



**LUCAS STAFOCHI FRARE**

**AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DA DESSECAÇÃO PRÉ-  
COLHEITA DA SOJA EM DIFERENTES ESTÁDIOS**

**LAVRAS-MG**

**2018**

**LUCAS STAFOCHI FRARE**

# **AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DA DESSECAÇÃO PRÉ- COLHEITA DA SOJA EM DIFERENTES ESTÁDIOS**

Monografia apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do curso de Agronomia, para obtenção do título de Bacharel.

Prof. Dr. Silvino Guimarães Moreira

Orientador

Dr. Flávia Carvalho Santos

Coorientadora

Ms. Carine Gregório Machado Silva

Coorientadora

**LAVRAS-MG**

**2019**

**LUCAS STAFOCHI FRARE**

# **AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DA DESSECAÇÃO PRÉ- COLHEITA DA SOJA EM DIFERENTES ESTÁDIOS**

Monografia apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do curso de Agronomia, para obtenção do título de Bacharel.

APROVADA em 11 de junho de 2019

Ms. Carine Gregório Machado Silva	UFLA
Ms. Inara Alves Martins	UFLA
Dr. Flávia Carvalho Santos	Rehagro Pesquisa

Prof. Dr. Silvino Guimarães Moreira

Orientador

Dr. Flávia Carvalho Santos

Coorientadora

Ms. Carine Gregório Machado Silva

Coorientadora

**LAVRAS-MG**

**2019**

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente agradeço a todo aprendizado, todas as amizades feitas e todo o desenvolvimento pessoal e profissional que a Universidade Federal de Lavras me proporcionou.

Agradeço aos meus amigos William e Raphael por poder sempre contar com eles em qualquer momento.

Agradeço a minha namorada Mariana por todo apoio, toda a força e por sempre estar ao meu lado me incentivando a nunca desistir.

Ao meu orientador, Silvino, agradeço imensamente por todo o ensino proporcionado, que me ajudou a encontrar o caminho que eu queria no curso e também por toda a paciência e orientação disponibilizadas à minha formação. Agradeço também a minha coorientadora, Carine, por toda ajuda disponibilizada durante esse trabalho.

Ao Grupo de Pesquisa em Manejo de Produção (Gmap) por toda experiência vivida e todas as amizades encontradas.

Agradeço a Rehagro Pesquisa pelo investimento do projeto, em especial à Flávia por todo auxílio prestado nesse trabalho e por todo aprendizado durante meu estágio obrigatório.

Aos meus irmãos, Diogo e Juliana, por toda a irmandade cultivada, por todos os puxões de orelha nas horas que necessitei, por todo carinho e conforto que vocês me trazem, só de saber que sempre terei vocês para contar com o que for.

Acima de tudo, agradeço a toda minha família, avós, tios, primos, e principalmente meus pais, Maria Aparecida e Antônio Carlos, por todo o esforço incrível que sempre fizeram por seus filhos, por sempre acreditarem em meu potencial e me incentivarem a ir em frente, enfrentar e vencer. O carinho de vocês sempre será minha melhor qualidade.

**MUITO OBRIGADO.**

## RESUMO

Atualmente, o Brasil é o segundo maior produtor de soja no mundo, mas muito próximo do campeão de produção, os EUA. No entanto, em breve tem potencial para se tornar o maior produtor mundial de soja. A dedicação em estudos e desenvolvimento de técnicas de manejo adequadas à cultura, aliada às tecnologias disponíveis atualmente, são fatores que possibilitam essa realidade na agricultura brasileira, sendo a dessecação um importante manejo adotado pelos produtores para se manter uma uniformidade da maturidade dos grãos durante a colheita. Objetivou-se com esse trabalho avaliar três diferentes estádios de dessecação na pré-colheita de lavoura de soja a fim de se mensurar as perdas causadas pela dessecação antecipada da soja. Para isso, realizou-se um experimento em campo, na Estação Experimental Rebagro Pesquisa, localizada em Nazareno-MG, utilizando-se a cultivar de soja M6410 IPRO e o herbicida paraquat como dessecante (Helmoxone®). O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com 4 tratamentos e 4 repetições. Os tratamentos foram: 1. Controle (sem dessecação química); 2. Paraquat aplicado no estádio R5.5; 3. paraquat aplicado no estádio R6; 4. Paraquat aplicado no estádio R7.2. Verificou-se que não houve diferença significativa no peso de mil sementes (PMS) e na produtividade entre a aplicação do paraquat no estádio R7.2 e o controle, concluindo que esse estádio é o mais adequado para o manejo da dessecação.

Palavras chaves: *Glycine max*, paraquat, produtividade de soja.

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>7</b>
<b>2. REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>7</b>
<b>2.1. Expansão, economia e mercado da soja no Brasil.....</b>	<b>7</b>
<b>2.2. Estádios fenológicos da soja.....</b>	<b>9</b>
<b>2.2.1. Estádio vegetativo.....</b>	<b>9</b>
<b>2.2.2. Estádio reprodutivo.....</b>	<b>10</b>
<b>2.3. Dessecação da soja.....</b>	<b>12</b>
<b>2.4. Herbicidas utilizados na dessecação.....</b>	<b>14</b>
<b>3. MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>	<b>15</b>
<b>3.1. Local, cultura e condições gerais do experimento.....</b>	<b>15</b>
<b>3.2. Delineamento experimental e condução do experimento.....</b>	<b>16</b>
<b>3.3. Avaliações realizadas.....</b>	<b>16</b>
<b>3.4. Análise estatística.....</b>	<b>16</b>
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>17</b>
<b>5. CONCLUSÕES.....</b>	<b>18</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>19</b>
<b>APÊNDICES.....</b>	<b>23</b>

## **1- INTRODUÇÃO**

Atualmente cerca de 80-90% das lavouras de soja são dessecadas no Brasil com os objetivos de antecipar a colheita e entrar com a segunda safra mais cedo, controlar plantas daninhas durante a colheita e controlar pragas e doenças no final do ciclo.

