

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS  
CAMPUS DE BOTUCATU**

**DESSECAÇÃO COM GLYPHOSATE EM PRÉ-COLHEITA E QUALIDADE  
FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE SOJA**

**FABIANY LILYANI GONÇALVES SOUZA**

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da Unesp - Campus de Botucatu, para obtenção do título de Mestre em Agronomia (Agricultura).

**BOTUCATU - SP  
JUNHO – 2009**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS  
CAMPUS DE BOTUCATU**

**DESSECAÇÃO COM GLYPHOSATE EM PRÉ-COLHEITA E QUALIDADE  
FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE SOJA**

**FABIANY LILYANI GONÇALVES SOUZA**

**Orientador: Prof. Dr. Cláudio Cavariani**

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da Unesp - Campus de Botucatu, para obtenção do título de Mestre em Agronomia (Agricultura).

**BOTUCATU - SP  
JUNHO – 2009**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”**  
**FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS**  
**CAMPUS DE BOTUCATU**

**CERTIFICADO DE APROVAÇÃO**

TÍTULO: “DESSECAÇÃO COM GLYPHOSATE EM PRÉ-COLHEITA E QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE SOJA”

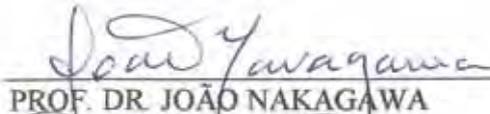
ALUNA: FABIANY LILYANI GONÇALVES SOUZA

ORIENTADOR: PROF. DR. CLAUDIO CAVARIANI

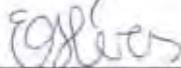
Aprovado pela Comissão Examinadora



PROF. DR. CLAUDIO CAVARIANI



PROF. DR. JOÃO NAKAGAWA



PROF. DR. ELZA ALVES

Data da Realização: 22 de junho de 2009.

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO - SERVIÇO TÉCNICO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - UNESP - FCA - LAGEADO - BOTUCATU (SP)

Souza, Fabiany Lilyani Gonçalves, 1979-  
8729d Dessecação com glyphosate em pré-colheita e qualidade fisiológica de sementes de soja / Fabiany Lilyani Gonçalves Souza. - Botucatu : [s.n.], 2009  
xii, 49 f. : gráfs. color., tabs.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agronômicas, Botucatu, 2009

Orientador: Cláudio Cavariani  
Inclui bibliografia

1. Cereais - Secagem. 2. Dessecação. 3. Fisiologia vegetal. 4. Glyphosate. 5. Plantas - Efeito dos herbicidas. 6. Soja. I. Cavariani, Cláudio. II. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Campus de Botucatu) - Faculdade de Ciências Agronômicas. III. Título.

## RESUMO

A tecnologia para produção de sementes preconiza a realização da colheita na maturidade fisiológica, ou próximo à ela, em razão da redução da qualidade, à partir desse estágio, dependente das condições climáticas, principalmente, temperatura e umidade relativa do ambiente a que ficam expostas até o momento de colheita. Muitos agricultores utilizam o herbicida glyphosate, como herbicida dessecante em pré-colheita, da cultura da soja, mas há dúvidas sobre a qualidade do produto final. Desse modo, o presente trabalho objetivou avaliar a qualidade fisiológica de sementes de soja, provenientes de plantas dessecadas em pré-colheita, com o herbicida glyphosate e a sensibilidade de cinco cultivares a esse tratamento. Plantas das cultivares BRS 133, BRS 184, BRS 267, Conquista e Embrapa 48, foram dessecadas quando atingiram a maturidade fisiológica, com cinco doses do herbicida glyphosate (0,0; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5 Lha<sup>-1</sup>). As sementes foram analisadas mediante avaliações de teor de água, massa de 100 sementes, percentual de sementes esverdeadas, germinação, primeira contagem de germinação, comprimento de plântula, massa de matéria seca, envelhecimento acelerado, condutividade elétrica, viabilidade, emergência de plântulas em campo e índice de velocidade de emergência de plântulas. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, dispostos em parcelas subdivididas, com quatro repetições totalizando 25 tratamentos. Os tratamentos foram dispostos em esquema fatorial com 5 cultivares x 5 doses do herbicida glyphosate e as médias foram avaliadas pelo teste de Tukey ( $P \leq 0,05$ ). Com base nos resultados apresentados e discutidos no presente trabalho concluiu-se que a aplicação do dessecante glyphosate, em doses iguais ou superiores à 2,0

Lha<sup>-1</sup> pode influenciar negativamente a qualidade fisiológica de sementes de soja; o glyphosate determina redução de desenvolvimento de plântulas de soja; existe sensibilidade diferencial de cultivares de soja aos efeitos do glyphosate aplicando em pré-colheita das plantas; a cultivar BRS 133 teve menor sensibilidade aos efeitos do glyphosate.

**Palavras-chave:** *Glycine max*, qualidade fisiológica, dessecação, glyphosate.

## SUMMARY

The technology for seed production requires the completion of harvest at the closest point of physiological maturity, because in general, it is possible to say that the quality of seeds decreased from that point, depending on weather conditions, mainly temperature and relative humidity of the environment in which they are exposed, until the time of harvest. Many producers use the herbicide glyphosate, to complete the process of pre-harvest desiccation of the soybean crop, but there are doubts about the quality of the final product. Thus, this study aimed to evaluate the physiological quality of soybean seeds from plants desiccated pre-harvest, with the herbicide glyphosate. Plants of cultivars BRS 133, BRS 184, BRS 267, Embrapa 48 e Conquista, were desiccated when they reached physiological maturity, with five doses of the herbicide glyphosate (0.0, 1.0, 1.5, 2.0, 2, 5 Lha<sup>-1</sup>). The seeds were analyzed by evaluation of water content, mass of one hundred seeds, percentage of greenish seeds, germination, first count of germination, seedling length, dry weight, aging, electrical conductivity, feasibility studies, field emergence, rate of speed emergency and speed of field emergence. The experimental design was completely randomized. For the statistical analysis were analysis of variance and comparison of means by Tukey test ( $P \leq 0,05$ ). Based on the results presented and discussed in this study concluded that the application of glyphosate doses 2,0L.ha<sup>-1</sup> negatively influence the physiological quality of seeds. Cultivar BRS 133 presented the lowest sensitivity to the effects of desiccant used in pre-harvest.

Keywords: *Glycine max*, physiological quality, drying, glyphosate.

## 1. INTRODUÇÃO

A tecnologia para produção de sementes preconiza a realização da colheita na maturidade fisiológica, ou próximo à ela, em razão da redução da qualidade, à partir desse estágio, dependente das condições ambientais, principalmente da temperatura e da umidade relativa do ar a que ficam expostas. O alcance da produtividade esperada é determinado pela harmonização da planta, ambiente de produção e manejo no campo.

A soja é uma espécie com elevada sensibilidade aos efeitos das condições do ambiente durante o período de maturação. Após a maturidade fisiológica, as alterações decorrentes do processo de deterioração podem influenciar negativamente a qualidade das sementes, consequência acentuada, quanto maior o retardamento da colheita, em função de variações nas condições do ambiente, especialmente a alternância de dias chuvosos e secos e a ocorrência de altas temperaturas.

Assim, é de interesse a realização da colheita das sementes o mais próximo possível da maturidade fisiológica. Entretanto, elevados teores de água das sementes, associados à presença de plantas com folhas e hastes ainda verdes, podem tornar a operação ineficiente. Uma alternativa a situações desse tipo é o emprego de dessecantes foliares.

A técnica da dessecação envolve a aplicação de um produto químico para promover, ao penetrar nas folhas e alterar a permeabilidade das membranas celulares, rápida e completa secagem das estruturas verdes das plantas. O procedimento facilita a operacionalização das colhedoras e possibilita antecipação da colheita, com

redução dos prejuízos à qualidade das sementes decorrente de condições climáticas adversas e de incidência de fungos e de pragas ao final do ciclo da cultura; adicionalmente, permite a liberação antecipada da área para um novo cultivo, contribuindo com a renda do produtor, e previne a retenção foliar, o acamamento das plantas de soja e os fluxos tardios de emergência de plantas daninhas.

Os herbicidas paraquat e diquat são registrados no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento para soja e podem ser empregados como agentes dessecantes. O herbicida glyphosate, devido à alta eficiência no controle das plantas daninhas e características toxicológicas e ecotoxicológicas, é alternativa para utilização como dessecante em pré-colheita na cultura da soja. Todavia, não é regulamentado pela referida instância ministerial para esta finalidade e carece de estudos adicionais quanto a efeitos à qualidade das sementes produzidas e ao desenvolvimento das plântulas.

Desse modo, é interessante a ampliação de estudos relacionados às influências na germinação e no vigor das sementes pois as conseqüências oriundas do glyphosate, aplicado como dessecante em pré-colheita da soja, não são, ainda, conclusivas.

Nesse contexto, o trabalho teve como objetivo avaliar a qualidade fisiológica das sementes de cultivares de soja oriundas de plantas submetidas à dessecação química com glyphosate em pré-colheita.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1. A cultura da soja e a qualidade de sementes.**

Em 2009 transcorreu 127 anos da implantação da soja no território brasileiro que, entretanto, por 70 anos, de 1882 à 1950, não despertou interesse do setor produtivo agrícola e, também, de pesquisadores. Até os anos 50, o cultivo restrito de soja era direcionado para produção de forragem e de grãos para alimentação animal em pequenas propriedades do interior gaúcho. Todavia, a partir da década de 60 foi crescente a expansão da cultura até culminar, atualmente, em líder do agronegócio brasileiro. A produção de soja foi, na safra de 2007/2008, de 60 milhões de toneladas, com acréscimo estimado, para a safra seguinte, de 1 milhão e meio de toneladas (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB, 2008).

A soja (*Glycine max* (L.) Merrill) é uma importante leguminosa cultivada no mundo devido a seus elevados teores de proteína e óleo que proporcionam múltiplas utilizações, inclusive usos industriais não tradicionais como biodiesel, tintas, vernizes, entre outros. Representa importante fonte de matéria prima para a indústria e alimentação animal e tem ampla adaptação às condições brasileiras (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA, 2002).

A produção e a qualidade fisiológica de sementes de soja são influenciadas, entre outros fatores, pela disponibilidade de água durante o ciclo da cultura, mas, particularmente, em dois períodos de desenvolvimento, quais sejam germinação das

sementes - emergência das plântulas e floração-desenvolvimento das sementes. Durante o primeiro período, tanto o excesso quanto a deficiência hídrica são prejudiciais ao alcance da uniformidade na população de plantas. A semente de soja necessita embeber, no mínimo, 50% de sua massa em água para assegurar germinação satisfatória; nessa fase, o teor de água no solo não deve exceder a 85% e não ser inferior à 50% do total máximo de água disponível (EMBRAPA SOJA, 2008).

A necessidade de água na cultura da soja, crescente com o desenvolvimento das plantas, é máxima durante a floração-enchimento das sementes (sete a oito mm $dia^{-1}$ ) e decresce após esse período. Deficiências hídricas expressivas, durante o referido estágio fenológico, provocam alterações fisiológicas na planta e, como consequência, queda prematura de folhas e de flores e abortamento de vagens que resultam em redução da produção. A necessidade total de água na cultura da soja varia entre 450 a 800 mm $ciclo^{-1}$ , dependente das condições climáticas, do manejo da cultura e da duração do ciclo (EMBRAPA SOJA, 2008).

O crescimento vegetativo da soja é pequeno ou nulo em temperaturas iguais ou inferiores a 10°C. Temperaturas acima de 40°C têm efeito adverso na taxa de crescimento, provocam distúrbios na floração e diminuem a capacidade de retenção de vagens. A floração somente é induzida quando ocorrem temperaturas superiores a 13°C (EMBRAPA SOJA, 2008).

A adaptação de diferentes cultivares em determinadas regiões depende, além das exigências hídricas e térmicas, da exigência fotoperiódica. A sensibilidade ao fotoperíodo é característica variável entre cultivares, ou seja, cada cultivar possui seu período luminoso crítico acima do qual o florescimento é atrasado. Por essa razão, a soja é considerada “planta de dia curto” e a faixa de adaptação de cada cultivar é variável com o deslocamento em direção ao norte ou ao sul. Entretanto, cultivares com a característica "período juvenil longo" possuem adaptação mais ampla, com possibilidades de cultivo em faixas mais abrangentes de latitudes e de épocas de semeadura (EMBRAPA SOJA, 2008).

Após o florescimento, a fertilização do óvulo corresponde ao início do período de maturação das sementes e transformações morfológicas, fisiológicas e bioquímicas ocorrem até que a maturidade fisiológica seja atingida. Nesse estágio, as

sementes se desligam fisiologicamente da planta mãe, ou seja, não há mais translocação de fotoassimilados e maiores porcentagem de germinação, vigor e acúmulo de matéria seca são apresentados; o teor de água das sementes é próximo à 50-60% e estas e as vagens tornam-se amarelas ou perdem completamente a cor verde (RITCHIE et al. 1994). Ocorrem, também, alterações na composição química das sementes quanto aos teores de carboidratos, de proteínas, de lipídeos e de outras substâncias. À partir desse período, elas podem ser consideradas como armazenadas em campo, enquanto a colheita não é realizada.

Embora com elevada qualidade quando a maturidade fisiológica é alcançada, o elevado teor de água das sementes é fator limitante à realização de colheita mecanizada, face aos danos físicos que a operação pode à elas causar, além da quantidade de folhas que dificultam a operacionalização das máquinas de modo adequado. A utilização da dessecação química das plantas, quando da maturação fisiológica das sementes, ou logo após esse estágio, constitui técnica adotada por alguns produtores para antecipar a colheita; o objetivo é antecipar a retirada das sementes do campo e, assim, evitar prejuízos à qualidade fisiológica decorrentes de condições climáticas limitantes (altas temperaturas e umidades relativas do ar). Os referidos efeitos negativos à qualidade fisiológica das sementes têm sido verificados em alguns cultivares de soja que, apesar de altamente produtivos, apresentam problemas de qualidade, dificultando assim sua recomendação; eles são geralmente traduzidos pelo decréscimo da porcentagem de germinação, no aumento de plântulas anormais e por redução no vigor de plântulas (SMIDERLE; CÍCERO, 1998) que, conforme Toledo e Marcos Filho (1977), são manifestações da deterioração das sementes.

