente para o cultivo seguinte.

b) Produtividade e peso de cem sementes

A análise de variância da Tabela 4 demonstra que houve efeito significativo dos tratamentos para as variáveis de produtividade e peso de cem sementes, demonstrando a interferência dos herbicidas.

Tabela 4. Resumo da análise de variância dos dados de produtividade e peso de cem sementes de feijão-caupi, de acordo com os tratamentos dessecantes.

FV	GL	Quadrados médios	
		Produtividade	Peso de 100 sementes
Bloco	3	0,026	0,984
Dessecação	7	0,014*	0,0294*
Resíduo	21		
Total	31		
C.V (%)		10,71	3,05

*Significativo pelo teste F, a 5% de probabilidade.

Houve diferença na produtividade entre as parcelas dessecadas com flumioxazin e glyphosate em relação ao tratamento com carfentrazone-ethyl, apresentando produtividade inferior (tabela 5). As produtividades obtidas neste estudo são compatíveis com os resultados encontrados na literatura para esta cultivar. Em relação ao peso de cem sementes, não foi verificada diferença estatística entre os tratamentos.

Tabela 5. Produtividade e peso de cem sementes de feijão-caupi, de acordo com os tratamentos dessecantes e a testemunha sem dessecação.

Tratamento	Produtividade (kg ha ⁻¹)	Peso de 100 sementes
Carfentrazone-ethyl	1847,82 A	19,43 A
Saflufenacil	1593,22 AB	18,94 A
Glyphosate	1419,32 B	18,75 A
Paraquat	1456,05 AB	18,52 A
Flumioxazin	1397,68 B	18,55 A
Amonio-glufosinate	1718,60 AB	19,05 A
Diquat	1547,31 AB	19,98 A
Testemunha	1606,35	19,21

Médias dos tratamentos com dessecantes não diferem da testemunha, pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade.

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

Os valores de produtividade obtidos no presente estudo podem ser justificados pelo fato da dessecação ter sido na maturidade fisiológica, onde se observa maior acúmulo de matéria seca na semente. Outra constatação é a de que nem mesmo os produtos de desempenho inferior causaram redução no rendimento de sementes, em relação ao tratamento testemunha.

Os resultados encontrados no presente trabalho são semelhantes aos encontrados por GUIMARÃES et al. (2012) e LACERDA et al. (2005), que verificaram que a dessecação realizada na maturidade fisiológica das sementes não afeta a produtividade da soja.

PEREIRA (2015), avaliando o efeito da dessecação na pré-colheita, a partir do estádio R7.1 em cultivares de soja de crescimento determinado e indeterminado, concluiu que esta prática não causa redução de produtividade da cultura, portanto recomenda a dessecação pré-colheita neste estágio fenológico.

Segundo KAPPES et al. (2008), a dessecação com os herbicidas diquat e o paraquat na maturidade fisiológica de sementes de soja. Não reduziu o rendimento final da cultura; quando esta é realizada adequadamente, proporciona uniformidade na maturação das plantas e antecipa a colheita, sem interferir no potencial produtivo.

Por outro lado, ASSIS (2016), trabalhando com plantas de feijão-caupi, Bezerra (2014), e KAPPES et al. (2008) ambos com soja, verificaram redução na produtividade de sementes quando a dessecação de plantas foi realizada em estágios que antecediam a maturidade fisiológica. Estes autores reforçam a ideia de que esta redução foi decorrente da dessecação ser realizada num período em que ainda ocorria a translocação de fotoassimilados para a semente.

DOMINGOS et al. (2001) verificaram que, o uso dos herbicidas paraquat e paraquat + diquat em dessecação na pré-colheita em feijão-comum, não influenciou o peso de sementes. Resultados semelhantes também foram obtidos por MIGUEL (2003), que não observou efeito negativo dos dessecantes paraquat, paraquat+diuron, glyphosate, glyphosate+ureia e amônio-glufosinate.

c) Qualidade fisiológica das sementes

A análise de variância apresentada na Tabela 6 mostra que os herbicidas tiveram efeito significativo em todas as características. Os valores dos coeficientes de variação (CV%) obtidos indicam boa precisão experimental.

Tabela 6. Resumo da análise de variância dos dados de germinações (GE), primeira contagem de germinação (PCG), emergência em areia (EM), índice de velocidade de emergência (IVE), e envelhecimento acelerado (EA), comprimento da parte aérea e radicular da plântula (CPA e CPR), massa seca da parte aérea e da raiz (MSPA e MSPR) e condutividade elétrica (CE) de sementes de feijão-caupi, de acordo com os tratamentos dessecantes e a testemunha sem dessecação.

FV	GL	Quadrados médios								
		GE	PCG	EM	IVE	EA	CPA	CPR	MSPA	MSPR
Bloco	3	28,12	27666	26,53	1,447	134,16	10,17	2,61	11096,78	730,78
Tratamento	7	254,410*	261,421*	175,17 *	1,424 *	782,21 *	46,06*	15,92 *	20877,74 *	905,63 *
Resíduo	21	42,6	34,142	45,48	0,49	100,45	4,91	3,44	7498,2	234,18
CV (%)		8,26	7,61	8,03	7,74	14,82	13,85	10,79	15,77	15,21

* Significativo em nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

No teste de germinação e emergência, as sementes obtidas em plantas dessecadas com paraquat, carfentrazone-ethyl, flumioxazin e diquat apresentaram porcentual de germinação acima dos 80%, assim como a testemunha sem dessecação. Menores índices de germinação foram verificados naquelas provenientes de plantas dessecadas com glyphosate e amonio-glufosinate, que alcançaram índices de 68 e 70% de germinação e 72,75 e 74,50% de emergência, respectivamente.

