

UniRV- UNIVERSIDADE DE RIO VERDE
FACULDADE DE AGRONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PRODUÇÃO VEGETAL

**INFLUÊNCIA DA QUALIDADE DE SEMENTES DE SOJA NA
TOLERÂNCIA A HERBICIDA APLICADO EM PRÉ-EMERGÊNCIA**

FLÁVIO NASCIMENTO SILVA

RIO VERDE
GOIÁS - BRASIL

2017

FLÁVIO NASCIMENTO SILVA

**INFLUÊNCIA DA QUALIDADE DE SEMENTES DE SOJA NA
TOLERÂNCIA A HERBICIDA APLICADO EM PRÉ-EMERGÊNCIA**

Dissertação apresentada à UniRV – Universidade de Rio Verde, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, para obtenção do título de *Magister Scientiae*

**RIO VERDE
GOIÁS - BRASIL
2017**

© Copyright Flávio Nascimento Silva, 2017

SILVA, Flávio Nascimento. **Influência da qualidade de sementes de soja na tolerância a herbicida aplicado em pré-emergência.** 2017. 60 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade de Rio Verde – UniRV, Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, Rio Verde/GO, 2017.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

S586i	Silva, Flávio Nascimento. Influência da qualidade de sementes de soja na tolerância a herbicida aplicado em pré-emergência. – 2017. 55 f. : il. Orientador: Prof ^o . Dr ^o . Alberto Leão de Lemos Barroso. Co-Orientador: Prof ^o . Dr ^o . Hugo de Almeida Dan. Dissertação (Mestrado) – Universidade de Rio Verde – UniRV, Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, 2017. Inclui índice de tabelas e figuras. 1. Glycine Max. 2. Deterioração. 3. Qualidade de Sementes. I. Título. II. Barroso, Alberto Leão de Lemos. III. Dan, Hugo de Almeida. IV. Universidade de Rio Verde – UniRV. CDU - 633.15
-------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Catalogação na fonte: Bibliotecária Mariana Oliveira Soldera – CRB1/3100

All rights reserved.

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS – A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio deste documento é autorizado desde que citada a fonte.

A violação dos direitos do autor (Lei nº 9.610/98) é crime estabelecido pelo artigo 184 do Código Penal.

FLÁVIO NASCIMENTO SILVA

INFLUÊNCIA DA QUALIDADE DE SEMENTES DE SOJA NA TOLERÂNCIA A
HERBICIDA APLICADO EM PRÉ-EMERGÊNCIA

Dissertação apresentada à UniRV – Universidade de
Rio Verde, como parte das exigências do Programa
de Pós-Graduação em Produção Vegetal, para
obtenção do título de *Magister Scientiae*

APROVAÇÃO: 10 de maio de 2017



Prof. Dr. Alberto Leão de Lemos Barroso
Presidente da Banca Examinadora
Membro – FA/UniRV



Prof. Dr. Carlos César Evangelista de Menezes
Membro – FA/UniRV



Prof. Dr. Guilherme Braga Pereira Braz
Membro – FA/UniRV



Prof. Dr. Adriano Perin
Membro IFGoiano - Rio Verde

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus familiares por me ajudar a superar os obstáculos e conseguir chegar a esse momento, e aos meus amigos que estiveram ao meu lado nessa caminhada.

AGRADECIMENTOS

Ao amigo e orientador Prof Dr. Alberto Leão de Lemos Barroso.

Ao amigo e Co-orientador Prof Dr. Hugo de Almeida Dan, pela dedicação e apoio incondicional.

À secretária do mestrado Rizzia.

Às sementeiras: Sementes Adriana, Sementes Goiás e Cereal Ouro que nos apoiaram, doando as sementes necessárias para esta pesquisa.

Aos servidores do laboratório de sementes Flávio Jorge, Eronice.

Aos engenheiros agrônomos amigos e colegas de mestrado: Alex José Zamonaro, Eduardo Tizzo Ribeiro, Estevão, Gabriela, pela agradável convivência.