A primeira consequência da deterioração das sementes é a alteração do sistema de membranas celulares, com perdas de eletrólitos como açúcares, aminoácidos e outras substâncias químicas. Os mecanismos energéticos e de síntese são afetados, em decorrência da redução da taxa respiratória e da atividade enzimática que, por sua vez, tem efeito pronunciado sobre a velocidade da resposta germinativa, com diminuição da velocidade de germinação e do crescimento das plântulas. Com o avanço da deterioração, a resistência ou tolerância das sementes aos estresses ambientais diminuem e a emergência de plântulas em campo, mesmo em condições relativamente favoráveis, resultam, normalmente, em elevação do número de anormalidades. O último efeito da deterioração é a perda total da capacidade germinativa (MARCOS FILHO, 2005).

O teor de água das sementes, influenciado pela umidade relativa do ar e a temperatura do ar do ambiente de armazenamento são os dois fatores de maior influência sobre a manutenção da viabilidade (WARD; POWELL, 1983). Sementes de soja, como da maioria das espécies cultivadas, possuem característica ortodoxa, ou seja, a elevação de seu conteúdo de água, ou da umidade relativa, ou ainda, da temperatura do ar do ambiente de armazenamento, resulta em uma rápida perda da viabilidade (ROBERTS, 1973), ou reduções da porcentagem de emergência de plântulas no campo, ou do potencial de armazenamento (MATTHEWS, 1980).

Silva (1989) cita o potencial de conservação de sementes de soja como dependente qualidade fisiológica das mesmas no início do período de armazenamento, relacionada ao momento de colheita.

A antecipação da colheita pode possibilitar a produção de sementes de melhor qualidade fisiológica e sanitária e, adicionalmente, um melhor planejamento da rotação de culturas e otimização das estruturas de recepção, de secagem e de beneficiamento de sementes. Reveste-se de interesse, assim, a realização da colheita das sementes o mais próximo possível da maturidade fisiológica, estágio em que as plantas tem, todavia, quantidade relativamente grande de folhas e ramos verdes úmidos o que dificulta o uso de colhedoras, além da possibilidade de danificações mecânicas em razão do elevado teor de água das sementes (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000). Uma possível solução para contornar a situação é a aplicação de dessecantes foliares.

## **2.2. Dessecação química em pré-colheita da cultura da soja**

O uso de dessecantes pode constituir alternativa para minorar os inconvenientes da antecipação da colheita mecanizada, por promover a secagem e queda das folhas, além de acentuar a redução do teor de água das sementes (LACERDA et al. 2005); conforme Inoue et al. (2003), são empregados para minimizar efeitos negativos à qualidade das sementes. A dessecação é uma técnica que envolve a aplicação de herbicidas, principalmente os inibidores do fotossistema I (paraquat e diquat) para promover, artificialmente, rápida e completa secagem de todas as partes verdes das plantas. O grau de dessecação está estreitamente relacionado com a injúria causada pelo produto às

membranas das células, permitindo rápida perda de água. Entre os fatores que influenciam a dessecação destaca-se a umidade relativa do ar; quanto maior esta, mais lento será o processo.

Existem outros produtos, como os desfolhantes, passíveis de utilização para antecipação da colheita mecanizada. A diferença entre produtos dessecantes e desfolhantes é que estes são produtos químicos específicos alteradores do balanço hormonal das plantas, levando a formação prematura das zonas de abscisão nos pecíolos das folhas. Desfolhantes adequados aceleram a senescência sem prejudicar as características normais das plantas. Os dessecantes são produtos químicos que, quando aplicados às partes verdes das plantas, promovem a rápida perda de água por danificar a estrutura das membranas plasmáticas. A injúria química promovida pelos dessecantes é intensa a ponto de não permitir a formação da camada de abscisão; logo, as folhas secam mas permanecem aderidas às plantas. A diferença entre os dois tipos de produtos está no grau de extensão da injúria produzida e depende do produto e da dose empregada. Um dessecante, em doses menores, pode ser utilizado como desfolhante, e um desfolhante pode ser utilizado como dessecante, se administrado em doses maiores (LAMAS, 2001).

### **2.3. Estádio fenológico para aplicação do produto dessecante**

A maturidade fisiológica das sementes de soja é caracterizada pelo máximo acúmulo de matéria seca, com aproximadamente 50% a 60% de água e ausência da coloração verde (RITCHIE et al. 1994). Outro indício desse estágio é a independência das sementes entre si, ao abrir-se a vagem, e o aspecto brilhante das mesmas, ao invés de esbranquiçado; dependendo da cultivar, a ausência de hilo homocromo, também revela a maturidade fisiológica da semente (FERREIRA; BORGHETTI, 2004). A partir desse estágio, a dessecação pode ser iniciada; se antecipada, o resultado não será eficaz, pois sementes imaturas não suportam desidratação muito rápida que, ocorrendo, as tornam muito suscetíveis ao ataque de microorganismos. A fase de secagem lenta das sementes nas plantas é importante, porque induz à degradação de polissômios e outras modificações, tais como o desaparecimento da matriz mitocondrial, o que significaria interrupção das

atividades fisiológicas, considerada essencial para que as sementes possam suportar a fase posterior de desidratação mais rápida. (BEWLEY, 1979; KERMODE; BEWLEY, 1989).

A maturação também é importante para conferir às sementes tolerância à dessecação e secagem, exigência para a garantia da qualidade. Quando do desenvolvimento das sementes ortodoxas a tolerância à dessecação e a capacidade de germinação das sementes não são características identificadas em todos os seus estádios, mas adquiridas após a histodiferenciação, com aumentos na massa fresca e na deposição de reservas, antes da fase de secagem no final da maturação (BEWLEY; BLACK, 1994; KERMODE, 1997). A redução do teor de água das sementes proporciona uma redução do metabolismo e um estado de quiescência do embrião. As sementes no estado quiescente suportam certas condições adversas do ambiente e têm, quando expostas às condições adequadas e na ausência de dormência, capacidade de retomada do metabolismo característico do processo de germinação (BEWLEY; BLACK, 1994).

Trabalho realizado com três épocas de aplicação de desseccantes, em intervalos de cinco dias a partir do estágio R<sub>6</sub>, verificou, considerando as condições ambientais de realização da pesquisa, melhor época de dessecação quando as plantas tinham 80% a 90% de vagens com coloração amarela e os teores de água nas sementes entre 45% e 60%, ou seja, no estágio fenológico R7 (LACERDA et al. 2005).

Estudo com aplicações de 2,0 Lha<sup>-1</sup> do produto comercial paraquat em diferentes estádios reprodutivos de plantas de soja constatou antecipação da colheita em 7 dias, comparada à época normalmente utilizada pelos agricultores, quando realizada em R7. O tratamento não afetou a capacidade de produção, os teores de proteínas e de extrato-etéreo e propiciou sementes mais vigorosas. Quando a aplicação foi feita antes da maturidade fisiológica (R6), muito embora não tenha havido redução significativa na produção e alteração da composição química das sementes, a germinação e o vigor foram bastante afetados (LACERDA et al. 2003).

Trabalho realizado por Kappes et al. (2009) verificou o efeito dos desseccantes diquat e paraquat, aplicados em diferentes épocas, para antecipação da colheita de sementes de soja. As aplicações foram realizadas nos estádios R6.0, R7.1, R7.2 e R7.3, conforme escala fenológica de Ritchie et al. (1994), o que correspondeu a 50, 57, 64 e 71 dias após o florescimento, respectivamente, ressaltando-se que a fase reprodutiva R1 (início

da floração) ocorreu aos 50 dias após a semeadura (DAS). Apesar da antecipação da colheita em apenas dois dias em relação à testemunha, a época mais favorável à dessecação, para os dois desseccantes, foi o estágio R7.3 com melhor desempenho, segundo alguns dos testes de qualidade, de sementes oriundas de plantas desseccadas com paraquat.

Esses resultados e de outros trabalhos indicam o estágio das plantas de soja com uma vagem madura na haste principal e 50% das suas folhas amareladas como adequado à realização da dessecação, ou seja, quando a maturidade fisiológica das sementes é atingida, garantindo, assim, a colheita com elevada qualidade. Vários trabalhos confirmaram qualidade mais elevada de sementes de soja provenientes de plantas desseccadas em pré-colheita, em relação às aquelas de plantas que não receberam o tratamento (FONSECA, 1984; FRAGA, 1988).

#### **2.4. Herbicidas utilizados para dessecação em pré-colheita de plantas de soja**

O tipo, o modo de ação e a época em que o desseccante é aplicado na cultura da soja são fatores influenciadores da qualidade fisiológica das sementes. A aplicação realizada de maneira adequada pode propiciar antecipação da colheita em alguns dias e, assim, também a produção de sementes de melhor qualidade.

Existem dois herbicidas regulamentados pelo Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA), o paraquat e o diquat, para emprego como desseccantes em soja.

##### **2.4.1. Paraquat e diquat**

O paraquat e o diquat são herbicidas de contato, bipyridílicos, conhecidos comercialmente por Gramoxone e Reglone, respectivamente. Quando aplicados são rapidamente absorvidos pelas folhas, mas possuem baixa mobilidade na planta e não atingem o sistema radicular. Em contato com o solo, se tornam inativos, fixados fortemente aos colóides, sendo degradados, inclusive, por fotólise. Devido ao alto potencial redutor, possuem a capacidade de captar elétrons provenientes do fotossistema I, impedindo a produção de NADPH<sup>+</sup>. O sítio de ação desses compostos está próximo da ferredoxina no

fotosistema I. Os radicais livres do paraquat e do diquat não são os agentes responsáveis pelos sintomas de toxidez observados; os mesmos são instáveis e rapidamente sofrem oxidação e redução na presença de oxigênio celular. Durante todo o processo são produzidos radicais de superóxidos que sofrem o processo de dismutação formando o peróxido de hidrogênio ( $H_2O_2$ ). Este composto, na presença de  $Fe^{+3}$ , produz, rapidamente, radicais hidroxilas ( $OH\cdot$ ) que promovem a degradação das membranas, através da peroxidação de lipídios, e conseqüente exsudação do conteúdo celular e a morte dos tecidos. Poucas horas após a aplicação desses herbicidas, na presença de luz, é verificada severa injúria nas folhas das plantas tratadas, em decorrência da necrose do limbo foliar (CHRISTOFFOLETI, 1997).

É recomendável a realização da colheita até sete dias após aplicação, para evitar a presença de resíduos químicos nas sementes. O MAPA estipula este mesmo intervalo de segurança de sete dias e estabelece  $0,1 \text{ mgkg}^{-1}$  como limite máximo de resíduo nos grãos (AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA - ANVISA, 2008).

Bastidas et al. (1971), testando vários produtos na cultura de soja, verificaram que o paraquat, nas doses de 0,36 e  $0,48 \text{ kgiaha}^{-1}$ , proporcionou antecipação de colheita entre dez e quinze dias. Constataram, ainda, ausência de resíduos químicos nas sementes, fato decorrente da baixa translocação do paraquat; o produto provoca rápida secagem das hastes das plantas sem, no entanto, atingir os meristemas na coroa das plantas que proporcionam a rebrota das mesmas. Gomes (1982), utilizando o paraquat e mistura de paraquat com diquat, constatou sementes de soja de melhor qualidade, comparativamente com as oriundas de plantas não dessecadas, e não verificou presença de resíduos.

Outra característica importante a ser investigada, quando empregados dessecantes, é a composição química das sementes, ou seja, os teores de proteínas e de óleo. Dependendo do dessecante, do estágio em que são aplicados e da época de colheita das sementes, pode haver influências nos teores destes componentes nas sementes. Soares (1995) verificou ausência de efeito no teor da fração lipídica dos grãos de soja em estudo com paraquat. Também Wilcox et al. (1974) não constataram alteração do teor de proteína decorrente do retardamento da colheita; porém, notaram um aumento de

5%, em média, no teor de óleo. Entretanto, contrariamente, Durigan et al. (1989) observaram influência do retardamento da colheita nos teores de proteína e óleo.

#### **2.4.2. Glyphosate**

O glyphosate é um produto herbicida utilizado no Brasil desde 1978 em numerosas condições de agricultura, áreas urbanas, manutenção de estradas e de ferrovias, em inúmeras formulações comerciais produzidas por empresas com diferentes níveis tecnológicos. Muitos agricultores o utilizam na dessecação de plantas em pré-colheita da cultura da soja, embora não recomendado, oficialmente, para esta finalidade.

O glyphosate é um herbicida pós-emergente, do grupo químico das glicinas substituídas, classificado como não-seletivo e de ação sistêmica, com amplo espectro de ação e que possibilita excelente controle das plantas daninhas. É uma das moléculas herbicidas mais estudadas mundialmente, em termos de segurança ambiental e de saúde humana, e possui uma das maiores bases de dados, compostas por inúmeros e rigorosos testes internacionalmente validados e avaliados pelas principais agências regulatórias e organizações científicas mundiais (WORLD HEALTH ORGANIZATION - WHO, 1994). A alta eficiência no controle das plantas daninhas, suas características toxicológicas e ecotoxicológicas, facilidade de manuseio, viabilidade de adoção em sistemas de manejo de solo, que permitem uma agricultura conservacionista, como a semeadura direta, os benefícios das culturas resistentes, os constantes aumentos de produtividade, dentre outros aspectos positivos, constituem características e vantagens que tornam o glyphosate no principal herbicida para controle das plantas daninhas ao longo dos anos.