Na primeira contagem de germinação pode-se ainda observar baixa porcentagem de plântulas normais nos tratamentos com flumioxazin, diquat, saflufenacil, glyphosate e do amonio-glufosinate.

Em relação ao índice de velocidade de emergência, as sementes tratadas com amonio-glufosinate diferiram do herbicida flumioxazin e da testemunha, apresentando uma baixa velocidade de emergência.

Ao avaliar o desempenho das sementes pelo teste de envelhecimento acelerado, verifica-se que os herbicidas diquat e amonio-glufosinate, apresentaram qualidade fisiológica inferior (Tabela 7).

Tabela 7. Germinação (GE), primeira contagem de germinação (PCG), emergência em areia (EM), índice de velocidade de emergência (IVE) e envelhecimento acelerado de sementes de feijão-caupi, de acordo com os tratamentos dessecantes e a testemunha sem dessecação.

Tratamentos	Características				
	GE	PCG	EM	IVE	EA
Carfentrazone-ethyl	87,00 A	86,00 A	86,00 AB	9,25 AB	71,00 AB
Saflufenacil	78,00 AB	76,00 AB	87,50 AB	9,25 AB	76,00 AB
Glyphosate	70,00 B*	68,00 BC*	72,75 B*	9,00 AB	68,00 AB
Paraquat	89,00 A	87,00 A	86,00 AB	9,25 AB	72,00 AB
Flumioxazin	81,00 AB	74,00 ABC	89,50 A	9,50 A	78,00 AB
Amonio-glufosinate	67,00 B*	62,00 C*	74,50 AB	7,70 B*	57,00 BC*
Diquat	81,00 AB	79,00 AB	86,50 AB	9,00 AB	58,00* BC
Testemunha (sem dessecação)	82,00	80,00	90,00	9,75	82,00

Médias seguidas por * diferem da testemunha pelo teste de Dunnet a 5% de probabilidade. Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

As sementes provenientes do tratamento com glyphosate e amonio-glufosinate não atingiram 80% de germinação, considerando o padrão mínimo para comercialização de sementes de feijão-caupi. (ABRASEN, 2017)..

Os resultados obtidos no índice de velocidade de emergência, corroboram com os observados por KAPPES et al. (2009), em que as sementes da testemunha sem dessecação tiveram maior IVE em relação aquelas das plantas dessecadas de soja com o herbicida paraquat

Resultados semelhantes aos da presente pesquisa também foram encontrados por LACERDA (2005), que observou redução na germinação em sementes de soja oriundas de plantas dessecadas com amonio-glufosinate, em relação ao paraquat e diquat.

Segundo a explicação de RATNAYAKE e SHAW, (1992), o paraquat e o diquat são herbicidas de contato; a morte dos tecidos das plantas, após sua aplicação, ocorre de maneira rápida, limitando, dessa forma, a translocação do produto para o interior das sementes. O amonio-glufosinate, apesar de ser também um herbicida de contato, possui mais facilidade de translocação do que estes herbicidas, por esse motivo, talvez tenha havido maiores danos quando aplicado.

LIMA et al. (2018), também verificaram o efeito negativo do herbicida amonio-glufosinate sobre a qualidade de sementes de feijão-comum, reduzindo sua germinação e seu vigor; isso reforça a hipótese de translocação deste produto para as sementes com teor de água igual ou superior a 50%. Por outro lado, INOUE (2003) considerou o amonio-glufosinate o único herbicida que não prejudicou a qualidade de sementes de soja em relação às aplicações com paraquat, diquat e carfentrazone-ethyl.

Observa-se na Tabela 8 que, o tratamento com herbicida flumioxazin e a testemunha sem dessecação, apresentaram valores inferiores aos demais tratamentos, sendo o paraquat com maior comprimento numérico da parte aérea das plântulas.

As plântulas provenientes do tratamento com o glyphosate apresentaram o comprimento do sistema radicular bastante inferior, diferindo do tratamento com flumioxazin, paraquat e diquat, não demonstrou diferença com a testemunha.

Resultado semelhantes também foram encontrados por DALTRO et al. (2010), que evidenciaram, por duas safras, o efeito negativo deste dessecante sobre o potencial fisiológico das sementes de cultivares de soja, os autores verificaram prejuízos no desempenho das sementes, causados por efeito fitotóxico no sistema radicular. O glyphosate, sendo herbicida sistêmico, este dessecante transloca para a semente e pode ter causado danos as mesmas.

Em relação à massa seca da parte aérea, observou-se que as plântulas provenientes do tratamento com diquat tiveram menor peso em relação às dessecadas com flumioxazin. O tratamento com glyphosate proporcionou menor massa seca do sistema radicular das plântulas, em relação aos tratamentos com carfentrazone-ethyl e paraquat.

A maior concentração de lixiviados na solução da condutividade elétrica foi verificada nas sementes tratadas com o herbicida glufosinato de amônio, sendo que os demais tratamentos demonstraram menor lixiviação das membranas, destacando-se para o saflufenacil e a testemunha, com 119,00 e 119,75 $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$, respectivamente.

Tabela 8. Comprimento da parte aérea e radicular da plântula (CPA e CPR), massa seca da parte aérea e da raiz (MSPR e MSPA) e condutividade elétrica de sementes de feijão-caupi, de acordo com os tratamentos dessecantes e a testemunha sem dessecação.

