



UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL
CAMPUS DE ERECHIM
MESTRADO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL

CAMILE THAÍS CASTOLDI

**ÉPOCA DE APLICAÇÃO DE HERBICIDAS DESSECANTES PARA
ANTECIPAÇÃO DA COLHEITA DE SEMENTES DE FEIJÃO CARIOCA**

ERECHIM

2017

CAMILE THAÍS CASTOLDI

**ÉPOCA DE APLICAÇÃO DE HERBICIDAS DESSECANTES PARA
ANTECIPAÇÃO DA COLHEITA DE SEMENTES DE FEIJÃO CARIOCA**

Dissertação de mestrado, apresentada para o Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental da Universidade Federal da Fronteira Sul, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia Ambiental

Orientadores:

Prof. D. Sc. Lauri Lourenço Radünz

Prof. D. Sc. Leandro Galon

ERECHIM

2017

PROGRAD/DBIB - Divisão de Bibliotecas

Castoldi, Camile Thais

Época de aplicação de herbicidas dessecantes para antecipação da colheita de sementes de feijão carioca/
Camile Thais Castoldi. -- 2017.

58 f.:il.

Orientador: Lauri Lourenço Radünz.

Co-orientador: Leandro Galon.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal da Fronteira Sul, Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental (PPGCTA), Erechim, RS, 2017.

1. Phaseolus vulgaris. 2. Dessecação. 3. Princípios ativos. 4. Redução de doses. I. Radünz, Lauri Lourenço, orient. II. Galon, Leandro, co-orient. III. Universidade Federal da Fronteira Sul. IV. Título.

CAMILE THAÍS CASTOLDI

**ÉPOCA DE APLICAÇÃO DE HERBICIDAS DESSECANTES, PARA
ANTECIPAÇÃO DA COLHEITA DE SEMENTES DE FEIJÃO CARIOCA**

Dissertação de mestrado, apresentada para o Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental da Universidade Federal da Fronteira Sul, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia Ambiental.

Orientadores: Prof. D. Sc. Lauri Lourenço Radünz

Prof. D. Sc. Leandro Galon

Dissertação de mestrado, defendida e aprovada pela banca em: ____/____/____

BANCA EXAMINADORA

Prof. D. Sc. Lauri Lourenço Radünz - UFRGS

Orietador/Presidente

Prof. D. Sc. Leandro Galon - UFFS

Orietador

Prof. Dr. Altemir José Mossi - UFFS

Membro Interno

Prof. Dr. Rafael Gomes Dionello – UFRGS

Membro Externo

*Aos meus pais, Gilmar e Ivanete Castoldi,
pelo exemplo de vida e ensinamentos.*

*Aos meus irmãos, Luiz Henrique,
Leonardo e Emanuelle.*

*Ao meu namorado Daniel, pelo apoio em
todos os momentos e principalmente pelo
ombro amigo.*

*A minha vó Leonora (in memoriam), que
sempre acompanhou meus passos e torceu
pelas minhas conquistas.*

Dedico.

AGRADECIMENTOS

Aos professores, D. Sc. Lauri Lourenço Radünz, D. Sc. Leandro Galon, Dr. Rafael Gomes Dionello e Dr. Altemir José Mossi, por aceitarem fazer parte da Banca Examinadora.

Ao Prof. D. Sc. Lauri Lourenço Radünz, pela orientação, paciência e confiança, e por não medir esforços para me auxiliar em todos os momentos. Têm minha admiração pela pessoa que és.

Ao Prof. D. Sc. Leandro Galon, pela orientação e pela grande contribuição em minha iniciação na pesquisa e experimentação.

À coordenação e aos professores do curso de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental, pelo comprometimento com o curso e ensinamentos.

A secretaria do curso de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental, principalmente à Tânia Marisa Schapla e a Viviane Marmentini Ascari, pelo auxílio durante o curso e por estarem sempre dispostas a ajudar.

Aos Técnicos de Laboratório, principalmente a Ângela Camila Grando Deffaci, Suzana Bazoti e Flávia Bernardo Chagas, pelo apoio e auxílio em minhas atividades.

Aos amigos e colegas César Tiago Forte, Maurício Albertoni Scariot, Renan Fiabane, Fábio Luís Winter, Felipe Nonemacher, Felipe José Menin Basso, Josiel Ricardo Toni, pela colaboração na execução do projeto.

Aos colegas da turma do mestrado, pelo convívio e amizade durante este período.

Ao meu namorado Daniel Souza, pela contribuição na execução das atividades à campo e em laboratório, bem como no auxílio na redação da dissertação. Pelo apoio, paciência e compreensão, em todos os momentos.

Aos meus pais, por me permitirem alcançar mais este objetivo e pelo apoio incondicional.

A todos os meus familiares, e familiares do meu namorado, que acompanharam esta trajetória e torceram por esta conquista.

A todos que de alguma forma estiveram presentes durante a passagem desta jornada.

Muito obrigada!

RESUMO

Para implantar uma lavoura que venha a apresentar alto potencial produtivo torna-se necessário prezar por uma semente de qualidade, que tenha elevado vigor, germinação e máximo acúmulo de massa seca. Estas características estão geralmente presentes, na maturidade fisiológica da semente, impossibilitando a colheita mecanizada devido a elevada umidade das plantas. No entanto, colheitas tardias podem expor as sementes a adversidades climáticas, o que pode comprometer seu potencial e a qualidade. Dessa forma, corriqueiramente são realizadas dessecações em pré-colheita da cultura do feijão, visando a antecipação da colheita, porém os herbicidas utilizados podem ocasionar prejuízos às sementes. Diante disso, objetivou-se com o trabalho avaliar o efeito da dessecação de sementes de feijão do tipo carioca utilizando diferentes doses de herbicidas em épocas distintas e os efeitos desses tratamentos sobre a qualidade física, fisiológica e sanitária, de sementes. Para tanto, o experimento foi conduzido no delineamento experimental de blocos ao acaso, no arranjo fatorial 2 x 3 x 4 +1 (épocas de aplicação x herbicidas x doses + adicional), com quatro repetições. As plantas de feijão carioca, cultivar Pérola, foram desseccadas quando as sementes apresentavam 42 e 30% de teor de água, com os herbicidas, amonio-glufosinate, saflufenacil e diquat, nas doses 0, 50, 75 e 100% em relação a dose média recomendada, que corresponde a 1,9 L ha⁻¹, 105 g ha⁻¹, 1,75 L ha⁻¹, respectivamente para cada um dos herbicidas. A dose 0% corresponde ao tratamento controle, sem aplicação do dessecante e colhido na mesma data das dessecações. Já o tratamento adicional, também sem aplicação do dessecante foi colhido com 18% de teor de água. Para verificar a qualidade fisiológica, física e sanitária das sementes, foram realizadas análises de germinação, primeira contagem de germinação, índice de velocidade de germinação (IVG), teste de frio, envelhecimento acelerado, comprimento de plântula e radícula, e transferência de massa seca, peso de mil grãos, peso hectolitro, condutividade elétrica, e teste de sanidade. Após análise e interpretação dos resultados, pode-se concluir que de modo geral, a utilização de herbicidas para dessecação em sementes de feijão carioca, visando a antecipação da colheita, utilizando os herbicidas amonio-glufosinate, saflufenacil e diquat, na dose média recomendada acarretaram prejuízos na qualidade das sementes de feijão. Porém, quando houver necessidade da aplicação de dessecantes, deve-se preconizar pela utilização de doses reduzidas pois as mesmas, apresentam menores injúrias as sementes. Verifica-se também que a colheita das sementes em teores de água de 30 e 42% sem a utilização de dessecantes, mantém as características necessárias para um bom desempenho da semente à campo.

Palavras-chave: *Phaseolus vulgaris*. Dessecação. Princípios ativos. Redução de doses.

ABSTRACT

In order to implant a high productive potential in a crop it's necessary to appreciate a high quality seed, which presents high vigor, germination and maximum dry water's accumulation. These characteristics are generally present in weed's physiologic maturity, making it impossible mechanical harvest, because the high plant's humidity. However, later harvests may expose seeds to climate adversities, which may compromise their potential and quality. Thus, pre-harvest desiccations of the bean crop are carried out, aiming at the anticipation of the harvest, but, the used herbicides can cause damage to the seeds. Therefore, this project aims to evaluate the effect of desiccations on carioca's bean seeds using different herbicides at low doses and different times, and the treatment's effects about physical, physiologic and sanitary quality of the seeds. For this, the experiment was conducted according to the experimental design of random blocks, in the factorial arrange $2 \times 3 \times 4 + 1$ (application time x herbicides x doses + additional), with four replications. The plants of carioca bean, cultivar Pérola, were desiccated when the seeds had 42 and 30 % water content to the herbicides amonio-glufosinate, saflufenacil and diquat, for 0, 50, 75 and 100 % doses in relation to the recommended dose, which corresponds to 1.9 L ha^{-1} , 105 g ha^{-1} , 1.75 L ha^{-1} , respectively for each of the herbicides. The 0% dose corresponds to the control treatment, without desiccant application and harvested on the same date as the desiccations. The additional treatment, also without desiccant application, was harvested with 18% water content. To verify physiologic, physical and sanitary quality of the seeds, germination, first germination count, germination speed index (IVG), cold test, accelerated aging, seeding length and radicle, matter transfer, thousand grains weight, hectoliter weight, electrical conductivity and sanity test analysis were realized. After analysis and interpreting the results, it was concluded, in general, the use of herbicides for desiccation in carioca beans, aiming the anticipation of the harvest, using the recommended dose of the herbicides amonio-glufosinate, saflufenacil and diquat, did not is recommended, since it causes losses in the quality of bean seeds. However, when the desiccant needs to be applied, it is recommended to use reduced doses, because they have lower losses. Also verified that the harvesting of seeds at water content between 30 and 42 % without use of desiccants, the seeds presents the same characteristics necessary for a good seed performance in the field.

Keywords: *Phaseolus vulgaris*. Desiccation. Active principles. Dose reduction.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	9
2 OBJETIVOS.....	12
3 APRESENTAÇÃO DOS TRABALHOS.....	13
3.1 ARTIGO I.....	14
QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE FEIJÃO CARIOCA APÓS APLICAÇÃO DE HERBICIDAS DESSECANTES EM DUAS ÉPOCAS.....	14
3.2 ARTIGO II.....	36
EFEITO DE DOSES REDUZIDAS DE HERBICIDAS DESSECANTES E DA ÉPOCA DE APLICAÇÃO NOS ATRIBUTOS DE QUALIDADE DE SEMENTES DE FEIJÃO CARIOCA.....	36
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	54
REFERÊNCIAS.....	55

1 INTRODUÇÃO

O feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) é um grão típico da culinária brasileira, fonte de proteína vegetal, vitaminas, sais minerais, ferro, cálcio e fósforo (Mapa, 2016). Possui ampla adaptabilidade aos diferentes climas brasileiros (Antunes et al., 2007), sendo cultivado predominantemente em propriedades familiares (Barboza e Gonzaga, 2012). Dentre os tipos de feijão consumidos no Brasil, destaca-se o feijão do tipo carioca, devido sua aceitação em praticamente todo o país (Mapa, 2016).

De acordo com a Companhia Nacional de Abastecimento (Conab, 2016), na safra 2015/16 a área total de feijão cultivada no Brasil, considerando as três safras, foi de 2.837,5 milhões de hectares, com produção de 2.514,9 mil toneladas, sendo o feijão tipo carioca, responsável por aproximadamente 45% desta área e 67 % da produção nacional, com cultivo de 1.289,8 milhões de hectares e produção de 1.687,2 mil toneladas. Nesta mesma safra, no Rio Grande do Sul, foram cultivados 10 milhões de hectares, concentrados apenas na primeira safra do feijão carioca, com produtividade de 2.400 kg ha⁻¹ e produção de 24 mil toneladas.

O quarto levantamento de safra, vinculado a semeadura da safra 2016/17, realizado pela Conab, (2017), estima crescimento de 16,5% na área cultivada em relação à safra anterior (2015/16) em âmbito nacional, sendo esperado para a região sul incremento de 8,5% na área semeada e aumento na produção de 16,8%. Devido ao aumento constante da produção de feijão, principalmente em grandes áreas, ocorre maior demanda de tecnologias destinadas à cultura, como irrigação e controle fitossanitário, cultivares melhoradas, sementes de boa qualidade fisiológica e sanitária e colheita mecanizada (Mata, 2015).

A semente se destaca devido ser o insumo de maior significância na obtenção de elevadas produtividades, e requer características sanitárias, físicas, fisiológicas e genéticas adequadas para ser considerada de alta qualidade (França Neto et al., 2010). Marcos Filho, (2005) relata que para obter uma lavoura com alto potencial produtivo, é necessário prezar por semente de qualidade, pois a utilização de sementes de baixa qualidade, ou seja, que possuem índices de germinação e vigor limitados, acarretam em uma lavoura com população de plantas reduzida e, conseqüentemente, desuniforme. Segundo Bragantini (2006), há acréscimo de 40% à produtividade, quando utiliza-se sementes de boa qualidade.

A escolha correta da época de colheita das sementes é um dos fatores que mais contribuem para obtenção de uma semente de qualidade e conseqüentemente proporciona altas

produtividades (Franco et al., 2013) pois é dependente de condições adequadas para sua realização (Brooker et al., 1992).

O momento ideal para realizar a colheita da maioria das sementes de grandes culturas, tais como soja, milho e feijão, é logo após atingirem a maturidade fisiológica, ou seja, quando o vigor, germinação e a massa seca são elevados (Carvalho & Nakagawa, 2000; Santos et al., 2005). A maturidade fisiológica é caracterizada, principalmente, pela mudança de cor nas vagens e grãos (Fancelli & Dourado Neto, 1997), nesta condição o acúmulo de massa seca irá cessar, não haverá mais recebimento dos produtos da fotossíntese, e as sementes começam a perder água, até entrarem em equilíbrio com o ambiente (Lollato, 1989).

Porém, para a cultura do feijão, a maturidade fisiológica ocorre em um período de elevada umidade, entre 35 e 40%, quando as plantas ainda possuem grande número de folhas e ramos verdes, dificultando a colheita mecanizada. Segundo Andrade et al. (2001), a colheita mecanizada, realizada antecipadamente, provoca perdas da produção e dificulta o processo de trilha devido à alta umidade das sementes.

No entanto, quando a colheita é realizada tardiamente, após a maturidade fisiológica, as sementes, além de não estarem mais em seu alto potencial, irão ficar expostas a fatores adversos, tais como oscilações de temperatura e umidade, precipitações, ataques de fungos, doenças, insetos e suscetíveis a deterioração, comprometendo sua qualidade (Carvalho & Nakagawa, 1983; Brangatini, 1996; Lacerda et al., 2005; Kappes et al., 2009).

O atraso da colheita, associado a variações de umidade relativa do ar, acarreta danos as sementes, devido ao aumento da porcentagem de rachadura e do enrugamento do tegumento, permitindo a entrada de patógenos e exposição do tecido embrionário ao ambiente (Marcandali et al., 2011). Além de ser verificado decréscimo na porcentagem de germinação, aumento de plântulas anormais e redução do vigor das plântulas (Toledo et al., 2009).

Devido a isso, é necessário utilizar estratégias que contribuam para a manutenção da qualidade fisiológica das sementes. A antecipação da colheita, associada a aplicação de desseccantes, é uma das técnicas mais difundidas atualmente (Miguel, 2003; Lacerda et al., 2005; Kappes et al., 2012; Botelho et al., 2016).

O emprego de herbicidas desseccantes visa promover a secagem rápida e uniforme das plantas, permitindo planejar e antecipar a colheita, propiciando a implantação imediata do cultivo sucessor (Santos et al., 2005), além de facilitar as operações com máquinas em áreas infestadas por plantas daninhas (Silva Neto, 2011; Oliveira, 2011).

A utilização de herbicidas desseccantes para antecipação da colheita de sementes, têm sido estudada por diversos autores, com resultados satisfatórios em feijão (Kamikoga et al.,

2009; Coelho et al., 2012), soja (Pelúzio et al., 2008; Kappes et al., 2009; Daltro et al., 2010) e arroz (Agostinetto et al., 2001). Porém, diversos trabalhos têm encontrado resultados desfavoráveis quanto a utilização desta técnica, nas culturas de feijão, soja, trigo e algodão (Santos et al., 2004; Kappes et al., 2012; Pinto et al., 2014; Bellé et al., 2014; Botelho et al., 2016).

A utilização de dessecantes que não prejudique as sementes de feijão é uma prática promissora para a qualidade final da produção (Santos et al., 2004), devido a isso, antes de optar pela aplicação desses produtos, deve-se conhecer os mesmos, seu modo de ação, definir a época adequada de aplicação, e verificar se há possibilidade de haver produto residual nas sementes (Santos et al., 2004; Bülow & Silva, 2012), o que pode influenciar na germinação, vigor, e produção das mesmas (Lacerda et al., 2005).