Ao grupo GEPDC, aqui representado pelo amigo José Arnaldo de Souza Jr.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS.....	v
RESUMO GERAL.....	vi
GENERAL ABSTRACT.....	viii
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	2
2.1 Soja.....	2
2.2 Qualidade de sementes de soja.....	4
2.3 Testes utilizados na avaliação da qualidade de sementes de soja.....	6
2.3.1 Teste padrão de germinação.....	7
2.3.2. Teste de tetrazólio.....	8
2.3.3 Teste de envelhecimento acelerado.....	9
2.4 Herbicidas aplicados na pré-emergência da cultura da soja.....	10
2.4.1 S-metolachlor.....	11
3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	12
CAPÍTULO 1. ADEQUAÇÃO DE METODOLOGIA PARA O TESTE DE ENVELHECIMENTO DE SEMENTES VISANDO TESTE DE CAMPO.....	18
RESUMO.....	18
ABSTRACT.....	19
1 INTRODUÇÃO.....	20
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	21
2.1. Etapa 1. Avaliação da qualidade fisiológica dos lotes de sementes.....	21
2.2 Etapa 2. Determinação da curva de envelhecimento das sementes.....	22
3 RESULTADOS EDISCUSSÃO.....	23
3.1 Etapa 1 Avaliação da qualidade fisiológica dos lotes de sementes.....	23
3.2 Etapa 2 Determinação da curva de envelhecimento das sementes.....	24
4 CONCLUSÃO.....	27
5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	27
CAPÍTULO 2. PLÂNTULAS DE SOJA ORIUNDAS DE SEMENTES COM DIFERENTES NÍVEIS DE VIGOR E SUBMETIDAS À APLICAÇÃO DE HERBICIDA EM PRÉ- EMERGÊNCIA.....	29

RESUMO.....	29
ABSTRACT.....	30
1 INTRODUÇÃO.....	31
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	32
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	34
3.1 Experimento 1 (cultivar M 7739 IPRO).....	34
3.2 Experimento 2 c(cultivar NS 7209 IPRO).....	37
4 CONCLUSÃO.....	39
5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	40
ANEXOS.....	42

LISTA DE TABELAS

TABELA 1	Informações dos cultivares utilizados.....	21
TABELA 2	Resultados preliminares para avaliação do vigor das sementes dos cultivares de soja. Rio Verde - GO, 2017.....	24
TABELA 3	Aplicação do modelo matemático para determinação do tempo necessário para o envelhecimento acelerado. Rio Verde - GO, 2017.....	26
TABELA 4	Validação do tempo estimado pelo modelo matemático para determinação do tempo necessário para o envelhecimento acelerado. Rio Verde - GO, 2017.	27
TABELA 5	Características química e granulométrica dos solos utilizado no experimento conduzido em casa de vegetação.....	33
TABELA 6	Níveis de fitointoxicação em plantas de soja oriundas de sementes de diferentes níveis de vigor cultivar M 7739 IPRO. Rio Verde - GO, 2016-17	35
TABELA 7	Altura aos 28 DAE, índice SPAD e Massa da matéria seca da parte aérea de plantas de soja oriundas de sementes do cultivar M 7739 IPRO com diferentes níveis de vigor. Rio Verde - GO, 2016-17.....	36
TABELA 8	Níveis de fitointoxicação em plantas de soja oriundas de sementes do cultivar NS 7209 IPRO com diferentes níveis de vigor. Rio Verde - GO, 2016-17.....	37
TABELA 9	Altura, índice SPAD e Massa da matéria seca da parte aérea de plantas de soja oriundas de sementes de diferentes níveis de vigor cultivar NS 7209 IPRO aos 28 DAE. Rio Verde - GO, 2016-17.....	39

RESUMO GERAL

SILVA, Flávio Nascimento, M.S., Universidade de Rio Verde, maio de 2017. **Influência da qualidade de sementes de soja na tolerância a herbicida aplicado em pré-emergência.** Orientador: Prof. Dr. Alberto Leão de Lemos Barroso.

