

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel
Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes



Dissertação

**Manejo do paraquat na pré-colheita de sementes de soja: produtividade
e qualidade física**

Elias Zanatta

Pelotas, 2016

Elias Zanatta
Engenheiro Agrônomo

**Manejo do paraquat na pré-colheita de sementes de soja: produtividade
e qualidade física**

Dissertação apresentada ao Programa de
Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia
de Sementes da Universidade Federal de
Pelotas, como requisito parcial à obtenção
do título de Mestre

Orientador: Prof. Dr. Tiago Zanatta Aumonde

Pelotas, 2016

Rio Grande do Sul – Brasil

Universidade Federal de Pelotas / Sistema de Bibliotecas

Catalogação na Publicação

Z27m

Zanatta, Elias

Manejo do paraquat na pré-colheita de sementes de soja:
produtividade e qualidade física / Elias Zanatta ; Tiago Zanatta
Aumonde, orientador. — Pelotas, 2016.

32 f. : il.

Dissertação (Mestrado) — Programa de Pós-Graduação em
Ciência e Tecnologia de Sementes, Faculdade de Agronomia
Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, 2016.

1. Glycine max I.. 2. Herbicida de contato. 3. Atributos físicos. 4.
Vigor. I. Aumonde, Tiago Zanatta, orient. II. Título.

CDD : 633.34

Elaborada por Maria Beatriz Vaghetti Vieira CRB: 10/1032

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela força no cumprimento desta etapa importante em minha vida.

Minha família pelo apoio e incentivo em todos momentos.

Ao amigo Paulo André Baron, fornecendo a área da pesquisa.

Ao amigo Everson Massocatto, no processo de colheita das amostras.

Ao laboratório Germinax pela atenção e auxílio.

**“Dedico este trabalho a minha família, fonte
constante de amor e apoio para superar todas as
etapas vencidas”**

Elias Zanatta
Engenheiro Agrônomo

Manejo do paraquat na pré-colheita de sementes de soja: produtividade e
qualidade física

Dissertação aprovada, como requisito parcial, para obtenção do grau de Mestre,
Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, Faculdade de
Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas.

Data da Defesa: 01/06/2016

Banca examinadora:

Prof. Dr. Tiago Zanatta Aumonde (Orientador)
Doutor em Ciências pela Universidade Federal de Pelotas

Prof. Dr. Paulo Dejalma Zimmer
Doutor em Ciências pela Universidade Federal de Pelotas

Prof. Dr. Tiago Pedó
Doutor em Ciências pela Universidade Federal de Pelotas

Engº. Agrº Dr. Alexandre Moscarelli Levien
Doutor em Ciências pela Universidade Federal de Pelotas

SUMÁRIO

1 Introdução.....	5
2 Material e métodos.....	16
3 Resultados e discussão.....	20
4 Considerações finais	27
5 Referências	28

RESUMO

ZANATTA, Elias. **Manejo do paraquat na pré-colheita de sementes de soja: produtividade e qualidade física.** 2016. 32f. Dissertação (Mestrado Profissional) – Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

O trabalho teve como objetivo avaliar a qualidade física e a produtividade de sementes de soja produzidas sob efeito do herbicida paraquat aplicado na pré-colheita em diferentes estádios fenológicos das plantas. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado com cinco tratamentos e cinco repetições. Os tratamentos consistiram em cinco épocas de dessecação pré-colheita, as quais corresponderam a cinco diferentes estádios fenológicos da cultura: sendo R5.5 (maioria das vagens entre 75% e 100% de enchimento – 93 dias após a semeadura - DAS), R6 (vagens com enchimento pleno 100% e folhas verdes – 100 DAS), R7.1 (início a 50% de amarelecimento das folhas – 104 DAS), R7.3 (mais de 75% de folhas amarelas – 109 DAS), R8.2 (mais de 50% de desfolha a pré-colheita – 112 DAS). Foram avaliados a retenção das sementes em peneiras, massa de mil sementes e o rendimento das sementes. O tamanho das sementes foi afetado pela aplicação do Paraquat em plantas nos estádios R5.5, R6.0 e R7.1 ocorrendo maior porcentagem de retenção nas peneiras 5.0mm e 5.5mm. A massa de mil sementes e a produtividade foram reduzidas pela aplicação do produto nos estádios R5.5 e R6.0, comparativamente aos demais tratamentos. A aplicação de paraquat em plantas de soja nos estádios R5.5, R6.0 e R7.1 reduz o tamanho, a massa e a produtividade de sementes comparativamente à aplicação nos estádios R7.3 e R8.2. A qualidade física de sementes e a produtividade de plantas de soja, são influenciadas negativamente, conforme a época de aplicação do produto.

Palavras-chave: *Glycine max* L.; herbicida de contato, atributos físicos, vigor.

ABSTRACT

ZANATTA, Elias. **Paraquat management in the pre-harvest of soybeans seeds: productivity and physical quality.** 2016. 32f. Dissertation (Professional Masters) – Program of Post-graduation in Seed Science and Technology. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

The study aimed to evaluate the physical quality and soybean productivity produced under the influence of paraquat herbicide applied pre-harvest at different growth stages of the plants. The experimental design was randomized blocks with five treatments and five replications. The treatments were five times pre-harvest desiccation, which corresponded to five different growing stages: being R5.5 (most pods between 75% and 100% filling - 93 days after sowing - DAS), R6 (pods with full filling 100% and green leaves - 100 DAS), R7.1 (start 50% yellowing of leaves - 104 DAS), R7.3 (more than 75% of yellow leaves - 109 DAS), R8.2 (more than 50% defoliation preharvest - 112 DAS). They evaluated the retention of seeds on sieves, weight of a thousand seeds and the yield of seeds. The size of the seeds was affected by the application of Paraquat in plants in R5.5 stages, R6.0 and R7.1 occurring higher percentage of retention on screens 5.0mm and 5.5mm. The mass of a thousand seeds and productivity were reduced by application of the product in R5.5 and R6.0 stages compared to other treatments. The application of paraquat in soybean plants in stages R5.5, R6.0 and R7.1 reduces the size, weight and seed yield compared to application in R7.3 and R8.2 stages. The physical quality of seeds and plant productivity is negatively impacted, as the time of application of the product.