Devido à grande busca pela consignação de um modelo de produção mais sustentável, pode-se adotar como uma alternativa, para minimizar possíveis danos e resíduos desses produtos nas sementes, a redução de doses dos herbicidas, afim de encontrar resultados satisfatórios em dessecação. Atrelado a esses fatos, a redução de doses irá evitar desperdício de produtos e minimizar a contaminação ambiental, além de diminuir os custos da lavoura, devido a utilização de menor quantidade de produto.

No entanto também é necessário verificar a melhor época para aplicação dos dessecantes, que pode ser determinante na eficiência do produto. Segundo Kappes et al. (2012), dependendo da época e da dose aplicada do dessecante, a qualidade das sementes pode ser afetada, portanto o conhecimento destes fatores, torna-se de extrema importância.

Além disso, é importante verificar a influência destes fatores na cultura do feijão do tipo carioca, pois existem poucos trabalhos neste âmbito, realizados com este tipo de feijão, principalmente na região sul, visando fortalecer sua produção onde atualmente é produzido apenas na primeira safra.

2 OBJETIVOS

Objetivou-se com o trabalho avaliar o efeito da dessecação de sementes de feijão, do tipo carioca, utilizando diferentes doses de herbicidas com aplicação em distintas épocas, sobre a qualidade física, fisiológica e sanitária das sementes.

3 APRESENTAÇÃO DOS TRABALHOS

Desta dissertação fazem parte dois artigos, os quais serão submetidos à apreciação em periódico de relevância, com objetivo de publicação.

Ambos os artigos foram elaborados utilizando respostas de um único experimento, objetivando verificar a melhor época para realizar a dessecação na cultura do feijão do tipo carioca, cultivar Pérola, utilizando diferentes herbicidas indicados para esta prática, com doses reduzidas, visando a antecipação da colheita, para a obtenção de sementes de feijão com elevada qualidade física, fisiológica e sanitária. Os artigos foram divididos de acordo com as análises, da seguinte maneira:

ARTIGO I – Análises de germinação, primeira contagem de germinação, índice de velocidade de germinação, teste de frio, envelhecimento acelerado, comprimento de plântula e radícula, e massa seca.

ARTIGO II – Análises do peso de mil sementes, do peso hectolitro, da condutividade elétrica, e da sanidade da semente.

3.1 ARTIGO I

QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE FEIJÃO CARIOCA APÓS APLICAÇÃO DE HERBICIDAS DESSECANTES EM DUAS ÉPOCAS

RESUMO

A antecipação da colheita de sementes de feijão com a utilização de herbicidas é uma alternativa de manejo, pois permite a colheita, quando as sementes apresentam elevado vigor, germinação e massa seca. Porém, a aplicação destes produtos pode ocasionar prejuízos às sementes. Dessa forma, objetivou-se com o estudo avaliar a qualidade fisiológica de sementes de feijão do tipo carioca com o uso de doses reduzidas de herbicidas aplicadas em duas épocas para dessecações em pré-colheita da cultura. O experimento foi conduzido em delineamento experimental de blocos ao acaso, no arranjo fatorial $2 \times 3 \times 4 + 1$ (época de dessecação x herbicida x dose + adicional), com quatro repetições. As plantas de feijão carioca, cultivar Pérola, foram desseçadas quando as sementes apresentavam 42 e 30% de teor de água, com os herbicidas, amonio-glufosinate, saflufenacil e diquat, nas doses de 0, 50, 75 e 100% em relação a dose média recomendada para dessecação, que corresponde a $1,9 \text{ L ha}^{-1}$, 105 g ha^{-1} e $1,75 \text{ L ha}^{-1}$, respectivamente para cada um dos herbicidas. A dose 0% corresponde ao tratamento controle, sem aplicação do dessecante e colhido na mesma data das dessecações. Já o tratamento adicional, também sem aplicação do dessecante foi colhido com 18% de teor de água. Foram realizadas análises de germinação, primeira contagem de germinação, índice de velocidade de germinação, teste de frio, envelhecimento acelerado, comprimento de plântula e de radícula, e massa seca. Conclui-se que os herbicidas de maneira geral aplicados na época 1 (42% de água), nas maiores doses, prejudicam a qualidade fisiológica das sementes, e que a colheita das mesmas em teores de água de 30 e 42% sem a utilização de dessecantes, promove elevado vigor e germinação. Resultados satisfatórios foram constatados, quando se aplicou o herbicida saflufenacil na época 2 (30% de água), utilizando 50% da dose média recomendada deste herbicida.

Palavras-chave: *Phaseolus vulgaris*. Dessecação de sementes. Antecipação. Colheita.

ABSTRACT

The anticipation of the harvest of bean seeds with the use of herbicides is an alternative of management, because it allows the harvesting, when the seeds present high vigor, germination and dry matter. However, the application of these products may cause damages to the seeds. This study aims to evaluate the use of different herbicides for pre-harvest desiccation of bean, at reduced doses and different application times, on the physiological quality of the carioca bean seeds. For this, the experiment was conducted according to the experimental design of random blocks, in the factorial arrange $2 \times 3 \times 4 + 1$ (application time \times herbicides \times doses + additional), with four replications. The plants of carioca bean, cultivar Pérola, were desiccated when the seeds had 42 and 30 % water content to the herbicides amonio-glufosinate, saflufenacil and diquat, for 0, 50, 75 and 100 % doses in relation to the recommended average dose to desiccation, which corresponds to 1.9 L ha^{-1} , 105 g ha^{-1} , 1.75 L ha^{-1} , respectively for each of the herbicides. The 0% dose corresponds to the control treatment, without desiccant application and harvested on the same date as the desiccations. The additional treatment, also without desiccant application, was harvested with 18% of water content. Germination, first germination count, germination speed index (IVG), cold test, accelerated aging, seeding length and radicle and dry mass were analyzed. It was concluded that the herbicides generally applied in season 1 (42 % water content), in the highest doses, affect the physiological quality of the seeds, and that their harvesting in water content between 30 and 42 % without the use of desiccant, promotes high vigor and germination. Satisfactory results were observed when the saflufenacil herbicide was applied in season 2 (30 %) using 50 % of the recommended average dose of this herbicide.

Keywords: *Phaseolus vulgaris*. Seed desiccation. Anticipation. Harvest.

INTRODUÇÃO

A colheita das sementes de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) em época adequada é um dos fatores que mais contribuem para obtenção de altas produtividades (Franco et al., 2013). Para obter uma lavoura com alto potencial produtivo é necessário prezar por semente de qualidade, que apresente elevado vigor, germinação e máximo acúmulo de massa seca (Santos et al., 2005).

Estas características estão presentes, com maior evidência, na maturidade fisiológica das sementes, que é considerado o momento ideal para realização da colheita (Guimarães et al., 2012). De acordo com Silva et al. (1999), a maturidade fisiológica corresponde ao estágio em que as plantas estão com as folhas amarelas, com a maioria das vagens secas e com as sementes no seu máximo desenvolvimento. Porém, neste estágio, as sementes de feijão apresentam elevado teor de água, e as plantas ainda possuem grande número de folhas e ramos verdes, dificultando a colheita mecanizada (Coelho et al., 2007).

Por outro lado, colheitas tardias podem expor as sementes a oscilações de temperatura, umidade e precipitações, acarretando em vários prejuízos às sementes, como o aumento das porcentagens de rachadura e enrugamento do tegumento, maior facilidade da penetração de patógenos e maior exposição do tecido embrionário ao ambiente, aumentando o processo de deterioração, e comprometendo sua qualidade (Marcandalli et al., 2011).

Devido a isso torna-se necessário utilizar estratégias que permitam efetuar a colheita na maturidade fisiológica das sementes. Veiga et al. (2007) relatam que a antecipação da colheita permite a obtenção de sementes de melhor qualidade fisiológica e sanitária. Para Silva et al., (2009) e Daltro et al. (2010), uma das técnicas mais difundidas é a aplicação de herbicidas dessecantes, pois proporciona a secagem rápida e uniforme das plantas, possibilitando antecipar a colheita.

Resultados positivos têm sido observados em relação à eficácia de dessecantes na redução do teor de água e preservação da qualidade de sementes em soja (Pelúzio et al., 2008; Kappes et al., 2009; Daltro et al., 2010) e feijão (Kamikoga et al., 2009; Coelho et al., 2012).

No entanto, antes de optar pela aplicação desses produtos, deve-se ter conhecimento sobre seu modo de ação e verificar se há possibilidade de acúmulo de resíduos nas sementes, o que pode comprometer a qualidade fisiológica das mesmas, e até torna-las inviáveis para comercialização (Bullock e Silva, 2012; Lacerda et al., 2005). Porém, diversos autores avaliaram o uso de herbicidas para dessecação e verificaram prejuízos às sementes de soja

(Marcandalli et al., 2011; Botelho et al. 2016), feijão (Kappes et al., 2012; Pinto et al., 2014) e trigo (Bellé et al., 2014).

Neste contexto, surge a necessidade de buscar técnicas que evitem ou reduzam a presença de resíduos de dessecantes nas sementes. Uma das alternativas é reduzir as doses dos herbicidas, com o intuito de manter a eficácia dos mesmos e preservar a qualidade das sementes, além de evitar desperdício de produtos, minimizar a contaminação ambiental e diminuir os custos.

Outro fator importante com relação à utilização de dessecantes na pré-colheita do feijão, é definir a melhor época para aplicação desses herbicidas. Santos et al. (2005) relatam que a época de aplicação do dessecante é fundamental para a eficiência do produto, pois aplicações realizadas longe da maturidade fisiológica das sementes, ou em condições climáticas desfavoráveis, coincidindo com períodos chuvosos, podem comprometer a qualidade das sementes e até mesmo a produtividade.

Dessa forma, objetivou-se com o estudo avaliar a qualidade fisiológica de sementes de feijão, do tipo carioca, com o uso de doses reduzidas de herbicidas aplicadas em duas épocas para dessecações em pré-colheita da cultura.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada na Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), câmpus Erechim/RS. A primeira etapa foi constituída pela instalação do experimento e aplicação dos tratamentos à campo, conduzida na área experimental, e a segunda, caracterizada pela execução das análises físicas e sanitárias, realizadas no Laboratório de Sementes e Grãos.

A área utilizada para a semeadura do feijão foi previamente dessecada, com o herbicida glyphosate, na dose de $3,0 \text{ L ha}^{-1}$, para eliminação da vegetação presente na área.

A adubação da área foi efetuada de acordo com a análise físico química do solo, seguindo-se as recomendações técnicas para a cultura do feijão (Rolas 2004), juntamente à semeadura, utilizando 260 Kg ha^{-1} da formulação NPK 05-30-15.

Cada unidade experimental (parcela) foi constituída por uma área de 15 m^2 ($2,5 \times 6,0 \text{ m}$), com a semeadura realizada no sistema de plantio direto, no dia 29/10/2015, utilizando-se uma semeadora/adubadora, de seis linhas, espaçadas a $0,50 \text{ m}$. A densidade de semeadura do

feijão carioca, cultivar Pérola, foi de 14 sementes viáveis por metro linear, totalizando em uma população final estimada em 280.000 plantas ha⁻¹.

O delineamento experimental adotado foi de blocos ao acaso, no arranjo fatorial 2 x 3 x 4 + 1, (época de dessecação x herbicida x dose + adicional) com quatro repetições. Os fatores foram constituídos por duas épocas de aplicação dos desseccantes, (época 1: 42% de água; época 2: 30% de água), três herbicidas desseccantes e quatro doses percentuais (0, 50, 75 e 100%), estabelecidas em relação a dose média recomendada de cada produto para dessecação de sementes (Tabela 1), além de um tratamento adicional, sem aplicação de herbicida, colhido com 18% de teor de água. A primeira época de aplicação foi determinada pelo peso de 1000 sementes, sendo realizada quando as sementes pararam de ganhar peso. A segunda época foi definida, com base na determinação do teor de água das sementes, realizada pelo método de estufa a 105 ± 3 °C (Brasil 2009).

Tabela 1 – Especificação dos herbicidas desseccantes e suas respectivas doses, utilizados para a dessecação do feijoeiro. UFFS, Erechim, 2016.

Herbicida ¹	Dose Média Recomendada	
	Produto Comercial	Ingrediente Ativo
Amonio-glufosinate	1,9 L ha ⁻¹	380 g ha ⁻¹
Saflufenacil	105 g ha ⁻¹	73,5 g ha ⁻¹
Diquat	1,75 L ha ⁻¹	350 g ha ⁻¹

¹ Herbicidas autorizados pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, para fins de dessecação da cultura do feijão (MAPA, 2015).

Os desseccantes foram aplicados com auxílio de um pulverizador costal de precisão, pressurizado a CO₂, equipado com quatro pontas de pulverização tipo leque DG 110.02, sob pressão constante de 2,0 kgf cm⁻² e velocidade de deslocamento de 3,6 km ha⁻¹, com vazão de 150 L ha⁻¹ de calda de herbicida.

A colheita de cada unidade experimental foi realizada manualmente, em área útil de 11 m², desconsiderando as bordaduras de 0,50 m. O tratamento controle (dose 0%), foi colhido na mesma data de aplicação dos desseccantes e submetidos a secagem em estufa com circulação de ar forçado e temperatura de 35 °C, até atingirem teor de água próximo a 18%. A colheita dos demais tratamentos, foi efetuada apenas quando as sementes apresentaram à campo, teor de água de aproximadamente 18%.

Posteriormente à colheita, as plantas de cada unidade experimental foram trilhadas separadamente, com a utilização de trilhadora de parcelas, e em seguida as sementes de cada repetição foram submetidas a secagem em estufa, com circulação de ar forçado e temperatura do ar de 35 °C, até atingirem teor de água de aproximadamente 11%. Estas operações foram realizadas da mesma forma para todos os tratamentos.

Após o término da secagem, iniciou-se a segunda etapa deste estudo, realizada no Laboratório de Sementes e Grãos. Para a determinação da qualidade fisiológica das sementes, foram realizadas as seguintes análises:

Germinação: Realizado de acordo com os critérios estabelecidos pela RAS (Brasil, 2009). Foram utilizadas 16 repetições de 50 sementes por tratamento, as quais foram dispostas em rolos de papel germitest, umedecidos com água, na proporção de 2,5 a massa do papel seco e, posteriormente, acondicionadas em germinador de câmara a 25°C. A avaliação foi realizada aos 9 dias, computando-se o número de plântulas normais, sendo os resultados expressos em porcentagem de germinação.

Primeira contagem de germinação: realizado juntamente com a análise de Índice de velocidade de germinação (IVG). Ao quinto dia após a instalação do teste, foram computadas as plântulas normais, utilizando os mesmos padrões estabelecidos para o IVG sendo os resultados expressos em porcentagem (Brasil, 2009).

Índice de velocidade de germinação (IVG): Realizado de acordo com a metodologia descrita para o teste de germinação, com a utilização de 400 sementes por tratamento. Para esta avaliação foram consideradas apenas as plântulas normais, que apresentavam parte aérea de no mínimo 3 cm, para padronizar a contagem. O cálculo do IVG foi realizado segundo a metodologia proposta por Maguire (1962).

Teste de frio: Foram utilizadas 400 sementes para cada tratamento, as quais foram distribuídas em papel germitest previamente umedecido, semelhante ao teste de germinação. Os rolos foram acondicionados em sacos plásticos vedados, e levados à geladeira à temperatura de 10 °C, onde permaneceram por 72 horas (Abrates, 1999). Posteriormente, os rolos foram retirados dos sacos plásticos e transferidos para o germinador, regulado à temperatura de 25°C, onde permaneceram por cinco dias, quando foi realizada a avaliação, computando-se a porcentagem de plântulas normais (Brasil, 2009).

Envelhecimento acelerado: Foram utilizadas 400 sementes por tratamento, as quais foram dispostas em uma única camada sobre tela metálica, acoplada em caixas plásticas (gerbox), contendo 40 mL de água destilada ao fundo. As caixas foram lacradas e mantidas à temperatura de 42°C durante 72 horas, em câmara de germinação tipo BOD. Após este período

as sementes foram submetidas a análise de germinação, sendo computadas apenas as plântulas normais ao quinto dia decorrido da instalação do teste. Os resultados foram expressos em porcentagem de plântulas normais (Marcos Filho, 1994).

Comprimento de plântula e radícula: Realizado conjuntamente com o teste de germinação e conforme os procedimentos descritos por Nakagawa, (1999), adaptado de AOSA, (1983). Foram utilizadas dez plântulas aleatórias de cada repetição, para cada um dos tratamentos, contabilizadas como normais ao final do teste de germinação. As medidas foram realizadas com auxílio de uma régua milimétrica. Para a determinação do comprimento de plântula, realizou-se a medição de toda a plântula, partindo do meristema apical até a base do hipocótilo. O comprimento de raiz foi baseado na medida da base do hipocótilo até a extremidade da raiz primária. Os resultados médios foram expressos em centímetros.