Outro fato importante nos dias atuais é que há algumas cultivares que mantêm a haste verde após a maturidade fisiológica por longos períodos. Com isso, os produtores são obrigados a efetuar a dessecação para provocar queda das folhas e seca das vagens.

Diante dessa possibilidade de dessecação antecipada, alguns produtores passaram a utilizar a dessecação muitas vezes de maneira equivocada, geralmente entrando com a dessecação pré-colheita em lavouras de soja antes do período considerado adequado, visando antecipar a colheita, para semeadura da segunda safra mais cedo. Muitas vezes essa tomada de decisão ocorre quando os grãos nem mesmo terminaram de granar, ou seja, antes mesmo de atingir o acúmulo máximo de matéria seca e, conseqüentemente, a maturidade fisiológica. Desse modo, o peso dos grãos diminui e a produtividade da lavoura é comprometida, sendo observadas essas condições se tornarem cada vez mais comuns no campo.

O objetivo do presente estudo foi avaliar a melhor época para o manejo da dessecação pré-colheita em lavouras de soja no sul de Minas Gerais, podendo auxiliar na tomada de decisão dos produtores da região.

## **2- REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1- EXPANSÃO, ECONOMIA E MERCADO DA SOJA NO BRASIL**

A soja foi introduzida em 1882, sendo inicialmente testada na Bahia. Porém, a baixa latitude do estado (12°S) não trouxe êxito em sua produção. Somente em 1900 ela foi testada no RS, com latitude originalmente mais recomendada à cultura, obtendo-se um resultado mais satisfatório para a cultura no Brasil. Entretanto, sua importância no cenário nacional tomou força a partir dos anos 60 e, desde então, a produção da soja no Brasil cresceu de forma rápida, colocando o país como um dos principais produtores e exportadores do grão no mundo (EMBRAPA 2008).

A crescente demanda do grão de soja como principal fonte de proteína, óleos e derivados, faz crescer cada vez mais a busca por tecnologias que possam ampliar sua produção. No Brasil, a primeira grande revolução da soja foi a sua expansão para a região do cerrado brasileiro. Sendo uma planta de dias curtos, originalmente ela se adaptaria melhor em regiões de clima temperado, com latitudes acima dos 30°. Porém,

com os avanços genéticos alcançados pela EMBRAPA soja, foi possível utilizar cultivares adaptadas a climas tropicais e subtropicais, possibilitando a expansão territorial da cultura por todo o Brasil (ALMEIDA et al., 1999).

A soja possui grande capacidade para a produção de proteínas e óleo, por isso é utilizada em diferentes alimentos para os humanos e animais. A partir do esmagamento do grão se obtém dois tipos de produtos, o farelo e o óleo bruto. O farelo de soja é usado principalmente na produção de ração animal. O óleo passa por diversos processos de refinamento para, por fim, gerar o óleo refinado, muito utilizado em cozinhas, além de seus derivados como a margarina, gorduras, etc (COSTA, 2005).

A soja é uma das mais importantes culturas na economia mundial. Seus grãos, além de serem muito utilizados pela agroindústria (produção de óleo vegetal e rações animais), apresentam grande importância nas indústrias química e de alimentos. Além disso, vem crescendo também seu uso como fonte alternativa de bicomustível (COSTA NETO & ROSSI, 2000).

Os Estados Unidos é o país com a maior produção de soja no mundo, seguido de perto pelo Brasil. A Argentina vem em terceiro lugar nesse ranking. Porém, vale considerar que o Brasil apresenta a maior capacidade de multiplicar a atual produção, tanto pelo aumento da produtividade, quanto pelo potencial de expansão da área cultivada (VENCATO et al., 2010).

A análise dos dados produzidos pela CONAB (2019), levando em consideração a evolução da área, produtividade e produção da soja desde a safra 1976/77 até 2015/16, facilita na compreensão acerca do fenômeno da expansão do grão no país. Em quatro décadas, a produção brasileira saltou de 12,145 mil toneladas (em 1976/77) para 114,3 milhões de toneladas (safra 2018/19), o equivalente a um aumento de 8 vezes na sua produção, em uma demonstração de extrema força e vigor do país no contexto da agricultura mundial.

A área total de produção no Brasil está estimada em 35.802 mil hectares para a safra 2018/19, o que equivale a um aumento de 1,9% dessa área em relação à safra passada. A região Sudeste, principalmente no estado de Minas Gerais, apresentou o maior aumento de área de produção de soja para essa safra, chegando a 3,3% em relação a 2017/18. Entretanto, O Centro-Oeste continua com a maior área plantada no país, com 16.104,5 mil hectares, representando 44,98% do total plantado no Brasil. O Mato Grosso vem em primeiro lugar nesse aspecto, com 9.699,5 mil hectares na safra

2018/19, seguido pelos estados do Rio Grande do Sul e Paraná (5.777,5 mil hectares e 5.437,5 mil hectares, respectivamente) (CONAB, 2019).