Keywords: *Glycine max* L.; contact herbicide, physical attributes, vigor.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Vagens de soja nos estádios R 5.5 (a); R 6 (b); R 7.1 (c) e R 8.2 (d), momento em que foi realizada a aplicação de Paraquat (400 g i.a ha ⁻¹) para dessecação das plantas em pré-colheita. Pelotas – RS, 2015.....	18
Figura 2. Retenção de sementes de soja em peneira 5.0 mm, sob efeito da aplicação de Paraquat (400 g i.a ha ⁻¹) em diferentes estádios na pré-colheita. Pelotas – RS, 2015.	20
Figura 3. Retenção de sementes de soja em peneira 5.5 mm, sob efeito da aplicação de Paraquat (400 g i.a ha ⁻¹) em diferentes estádios na pré-colheita. Pelotas – RS, 2015.....	21
Figura 4. Retenção de sementes de soja em peneira 6.0 mm, sob efeito da aplicação de Paraquat (400 g i.a ha ⁻¹) em diferentes estádios na pré-colheita. Pelotas – RS, 2015.	22
Figura 5. Retenção de sementes de soja em peneira 6.5 mm, sob efeito da aplicação de Paraquat (400 g i.a ha ⁻¹) em diferentes estádios na pré-colheita. Pelotas – RS, 2015.	23
Figura 6. Massa de mil de sementes de soja, sob efeito da aplicação de Paraquat (400 g i.a ha ⁻¹) em diferentes estádios na pré-colheita. Pelotas – RS, 2015.	25
Figura 7. Produtividade de sementes de soja, sob efeito da aplicação de Paraquat (400 g i.a ha ⁻¹) em diferentes estádios na pré-colheita. Pelotas – RS, 2015.	26

1 Introdução

A soja pode ser consumida *in natura* ou servir como matéria-prima básica para produção do farelo e de óleo, entre outros produtos. É uma das principais *commodities* mundiais, sendo cultivada comercialmente no Brasil há pouco mais de 40 anos (CASTRO et al., 2006). O Brasil ocupa a segunda colocação no que se diz respeito a produção mundial da espécie, pertencendo ao grupo dos maiores produtores conjuntamente com os Estados Unidos e a Argentina (CONAB, 2015).

Na safra 2015/2016 foram cultivados mais de 33 milhões de hectares de soja, sendo que a maior área cultivada se encontra na Região Centro-Oeste do Brasil (CONAB, 2016). Na safra 2014/15, os Estados brasileiros que apresentaram maior área cultivada foram o Mato Grosso, o Paraná e o Rio Grande do Sul, tendo estes, cultivado 8,9; 5,2 e 5,2 milhões de hectares (CONAB, 2015). Neste mesmo ano, os maiores rendimentos ocorreram nos Estados de Roraima, Rondônia, Pará, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Paraná e Santa Catarina, onde a produtividade média foi superior a $3,0 \text{ t ha}^{-1}$ (CONAB, 2015).

Entre os anos de 1980 e 2012/13 houve acréscimo de 300% na área cultivada e de 523% na produção de grãos, merecendo destaque as regiões do Oeste da Bahia, Sul do Tocantins, Pará e Piauí, com forte inserção desta cultura. É possível verificar que a produção aumentou em proporção muito maior que a área cultivada, isso, devido aos programas de melhoramento, biotecnologia, mecanização e defensivos (MENEGHELLO & PESKE, 2013).

O agronegócio brasileiro representa mais de 25% do produto interno bruto do País, sendo que a cadeia produtiva de sementes contribui com parcela expressiva (PESKE et al., 2012). A rentabilidade da lavoura é influenciada diretamente pela qualidade inicial das sementes que será semeada, do mesmo modo que sementes de baixa qualidade comprometem a obtenção do estande adequado de plantas, influindo diretamente na produtividade da lavoura (KRZYZANOWSKI & FRANÇA-NETO, 2003; SCHEEREN et al., 2010).

Na produção de sementes de soja, preconiza-se a realização da colheita próximo da maturidade fisiológica, ponto no qual, as sementes atingem o máximo acúmulo de matéria seca, germinação e vigor. O indício desse estádio é a independência das sementes entre si e em algumas espécies, ao abrir-se o legume observa-se sementes com aspecto brilhante ao invés de esbranquiçado, assim como a ausência de hilo homocromo, revelam a maturidade fisiológica (FERREIRA & BORGHETTI, 2004).

As sementes, do ponto de maturidade fisiológica até a colheita, ficam entre uma e duas semanas expostas a várias adversidades climáticas, promovendo a deterioração, devido aos ciclos de alta umidade e altas temperaturas e que justifica uma das principais causas do descarte de lotes de sementes (PESKE, 2014). A primeira consequência da deterioração são alterações na atividade enzimática, no sistema de membranas celulares, com perdas de eletrólitos como açúcares, aminoácidos e outras substâncias químicas, que com o avanço da deterioração, diminuem a emergência de plântulas à campo, mesmo sob condições ambientais favoráveis. Em casos mais avançados, verifica-se a perda total da capacidade germinativa das sementes (MARCOS FILHO, 2005). De acordo com Peske et al. (2012) o atraso na colheita das sementes em alguns dias e quando apresentam umidade entre 15 a 20%, é suficiente para a ocorrência da deterioração das sementes.

Devido aos efeitos ambientais sobre a deterioração das sementes torna-se importante a operação da colheita quando sementes ainda possuem elevados teores de umidade, contudo, nestas condições há presença de folhas e hastes verdes, tornando a operação mecânica ineficiente com ocorrência de níveis severos de injúrias mecânicas por amassamento (CARVALHO & NAKAGAWA, 2012). Alternativa para contornar esta situação é o emprego de dessecantes vegetativos, envolvendo a aplicação de produtos químicos para a promoção rápida e a completa secagem das estruturas verdes das plantas, facilitando assim, o processo operacional das colhedoras.

A dessecção em pré-colheita de plantas produtoras de sementes tem sido utilizada para diversas culturas, principalmente na soja (DURIGAN & CARVALHO, 1980; LACERDA et al. 2001; KAPES et al. 2009; LAMEGO et al. (2013); INOUE et al. 2012; PEREIRA et al., 2015), milho (MAGALHÃES et al., 2002) e feijão (PENCKOWSKI, 2004). Entre os benefícios que o procedimento proporciona,

destaca-se a antecipação da colheita, a uniformidade de maturação e a obtenção de sementes com superior qualidade fisiológica e sanitária.

A aplicação de paraquat realizado já no estádio R6.5, segundo Nakashima et al. (2000), não ocasiona redução na produtividade, sendo possível a obtenção de sementes com elevada qualidade fisiológica. A dessecação pré-colheita visando a antecipação da colheita não altera o perfil de ácidos graxos dos triglicerídeos presentes na fração lipídica dos cereais, além disto, não resulta em resíduo do produto químico no óleo (GOMES et al., 2003).

A aplicação de dessecantes permite, sob condições normais, antecipação da maturação dos grãos entre sete a dez dias em relação à secagem em ambiente natural. A ocorrência de chuvas após a aplicação pode determinar a inexpressividade da antecipação da colheita, portanto, após a chuva cessar, a perda de umidade é mais rápida em áreas dessecadas comparativamente às que não recebem o produto (BORGES & SIEDE, 2000).

A desuniformidade de maturação ocorre devido a características genéticas e por condições climáticas desfavoráveis, porém, ambas podem ser contornadas com a dessecação. Nessas condições, esta prática revela rápida secagem das partes verdes das plantas de soja e das plantas daninhas, assim como, possibilita melhoria das condições de operação das colhedoras (BORGES & SIEDE, 2000). Diversos estudos demonstram que sementes de plantas não dessecadas apresentam níveis mais elevados de infecções por *Aspergillus* sp. e *Fusarium* sp., comparativamente aquelas advindas de plantas submetidas a aplicação de herbicidas dessecantes. Estudo realizados com a cultura da mamona confirmam a possibilidade da dessecação como ferramenta para diminuição do “mofo cinzento”, pois, em alguns casos, a aplicação pode eliminar as condições favoráveis ao desenvolvimento de determinadas doenças (BORGES & SIEDE, 2000).