Transferência de massa seca: Foram consideradas apenas as plântulas normais de cada repetição, oriundas do teste de germinação. Após a retirada dos cotilédones, as plântulas foram acondicionadas em sacos de papel e mantidas em estufa com circulação forçada de ar, regulada à temperatura de $80 \pm 2^\circ\text{C}$, durante 24 horas. Após as amostras foram pesadas em balança analítica para determinar o peso da massa seca total por repetição. Em seguida o peso, expresso em g, foi dividido pelo número de plântulas normais de cada repetição, que resultou no peso de massa seca por plântula, expresso em mg/plântula (Nakagawa, 1999).

Os dados foram submetidos a análise de variância, pelo teste F e, posteriormente quando acusado efeito significativo, as variáveis qualitativas foram comparadas pelo teste de Tukey e Dunnett ($p < 0,05$) e as quantitativas submetidas a análise de regressão. Os modelos foram selecionados com base na significância da equação, pelo teste F, e a significância dos coeficientes de regressão pelo valor "p" (adotando o máximo de 0,05) e pelo coeficiente de determinação (r^2).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores da temperatura média, precipitação e umidade relativa do ar, registradas durante o período de realização do experimento a campo, estão apresentadas na Figura 1. Percebe-se que durante o ciclo do feijão carioca, as condições climáticas exigidas para a cultura foram favoráveis. Porém, no momento das aplicações dos dessecantes e colheita das sementes,

houve um período de estiagem, contribuindo para a secagem rápida das plantas no campo. Vale salientar que o intervalo entre a primeira dessecação e a última colheita, não ultrapassou 5 dias.

Comparando-se os dados climáticos obtidos durante a safra 2015/16 com os das normais climatológicas (Inmet, 2016), percebe-se comportamento atípico para o mês de janeiro. A média total mensal, baseada nas normais climatológicas, é de aproximadamente 149 mm, distribuídos nos três decêndios de janeiro, em 50,6, 42,6 e 55,0 mm, respectivamente. Em contrapartida, na safra 2015/2016, as chuvas nos três decêndios, para o mês de janeiro, foram, 26,1, 2,9 e 95,8 mm, sendo este último período após às aplicações dos dessecantes e última colheita (realizada no dia 23/01/2017).

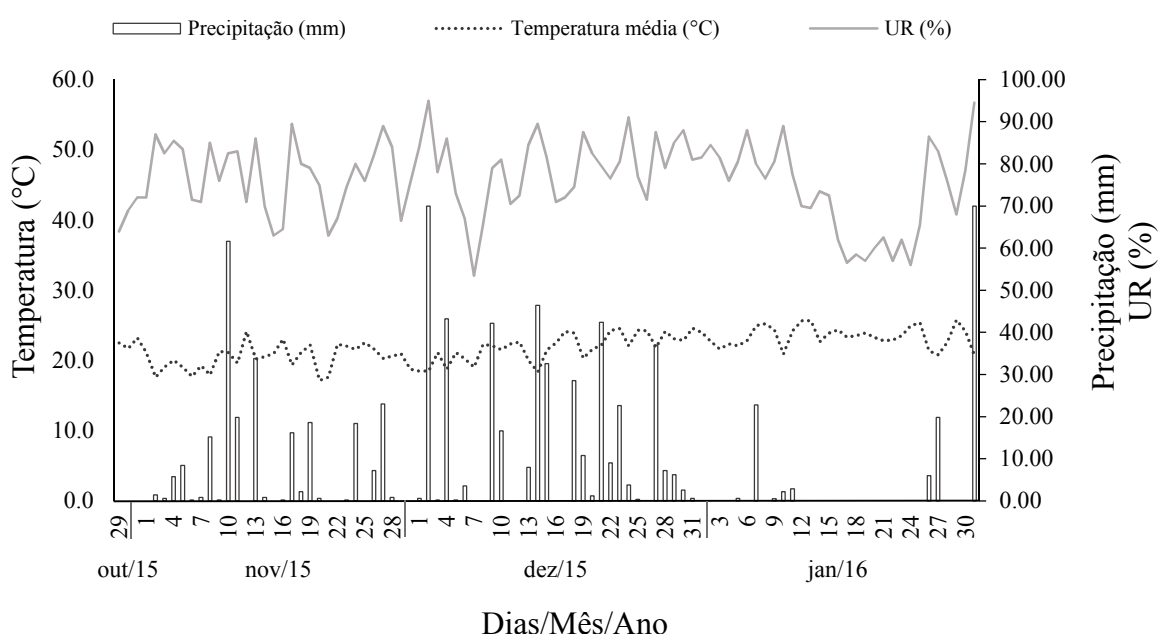


Figura 1 – Condições meteorológicas durante o período de cultivo do feijão, safra 2015/2016, no município de Erechim/RS. Fonte: INMET, 2016.

Na Tabela 2 estão apresentados os resultados obtidos através da análise de variância pelo teste F ($p \leq 0,05$). Verifica-se que houve interações triplas significativas entre as épocas, herbicidas e doses, para todas as variáveis respostas avaliadas, exceto para o comprimento de radícula.

Tabela 2 – Resumo da análise de variância pelo teste F, dos dados referentes às análises de germinação (G), primeira contagem de germinação (PCG), índice de velocidade de germinação (IVG), teste de frio (TF), envelhecimento acelerado (EA), comprimento de radícula (CR), comprimento de plântula (CP) e massa seca (MS) e seus respectivos coeficientes de variação, obtidos em função da aplicação de diferentes herbicidas dessecantes e doses, em duas épocas. UFFS, Erechim, 2016.

Fontes de Variação	Valor de <i>p</i>								
	GL ⁶	G	PCG	IVG	TF	EA	CR	CP	MS
EP ¹	1	0,3790	<0,0001	<0,0001	0,0001	<0,0001	0,6185	<0,0001	0,1415
HB ²	2	0,0017	0,0115	<0,0001	0,0050	0,0458	0,0155	0,0001	<0,0001
DS ³	3	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
EPxHB	2	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,0015	0,0921	0,0030	0,0042
EPxDS	3	0,4070	<0,0001	<0,0001	0,8310	0,0253	0,0102	0,4285	0,1136
HBxDS	6	0,1417	<0,0001	0,0075	0,0006	0,4430	0,2066	0,2438	0,0159
EPxHBxDS	6	0,0049	<0,0001	0,0002	<0,0001	0,0031	0,6482	0,0124	0,0094
T ⁴ x ADC ⁵	1	<0,0001	0,0708	0,6161	0,6223	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,4088
C.V. (%)		2,79	2,36	2,91	2,95	3,03	4,00	3,98	4,88

¹Época; ²Herbicida; ³Dose. ⁴Tratamentos. ⁵ Adicional. ⁶Graus de liberdade.

Na Tabela 3 estão apresentadas as médias de cada tratamento, comparadas com a média do tratamento adicional, obtidas pelo teste de Dunnett ($p \leq 0,05$). Verificou-se, de maneira geral, que as colheitas realizadas quando as sementes apresentavam 42 e 30% de teor de água (isentas da aplicação de dessecante), foram fisiologicamente superiores ao tratamento adicional, colhido com 18% de água, para a maioria das variáveis avaliadas.

Tabela 3 – Médias obtidas pelo teste de Dunett ($p \leq 0,05$), para as variáveis germinação (G), primeira contagem de germinação (PCG), índice de velocidade de germinação (IVG), teste de frio (TF), envelhecimento acelerado (EA), comprimento de radícula (CR), comprimento de plântula (CP) e massa seca (MS), obtidos em função da aplicação de herbicidas dessecantes e doses, em duas épocas. UFFS, Erechim, 2016.

Tratamentos			Médias							
EP ¹	HB ²	DS ³	G	PCG	IVG	TF	EA	CR	CP	MS
1	1	0	97,00**	91,67**	24,87**	91,75**	94,75**	14,02	11,64*	0,0483**
1	1	50	92,75**	85,50	23,00	84,75	80,25	13,49*	10,82*	0,0389
1	1	75	88,75**	83,34	23,32**	81,75	77,00	13,24*	9,61*	0,0392
1	1	100	88,00	82,39	22,75	81,50	78,00	12,35*	9,58*	0,0348*
1	2	0	97,00**	91,67**	24,87**	91,00**	94,75**	14,02	11,64*	0,0483**
1	2	50	90,50**	86,11	22,24	87,50**	81,25	12,89*	10,59*	0,0468**
1	2	75	88,75**	74,67*	22,01*	80,25	79,50	12,43*	10,14*	0,0421
1	2	100	81,25	69,89*	21,56*	73,08*	78,00	12,07*	9,55*	0,0356*
1	3	0	97,00**	91,67**	24,87**	91,00**	94,75**	14,02	11,64*	0,0483**
1	3	50	86,00	83,12	21,25*	77,25	80,75	12,62*	9,44*	0,0382
1	3	75	86,50	81,67*	21,43*	72,50*	79,00	12,04*	9,30*	0,0381
1	3	100	82,75	72,34*	20,93*	72,50*	75,25	11,86*	9,30*	0,0356*
2	1	0	97,00**	90,00	26,40**	89,25**	96,75**	14,31	12,00*	0,0483**
2	1	50	88,17	84,22	22,05*	79,50	86,25**	13,58*	10,19*	0,0382
2	1	75	86,00	82,50	21,02*	72,25*	81,75	12,92*	10,03*	0,0381
2	1	100	82,00	82,00	21,42*	72,08*	73,25	11,45*	9,95*	0,0356*
2	2	0	97,00**	90,00	26,40**	89,25**	96,75**	14,31	12,00*	0,0486**
2	2	50	92,00**	86,52	23,45**	81,25	82,00	13,56*	11,07*	0,0418
2	2	75	90,50**	85,37	22,61	73,33*	80,25	12,11*	10,73*	0,0411
2	2	100	87,00	83,67	23,78**	72,00*	74,75	11,45*	10,70*	0,0393
2	3	0	97,00**	90,00	26,40**	89,25**	96,75**	14,31	12,00*	0,0486**
2	3	50	91,50**	85,22	22,40	80,00	86,75**	13,16*	10,93*	0,0430
2	3	75	85,50	85,00	22,11*	79,25	82,75**	12,76*	10,21*	0,0409
2	3	100	88,00	80,89*	22,47	75,33*	82,75**	11,77*	9,96*	0,0382
		Adicional	83,00	86,00	22,75	81,33	77,25	14,77	13,01	0,0424

* e **Médias inferiores e superiores ao tratamento adicional, respectivamente.

¹Épocas 1 e 2: (42 e 30% de teor de água, respectivamente);

²Herbicidas: (1: amonio-glufosinate, 2: saflufenacil, 3: diquat);

³Doses percentuais em relação a dose média recomendada para cada produto.

Na Figura 2 estão apresentados os resultados das análises de regressão das variáveis, germinação (A), primeira contagem de germinação (B) e índice de velocidade de germinação (C). Observou-se que houve redução na porcentagem de germinação, primeira contagem e IVG, em decorrência do aumento de doses, em ambas as épocas de aplicação e para todos os herbicidas avaliados. No entanto, ao se observar os índices de velocidade de germinação (IVG), nota-se que o mesmo apresentou o maior decréscimo da dose 0% até 30% da dose média recomendada, permanecendo praticamente estável a partir desta dose para todos os herbicidas nas duas épocas de aplicação.

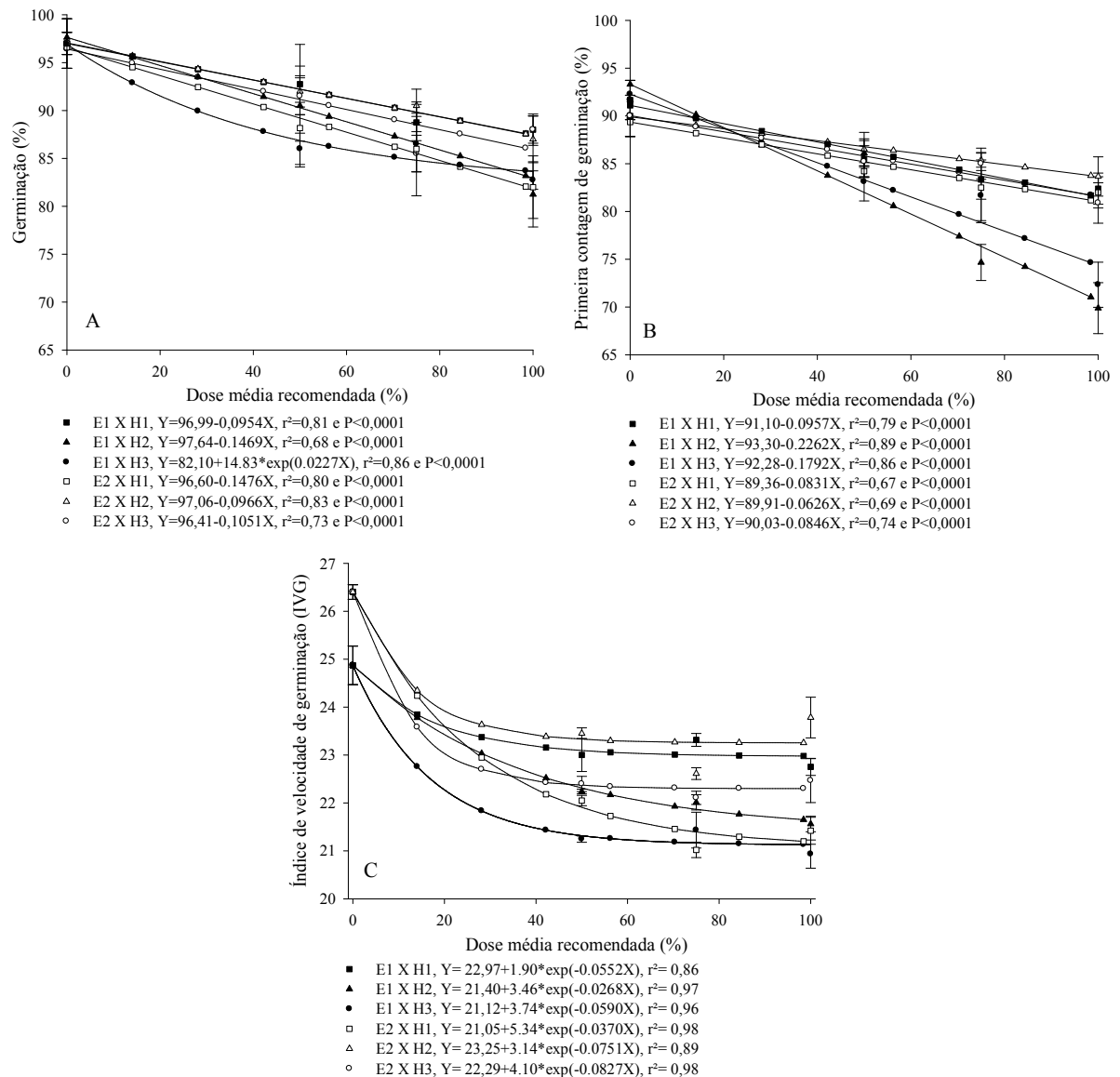


Figura 2 – Germinação (A), primeira contagem de germinação (B) e índice de velocidade de germinação (C), de sementes de feijão, em função da aplicação dos herbicidas dessecantes (H1: amonio-glufosinate; H2: saflufenacil; H3: diquat) em duas épocas (E1 e E2, respectivamente com 42 e 30% de água na colheita), aplicados em diferentes doses em relação a dose média recomendada. UFFS, Erechim, 2016.

Os percentuais de germinação das sementes que não receberam a aplicação dos dessecantes (dose 0%) e que foram colhidas na mesma data das dessecações, foram superiores ao tratamento adicional. Verificou-se também que não houve diferença entre o tratamento adicional e as dessecações utilizando 100% da dose para todos os herbicidas, independente da época (Tabela 3). No entanto, Guimarães et al. (2012), ao utilizarem o herbicida amonio-glufosinate na dose de 400 g ha^{-1} (100% da dose recomendada) para dessecação em soja,

notaram redução de 12,27% na germinação em comparação com a testemunha (sem dessecação, colhida quando as plantas estavam visualmente secas).

O amonio-glufosinate em todas as doses testadas ocasionou maior dano a germinação das sementes quando aplicado tardiamente, ou seja, quando as sementes apresentavam 30% de teor de água (Figura 2A), porém, apresentou pouca diferença perante os demais herbicidas aplicados nesta mesma época, sendo superior apenas 6,36 e 4,73% em relação ao saflufenacil e diquat, respectivamente, na maior dose. Pinto et al. (2014) constataram menor quantidade de plântulas normais no teste de germinação quando utilizou o herbicida amonio-glufosinate em dessecação de feijão, enquanto Lamego et al. (2013) em estudos com sementes de soja, também percebeu redução no percentual de germinação nas dessecações mais tardias. Já para Domingos et al. (1997), houve redução na germinação e vigor, quando aplicaram o amonio-glufosinate em sementes de feijão carioca com teor de água de 37 a 42%.