Quanto a produção, a estimativa para a safra 2018/19 é de 114.313,9 mil toneladas, refletindo uma queda de 4,2% em relação a produção da safra passada, a qual se mantém como o recorde de produção do Brasil. Dos três estados que mais produzem no país, o Rio Grande do Sul foi o único que apresentou um aumento da produção nesta safra com um total de 19.187,1 mil toneladas, o equivalente a 11,9% a mais em relação à 2017/18, passando a ser o segundo maior estado produtor de soja no Brasil. O Paraná, por sua vez, apresentou uma queda de 15,2% em relação a safra passada, produzindo um total de 16.252,7 mil toneladas do grão, caindo de segundo para terceiro maior estado produtor de soja. O Mato Grosso continua disparado como maior produtor do país, com previsão de um total de 32.134,4 mil toneladas, representando uma queda de produção de 0,5% em relação à safra passada (CONAB, 2019).

## **2.2- ESTÁDIOS FENOLÓGICOS DA SOJA**

Fenologia refere-se a parte da botânica que estuda as diferentes fases do crescimento e desenvolvimento das plantas, demarcando-lhe as épocas de ocorrência e as respectivas características. A fenologia das culturas constitui ferramenta eficaz para auxiliar no manejo. Com ela é possível identificar por meio da observação da morfologia da planta, o momento fisiológico ao qual se encontram associadas às necessidades da planta que, uma vez atendidas, possibilitarão seu desenvolvimento normal, com bons rendimentos para a cultura (CÂMARA, 2006).

Existem diferentes metodologias de reconhecimento dos estádios fenológicos da soja. Um método mais antigo é descrito por Hanway e Thompson (1967), que classifica a planta de soja do estágio 0 (emergência da planta) até o estágio 10 (maturidade fisiológica da planta). Entretanto, atualmente a metodologia utilizada mundialmente é a proposta por Fehr e Caviness (1977) e foi essa a metodologia utilizada neste trabalho. Esse sistema consiste na divisão dos estádios de desenvolvimento da soja em vegetativos, compreendidos pela emergência das plântulas até seu florescimento e reprodutivos, que descrevem o desenvolvimento da soja a partir de seu florescimento até a planta atingir sua maturidade fisiológica.

### **2.2.1- ESTÁDIO VEGETATIVO**

A caracterização do desenvolvimento vegetativo da soja compreende o período desde sua emergência até o florescimento da planta e é representado pela letra V. Sendo assim, a fase de emergência da plântula é identificada por VE, na qual se observa os

cotilédones acima da superfície do solo, ainda fechados. A emergência das plantas normalmente tem início de cinco a sete dias após a semeadura e os cotilédones passam a ser os principais responsáveis pela nutrição da plântula durante, aproximadamente, duas a três semanas após a emergência (MARCOS FILHO et al., 1982; CÂMARA, 1992).

Posteriormente, os cotilédones se abrem e aparece o primeiro nó da planta, no qual estão inseridas as duas primeiras folhas, unifolioladas e opostas. A partir do momento que os bordos dessas folhas não mais se tocam, a planta entra no estágio cotiledonar, representado por VC.

Esses dois estádios iniciais são os únicos representados apenas por letras. Daí em diante, tanto o vegetativo quanto o reprodutivo têm números identificando os diferentes estádios de desenvolvimento da planta. Tal numeração corresponde, no período vegetativo, ao número de nós encontrados na planta com trifólio totalmente desenvolvido. O trifólio é considerado totalmente desenvolvido quando cada folha se encontra totalmente aberta e seus bordos não se tocam. Ou seja, a planta entrará em V1 quando apresentar as folhas do primeiro nó da planta (unifolioladas) totalmente desenvolvidas, ou seja, totalmente abertas, com as folhas do segundo nó (trifolioladas) apresentando suas bordas descoladas. Daí em diante, as divisões do estágio vegetativo são numeradas em sequência, sendo V2 apresentando o segundo nó com folha totalmente desenvolvida, depois V3, V4, até Vn, onde n é o último nó da planta com folha totalmente desenvolvida (FEHR; CAVINESS, 1977).

Em condições normais, o tempo decorrido entre um estágio vegetativo e outro varia de três a cinco dias, sendo que nos estádios iniciais o desenvolvimento é mais lento em relação aos estádios finais. Ainda que ocorram grandes perdas de área foliar durante o desenvolvimento vegetativo da cultura, o rendimento de grãos não cai nessa mesma intensidade (NEUMAIER et al., 2000).

### **2.2.2- ESTÁDIO REPRODUTIVO**

Os estádios reprodutivos são denominados pela letra R seguida dos números um até o oito, descrevendo com detalhes o período compreendido pelo florescimento da planta até a sua maturidade fisiológica. Os estádios reprodutivos abrangem quatro fases específicas do desenvolvimento reprodutivo da planta, ou seja, florescimento (R1 e R2), desenvolvimento da vagem (R3 e R4), desenvolvimento do grão (R5 e R6) e maturação da planta (R7 e R8) (FARIAS et al., 2007).

Essa escala, desenvolvida por FEHR & CAVINESS (1977), hoje possui uma pequena adaptação proposta por RITCHIE et al. (1982) restrita ao estágio R5 da soja,

correspondente ao início do enchimento dos grãos na vagem, que aponta subdivisões desse estágio, do R5.1 até R5.5, detalhando de forma mais completa essa fase de enchimento dos grãos.