A dessecação em pré-colheita possibilita o cultivo de uma segunda cultura em sucessão, sendo esta normalmente milho ou sorgo, e desta forma proporciona a melhoria na eficiência de utilização de áreas de cultivo, máquinas, equipamentos, giro financeiro, aproveitamento de insumos, água do solo, controle de plantas daninhas e no controle de algumas pragas e doenças (SILVA NETO, 2011).

Estudos de Borges & Siede (2000), utilizando o herbicida diquat em pré-colheita da soja, demonstram resultados adequados quanto a germinação de sementes. De acordo com Bülow & Cruz-Silva (2012), a aplicação do herbicida

glifosato aos 117 dias após a emergência da soja, origina sementes com 80% de germinação, sendo que, quando aplicado aos 105 dias após a emergência inviabiliza a germinação total das sementes. Além disso e neste mesmo estudo, o tratamento com paraquat realizado aos 117 dias após a emergência de plantas de soja reduziu a germinação para 40%.

O uso incorreto de dessecantes em pré-colheita na cultura da soja preocupa pesquisadores, pois, o momento da dessecação é decisivo e requer experiência na determinação do estádio correto de desenvolvimento da cultura (BAHRY & ZIMMER, 2014). Segundo Lacerda et al. (2003), dependendo do tipo de dessecante, seu modo de ação e da época em que o mesmo é aplicado, a qualidade das sementes pode ser afetada negativamente, tornando-se inviável tanto para a comercialização e também para a indústria de grãos.

Dessecantes aplicados antes da maturidade fisiológica podem ocasionar má formação das sementes, com destaque para a ocorrência de sementes esverdeadas, além de também reduzir a produtividade e afetar negativamente a germinação e vigor destas estruturas (LAMEGO et al., 2013). Herbicidas utilizados durante a dessecação pré-colheita podem deixar resíduos nas sementes e causar redução da germinação (TOLEDO et al, 2012).

A dessecação em pré-colheita das sementes pode favorecer o aparecimento de sementes esverdeadas, principalmente se o dessecante for aplicado antes do estádio adequado, ou quando a sua aplicação é necessária para corrigir situações em que existe desuniformidade de maturação de plantas. Zorato et al. (2003) verificaram que a dessecação pode ser possível fator que influencia o aparecimento de semente esverdeadas. Segundo França-Neto et al. (2005), alguns fatores que determinam à expressão de sementes esverdeadas são os estresses bióticos e abióticos.

O teor de clorofila em sementes de soja na maturidade fisiológica é influenciado pelo genótipo e, portanto, variável entre as cultivares. Esse nível, conforme o estádio de maturação das sementes pode ser influenciado pelas condições de secagem, ou pelas condições climáticas que afetam o amadurecimento normal em condições de campo (SINNECKER, 2002). Ao final da maturidade fisiológica, a produção de clorofila nas sementes cessa. A clorofila, presente nas sementes e no legume vai sendo degradada pela luz solar, mas também pelo metabolismo natural da planta. A morte prematura das plantas,

ocasionada por situações de estresses climáticos, ou aparecimento de doenças, impede a degradação natural da clorofila e as sementes mantem-se verdes (MANDARINO, 2005).

Em estudos de Bülow & Cruz-Silva (2012), utilizando dessecantes em diferentes épocas de aplicação, observaram que o vigor das sementes pode ser afetado por estes processos. De acordo com estes autores, o herbicida glifosato quando aplicado aos 117 dias após a emergência originou sementes com 81% de vigor, enquanto que a aplicação deste aos 105 dias após a emergência das plantas afetou completamente o vigor das sementes produzidas, atingindo valor de apenas 7%. Daltro et al. (2010) inferem que a utilização de diferentes herbicidas e combinações destes, na dessecação, pode proporcionar diferentes resultados de vigor das sementes de soja, quando estes forem aplicados no estádio R7.

Outra desvantagem da dessecação é a presença do resíduo quando o produto final for destinado à alimentação humana ou animal ou então, quando as moléculas do produto utilizado possuírem capacidade de translocação nas plantas tratadas (REDDY et al., 2004). O Ministério da Agricultura estipula um intervalo de segurança de sete dias e estabelece $0,1 \text{ mg Kg}^{-1}$ como limite máximo de resíduo nos grãos (ANVISA, 2008). Bastidas et al. (1971), avaliando vários produtos na cultura de soja, verificaram que o paraquat, nas doses de $0,36$ e $0,48 \text{ Kg i.a ha}^{-1}$, proporciona antecipação na colheita entre dez e quinze dias e que não ocorre a presença de resíduos destes produtos nas sementes, devido a baixa translocação.

Durigan (1979) estudou a aplicação de paraquat a partir dos 72 e 75 dias após o início de florescimento, nas cultivares IAC-2 e Santa Rosa, respectivamente. Os testes de germinação e de vigor indicaram superioridade fisiológica e sanitária de sementes originadas das plantas dessecadas. Por outro lado, são observados resíduos de paraquat nas sementes, razão para não destinação de produtos oriundos das mesmas, se necessários, ao consumo humano ou animal.

A dessecação de plantas de soja na pré-colheita permite a seleção de biótipos de plantas resistentes ao produto, sendo desta forma, imprescindível o conhecimento da classificação dos herbicidas quanto ao seu mecanismo de ação. Esta prática possibilita o adequado planejamento da rotação do uso de herbicidas e de culturas, visando evitar e retardar o aumento da frequência do biótipo resistentes (BORGES & SIEDE, 2000). Para as cultivares de soja com hábito de crescimento indeterminado, as indicações para o momento mais adequado de aplicação de

produtos dessecantes em pré-colheita são controversas. Este fato assume maior importância diante da maturação desuniforme, aliada a crescente adoção de cultivo dessas cultivares (INOUE et al., 2012).

Existem relatos contraditórios com relação ao uso dos herbicidas na pré-colheita e sua influência nos componentes da produção e da qualidade das sementes. De acordo com Guimarães et al. (2012) a dessecação de plantas de soja em pré-colheita com o herbicida Paraquat nos estádios fenológicos R6, R7.2 e R8.1, não afeta a produtividade da cultura, porém, promove os melhores índices de germinação e vigor das sementes, quando esta prática é efetuada nos primeiros dois estádios mencionados.

De acordo com os mesmos autores, quando ocorrem condições de ausência de chuva em pré-colheita, recomenda-se o uso de Paraquat no estádio R7.1 como uma alternativa para antecipar a colheita. Em contrapartida, conforme Lamego et al. (2013), o uso de dessecantes pode reduzir a produtividade e a qualidade de sementes, os quais observaram que a aplicação de Paraquat no estádio R6.0 e R7.1 reduziu em 35 e 13% a produtividade de sementes da cultura, respectivamente. Além disso, as sementes oriundas da dessecação no estádio R6.0 apresentaram menor vigor de plântulas.

Diante o exposto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade física e a produtividade de sementes de soja produzidas sob efeito do herbicida paraquat aplicado na pré-colheita, em diferentes estádios fenológicos das plantas.