De maneira distinta ao amonio-glufosinate, os herbicidas saflufenacil e diquat, demonstraram menores porcentagens de germinação em todas as doses, nas dessecações realizadas na primeira época (42% de água), apresentando diferença média em relação ao amonio-glufosinate de 4,75%, na última dose. Apesar da diferença mínima, supõem-se por este resultado que a semente ainda na primeira época, poderia estar ligada com a planta de origem, proporcionando maior absorção de produto. Domingos et al. (1997) verificaram resultados semelhantes, e salientam que esta situação ocorre, devido a provável facilidade de translocação do herbicida para a semente, propiciada por elevados níveis de umidade desta. Os mesmos autores também relatam, que em termos de qualidade fisiológica das sementes, o amonio-glufosinate é inadequado à dessecação de sementes de feijão carioca.

Mata et al. (2015) verificaram diferenças nos percentuais de germinação entre oito cultivares de feijão, utilizando diferentes herbicidas em dessecação pré-colheita, dentre eles, o diquat, saflufenacil e amonio-glufosinate. As comparações entre os herbicidas citados, mostram menores porcentagens de germinação quando utilizado o herbicida amonio-glufosinate, seguido pelo saflufenacil e diquat.

De modo geral, os menores percentuais de germinação ocorreram nas maiores doses testadas (100%), apresentando decréscimo médio de 12,45% em relação a dose 0% para ambas épocas e produtos aplicados, porém, ainda com valores acima do mínimo preconizado para comercialização de sementes de feijão, fixado a 80 % (Mapa, 2013).

As menores porcentagens de plântulas normais germinadas na primeira contagem de germinação, ocorrem quando foi aplicado a maior dose, ao contrário do evidenciado para as plantas não desseçadas (dose 0%), colhidas na mesma data das aplicações, que apresentaram as

maiores porcentagens; isto ocorre para os três herbicidas e para ambas as épocas de aplicação (Figura 2B). O tratamento controle (dose 0%), também foi superior ao adicional (colhido ao final do experimento) na época 1 (42% de água), não diferindo do mesmo na época 2 (30% de água) (Tabela 3). Souza (2009) observaram que doses de glyphosate superiores a 1,5 L ha⁻¹ reduziram a porcentagem de plântulas normais na primeira contagem de germinação, de três cultivares avaliadas, enquanto Kappes et al. (2009), denotaram percentual de germinação superior em sementes oriundas de plantas de soja não dessecadas (colhidas juntamente com os demais tratamentos), comparando com dessecações realizadas com os herbicidas diquat e paraquat.

De maneira geral, houve redução linear do percentual de germinação, na primeira contagem, com o incremento das doses. Os herbicidas dessecantes saflufenacil e diquat, acarretaram em maior redução de plântulas normais na primeira contagem, quando aplicados na época 1 (42% de água), ao contrário do verificado para a época 2 (30% de água), com diferença de 15,5% entre as épocas para o saflufenacil, e 8,84% para o diquat. Enquanto o herbicida amonio-glufosinate apresentou resultado similar para ambas as épocas, com redução de apenas 0,6% na época 2 (30% de água) (Figura 2B). Não foi observado diferença da aplicação do herbicida amonio-glufosinate, em relação ao adicional (colhido com 18% de água), para as doses de 50, 75 e 100% em relação a dose média recomendada deste herbicida (1,9 L ha⁻¹), independente da época de aplicação (Tabela 3).

Pinto et al. (2014) observaram que o herbicida amonio-glufosinate, reduziu o número de plântulas normais do feijoeiro, em comparação com o tratamento controle (sem aplicação de dessecante, colhidas juntamente aos demais tratamentos), para todas as épocas de aplicação, enquanto Tavares et al. (2015) constataram redução de forma linear no percentual de plântulas normais de feijão-azuki na primeira contagem, com o aumento das doses do herbicida saflufenacil, nas avaliações realizadas logo após a colheita, corroborando com os resultados do presente estudo. Entretanto, Franco et al. (2013) não verificaram efeito do herbicida diquat, utilizando diferentes estádios de aplicações, para as avaliações de primeira contagem de germinação de feijão carioca, cultivar Pérola.

Os tratamentos controle (dose 0%) produziram sementes mais vigorosas, em comparação com a utilização de todos os herbicidas nas doses (50, 75 e 100%), sendo que nesta condição (dose 0%), o IVG foi superior para a época 2 em 5,8% (Figura 2C). O tratamento controle (dose 0%), também foi superior ao tratamento adicional (isento da aplicação de dessecante e colhido com 18% de água), nas duas épocas (Figura 3).

Percebe-se que a partir da dose de 30%, para todas as épocas e herbicidas, o IVG apresentou pouca redução (Figura 2C), sendo que os menores índices, ocorreram na aplicação do diquat e amonio-glufosinate para as épocas 1 e 2, respectivamente, independente da dose avaliada. Ao contrário de Franco et al. (2013), que observaram IVG menor quando as plantas de feijão receberam a aplicação do dessecante diquat em época mais tardia.

Na Figura 3, encontram-se as regressões contendo os percentuais de germinação, oriundos do Teste de frio (A) e Envelhecimento acelerado (B). Verificou-se que para ambos os testes, redução na porcentagem de germinação com o aumento das doses, para as duas épocas de aplicação e dessecantes utilizados.

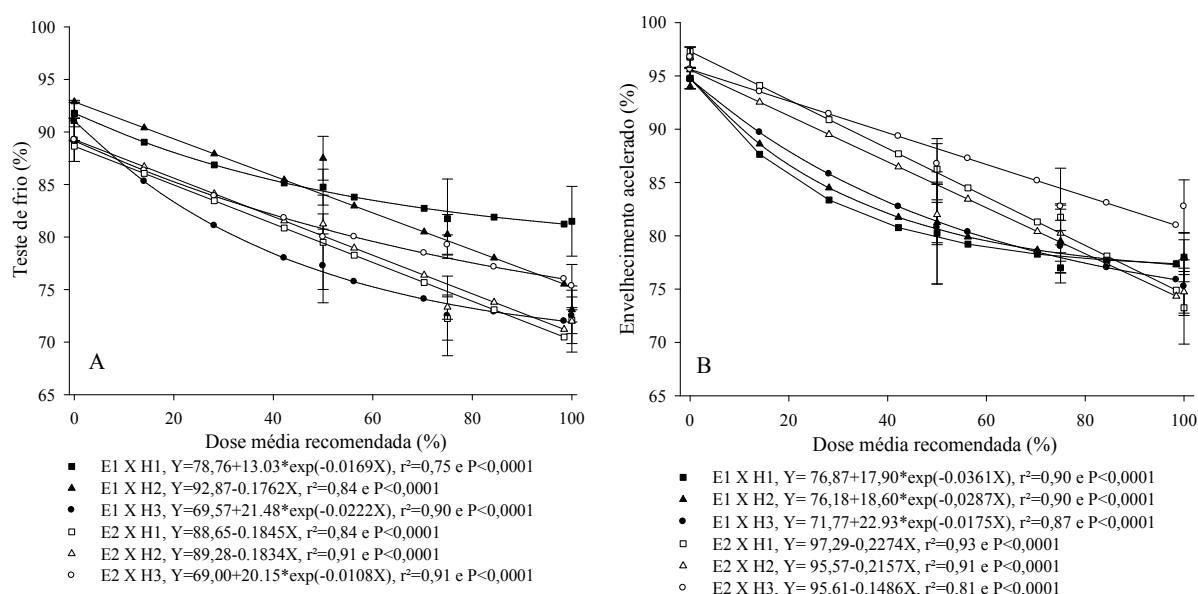


Figura 3 – Germinação de sementes de feijão, submetidas ao teste de frio (A) e envelhecimento acelerado (B), em função da aplicação de herbicidas dessecantes (H1: amonio-glufosinate; H2: saflufenacil; H3: diquat) em duas épocas (E1 e E2, respectivamente com 42 e 30% de água na colheita), aplicados em diferentes percentuais em relação a dose média recomendada. UFFS, Erechim, 2016.

Os resultados demonstram redução na porcentagem de germinação com o aumento das doses, quando as sementes foram submetidas ao teste de frio (Figura 3A), em comparação com a análise de germinação (Figura 2A), para todas as épocas e herbicidas testados. Isto ocorre, devido as sementes apresentarem baixa qualidade em decorrência do aumento das doses, e desta forma, a degradação ser potencializada quando submetidas ao teste de frio, acarretando em menores percentuais de germinação.

Novamente, a aplicação do amonio-glufosinate, na segunda época (30% de água), prejudicou à germinação de sementes de feijão (Figura 3A), onde expressou redução de 23,52%

na germinação, em relação à época 1 (42% de água) na maior dose, além disso, a aplicação deste herbicida acarretou em decréscimo de 14,20 e 20,81% com o aumento das doses para as épocas 1 e 2, respectivamente. Já o herbicida saflufenacil, apresentou comportamento semelhante ao amonio-glufosinate, quando aplicado na época 2 (30% de água), com diferença de apenas 1% entre eles, na maior dose.

Os maiores prejuízos às sementes quando submetidas ao teste de frio (Figura 3A), foram ocasionados pelas aplicações do herbicida diquat na época 1, exceto quando utilizado 100% da dose média recomendada deste herbicida (1,75 L ha⁻¹). Nesta dose, as menores porcentagens de germinação, foram verificadas nas aplicações da dose média recomendada dos herbicidas amonio-glufosinate (1,9 L ha⁻¹) e saflufenacil (105 g ha⁻¹) aplicados na época 2 (30% de água), porém, não diferindo de 2,37 e 1,34%, respectivamente, nesta dose em relação ao herbicida diquat aplicado na época 1. Nota-se também, que seu comportamento foi semelhante ao evidenciado para o IVG (Figuras 2C).

O tratamento controle (dose 0%), apresentou porcentagens de germinação superiores às demais doses (50, 75 e 100%) (Figura 3A), e também ao tratamento adicional (Tabela 3) para ambas as épocas e herbicidas.

Os resultados demonstram que as sementes de feijão submetidas ao teste de frio, apresentam baixa qualidade fisiológica nas maiores doses, para ambas as épocas, devido a porcentagem de plântulas normais da maioria dos tratamentos ser inferior a 80%, semelhante a estudos realizados por Kappes et al. (2012), ao utilizarem o herbicida paraquat em dessecação de sementes de feijão carioca. Entretanto, quando utilizado 50% de dose média recomendada, nota-se que para a época 1(42% de água), apenas o herbicida diquat, acarretou em porcentagens inferiores à 80%, da mesma forma que o herbicida amonio-glufosinate aplicado na época 2 (30% de água), (Figura 2C).

De maneira similar ao evidenciado no teste de frio (Figura 3A), houve queda na porcentagem de germinação em decorrência do aumento de doses, para todas as épocas e herbicidas, quando as sementes foram submetidas ao teste de envelhecimento acelerado (Figura 3B), sendo que na ausência da aplicação dos herbicidas (dose 0%), novamente obteve-se as maiores porcentagens de germinação, sendo superior em média, 19,73% em relação a dose 100% e também superior ao adicional (sem dessecação, colhido com 18% de água) para ambas as épocas (Tabela 3).

Inoue et al. (2003) observaram redução no vigor das sementes de soja, quando submetidas ao teste de envelhecimento acelerado e relatam que essa variável foi afetada com a aplicação dos herbicidas diquat, paraquat e carfentrazone-ethyl, sendo as maiores médias

proporcionadas pelo amonio-glufosinate e pela testemunha (sem aplicação de dessecante, colhidas com 95% de vagens maduras).

Nota-se também, redução do percentual de germinação, para o envelhecimento acelerado, em comparação com o teste de germinação (Figura 2A). Os resultados corroboram com os obtidos por Coelho et al. (2012), que ao estudarem a ação do dessecante paraquat em diferentes épocas, na pré-colheita de sementes crioulas de feijão, observaram decréscimo acentuado no percentual de germinação em função do estresse causado pelo teste de envelhecimento acelerado em comparação com sementes não envelhecidas.

As aplicações realizadas na época 1 (42% de água), ocasionaram menor vigor, independente do herbicida utilizado, para a maioria das doses testadas, exceto para a dose 100%, porém com diferença média de apenas 3,26% em relação aos herbicidas amonio-glufosinate e saflufenacil, aplicados na época 2 (30% de água). Kamikoga et al. (2009), verificaram que o glyphosate é mais prejudicial à germinação de feijão preto, se aplicado quando a semente está com elevado teor de água, e relata que a água pode ser o agente de transporte do dessecante para os tecidos internos da planta.

A Figura 4 apresenta os resultados das análises de comprimento de radícula (A e B). Observou-se que à medida em que as doses aumentam, ocorre redução no comprimento de radícula.

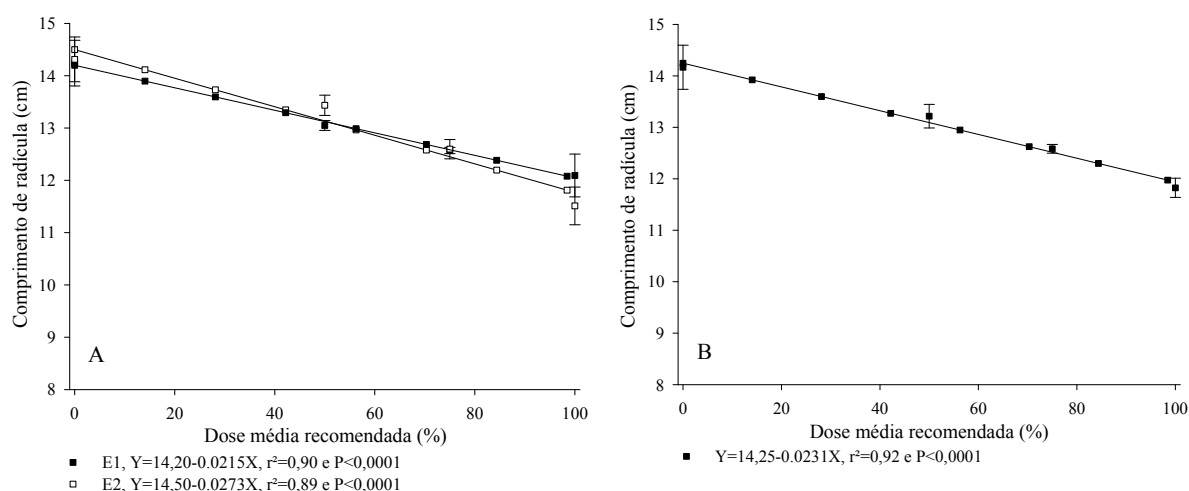


Figura 4 – Comprimento de radícula, de plântulas de feijão, em duas épocas (E1 e E2, respectivamente com 42 e 30% de água na colheita) (A), em função da aplicação de doses dos herbicidas, amonio-glufosinate, saflufenacil e diquat, e comprimento de radícula em relação a dose média recomendada (B). UFFS, Erechim, 2016.

Observou-se na Figura 4A, que para ambas as épocas, houve redução do comprimento de radícula, a medida em que as doses se aproximaram da dose média recomendada, independente do herbicida avaliado. Ainda, pode-se constatar que a dessecação realizada na

época 2 (30% de água), foi mais prejudicial ao comprimento de radícula com o incremento das doses, em comparação com a época 1 (42% de água), entretanto esta diferença foi de apenas 2,32%. Do mesmo modo ao evidenciado na Figura 4B, o comprimento de radícula diminuiu quando as plantas foram dessecadas com doses mais elevadas, independentemente do herbicida e da época de aplicação.

Utilizando o herbicida diquat, em soja, Inoue et al. (2012) evidenciou maior comprimento de radícula em dessecação de plantas que apresentavam maior número de vagens amarelas, ou seja, nas aplicações mais tardias. Daltro et al. (2010) e Toledo et al. (2012), verificaram que a utilização do herbicida glyphosate em dessecação, ocasionou efeitos fitotóxicos e menor desenvolvimento das raízes de plântulas de soja.

Na Tabela 4 encontram-se as médias referentes ao comprimento de radícula, para cada um dos herbicidas testados.

Tabela 4 – Comprimento de radícula (cm) em função da aplicação de doses de herbicidas, aplicados em distintas épocas, na pré-colheita de sementes de feijão carioca. UFFS, Erechim, 2016.

Herbicidas	Comprimento de radícula (cm) ¹
Amonio-glufosinate	13,17 a
Saflufenacil	12,86 b
Diquat	12,82 b
CV (%)	4,00

¹Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Conforme os resultados da Tabela 4, percebeu-se que o comprimento de radícula foi maior quando se aplicou o amonio-glufosinate, em relação aos demais herbicidas dessecantes utilizados, independentemente da dose e da época de aplicação, porém apresentando diferença de apenas 2,35 e 2,65% para o saflufenacil e diquat, respectivamente. Tarumoto et al. (2015), utilizando os herbicidas, amonio-glufosinate, glifosato e paraquat em dessecação pré-colheita na cultura do trigo, não encontraram diferença significativa para o comprimento de radícula, entre os tratamentos, divergindo dos resultados do presente estudo.