O início do estágio reprodutivo da cultura da soja é identificado como R1, onde a planta apresenta uma flor aberta em qualquer nó da haste principal da planta. A fase de floração então avança com o desenvolvimento de novas flores, até que ocorra a abertura de uma flor em um dos dois últimos nós da haste principal (ápice da planta) com folha totalmente desenvolvida. Em tais condições a planta atinge o estágio R2, considerado o estágio de floração plena da lavoura.

A partir daí, a planta continua florescendo, mas ao mesmo tempo começa o desenvolvimento de vagens. A chegada do estágio R3 é caracterizada pelo desenvolvimento de uma vagem de 5 mm de comprimento em um dos quatro últimos nós da haste principal com folha completamente desenvolvida e é considerado o início da formação de vagens. Só então quando surge uma vagem com 2 cm de comprimento em um dos 4 últimos nós da planta, com folha totalmente desenvolvida, a planta passa para o estágio R4, apresentando sua primeira vagem completamente desenvolvida.

Com as vagens já desenvolvidas, a planta inicia o desenvolvimento dos grãos presentes nessas vagens. Considera-se uma planta em R5 quando esta inicia o enchimento do grão, apresentando um grão com 3 mm de comprimento em vagem inserida num dos 4 últimos nós com folha desenvolvida. A partir daí, entra a subdivisão proposta por RITCHIE et al. (1977), começando em R5.1 (10% da granação máxima em vagens presentes no terço superior da planta) e enumeradas seqüencialmente até R5.5 (75 a 100% de granação máxima em vagens presentes no terço superior da planta). Atingindo 100% de maturação nas vagens do terço superior, onde a vagem apresenta grãos ocupando toda sua cavidade, ou seja, seu volume máximo, a planta passa para o estágio R6, conhecido como grão verde ou vagem cheia.

A partir desse ponto, essas vagens já atingiram o máximo acúmulo de matéria seca e entram agora em processo de maturação, definido como o estágio R7 da planta ou estágio de início da maturação fisiológica. Nessa fase, a planta apresenta uma vagem já com coloração amarelada, representando o estado já maduro dessa vagem, em qualquer nó da haste principal da planta. Câmara (2006) ainda sugere uma subdivisão desse estágio em 3 partes, sendo R7.1 quando a planta apresenta até 50% das folhas e vagens amareladas, R7.2 com 50 a 75% das folhas e vagens amareladas e R7.3 com mais de 75% das folhas e vagens amareladas. Atingindo 95% das vagens já maduras na planta,

ela atinge o ponto de maturidade fisiológica plena, representado pelo estágio R8 da soja, completando seu ciclo. Nesse ponto os grãos já estão totalmente formados, porém ainda apresentam um teor de água elevado, necessitando de mais tempo para atingir os teores ideais de colheita e armazenagem.

### **2.3- DESSECAÇÃO DA SOJA**

O ponto de maturidade fisiológica varia de acordo com a cultivar e as condições climáticas que se encontra. Devido a grande parte das cultivares atuais possuírem hábito de crescimento indeterminado, a maturação é desuniforme, sendo uma característica de difícil identificação (CORRÊA, 2012). O atraso da colheita de soja constitui-se em uma das principais causas da redução da qualidade fisiológica do grão (PEREIRA, 2015). Braccini et al. (2003) avaliaram 15 cultivares de soja e verificaram que as sementes mantidas no campo do estágio R8 em diante, apresentaram aumento na proporção de grãos infectados por patógenos. Esse problema vem sendo corrigido com o uso de dessecantes na cultura da soja, para uniformizar e possibilitar a colheita antecipada da lavoura, abrindo espaço para que a cultura subsequente (segunda safra) possa ser semeada o mais cedo possível, aumentando a eficácia do sistema de produção.

Alguns aspectos importantes devem ser considerados quando se pretende usar dessecantes químicos, como o modo de ação do produto; as condições ambientais em que esse é aplicado; o estágio fenológico em que a cultura se encontra; a eventual ocorrência de resíduos tóxicos no material colhido; a influência na produção dos grãos, germinação e vigor das sementes (LACERDA et al., 2005).

Ainda há divergências sobre qual o estágio ideal para se dessecar a soja. Segundo Lacerda et al. (2003), dependendo do modo de ação do produto utilizado e época em que o dessecante é utilizado, pode ocorrer uma alteração na qualidade do produto final. Terasawa et al. (2009) salientam que, em algumas situações, a dessecação pré-colheita é realizada erroneamente antes da maturidade fisiológica da planta, podendo resultar em perdas de produtividade e qualidade de grãos.

No trabalho conduzido por Kappes et al. (2009), utilizando-se a cultivar M-SOY 8866 e quatro estágios diferentes de dessecação (R6, R7.1, R7.2 e R7.3), observaram que a época mais favorável para dessecação, em relação a qualidade fisiológica dos grãos em soja de hábito determinado, foi o estágio R7.3.

Malaspina (2008) realizou um trabalho com duas cultivares de soja (MSOY 6101 e MG/BR 46 – conquista) em três estágios diferentes de aplicação (R6, R7 e R8),

concluindo que não houve diferença significativa na produtividade de grãos nos estádios estudados, mas houve uma qualidade fisiológica inferior dos grãos dessecados no estádio R6 em relação a R7 e R8.

Corroborando com esses resultados, CAVALIERI et al. (2018) demonstraram que a operação de dessecação pode ser realizada a partir do estádio R6, para as cultivares BRS 7980, BRS 7680 RR, BRS 7780 IPRO E M 8372 IPRO, e R 7.1 para a cultivar BRS 7380 RR, pois não reduz a produtividade de grãos, comparado à colheita dessas cultivares no estádio R9 da cultura com maturação natural.