A produção de insumos agrícolas cada vez mais enfrenta desafios a fim de atingir altas produtividades seja por problemas bióticos ou abióticos. Dentre os diversos fatores bióticos pode-se destacar a matocompetição, sendo um problema crescente devido à seleção de biótipos tolerantes e/ou resistentes. Estudos mostram que uma ferramenta importante para amenizar esse problema é a utilização de herbicidas aplicados em pré-emergência, pois esses herbicidas agem na germinação das sementes ou em plântulas recém emergidas, evitando o estabelecimento das plantas daninhas em campo. Outro ponto importante é a questão da seletividade desses herbicidas em relação à cultura a ser implantada. A seletividade muitas vezes se dá através das plântulas conseguirem metabolizar o produto a compostos não herbicidas, mas não está totalmente esclarecido a relação de plântulas oriundas de sementes com baixo nível vigor sobre o aspecto como seletividade de herbicidas. Com o objetivo de avaliar a seletividade do herbicida S-metolachlor em plântulas de soja, oriundas de sementes com diferentes níveis de vigor, foram instalados dois experimentos no ano agrícola safra 2016/2017, entre os meses de dezembro de 2016 a março de 2017, na Universidade de Rio Verde (UniRV) GO, utilizou-se sementes de soja de seis cultivares (M7739 IPRO, sendo duas amostras de sementeiras distintas); NS7209 IPRO; TMG1175 RR; NS 7338 IPRO e Anta 82 RR). O experimento I objetivou a determinação da qualidade fisiológica das sementes. Os testes foram realizados no laboratório de sementes da UniRV, cada amostra foi submetida a testes de viabilidade e vigor (tetrazólio, germinação e envelhecimento acelerado), para caracterização do potencial fisiológico das sementes bem como adequar uma metodologia padrão do teste de envelhecimento acelerado para obtenção de diferentes níveis de vigor (alto maior que 90% médio 80 a 85% e baixo menor que 75% de vigor), de uma mesma cultivar e definição das variedades a serem utilizadas. O experimento II teve como objetivo avaliar a seletividade do herbicida S-metolachlor aplicação em pré-emergência, sendo realizado em casa de vegetação na UniRV. A determinação da curva padrão de envelhecimento foi realizada nos intervalos de 0, 24, 48,72 e 96 horas, o delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com quatro repetições em esquema de parcelas subdivididas no tempo (2 x 5), sendo dois cultivares para cinco tempos de permanência na câmara de envelhecimento. Os resultados indicaram os tempos de envelhecimento necessário para que cada cultivar tivesse o vigor desejado, possibilitando selecionar dois cultivares (M7739 IPRO (Amostra 1) e NS7209 IPRO), que melhor se encaixaram na proposta de trabalho em virtude do alto nível de vigor. Para avaliar a seletividade do herbicida S- metolachlor, em plântulas de soja oriundas de sementes com diferentes níveis de vigor foram implantados dois ensaios, adotando um delineamento experimental inteiramente casualizado em esquema fatorial (3 x 2 x 2), sendo considerado três níveis de vigor (alto, médio e baixo), dois solos de textura distintas (arenoso e argiloso) e dois tratamentos herbicidas, ausência ou presença do S-metolachlor aplicado em pré-emergência. As variáveis analisadas foram velocidade de emergência, fitointoxicação (14 e 28 dias após emergência-DAE), índice SPAD (28 DAE), altura de plantas e matéria seca da parte aérea aos 28 DAE. Observou-se fitointoxicação na presença do herbicida S-metolachlor, independentemente do cultivar, do solo ou nível de vigor. Os

sintomas visuais observados foram redução de porte, leve clorose, encarquilhamento do folíolo e leve alteração na extensão cotiledonar, mostrando que em plântulas oriundas de sementes de baixo e médio vigor podem ter sua seletividade comprometida para o herbicida S-metolachor em solos de textura arenosa para os cultivares testados. Na avaliação realizada aos 28 DAE os sintomas visuais desapareceram completamente, mostrando a capacidade de recuperação dos sintomas causados pelo herbicida.

Palavras-chave: *Glycine max*, deterioração, qualidade de sementes

GENERAL ABSTRACT

SILVA, Flávio Nascimento, M.S., University of Rio Verde, May 2017. **The influence of soybean seed quality in herbicide tolerance applied in pre-emergence.** Advisor: Prof. Dr. Alberto Leão de Lemos Barroso.