Características					
Tratamentos	CPA (cm)	CPR (cm)	MSPA (mg)	MSPR (mg)	CE ($\mu\text{Scm}^{-1} \text{g}^{-1}$)
Carfentraz.-ethyl	16,12 ABC*	18,07 AB	584,75 AB	119,25 A	129,25 AB
Saflufenacil	15,30 CB*	15,67 AB	542,50 AB	88,50 AB	119,00 B
Glyphosate	17,90 ABC*	13,80 B	519,00 AB	78,00 B	135,75 AB
Paraquat	21,00 A*	19,72 A	611,00 AB	116,25 A	134,40 AB
Flumioxazin	14,67 C*	18,67 A	659,25 A	109,25 AB	121,50 AB
Amônio-glufos.	20,27 AB*	17,87 AB	535,25 AB	94,50 AB	147,25 A*
Diquat	15,70 ABC*	18,27 A	416,75 B	89,00 AB	126,00 AB
Testemunha	10,28	15,45	523,75	110,00	119,75

Médias seguidas por * na coluna, diferem da testemunha pelo teste de Dunnet a 5% de probabilidade.

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

Maior valor da CE indica vigor inferior, devido ao aumento de lixiviados na solução da condutividade, causado pela perda da integridade das membranas celulares. Sendo assim, sementes oriundas de plantas dessecadas com amonio-glufosinate apresentaram baixo vigor, enquanto as dessecadas com saflufenacil tiveram vigor superior. somente o tratamento com glyphosate e amônio-glufosinate diferiram da testemunha, diquat, flumioxazin apresentaram menor vazamento de lixiviados para a solução de condutividade e não diferiram da testemunha.

Provavelmente as condições climáticas não favoráveis a deterioração das sementes como retardamento da colheita. No presente trabalho somente o tratamento com amonio-glufosinate foi prejudicial à qualidade das sementes em relação à

testemunha. Já LACERDA et al. (2005) não verificaram efeito dos dessecantes paraquat (400 g ha^{-1}), diquat (300 g ha^{-1}) e paraquat + diquat ($200 + 150 \text{ g ha}^{-1}$), quando comparado com o tratamento testemunha; também não houve efeito da época de aplicação em sementes de soja.

Em trabalhos realizados por COELHO et al. (2012) e KAPPES et al. (2012) também foi observado que a dessecação preservou a integridade das membranas celulares.

4.2 EXPERIMENTO II: efeito da dessecação na qualidade fisiológica de sementes armazenadas de feijão-caupi

Na Tabela 9 estão apresentados os valores de teor de água das sementes antes e depois de seis meses de armazenamento. Não se verificou ganho e nem perda desta ao longo do armazenamento nos dois ambientes. Portanto, o teor de água nas sementes não teve influência nos resultados das avaliações de germinação e do vigor realizadas após o armazenamento.

Tabela 9. Teor de água das sementes no momento do armazenamento e após seis meses de armazenamento nos dois ambientes.

Médias seguidas da mesma letra na coluna e na linha não diferem entre si, a 5% de

		Condição de armazenamento	
		Início do armazenamento	Laboratório Sala climatizada
Carfentrazone-ethyl	10	11 Aa	11 Aa
Saflufenacil	11	11 Aa	11 Aa
Glyphosate	11	11 Aa	11 Aa
Paraquat	11	11 Aa	11 Aa
Flumioxazin	11	12 Aa	12 Aa
amonio-glufosinate	11	11 Aa	11 Aa
Diquat	11	11 Aa	11 Aa
Testemunha	10	12 Aa	11 Aa

probabilidade, pelo teste de Tukey.

Pela análise de variância, apresentada na Tabela 10, houve efeito significativo da interação herbicidas e ambiente de armazenamento, para o variável comprimento de parte aérea da plântula (CPA), envelhecimento acelerado (EA) e massa seca da parte aérea da plântula (MSPA). As médias estão ilustradas na tabela 11.

Não houve interação entre os fatores dessecação e ambiente de armazenamento, para as variáveis PCG, GE, CPR, MSPR, EM, IVE e CE. As médias as quais dessas variáveis foram comparadas pelos efeitos isolados dos ambientes (Tabela 12) e dos dessecantes (Tabela 13).

Tabela 10. Primeira contagem de germinação (PCG), germinação (GE), comprimento da parte aérea (CPA), comprimento da raiz (CPR), massa seca da parte aérea e da raiz (MSPA e MSPR), emergência em areia (EM), índice de velocidade de emergência (IVE), condutividade elétrica (CE) e envelhecimento acelerado (EA) de sementes de feijão-caupi, submetidas a dois ambientes de armazenamento após dessecação na pré-colheita e a testemunha colhida sem dessecação.