O princípio ativo do glyphosate é absorvido basicamente pela região clorofilada das plantas e translocado, preferencialmente pelo floema, para os tecidos meristemáticos. Atua como um potente inibidor da atividade da 5-enolpiruvilshiquimato-3-fosfato sintase (EPSPS), enzima catalisadora da cadeia do ácido chiquímico que resulta na síntese dos aminoácidos aromáticos fenilalanina, tirosina e triptofano. Influencia, também, outros processos como a inibição da síntese de clorofila, a estimulação da produção de etileno, a redução da síntese de proteínas e a elevação da concentração do ácido indolacético (COLE, 1985; RODRIGUES, 1994).

O glyphosate, por ser um herbicida não-seletivo e altamente eficiente, pode ocasionar fitotoxicidade, ou mesmo levar à morte, de plantas de interesse econômico, se utilizado de forma inadequada. Por outro lado, o uso do produto como maturador em cana-de-açúcar, aplicado em baixas doses, promove ganhos significativos de sacarose, redução do chochamento e teor de fibra, menor perda de volume de caldo, redução no número médio de entrenós por colmo e do peso da produção da cana-de-açúcar (NUNES JUNIOR et al., 1982; GALLI, 1993; CASTRO et al., 2002). O produto tem, todavia, ação distinta, em relação às diversas cultivares da espécie, principalmente, nas características florescimento, rendimento industrial, “brix” e pureza (NICKELL, 1984; SUBIROS, 1990). Su et al. (1992) observaram redução na atividade da invertase ácida, após aplicação do herbicida glyphosate em cultivares de cana-de-açúcar, mas o mesmo efeito não foi observado na atividade da enzima sacarose sintetase. O produto tem excelente ação herbicida somente onde é aplicado, pois a molécula não apresenta mobilidade no solo em razão da sua rápida e alta taxa de adsorção (PRATA et al., 2000).

A principal rota de degradação do glyphosate são os microrganismos de solo e a água, através de processos aeróbicos e anaeróbicos, que o decompõem em compostos naturais. Uma característica importante do produto é a sua capacidade de ser adsorvido pelas partículas de solo e permanecer inativo até sua completa degradação. Tem meia-vida de 32 dias, conforme resultados de 47 estudos conduzidos em campos agrícolas e áreas de reflorestamento em diferentes localidades geográficas (GIESY et al., 2000).

A resistência ao glyphosate é um evento com menor frequência, se comparado com outros grupos de herbicidas. A ocorrência é atribuída a fatores como propriedade química da molécula e, mecanismo de ação único. O produto apresenta alta eficácia de controle e os resultados insatisfatórios decorrem, basicamente, de razões agronômicas, como erros de aplicação ou condições ambientais desfavoráveis. Depois de quase três décadas de larga utilização nas principais regiões agrícolas produtoras do mundo, a resistência ao glyphosate foi confirmada, até os dias atuais, em biótipos de dezesseis espécies de plantas daninhas: *Lolium rigidum* (1996), *Eleusine indica* (1997), *Conyza canadensis* (2000), *Lolium multiflorum* (2001), *Conyza bonariensis*, *Plantago lanceolata* (2003), *Ambrosia artemisiifolia*, *Ambrosia trifida*, *Parthenium hysterophorus* (2004),

*Amaranthus palmeri*, *Amaranthus rudis*, *Sorghum halepense* (2005), *Digitaria insularis*, *Euphorbia heterophylla* (2006), *Echinochloa colona* (2007), *Urochloa panicoides* (2008) (WEED SCIENCE, 2009).

Alguns trabalhos demonstraram a possibilidade de utilização do glyphosate como dessecante em pré-colheita da cultura da soja, pois o produto tem se destacado como alternativa para acelerar e, principalmente homogeneizar a secagem das plantas, permitindo uma colheita mais precoce. Pesquisadores relataram que a dessecação em pré-colheita de campos de sementes de soja convencional com glyphosate não deve ser realizada, uma vez que essa prática acarreta redução de qualidade fisiológica de semente (vigor e germinação), devido ao não desenvolvimento das raízes secundárias (FRANÇA NETO, 2008). Estudo recente revelou que a aplicação de glyphosate em pré-colheita influenciou negativamente a qualidade fisiológica de sementes, principalmente quando avaliada pelo teste de comprimento de radícula (MALASPINA, 2008).

## **2.5. Benefícios da dessecação química de plantas**

A dessecação química em pré-colheita de sementes tem sido utilizada em diversas culturas, principalmente, em soja (DURIGAN; CARVALHO, 1980; LACERDA et al., 2001), milho (MAGALHÃES et al., 2002) e feijão (PENCKOWSKI, 2004). Dentre os benefícios que o procedimento proporciona é possível destacar:

a) antecipação da colheita - a aplicação de dessecantes possibilita, sob condições normais, antecipação da maturação dos grãos entre 7 a 10 dias em relação à secagem natural das plantas no campo, dependente do momento da dessecação, do produto utilizado e das condições climáticas após a dessecação. A ocorrência de precipitações pluviais após a aplicação pode determinar a inexpressividade da antecipação da colheita; entretanto, após a chuva cessar, a perda de umidade é mais rápida nas áreas dessecadas, comparativamente às que não recebem o tratamento (BORGES; SIEDE, 2000).

b) uniformidade de maturação – situações de desuniformidade de maturação, devido à condições climáticas desfavoráveis ou por características de cultivares, podem ser contornadas com a dessecação. Nessas condições, a prática propicia rápida secagem das partes verdes das plantas de soja e das plantas daninhas e, assim, melhores funcionamento e

eficiência das colhedoras e redução de perdas que, em soja, deve ser, no máximo, de 60 kg $ha^{-1}$  (BORGES; SIEDE, 2000).

c) qualidade e sanidade das sementes – pesquisas realizadas no Brasil revelaram benefícios à qualidade de sementes provenientes de plantas dessecadas em relação àquelas de plantas não dessecadas. Nestas, foram observadas, ainda, níveis mais elevados de infecções por *Aspergillus* sp. e *Fusarium* sp. e de danos mecânicos. Estudo realizado com mamona confirmou a possibilidade da dessecação como ferramenta para diminuição do “mofo cinzento” pois, muitas vezes, o tratamento pode eliminar as condições favoráveis ao desenvolvimento de determinadas doenças (BORGES; SIEDE, 2000).

## **2.6. Desvantagens da dessecação em campos de soja**

A dessecação com produtos herbicidas em plantas de soja é conduzida com o propósito de realizar a colheita o mais próximo possível da maturidade fisiológica das sementes, mas a prática acarreta algumas desvantagens, como por exemplo, a ocorrência de resíduos químicos nas sementes, dependendo do produto químico utilizado, da época de aplicação e das doses empregadas. A análise da presença do resíduo deve ser realizada quando o produto final for destinado à alimentação humana ou animal ou, então, quando as moléculas do produto utilizado possuem capacidade de translocação nas plantas tratadas (REDDY et al., 2004).

Durigan (1979) estudou a aplicação de paraquat a partir de 72 e 75 dias após o início de florescimento das cultivares IAC-2 e Santa Rosa, respectivamente. Vários testes de germinação e de vigor indicaram superioridade fisiológica e sanitária de sementes originadas das plantas dessecadas, ainda que não significativamente, em relação às sementes de plantas não dessecadas. Por outro lado, foram detectados, nesse mesmo estudo, resíduos de paraquat nas sementes, razão para não destinação de produtos oriundos das mesmas, se necessários, ao consumo humano ou animal. Também Metcalfe et al., (1956) e Bovey et al., (1975) apontaram a possibilidade de ocorrência de resíduos no produto colhido, dentre as principais desvantagens da dessecação, além da redução na germinação das sementes, dependendo do produto químico e das doses utilizadas.

Também a formação de biótipos de plantas resistentes ao produto aplicado é considerada como desvantagem do emprego sistemático de herbicidas em dessecação; é, pois, de fundamental importância o conhecimento da classificação dos herbicidas, quanto ao seu mecanismo de ação, para planejamento adequado da rotação do uso de herbicidas e de culturas, visando evitar e retardar o aumento da frequência do biótipo resistente na área (BORGES; SIEDE, 2000).

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento em campo foi instalado e conduzido durante o ano agrícola 2007/08, na área experimental do Departamento de Produção Vegetal da Faculdade de Ciências Agronômicas/UNESP, Campus de Botucatu-SP, localizada geograficamente na latitude de 22° 51' S, longitude de 48° 26' W e a 765 metros de altitude. Segundo a classificação de Köeppen, o clima da região é do tipo Cfa, sendo definido como clima temperado (mesotérmico), região constantemente úmida (LOMBARDI NETO; DRUGOWICH, 1994). O solo da área experimental é classificado como Nitossolo Vermelho Estruturado (EMBRAPA, 1999).

A semeadura das cultivares de soja foi realizada no dia 19 de dezembro de 2007 sobre sistema de semeadura direta, utilizando a semeadora Personale-DRILL- 13/Semeato, com espaçamento entre linhas de 0,45 m a 3,0 cm de profundidade, dispondo de 22 sementes por metro, posteriormente desbastadas após a emergência, resultando em 16 plântulas por metro. As sementes foram previamente tratadas com fungicida (carboxin + thiram), na dose 0,250 L em 100 Kg<sup>-1</sup> de sementes do produto comercial Vitavax-Thiram 200 SC, inoculante, na dose 200 mL em 100 Kg<sup>-1</sup> de sementes e micronutrientes, sulfato de cobalto (8 g em 100 Kg<sup>-1</sup>) e molibdato de sódio (50 g em 100 Kg<sup>-1</sup>). As cultivares de soja para a realização do experimento foram cedidas pela EMBRAPA SNT-EN-LDB (Embrapa Serviço de Negócios para Transferência de

Tecnologia – Escritório de Negócios de Londrina), Londrina/Paraná, cujas características principais são descritas na Tabela 1.

**Tabela 1.** Hábito de crescimento, grupo de maturidade, massa de cem sementes, coloração da flor e hilo, teores de proteína e óleo das cultivares de soja.

Cultivares	BRS 133	BRS 184	BRS 267	Embrapa 48	Conquista
Hábito de crescimento	Determinado	Determinado	Determinado	Determinado	Determinado
Grupo de maturidade	Médio	Precoce	Médio	Semi-precoce	Tardio
Massa de cem sementes	16,0 g	20,0 g	22,0 a 25,0 g	15,0 g	15,0 a 16,0 g
Coloração da flor	Branca	Roxa	Roxa	Branca	Roxa
Coloração do hilo	Marrom	Preto	Amarelo	Marrom clara	Preta
Teor de proteína	38,60%	38,98%	40,10%	39,10%	42,70%
Teor de óleo	18,00%	24,24%	20,50%	21,40%	19,70%

Os resultados da análise química do solo, realizada de acordo com a metodologia de Raij e Quaggio (1983), na profundidade de 0-20 cm, são dispostos no Quadro 1; foi necessária a prática de calagem ( $2,88 \text{ tha}^{-1}$ ), com a finalidade de elevar saturação de bases, conforme recomendação de Mascarenhas & Tanaka (1997), para 60%.

**Quadro 1.** Resultados da análise química do solo da área experimental. Botucatu – SP, 2007/2009.

pH	P	H+Al	K	Ca	Mg	SB	CTC	V
CaCl <sub>2</sub>	mgdm <sup>-3</sup>	mmolcdm <sup>-3</sup>						%
4,66	28,88	62	2,34	17,94	7	27,28	89,28	31

A adubação mineral de semeadura constou da aplicação de  $500 \text{ Kgha}^{-1}$  da fórmula comercial 04-14-8. As plantas daninhas da cultura da soja foram controladas realizando uma aplicação do herbicida lactofen (Difenil éter – inibidor de Prototox) na dose de  $0,650 \text{ Lha}^{-1}$  do produto comercial Cobra. Os tratamentos fitossanitários foram realizados mediante o monitoramento regular de insetos-praga e doenças. Foram utilizados, quando necessário, os fungicidas epoxiconazole + piraclostrobina, na dose de  $1,0 \text{ Lha}^{-1}$  do produto comercial Opera, e o tebuconazole, na dose de  $0,750 \text{ Lha}^{-1}$  do produto comercial Folicur 200 EC para o controle preventivo, principalmente, de oídio (*Microsphaera diffusa*), ferrugem “asiática” (*Phakopsora pachyrhizi*), antracnose

(*Colletotrichum truncatum*), mela (*Rhizoctonia solani*), cretamento foliar (*Cercospora kikuchii*) e mancha-parda (*Septoria glycines*), além dos inseticidas metamidofós, na dose de 0,500 Lha<sup>-1</sup> do produto comercial Metafós, deltametrina, na dose de 0,400 Lha<sup>-1</sup> do produto comercial Keshet 25 CE, e monocrotofós, na dose de 0,750 Lha<sup>-1</sup> do produto comercial Agrophos 400, para o controle, especialmente, da lagarta-da-soja (*Anticarsia gemmatalis*), percevejo-verde-pequeno (*Piezodorus guildinii*), percevejo verde (*Nezara viridula*) e percevejo marrom (*Euchistus heros*).

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados dispostos em esquema de parcelas subdivididas, com quatro repetições, totalizando 25 tratamentos. As parcelas constaram de cinco variedades de soja (BRS 133, BRS 184, BRS 267, Conquista e Embrapa 48), com dimensões de 18,00 x 10,00m, totalizando 180,00 m<sup>2</sup> de área (40 linhas com 10,00m comprimento, espaçadas de 0,45 m entre si). Já as subparcelas corresponderam a cinco doses de glyphosate (0,0, 1,0, 1,5, 2,0 e 2,5 Lha<sup>-1</sup>), aplicadas em oito linhas de 10,00 m de comprimento. Cada subparcela teve, portanto, quatro linhas centrais, exceto 0,50 m de suas extremidades, ou seja, 16,20 m<sup>2</sup> de área útil.