A qualidade fisiológica foi superior em sementes de plantas dessecadas no estádio R7.5 (90% de folhas amareladas), apresentando maior produtividade e uma porcentagem de germinação maior que sementes dessecadas um pouco antes (INOUE et al. 2012). PELÚZIO et al. (2008) demonstraram que a soja dessecada nos estádios R 7 e R 8 apresentaram as maiores produtividades, independente do estádio em que a lavoura será colhida.

A cultivar IAC 15, de hábito determinado, teve melhor resposta de peso de biomassa seca nas vagem (acúmulo máximo) quando dessecada aos 103 DAE, época em que a lavoura se apresentava no estádio R7 (LACERDA et al. 2003). Em outro trabalho, Lacerda et al. (2005), verificaram que a melhor época de aplicação dos dessecantes paraquat, diquat e paraquat + diquat na cultura da soja (a partir do estádio R6), foi quando as plantas estavam com 80% a 90% de vagens com coloração amarela e marrom. Os teores de água nos grãos estavam entre 45% e 60%.

Essas variações de resultados de épocas mais indicadas para se dessecar a soja estão claramente aliadas ao fato de que cada cultivar, local onde a lavoura está implantada, clima, chuvas, dentre outros fatores, têm seu momento mais indicado para se fazer tal manejo. Entretanto, fica evidente que a época mais indicada para se dessecar uma lavoura se encontra entre os estádios R6 e R8, devido à concentração de estudos e resultados encontrados com base nesse intervalo.

O uso de dessecantes na pré-colheita da soja auxilia na rápida secagem e perda das folhas. Portanto, a aplicação do dessecante no momento correto resultará em maior homogeneidade de maturação da lavoura e antecipação da colheita (LACERDA et al., 2005).

Além disso, a prática da dessecação pode minimizar ainda os efeitos prejudiciais das condições desfavoráveis do meio ambiente, como a alternância de ganho e perda de água dos grãos nessa fase, o que acarreta vários prejuízos como o aumento das

porcentagens de rachadura e enrugamento do tegumento, facilitando a penetração de patógenos com o aumento da exposição do tecido embrionário ao ambiente (PINHO, 1997).

#### **2.4- HERBICIDAS UTILIZADOS NA DESSECAÇÃO**

Os herbicidas utilizados para a dessecação em pré-colheita devem possuir características que promovam rápida senescência da planta, sem alterar suas características normais. Também não devem translocar nas partes da planta e, também, não acumular-se no produto a ser colhido (SEDIYAMA, 2013). Talvez seja por base nessas condições que a utilização de dessecantes na cultura da soja se resume a uma baixa variedade de produtos utilizados para essa função. Os produtos mais comumente encontrados nesse caso são o glufosinato, diquat e paraquat.

O glifosato tem sido estudado para ser utilizado como dessecante, mas o fato de ser translocado na planta tem trazido resultados negativos, principalmente em lavouras de produção de sementes. Segundo Daltro et al. (2010), os dessecantes paraquat, diquate, paraquat+diquat e paraquat+diuron não influenciaram na qualidade fisiológica das sementes, enquanto o glifosato provocou danos por fitotoxicidade no sistema radicular de plântulas de soja, afetando negativamente o desempenho das mesmas.

Ratanyare e Shaw (1992) obtiveram ótimo rendimento de grãos de soja aplicando glufosinato de amônio ou paraquat, quando 50% das vagens estavam amarelas. Porém, quando os mesmos produtos foram aplicados nas fases iniciais em pleno enchimento de grãos, houve redução do rendimento, sem, contudo, afetar a germinação. Entretanto, LACERDA et al. (2003) observaram que o uso do glufosinato de amônio como dessecante em plantas de soja propiciou, estatisticamente, menores valores de germinação das sementes.

O paraquat, por sua vez, tem sido o herbicida mais utilizado na cultura da soja para dessecação pré-colheita. Estudos demonstram que, além da qualidade fisiológica de sementes, sua utilização não tem efeito negativo na produtividade, desde que aplicado na época correta. Segundo Lamego et al. (2013), o paraquat é indicado para dessecação pré-colheita da soja, a partir do estágio R 7.3, sendo que antes disso causa uma queda na produtividade, portanto não sendo recomendado neste caso.

Seu nome comum é paraquate, com nomenclatura química de 1,1'-dimethyl-4,4'-bipyridinium e fórmula bruta  $C_{12}H_{14}N_2$  (MARTINS, 2013). Este herbicida pertence ao grupo químico dos bipyridílio, moléculas com atividade relacionadas à formação de radicais superóxidos ( $O_2^-$ ), cuja detoxificação pela enzima superóxido dismutase,

resulta na formação de peróxido de hidrogênio ( $H_2O_2$ ), que peroxida lipídios e danifica membranas do cloroplasto e células (VIDAL, 1997). Os herbicidas bipiridílios são considerados muito efetivos, pois são rapidamente absorvidos pelas plantas, mas não são translocados em quantidades suficientes para destruir as raízes (Gomes et al., 2003). O paraquat é um herbicida não seletivo que age na inibição da fotossíntese (fotossistema 1) causando a destruição dos ácidos graxos e outras membranas celulares, podendo levar à clorose, necrose e morte das plantas (OLIVEIRA, 2011).