F.V	G.L	QUADRADOS MÉDIOS									
		PCG	GE	CPA	CPR	MSPA	MSPR	EM	IVE	CE	EA
Bloco	3	123,22	154,25	1,43	11,06	5500,26	184,68	15,22	1,14	91,84	96,56
Trat.	7	531,41**	459,25**	11,06**	20,96**	11909,62 ^{ns}	139,90 ^{ns}	214,84**	4,55**	207,74 ^{ns}	461,84**
Amb.	1	68,06 ^{ns}	210,25 ^{ns}	0,12 ^{ns}	30,06*	78890,77*	159,39 ^{ns}	2280,06**	14,92**	2013,76**	189,06 ^{ns}
Trat. x Amb.	7	72,34 ^{ns}	75,25 ^{ns}	13,99**	3,77 ^{ns}	39451,41*	956,78 ^{ns}	26,20 ^{ns}	0,13 ^{ns}	110,35 ^{ns}	135,34*
Resíduo	45	75,09	65,98	2,61	4,59	16197,59	608,68	35,40	0,53	93,67	62,16
CV(%)		12,05	10,96	12,17	15,48	24,42	29,03	6,98	7,43	7,87	10,56

^{ns} Não significativo, * Significativo a 5% e **Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

d) Desdobramentos da interação Tratamento x Ambiente de armazenamento

Tabela 11. Comprimento da parte aérea da plântula (CPA), envelhecimento acelerado (EA) e massa seca da parte aérea das plântulas (MSPA) de feijão-caupi, para respectivos tratamentos e ambientes de armazenamento.

Características						
Tratamentos	CPA		EA		MSPA	
	Ambiente não controlado	Ambiente controlado	Ambiente não controlado	Ambiente controlado	Ambiente não controlado	Ambiente controlado
Carfentrazone-ethyl	11,20 cdA*	12,17 ab A	82,50 aA	80,50a A	403,50 ab A	571,00 a A
Saflufenacil	10,20 dB*	14,25 aA	76,50 ab A	72,50 ab A	488,25ab A	510,25 a A
Glyphosate	13,85abc A	14,35 aA	60,50 bA*	58,00 bB*	519,00 abA	502,75 a A
Paraquat	15,95 aA	14,47 aA	75,00 ab A	85,50 aA	441,75 abA	542,00 a A
Flumioxazin	15,10 abA	10,07 bB*	81,00 aA	74,50 ab A	478,50 ab A	577,25 a A
amonio-glufosinate	11,80 bcd A	13,47 ab A	60,00 bA	61,50 bB*	323,50 bB*	665,25 a A
Diquat	13,37 abcd A	14,15 aA	71,50 ab A	70,50 ab A	623,50 aA	563,75 a A
Testemunha	13,60	14,37	81,00	83,00	610,00	517,50

Médias seguidas de * na coluna diferem da testemunha, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Dunnet.

Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra minúsculas na coluna e maiúsculas na linha para cada variável, não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

As sementes oriundas do tratamento com o herbicida saflufenacil, armazenadas em ambiente não controlado, apresentaram menor comprimento da parte aérea, bem como as obtidas da dessecação com o flumioxazin em condições de armazenamento controlado. Os tratamentos com carfentrazone-ethyl e saflufenacil diferiram da testemunha no ambiente não controlado e com flumioxazin em ambiente controlado, apresentando valores inferiores do CPA.

Pelos resultados obtidos na interação dos fatores no teste de envelhecimento acelerado Tabela 11, as sementes provenientes da dessecação com glyphosate e amonio-glufosinate apresentaram menor vigor no ambiente controlado, diferindo dos demais

tratamentos, e também da testemunha. Em ambiente controlado, não houve efeito entre os dessecantes. Mas o glyphosate teve efeito negativo em relação à testemunha.

Em relação ao MSPA, somente no ambiente não controlado houve efeito dos tratamentos, tendo a dessecação com amônio-glufosinate, caudado valor inferior em relação aos demais dessecantes, e também à testemunha.

Comparando o efeito das condições de armazenamento nas características avaliadas, verificou-se diferença estatística para CPR, EM, IVE e CE Tabela 12. Tendo sido observados resultados superiores de qualidade de sementes no ambiente não controlado, com exceção no teste de condutividade elétrica.

Tabela 12. Primeira contagem de germinação (PCG), germinação (GE), comprimento da raiz (CPR), massa seca da raiz (MSR), emergência (EM) índice de velocidade de emergência (IVE) e condutividade elétrica (CE) de sementes de feijão-caupí, para os respectivos ambientes.

Ambiente de Armazenamento	PCG	GE	CPR	MSPR	EM	IVE	CE
Ambiente não controlado	72,42 a	75,87 a	13,06 b	86,56 a	79,18 b	9,33 b	117,31 b
Ambiente controlado	70,87 a	72,25 a	14,62 a	83,40 a	91,12 a	10,29 a	128,53 a

Médias com letras diferentes na coluna diferem entre si, ao nível de 1 % e pelo teste de F.

Comparando separadamente o efeito dos dessecantes, na germinação, após o armazenamento, os resultados das sementes provenientes de plantas dessecadas com carfentrazone-ethyl e flumioxazin foram superiores, com porcentual de germinação de 82,25% e 81,75%, respectivamente. A germinação das sementes dos demais tratamentos com dessecação foram inferiores a 80%, sendo que os dessecantes glyphosate e amônio-glufosinate diferiram destes e da testemunha, com o efeito negativo. Resultados semelhantes foram observados na primeira contagem de germinação (Tabela 12).

Tabela 13. Primeira contagem de germinação (PCG), germinação (GE), comprimento da raiz (CPR), emergência em areia (EM), índice de velocidade de emergência (IVE), condutividade elétrica (CE) e massa seca da raiz (MSPR) para os respectivos herbicidas e a testemunha (sem dessecação).