As diferentes doses de glyphosate foram aplicadas em um único estágio de desenvolvimento das plantas, qual seja, na maturidade fisiológica das sementes (R7 – vagens, em sua maioria amarelas, com uma vagem totalmente madura na haste principal), conforme Fehr e Caviness (1977). Os tratamentos foram administrados às plantas das cultivares Embrapa 48, BRS 184, BRS 133, BRS 267 e Conquista nos dias 5, 6, 8, 9 e 18 de abril de 2008 (Quadro 2), respectivamente, com auxílio do pulverizador costal pressurizado a CO<sub>2</sub>, acoplado a uma barra de pulverização, com 4 pontas (tipo leque – Modelo XR110.02 VS, espaçados 0,5m, com pressão constante de 23 lbpol<sup>-1</sup>). Nessa ocasião foram realizadas amostragens de 40 vagens por parcelas que, acondicionadas em embalagens plásticas, foram encaminhadas ao laboratório, debulhadas manualmente para avaliação do teor de água, através do método da estufa elétrica de desidratação, sem ventilação forçada, a 105±3°C durante 24 horas, conforme metodologia descrita nas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 1992); o grau de umidade apresentado pelas sementes oscilou entre 50 a 55%.

As colheitas das plantas das cultivares BRS 184 e Embrapa 48 foram realizadas no dia 19 de abril de 2008, as das cultivares BRS 267 e BRS 133 no dia 23

do mesmo mês, e da cultivar Conquista em 07 de maio de 2008, com auxílio da colhedora de parcelas Wintersteiger Seedmech; a debulha das sementes foi realizada mecanicamente e na ocasião o teor de água apresentado foi entre 12 e 14%. Maior antecipação da colheita, considerando a dose de 2,0 L ha<sup>-1</sup> foi observada na cultivar BRS 133 (8 dias), seguidas da BRS 267 (6 dias), BRS 184 (4 dias), Embrapa 48 (3 dias) e Conquista (2 dias), conforme apresentado no Quadro 2.

Em seguida, as sementes foram enviadas ao Laboratório de Análise de Sementes do Departamento de Produção Vegetal – Agricultura, da Faculdade de Ciências Agrônômicas – UNESP – Campus de Botucatu/SP, para determinação da produtividade, realização das avaliações da qualidade fisiológica, estas antecedidas pela eliminação das sementes pequenas e mal formadas, que passaram pelos crivos de peneira, de perfuração oblonga, com dimensões de 9 mm.

**Quadro 2.** Ciclo das cultivares (dias), datas de semeadura, da aplicação do herbicida dessecante e da colheita e antecipação da colheita (dias) de sementes de soja provenientes de plantas dessecadas em pré-colheita com glyphosate, na dose de 2,0 Lha<sup>-1</sup>. Botucatu-SP, 2007/2009.

Cultivares	Ciclo	Semeadura	Aplicação	Colheita	Antecipação
BRS 133	132	19/12/2007	8/4/2008	23/4/2008	8
BRS 184	124	19/12/2007	6/4/2008	19/4/2008	4
BRS 267	130	19/12/2007	9/4/2008	23/4/2008	6
Embrapa 48	123	19/12/2007	5/4/2008	19/4/2008	3
Conquista	140	19/12/2007	18/4/2008	7/5/2008	2

### 3.1. Avaliações em laboratório e no campo

**3.1.1. Teor de água de sementes** - para determinação do teor de água foi utilizado o método de estufa a 105±3°C durante 24 horas, empregando-se duas subamostras de 20 sementes, por repetição, sendo os dados expressos em porcentagem, em base úmida, conforme metodologia descrita nas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 1992).

**3.1.2. Massa de 100 sementes** – a determinação da massa de 100 sementes foi avaliada utilizando-se oito repetições de 100 sementes, por tratamento, cujas massas foram determinadas em balança de precisão (0,001g); posteriormente, foram calculados a

variância, o desvio padrão e o coeficiente de variação desses valores, seguindo os critérios estabelecidos, com adaptações, nas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 1992), sendo o resultado expresso em gramas.

**3.1.3. Percentual de sementes esverdeadas** – a ocorrência de sementes esverdeadas foi avaliada em cada unidade experimental, em duas subamostras, de 100 sementes cada. As sementes foram analisadas visualmente, sob lupa circular com seis vezes de aumento. Todas as sementes com vestígio de pigmentação verde foram separadas e cortadas ao meio para confirmar a pigmentação interna e calculada a percentagem de sementes esverdeadas por subamostra e a percentagem média total por tratamento (adaptado de ZORATO, 2003).

**3.1.4. Teste de germinação** – dispostas em rolos de papel toalha, umedecidos com água destilada, correspondente, em ml, a 2,5 vezes a massa do substrato seco (g), quatro repetições de 50 sementes, por parcela do campo, foram utilizadas para realização do teste de germinação, totalizando 800 sementes por tratamento. Os rolos foram levados a um germinador regulado a temperatura de 25°C, por oito dias. As avaliações, com contagens ao quinto e ao oitavo dia após a semeadura, consideraram as porcentagens de plântulas normais e anormais, segundo Brasil (1992).

**3.1.5. Teste de primeira contagem de germinação** – o teste de primeira contagem de germinação foi realizado em conjunto com o teste de germinação, computando-se as porcentagens de plântulas normais verificadas ao quinto dia após a semeadura (BRASIL, 1992).

**3.1.6. Comprimento de plântulas** - o teste de comprimento de plântulas foi realizado em substrato de papel toalha umedecido, conforme indicado para o teste de germinação, empregando-se quatro repetições de 10 sementes por tratamento. A semeadura foi efetuada sobre linha traçada no terço superior do papel, no sentido longitudinal. Os substratos, na forma de rolos, foram acondicionados em sacos plásticos, para evitar a desidratação e mantidos verticalmente em germinador regulado a 25°C por cinco dias, em ausência de luz (NAKAGAWA, 1999). Decorrido esse período, as plântulas normais foram medidas (radícula, hipocótilo e comprimento total da plântula) com auxílio de uma régua graduada e o comprimento médio da plântula calculado pelo quociente entre a soma das

medidas em cada repetição e o número de sementes utilizadas no teste (VANZOLINI et al., 2007).

**3.1.7. Massa de matéria seca de plântulas** - o teste massa de matéria seca de plântulas foi realizado em conjunto com o teste de comprimento da plântulas. Após a permanência prevista no germinador, as plântulas normais de cada subamostra foram retiradas do substrato, contadas e tiveram removidos, com auxílio de uma lâmina de barbear, os cotilédones; foram, em seguida, colocadas em recipientes de alumínio, previamente tarados, separadas por repetição, e postas para secar em estufa regulada a 80°C, durante 24 horas. Após esse período as amostras foram retiradas da estufa e colocadas para esfriar em dessecador. Posteriormente, em balança com precisão de 0,001g, foi determinada a massa da matéria seca total das plântulas normais por subamostra. A massa obtida foi dividida pelo número de plântulas normais, de cada rolo de papel (NAKAGAWA, 1999) e, posteriormente, calculada a média aritmética para as quatro repetições, com expressão dos resultados em mg de matéria seca por plântula.

**3.1.8. Envelhecimento acelerado** - no teste de envelhecimento acelerado foram empregadas caixas plásticas, como minicâmaras; para cada tratamento as sementes foram acondicionadas sobre a tela no interior das caixas, em camada única, sem entrarem em contato com 40 mL de água destilada contidos no fundo. As caixas foram fechadas e mantidas a 41°C por 48 horas no interior da câmara de germinação. Imediatamente após o término do período de envelhecimento, em rolos de papel toalha, quatro repetições de 50 sementes foram submetidas à avaliação da germinação, como descrito no item 3.1.4, porém, com contagem única ao quinto dia, contadas a partir do início do teste (KRZYZANOWSKI et al., 1999). Após o período de envelhecimento foi determinado o teor de água das sementes como descrito no item 3.1.1.

**3.1.9. Condutividade elétrica** - o teste de condutividade elétrica foi realizado utilizando-se quatro subamostras de 50 sementes. Cada subamostra teve sua massa avaliada em balança de precisão (0,001g) e, a seguir, foram colocadas para embeber em recipiente contendo 75 mL de água destilada e então mantidas em germinador regulado à temperatura de 25°C, durante 24 horas (LOEFFLER et al., 1988). Após o período de condução do teste, foi realizada a leitura da condutividade elétrica da solução de embebição, em uma ponte de condutividade (condutivímetro), com sensor constante de eletrodo 1,0. O resultado obtido

no condutímetro foi dividido pela massa de cada subamostra, e o resultado final foi expresso em  $\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$ .

**3.1.10. Teste de tetrazólio** – o teste de tetrazólio foi realizado empregando-se duas subamostras de 50 sementes, conforme sugerido pela Association of Official Seed Analysis, (1983) e França Neto et al. (1998). As sementes foram pré-condicionadas em papel toalha umedecido, com quantidade de água equivalente a 2,5 vezes a sua massa, durante 16 horas, em temperatura de 25°C. Após o pré-condicionamento, as sementes foram colocadas em copos plásticos, imersas na solução de 2,3,5-trifenil-cloreto-de-tetrazólio, concentração de 0,075% e, em seguida, mantidas protegidas da luz, em estufa, com temperatura de 35°C, durante período de três horas, para o desenvolvimento da coloração. Posteriormente, após lavagem em água corrente, as sementes foram avaliadas individualmente, verificando-se a porcentagem de sementes viáveis.

**3.1.11. Emergência de plântulas no campo** – o teste de emergência de plântulas no campo foi realizado utilizando-se 200 sementes por tratamento, distribuídas em quatro repetições de 50 sementes, semeadas em sulcos de 2,00 m de comprimento, espaçados em 0,50 m e à profundidade aproximada de 0,03 m. A contagem das plântulas normais emersas foi efetuada ao 14<sup>o</sup> dia após a semeadura, e os resultados foram expressos em porcentagem (NAKAGAWA, 1994).

**3.1.12. Índice de velocidade de emergência de plântulas** – o cálculo do índice de velocidade de emergência das plântulas foi realizado à partir de observações no teste de emergência de plântulas no campo. Foram feitas contagens diárias, das plântulas normais emersas até a estabilização, ocorrida até os quatorze dias após a semeadura. Os dados foram tabulados e calculados segundo a equação de Maguire, citado por Nakagawa (1999):

$$\text{IVE} = (N_1/E_1) + (N_2/E_2) + \dots + (N_n/E_n)$$

Onde: IVE = índice de velocidade de emergência

$E_1, E_2, E_n$  = número de plantas normais na primeira contagem, na segunda e na última.

$N_1, N_2, N_n$  = número de dias da semeadura à primeira, à segunda e à última contagem.

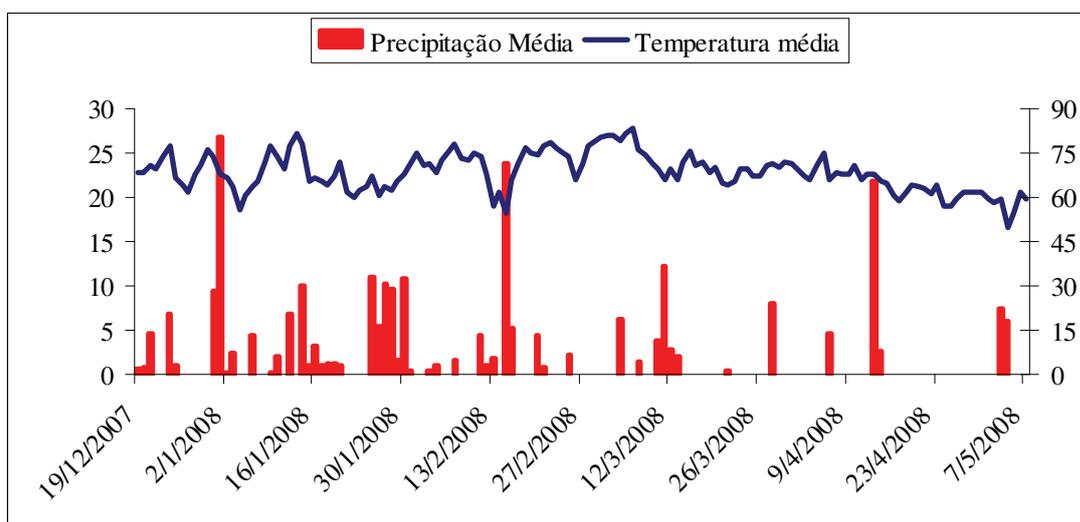
#### **4. Análise estatística**

O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados, dispostos em esquema de parcelas subdivididas, com quatro repetições, totalizando 25 tratamentos. As parcelas constaram de cinco cultivares (BRS 133, BRS 184, BRS 267, Conquista e Embrapa 48) e as subparcelas corresponderam a cinco doses de herbicida glyphosate (0,0; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5 Lha<sup>-1</sup>). Os tratamentos foram dispostos em esquema fatorial com 5 cultivares x 5 doses do herbicida glyphosate e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade (BANZATTO; KRONKA, 1992).

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

No quadro 3 estão os dados climáticos coletados pelo Departamento de Recursos Naturais da FCA/UNESP, ao longo da safra 2007/2008, com a finalidade de auxiliar na interpretação dos resultados obtidos.

**Quadro 3.** Média das temperaturas e precipitações diárias acumuladas na safra 2007/2008 na Fazenda Experimental Lageado.