### **3- MATERIAIS E MÉTODOS**

#### **3.1- LOCAL, CULTURA E CONDIÇÕES GERAIS DO EXPERIMENTO**

O experimento foi conduzido na Estação Experimental Rehagro Pesquisa, localizada na rodovia BR 265, Km 292, no município de Nazareno - MG, a  $21^{\circ}15'35,46''S$  e  $44^{\circ}30'50,79''W$ , a 1016 metros de altitude. O trabalho foi realizado durante o período de 16 de outubro de 2017 a março de 2018. O solo da área é classificado como Latossolo Vermelho Amarelo, de textura argilosa.

A classificação climática da região, segundo Koppen (1918), enquadra essa região na classe climática Cwb, caracterizada por ser um clima temperado úmido com inverno seco, apresentando precipitação média inferior a 60mm em pelo menos um dos meses do inverno. No verão, a temperatura é moderadamente quente, apresentando médias mensais inferiores a  $22^{\circ}C$  e superiores a  $10^{\circ}C$  para essa estação (JUNIOR, 2009). O acumulado de precipitações mensais da região, na safra 2017/18, foram registradas pela fazenda Campo Grande, do grupo G7, aonde se encontra instalada a estação experimental Rehagro Pesquisa, totalizando 127mm em outubro (2017), 183mm em novembro (2017), 176mm em dezembro (2017), 290mm em janeiro (2018) e 135mm em fevereiro (2018).

O experimento foi implantado em área de semeadura direta, previamente dessecada com uma associação de glifosato ( $2,0 L ha^{-1}$  de P.C.), 2,4-D ( $1,5 L ha^{-1}$  de P.C.) e saflufenacil ( $50 g ha^{-1}$  de P.C.), com adição dos ingredientes ativos clorpirifós ( $1,0 L ha^{-1}$  de P.C.) e acefato ( $0,7 kg ha^{-1}$  de P.C.) para controle de pragas.

Avaliou-se a cultivar M6410 IPRO, com grau de maturação de 6.4, hábito indeterminado e porte semiereto. A população utilizada foi de  $300.000$  plantas  $ha^{-1}$  ( $18$  plantas  $m^{-1}$  linear). A semeadura da soja ocorreu de forma manual, no local em que as linhas de semeadura foram demarcadas e adubadas com  $230 kg ha^{-1}$  de MAP Gold com auxílio de semeadora tratorizada. Realizou-se a aplicação de  $150 kg ha^{-1}$  de cloreto de potássio a lanço, logo após a semeadura.

### **3.2- DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO**

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com quatro tratamentos e quatro repetições. As unidades experimentais constavam de 5 linhas com 5 metros de comprimento e espaçadas a 0,6 m, totalizando 15 m<sup>2</sup>. Para colheita, foram adotadas as 3 linhas centrais, totalizando 9 m<sup>2</sup> da parcela útil.

Todas as parcelas foram conduzidas da mesma forma durante seu ciclo, seguindo-se o padrão de manejo da empresa, até o estágio de enchimento de grãos (R5). Daí em diante, cada tratamento foi dessecado em épocas diferentes, utilizando-se o paraquat como dessecante, com dose de 1,5 L ha<sup>-1</sup> do produto comercial (Helmoxone®). O tratamento 1 foi considerado controle e não foi submetido a dessecação química. O tratamento 2 recebeu o dessecante quando as plantas da parcela se apresentavam no estágio R5.5; o tratamento 3, no estágio R6 e o tratamento 4, em R7.2.

A aplicação do herbicida foi realizada com pulverizador costal motorizado, com vazão de calda regulada para 200 L ha<sup>-1</sup>, com barra de 4 bicos acoplada, com espaçamento de 50 centímetros entre os bicos, totalizando 2,0 metros de barra.

### **3.3- AVALIAÇÕES REALIZADAS**

Realizou-se a contagem de número de vagens por planta, número de grãos por planta e número de ramificações (considerando-se os ramos reprodutivos, ou seja, aqueles que continham vagens), e medidas a altura das plantas e a altura da inserção da primeira vagem.

Avaliaram-se a altura de plantas e de inserção da primeira vagem a campo, com régua metrada, selecionando-se 10 plantas ao acaso e medindo-se desde a base da planta (solo) até o último nó, no ápice da planta. Da mesma forma, mediu-se da base da planta até a inserção da primeira vagem para esse parâmetro.

Para a avaliação da produtividade de grãos, foram coletadas as três linhas centrais, trilhadas, pesadas e padronizadas as umidades para 13%.

### **3.4- ANÁLISE ESTATÍSTICA**

Os dados foram submetidos a análise de variância e quando significativo realizou-se o teste de Tukey para comparação das médias a 5% de significância.

#### 4- RESULTADOS E DISCUSSÃO

As plantas não dessecadas (controle) e aquelas que receberam a aplicação do paraquat no estágio R7.2 apresentaram maiores pesos de mil grãos e produtividades, comparada às que receberam aplicação antecipada de paraquat nos estágios R5.5 e R6 (Tabela 1).

**Tabela 1: Peso de mil sementes (PMS) e produtividade em diferentes estágios de dessecação da parcela.**

<b>Estádio de dessecação</b>	<b>PMS (g)</b>	<b>Produtividade(sacos ha<sup>-1</sup>)</b>
Sem dessecação química	172,6 a	96,8 a
R5.5	100,3 c	39,7 c
R6	151,8 b	72,6 b
R7.2	179,6 a	92,4 a

Medias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si a 5% pelo teste de Tukey.