Contudo, verificou-se que apesar de expressar pequena superioridade entre os demais herbicidas, o amonio-glufosinate ainda acarretou em resultados inferiores ao tratamento adicional, para esta variável, que apresentou comprimento de radícula médio, de 14,77 cm (Tabela 3), 10,83% superior, ao verificado para o herbicida amonio-glufosinate (Tabela 4).

Os resultados referentes ao comprimento de plântula (A) e transferência de massa seca (B) encontram-se na Figura 5. Verificou-se redução no comprimento de plântula e massa seca, para ambas as épocas e herbicidas, em virtude do incremento das doses.

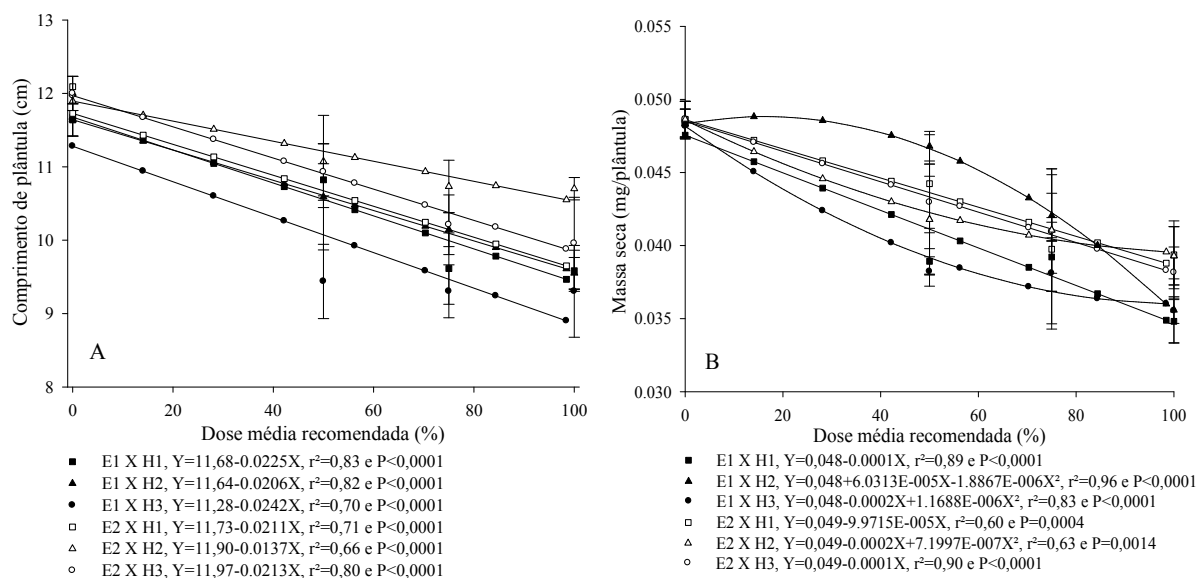


Figura 5 – Comprimento de plântula (A), e transferência de massa seca (B), de plântulas de feijão, em função da aplicação de herbicidas dessecantes (H1: amonio-glufosinate; H2: saflufenacil; H3: diquat) em duas épocas (E1 e E2, respectivamente com 42 e 30% de água na colheita), aplicados em percentuais em relação a dose média recomendada. UFFS, Erechim, 2016.

Houve decréscimo de forma linear no comprimento de plântula, com o aumento de doses, para todos os herbicidas testados e épocas de aplicação dos mesmos, com redução média de 17.62% em relação a dose 100% (Figura 5).

Os maiores valores de comprimento de plântula foram observados quando não houve dessecação (dose 0%), para ambas as épocas e herbicidas utilizados (Figura 5A). Porém, este tratamento foi inferior ao adicional, da mesma forma que os demais tratamentos (Tabela 3). Já Toledo et al. (2012) verificaram redução no desenvolvimento de plântulas de soja, devido a utilização do herbicida glyphosate, comparado com a ausência da dessecação, independente da época utilizada. Entretanto, Daltro et al. (2010) ao utilizarem o herbicida diquat na dessecação pré-colheita de duas cultivares de soja, verificaram que não houve diferença significativa no comprimento de plântulas quando comparadas a testemunha (sem aplicação dos dessecantes).

As aplicações efetuadas na época 2 (30% de água), proporcionaram os maiores comprimentos de plântulas para todos os herbicidas, em comparação à época 1 (42% de água), sendo o herbicida diquat aplicado na época 1, responsável pelos menores comprimentos de plântula em todas as doses testadas, sendo inferior 10% em relação à época 2. Ao contrário de Toledo et al. (2012) que constataram que a colheita mais tardia das sementes, após a aplicação

do herbicida glyphosate, proporcionou produção de plântulas de soja e de suas partes constituintes, com maior comprimento, comparativamente à primeira época.

De acordo com a Figura 5B, as dessecações realizadas quando as sementes apresentavam 42% de água proporcionaram menor transferência de massa seca para a aplicação da maior dose dos herbicidas, sendo consideradas, portanto, menos vigorosas. Este resultado está de acordo com o apresentado por Lamego et al. (2013), que ao realizar dessecação pré-colheita na cultura da soja, verificaram que plântulas oriundas de dessecação no estágio R6 (vagens com granação e 100% de folhas verdes), apresentaram menor peso de massa seca.

Novamente o herbicida diquat aplicado na época 1 (42% de água) ocasionou os menores valores de transferência de massa seca. Este resultado pode ser decorrente, dos menores comprimentos de plântula e radícula, verificados para este herbicida, (Figura 5A e Tabela 4). Neste caso, sugere-se que o diquat, atrelado ao excesso de umidade, pode ter sido absorvido pelas sementes, e desta forma, houve atraso na emergência das mesmas, o que leva aos menores comprimentos de plântula e radícula e, conseqüentemente, menor massa seca, ao 9º dia, após serem submetidas a germinação.

CONCLUSÕES

A colheita das sementes com 42 e 30% de teor de água, sem a utilização de herbicidas dessecantes, permitiu a obtenção de sementes com a melhor qualidade fisiológica;

A época mais apropriada para realizar a dessecação em feijão é quando as sementes apresentam teor de água em torno de 30% (época 2), utilizando o herbicida saflufenacil na dose de 50% em relação à média recomendada deste herbicida que é 105 g ha⁻¹;

As aplicações realizadas quando as sementes apresentavam 42% de água na (época 1), ocasionaram os maiores prejuízos às mesmas, com danos mais evidenciados para o herbicida diquat;

A colheita das sementes com teor de água próximo a 18% (tratamento adicional), possibilitou a obtenção de sementes de qualidade inferior à colheita com 42 e 30% de água (tratamentos controle, dose 0%), porém superiores em relação ao uso de dessecantes nas doses mais elevadas, podendo ser esta indicada quando as condições climáticas são favoráveis à secagem rápida a campo, como ocorreu no presente estudo.

REFERÊNCIAS

- Association of official seed analysts. **Seed vigortesting handbook**. East Lansing: AOSA, 1983. 93p. (Contribution 32).
- Associação Brasileira de Tecnologia de Sementes, Comitê de Vigor de Sementes. Londrina: ABRATES, 1999, p.218.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 45 de 17 de setembro de 2013. Anexo XI - **Padrões para produção e comercialização de sementes de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.)**. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília, 2013. Mapa/ACS, 38 p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: MAPA/ ACS, 2009. 395 p.
- BULOW, R. L.; SILVA, C. T. A. C. 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.
- COELHO, C. M. M. et al. Ação de dessecante na pré-colheita sobre a produtividade e a qualidade fisiológica de sementes crioulas de feijoeiro. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 33, p. 2973-2980, 2012.
- COELHO, C. M. M. et al. Diversidade genética em acessos de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 37, n. 5, p. 1241-1247, 2007.
- DALTRO, E. M. F. et al. Aplicação de dessecantes em pré-colheita: Efeito na qualidade fisiológica de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Lavras, v. 32, n. 1, p. 111-122, 2010.
- DOMINGOS, M.; SILVA, A. A. ; SILVA, R. F. Qualidade da semente de feijão afetada por dessecantes, em quatro estádios de aplicação. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 19, n.2, p. 276-283, 1997.
- FRANCO, M. H. R. et al. 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.
- FUENTES, J. R. et al. Tolerância de cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) aos herbicidas alachlor e linuron. **Revista Ceres**, v. 31, p. 136-145, 1984.
- GUIMARÃES, V. F. et al. Produtividade e qualidade de sementes de soja em função de estádios de dessecação e herbicidas. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 30, n. 3, p. 567-573, 2012.
- Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). **Normais Climatológicas do Brasil 1961-1990: Precipitação Acumulada Mensal e Anual (mm)**, Estação Passo Fundo. Disponível em:<

<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/normaisClimatologicas>>. Acesso em: 15 Dez. 2016.

INOUE, M. H. et al. 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.

INOUE, M. H. et al. Rendimento de grãos e qualidade de sementes de soja após a aplicação de herbicidas dessecantes. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 33, n. 4, p. 769-770, 2003.

KAMIKOGA, A.T.M. et al. Efeito de diferentes épocas de aplicação de três herbicidas dessecantes na produção e qualidade fisiológica de sementes de feijão. **Ciências Exatas e da Terra, Ciências Agrárias e Engenharias.**, Ponta Grossa, v. 15, n. 1, p. 53-61, 2009.

KAPPES, C. et al. Qualidade fisiológica de sementes e crescimento de plântulas de feijoeiro, em função de aplicações de paraquat em pré-colheita. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 42, n. 1, p. 9-18, 2012.

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

LACERDA, A.L.S. et al. Efeitos da dessecação de plantas de soja no potencial fisiológico e sanitário das sementes. **Bragantia**, Campinas, v. 64, n.3, p.447-457, 2005.

LAMEGO, F.P. et al. Dessecação pré-colheita e efeitos sobre a produtividade e qualidade fisiológica de sementes de soja. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 31, n. 4, p. 929-938, 2013.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination aid in selection and evaluation for seedling 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.

MARCOS FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. In: CARVALHO, N.M.; VIEIRA, R.D. **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. p.133-149.

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

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. In: KRZYZANOSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p.2.1-2.24.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados na avaliação das plântulas. In: VIEIRA, R. D.; CARVALHO, N. M. **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1999. p. 49-85.

PINTO, M.A.B. et al. Productivity and physiological quality of seeds with burn down herbicides at the pre-harvest of bean crops. **Journal of Seed Science**, v.36, n.4, p.384-391, 2014.

Rede oficial de laboratórios de análise de solo e de tecido vegetal - ROLAS. **Manual de adubação e calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. 10.ed. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2004. 400p.

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

SILVA, J. G.; AIDAR, H.; KLUTHCOUSKI, J. Colheita direta de feijão com colhedora automotriz axial. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 39, n. 4, p. 371-379, out./dez. 2009.

SOUZA, F.L.G. **Dessecação com glyphosate em pré-colheita e qualidade fisiológica de sementes de soja**. 2009. 49p. (Mestrado em Agronomia/Agricultura). Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2009.

TARUMOTO, M.B. et al. Dessecação em pré-colheita no potencial fisiológico de Sementes e desenvolvimento inicial de trigo. **Cultura Agrônômica**, Ilha Solteira, v.24, n.4, p.369-380 2015.

TOLEDO, M.Z.; CAVARIANI, 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.

VEIGA, A.D.; et al. Tolerância de sementes de soja à dessecação. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.31 n.3, p.773-780, 2007.

3.2 ARTIGO II

EFEITO DE DOSES REDUZIDAS DE HERBICIDAS DESSECANTES E DA ÉPOCA DE APLICAÇÃO NOS ATRIBUTOS DE QUALIDADE DE SEMENTES DE FEIJÃO CARIOCA

RESUMO

A colheita de sementes executada na maturidade fisiológica, caracteriza-se por preservar a qualidade das mesmas impedindo que permaneçam por longo período à campo, expostas a deterioração, danos físicos e ataque de patógenos. No entanto, a elevada umidade das plantas e das sementes, inviabiliza a colheita mecanizada neste momento. Desta forma objetivou-se com o trabalho estudar a eficiência da aplicação de doses de herbicidas dessecantes em diferentes épocas e seus efeitos sobre a qualidade física e sanitária de sementes de feijão do tipo carioca. O experimento foi conduzido no delineamento experimental de blocos ao acaso, no arranjo fatorial 2 x 3 x 4 +1 (época de dessecação x herbicida x dose + adicional), com quatro repetições. As plantas de feijão carioca, cultivar Pérola, foram dessecadas quando as sementes apresentavam 42 e 30% de teor de água, com os herbicidas, amonio-glufosinate, saflufenacil e diquat, nas doses de 0, 50, 75 e 100% em relação a dose média recomendada para dessecação de sementes, que correspondem a 1,9 L ha⁻¹, 105 g ha⁻¹ e 1,75 L ha⁻¹, respectivamente para cada um dos herbicidas. A dose 0% corresponde ao tratamento controle, sem aplicação do dessecante e colhido na mesma data das dessecações. Já o tratamento adicional, também sem aplicação do dessecante foi colhido com 18% de teor de água. Foram realizadas análises de peso de mil sementes, peso hectolitro, condutividade elétrica, e teste de sanidade. Os resultados permitem concluir que a dessecação em sementes de feijão utilizando a dose média recomendada, prejudica a integridade das membranas celulares, reduz o peso hectolitro e ocasiona perda na qualidade sanitária das sementes. É viável a aplicação de herbicidas para antecipação da colheita, quando se utiliza 50% da dose média recomendada.

Palavras-chave: *Phaseolus vulgaris*. Dessecação de sementes. Colheita. Qualidade física e sanitária de sementes.

ABSTRACT

Seed harvesting performed at physiological maturity is characterized by preserving the quality of the seeds, preventing them from remaining for a long time in the field, exposed to deterioration, physical damage and fungal attack. However, the high humidity of the plants and seeds makes the mechanized harvest unfeasible at this time. This way, this project aims to study the efficiency of desiccant herbicides applied at different doses and times and the effects over physical and sanitary quality of the carioca bean seeds. For this, the experiment was conducted according to the experimental design of random blocks, in the factorial arrange $2 \times 3 \times 4 + 1$ (application time x herbicides x doses + additional), with four replications. The plants of carioca bean, cultivar Pérola, were desiccated when the seeds had 42 and 30% water content to the herbicides amonio-glufosinate, saflufenacil and diquat, for 0, 50, 75 and 100% doses in relation to the recommended dose, which correspond to 1.9 L ha^{-1} , 105 g ha^{-1} and 1.75 L ha^{-1} respectively for each of the herbicides. The 0% dose corresponds to the control treatment, without desiccant application and harvested on the same date as the desiccations. The additional treatment, also without desiccant application, was harvested with 18% water content. Thousand seed weight, hectoliter weight, electrical conductivity and sanity test were realized. It was possible to conclude that the desiccation in bean seeds using the recommended average dose damages the integrity of the cell membranes, reduces the hectoliter weight and reduces the sanity quality of the seeds. It is feasible to apply herbicides to anticipate the harvest when using 50% of recommended average dose.

Keywords: *Phaseolus vulgaris*. Seed desiccation. Harvest. Physical and sanitary quality of seeds.

INTRODUÇÃO

A colheita de sementes de feijão deve ser realizada preferencialmente na maturidade fisiológica das mesmas (Guimarães et al., 2012). Quando executada nesta fase, além de preservar as características responsáveis pela qualidade fisiológica, a colheita antecipada impede que as sementes permaneçam por longo período à campo, expostas a oscilações de temperatura, precipitação e umidade relativa, o que as torna suscetíveis a deterioração a danos físicos e ao ataque de fungos, fatores que comprometem sua qualidade e, conseqüentemente, o rendimento (Veiga et al., 2007; Kappes et al., 2009; Daltro et al., 2010).

Portanto, a colheita na época adequada, o mais próximo possível da maturidade fisiológica, é imprescindível para a preservação da qualidade das sementes. De acordo com Silva et al. (1999), a maturidade fisiológica corresponde ao estágio em que as plantas estão com as folhas amarelas, com a maioria das vagens secas e com as sementes no seu máximo desenvolvimento. Entretanto, para antecipar a colheita, é necessário utilizar técnicas que favoreçam este procedimento, isto porque quanto mais próximo da maturidade fisiológica maior o teor de água das sementes, além das plantas apresentarem, segundo Coelho et al., (2007), grande quantidade de ramos e folhas verdes, aspectos que inviabilizam a colheita mecanizada.