The production of agricultural inputs faces challenges in order to achieve high productivity for biotic or abiotic problems. Among the various biotic factors can be highlighted the weed competition, being a growing problem due to the selection of tolerant and/or resistant biotypes. Studies show that an important tool to mitigate this problem is the use of herbicides applied in pre-emergence, as these herbicides act on the germination of seeds or on newly emerged seedlings, avoiding the establishment of weeds in the field. Another important point is the question of the selectivity of these herbicides in relation to the crop to be implanted. The selectivity often occurs through the seedlings being able to metabolize the product to non-herbicidal compounds, but the relation of seedlings from seeds with low vigor level on the herbicide selectivity aspect is not completely understood. With the aim of evaluating the selectivity of the herbicide S-metolachlor in soybean seedlings, from seeds with different levels of vigor, two experiments were installed in the 2016/2017 crop year, from December 2016 to March 2017, At the University of Rio Verde (UniRV) GO, soybean seeds of six cultivars (M7739 IPRO, two separate seed samples) were used; NS7209 IPRO; TMG1175 RR; NS 7338 IPRO and Anta 82 RR). Experiment I aimed to determine the physiological quality of the seeds. The tests were carried out in the UniRV seed laboratory, each sample was submitted to tests of viability and vigor (tetrazolium, germination and accelerated aging), to characterize the physiological potential of the seeds as well as to adapt a standard methodology of the accelerated aging test to obtain the different vigor levels (higher than 90% average 80 to 85% and low less than 75% vigor), of the same cultivate and definition of the varieties to be used. Experiment II was aimed to evaluate the selectivity of the herbicide S-metolachlor application in pre-emergence, being carried out in a greenhouse at UniRV. The determination of the standard aging curve was performed at intervals of 0, 24, 48, 72 and 96 hours, the experimental design was completely randomized, with four replications in a split-plot scheme (2 x 5), two cultivars for five residence times in the aging chamber. The results indicated the aging times required for each cultivate to have the desired vigor, allowing selection of two cultivates (M7739 IPRO (Sample 1) and NS7209 IPRO), which best fit the work proposal due to the high level of vigor. To evaluate the selectivity of the herbicide S-metolachlor, in soybean seedlings from seeds with different levels of vigor two trials were implemented, adopting a completely randomized experimental design in a factorial scheme (3 x 2 x 2), considering three levels of vigor (High, medium and low), two distinct textured soils (sandy and clayey) and two herbicidal treatments, absence or presence of pre-emergence S-metolachlor. The variables analyzed were emergency velocity, phytointoxication (14 and 28 days after emergence-AED), SPAD index (28 DAE), plant height and shoot dry matter at 28 DAE. Phytotoxification was observed in the presence of the herbicide S-metolachlor, regardless of cultivar, soil or vigor level. The visual symptoms observed were reduced size, mild chlorosis, leaflet shrinkage and slight change in cotyledon extent, showing that in seedlings from low and medium vigor seeds may have their selectivity compromised for the S-metolachlor herbicide in sandy soils for the cultivates tested. In the evaluation performed at 28 DAE the visual symptoms disappeared completely, showing the capacity of recovery of the symptoms caused by the herbicide.

Keywords: *Glycine max*, deterioration, seed quality

1 INTRODUÇÃO GERAL

Com destaque no agronegócio mundial o Brasil desponta por ter aumentado gradativamente sua participação no mercado de produtos agrícolas. Nesse contexto, a soja (*Glycine max* (L.) Merrill) se destaca como a de maior importância entre as oleaginosas do mundo, utilizada para consumo animal e, também, na alimentação dos seres humanos, com consumo *in natura* ou por meio de produtos derivados.

A soja se tornou a mais importante cultura no que diz respeito à área plantada e produção de grãos, sendo responsável por colocar o Brasil como o segundo maior produtor mundial e maior exportador, o que faz dela uma importante fonte de renda para os produtores.

A expectativa de produção de soja para o ano de 2017 é de recuperação do estoque, em que a alta se estabeleça em 7,5 milhões de toneladas, chegando a 110,0 milhões de toneladas, verificando médias maiores de produtividade, alcançando valores próximos a 3.500 kg/ha (Conab, 2017).

O investimento em novas áreas de produção e a difusão do consumo de soja pode ser de suma importância para o suprimento alimentar mundial, principalmente pela demanda na fabricação de produtos utilizados na alimentação humana, ração animal e biocombustível.

Em função dessa ascensão comercial e, sobretudo a competitividade no mercado mundial, surge novas tecnologias, dentre elas o controle de qualidade de sementes na soja. Os fatores que vêm se destacando como de maior importância para se ter sucesso com a cultura da soja são a produção e o uso de sementes de alta qualidade. Todavia, o alcance desses requisitos requer que o sistema de controle de qualidade na indústria de sementes seja rápido, versátil e seguro, gerando resultados precisos e de forma sustentável. Certos elementos, como pureza física e varietal, grau de umidade e índice de danos mecânicos são capazes de serem realizados em somente alguns minutos, suprimindo, parcialmente, essas exigências.

Para que as sementes de soja possam ser classificadas como aptas ao processo de semeadura as mesmas necessitam apresentar características genéticas, físicas, fisiológicas e sanitárias específicas, apresentando taxas elevadas de vigor, germinação e sanidade, assim como garantia de purezas física e varietal, além de não conter sementes de plantas daninhas.

Esses fatores vão determinar o desempenho da semente no campo, levando ao estabelecimento da população de plantas de que necessita a cultivar, aspecto de suma importância para o alcance dos níveis altos de produtividade.

Dentre os fatores que afetam a produtividade da soja estão as plantas daninhas que competem com a cultura por água, luz, nutriente e espaço físico, sendo necessária utilização de ferramentas que possibilitem um controle efetivo das plantas indesejáveis. Uma dessas ferramentas é a utilização dos herbicidas aplicados em pré-emergência, evitando assim o estabelecimento das plantas daninhas.