2 Material e métodos

O experimento foi realizado na Fazenda Santa Bárbara da Boa Vista, localizada no município de Cabeceiras, Estado de Goiás. A propriedade está situada nas coordenadas de latitude 15° 42' 26" S e longitude: 53° 49' 46" W, com aproximadamente 924 m de altitude e a região possui precipitação média anual de 1300 mm e a temperatura média anual de 23,5 °C, sendo o solo caracterizado como Latossolo Vermelho.

A cultivar utilizada foi a P98Y12 RR, de ciclo indeterminado, semeada em sistema de semeadura direta na palha, utilizando espaçamento entre linhas de 50cm e densidade de semeadura de 10 sementes por metro linear, configurando uma população final de 18 plantas m². Para a adubação de correção foram utilizados 250 Kg ha⁻¹ do formulado 05-37-00 no sulco de semeadura e 120 Kg ha⁻¹ de cloreto de potássio, a lanço e antes da semeadura.

As sementes foram tratadas com Dermacor® e Maxim® XL na dosagem 1mL para 1Kg e inoculadas com *Bradyrhizobium japonicum* e *Trichoderma harzianum*, na mesma dosagem. Para o controle de plantas daninhas, pragas e doenças foram utilizados produtos específicos e seguidas recomendações (EMBRAPA, 2011). Para definir a época de aplicação do herbicida, avaliou-se o estádio fenológico da cultura, conforme escala para cultura e o teor de água das sementes (MARCOS FILHO, 2005). Antes da aplicação foram coletadas vagens de diferentes plantas em cada uma das parcelas, desprezando-se 1 metro das bordaduras.

Para as aplicações foram utilizados, 1,5 L ha⁻¹ de Glyphotal®, 0,5L ha⁻¹ de Agefix® e 50g ha⁻¹ de Classic®, pós emergentes com 2L ha⁻¹ de Glyphotal®, 0,5Lts ha⁻¹ de Agefix® e 1L ha⁻¹ do inseticida Lannate® BR, em sequência utilizou-se uma aplicação de adubo foliar Microxisto® PD dosagem de 2L ha⁻¹ e 1L ha⁻¹ do inseticida Lannate® BR. A primeira aplicação de fungicida foi realizada com 0,3L ha⁻¹ do fungicida Aproach® Prima, 0,3L ha⁻¹ de Nimbus®, 1Kg ha⁻¹ de Unizeb Gold® e 0,3L ha⁻¹ do inseticida Curyom® 550 CE, logo após foi realizada uma aplicação de inseticida com 0,4L ha⁻¹ de Atrabon® 50CE e 0,3L ha⁻¹ de Engeo™ Pleno. Na

segunda aplicação de fungicida foi utilizado 0,3L ha⁻¹ do fungicida Aproach® Prima, 0,3L ha⁻¹ de Nimbus® e 0,3L ha⁻¹ do inseticida Dipel® WP, logo em seguida foi realizado uma aplicação do inseticida com 0,25L ha⁻¹ de Talisman®, juntamente com o adubo foliar Golden Seeds® na dosagem 2L ha⁻¹. Para a terceira e última aplicação de fungicida foi utilizado 0,4L ha⁻¹ de Priori Xtra® e 0,3L ha⁻¹ de Nimbus®.

As amostras foram coletadas em área determinada, conforme mapa de agricultura de precisão, sendo a referida área amostral, uniforme dentro do talhão. As amostras foram debulhadas de forma manual e a determinação de umidade das sementes foi realizada através do método de estufa a 105°C (BRASIL, 2009), com o objetivo de mensurar a umidade da semente no momento da dessecação. Os tratamentos consistiram em cinco épocas de dessecação na pré-colheita, as quais, corresponderam a diferentes estádios fenológicos da cultura, sendo: R5.5 (maioria das vagens entre 75% e 100% de enchimento – 93 dias após a semeadura - DAS), R6 (vagens com enchimento pleno 100% e folhas verdes – 100 DAS), R7.1 (início a 50% de amarelecimento das folhas – 104 DAS), R7.3 (mais de 75% de folhas amarelas – 109 DAS), R8.2 (mais de 50% de desfolha a pré-colheita – 112 DAS), (EMBRAPA, 2011), onde detalhes das vagens em cada estádio de aplicação podem ser visualizados na Figura 1.

Para cada tratamento, obteve-se diferença do período compreendido entre a aplicação até a colheita, sendo: [(aplicação em R5.5, colheita 16 dias após a dessecação – DAD), (aplicação em R6 colheita 11 DAD), (aplicação em R7.1 colheita 8 DAD), (aplicação em R7.3 colheita 4 DAD) e (aplicação em R8.2 colheita 3 DAD)].

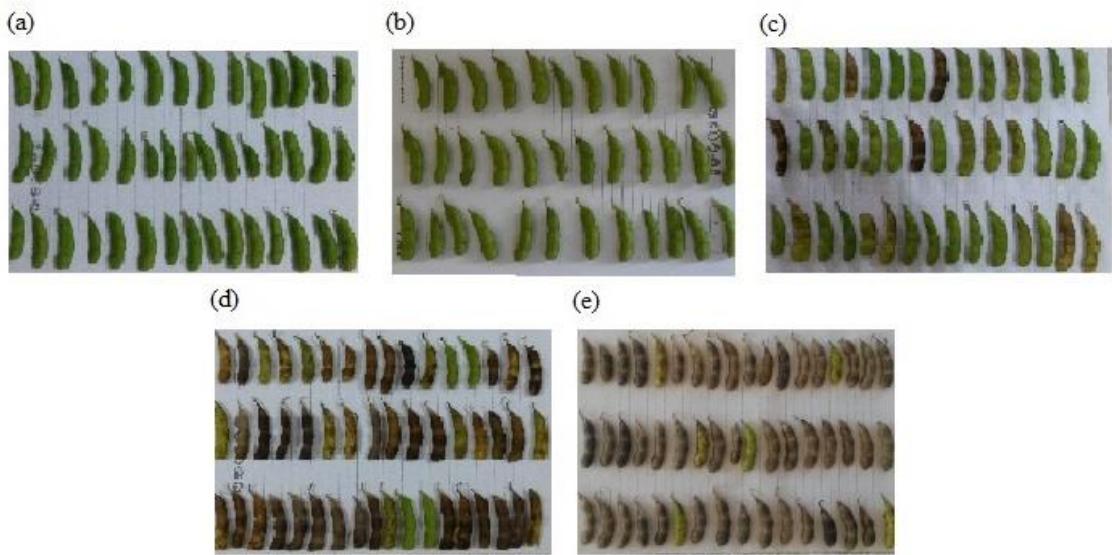


Figura 1 – Vagens de soja nos estádios R 5.5 (a); R 6 (b); R 7.1 (c) e R 8.2 (d), momento em que foi realizada a aplicação de Paraquat (400 g i.a ha⁻¹) para dessecação das plantas em pré-colheita. Pelotas, 2015.

As parcelas contemplaram as dimensões de 10 x 15 m e o produto utilizado para a dessecação das plantas foi o Paraquat na dose de 400 gramas i.a. ha⁻¹. A aplicação foi realizada com pulverizador costal acoplado a uma barra de um metro dotada de três bicos cônicos, atingindo uma vazão de 400L ha⁻¹. A colheita foi realizada de forma manual, sendo submetidas ao beneficiamento e posteriormente às avaliações:

Massa de mil sementes – avaliada através de oito subamostras de 100 sementes por repetição, de acordo com Regras para Analise de Sementes (BRASIL, 2009).