Herbicidas	PCG	GE	CPR	EM	IVE	CE	MSPR
Carfentrazone-ethyl	81,00 a	82,25 a	15,00 a	86,00 ab	9,93 abc	119,75 a	82,37 a
Saflufenacil	69,25 abc	69,75* abcd	14,00 a	88,25 ab	10,37 ab	121,75 a	76,00 a
Glyphosate	60,75*d	62,00* d	10,50* b	76,50* c	8,52* d	122,75 a	78,00 a
Paraquat	77,25 abc	78,00 abc	13,12 ab	92,25* a	10,80*a	130,50 a	74,50 a
flumioxazin	80,50 a	81,75 ab	14,87 a	90,00 a	10,51*ab	114,75 a	92,62 a
Amonio-glufosinate	63,75* cd	68,75* cd	15,87 a	84,59 abc	9,68 abc	126,12 a	86,50 a
Diquat	65,00* bcd	69,25* bcd	14,50 ab	80,00 bc	9,17 cd	128,00 a	103,3 a
Testemunha	77,75	80,75	13,87	83,75	9,50	119,75	86,50

Médias seguidas de * diferem da testemunha ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Dunnet.

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Quanto ao comprimento radicular da plântula, observou-se que plântulas provenientes de sementes desseçadas com glyphosate apresentaram menor comprimento. Essa redução no comprimento radicular também foi verificada nas plântulas anormais no teste de germinação figura 4.

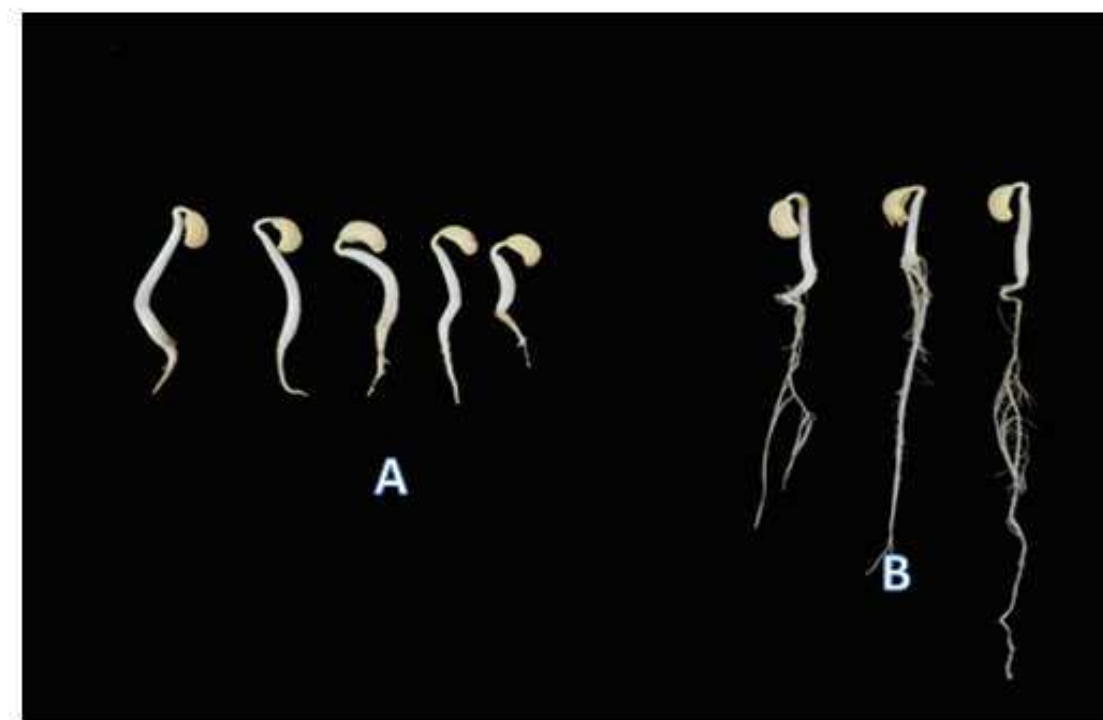


FIGURA 4. Plântulas anormais provenientes do tratamento com glyphosate (A) e plântulas normais do tratamento testemunha sem dessecação (B), obtidas no teste de germinação após seis meses de armazenamento.

Sementes oriundas de plantas dessecadas com glyphosate também apresentaram resultado inferior de emergência, quando comparados às sementes provenientes da dessecação com os herbicidas carfentrazone-ethyl, saflufenacil, paraquat e flumioxazin, Tabela 13. Menor IVE foi obtido com as sementes do tratamento com glyphosate, sendo inferior à testemunha.

Nas avaliações de condutividade elétrica, bem da massa seca da parte radicular, não houve diferença entre os tratamentos.

De acordo com a análise dos resultados, observa-se que as sementes provenientes da dessecação com carfentrazone-ethyl e flumioxazin e as não dessecadas atingiram o percentual de 80% de germinação após seis meses de armazenamento. Resultados semelhantes foram encontrados na avaliação realizada logo após a colheita.

Nas avaliações dos testes de germinação e de classificação do vigor de plântulas (comprimento da raiz), foram observadas anormalidades no sistema radicular, caracterizadas pelo encurtamento da raiz principal e o atrofiamento das raízes secundárias, nas plântulas originadas de sementes provenientes da dessecação com glyphosate. Resultados semelhantes também foram encontrados por LAZARINI e MALASPINA (2011) e GAZZIERO e FRANÇA-NETO (2012) na soja e feijão-comum respectivamente. Essa anomalia pode ser atribuída à fitotoxidez causada pelo referido herbicida.