Dessecações, utilizando herbicidas apropriados para este procedimento, resultam em rápida secagem de todas as partes da planta, permitindo realizar a colheita com certa antecedência (Kappes et al., 2012; Botelho et al., 2016), uma vez que as sementes irão atingir a umidade indicada para a colheita mecânica em menor intervalo de tempo, quando comparado com aquelas que a perda de água ocorreu naturalmente. Quando efetuada de forma adequada a aplicação de dessecante, promove uniformidade de maturação da cultura, permite adiantar a colheita, reduz perdas de rendimento e, também, mantém as características físicas, fisiológicas e sanitárias das sementes, mesmo quando submetidas ao armazenamento (Lamego et al., 2013). Essa técnica também poderá eliminar plantas daninhas que por ventura estejam infestando a lavoura e favorecer o processo de colheita, como maior locomoção das máquinas, menor quantidade de impurezas e umidade presentes no momento da colheita (Inoue, 2003; Marcos Filho, 2005).

Contudo, diversos aspectos devem ser considerados, antes de realizar a dessecação das sementes. Dentre eles, destacam-se o momento correto de aplicação, modo de ação e doses do herbicida utilizado, além da possibilidade de resíduos do produto na semente. Esses fatores

podem comprometer a qualidade das sementes e, conseqüentemente, o rendimento da cultura (Lacerda et al., 2005; Kappes et al., 2009; Bulow & Silva 2012; Franco et al., 2013). Diante do exposto, têm-se como alternativa, reduzir as doses dos herbicidas, com o intuito de antecipar a colheita e manter a qualidade das sementes.

A viabilidade da utilização de herbicidas para dessecação, com o intuito de antecipar a colheita, foi estudada por diversos autores, em culturas como, soja (Pelúzio et al., 2008; Kappes et al., 2009; Daltro et al., 2010; Marcandalli et al., 2011; Botelho et al., 2016), feijão (Kamikoga et al., 2009; Coelho et al., 2012; Kappes et al., 2012; Pinto et al., 2014) e trigo (Santos & Vicente, 2009; Bellé et al., 2014). No entanto, poucos trabalhos utilizaram a umidade como parâmetro para definir as épocas de aplicação dos herbicidas, principalmente para a cultura do feijão, em que as condições edafoclimáticas são baseadas na umidade. Além deste fator, não foi encontrado trabalho que verificasse a qualidade das sementes, se colhidas na mesma data da aplicação dos dessecantes.

Nesse sentido, objetivou-se com o trabalho, verificar a viabilidade e avaliar o efeito da aplicação de herbicidas dessecantes em doses reduzidas, em diferentes épocas, sobre a qualidade das sementes de feijão carioca.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada na Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), câmpus Erechim/RS. A primeira etapa foi constituída pela instalação do experimento e aplicação dos tratamentos à campo, conduzida na área experimental, e a segunda, caracterizada pela execução das análises físicas e sanitárias, realizadas no Laboratório de Sementes e Grãos.

A área utilizada para a semeadura do feijão foi previamente dessecada, com o herbicida glyphosate, na dose de 3,0 L ha⁻¹, para eliminar a vegetação presente na área.

A adubação da área foi efetuada de acordo com a análise físico química do solo, seguindo-se as recomendações técnicas para a cultura do feijão do tipo carioca (Rolas 2004), juntamente à semeadura, utilizando 260 Kg ha⁻¹ da formulação NPK 05-30-15.

Cada unidade experimental (parcela) foi constituída por uma área de 15 m² (2,5 x 6,0 m), com a semeadura realizada no sistema de plantio direto, no dia 29/10/2015, utilizando-se uma semeadora/adubadora, de seis linhas, espaçadas a 0,50 m. A densidade de semeadura do

feijão carioca, cultivar Pérola, foi de 14 sementes viáveis por metro linear, totalizando em uma população final estimada de 280.000 plantas ha⁻¹.

O delineamento experimental adotado foi de blocos ao acaso, no arranjo fatorial 2 x 3 x 4 + 1, (época de dessecação x herbicida x dose + adicional) com quatro repetições. Os fatores foram constituídos por duas épocas de aplicação dos dessecantes, (época 1: 42% de água; época 2: 30% de água), três herbicidas dessecantes e quatro doses percentuais (0, 50, 75 e 100%), estabelecidas em relação a dose média recomendada de cada produto para dessecação de sementes (Tabela 1), além de um tratamento adicional, sem aplicação de dessecante, colhido com 18% de teor de água. A primeira época de aplicação foi determinada pelo peso de 1000 sementes, sendo realizada quando não foi mais verificado ganho de peso das sementes. A segunda época foi definida, com base na determinação do teor de água das sementes, realizada pelo método de estufa a 105 ± 3 °C (Brasil, 2009).

Tabela 1 – Especificação dos herbicidas dessecantes e suas respectivas doses, utilizados para a dessecação do feijoeiro. UFFS, Erechim, 2016.

Herbicida ¹	Dose Média Recomendada	
	Produto Comercial	Ingrediente Ativo g ha ⁻¹
Amonio-glufosinate	1,9 L ha ⁻¹	380
Saflufenacil	105 g ha ⁻¹	73,5
Diquat	1,75 L ha ⁻¹	350

¹ Herbicidas autorizados pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, para fins de dessecação da cultura do feijão (MAPA, 2015).

Os herbicidas foram aplicados em ambas as épocas, com auxílio de um pulverizador costal de precisão, pressurizado a CO₂, equipado com quatro pontas de pulverização tipo leque DG 110.02, sob pressão constante de 2,0 kgf cm⁻² e velocidade de deslocamento de 3,6 km ha⁻¹, com vazão de 150 L ha⁻¹ de calda de herbicida.

A colheita de cada unidade experimental foi realizada manualmente, em área útil de 11 m², desconsiderando as bordaduras de 0,50 m. O tratamento controle (dose 0%), foi colhido na mesma data de aplicação dos herbicidas e submetidos a secagem em estufa com circulação de ar forçado e temperatura de 35 °C, até atingirem teor de água próximo a 18%. A colheita dos demais tratamentos, foi efetuada apenas quando as sementes apresentaram à campo, teor de água de aproximadamente 18%.

Posteriormente à colheita, as plantas de cada unidade experimental foram trilhadas separadamente, com a utilização de trilhadora de parcelas, e em seguida as sementes de cada repetição foram submetidas a secagem em estufa, com circulação de ar forçado e temperatura do ar de 35 °C, até atingirem teor de água de aproximadamente 11%. Estas operações foram realizadas da mesma forma para todos os tratamentos.

Após o término da secagem, iniciou-se a segunda etapa deste estudo, realizada no Laboratório de Sementes e Grãos. Para a determinação da qualidade física e sanitária das sementes, foram realizadas as seguintes análises:

Peso de mil sementes: foi realizada através da contagem de 8 repetições de 100 sementes por tratamento, pesadas separadamente em balança analítica. O resultado médio foi multiplicado por 10 e expresso em gramas (Brasil, 2009).

Peso hectolitro: Determinado através do método descrito pela RAS, (2009), utilizando o peso de um quarto de litro de sementes, obtido através da balança hectolétrica, corrigindo-se o valor para o mesmo teor de água. O resultado foi expresso em kg hl⁻¹.

Condutividade elétrica: para cada tratamento utilizaram-se oito amostras de 50 sementes, fisicamente puras. As amostras foram pesadas em balança de precisão e a seguir, colocadas para embebição em copos plásticos contendo 75 mL de água destiladas, sendo mantidas em BOD a temperatura de 25 °C, durante 24 h, conforme método descrito por AOSA, (2002). Após este período a condutividade elétrica foi determinada, por meio de leitura em condutivímetro digital, DIGIMED, com resultados expressos em µS cm⁻¹ g⁻¹.

Teste de sanidade: foi realizado através do método “*Blotter test*”, seguindo as recomendações da RAS, (2009), utilizando-se 400 sementes por tratamento. As sementes foram previamente desinfestadas com solução de hipoclorito de sódio a 1% por 3 minutos. Após, foram dispostas sobre o papel *germitest*, umedecido em solução de sal de 2,4-D (2,4-diclorofenoxiacetato de sódio), na concentração de 5 ppm, para reduzir o processo de germinação, e então, foram submetidas a incubação em câmaras tipo BOD, com fotoperíodo de 12 horas, durante 7 dias, com temperaturas de 20 ± 2 °C. Utilizou-se um estereomicroscópio para auxiliar na verificação dos fungos. Os resultados foram expressos em porcentagem de sementes infestadas.

Os dados foram submetidos a análise de variância, pelo teste F ($p \leq 0,05$) e, posteriormente, quando acusado efeito significativo, as variáveis qualitativas foram comparadas pelo teste de Tukey e Dunnett ($p \leq 0,05$) e as quantitativas submetidas a análise de regressão. Os modelos foram selecionados com base na significância da equação, pelo teste F,

e a significância dos coeficientes de regressão pelo valor "p" (adotando o máximo de 0,05) e pelo coeficiente de determinação (r^2).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores da temperatura média, precipitação e umidade relativa do ar, registradas durante o período de realização do experimento a campo, estão apresentadas na Figura 1. Percebe-se que durante o ciclo do feijão carioca, as condições climáticas exigidas para a cultura foram favoráveis. Porém, no momento das aplicações dos dessecantes e colheita das sementes, houve um período de estiagem, contribuindo para a secagem rápida das plantas no campo. Vale salientar que o intervalo entre a primeira dessecação e a última colheita, não ultrapassou 5 dias.

Comparando-se os dados climáticos obtidos durante a safra 2015/16 com os das normais climatológicas (Inmet, 2016), percebe-se comportamento atípico para o mês de janeiro. A média total mensal, baseada nas normais climatológicas, é de aproximadamente 149 mm, distribuídos nos três decêndios de janeiro, em 50,6, 42,6 e 55,0 mm, respectivamente. Em contrapartida, na safra 2015/2016, as chuvas nos três decêndios, para o mês de janeiro, foram, 26,1, 2,9 e 95,8 mm, sendo este último período após às aplicações dos dessecantes e última colheita (realizada no dia 23/01/2017).

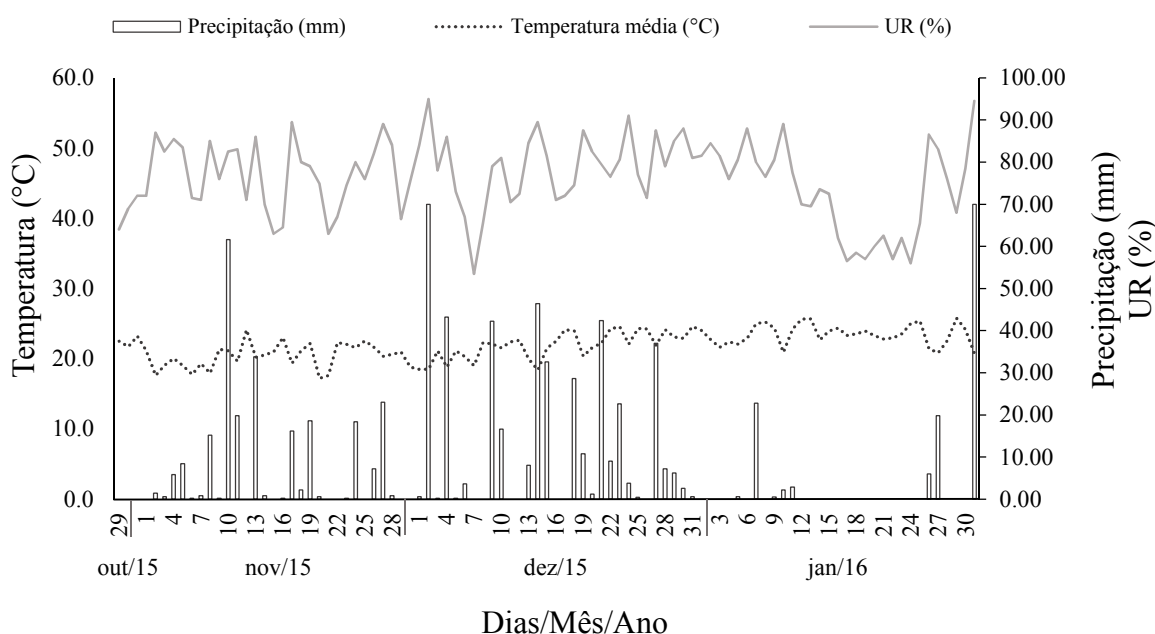


Figura 1 – Condições meteorológicas durante o período de cultivo do feijão, safra 2015/2016, no município de Erechim/RS. Fonte: INMET, 2016.

De acordo com a análise estatística dos dados, através do teste F ($p \leq 0,05$), foram observadas interações triplas significativas para as variáveis, condutividade elétrica, incidência de *Aspergillus* spp, *Penicillium* spp., *Fusarium* spp. e outros fungos. Já para o peso hectolitro, foi observado apenas interação dupla significativa entre épocas e doses e o peso de mil sementes não apresentou efeito significativo (Tabela 2).

Tabela 2 – Resumo da análise de variância, pelo teste F ($p \leq 0,05$), dos dados referentes ao peso hectolitro (PH), peso de mil sementes (PMS), condutividade elétrica (CE), e de *Aspergillus* spp. (ASP), *Penicillium* spp. (PEN), *Fusarium* spp. (FUS) e outros fungos (OF) e seus respectivos coeficientes de variação, obtidos em função da aplicação de doses de herbicidas dessecantes em duas épocas. UFFS, Erechim, 2016.

Fontes de Variação	GL ⁶	Valor de <i>p</i>						
		PMS	PH	CE	ASP	PEN	FUS	OF
EP ¹	1	0,6512	0,3793	0,0529	0,0009	0,0001	<0,0001	<0,0001
HB ²	2	0,3006	0,1100	0,0001	0,0199	0,1372	0,0380	<0,0001
DS ³	3	0,3986	0,0662	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
EPxHB	2	0,5079	0,9908	0,0013	0,0010	<0,0001	<0,0001	0,0099
EPxDS	3	0,5179	0,0002	<0,0001	0,1056	<0,0001	<0,0001	0,0067
HBxDS	6	0,6679	0,1353	0,2017	0,0052	0,0005	<0,0001	<0,0001
EPxHBxDS	6	0,9330	0,7260	0,0497	<0,0001	0,0010	0,0055	<0,0001
T ⁴ x ADC ⁵	1	0,0778	0,1702	<0,0001	0,3062	<0,0001	0,4610	<0,0001
C.V. (%)		2,71	1,12	9,07	9,11	11,47	21,37	19,19

¹Época; ²Herbicida; ³Dose; ⁴Tratamentos; ⁵ Adicional; ⁶Graus de liberdade.

Na Tabela 3 estão apresentadas as médias de cada tratamento, comparadas com a média do tratamento adicional, obtidas pelo teste de Dunnett ($p \leq 0,05$). Não houve diferença nas médias das variáveis peso de mil sementes e peso hectolitro, em comparação ao tratamento adicional, sendo este, inferior ao tratamento controle (dose 0%), para as variáveis, condutividade elétrica, e incidência dos fungos *Fusarium* spp. e *Aspergillus* spp., não apresentando diferença para esta dose em relação a incidência de *Penicillium* spp. e outros fungos (*Trichoderma* spp. e *Macrophomina phaseolina*).

Tabela 3 – Médias obtidas pelo teste de Dunett, para as variáveis, peso hectolitro (PH), peso de mil sementes (PMS), condutividade elétrica (CE), e incidência de *Aspergillus* spp. (ASP), *Penicillium* spp. (PEN), *Fusarium* spp. (FUS) e outros fungos (OF), obtidos em função da aplicação de doses de herbicidas dessecantes em duas épocas. UFFS, Erechim, 2016.

Tratamentos			Médias						
EP ¹	HB ²	DS ³	PMS	PH	CE	ASP	PEN	FUS	OF
1	1	0	226,73	79,16	71,45*	38,25*	33,50	0,00*	5,00
1	1	50	226,73	77,33	79,27*	44,00	38,00	15,08	8,04**
1	1	75	219,87	78,18	97,65*	46,34	59,75**	15,33	14,67**
1	1	100	221,29	78,21	88,09*	57,25	70,00**	20,50**	34,50**
1	2	0	226,73	79,16	71,45*	38,25*	33,50	0,00*	5,00
1	2	50	231,09	77,43	82,71*	50,75	39,50	8,00	21,33**
1	2	75	224,76	77,97	87,33*	56,50	56,25**	9,75	8,75**
1	2	100	228,62	76,80	94,19*	60,75**	66,50**	22,00**	6,78**
1	3	0	226,73	79,16	71,45*	38,25*	33,50	0,00*	5,00
1	3	50	225,19	77,89	91,60*	40,00	50,00**	11,75	11,00**
1	3	75	225,20	77,79	95,20*	62,00**	47,25**	15,50	9,00**
1	3	100	224,78	78,26	97,35*	74,50**	55,50**	28,00**	10,33**
2	1	0	225,72	77,70	69,06*	38,25*	25,75	5,00*	3,44
2	1	50	229,33	78,16	70,18*	46,33	50,33**	10,33	6,56**
2	1	75	223,60	77,89	75,36*	60,50**	52,00**	11,00	3,83
2	1	100	225,63	78,60	106,53	71,50**	73,25**	11,00	5,75
2	2	0	225,72	77,70	69,06*	38,25*	25,75	5,00*	3,44
2	2	50	226,76	78,43	88,17*	54,00	41,75	5,92*	9,00**
2	2	75	228,84	77,16	98,51	64,25**	51,75**	12,67	2,83
2	2	100	225,25	77,47	125,29	65,25**	84,50**	13,50	5,52
2	3	0	225,72	77,70	69,06*	38,25*	25,75	5,00*	3,44
2	3	50	226,23	77,71	81,27*	50,25	60,00**	6,58	6,33**
2	3	75	228,78	78,00	99,40	58,25	64,50**	7,17	5,75
2	3	100	222,97	78,93	114,46	62,00**	84,50**	10,67	5,70
Adicional			231,51	77,41	114,84	49,75	30,50	11,25	3,00

* e ** Médias inferiores e superiores ao tratamento adicional, respectivamente.