Teste de retenção em peneiras – cada amostra de 200g proveniente da amostra de trabalho foi dividida em duas repetições de 100g para cada tratamento, sendo as sementes submetidas a um conjunto de peneiras de furos redondos em sequência decrescente da largura de 6,5 mm até 5,0mm, mais fundo falso. As quantidades retidas em cada peneira foram separadas, pesadas e após determinando seu valor percentual.

Produtividade – a produtividade foi determinada em pela avaliação da área útil das parcelas. Os dados obtidos foram corrigidos para 12,5% de umidade e transformados em Kg ha^{-1} .

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com cinco repetições. Os dados foram submetidos a análise de variância e comparados pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

3 Resultados e discussão

Para os resultados de retenção na peneira 5.0, verificou-se a redução do tamanho das sementes quando a aplicação de paraquat foi realizada no estádio R5.5, tratamento no qual constatam-se, os maiores valores de retenção (Figura 2). A retenção de sementes na peneira 5.0 foi inferior para os demais tratamentos, que não diferiram entre si.

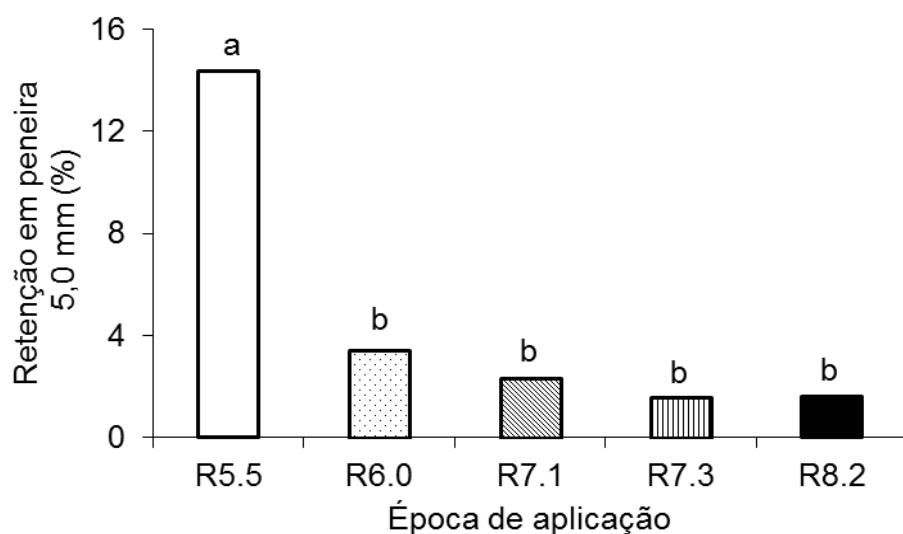


Figura 2 – Retenção de sementes de soja em peneira 5.0 mm, sob influência da aplicação de Paraquat (400 g i.a ha⁻¹) em diferentes estádios fenológicos de plantas na pré-colheita. Pelotas, 2015.

Houve acentuada redução do tamanho das sementes quando a aplicação do desfolhante paraquat foi realizada no estádio R5.5. Este processo pode ser decorrente do fato das sementes não se encontrarem no ponto de maturidade fisiológica, onde ocorre o maior acúmulo de matéria seca (PESKE et al., 2012).

Percebe-se que o enchimento das sementes pode ser influenciado severamente pela redução da área de folhas, causada pela aplicação do desfolhante.

De modo semelhante à retenção de sementes em peneira 5.0 (Figura 2), a retenção de sementes em peneira 5.5 foi superior quanto tratamento constou da aplicação do paraquat no estádio R5.5 (Figura 3). A retenção em peneira 5.5 demonstrou resultados intermediários nos tratamentos onde a aplicação ocorreu nos estádios R6.0 e R7.1 e os menores valores de retenção foram constatados para os tratamentos em que a aplicação do produto foi realizada nos estádios 7.3 e 8.2.

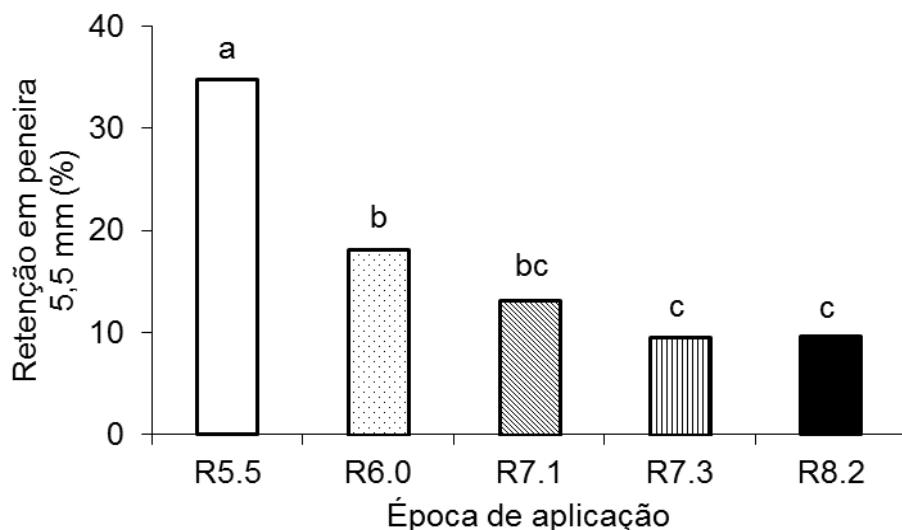


Figura 3 - Retenção de sementes de soja em peneira 5.5 mm, sob influência da aplicação de Paraquat (400 g i.a ha⁻¹) em diferentes estádios fenológicos de plantas na pré-colheita. Pelotas, 2015.

O menor diâmetro das sementes, possivelmente, cuja ocorrência foi verificada de forma mais acentuada em sementes do tratamento R5.5 e também nos tratamentos de aplicação nos estádios R6.0 e R7.1 em relação ao R7.3 e R8.2, podem ser em decorrência da influência do produto na deposição de reservas, resultando em sementes menores e com formação inadequada (LAMEGO et al., 2013). A redução da área de captação de energia luminosa pode resultar na menor quantidade de carbono fixado via fotossíntese e na menor produção e alocação de assimilados nas sementes (LOPES & LIMA, 2015).

De acordo com KAPPES et al. (2009), a aplicação de paraquat em plantas de soja resulta na rápida dessecação das folhas desta espécie. Conforme os mesmos autores, a aplicação em plantas no estádio fenológico R6.0 provoca a redução de 12 dias no ciclo da cultura, comparativamente quando a aplicação deste dessecante é realizada em R7.3.

A maior retenção de sementes na peneira 6.0 foi observada para os tratamentos que constaram da aplicação do paraquat nos estádios R5.5 e R6.0, quando relacionados aos tratamentos que constaram de aplicação em R7.3 e R8.2, todavia, evidencia-se resultado intermediário quando a aplicação ocorreu em R7.1 (Figura 4).