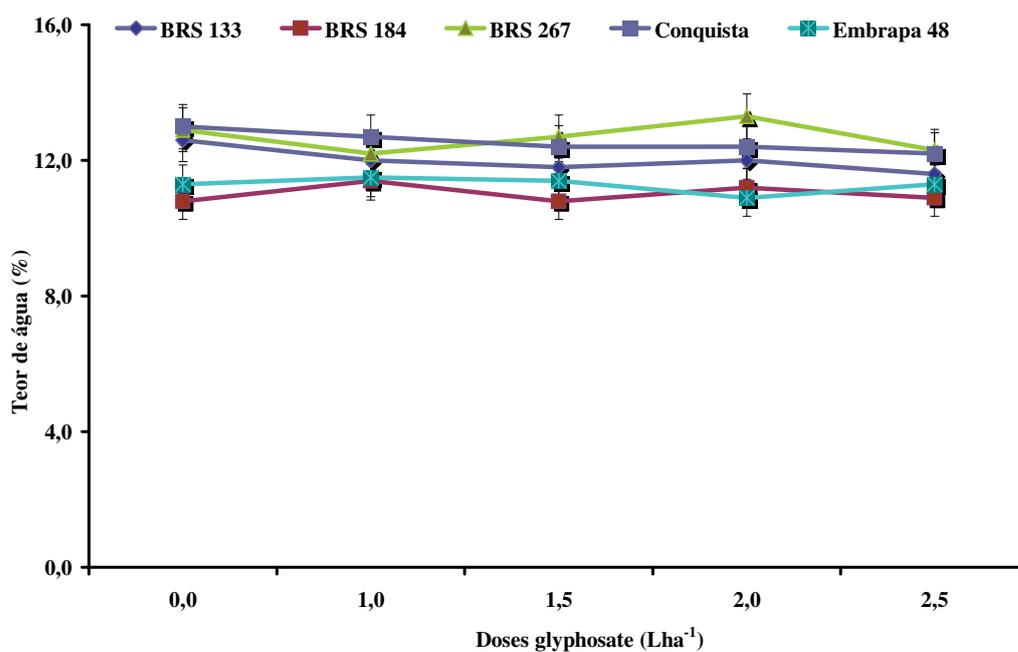
Na Tabela 2 são apresentados os valores de F e os coeficientes de variação dos dados correspondentes às avaliações realizadas sobre a condição fisiológica

das sementes. Todos os testes realizados acusaram interação significativa dos fatores estudados, com exceção do teste de condutividade elétrica e da porcentagem de plântulas anormais no teste de germinação que revelaram efeitos isolados.

No Gráfico 1 são dispostos os dados de teor de água de sementes de soja provenientes de plantas dessecadas em pré-colheita com glyphosate; foram observadas variações, entre os tratamentos, iguais ou inferiores a 2,0% e valores máximos de 12,9%. Assim, com a uniformidade relativa desta característica entre os tratamentos, foi assegurada a minimização da sua influência nas avaliações qualitativas das sementes, como indicado por Marcos Filho (2005).

Foi verificada ausência de interação significativa entre os fatores cultivares e doses de glyphosate para a produção de sementes, que também não foi alterada pelas doses do produto dessecante, comparativamente à testemunha. Por efeito do potencial genético de cada uma delas destacaram-se em, termos médios, as cultivares Embrapa 48 e BRS 184, positivamente, e BRS 267, negativamente, as demais com desempenho intermediário (Gráfico 2).

**Gráfico 1.** Teor de água de sementes de soja provenientes de plantas dessecadas em pré-colheita com glyphosate. Botucatu-SP, 2007/2009.

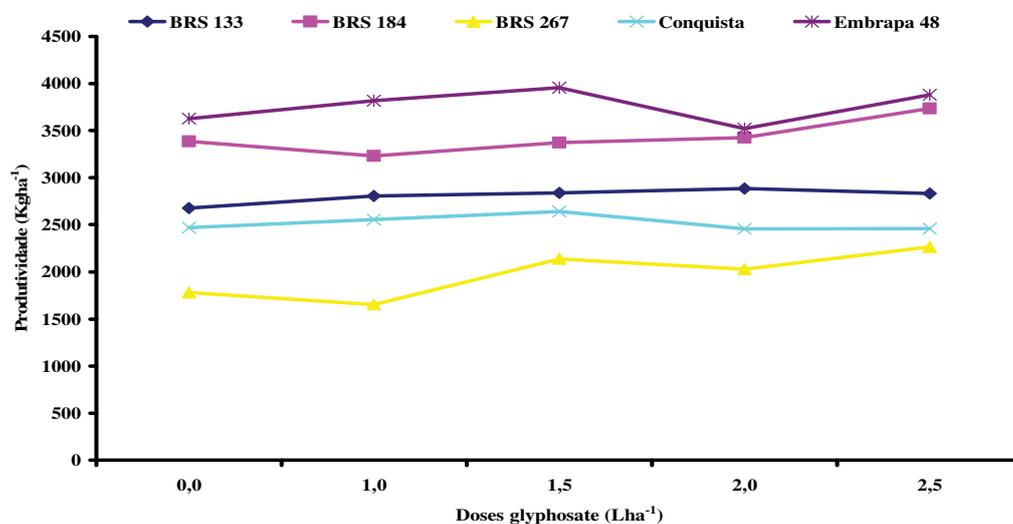


**Tabela 2.** Valores de F e coeficientes de variação das análises de massa de 100 sementes (M 100, g), produção de sementes (P, Kg $ha^{-1}$ ) germinação (G, %), plântulas anormais (PAN, %), primeira contagem (PC, %), envelhecimento acelerado (EA, %), condutividade elétrica (CE,  $\mu S cm^{-1} g^{-1}$ ), viabilidade (TZ $_{1-5}$ , %), emergência de plântulas no campo (EC, %), índice de velocidade de emergência de plântulas (IVE), comprimento da radícula (CR, cm), comprimento do hipocótilo (CH, cm), comprimento total plântula (CPL, cm) e massa de matéria seca de plântula (MSPL, mgplântula $^{-1}$ ) de sementes de soja provenientes de plantas dessecadas em pré-colheita com glyphosate. Botucatu-SP, 2007/2009.

Avaliação	Valores de F			C.V. (%)
	Doses	Cultivar	Interação	
M 100	4,178**	456,760**	4,362**	2,33
P	1,540ns	65,896**	0,542ns	13,56
G	8,356**	30,853**	2,087**	14,97
PAN	11,324**	55,795**	0,925ns	45,68
PC	5,29**	58,620**	2,35**	16,77
EA	1,173ns	61,441**	3,160**	10,9
CE	4,879**	32,145**	1,429ns	15,82
TZ $_{(1-5)}$	3,677**	49,389**	1,987**	6,29
EC	4,324**	26,735**	3,27**	9,88
IVE	1,476*	10,453**	4,22**	13,54
CR	14,256**	32,837**	5,478**	21,55
CH	13,471**	18,101**	2,797**	20,15
CPL	16,112**	27,320**	4,658**	19,21
MSPL	26,896**	61,771**	1,953**	26,98

ns-não significativo; \* significativo à 5% de probabilidade; \*\* significativo à 1% de probabilidade.

**Gráfico 2.** Produtividade de sementes de soja provenientes de plantas dessecadas em pré-colheita com glyphosate. Botucatu-SP, 2007/2009.



Relacionado à massa de 100 sementes (Tabela 3), sobressaíram-se as cultivares BRS 267 e BRS 133, com valores superior e inferior (25,3 g e 16,4 g), respectivamente. Contudo, a análise da característica não se aplica, considerando-se cultivares dentro de cada dose aplicada, por tratarem-se de materiais genéticos distintos, cujas massas médias de 100 sementes são também distintas. Os dados médios verificados a partir das diferentes doses, para cada cultivar, tenderam à aproximação aos valores médios de 100 sementes descritos na literatura, quais sejam 16,0, 17,3, 25,0, 16,0 e 15,0 g das cultivares BRS 133, BRS 184, BRS 267, Conquista e Embrapa 48, respectivamente (EMBRAPA SOJA, 2008).

Os resultados encontrados permitem inferir que a época de aplicação do produto dessecante às plantas de soja foi adequada, pois não foi constatada alteração da massa de 100 sementes e da produção de sementes por efeito das doses do produto para cada cultivar. Resultado semelhante foi encontrado por Silva et al. (2006) que avaliou os efeitos da dessecação em pré-colheita da cultura da soja consorciada com *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, com doses reduzidas de fluazifop-p-butil e paraquat.

**Tabela 3.** Massa de cem sementes (M 100, g) provenientes de plantas dessecadas em pré-colheita com glyphosate. Botucatu-SP, 2007/2009.

Avaliações	Doses (Lha <sup>-1</sup> )	Cultivares					Média
		BRS 133	BRS 184	BRS 267	Conquista	Embrapa 48	
M 100 (g)	0,0	16,65aD	20,81aB	25,49aA	18,34aC	18,62aC	19,98
	1,0	16,54aD	21,15aB	25,68aA	18,03aC	18,21aC	19,51
	1,5	16,41aD	20,77aB	25,20aA	17,95aC	18,36aC	19,74
	2,0	16,26aD	20,77aB	25,2aA	17,95aC	18,36aC	19,71
	2,5	16,34aD	21,50aB	25,08aA	17,97aC	18,40aC	19,86
	Média	16,44	20,96	25,33	18,05	18,31	-

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey (P<sub>0,05</sub>).

Não foram verificadas, nesse trabalho, sementes com vestígio de pigmentação verde. O problema conhecido por soja verde, com influência negativa ao vigor e a germinação das sementes, está diretamente associado às condições climáticas que provocam a morte prematura das plantas. De acordo com França Neto et al. (2005), a ocorrência de soja verde antecipa o processo de maturação das sementes que, ao invés de amarelarem, continuam verdes no momento da colheita devido aos altos índices de clorofila. Quando não ocorre o declínio de clorofila e seus derivados nos cotilédones, por influência das condições ambientais durante a fase de maturação, podem ocorrer, segundo Noodén (1984), sementes esverdeadas que são menos longevas. A degradação da clorofila está ligada a aceleração forçada das etapas do processo de senescência, tais como degradação de proteínas, mudanças na atividade de enzimas e nos padrões de isoenzimas (THOMAS; STODDART, 1975).

A germinação de sementes das cultivares BRS 133 e Conquista não foi influenciada pelas doses de glyphosate (Tabela 4). Resultado semelhante, com sementes da cultivar BRS 133, foi verificado por Inoue et al. (2003), porém, quando oriundas de plantas de soja dessecadas em pré-colheita com paraquat, diquat, glufosinato de amônio e carfentrazone-ethyl. França Neto e Gazziero (2008) constataram ausência de diferença estatística da porcentagem de germinação de sementes de soja, cultivar Conquista, provenientes de plantas dessecadas em pré-colheita com glyphosate, na dose 1,5 Lha<sup>-1</sup>, em comparação à testemunha.

Sementes das cultivares BRS 184, BRS 267 e Embrapa 48 tiveram redução significativa da porcentagem de germinação, quando empregadas doses superiores a 1,5 Lha<sup>-1</sup> de glyphosate na dessecação das plantas, em razão da elevação da

porcentagem de plântulas anormais (Gráfico 3). Estas foram caracterizadas, principalmente, por deficiência da emissão de raízes secundárias. Os efeitos prejudiciais da dessecação à germinação de sementes foram relatados por Baur et al. (1977), em sorgo, e por Lacerda et al. (2003), em soja, que verificaram valores inferiores em sementes originadas de plantas desseçadas com o glufosinato de amônio. Trabalho realizado por Penckowski (2004) verificou efeito negativo drástico da dessecação com glyphosate, na germinação e no vigor de sementes de feijão. Azlin e McWhorter (1981), em estudo sobre o efeito do glyphosate na antecipação da colheita da soja, constataram redução da germinação das sementes quando o produto foi aplicado na dose de 800 e 1210 g i.a.ha<sup>-1</sup>, aos 23 e 29 dias antes da colheita. As doses de 400, 600 e 1210 g i.a.ha<sup>-1</sup>, aplicadas aos 15 e 21 dias antes da colheita, também reduziram a germinação.

O conjunto dos dados de porcentagem de germinação das sementes de soja oriundas de plantas desseçadas revelou valores semelhantes ou inferiores, comparados com a testemunha, contrariamente à Lacerda et al. (2005) que destacaram sementes de maior qualidade fisiológica quando as aplicações de paraquat, diquat e mistura paraquat + diquat foram efetuadas de maneira adequada. Também Roman et al. (2001) mencionaram ausência de efeito da dessecação das plantas de soja com os herbicidas paraquat e diquat na germinação das sementes; pelo contrário, testes conduzidos no Brasil mostraram menor porcentagem de germinação de sementes das plantas não desseçadas, quando comparada com tratadas, resultados discordantes aos verificados neste trabalho. Kappes et al. (2009) verificaram, em lotes provenientes de plantas desseçadas com paraquat, melhor desempenho das sementes em alguns dos testes, mas não diferiram, estatisticamente, em germinação.

**Tabela 4.** Germinação (G, %), primeira contagem (PC,%) e viabilidade (TZ<sub>1-5</sub>, %) de sementes de soja provenientes de plantas dessecadas em pré-colheita com glyphosate. Botucatu-SP, 2007/2009.

Avaliações	Doses (Lha <sup>-1</sup> )	Cultivares					Média
		BRS 133	BRS 184	BRS 267	CONQUISTA	EMBRAPA 48	
G (%)	0,0	74aA	71aA	72aA	77aA	75aA	74
	1,0	82aA	69abBC	65abcC	77aAB	69abBC	72
	1,5	82aA	71aBC	68abC	78aAB	71abBC	75
	2,0	78aA	62abB	60bcB	73aA	62bB	67
	2,5	79aA	60bB	56cB	81aA	62bB	68
	Média	79	66	64	77	68	-
PC (%)	0,0	69aA	63aA	60aA	69aA	65aA	65
	1,0	75aA	63aBC	53abC	70aAB	63abBC	65
	1,5	79aA	63aBC	55abC	70aAB	63abBC	66
	2,0	77aA	57abB	47bC	65aB	57abB	61
	2,5	76aA	52bB	45bB	73aA	54bB	60
	Média	75	59	52	69	60	-
TZ <sub>1-5</sub> (%)	0,0	85aAB	87aB	79aC	90aA	80aB	82
	1,0	86aA	83bAB	79aB	88abA	84aA	84
	1,5	89aA	84abA	79aB	87abA	81aB	85
	2,0	87aA	83bA	76bB	85abA	82aA	82
	2,5	85aA	82bA	77bB	84bA	83aA	82
	Média	86	84	77	87	82	-

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey (P<sub>0,05</sub>).