Fonte: do autor.

Isso ocorreu porque em R5.5, os grãos ainda não tinham terminado seu enchimento e ainda apresentavam membranas entre eles nas vagens (Foto 1), evidenciando que o grão ainda estava ligado à planta, não atingindo a maturação fisiológica. A presença do paraquat causou morte da planta e forçou o grão a secar sem atingir seu volume máximo de matéria seca acumulado, apresentando assim um valor muito baixo para PMS.

Foto 1: Vagens no estágio R5.5 (lado esquerdo) apresentando membranas entre os grãos, e vagens 10 dias após a dessecação feita no estágio R5.5 (lado direito).



Mesmo que a produtividade tenha reduzido com a aplicação do paraquat no estágio R6, ela foi calculada em 72,6 sacas ha<sup>-1</sup>, muito acima da produtividade média para o Estado de Minas Gerais e do Brasil, de acordo com Conab (2019). Porém, DALTRO et al. (2010) e GUIMARÃES et al. (2012) observaram que a dessecação com os herbicidas paraquat, diquat e paraquat + glufosinato antes da maturidade fisiológica da planta (estádio R6) não afetou a produtividade de grãos. Por sua vez, com aplicação em R5.5, a dessecação causou uma queda drástica na produtividade, chegando a produzir menos de 40 sacos ha<sup>-1</sup>.

É possível relacionar a produtividade e o PMS obtidos nesses tratamentos se considerarmos que, segundo SOUZA et al. (2010), os números de vagens e grãos por planta estão diretamente relacionados ao rendimento de grãos da planta. Vale lembrar que nesse experimento, esses componentes de produção não apresentaram diferenças entre os tratamentos (Apêndice 1). Tendo isso dito, fica fácil observar que as maiores produtividades tiveram o maior valor de PMS.

Vale considerar que para o estágio R5.5, o processo de trilhagem foi dificultado devido às plantas ainda estarem muito verdes no dia da colheita. Foi necessário esperar alguns dias a mais para que as vagens perdessem mais umidade, para que pudesse ser feita a batida das parcelas para obter os grãos. Como os grãos nesse estágio ainda apresentavam um teor muito alto de água e ainda não tinham atingido seu máximo acúmulo de matéria seca, conforme eles secaram, seu peso caiu muito, o que justifica a queda drástica no valor do PMS dessas plantas.

Para o número de vagens por planta e número de grãos por planta, não foram observadas diferenças significativas nos tratamentos, provavelmente devido a essas características estarem mais relacionadas com sua uniformidade desenvolvida na cadeia genética da cultivar (MUNDSTOCK et al., 2005).

## **5- CONCLUSÕES**

A dessecação antecipada da lavoura de soja (antes da maturidade fisiológica) com paraquat causa queda significativa no PMS e na produtividade da cultivar M6410 IPRO para a região do Sul de Minas Gerais.

O estágio mais adequado para dessecação pré-colheita da cultivar M6410 IPRO com o herbicida paraquat foi em R7.2

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, L.A. et al. **Melhoramento da soja para regiões de baixas latitudes.** Embrapa Soja, Londrina, PR. 1999.
- BONATO, E.R.; BONATO, L.V. **A soja no Brasil: história e estatística.** Londrina, 1987.
- BRACCINI, A. L. et al. **Qualidade fisiológica e sanitária das sementes de quinze cultivares de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) colhidas na época normal e após o retardamento da colheita.** Acta Scientiarum Agronomy, Maringá, v. 25, n. 2, p. 449-457, 2003. Disponível em: <<http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciAgron/article/view/2153>> Acesso em: 15/05/2019.
- CÂMARA, G.M.S. **Ecofisiologia da cultura da soja.** In: SIMPÓSIO SOBRE CULTURA E PRODUTIVIDADE DA SOJA, Piracicaba, 1991. Anais. Piracicaba, 1992. p. 129-142.
- CÂMARA, G.M.S. **Fenologia é ferramenta auxiliar de técnicas de produção.** Rev. Planta e Ambiente – Visão agrícola, Nº 5, p. 63-66, 2006.
- CAVALIERI, S.D. et al. **Produtividade de grãos em função de períodos de dessecação pré-colheita de cultivares de soja.** VIII Congresso Brasileiro de Soja, Goiânia, GO - 2018 : inovação, tecnologias digitais e sustentabilidade da soja: anais. 1079p. – p. 287-288. Embrapa, 2018.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO-BRASIL. **Acompanhamento da safra Brasileira-grãos.** v.6 – safra 2018/19 – n.8 – oitavo levantamento, Brasília, p. 1-69, Maio 2019.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO-BRASIL. **A produtividade da soja: análise e perspectivas.** Compêndio de estudos Conab/Companhia Nacional de Abastecimento, Brasília, DF. v10. p.34. 2017.
- CORRÊA, C. **Dessecação química em pré-colheita de plantas de soja: rendimento e qualidade de sementes.** Lages, SC: UDESC, 2012. Originalmente apresentada como dissertação de mestrado, Universidade do Estado de Santa Catarina, 2012.

COSTA, N.L. **Complexo soja: sua importância para o agronegócio, a balança comercial, e a economia Brasileira.** Frederico Westphalen. URI Campus de Frederico Westphalen. 95p. 2005.

COSTA NETO, P.R.; ROSSI, L.F.S. **Produção de biocombustível alternativo ao óleo diesel através da transesterificação de óleo de soja usado em fritura.** Química nova, v. 23, p. 24, 2000.