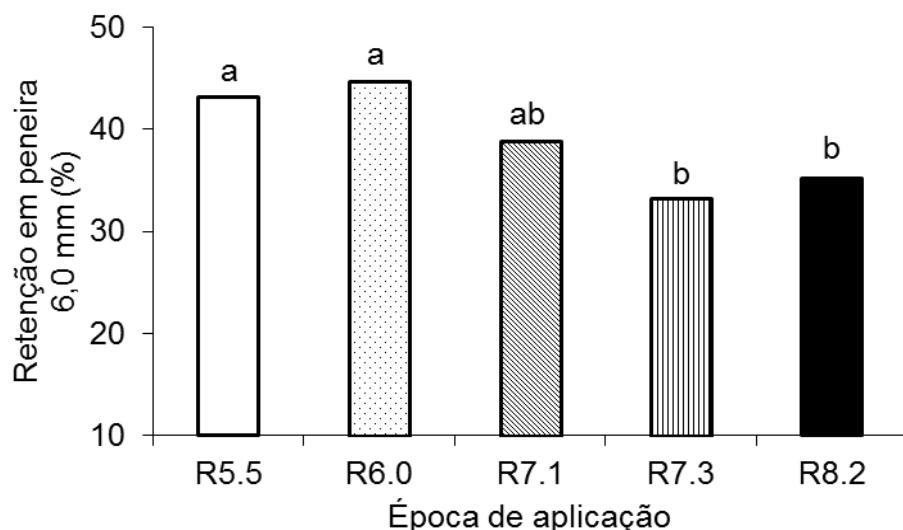


Figura 4 - Retenção de sementes de soja em peneira 6,0 mm, sob influência da aplicação de paraquat ($400 \text{ g i.a ha}^{-1}$) em diferentes estádios fenológicos de plantas na pré-colheita. Pelotas, 2015.

As sementes de soja atingem a maturidade fisiológica em R7.1, contudo, sabe-se que a maturação das sementes é desuniforme dentro da mesma planta, principalmente em cultivares de ciclo indeterminado. Desta maneira, a redução imediata da área foliar e a morte da planta devido a aplicação do dessecante pode ter interrompido a produção, o transporte e o acúmulo de fotoassimilados em sementes que ainda não haviam atingido a maturidade fisiológica. Assim, o

resultado intermediário constatado em plantas deste tratamento pode ser associado às sementes em sua totalidade, não terem atingido de forma integral a fase II no estágio de desenvolvimento das sementes, onde ocorre o maior acúmulo de matéria seca (MARCOS FILHO, 2005).

A maior retenção em peneira 6.5 mm foi observada quando a aplicação do herbicida paraquat foi realizada nos estádios R7.3 e R8.2, comparativamente aos demais avaliados (Figura 5). Há indicativo que nestes tratamentos, foram obtidas sementes de maior largura, resultando em maior massa, como pode ser constatado pela avaliação da massa de mil sementes (Figura 6), proporcionado consequentemente maior produtividade em plantas destes tratamentos (Figura 7).

A maior largura das sementes obtidas neste tratamento pode estar relacionada com a eficiente produção e translocação de assimilados durante toda a fase de enchimento das sementes, em relação aos demais tratamentos, os quais podem ter sido influenciados negativamente pela aplicação do Paraquat, em virtude da redução do tamanho e duração do aparelho fotossintético, bem como do ciclo das plantas.

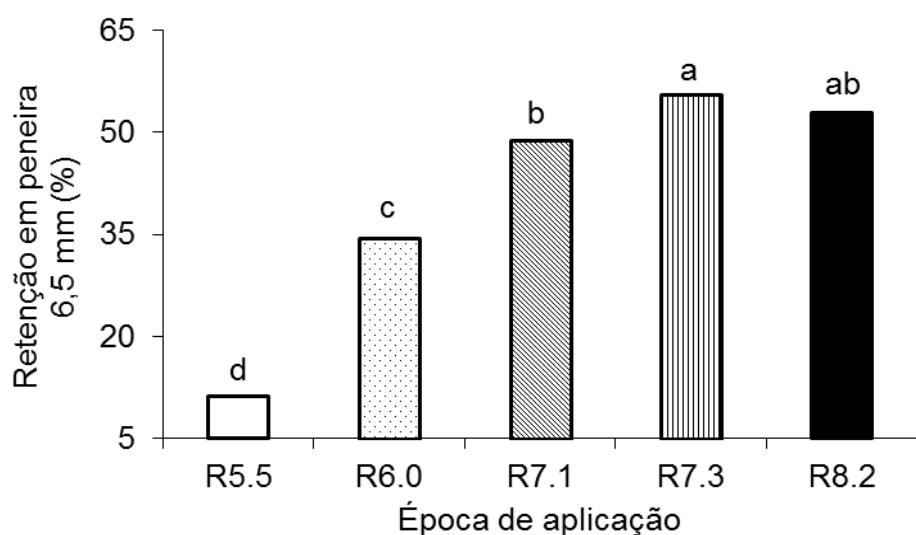


Figura 5 – Retenção de sementes de soja em peneira 6.5 mm, sob influência da aplicação de paraquat (400 g i.a ha⁻¹) em diferentes estádios fenológicos de plantas na pré-colheita. Pelotas, 2015.

Os valores de massa de mil sementes foram reduzidos pela aplicação precoce do Paraquat, nos estádios R5.5 e R6.0. A redução mais drástica foi constatada para o tratamento onde a aplicação foi realizada no estádio 5.5 (Figura 6). Os maiores valores de massa de mil sementes foram obtidos nos tratamentos que constaram da aplicação do produto nos estádios R7.1, R7.3 e R8.2, os quais não diferiram entre si.

Esses resultados podem ser explicados pela acentuada redução do tamanho das sementes quando a aplicação ocorreu nos estádios R5.5 e R6.0, conforme pode ser constatado nas figuras 4 e 5, possivelmente, em decorrência das sementes não terem atingido o ponto de maturidade fisiológica, momento que atingem o maior acúmulo de matéria seca (PESKE et al., 2012).

A utilização de produtos dessecantes pode uniformizar as plantas para colheita, contudo, quando a aplicação se dá nas fases de divisão, expansão, deposição de reservas ou ajuste de membranas pode diminuir a quantidade de reservas alocadas, diminuir a massa de sementes e o rendimento e influenciar negativamente o vigor das sementes (LAMEGO et al., 2013).

Avaliando os resultados de produtividade e de massa de mil de sementes, percebe-se que há correspondência entre ambos, pois a massa de mil sementes geralmente, é o componente que mais explica a produtividade (LAMEGO et al., 2013). Resultados semelhantes foram encontrados por Inoue et al (2012), com redução da massa de sementes quando a aplicação ocorreu nos estádios R6.5 e R7.0, em relação a aplicação em R.7.5, utilizando a cultivar SYN 9074 RR.

A produtividade de sementes de soja foi superior nos tratamentos onde a aplicação do Paraquat foi realizada nos estádios R7.3 e 8.2, com resultados intermediários quando a aplicação foi realizada em R.6 e R7.3 e resultados inferiores quando o produto foi aplicado em estádio mais precoce, em R5.5 (Figura 7). Este resultado pode ser relacionado ao menor tamanho e a massa das sementes, conforme constatado pelo teste de retenção de peneiras (Figura 2; 3; 4 e 5) e pela massa de mil sementes (Figura 6).