¹Épocas 1 e 2: (42 e 30% de teor de água, respectivamente);

²Herbicidas: (1: amonio-glufosinate, 2: saflufenacil, 3: diquat);

³Doses percentuais em relação a dose média recomendada para cada produto.

O peso de 1000 sementes não apresentou variação significativa, conforme o teste F ($p \leq 0,05$), apresentando em média 226,15 g entre todos os tratamentos. Este resultado pode ser atribuído a pequena diferença entre as épocas de colheita dos tratamentos. Kamikoga et al. (2009) também não verificaram diferença significativa entre os tratamentos, ao aplicarem herbicidas dessecantes aos 28 e 43 DAF (dias após o florescimento) de sementes de feijão preto, para o peso de 1000 sementes. No entanto, Santos et al. (2004), aplicando o herbicida carfentrazone-ethyl em pré-colheita de feijão carioca, cultivar Talismã, constataram que o peso

de 1000 sementes foi influenciado pela época de aplicação e, também, pela dose do dessecante, com menores incrementos nas maiores doses utilizadas.

Na Figura 2 constam as regressões das variáveis peso hectolitro (A) e condutividade elétrica (B). Verificou-se na Figura 2A, que houve redução do peso hectolitro, com o aumento das doses, independentemente do herbicida aplicado. No entanto, para a condutividade elétrica (Figura 2B), o aumento das doses, acarretou no acréscimo desta variável para todos os herbicidas e épocas, com percentual superior em 19% para a época 2 (30% de água), para todos os herbicidas, na dose média recomendada (100%).

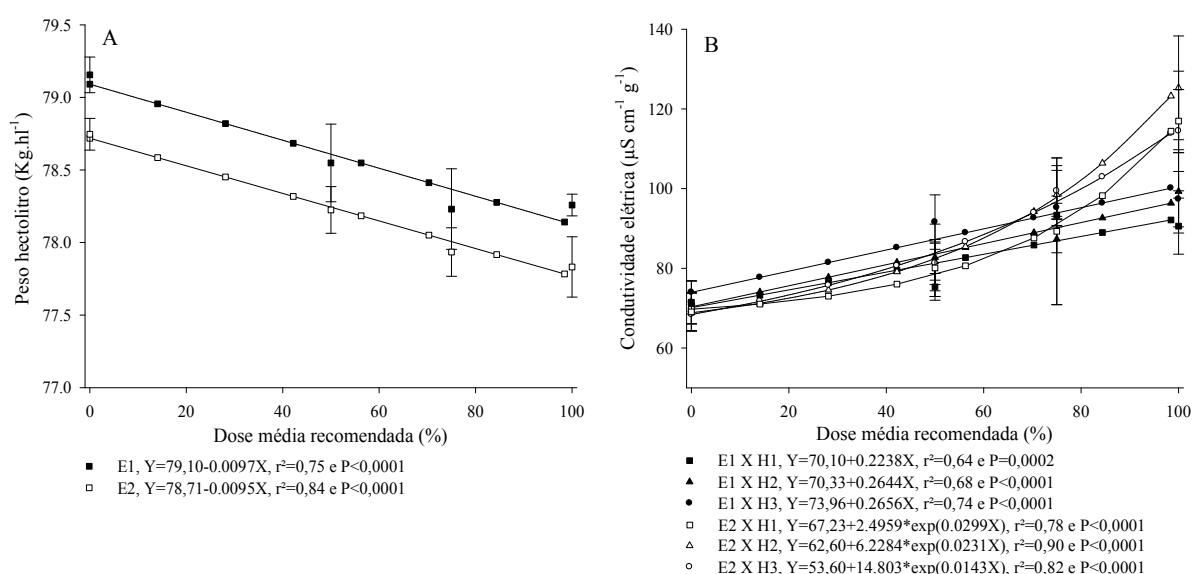


Figura 2 – Peso hectolitro (A) e condutividade elétrica (B) de sementes de feijão, em função da aplicação de herbicidas dessecantes (H1: amonio-glufosinate; H2: saflufenacil; H3: diquat) em duas épocas (E1 e E2, respectivamente com 42 e 30% de água na colheita), aplicados em diferentes percentuais em relação a dose média recomendada. UFFS, Erechim, 2016.

Verificou-se na Figura 2A, que o peso hectolitro, apresentou diferenças entre as épocas de aplicação dos herbicidas dessecantes, sendo as realizadas na época 2 (30% de água), inferiores as aplicações na época 1, em todas as doses testadas. Entretanto, devido ao curto período entre as épocas de colheita, a diferença no percentual de perda do peso hectolitro com o incremento das doses foi de apenas 1,22%, sendo que entre as épocas, não superou 0,5% na maior dose (100%). No entanto ao se comparar as médias entre todos os tratamentos, com o adicional (sem dessecação, colhido com 18% de água), não foi observado diferenças (Tabela 3).

Elias et al., (2009) também constataram redução no peso hectolitro em decorrência do atraso da colheita de grãos de trigo. Por outro lado, Santos & Vicente, (2009) obtiveram valores de peso do hectolitro inferiores na aplicação antecipada de herbicidas na cultura do trigo (final

de grão leitoso), quando comparado às demais épocas de aplicação e a testemunha com maturação natural.

Mesmo o peso de mil sementes não apresentando redução entre as épocas, a diferença evidenciada para o peso hectolitro, como citado anteriormente, foi mínima. Desta forma, pode-se atribuir esta diferença ao maior erro manifestado para o peso hectolitro (Tabela 1). Observou-se também que para estas duas variáveis, não houve diferença em comparação com o tratamento adicional (Tabela 3).

Houve acréscimo nos valores de condutividade elétrica com o incremento das doses de herbicida, sendo que a diferença média entre a menor dose (0%) e maior dose (100%) foi de 26% para a época 1 (42% de água) e 42% para a época 2 (30% de água), para os três herbicidas utilizados (Figura 2B). Este resultado se assemelha ao relatado por Marcos Filho (2005), onde descreve que após a maturidade fisiológica das sementes pode ocorrer desestruturação do sistema de membranas das sementes, acarretando em maior liberação de solutos. As sementes provenientes do tratamento adicional (colhido com 18% de água), também apresentaram valores superiores ao tratamento controle (dose 0%) (Tabela 3). Kappes et al. (2012) ao utilizarem o herbicida paraquat para dessecação em feijão carioca, nas doses 200, 400 e 600 g ha⁻¹, observaram menor condutividade elétrica com o aumento das doses do dessecante e maior condutividade elétrica, na ausência de dessecação (dose 0 g ha⁻¹), resultado oposto ao verificado no presente estudo.

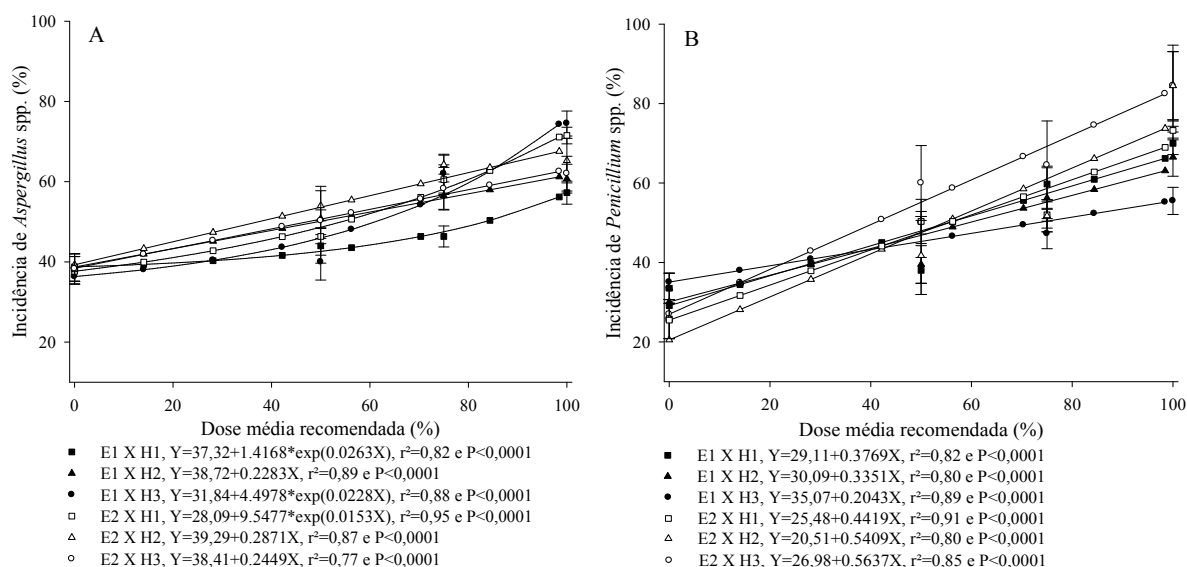
Quando aplicados na época 1 (42% de água), todos os herbicidas, independente da dose utilizada, apresentaram condutividade elétrica inferior ao tratamento adicional (Tabela 3). Este resultado é semelhante ao verificado por Coelho et al. (2012), que ao realizarem aplicações do dessecante paraquat na dose recomendada (400 g ha⁻¹ do i.a.), em diferentes genótipos de feijoeiro (dois crioulos e um comercial), observaram que este herbicida favoreceu a qualidade fisiológica das sementes nas avaliações de condutividade elétrica em comparação com plantas não dessecadas (colhidas após secagem natural das plantas). Entretanto Kappes et al. (2009) verificaram que sementes de soja provenientes do tratamento testemunha, isento da aplicação dos dessecantes diquat e paraquat (400 g ha⁻¹ do i.a.), colhido no estágio R9 (ponto de maturação de colheita), apresentaram menor condutividade elétrica.

Os menores valores de condutividade elétrica ocorreram para as duas épocas, quando não houve utilização de herbicidas dessecantes, nos tratamentos colhidos na mesma data de aplicação dos herbicidas (dose 0%), (Figura 2B e Tabela 3) indicando que sementes provenientes deste tratamento apresentam maior integridade das membranas celulares e, conseqüentemente, demonstraram menor liberação de solutos. Segundo Marcos Filho (2005),

quando há baixa liberação de solutos, ocorre menor perda de compartimentalização celular, e esta característica à campo, pode minimizar o crescimento de microrganismos nocivos à emergência das plântulas.

Percebeu-se que os resultados obtidos nas aplicações realizadas na segunda época (30% de água), foram superiores a condutividade ideal proposta por Paiva-Aguero (1997), para todos os herbicidas avaliados, na maior dose. Os autores verificaram que em condições ambientais favoráveis de temperatura e umidade do solo, apenas lotes de soja com condutividade de até $100\text{-}110 \mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$ apresentaram desempenho satisfatório à campo. Supõem-se que a elevada condutividade elétrica, manifestada quando as sementes foram dessecadas com 30% de água, ocorreu devido as sementes já apresentarem pequena degradação em decorrência da passagem da maturidade fisiológica, sendo esta, potencializada com a utilização da maior dose (100%). No entanto, quando aplicada a dose 50 e 75%, para todos os herbicidas, nesta mesma época, as sementes não ultrapassam a condutividade média de 82 e $95 \mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$, respectivamente, sendo inferiores em 32,54 e 20,14%, em relação a dose 100%, e desta forma enquadrando-se na condutividade ideal proposta.

Os resultados da análise sanitária das sementes de feijão estão apresentados na Figura 3. Foram constatadas a presença dos fungos *Penicillium* spp., *Aspergillus* spp. e *Fusarium* spp. e outros gêneros fúngicos (*Trichoderma* spp. e *Macrophomina phaseolina*) nas sementes, em ambas as épocas e herbicidas avaliados. Notou-se que houve aumento na incidência dos fungos citados com o aumento das doses dos herbicidas.



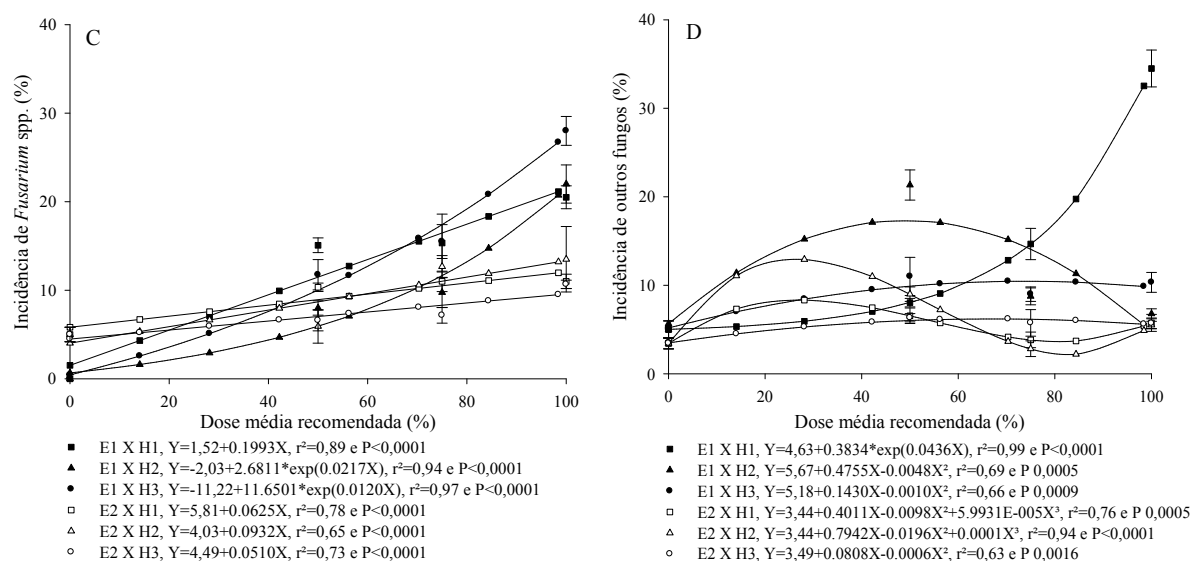


Figura 3 – Incidência de *Penicillium* spp. (A) *Aspergillus* spp. (B) e *Fusarium* spp. (C) e outros fungos (D) presentes nas sementes de feijão, em função da aplicação de herbicidas dessecantes (H1: amonio-glufosinate; H2: saflufenacil; H3: diquat) em duas épocas (E1 e E2, respectivamente com 42 e 30% de água na colheita), aplicados em diferentes percentuais em relação a dose média recomendada. UFFS, Erechim, 2016.

Observou-se na Tabela 3, que o tratamento adicional, ocasionou maior incidência dos fungos *Aspergillus* spp. e *Fusarium* spp. em comparação com os tratamentos controle, sem dessecação, colhidos na mesma data de aplicação dos herbicidas (dose 0%). A incidência de *Fusarium* spp. foi inferior no tratamento adicional, apenas quando aplicado a dose de 100%, para todos os herbicidas, na época 1 (42 % de água).

A incidência de *Penicillium* spp. foi inferior no tratamento adicional quando houve aplicação das doses 75 e 100%, para todos os herbicidas e épocas, não diferindo dos tratamentos controle (dose 0%), também, para ambas as épocas (Tabela 3).

Quanto a incidência dos demais fungos, *Trichoderma* spp. e *Macrophomina phaseolina*, o tratamento adicional não diferiu dos tratamentos controle (dose 0%), nas duas épocas, sendo inferior para a época 1 (42% de água), nas doses 50, 75 e 100%, e para a época 2 (30% de água) ao se aplicar 50% da dose média recomendada para todos os herbicidas (Tabela 3).

A incidência do fungo *Aspergillus* spp. apresentou crescimento linear, com o aumento da dose do herbicida saflufenacil, variando de 37,09 e 42,22% para as épocas 1 (42% de água) e 2 (30% de água), respectivamente. Tavares et al. (2015) ao testarem diferentes doses de saflufenacil para dessecação na maturidade fisiológica de plantas de feijão-azuki, também verificaram aumento linear na incidência de *Aspergillus* spp. com o incremento das doses desse herbicida nas avaliações realizadas logo após a colheita.