A utilização de herbicidas aplicados em pré-emergência pode se dar por meio de aplicações realizadas imediatamente após realizar a semeadura da cultura ou mesmo depois da sua emergência, pois a ação desses se dá durante ou logo após a germinação das sementes de plantas daninhas. Geralmente a aplicação é realizada imediatamente após a semeadura.

Assim como qualquer outro agente xenobiótico, os herbicidas podem causar estresses em plantas cultivadas, especialmente aqueles que apresentam atividade residual e que inibem o processo inicial de desenvolvimento. Pelo fato das sementes ficarem expostas aos efeitos deletérios dos herbicidas e utilizarem mecanismos energéticos para reduzir os efeitos fitotóxicos, existem vários questionamentos em relação aos efeitos do vigor das sementes sobre a capacidade de recuperação das plântulas.

Com ênfase nos apontamentos realizados acima, esse estudo foi realizado com o intuito de avaliar a influência da qualidade de sementes de soja na tolerância da cultura ao herbicida S-metolachlor aplicado em pré-emergência.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Soja

No âmbito mundial a soja (*Glycine max* (L.) Merrill) se destaca como uma das culturas de maior importância econômica. Os seus grãos são amplamente utilizados pela agroindústria, em especial para produção de óleo vegetal e rações animal, na indústria química além do uso como alimento. Nos últimos anos a utilização da soja cresceu bastante como fonte de biocombustível (Freitas, 2011).

A soja é vista no mercado como uma das principais fontes de produção de óleos e proteínas vegetais, além de gerar outros produtos e, ainda, ganhou grande destaque na pauta de exportação do país (Silva, 2015).

Esse consumo tão expressivo se dá em virtude dos teores de óleo e proteína que possuem os grãos da soja, podendo ficar entre 20 e 40%, respectivamente, assim já descrito por Roessing e Guedes (1993).

A soja foi uma das principais responsáveis pela introdução da definição de agronegócio no Brasil, não apenas por conta do volume físico e financeiro, mas também pela necessidade que existe de gestão da atividade dos produtores, fornecedores de insumos, empresas que processam a matéria-prima e negociantes (Brum et al., 2005).

No decorrer dos últimos anos, além de o País se consolidar como um dos maiores produtores e consumidores mundial de produtos do complexo soja, a oleaginosa vem desempenhando papel muito importante para o desenvolvimento de diversas regiões brasileiras (Lazzarotto et al., 2017).

Em razão da grande diversidade do uso da oleaginosa e ao aumento da demanda global por alimentos, a área destinada ao cultivo de soja vem aumentando anualmente (Seab, 2017).

No sétimo levantamento de safra da soja (2016/2017) o crescimento na área plantada é de 1,4% comparado ao plantio da safra anterior (2015/2016). O crescimento nos números relativos ao plantio da oleaginosa teve a ajuda do clima para os diversos estágios de desenvolvimento das lavouras, responsável pela safra recorde de 110.161,7 mil toneladas (safra 2016/2017). Os índices de produtividades alcançados até o momento revelam um aumento em relação ao obtido na safra passada, podendo chegar a médias superiores a 3.500 kg/ha ou 4,8% superior à safra anterior. Diversos são os relatos de médias ainda maiores, resultado da interação entre clima, material genético e aplicação correta do pacote tecnológico (Conab, 2017).

É possível observar que a soja é uma *commodity* de grande importância para a economia brasileira, ocupando grandes extensões de área plantada e se destacando com alta produtividade por todo país.

Em razão de sua importância, a cultura da soja tem demonstrado intensa atividade de pesquisa direcionada à obtenção de informações que possibilitem aumentos na qualidade e quantidade produzida, bem como reduzir os custos de produção. Porém, essa situação exige a constante reformulação e adaptação de tecnologias (Coodetec, 2011).

Ocorre que, o sucesso da lavoura de soja depende de múltiplos fatores, onde o mais importante é o uso de sementes de elevada qualidade, que geram plantas de alto vigor que terão desempenho superior no campo (França-Neto et al., 2016).

Diante desse cenário, mais que nunca há que se ter uma preocupação com relação à melhoria da qualidade das sementes de soja, bem como relativo à necessidade de manutenção dessa qualidade, a fim de conseguir espaço no mercado.

2.2 Qualidade de sementes de soja

Grande parte da evolução da agricultura brasileira teve como responsável as sementes e os esforços por parte dos produtores para a produção de sementes de mais alta qualidade que representam uma base sólida para o sucesso da lavoura. Os fatores que levaram às altas produtividades obtidas nas lavouras de soja no Brasil estão diretamente relacionados ao sucesso do estabelecimento das plantas no campo, que por sua vez depende do manejo racional e principalmente de sementes com alta qualidade, ou seja, sementes viáveis e vigorosas, para que dessa maneira as plantas possam expressar ao máximo seu potencial genético (Botelho, 2012).