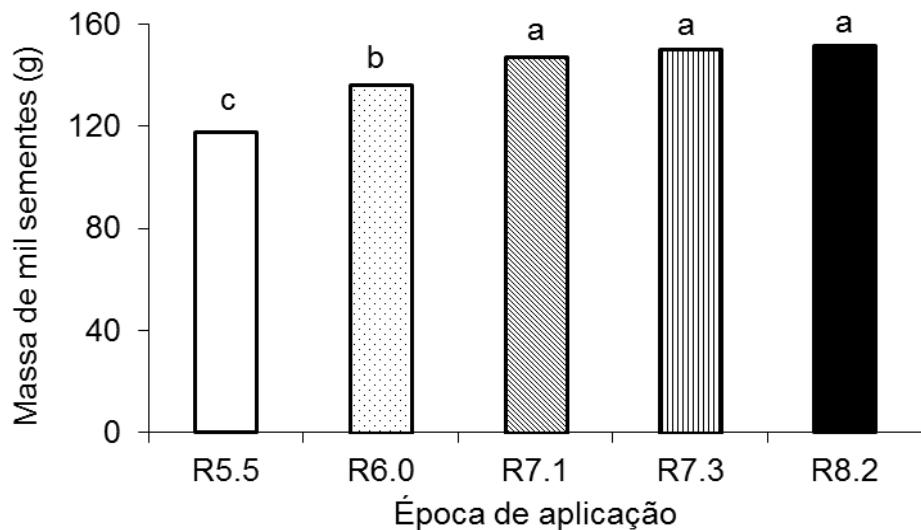


Figura 6 – Massa de mil de sementes de soja, sob influência da aplicação de paraquat (400 g i.a ha⁻¹) em diferentes estádios fenológicos de plantas na pré-colheita. Pelotas, 2015.

De acordo com Dalchivan & Carvalho (2012), tanto o número de vagens como a massa das sementes por plantas demonstram relação direta com o rendimento de plantas de soja. Neste sentido, ambos os componentes de rendimento podem ser afetados de forma negativa pelo manejo empregado, condições climáticas e potencial produtivo da cultivar (MUNDSTOCK & THOMAS, 2005).

A estabilização da produtividade evidenciada a partir do estádio R7.3 pode ser explicada pelas sementes terem atingido a maturidade fisiológica. Pereira et al (2015) relata que a partir da maturidade fisiológica, as sementes já acumularam quantidades consideráveis de matéria seca, onde a produtividade já não é mais alterada negativamente pela aplicação de herbicida. Resultados semelhantes foram obtidos por Inoue et al (2012) ao utilizar dessecantes a partir do estádio R7.5.

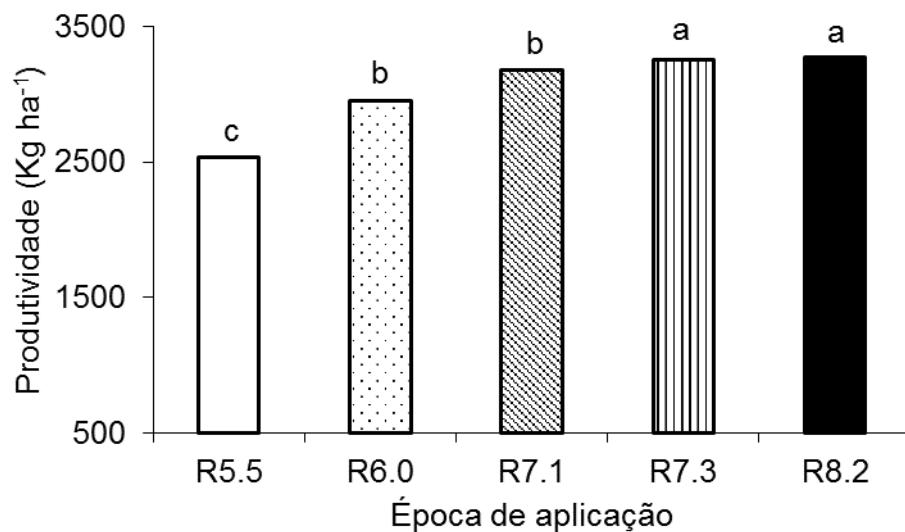


Figura 7 – Produtividade de sementes de soja, sob influência da aplicação de paraquat (400 g i.a ha⁻¹) em diferentes estádios fenológicos de plantas na pré-colheita. Pelotas, 2015.

Desta maneira, evidencia-se que a aplicação do desfolhante paraquat aplicado em plantas de soja com estádios de desenvolvimento possivelmente anteriores a maturidade fisiológica das sementes, compromete a adequada formação e desenvolvimento, influenciando na qualidade física, conforme constatado pela redução da largura e da massa e por consequência, ocasionando a redução da produtividade.

4 Considerações finais

A dessecção na pré-colheita em soja somente deve ser utilizada em caso de extrema necessidade, devendo sempre ser priorizado o estabelecimento de cultivos a partir de sementes de alto vigor, visando o desenvolvimento e a maturação mais uniforme das plantas e sementes.

A aplicação de paraquat em plantas nos estádios R5.5, R6.0 e R7.1 reduz a massa de mil e a produtividade de sementes, comparativamente à aplicação realizada nos estádios R7.3 e R8.2.

5 Referências

- AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Requisitos mínimos para estudo de resíduos: teste de campo.** Disponível em: <<http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/anvisa+portal/anvisa/inicio/agrotoxicos+e+toxicologia/publicacao+agrotoxico+toxicologia/requisitos+minimos+para+estudo+de+residuos+-+teste+de+campo>>. Acesso em: 18 out. 2008
- BAHRY, Carlos André; ZIMMER, Paulo Dejalma. **Sementes Aspectos Ligados à Gestão, ao Mercado e à Produção.** Pelotas: UFPel, 2014. 212p.
- BORGES, E. P.; SIEDE, P. K. Dessecação da soja para antecipação do plantio da safrinha. **Informações Agronômicas**, Piracicaba, n. 91, 2000. Disponível em: <<http://www.ipni.org.br/ppiweb/brazil.nsf/87cb8a98bf72572b8525693e0053ea70/d5fb> c829a2f54298832569f8004695c5/\$FILE/Page6-7-91.pdf>. Acesso em: 22 maio 2008.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. **Regras para análise de sementes.** Brasília, DF: 2009. 399p.
- BEWLEY, J. D.; BRADFORD, K. J.; HILHORST, H. W. M.; NONOGAKI, H. **Seeds: physiology of development, germination and dormancy.** 3.ed. New York: Springer, 2013. 392 p.
- BÜLOW, R. L.; CRUZ-SILVA, C. T. A.; Dessecantes aplicados na pré-colheita na qualidade Fisiológica de sementes de soja. **Journal of Agronomic Sciences**, Umuarama, v.1, n.1, p.67-75, 2012.
- CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes:** ciência, tecnologia e produção. 5.ed. Jaboticabal: Funep, 2012. 590 p.
- CASTRO, de S. H.; REIS, R. P.; LIMA, A. L. R. Custos de produção da soja cultivada sob sistema de plantio direto: estudo de multicasos no oeste da Bahia. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 30, n. 6, p. 1146-1153, 2006.