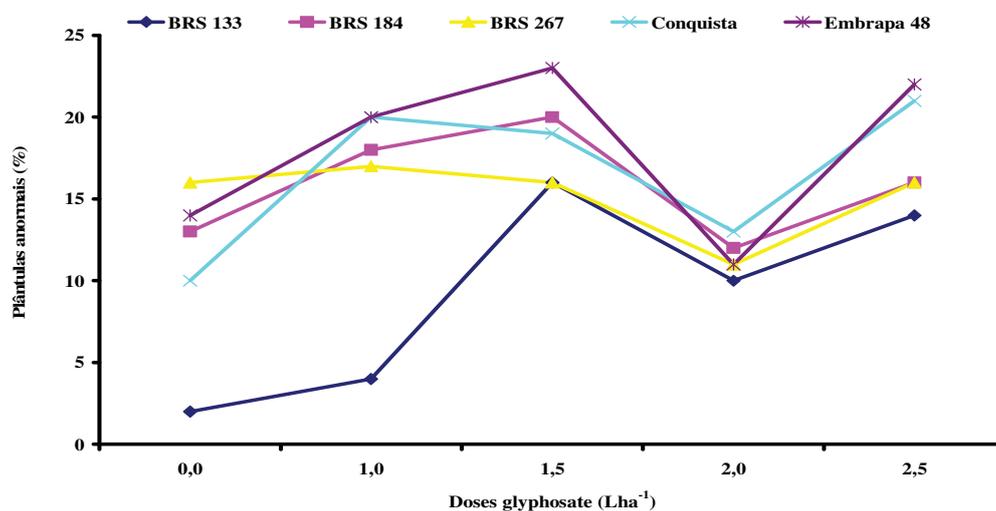
Considerando o desdobramento de cultivares dentro de doses de glyphosate não foi observado efeito da dessecação na germinação das sementes das cultivares BRS 133 e Conquista; contrariamente, as sementes das cultivares BRS 267, principalmente, e BRS 184 e Embrapa 48 destacaram-se negativamente. Santos et al. (2005) verificaram porcentagem inferior de germinação de sementes de feijão de maior tamanho, quando comparada com sementes menores, na mesma dose do herbicida carfentrazone-ethyl aplicado como dessecante. De acordo com Fuentes et al. (1984), o fato pode advir de tegumentos mais permeáveis em sementes maiores, por serem menos espessos; desse modo, a maior área passível de absorção do produto, após a aplicação, resultaria em redução da germinação. Caso a referida constatação, em feijão, seja aplicada a este trabalho, infere-se justificado o desempenho germinativo inferior de sementes da cultivar BRS 267, com elevação de doses de glyphosate, tendo em vista tratar-se das com maior tamanho. Panobianco & Vieira (1996) destacaram a influência da composição genética na qualidade fisiológica das sementes de soja.

Os resultados da primeira contagem de germinação (Tabela 4), revelaram similaridade aos verificados no teste de germinação. As plantas das cultivares BRS 133 e Conquista produziram sementes com maior vigor, independentemente das doses de glyphosate, comparativamente aos das outras cultivares. Doses superiores à 1,5

Lha<sup>-1</sup> do dessecante determinaram redução da porcentagem de plântulas normais na primeira contagem de sementes das cultivares BRS 267, BRS 184 e Embrapa 48. Esses resultados não se coadunam aos de Durigan & Carvalho (1980), que não observaram diferença significativa na velocidade de germinação das sementes de soja dessecadas, entretanto, com paraquat. Durigan (1979) observou maior percentual de sementes saudáveis, de lavouras tratadas com paraquat, quando comparado com a testemunha. Sementes das cultivares BRS 133 e Conquista não diferiram entre si, quanto à primeira contagem de germinação, dentro de cada dose de glyphosate aplicado na dessecação, e tiveram comportamento superior às das cultivares BRS 267, BRS 184 e Embrapa 48.

A viabilidade das sementes, avaliada pelo teste tetrazólio (Tabela 4), das cultivares BRS 133 e Embrapa 48 não foi influenciada pela elevação das doses de glyphosate; a das sementes da cultivar Conquista revelou efeito prejudicial na maior dose, enquanto de BRS 184 e BRS 267 em doses iguais ou superiores à 2,0 Lha<sup>-1</sup>. Não foram constatadas, dentro de cada dose, diferenças de viabilidade de sementes das cultivares BRS 133, BRS 184, Conquista e Embrapa 48; em todas as doses, viabilidade inferior foi observada em sementes da cultivar BRS 267.

**Gráfico 3.** Plântulas anormais (%) provenientes de plantas dessecadas em pré-colheita com glyphosate. Botucatu-SP, 2007/2008.



Os resultados da interação doses do dessecante x cultivares, quanto aos comprimentos da radícula, do hipocótilo, da plântula e à massa de matéria seca de plântulas são apresentados na Tabela 5. Os resultados do teste de comprimento de plântulas, de acordo com Nakagawa (1994), são calculados pela divisão da soma das medidas tomadas para cada repetição, ou subamostra, pelo número de plântulas normais. Todavia, os resultados dos testes de comprimento de radícula, de hipocótilo e de comprimento total de plântulas desse trabalho foram calculados de acordo com metodologia descrita por Vanzolini et al. (2007), segundo os quais o comprimento de plântulas de soja, ou parte delas, calculado pelo número de sementes colocadas em teste é mais sensível para classificar lotes com diferenças sutis de qualidade.

A aplicação de glyphosate às plantas de soja significou, em qualquer dose, reduções nos comprimentos de radícula, do hipocótilo e de total de plântulas de todas as cultivares, exceto de BRS 184, em relação ao tratamento testemunha; os referidos efeitos foram mais acentuados em plântulas da cultivar Conquista. Todavia, foram observadas, especificamente na cultivar Embrapa 48, diferenças estatísticas no desenvolvimento radicular e total da plântula na dose mais elevada de glyphosate aplicado, e ausência de diferença estatística no comprimento do hipocótilo. Esses resultados são concordantes aos relatados por Bervaldo (2006), que observou relação inversa entre tamanho das plântulas da cultivar de soja CD 216 e concentração da solução herbicida aplicado.

O vigor inferior de sementes da cultivar Conquista decorrente da dessecação de plantas com glyphosate, expresso neste trabalho pelos comprimentos inferiores de radícula, de hipocótilo e do comprimento total das plântulas, também foram relatados por França Neto e Gazziero (2008), em termos de desenvolvimento radicular. Igualmente, Malaspina (2008) constatou influência negativa do herbicida glyphosate na qualidade fisiológica das sementes, principalmente quando avaliada pelo teste de comprimento radicular. Bervaldo (2006), em trabalho com sementes de soja de cultivares convencional e transgênica, oriundas de plantas submetidas a diversas doses de glyphosate, observou porcentagem de germinação superior das sementes “convencionais” em relação à das geneticamente modificadas; no entanto, a ação do herbicida inibiu o desenvolvimento de plântulas normais nesta cultivar, por má formação de raízes secundárias, o que pode ser explicado, conforme Nagata et al. (2000) e Bertagnolli (2005), pelo fato do herbicida provocar o déficit de aminoácidos

aromáticos e compostos fenólicos secundários, tendo como consequência efeito inibitório na organogênese, impedindo a diferenciação das raízes.

O exame dos dados de cultivares dentro de doses de glyphosate empregadas revelou superioridade de desenvolvimento de plântulas das cultivares BRS 184, BRS 133 e da Embrapa 48, esta até a dose de  $2,0 \text{ Lha}^{-1}$ ; assim, sementes das cultivares Conquista, a partir da menor dose, BRS 267, a partir da dose de  $1,5 \text{ Lha}^{-1}$ , e da Embrapa 48, na dose mais elevada, foram sensíveis quanto ao desenvolvimento da radícula, do hipocótilo e do total de plântulas. Esses resultados tornam possível a afirmação da existência de sensibilidade diferencial de cultivares de soja ao glyphosate aplicado na maturidade fisiológica das sementes, quanto ao desenvolvimento posterior das plântulas.

Conforme a Tabela 5, a aplicação de glyphosate causou reduções significativas da massa de matéria seca de plântulas das cultivares, exceto da Embrapa 48 e BRS 133, esta até a dose de  $2,0 \text{ Lha}^{-1}$ . Segundo Bartels (1985), a redução da massa da matéria seca causada pelo aumento das doses de glyphosate pode ser explicada pela interrupção do processo de mitose e ruptura dos plastídeos, como efeito indireto e secundário do herbicida glyphosate. Siqueira et al. (1999), em estudo simulador de soja resistente ao glyphosate, por meio de cultivo de explantes em sistema hidropônico com fornecimento dos aminoácidos aromáticos, relataram reduções de massa de matéria seca e do comprimento da parte aérea de plântulas de soja por tratamento com glyphosate. Em qualquer dose, a matéria seca de plântula da cultivar BRS 133 foi superior a das demais cultivares.

De acordo com os dados do teste de envelhecimento acelerado (Tabela 6), o vigor das sementes de todas as cultivares, exceto da Embrapa 48, não foi afetado pelas doses do dessecante aplicado às plantas. Kappes et al. (2009) verificaram menores percentuais de germinação, após o envelhecimento acelerado, de sementes produzidas de plantas de soja dessecadas com diquat e maiores percentuais de plântulas normais nos tratamentos com paraquat e testemunha.

**Tabela 5.** Comprimento de radícula (CR, cm), comprimento de hipocótilo (CH, cm), comprimento total de plântula (CPL, cm), massa de matéria seca de plântula (MSPL, mgplântula<sup>-1</sup>) de sementes de soja provenientes de plantas dessecadas em pré-colheita com glyphosate. Botucatu-SP, 2007/2009.

Avaliações	Doses (Lha <sup>-1</sup> )	Cultivares					Média
		BRS 133	BRS 184	BRS 267	Conquista	Embrapa 48	
CR (cm)	0,0	14,88aA	10,34cC	12,35aBC	12,67aAB	13,58aAB	12,76
	1,0	11,28bA	11,33bcA	10,01bA	6,87bB	11,65abA	10,23
	1,5	10,88bB	14,03aA	9,71bBC	8,15bC	11,58abB	10,87
	2,0	12,07bA	12,79abA	9,74bB	7,67bB	12,18abA	10,89
	2,5	11,65bAB	12,77abA	8,78bC	8,63bC	10,41bBC	10,45
	Média	12,15	12,25	10,12	8,80	11,88	-
CH (cm)	0,0	12,37aA	9,43bB	10,13aB	10,91aAB	10,41aB	10,65
	1,0	9,44bA	9,84bA	8,17bAB	7,18bB	8,61aAB	8,65
	1,5	9,59bAB	10,85abA	8,13bB	8,02bB	9,45aAB	9,21
	2,0	10,66abAB	11,83aA	8,93abB	9,02bB	10,43aAB	10,17
	2,5	10,15bAB	11,27abA	8,21bC	8,39bBC	8,84aBC	9,37
	Média	10,44	10,64	8,71	8,70	9,55	-
CPL (cm)	0,0	27,58aA	19,93bC	22,48aBC	23,58aBC	23,97aAB	23,51
	1,0	20,72bA	21,17abA	18,18bA	14,05bB	20,26abA	18,88
	1,5	20,47bB	24,89aA	17,83bBC	16,54bC	21,02abB	20,15
	2,0	22,74bA	24,63aA	18,68abB	17,19bB	22,79abA	21,21
	2,5	21,24bAB	24,04aA	17,01bC	17,02bC	19,25bBC	19,71
	Média	22,55	22,93	18,84	17,68	21,46	-
MSPL (mgplântula <sup>-1</sup> )	0,0	48,16aA	48,61aA	34,07aB	43,19aA	28,21aB	40,45
	1,0	42,61abA	34,06bB	24,21bC	32,43bBC	25,00aC	31,66
	1,5	42,63abA	32,83bB	21,74bC	30,36bB	29,24aBC	31,36
	2,0	40,33abA	37,00bA	21,30bB	25,65bB	26,09aB	30,08
	2,5	36,41bA	34,00bA	16,42bC	25,20bB	23,02aBC	27,01
	Média	42,03	37,30	23,55	31,37	26,31	-

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey (P<sub>0,05</sub>).

Pesquisa realizada com aplicação de glyphosate na pré-colheita, em plantas da cultivar Conquista, revelou efeito negativo desse tratamento no teste de envelhecimento acelerado (MALASPINA, 2008), discordante, portanto, do verificado nesse trabalho. Para todas as doses de glyphosate, foi verificado vigor superior de sementes da cultivar BRS 133, sem diferir da cultivar BRS 184; sementes da cultivar BRS 267 tiveram médias inferiores, quando comparadas com as das outras cultivares, em todas as doses. Variações no vigor de sementes de soja, avaliado pelo teste de envelhecimento acelerado, também foram verificadas por Pelúzio et al. (2008). Inoue et al. (2003) constatou redução significativa na porcentagem de plântulas normais, após as sementes serem submetidas ao teste de envelhecimento acelerado, devido à ação dos dessecantes diquat, paraquat e carfentrazone-ethyl. De acordo com o mesmo trabalho, apenas a aplicação de glufosinato de amônio não prejudicou o vigor das sementes de soja. Cathey & Barry (1977) encontraram resultados semelhantes, mas com sementes de algodão.