A fitotoxidez provocada pelo glyphosate nas plântulas, por ser um herbicida sistêmico, é mais danosa quando comparada com a provocada pelos produtos de contato. Os de contato quando aplicados na planta ou parte destas possuem ação direta nos locais onde o herbicida entra em contato, não translocando para as outras partes da planta por apresentarem ação menos prolongada. O herbicida sistêmico quando absorvido no local em que a gota foi interceptada pode translocar para outras partes da planta e exercer sua ação tóxica (FERREIRA et al., 2007).

Ao avaliar os resultados das variáveis onde houve interação Trat x Amb, observou-se que estes corroboram com os resultados antes do armazenamento e os encontrados por LIMA et al. (2018) e DALTRO et al. (2010), em que os herbicidas glyphosate e amonio-glufosinate afetaram a qualidade das sementes.

5.0 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os efeitos dos dessecantes, após a colheita, pelo teste de Dunnet, a 5% de probabilidade, em relação à testemunha (sem dessecação), estão resumidos na Tabela 14.

A aplicação dos dessecantes proporcionou antecipação da colheita, variando de três a nove dias.

Não houve efeito dos tratamentos dessecantes, em relação à testemunha, na produtividade.

Houve algum problema não identificado nos resultados do CPA da testemunha, o que induziu ao efeito favorável da aplicação de todos os dessecantes na análise estatística. Os resultados não foram levados em consideração.

O glyphosate e o amonio-glufosinate foram prejudiciais à qualidade fisiológica das sementes, considerando a importância dos testes que detectaram esse efeito.

A aplicação dos dessecantes carfentrazone-ethyl, flumioxazin, saflufenacil e paraquat não afetou a qualidade fisiológica das sementes logo após a colheita. Apenas o teste de EA detectou efeito prejudicial do diquat na qualidade fisiológica das sementes, o que pode ser desconsiderado.

Nestas considerações gerais, não foram apresentados, em tabela, os resultados dos testes de qualidade após o armazenamento das sementes. Entretanto, algumas considerações sobre o efeito dos dessecantes em relação à testemunha merecem ser relatadas.

O efeito negativo do carfentrazone-ethyl na qualidade fisiológica das sementes se manifestou apenas no CPA; para o Saflufenacil, apenas na CPA e GE; para o diquat na PCG e GE. O efeito do paraquat foi positivo nos testes de EM e IVE. O efeito do flumioxazin foi negativo para o CPA, mas positivo para o IVE. O efeito prejudicial do glyphosate e do de amonio-glufosinate foi observado em vários testes, confirmando os resultados de logo após a colheita, antes do armazenamento.

Analisando todos os testes de qualidade e considerando a sua importância e utilização, pode-se considerar que, antes e após o armazenamento, também não houve efeito negativo do carfentrazone-ethyl, do flumioxazin e do paraquat na qualidade fisiológica das sementes. O saflufenacil e o diquat afetaram a germinação, enquanto o glyphosate e o amonio-glufosinate afetaram a germinação e o vigor. Apesar de o paraquat ter sido o herbicida mais utilizado na dessecação em pré-colheita em diversas culturas, houve restrições de uso deste por parte da ANVISA (Agência Nacional de

Vigilância Sanitária), a partir de 2017. Diante dos resultados obtidos nesta pesquisa, vislumbra-se a possibilidade de sua substituição pelo carfentrazone-ethyl ou pelo flumioxazin.

Vale ressaltar que as condições climáticas durante a condução do experimento, em especial da aplicação dos dessecantes até a colheita, podem ser consideradas não prejudiciais à qualidade fisiológica das sementes. Acredita-se que, ocorrendo condições climáticas desfavoráveis, a antecipação da colheita, mesmo de apenas três dias, pode ser importante para a produção de sementes de qualidade superior, com a utilização de dessecantes adequados.

Tabela 14. Efeito positivo (+), negativo (-) e semelhante ($\cong$), em relação à testemunha, dos tratamentos de aplicação de diferentes dessecantes na antecipação da colheita, na produtividade e na qualidade fisiológica das sementes de feijão caupi, após a colheita.

Dessecantes	Características Avaliadas											
	Ant.. Colheita (dias)	Prod. (Kg.ha ⁻¹)	GE (%)	PCG (%)	EM (%)	IVE	EA (%)	CE ($\mu\text{S.cm}^{-1}.\text{g}^{-1}$)	CPA (cm)	CPR (cm)	MSPA (mg)	MSPR (mg)
Carfentrazone.-ethyl	6	$\cong$	$\cong$	$\cong$	$\cong$	$\cong$	$\cong$	$\cong$	+	$\cong$	$\cong$	$\cong$
Saflufenacil	6	$\cong$	$\cong$	$\cong$	$\cong$	$\cong$	$\cong$	$\cong$	+	$\cong$	$\cong$	$\cong$
Glyphosate	3	$\cong$	-	-	-	$\cong$	$\cong$	$\cong$	+	$\cong$	$\cong$	$\cong$
Paraquat	9	$\cong$	$\cong$	$\cong$	$\cong$	$\cong$	$\cong$	$\cong$	+	$\cong$	$\cong$	$\cong$
Flumioxazin	6	$\cong$	$\cong$	$\cong$	$\cong$	$\cong$	$\cong$	$\cong$	+	$\cong$	$\cong$	$\cong$
Amonio-glufosinate	6	$\cong$	-	-	$\cong$	-	-	-	+	$\cong$	$\cong$	$\cong$
Diquat	9	$\cong$	$\cong$	$\cong$	$\cong$	$\cong$	-	$\cong$	+	$\cong$	$\cong$	$\cong$

GE = Germinação

PCG = Primeira contagem de germinação

MSPA e MSPR = Massa seca (Parte Aérea e Parte Radicular)

EA = Envelhecimento acelerado IVE = Índice de velocidade de emergência

CE = Condutividade elétrica EM = Emergência

CPA e CPR = Comprimento de plântulas (Parte Aérea e Parte Radicular)

6.0 CONCLUSÕES

A produtividade não foi afetada pela aplicação de qualquer dessecante.