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

EMBRAPA. **Sistemas de produção. Tecnologias de produção de soja – Região Central do Brasil 2008.** Embrapa Soja, Londrina, PR. 280p. 2008.

FARIAS, J.R.B. **Ecofisiologia da soja.** Embrapa soja – Circular técnica 48. Londrina, PR, Setembro 2007.

FEHR, W.R.; CAVINESS, C.E. **Stages of soybean development.** Ames: Iowa State University of science and technology, 1977. 11p. (Special report, 80).

GOMES, J. C. et al. **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. 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.

HANWAY, J.J.; THOMPSON, H.E. **How a soybean plant develops.** Special report. 62. 1967.

INOUE, M. H. et al. **Determinação do estágio de dessecação em soja de hábito indeterminado no Mato Grosso.** Revista Brasileira de Herbicidas, Santa Maria, v. 33, n. 4, p. 769-770. 2012.

KAPPES, C. et al. **Potencial fisiológico de sementes de soja dessecadas com diquat e paraquat .** Scientia Agraria, v.10, n.1, p.1-6, 2009.

KÖPPEN, W. **Klassifikation der Klimate nach temperatur, niederschlag und jahreslauf.** Petermanns Geographische Mitteilungen, Gotha, v.64, p.193-203, 1918.

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.** Bragantia, 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.** Planta Daninha, v. 31, n. 1, p. 929-938, 2013.

MALASPINA, I.C. **Épocas de aplicação de dessecantes na cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merrill): teor de água, produtividade e qualidade fisiológica das sementes.** Ilha Solteira, SP. UNESP, 2008.

MARCOS FILHO, J. et al. **Tecnologia da produção.** In: CÂMARA, G. M. S.; GODOY, O. P.; MARCOS FILHO, J.; REGITANO d'ACRE, M.A.B. Soja: produção, pré-processamento, e transformação agroindustrial. São Paulo, Secretaria da Indústria, Comércio, Ciência e Tecnologia do Estado de São Paulo, 1982. p. 1-39.

MARTINS, T. **Herbicida Paraquate: conceitos, modo de ação e doenças relacionadas.** Semina: Ciências Biológicas e da Saúde, Londrina, v.34, n.2, p.175-186, jul./dez. 2013.

MUNDSTOCK, C.M. et al. **Soja: fatores que afetam o crescimento e o rendimento de grãos.** Rio Grande do Sul: Evangraf, 2005. 31p.

NEUMAIER, N. et al. **Estádios de desenvolvimento da cultura da soja.** In: BONATO, E. (Ed.). Estresses em soja. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2000. P.21-44.

OLIVEIRA, R.S. **Mecanismo de ação de herbicidas.** In: OLIVEIRA, R.S.; CONSTANTIN, J; INOUE, M.H. (Org.). Biologia e manejo de plantas daninhas. 1.ed. Curitiba: 2011. cap 7, p.141.

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.

PEREIRA, T. **Dessecação em pré-colheita de soja: produção e qualidade de sementes.** 145p. Lages, SC. 2015.

PINHO, E.V.R. **Tecnologia e produção de sementes**: curso de especialização Pós Graduação “Latu Sensu”. Lavras: UFLA-FAEPE, 1997. 75p.

RATNAYARE, S.; SHAWN, D.R. **Effects of harvest-aid herbicides on soybean (*Glycine max*) seed yield and quality**. Weed Technology, v. 6, n. 6, p. 339-344, 1992.

RITCHIE, S.W. et al. **How a soybean plant develops**. Ames, Yowa: Yowa State University of Science and Technology, Cooperative Extension, 1982. 20p. (Special Report, n.53).

SÁ JÚNIOR, A. **Aplicação da classificação de Köppen para o zoneamento climático do estado de Minas Gerais**. 101p. UFLA-Lavras, 2009.

SEDIYAMA, T. **Tecnologia e Produção de Sementes de soja**. Londrina: Mecenias, 2013. 352 p.

SOUZA, C.A. et al. **Relação entre a densidade de plantas e genótipos de soja Roundup Ready**. Planta Daninha, Viçosa, v. 28, n. 4, p. 887-896, 2010.

TERASAWA, J. M. et al. **Antecipação da colheita na qualidade fisiológica de sementes de soja**. Bragantia, v. 68, n. 3, p. 765-773, 2009.

VARGAS, G.A. **A economia da soja: vantagens e desvantagens da transgenia no Brasil**. Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul. Ijuí, RS. 2013.

VENCATO, A.Z. et al. **Anuário Brasileiro da soja 2010**. Santa Cruz do Sul: Ed. Gazeta Santa Cruz, p.144, 2010.

VIDAL, R. A. **Herbicidas: mecanismos de ação e resistência de plantas**. Porto Alegre: Palotti, 1997.

## APÊNDICES

**Apêndice 1:** Resumo da análise de variância para altura de planta, inserção de primeira vagem, número de vagens, número de grãos, número de ramos laterais e produtividade de grãos.

FV	Quadrado médio					
	Altura de plantas	Inserção de 1ª vagem	Número de vagens	Número de grãos	Ramos laterais	produtividade
<b>Bloco</b>	412,38	3,02	168,91	1216,77	0,41	12,94
<b>Tratamentos</b>	27,29	0,45	18,18	164,17	0,91	2708,62
<b>CV%</b>	5,85	8,92	8,09	8,69	14,75	10,53
<b>Média Geral</b>	99,73	18,26	76,69	203,98	4,37	75,41

CV: coeficiente de variação.