Os teores de água atingidos pelas sementes após o período de envelhecimento acelerado, entre 25 e 27%, indicaram a condução adequada do referido teste em termos de uniformidade das condições a que foram submetidas às sementes, conforme relatado por Marcos Filho (1999).

As doses de glyphosate não determinaram efeitos na emergência de plântulas de sementes das cultivares BRS 133 e Conquista, ou tiveram efeitos prejudiciais somente em doses mais elevadas, iguais ou superiores a  $2,0 \text{ Lha}^{-1}$ , cultivares Embrapa 48 e BRS 267, ou  $2,5 \text{ Lha}^{-1}$ , cultivar BRS 184 (Tabela 6). Considerando as cultivares avaliadas, foram verificados, em todas as doses do dessecante aplicado, comportamentos superior das cultivares BRS 133 e Conquista, intermediário das cultivares BRS 184 e Embrapa 48, e inferior da cultivar BRS 267.

Em termos de velocidade do processo de emergência de plântulas, expresso pelo IVE, apenas na cultivar BRS 184 foi observado interferência negativa do glyphosate, em qualquer dose, e na cultivar BRS 267, na dose mais elevada ( $2,5 \text{ Lha}^{-1}$ ). Todavia, o comportamento das cultivares, tendo em vista as doses aplicadas do dessecante, mostrou a Conquista e a Embrapa 48 com velocidade superior de emergência e a BRS 267 com velocidade inferior.

O teste de condutividade elétrica acusou efeitos isolados dos fatores cultivares e doses do glyphosate no vigor das sementes (Gráfico 4). Deste modo, sobressaíram-se, em termos médios, BRS 133, positivamente, e BRS 267,

negativamente, com as demais com desempenho intermediário. O sistema de membranas celulares é o último a ser estruturado e organizado antes da maturidade fisiológica, e o primeiro a exibir alterações degenerativas decorrentes da deterioração das sementes. Falhas na integridade das membranas podem acarretar a lixiviação de açúcares, de aminoácidos, de eletrólitos e outras substâncias solúveis em água (HEYDECKER, 1974).

De acordo com Popinigis (1985) valores superiores de condutividade elétrica são apresentados por sementes que perdem grande quantidade de eletrólitos, indicativo de maior permeabilidade das membranas e, portanto, de vigor inferior. Funghetto et al. (2004) observaram facilidade de rompimento do tegumento hidratado de sementes de soja e, desse modo, diminuição das reservas por perdas de solutos para o substrato. Sá e Lazarini (1995), estudando sementes de soja com condutividade elétrica abaixo de  $60 \mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$ , constataram altas porcentagens de germinação, de vigor e de emergência de plântulas no campo, semelhantemente ao verificado com a cultivar BRS 133 neste trabalho.

Efeito significativo de cultivares nos valores de condutividade elétrica foi constatado por vários autores (BRUGGINK et al. 1991; PRETE et al. 1994; PANOBIANCO; VIERA, 1997), fato também observado neste trabalho, em função das características do tegumento que influenciam a qualidade das sementes.

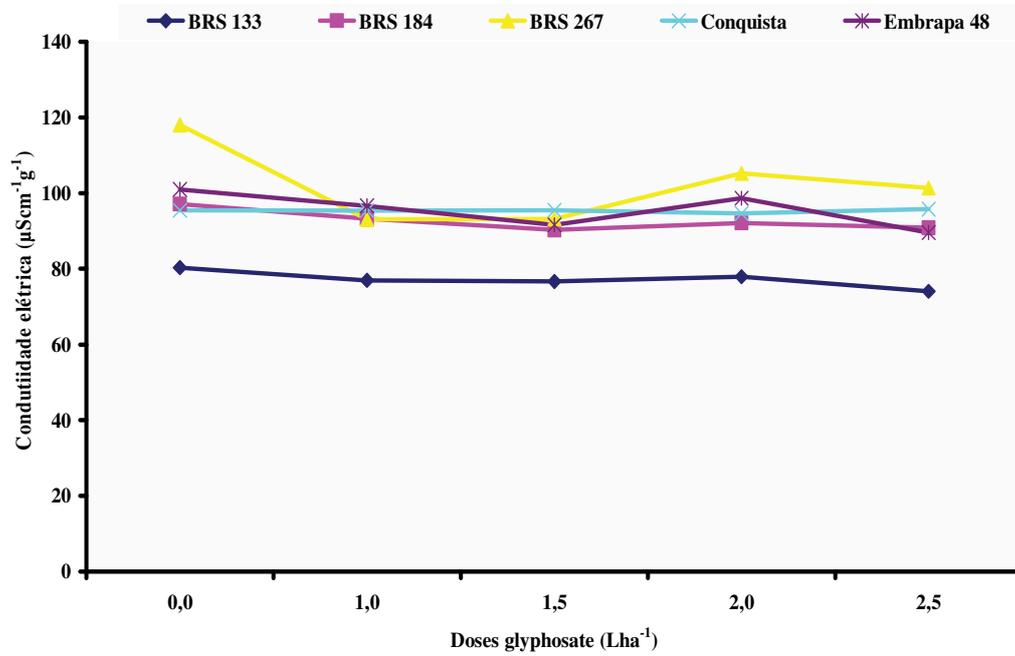
Os valores médios das doses de glyphosate (Gráfico 4) indicaram redução, ou tendência à redução, da condutividade elétrica das sementes, comparativamente à testemunha sem aplicação do dessecante. Assim, não foi caracterizado, por este teste, prejuízos ao vigor das sementes decorrentes do glyphosate aplicado às plantas de soja na maturidade fisiológica, contrariamente ao verificado por Malaspina (2008) em trabalho com a cultivar Conquista.

**Tabela 6.** Envelhecimento acelerado (EA, %), emergência de plântulas (EC %) e índice de velocidade de emergência em campo (IVE) de sementes de soja provenientes de plantas dessecadas em pré-colheita com glyphosate. Botucatu-SP, 2007/2009.

Avaliações	Doses (Lha <sup>-1</sup> )	Cultivares					Média
		BRS 133	BRS 184	BRS 267	Conquista	Embrapa 48	
EA (%)	0,0	71aA	66aA	58aB	65aAB	68aA	66
	1,0	74aA	69aAB	59aC	66aB	58bC	65
	1,5	72aA	68aA	54aB	54bB	61bB	66
	2,0	74aA	69aAB	57aC	66aB	64abB	66
	2,5	73aA	69aAB	56aD	64aBC	58bCD	64
	Média	73	68	57	63	62	-
EC (%)	0,0	69aA	69aA	57aB	70aA	65aAB	66
	1,0	65aA	62abA	56aB	68aA	66aA	63
	1,5	66aA	68aA	51abB	69aA	60abAB	63
	2,0	68aA	63abAB	49bB	66aA	57bAB	61
	2,5	66aA	58bAB	46bB	67aA	58bAB	59
	Média	67	64	52	68	61	-
IVE	0,0	3,68aB	4,23aAB	3,44aB	4,76aA	4,41aA	4,10
	1,0	3,55aB	3,54bB	3,31aB	4,56aA	4,39aA	3,87
	1,5	3,76aAB	3,41bB	3,29aB	4,61aA	4,37aA	3,89
	2,0	3,56aB	3,54bB	3,28aB	4,61aA	4,39aA	3,88
	2,5	3,46aB	3,38bB	2,51bC	4,62aA	4,37aA	3,83
	Média	3,60	3,62	3,33	4,63	4,39	-

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey (P<sub>0,05</sub>).

**Gráfico 4.** Condutividade elétrica (CE,  $\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$ ) de sementes de soja provenientes de plantas dessecadas em pré-colheita com glyphosate. Botucatu-SP, 2007/2009.



## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os testes empregados, alguns com indicações desuniformes, comparativamente, confirmaram a dificuldade tecnológica, ainda existente e apontada por Cavariani (1996), para seleção de determinações destinadas à avaliação da qualidade fisiológica de sementes.

O conjunto dos testes de naturezas fisiológica (testes de germinação, de primeira contagem de germinação e de tetrazólio – viabilidade) indicaram influência negativa à qualidade das sementes apenas em doses superiores à  $1,5 \text{ Lha}^{-1}$  de glyphosate, cultivares BRS 267 e BRS 184 e Embrapa 48, ou ausência de efeitos, cultivares BRS 133 e Conquista (Tabela 4). Estas duas últimas, quando comparadas nas doses do produto, tiveram desempenho superior àquelas. O desempenho inferior das cultivares BRS 184, BRS 267 e Embrapa 48 no teste de germinação pode ser atribuído à elevação da porcentagem de plântulas anormais verificada (Gráfico 3), não detectada pelo teste de tetrazólio. Os dados de vigor relacionados ao desenvolvimento de plântulas (Tabela 5) indicaram, claramente, reduções nos comprimentos da radícula, do hipocótilo, da plântula e da massa de matéria seca de plântulas das cultivares, exceto BRS 184, o que, todavia, não foram suficientes para comprometer o desempenho das sementes nos testes realizados. Esta influência negativa do crescimento das estruturas das plântulas foi mais acentuada na cultivar Conquista, considerada por França Neto e Gazziero (2008) como sensível à dessecação com glyphosate, com efeitos no desenvolvimento radicular. Esses resultados pressupõem a possibilidade de desempenho inadequado de plantas no campo, especialmente quando condições do ambiente não favoráveis ocorrerem, como

constatado por França Neto et al. (2009) em trabalho com a cultivar MG/BR 46 (Conquista).

Cabe ressaltar, na comparação entre as cultivares nas doses do dessecante, crescimento superior de plântulas da cultivar BRS 184, similar ao da BRS 133, em relação às demais, particularmente ao da Conquista, e mais acentuado nas doses de 2,0 e 2,5 Lha<sup>-1</sup>; não foram encontrados argumentos plausíveis ao desempenho superior de sementes do cultivar BRS 184 nos testes de crescimento de plântulas.

Os demais testes de vigor empregados (envelhecimento acelerado, condutividade elétrica, emergência de plântulas em campo e índice de velocidade de emergência) indicaram, em geral, ausência de efeitos das doses de glyphosate, exceto quando considerado a emergência em campo e índice de velocidade de emergência, às sementes das cultivares BRS 184, BRS 267 e Embrapa 48 nas duas maiores doses. Em termos de cultivares no conjunto das doses, destacaram-se, positivamente, as cultivares BRS 133 e Conquista, e negativamente, a BRS 267.

Depreende-se dos resultados verificados nessa pesquisa, apesar de informações disponíveis quanto aos danos fisiológicos às sementes de soja decorrentes da dessecação de plantas com glyphosate, haver sensibilidade diferencial de cultivares. Assim, os estudos sobre dosagens do produto, que tem se constituído no referencial à adoção da tecnologia, não tem considerado características das vagens e das sementes que, infere-se, podem influenciar as respostas.

## 6. CONCLUSÕES

Considerando as condições de realização deste trabalho, conclui-se que:

1. A aplicação do dessecante glyphosate, em doses iguais ou superiores à  $2,0 \text{ Lha}^{-1}$ , pode influenciar negativamente a qualidade fisiológica de sementes de soja;
2. O glyphosate determina redução de desenvolvimento de plântulas de soja;
3. Existe sensibilidade diferencial de cultivares de soja aos efeitos do glyphosate aplicado em pré-colheita das plantas;
4. O cultivar BRS 133 teve menor sensibilidade aos efeitos do glyphosate.

## 7. 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.

ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSIS. Seed vigour handbook. In: \_\_\_\_\_. **The handbook of seed testing**. East Leasing, 1983. 88 p. (Contribution 32).

AZLIN, W. R.; McWHORTER, C. G. Preharvest effects of applying glyphosate to soybeans (*Glycine max*). **Weed Science**, Champaign, v. 29, n. 1, p. 123-127, 1981.

BANZATTO, D.A.; KRONKA, S. N. **Experimentação Agrícola**. 3. ed. Jaboticabal: FUNEP, 1992. 247 p.

BARTELS, P. G. Effects of herbicides on chloroplast and cellular development. In: DUKE, S. O. (Ed.). **Herbicide physiology**. Boca Raton: CRC, 1985. v. 2, p. 63-90.

BASTIDAS, G.; FRANCO, H.; CRUZ, R. de la. Desfoliantes em soya (*Glycine max* (L.) Merrill). **Acta Agronómica**. Colombia, v. 21, n. 2, p. 51-58, 1971.

BAUR, J. R.; MILLER, F. R.; BOVEY, R. W. Effects of preharvest desiccation with glyphosate on grain sorghum seed. **Agronomy Journal**, Wisconsin, v. 69, p. 1015-1018, 1977.

BERTAGNOLLI, C. M. **Detecção e quantificação de sementes de soja geneticamente modificada resistente ao glifosato em sistema hidropônico**. 2005. 73 p. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Sementes)-Faculdade de Agronomia “Eliseu Maciel”, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2005.

BERVALD, C. M. P. **Desempenho fisiológico e metabolismo de sementes de soja convencional e transgênica submetidas ao glifosato**. 2006. 51 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Sementes)-Faculdade de Agronomia “Eliseu Maciel”, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2006.

BEWLEY, J.D. Physiological aspects of desiccation tolerance. **Annual Review of Plant Physiology**, Palo Alto, v. 30, p. 195-238, 1979.

BEWLEY, J. D.; BLACK, M. **Seeds: physiology of development and germination**. 2. ed. New York: Plenum, 1994. 445 p.

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/d5fbc829a2f54298832569f8004695c5/\\$FILE/Page6-7-91.pdf](http://www.ipni.org.br/ppiweb/brazil.nsf/87cb8a98bf72572b8525693e0053ea70/d5fbc829a2f54298832569f8004695c5/$FILE/Page6-7-91.pdf)>. Acesso em: 22 maio 2008.

BOVEY, R.W. Effects of foliary applied dessiccantes on selected species under tropical environment. **Weed Science**, Champaign, v. 18, n. 1, p. 79-83, 1975.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Departamento Nacional de Defesa Vegetal. Coordenação de Laboratório Vegetal. **Regras para análise de sementes**. Brasília, DF, 1992. 365 p.