A aplicação dos dessecantes carfentrazone-ethyl, do flumioxazin e do paraquat não afetou a qualidade fisiológica das sementes após a colheita e após o armazenamento. O paraquat foi mais eficiente na antecipação da colheita (nove dias) que os outros dois (seis dias).

O diquat e o saflufenacil afetaram a germinação das sementes após o armazenamento.

Os dessecantes glyphosate e o amonio-glufosinate foram prejudiciais à qualidade fisiológica das sementes, não sendo recomendada a sua utilização.

7.0 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABRASEM. Associação Brasileira de Sementes e Mudanças. Estatística do comércio de sementes de feijão. Acesso em: 30 de Maio 2018.
- AKANDE, S. R. Genotype by environment interaction for cowpea seed yield and disease reactions in the forest and derived savanna agro-ecologies of south-west Nigeria. *American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Science*, v. 2, p. 163-166, 2007.
- ASSIS, M.O. Dessecação em pré-colheita na produtividade e qualidade fisiológica de sementes de feijão-caupi. 2016. 44f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 2016.
- ANDRADE, E.T.; CORRÊA, P.C.; ALVARENGA, E. M.; MARTINS, J. H. Efeito do impacto mecânico controlado sobre a qualidade fisiológica de sementes de feijão. *Engenharia na Agricultura*, v.7, n.3, p.148-159,1999.
- ANDRADE, E. T.; CORRÊA, P. C.; ALVARENGA, E. M.; MARTINS, J. H. Efeitos de danos mecânicos sobre a qualidade fisiológica de sementes de feijão durante o armazenamento. *Revista Brasileira de Armazenamento*, v.23, n. 2, p. 41-51,1998.
- ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária Consulta Pública nº 72, de 29 de setembro de 2017. Diário Oficial da União, Brasília, DF.
- BINOTTI, F.F.S.; HAGA, K.I.; CARDOSO, E.D.; ALVES, C.Z.; SÁ, M.E.; ARF, O. Efeito do período de envelhecimento acelerado no teste de condutividade elétrica e na qualidade fisiológica de sementes de feijão. *Acta Scientiarum*, v.30, n.2, p.247-254, 2008.
- BOTELHO, F. J. E. et al. Qualidade de sementes de soja obtidas de diferentes cultivares submetidas à dessecação com diferentes herbicidas e épocas de aplicação. *REVISTA AGRO@MBIENTE ON-LINE*, v. 10, n. 2, p. 137-144, 2016.
- BRASIL, Ministério da Agricultura e da Reforma Agrária. Regras para análise de sementes. SNAD/DNDV/CLAV, 1992.
- CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. Sementes: ciência, tecnologia e produção. 4º ed. Jaboticabal: Funep, 588 p. 2000.
- CUNHA, C. S. M. 2005. Comparação de métodos na detecção de sementes de soja geneticamente modificada resistente ao glyphosate. *Revista Brasileira de Sementes*, v. 27, n. 1, p. 167-175, 2012.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Acompanhamento da safra brasileira de grãos. Brasília, 2017.

COUTINHO, A. C. Efeitos da velocidade e região de impacto e do tempo de armazenamento da semente de soja (cultivar UFV - 5). 89 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, 1984

CUNHA, G. R.; CAIERÃO, E. Informações técnicas para trigo e triticale – safra 2015. In: *REUNIÃO BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO E TRITICALE*. Anais, DF: EMBRAPA, Cap. 9, p. 95-96, 2014.

DALTRO, E.M, FIGUEIREDO, M.C, NETO, J.F. 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 M. SILVA, A. A., SILVA, J. F. Qualidade da semente de feijão armazenada após dessecação química das plantas, em quatro estádios de aplicação. *Acta Scientiarum*, v.22, n.4, p.1143-1148, 2000

DOMINGOS, M. et al. Efeitos de dessecantes, na época de colheita, do enleiramento e da chuva simulada no rendimento e na qualidade fisiológica de sementes de feijão. *Revista Ceres*. v. 48, n. 277, p. 365-380, 2001.

DOVALE, J.C, BERTINI, C. BORÉM, A. Feijão-caupi: do plantio à colheita. Ed.UFV, p 10-11. 2017.

DUMET D., ADELEKE R. AND FALOYE B. Diretrizes de regeneração: feijão-frade ou feijão caupi. In: DULLOO M.E., THORMANN I., JORGE M.A. AND HANSON J., editors. Crop specific regeneration guidelines. System-wide Genetic Resource Programme (SGRP), 8 pp. 2008.

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

EKMEKCI, Y.; TERZIOGLU, S. Effects of oxidative stress induced by paraquat on wild and cultivated wheats. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, v. 83, n. 2, p. 69-81, 2005.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Cultivo do feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp), 2002.

FREIRE FILHO, F. R. Feijão-Caupi no Brasil: produção, melhoramento genético, avanços e desafios, 84 p. 2011.

INOUE, I. H.; PEREIRA, P. S. X.; MENDES, K. F.; BEN, R. DALLACORT, R.;MAINARDI, J. T.; ARAÚJO, D. V.; CONCIANI, P. A. Determinação do estágio de dessecação em soja de hábito de crescimento indeterminado no Mato Grosso. *Revista Brasileira de Herbicidas*, v.11, n.1, p.71-83, 2012.