Para uma semente de soja ser classificada como de alta qualidade, baseiam-se nas características genéticas, físicas, fisiológicas e sanitárias, caracterizando assim altos índices de vigor, de germinação e de sanidade, assim como garantia de qualidade física e varietal, e ausência de sementes de plantas daninhas. Esses fatores respondem pelo desempenho da semente no campo, culminando com o estabelecimento da população de plantas requerida pela cultivar, aspecto fundamental que contribui para que sejam alcançados níveis altos de produção (Krzyzanowski, 2004).

Na cadeia produtiva da soja o controle de qualidade de sementes é de fundamental importância, pois, ou o produtor adota regras claras desse controle, ou provavelmente será eliminado desta atividade (Costa et al., 2003).

Vanzolini e Carvalho (2002) realizaram estudo por meio do qual constataram que as sementes de maior vigor tiveram um comprimento maior da raiz primária e um maior comprimento total das plântulas. Por sua vez, Kolchinski et al. (2006) chegaram à conclusão de que as plantas de soja que se originaram de sementes de alto vigor têm área foliar maior e, ainda, que o alto vigor das sementes gera taxa de crescimento maior após 21 dias da emergência.

Produzir sementes de soja de alta qualidade depende da adoção de técnicas especiais, associadas a um bom programa de controle de qualidade. Ao optar por não utilizar essas práticas, pode-se produzir sementes com qualidade inferior, principalmente quando a semente é produzida em regiões tropicais e subtropicais. A adoção pelos produtores de técnicas de

controle de qualidade na produção de semente tem como objetivo fornecer as informações que auxiliem no processo de tomada de decisão em cada etapa do processo de produção, tendo em vista superar os limites impostos pelos vários elementos capazes de prejudicar a qualidade da semente (França-Neto et al., 2016).

A qualidade da semente de soja pode ser influenciada por diversos fatores, que podem ocorrer durante a fase de produção no campo, na operação de colheita, na secagem, no decorrer do beneficiamento, do armazenamento, do transporte e na semeadura. Tais fatores abrangem extremos de temperatura no processo de maturação, flutuações dos elementos ligados à umidade ambiental, incluindo secas, deficiência na nutrição das plantas, ocorrência de insetos, além da adoção de técnicas inadequadas de colheita, secagem e armazenamento. Patógenos como *Phomopsis* spp., *Colletotrichum truncatum*, *Cercospora kikuchii* e *Fusarium* spp, também podem afetar a qualidade da semente, sendo esses os mais frequentes associados à semente de soja (Henning, 1984).

Durante o processo de formação e maturação das sementes, são verificadas alterações de massa de matéria seca, índice de umidade, tamanho, germinação e vigor, verificando-se que a maior qualidade fisiológica é observada quando a semente atinge a maturidade fisiológica. Quando as sementes apresentam tamanho maior ou são mais densas, possuindo, na maior parte dos casos, embriões corretamente formados e portadoras de quantidades maiores de reservas, elas apresentam maior capacidade de serem vigorosas (Carvalho; Nakagawa, 2000).

Uma reserva maior é capaz de aumentar as chances de sucesso no estabelecimento da plântula, em virtude de tornar possível a sobrevivência por um tempo maior, ainda que as condições ambientais não sejam favoráveis (Pádua et al., 2010).

A utilização de sementes de alta qualidade, com ênfase ao vigor, visa garantir maior probabilidade de sucesso no estabelecimento do estande em condições de campo. Esse se constitui na base para a obtenção de produção agrícola elevada e economicamente rentável. Uma avaliação adequada do vigor das sementes e a correta interpretação dos resultados dos diferentes testes trazem benefícios a todos os segmentos de um programa de produção de sementes. Quanto mais as informações acerca do vigor das sementes tornam-se disponíveis, mais importante é que os laboratórios oficiais, privados ou associados a empresas produtoras adotem os mesmos procedimentos para a condução de cada teste (Marcos Filho, 1999).

Além de apresentar qualidade, as sementes necessitam ser originadas de materiais genéticos adaptados às condições de clima da região onde a cultura será implantada, fator imprescindível para obtenção de um produto final com alta produtividade e qualidade. Em

razão disso, tem sido crescente a busca pelo desenvolvimento de testes que, além de adequados, sejam rápidos para agilizar a tomada de decisões no que diz respeito à destinação dos lotes de sementes produzidos, aumentando, assim, a eficiência das atividades envolvidas no controle de qualidade, objetivando a produção e comercialização de sementes de elevado padrão (Silva et al., 2010).