Observou-se que a incidência de *Aspergillus* spp., apresentou resposta negativa ao aumento de doses do herbicida amonio-glufosinate. A diferença entre a dose mínima (0%) e máxima (100%) que corresponde a 1,9 L ha⁻¹, foi superior para a época 2 (30% de água), com incremento de 47,9% na incidência deste fungo, enquanto para a época 1 (42% de água), foi de 32%.

A incidência de *Penicillium* spp. foi menor quando não houve aplicação dos dessecantes e a colheita foi realizada na mesma data da aplicação dos herbicidas (dose 0%), para ambas as épocas, manifestando menor ocorrência deste fungo, quando a colheita foi realizada na época 2 (30% de água) (Figura 3B). Lacerda et al. (2003) também verificaram menores índices de *Penicillium* spp. na ausência da dessecação em comparação com sementes de soja que receberam aplicação de dessecantes.

As sementes provenientes das dessecações realizadas na época 2 (30% de água), permitiram maior incidência de *Penicillium* spp. em comparação com a época 1 (42% de água) (Figura 3B), ao contrário do que foi verificado para o *Fusarium* spp. (Figura 3C). Marques et al. (2009) verificaram menor incidência dos gêneros *Aspergillus* e *Penicillium* nas maiores umidades de colheita de milho, enquanto o gênero *Fusarium* apresentou acréscimo nesta condição, corroborando com os resultados do presente estudo. Este fato pode estar relacionado a facilidade de desenvolvimento do *Penicillium* spp. em menores umidades, ao contrário do *Fusarium* spp. que necessita preferencialmente de teores de umidade maiores para infectar e colonizar (Marin et al., 1998).

Os resultados demonstram que na primeira época de aplicação (42% de água), o herbicida diquat resultou em menor contaminação das sementes por *Penicillium* spp., nas maiores doses, comportamento oposto às aplicações efetuadas na época 2 (30% de água), com diferença de 23,06% entre as épocas (Figura 3B). Fato que ocorreu de forma inversa para o *Fusarium* spp, em que a incidência de fungos na época 1 (42% de água), foi 65,07% superior à época 2 (30% de água) (Figura 3C).

Observou-se que a incidência de *Fusarium* spp. (Figura 3C) foi inferior aos fungos *Penicillium* spp., (Figura 3B) e *Aspergillus* spp. (Figura 3A), quando realizada a comparação entre todos os tratamentos. Este fato pode estar relacionado a rápida perda do teor de água nas plantas, que dificulta a sobrevivência deste fungo (Tavares et al., 2015). O que vem de encontro com o ocorrido no presente estudo, em que a estiagem durante o período de colheita propiciou secagem rápida das plantas e pode ter prejudicado o desenvolvimento do *Fusarium* spp.

O incremento das doses favoreceu consideravelmente a incidência de *Fusarium* spp. (Figura 3C). Verificou-se diferença média entre o tratamento controle (dose 0%) e a dose média

recomendada (100%) de 96% para a época 1 (42% de água) e de 58,3% para a época 2 (30% de água). Isto pode ter ocorrido, devido à grande incidência de chuvas durante o desenvolvimento da cultura do feijão, na safra 2015/16 (Figura 1), condições que permitiram a infestação deste fungo, sendo a aplicação de herbicidas na pré-colheita, principalmente nas maiores doses, responsável por potencializar os danos já presentes nas sementes, favorecendo ainda mais o desenvolvimento do *Fusarium* spp.

Em relação a presença de outros gêneros fúngicos (*Trichoderma* spp. e *Macrophomina phaseolina*) nas sementes foi observado que a maior incidência ocorreu na época 1 (42% de água), em função da aplicação de amonio-glufosinate nas maiores doses, com diferença entre os demais herbicidas saflufenacil e diquat de 85 e 73%, respectivamente.

Para o herbicida diquat, o comportamento foi similar para as duas épocas, com maior incidência na época 1 (42% de água), sendo superior 42% em relação à época 2 (30% de água). De maneira geral, as aplicações realizadas na época 2 (30% de água) para os três herbicidas, favoreceram a incidência de fungos, em comparação com a época 1 (42% de água), na maior dose (100%).

O acréscimo da incidência dos fungos nas sementes com o aumento das doses pode estar relacionado aos resultados verificados na condutividade elétrica. Nas maiores doses, todos os herbicidas utilizados prejudicaram a integridade das membranas das sementes (Figura 2B), podendo ter facilitado a entrada dos fungos. Miller (1995) relatam que a presença dos gêneros *Aspergillus* e *Penicillium* é um indicativo da deterioração de sementes e dos grãos, tanto de cereais, como de oleaginosas, promovendo danos ao embrião, descoloração, alterações nutricionais e perda de massa seca.

A presença de fungos nas sementes é preocupante, tendo em vista os prejuízos causados pelos mesmos nas sementes. Segundo Torres & Bringel (2005), os fungos de armazenamento, *Aspergillus* spp. e *Penicillium* spp., podem prejudicar a germinação, produzir toxinas e reduzir o peso seco das sementes. São também causadores de doenças, como a murcha de fusarium e podridão radicular, manifestadas após infestação por *Fusarium* spp. (Silva et al., 2008).

CONCLUSÕES

A colheita com teores de água entre 30 e 42% e sem a aplicação de dessecantes proporcionou a melhor qualidade física e sanitária das sementes;

A utilização de herbicidas dessecantes e o incremento nas suas doses, em ambas as épocas de aplicação, reduz o peso hectolitro, eleva a condutividade elétrica e aumenta a incidência dos fungos *Penicillium* spp., *Aspergillus* spp. e *Fusarium* spp, porém, com valores minimizados quando aplicados em doses reduzidas (50 e 75% da dose recomendada);

Caso haja necessidade, principalmente em grandes propriedades, é viável a aplicação de amonio-glufosinate, saflufenacil e diquat, em ambas as épocas de aplicação (30 e 42% de água), para antecipação da colheita, quando utilizado 50% da dose média recomendada, para cada um destes herbicidas, sendo 1,9 L ha⁻¹, 105 g⁻¹ e 1,75 L ha⁻¹, respectivamente.

A colheita das sementes com umidade aproximada a 18%, sem a aplicação de dessecantes (tratamento adicional), é indicada, quando as condições climáticas no período da colheita forem favoráveis, com pouca ocorrência de chuvas. No entanto, acarreta em condutividade elétrica elevada e permite maior infestação de fungos de campo, como o *Fusarium* spp.

REFERÊNCIAS

- BELLÉ, C. et al. Yield and quality of wheat seeds as a function of desiccation stages and herbicides. **Journal of Seed Science**, v.36, n.1, p.063-070, 2014.
- BÜLOW, R. L.; SILVA, C. T. A. C. 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.
- COELHO, C. M. M. et al. Diversidade genética em acessos de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 37, n. 5, p. 1241-1247, 2007.
- COELHO, C.M.M. et al. Ação de dessecante na pré-colheita sobre a produtividade e a qualidade fisiológica de sementes crioulas de feijoeiro. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina v.33, suplemento 1, p. 2973-2980, 2012.
- DALTRO, F. 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.
- ELIAS, M. C. et al. Umidade de colheita, métodos de secagem e tempo de armazenamento na qualidade tecnológica de grãos de trigo (cv. 'Embrapa 16'). **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 1, Fev., 2009.
- FRANCO, M. H. R. et al. 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.
- GUIMARÃES, V. F. et al. Produtividade e qualidade de sementes de soja em função de estádios de dessecação e herbicidas. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 30, n. 3, p. 567-573, 2012.
- KAMIKOGA, A. T. M. et al. Efeito de diferentes épocas de aplicação de três herbicidas dessecantes na produção e qualidade fisiológica de sementes de feijão. **Ciências Exatas e da Terra, Ciências Agrárias e Engenharias**, Ponta Grossa, v. 15, n. 1, p. 53-61, 2009.
- KAPPES, C. et al. Qualidade fisiológica de sementes e crescimento de plântulas de feijoeiro, em função de aplicações de paraquat em pré-colheita. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 42, n. 1, p. 9-18, jan./mar. 2012.
- 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.
- LACERDA, A.L.S. et al. Armazenamento de sementes de soja dessecadas e avaliação da qualidade fisiológica, bioquímica e sanitária. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 25, nº 2, p.97-105, 2003.

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**, Campinas, v. 64, n.3, p.447-457, 2005.

LAMEGO, F. P. et al. Dessecação pré-colheita e efeitos sobre a produtividade e qualidade fisiológica de sementes de soja. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 31, n. 4, p. 929-938, 2013.

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

MARQUES, O.J. et al. Incidência fúngica e contaminações por micotoxinas em grãos de híbridos comerciais de milho em função da umidade de colheita. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 31, n. 4, p. 667-675, 2009.

MILLER, J. D. Fungi and mycotoxins in grain: implications for stored product research. **Journal of Stored Products Research**, v. 31, n. 1, p. 1-16, 1995.

PAIVA-AGUERO, J. A.; VIEIRA, R. D.; BITTENCOURT, S. R. M. Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de cultivares de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v. 19, n. 2, p. 225-260, 1997.

SANTOS, J.B. et al. Qualidade de sementes de feijão (*Phaseolus vulgaris*) após aplicação do carfentrazone-ethyl em pré-colheita. **Planta Daninha (online)**, v.22, n.4, p. 633-639, 2004.

SANTOS, P. R. R.; VICENTE, D. Momento fisiológico das plantas de trigo para a dessecação e seus efeitos no rendimento de grãos. **Cultivando o Saber**, v. 2, n. 2, p. 52-62, 2009.

SILVA, G.C. et al. Qualidade fisiológica e sanitária de sementes de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) provenientes do estado de Goiás. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 29, n. 1, p. 29-34, 2008.

TAVARES, C.J. et al. Qualidade de sementes de feijão-azuki dessecadas com saflufenacil e submetidas ao armazenamento, R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental, v.19, n.12, p.1197-1202, 2015.

TORRES, S.B.; BRINGEL, J.M.M. Avaliação da qualidade sanitária e fisiológica de sementes de feijão macassar. **Caatinga**, Mossoró, v.18, n.2, p.88-92, 2005.

VEIGA, A.D.; ROSA, S. D.V.F.; SILVA, P.A.; OLIVEIRA, J.A.; ALVIN, P.O.; DINIZ, K.A. Tolerância de sementes de soja à dessecação. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.31 n.3, p.773-780, 2007.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A colheita de sementes com teor de água entre 42 e 30%, sem aplicação de herbicidas, possibilita a obtenção de sementes com elevada qualidade fisiológica, física e sanitária. No entanto, é necessário verificar se estes resultados irão se manter positivos, em condições climáticas adversas;

A dessecação de sementes de feijão carioca em pré-colheita, utilizando a dose média recomendada dos herbicidas, amonio-glufosinate, saflufenacil e diquat, não é recomendada, pois acarreta em prejuízos na qualidade das sementes de feijão. Porém, quando houver necessidade da aplicação de dessecantes, deve-se preconizar pela utilização de 50% da dose, em relação a dose média recomendada, devido apresentar menores prejuízos, tanto para as sementes, como para o meio ambiente;

A colheita das sementes de feijão carioca com teores de água próximos a 18%, sem a utilização de dessecantes é indicada apenas quando as condições climáticas forem favoráveis para a colheita.

As épocas de aplicação influenciaram de maneira distinta os herbicidas avaliados, que apresentaram comportamento diverso, nas avaliações da qualidade física, fisiológica e sanitária das sementes.

Devido a condições favoráveis no cultivo do feijão carioca, na safra 2015/16, período de realização da pesquisa, torna-se importante estudos que enfrentem situações distintas, que contribuam para uma recomendação mais criteriosa da tecnologia de dessecação.

REFERÊNCIAS FINAIS

- ANDRADE, M. J. B. et al. Comunicação, época de colheita em cinco cultivares de feijoeiro. II. Efeitos sobre a qualidade da semente. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 25, n. 3, p. 683-689, 2001.
- ANTUNES I. R. et al. **Vade-Mécum das cultivares de feijão no Rio Grande do Sul**. Pelotas. Embrapa clima temperado, 2007. 59p.
- BARBOSA, F. R.; GONZAGA, A. C. O. **Informações técnicas para o cultivo do feijoeiro-comum na Região Central-Brasileira: 2012-2014**. 1. ed. Santo Antônio de Goiás. Embrapa Arroz e Feijão, 2012. 247 p.
- BELLÉ, C. et al. Yield and quality of wheat seeds as a function of desiccation stages and herbicides. **Journal of Seed Science**, v.36, n.1, p.063-070, 2014.
- 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@ambiente On-line**, Boa Vista, v. 10, n. 2, p. 137 - 144, 2016.
- BRAGANTINI, C. Produção de sementes. In: ARAÚJO, R.S.; RAVA, C.A.; STONE, L.F.; ZIMMERMANN, M.J.O. (Ed.). **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: Potafos, 1996. p. 639-669.
- Brooker, D.B.; Bakker-Arkema, F.W.; Hall, C.W. Drying and storage of grains and oilseeds. New York: van Nostrand Reinhold, 1992. 450p.
- BÜLOW, R. L.; SILVA, C. T. A. C. 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**. 4.ed. Jaboticabal: Funep, 2000. p. 588.
- CARVALHO, N.M. & NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 3.ed. Campinas: Fundação Cargill, 1983. p. 429.
- COELHO, C. M. M. et al. Ação de dessecante na pré-colheita sobre a produtividade e a qualidade fisiológica de sementes crioulas de feijoeiro. **Semina: Ciências Agrárias**. Londrina, v. 33, p. 2973-2980, 2012.
- Companhia nacional de abastecimento (CONAB). Acompanhamento da safra brasileira de grãos, v.4 Safra 2016/17 - Terceiro levantamento, Brasília, p. 1-156, dezembro 2016.
- DALTRO, E. M. F. et al. Aplicação de dessecantes em pré-colheita: Efeito na qualidade fisiológica de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Lavras, v. 32, n. 1, p. 111-122, 2010.

FANCELLI, A.L.; DOURADO NETO, D. (Ed.) **Tecnologia da produção do feijão irrigado**. Piracicaba: FEALQ, 1997. P.100-120.

França Neto, J. B.; Krzyzanowski, F. C.; Henning, A. A. **A importância do uso de sementes de soja de alta qualidade**. Informativo ABRATES, v.20, p.037-038, 2010.

FRANCO, M. H. R., et al. 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.

KAMIKOGA, A. T. M. et al. Efeito de diferentes épocas de aplicação de três herbicidas dessecantes na produção e qualidade fisiológica de sementes de feijão. **Ciências Exatas e da Terra, Ciências Agrárias e Engenharias.**, Ponta Grossa, v. 15, n. 1, p. 53-61, 2009.

KAPPES, C. et al. Qualidade fisiológica de sementes e crescimento de plântulas de feijoeiro, em função de aplicações de paraquat em pré-colheita. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 42, n. 1, p. 9-18, 2012.

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.

LACERDA, A.L.S. et al. Efeitos da dessecação de plantas de soja no potencial fisiológico e sanitário das sementes. **Bragantia**, Campinas, v. 64, n.3, p.447-457, 2005.

LOLLATO, M.A. Colheita, processamento e armazenamento. In: IAPAR. **O Feijão no Paraná**. Londrina, 1989. p.281-303. (Circular, 23).

Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA). *Perfil do feijão no Brasil*. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/vegetal/culturas/feijao/saiba-mais>>. Acesso em: 22 Dez. 2016.

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.

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

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

MIGUEL, M.H. **Herbicidas dessecantes: momento de aplicação, eficiência e influência no rendimento e na qualidade de sementes de feijão**. 2003. 111f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

OLIVEIRA JUNIOR, R. S. Mecanismos de ação de herbicidas. In: OLIVEIRA JÚNIOR, R.S.; CONSTANTIN, J.; INOUE, M.H. **Biologia e manejo de plantas daninhas**. Curitiba: Omnipax, 2011. p. 141-192.

PELÚZIO, J. M. et al. Influência 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.

PINTO, M.A.B. et al. Productivity and physiological quality of seeds with burn down herbicides at the pre-harvest of bean crops. **Journal of Seed Science**, v.36, n.4, p.384-391, 2014.

POPINIGIS, F. **Fisiologia de sementes**. Brasília, AGIPLAN, 1985. 289p.

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

SANTOS, J. B. et al. Qualidade de sementes de feijão (*Phaseolus vulgaris*) após aplicação do carfentrazone-ethyl em pré-colheita. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 22, n. 4, p. 633-639, 2004.

SILVA NETO, S. P. da. Dessecação pré-colheita da soja no cenário da safrinha. **Revista Plantio Direto**, v. 20, n. 212, p. 38-39, 2011.

TOLEDO, M. Z. et al. Qualidade fisiológica e armazenamento de sementes de feijão em função da aplicação tardia de nitrogênio em cobertura. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 39, n. 2, p. 124-133, 2009.

TOLEDO, M.Z.; CAVARIANI, 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.