CONAB – COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Acompanhamento da safra brasileira de grãos, v. 3 Safra 2015/16 Disponível em:<www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16_04_07_10_39_11_boletim_graos_abril_2016.pdf>. Acesso em 06 mai. 2016.

CONAB – COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Acompanhamento da safra brasileira de grãos. Boletim grãos setembro de 2015. Safra 2014/15. <www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15_09_11_10_42_03_boletim_graos_setembro_2015.pdf>. Acesso em 11 de Mai. 2016.

DALCHIAVON, F. C.; CARVALHO, M. P. Correlação linear e espacial dos componentes de produção e produtividade da soja. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 33, n. 2, p. 541-552, 2012.

DALTRO, E. M. F.; ALBUQUERQUE, M.C.F.3; FRANÇA NETO, J.B.; GUIMARÃES, S. C.; GAZZIERO, D. L. P.; HENNING, A.A. Aplicação de dessecantes em pré-colheita: efeito na qualidade fisiológica de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 32, n.1, p.111-122, 2010.

DURIGAN, J. C.; CARVALHO, N. M. Aplicação em pré-colheita de dessecante em duas cultivares de soja (*Glycine max(L.) Merrill*) II: efeitos sobre a incidência de fungos nas sementes. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 3, p. 115-121, 1980.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUARIA (EMBRAPA). Sistemas de Produção 15. **Tecnologias de Produção de Soja - Região Central do Brasil** 2012 e 2013. Londrina, Embrapa, 2011.

FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. **Germinação**: do básico ao aplicado. Porto Alegre: Artmed, 2004. 323 p.

FRANÇA NETO, J.B.; PÁDUA, G.P.; CARVALHO, M.M.L.; COSTA, O.; BRUMATTI, P.S.R.; KRZYZANOWSKI, F.C.; COSTA, N.P.; HENNING, A.A.; SANCHES, D.P. 32 **Sementes esverdeadas de soja e sua qualidade fisiológica**. Londrina: Embrapa Soja, 2005. 8p. (Embrapa Soja. Circular Técnica, 38).

GOMES, J.C.; SOARES, L. F.; PEREIRA, C. A.; JHAM, G. N. Efeito do dessecante paraquat na qualidade da fração lipídica da soja. **Ciência e Agrotecnologia**, v.27, n.1, p.178-184, 2003.

GUIMARÃES, V. F.; HOLLMANN, M. J.; FIOREZE, S. L.; ECHE, M. M.; RODRIGUES-COSTA, A. C. P.; ANDREOTTI, M. Produtividade e qualidade de

sementes de soja em função de estádios de dessecação e herbicidas. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 30, n. 3, p. 567-573, 2012.

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

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.001-006, Jan./Feb. 2009.

KRZYZANOWSKI, F.C.; FRANÇA-NETO, J.B. Agregando valor a sementes de soja. **Revista SEED News**. Ano 7, n.5, p.22- 27, 2003.

LACERDA, A. L. S. et al. Armazenamento de sementes de soja dessecadas e Avaliação da qualidade fisiológica, bioquímica e sanitária. **Revista Brasileira de Sementes**, v.25, n.2, p.97-105, 2003.

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

LACERDA, A.L.S. et al. Aplicação de dessecantes na cultura da soja: antecipação da colheita e produção de sementes. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 19, n. 3, p. 381-390, 2001.

LAMEGO, F. P.; GALLON, M.; BASSO, C. J.; KULCZYNSKI, S. M.; RUCHEL, Q.; KASPARY, T. E.; SANTI, A. L. Dessecação pré colheita e efeitos sobre a produtividade e qualidade fisiológica de sementes. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 31, n. 1, p. 929-938, 2013.

MAGALHÃES, P. C.; DURÃES, F. O. M.; KARAM, D. Eficiência dos dessecantes paraquat e diquat na antecipação da colheita do milho. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 20, n. 3, p. 449-455, 2002.

MANDARINO, J. M. G. **Coloração esverdeada nos grãos de soja e seus derivados**. Londrina: Embrapa Soja, 2005.

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

MENEGHELLO, G. E.; PESKE, S. T. A grandeza do negócio de sementes de soja no brasil. **SEED News**, Ano XVII Nº4, pelotas, p. 24-30, 2013.

MUNDSTOCK, C. M.; THOMAS, A. L. **Soja fatores que afetam o crescimento e o rendimento de grãos**. Porto Alegre: Evangraf, 2005. 31 p.

PENCKOWSKI, L. H. **Eficiência de diferentes doses de diquat e glufosinato+ethephon na dessecação de pré colheita de feijão**. In: Congresso Brasileiro da Ciência das Plantas Daninhas, 24., 2004, São Pedro.

PESKE, S. T. **Colheita: quando e como?** SEED News, Ano XVIII Nº5, pelotas, p. 28-34, 2014.

PESKE, S. T.; VILLELA, F. A.; MENEGELLO, G. E. Promovendo os benefícios da semente de alta qualidade. **SEED News**, N° 2, pelotas, p. 26-32, 2016.

PESKE, S. T.; VILLELA, F. A.; MENEGHELLO, G. E. **Sementes: Fundamentos Científicos e Tecnológicos**. 3. Ed. Pelotas, 2012. 573p.

REDDY, K. N.; RIMANDO, A. M.; DUKE, S. O. Amino methyl phosphonic acid, a metabolite of glyphosate, causes injury in glyphosate-treated, glyphosate-resistant soybean. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Columbus, v. 52, n. 16, p. 5139-5143, 2004.

SCHEEREN, B. R. **Identificação de Um Mau Estabelecimento de Plantas**. SEED News, Ano XVII Nº2, pelotas, p. 16-19, 2013.

SCHEEREN, B.R.; PESKE, S.T.; SCHUCH, L.O.B.; BARROS, A.C.A. Qualidade fisiológica e produtividade de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, v.32, p.35-41, 2010

SILVA NETO, S. P da. **Dessecação pré-colheita da soja no cenário da safrinha**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2011. Disponível em:

<<http://www.cpac.embrapa.br/noticias/artigosmidia/publicados/289/>>. Acesso em: 12 jan. 2011.

SILVA NETO, S. P da. **Importância da cultivar de soja na viabilidade da sucessão soja-milho.** Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2011. Disponível em: <<http://www.cpac.embrapa.br/noticias/artigosmidia/publicados/323/>>. Acesso em: 22 ago. 2011.

SINNECKER, P. Degradação da clorofila durante a maturação e secagem de semente de soja. 2002. 103 p. **Tese** (Doutorado em Ciência dos Alimentos)- Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

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

ZORATO, M.F.; PESKE, S.T.; TAKEDA, C.; FRANÇA-NETO, J.B. Sementes de soja que retém clorofila e qualidade fisiológica. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SEMENTES, 13., 2003, Gramado. Resumos... Londrina: Associação Brasileira de Tecnologia de Sementes, **Informativo ABRATES**, Londrina, v.13, n.3, p.295, set. 2003b. Número Especial.