2.3 Testes utilizados na avaliação da qualidade de sementes de soja

Vários são os testes utilizados com o objetivo de determinar a qualidade fisiológica de sementes, seja pela capacidade germinativa ou estimativa do vigor, com o máximo de precisão e rapidez, sendo que para caracterizar o poder germinativo das sementes o teste mais utilizado é o teste padrão de germinação. De acordo com Krzyzanowski et al. (1999), desde que sejam seguidas as instruções estabelecidas nas Regras para Análise de Sementes, o teste de germinação fornece informações sobre o potencial de uma amostra para germinar quando forem excelentes as condições do ambiente, além de ser padronizado com ampla possibilidade de repetição dos resultados, dentro de níveis razoáveis de tolerância. Já para estimativa de vigor, estão os testes classificados como rápidos, que são os de tetrazólio, condutividade elétrica, pH do exsudato (fenolftaleína), verde rápido, tintura de iodo, entre outros (Dode et al., 2013).

Entre os testes indiretos, os quais possuem como característica principal serem rápidos, o teste de tetrazólio vem se destacando, haja vista que avalia a viabilidade e o vigor e, também, em alguns casos, tornam possível a identificação dos elementos que exercem influência na qualidade das sementes, a exemplo dos danos mecânicos e os ocasionados pela secagem, pelos insetos e pela deterioração por umidade (França Neto, 1999).

Os testes de vigor têm constituído ferramentas de uso cada vez mais rotineiro pela indústria de sementes, a fim de determinar o potencial fisiológico e, dentre os testes mais utilizados, estão o teste de envelhecimento acelerado e o teste de condutividade elétrica. Pesquisas realizadas envolvendo esses testes mostraram que ambos são satisfatórios na avaliação do potencial fisiológico de sementes de soja (Santos et al., 2011).

Utiliza-se os exsudatos presentes nas soluções aquosas das sementes embebidas na condutividade elétrica, a fim de quantificar a desorganização das membranas celulares (Vieira; Krzyzanowski, 1999).

O teste de envelhecimento acelerado tem estado entre os mais indicados para a determinação do vigor, pois utiliza fatores ambientais comumente associados com a

deterioração das sementes, como altas temperatura e elevada umidade relativa do ar, mostrando-se um método eficiente para a avaliação do potencial fisiológico de sementes de soja. Seu princípio tem como base o fato das sementes de maior vigor serem mais tolerantes às condições adversas de umidade relativa e temperatura e apresentam valores mais altos de germinação que as menos vigorosas. Essas, quando expostas às mesmas condições, têm sua viabilidade reduzida (Silva et al., 2010).

Marcos Filho (1999a) descreve que o teste de envelhecimento acelerado é uma avaliação da resposta das sementes, através do teste de germinação, após terem sido submetidas a condições de estresse: temperatura elevada e umidade relativa próxima a 100%, por determinado tempo.

As pesquisas realizadas têm mostrado a sensibilidade do teste em avaliar o potencial das sementes de diferentes espécies no aspecto fisiológico. Dentre os trabalhos com sementes de soja destacam-se os de Marcos Filho et al. (1990) e Loeffler et al. (1988).

Marcos Filho (1999b) ressalta que a avaliação de envelhecimento acelerado, em programas de melhoramento genético, permite a seleção de cultivares que apresentam maior potencial de desempenho em regiões com probabilidade de temperatura e umidade relativa do ar elevadas no decorrer do processo de maturação das sementes.

Trabalhos realizados utilizando sementes de soja, conduzidos por Vieira et al. (2002), apontaram que a determinação da condutividade elétrica da solução de embebição tem sido proposta como um teste bastante sensível para avaliar o vigor, uma vez que no processo de deterioração um dos eventos iniciais é a perda da integridade das membranas. Em sementes com baixo vigor é menor o nível de organização na estrutura das membranas celulares, permitindo aumento na lixiviação de solutos para o meio externo.

A tecnologia de sementes como segmento do processo de produção, tem procurado aprimorar os testes usados no intuito de avaliar o do potencial fisiológico (germinação e vigor) das mesmas, com o objetivo de que os resultados expressem o potencial de desempenho do lote de sementes sob condições de campo (Dutra; Vieira, 2004).