KAMIKOGA, A. T. M. Efeito de diferentes épocas de aplicação de três herbicidas dessecantes na produção e qualidade fisiológica de sementes de feijão. *Publication UEPG: Ciências Exatas e da Terra, Agrárias e Engenharias*, v. 15, n. 1, p. 53-61. 14, 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.

KISSMANN, K. G. Resistência de plantas daninhas a herbicidas. Disponível em: <http://www.hrac-br.com.br/arquivos/texto-reisitencia-herbicidas.doc>. Acesso em: 01 mai. 2003.

KRZYZANOWSKI, F.C.; FRANÇA NETO, J.B.; HENNING, A.A. Relato dos testes de vigor disponíveis para as grandes culturas. Informativo *ABRATES*, v.1, n.2, p.15-59. 1991.

LACERDA, A.L.S., LAZARINI, E., SÁ, M.E.; WALTER FILHO, V.V. Aplicação de dessecantes na cultura de soja: teor de umidade nas sementes e biomassa nas plantas. *Planta Daninha*, v.21, n.3, p.427-434, 2003

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

LIMA, T. C. Avaliação do potencial fisiológico de sementes de trigo (*Triticuma estivum* L). 61 f. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical e Subtropical) - Instituto Agronômico de Campinas, 2005.

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

MARCOS-FILHO, J., A.D.C. N. & H.M.C.P. C. Accelerated aging and controlled deterioration seed vigor tests for soybean. *Scientia Agricola*, v.58, p. 421–426, 2001.

MARCOS FILHO, J. Fisiologia de sementes de plantas cultivadas. FEALQ, 425 e 495 p 2005.

MARCHIORI, J. INOUE, M.H, BRACCINI, A.L., OLIVEIRA JR., R.S., AVILA, M.R. LAWDER, M. e CONSTANTIN, J. Qualidade e produtividade de sementes de canola (*Brassica napus*) após aplicação de dessecantes em pré-colheita. *Planta Daninha*, v. 20, n. 2, p. 253-261. 2002.

MARTINS NETTO, D. A.; BORBA, C. S.; OLIVEIRA, A. C.; AZEVEDO, J. T.; ANDRADE, R. V. Efeito de diferentes graus de dano mecânico na qualidade fisiológica de sementes de sorgo. *Revista da Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 34, n. 8, p.1475-1480, 1999.

MATA, D. de C. Dessecação pré-colheita de cultivares de feijoeiro-comum com diferentes princípios ativos. 78 f.. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras. 2015.

PELUZIO, J. M. et al. Influencia da dessecação química e retardamento de colheita na qualidade fisiológica de sementes de soja no sul do estado do Tocantins. *Bioscience Journal*, v. 24, n. 2, p. 77-82, 2008

PEREIRA, T. Spybean pre harvest desiccation productivity and quality of seeds. 145 f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, 2015

PEREIRA, M. R. R. MARTINS, D., RODRIGUES, A.C.P., SOUZA, G.S.F. e CARDOSO, L.A. Seletividade do herbicida saflufenacil a *Eucalyptus urograndis*. *Planta Daninha*, v. 29, n. 3, p. 617-624. 2011.

PERON, A. P.; NEVES, G. Y. S.; VALÉRICO, N. C.; VICENTINI, V. E. P. Ação tóxica do herbicida paraquat sobre o homem. *Arquivos de Ciências da Saúde da UNIPAR*, v.7, n.3. 2003.

ROCHA, M. de M.; CAMPELO, J. E. G.; FREIRE FILHO, F. R.; RIBEIRO, V. Q.; LOPES, A. C. de A. Controle genético do comprimento do pedúnculo em feijão-caupi. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 44, n. 3, p. 270-275, 2009.

ROSADO, C. B. Desenvolvimento de método para quantificação de resíduos de paraquat em grão e vagem de feijão e qualidade fisiológica das sementes após a dessecação. 44 f. Dissertação (Mestrado em Agroquímica) - Universidade Federal de Viçosa. 2016.

SANTOS, J.B. et al. Efeitos da dessecação de plantas de feijão sobre a qualidade de sementes armazenadas. *Planta Daninha*, v. 23, n. 4. p. 645-651, 2005

SANTOS, J. B. FERREIRA, E.A., SANTOS, E.A., SILVA, A.A., SILVA, F.M., FERREIRA, L.R. Qualidade de sementes de feijão (*Phaseolus vulgaris*) após aplicação do carfentrazone-ethyl em pré-colheita. *Planta Daninha*, v. 22, n. 4, p. 633-639, 2004.

SILVA, A.A. SILVA, J.F. Tópicos em manejo de plantas daninhas. 2009.

SMIDERLE, O. J.; SCHWENGBER, D. R. Armazenamento de sementes de feijão caupi em Roraima. In: *SIMPOSIO DE CIÊNCIAS APLICADAS DA FAEF*, 2002.

SOUZA, C. M. A.; QUEIROZ, D. M.; MANTOVANI, E.c., CECON,P.R. Efeito da colheita mecanizada sobre a qualidade de sementes de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). *Revista Brasileira de Armazenamento*, v. 27, n.1, p.21-29, 2002.

VARGAS, L.; ROMAN, E. S. Resistência de plantas daninhas a herbicidas: conceitos, origem e evolução. Embrapa Trigo, 22 p. 2006.