BRUGGINK, H. et al. Some factors influencing electrolyte leakage from maize (*Zea mays* L.) kernels. **Seed Science Research**, Wallingford, v. 1, n. 1, p. 15-20, 1991.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4. ed. Campinas: Fundação Cargill, 2000. 588 p.

CASTRO, P.R.C. et al. Ação comparada de Ethrel, Fuzilade e Glifosato, em duas épocas de aplicação, na maturação e produtividade da cana-de-açúcar, variedade SP 70-1143. **Revista de Agricultura**, Piracicaba, v. 77, n. 1, p. 23-38, 2002.

CATHEY, G.W.; BARRY, H.R. Evaluation of glyphosate as a harvest-aid chemical on cotton. **Agronomy Journal**, Wisconsin, v. 69, p. 11-14, 1977.

CAVARIANI, C. **Secagem estacionária de sementes de milho com distribuição radial do fluxo de ar**. 1996. 85 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia)-Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1996.

CHRISTOFFOLETI, P.J. Resistência de plantas daninhas aos herbicidas. In: SIMPÓSIO SOBRE HERBICIDAS E PLANTAS DANINHAS, 1., 1997, Dourados. **Anais...** Dourados: EMBRAPA, 1997. p. 75-94.

COLE, D. J. Mode of action of glyphosate: a literature analysis. In: GROSSBARD, E.; ATKINSON, D. (Eds.). **The herbicide glyphosate**. London: Butterworths, 1985. p. 49-54.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Indicadores da agropecuária**. Brasília, DF, 2008. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 10 jun. 2008.

DURIGAN, J. C. **Efeitos de aplicação em pré-colheita de dessecantes em duas cultivares de soja (*Glycine max* (L.) Merrill)**. 1979. 90 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia)-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias. Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1979.

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.

DURIGAN, J. F.; SÁNCHEZ, A. L.; ASSIS, G. M. Respostas de genótipos de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) ao retardamento de colheita quanto aos conteúdos de proteína e óleo da semente. **Científica**, Jaboticabal, v. 17, n. 1, p. 121-125, 1989.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro de Pesquisa de Soja. **Tecnologia de produção de soja**: região central do Brasil: 2008. Londrina, 2008. 33 p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília, DF, 1999. 412 p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa da Soja. **Tecnologia de produção de soja**: região central do Brasil: 2002. Londrina, 2002. 237 p.

FEHR, W. R.; CAVINESS, C. E. **Stage of soybean development**. Ames: Iowa State University, 1981. 12 p. (Special report, 80).

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

FONSECA, N. **Influência da aplicação de paraquat sobre a produção e a qualidade da semente de soja (*Glycine max* (L.) Merrill)**. 1984. 48 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia)-Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 1984.

FRAGA, A. C. **Estudo sobre a utilização de dessecantes na produção de sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill)**. 1988. 91 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia)-Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 1988.

FRANÇA NETO, J. B. et al. **Sementes esverdeadas de soja e sua qualidade fisiológica**. Londrina: Embrapa Soja, 2005. 8 p. (Circular técnica, 38).

FRANÇA NETO, J. B. et al. Uso do glyphosate como dessecante em pré-colheita em sementes de soja e seus efeitos sobre a produtividade. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 5., 2009, Londrina. **Resumos...** Londrina: Embrapa Soja, 2009. 285p.

FRANÇA NETO, J.B.; GAZZIERO D.L.P. **Dessecação em pré-colheita e seus efeitos sobre a qualidade da semente de soja**. Londrina: Embrapa Soja. Disponível em: <<http://www.cnpso.embrapa.br/download/palestras/glyphosate-dionisio-franca.pdf>>. Acesso em: 18 maio 2008.

FRANÇA NETO, J. B.; KRZYZANOWSKI, F. C.; COSTA, N. P. **Teste de tetrazólio em sementes de soja**. Londrina: EMBRAPA, CNPSo, 1998. 8 p. (Circular técnica, 39).

FUENTES, J. R. et al. Tolerância de cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) aos herbicidas alachlor e linuron. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 31, p. 136-145, 1984.

FUNGHETTO, C. I. et al. Detecção de sementes de soja geneticamente modificada tolerante ao herbicida glifosato. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 26, n. 1, p. 130-138, 2004.

GALLI, A. J. B. Roundup como maturador de cana-de-açúcar: a melhor opção para flexibilizar o manejo de corte. In: SEMINÁRIO ROUNDUP EFEITO MATURADOR, 1., 1993, Guarujá. **Anais...** Guarujá, 1993. p. 18-23.

GIESY, J. P.; DOBSON, S.; SOLOMON, K. R. Ecotoxicological Risk Assessment for Roundup Herbicide. **Reviews Environmental Contamination Toxicology**, Nova York, v. 167, p. 35-120, 2000.

HEYDECKER, W. Vigour. In: ROBERTS, G. H. (Ed.). **Viability of seeds**. London: Chapman and Hall, 1974. p. 209-52.

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 Agrária**, Curitiba, v. 10, n. 1, p. 1-6, 2009.

KERMODE, A. R. Approaches to elucidate the basis of desiccation-tolerance in seed. **Seed Science Research**, Wallingford, v. 7, p. 75-95, 1997.

KERMODE, A. R.; BEWLEY, J. D. Development seeds of *Ricinus communis* L. when detached and maintained in a atmosphere of high relative humidity, switch to a germinative mode without the requirement for complete desiccation. **Plant Physiology**, Bethesda, v. 90, p. 702-707, 1989.

KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA-NETO, J. B. **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. 218 p.

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.

LACERDA, A. L. S. et al. Armazenamento de sementes de soja dessecadas e avaliação da qualidade fisiológica, bioquímica e sanitária. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, 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.
- LAMAS, F. M. Desfolhantes e maturadores. In: EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Algodão: Tecnologia de produção**. Dourados, 2001. p. 268-272.
- LOEFFLER, T. M.; TEKRONY, D. M.; EGLI, D. B. The bulk conductivity test as an indicator of soybean seed quality. **Journal of Seed Technology**, Lincoln, v. 12, n. 1, p. 37-53, 1988.
- LOMBARDI NETO, F.; DRUGOWICH, M. I. (Coords.). **Manual técnico de manejo e conservação de solo e água**. Campinas: CATI, 1994. Não paginado.
- 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.
- MAGUIRE, J. D. Speed of germination aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v. 2, n. 2, p. 176-77, 1962.
- MALASPINA, I. G. **Épocas de aplicação de dessecantes na cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merrill): teor de água, produtividade e qualidade fisiológica das sementes**. 2008. 47 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Sistemas de Produção)- Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2008.
- MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, 2005. 495 p.
- MARCOS FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: Abrates, 1999. cap. 3, p. 3-24.
- MASCARENHAS, H. A. A.; TANAKA, R. T. Soja. In: RAIJ, B. van et al. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo. Boletim Técnico Instituto Agrônomo Campinas**, Campinas, n. 100, p. 202-203, 1997.

- MATTHEWS, S. Controlled deterioration: a new vigour test for crop seeds. In: HEBBLETHWAITE, P. D. (Ed.). **Seed production**. London: Butterworths, 1980. p. 647-660.
- METCALFE, D. S.; WIGGANS, S. C.; THOMPSON, H. E. Desiccant sprays for bromegrass seed harvest. **Agronomy Journal**, Madison, v. 48, n. 2, p. 429, 1956.
- NAGATA, R.T. et al. Evaluation of glyphosate resistance in transgenic lettuce. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 125, p. 669-672, 2000.
- NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados na avaliação das plântulas. In: VIEIRA, R. D.; CARVALHO, N. M. (Eds.). **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. p. 48-85.
- NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. In: KRZYZANOWSKI, F.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (Eds.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p. 2-24.
- NICKELL, L. G. Revisión de los reguladores del crecimiento de la planta en la industria azucarera. **Sugar y Azúcar**, São Paulo, v. 79, n. 3, p. 17-20, 1984.
- NOODÉN, L. D. Integration of soybean pod development and monocarpic senescence. **Physiology Plant**, Copenhagen, v. 62, n. 2, p. 273-284, 1984.
- NUNES JÚNIOR, D.; GIACOMINI, G.; OLIVEIRA, A. A. Comparação do florescimento, chochamento e qualidade tecnológica em duas variedades de cana-de-açúcar na presença de maturador. **Boletim Técnico Copersucar**, São Paulo, n. 20, p. 20-31, 1982.
- PANOBIANCO, M.; VIEIRA, R. D. Electrical conductivity of soybean soaked seeds: I - effect of genotype. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 31, p. 621-627, 1996.
- PANOBIANCO, M.; VIEIRA, R. D. Variação na condutividade elétrica de sementes de diferentes genótipos de soja e sua relação com o conteúdo de lignina no tegumento. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SEMENTES, 10., 1997, Foz do Iguaçu. **Informativo ABRATES**, Londrina, v. 7, n. 1/2, p. 173, 1997.

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**, Uberlândia, v. 24, n. 2, p. 77-82, 2008.

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. **Anais...** Brasília, DF, SBCPD, 2004. 1 CD-ROM.

POPIGINIS, F. **Fisiologia da semente**. 2. ed. Brasília, DF: AGIPLAN, 1985. 289 p.

PRATA, F. et al. Influência da matéria orgânica na sorção e dessorção do glifosato em solos com diferentes atributos mineralógicos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 24, p. 947-51, 2000.

PRETE, C. E. C.; CÍCERO, S. M.; FOLEGATI, M. V. Emergência de plântulas de soja no campo e sua relação com a embebição e condutividade elétrica das sementes. **Semina**, Londrina, v. 15, p. 32-37, 1994.

RAIJ, B. V.; QUAGGIO, J. A. **Métodos de análises de solo para fins de fertilidade**. Campinas: Instituto Agrônomo de Campinas, 1983. 31 p.

REDDY, K. N.; RIMANDO, A. M.; DUKE, S. O. Aminomethylphosphonic 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.

RITCHIE, S. W.; HANWAY, J. J.; THOMPSON, H. E. **How a soybean plant develops**. Ames: Iowa State University of Science and Technology Cooperative Extension Service, 1994. Special report, n. 53.

ROBERTS, E. H. Predicting the storage life of seeds. **Seed Science & Technology**, Zurich, v. 1, p. 499-514, 1973.

RODRIGUES, J. D. **Absorção, translocação e modo de ação de defensivos (glifosato e alachlor)**. Botucatu: UNESP, Faculdade de Ciências Agrônomicas, 1994. 10 p. Apostila.

- ROMAN, E. S.; RODRIGUES, O.; McCracken, A. **Dessecação, uma tecnologia que reduz perdas na colheita de soja**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2001. (Comunicado técnico, 60).
- SÁ, M. E.; LAZARINI, E. Relação entre os valores de condutividade elétrica e níveis de emergência em sementes de diferentes genótipos de soja. **Informativo Abrates**, Curitiba, v. 5, p. 143, 1995.
- 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, A. C. da. et al. Dessecação pré colheita de soja e *Brachiaria brizantha* consorciadas com doses reduzidas de gramínicida. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 41, n. 1, p. 37-42, 2006.
- SILVA, W. R. **Relação entre disponibilidade de água, tratamento fungicida e germinação de sementes de milho (*Zea mays* L.)**. 1989. 113 p. Tese (Doutorado em Agronomia)-Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1989.
- SIQUEIRA, S. C. de. et al. Simulação da soja geneticamente modificada tolerante ao glifosato por meio do cultivo de explantes. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Campinas, v. 11, n. 1, p. 13-20, 1999.
- SMIDERLE, O. J.; CÍCERO, S. M. Tratamento inseticida e qualidade de sementes de milho. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v. 20, n. 2, p. 462-469, 1998.
- SOARES, L. F. **Efeito da utilização de paraquat na fração lipídica da soja**. 1995. 47 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia)-Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1995.
- SU, L. Y. et al. The relation-ship of Glifosatotreatment to sugar metabolism in sugarcane: New physiological insights. **Journal of Plant Physiology**, Stuttgart, v. 140, p. 168-173, 1992.
- SUBIROS, J. F. Efecto de la aplicación de glifosato como madurador en tres cultivares de caña de azúcar. **Turrialba**, Costa Rica, v. 40, n. 4, p. 527-534, 1990.

- THOMAS, H.; STODDART, J. L. Separation of chlorophyll degradation from other senescence processes in leaves of a mutant genotype of meadow fescue (*Festuca pratensis* L.). **Plant Physiology**, Maryland, v. 56, n. 3, p. 438-441, 1975.
- TOLEDO, F. F. de; MARCOS FILHO, J. Tratamento de sementes. In: \_\_\_\_\_. (Org.). **Manual de sementes: tecnologia da produção**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1977. p. 194-218.
- VANZOLINI, S. et al. Teste de comprimento de plântula na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v. 29, n. 2, p. 90-96, 2007.
- WARD, F. H.; POWEL, A. A. Evidence for repair processes in onion seed during storage at high seed moisture contents. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 34, p. 272-82, 1983.
- WEED SCIENCE. International Survey of Herbicide Resistant Weeds. Disponível em: <<http://www.weedscience.org/in.asp>>. Acesso em: 10 jun. 2009.
- WILCOX, J. R.; LAVIOLETTE, F. A.; ATHOW, K. L. Deterioration of soybean seed quality associated with delayed harvest. **Plant Disease Reporter**, Idaho, v. 58, n. 2, p. 130-133, 1974.
- WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Glyphosate: environmental health criteria 159**. Geneva, 1994.
- ZORATO, M. F. et al. Sementes esverdeadas em soja: testes alternativos para predizer sua armazenabilidade. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SEMENTES, 13., 2003, Gramado. **Informativo ABRATES**, Londrina, v. 13, n. 3, p. 295, set. 2003. Número especial.