2.3.1 Teste padrão de germinação

A germinação se mostra como um fenômeno biológico, o qual, do aspecto botânico, é considerado como a retomada do crescimento do eixo embrionário, que leva ao rompimento do tegumento pela radícula. Porém, na visão dos tecnólogos de sementes, para que a germinação seja assim reconhecida é preciso que as plântulas atinjam tamanho tal que

possibilite a avaliação da normalidade de suas partes e sua probabilidade de sobreviver (Labouriau, 1983).

A germinação de sementes é conceituada como o processo pelo qual, sob condições favoráveis, o eixo embrionário retoma o seu desenvolvimento, que tinha sido interrompido nas fases finais da maturidade fisiológica. A absorção de água na semente é o primeiro evento da germinação e promove a reidratação dos tecidos, o aumento da respiração e de atividades metabólicas diversas, o que leva ao fornecimento de energia e de nutrientes que são importantes para que volte a ocorrer o crescimento do eixo embrionário (Pereiro Neto, 2004).

O crescimento inicial maior das plântulas oriundas de sementes vigorosas é considerado positivo, pois beneficia a rápida cobertura do solo, influenciando o controle de plantas daninhas.

De forma resumida, quando há uma semente viável em repouso, por quiescência ou dormência, quando estão presentes todas as condições externas (do ambiente) e internas (intrínseca do órgão), vai acontecer o crescimento do eixo embrionário, conduzindo à germinação. Em razão disto, pelo aspecto fisiológico, germinar é basicamente deixar de estar em repouso e aumentar a atividade metabólica. O teste padrão de germinação tem como base análise de sementes em laboratório sob condições ideais de germinação que determina o potencial máximo de germinação de um lote de sementes RAS (Brasil, 2009).

2.3.2 Teste de tetrazólio

Em meio aos vários métodos de controle de qualidade adotados pela indústria de sementes no Brasil, o teste de tetrazólio tem ganhado destaque, em especial para a soja, em virtude da sua rapidez, precisão e, também, pelo grande número de informações fornecidas. O teste, além de avaliar a viabilidade e o vigor dos lotes de sementes, fornece o diagnóstico das possíveis causas responsáveis pela redução de sua qualidade: danos mecânicos, deterioração por umidade e prejuízos causados pelos percevejos, que são os problemas que mais comumente afetam a qualidade fisiológica da semente de soja. Porém, além desses, os danos de secagem, de estresse hídrico e de geada podem também ser facilmente visualizados pelo teste (França Neto et al., 1998).

O teste de tetrazólio tem como base a atividade das enzimas desidrogenases, que catalisam as reações no decorrer da glicólise e o ciclo de Krebs. Estas enzimas, particularmente a desidrogenase do ácido málico, reduzem o sal de tetrazólio (2,3,5-trifenil cloreto de tetrazólio) nos tecidos vivos. Nos casos onde a semente de soja passa pela imersão

em solução de tetrazólio, essa é difundida por meio dos tecidos, levando a ocorrência, nas células vivas, da reação de redução, a qual leva ao desenvolvimento de um composto vermelho, não-difusível, chamado de formazan (França Neto et al., 1988).

Os tecidos que estão mortos ou bastante deteriorados revelam descoloração. É possível utilizar o padrão de coloração dos tecidos a fim de separar as sementes viáveis, não viáveis e, em meio às que fazem parte da categoria viável, classificar como de alto e baixo vigor.

No pré-condicionamento a temperatura usada é o outro elemento fundamental, o que pode ser, também, de grande relevância para a duração do teste. Ganhos importantes no tempo de execução do teste são capazes de ser conseguidos quando se aumenta a temperatura no decorrer do pré-condicionamento, pois temperaturas muito altas aumentam a velocidade de embebição da semente (Costa et al., 1998).

Costa e Marcos Filho (1994) desenvolveram no qual observaram que, a partir de 27% de umidade, houve um bom desenvolvimento de coloração pelo tetrazólio, para sementes de três cultivares de soja. Costa (1992) comprovou que esse grau de umidade das sementes pode ser atingido com pré-condicionamento feito durante 6 horas à 41°C. Tais condições possibilitaram uma adequada coloração das sementes pelo tetrazólio, permitindo a sua execução com um ganho de 10 horas, em relação à metodologia tradicional de pré-condicionamento, que requer um período de embebição de 16 horas à 25°C.

O lapso temporal que é preciso para o desenvolvimento da coloração das sementes é bastante variável em meio às espécies. Delouche et al. (1976), disseram que sementes de espécie igual, ainda que sejam do mesmo lote, às vezes, têm velocidade de coloração variada. Um tempo prolongado de contato das sementes com a solução é capaz de ocasionar o desenvolvimento de coloração bem mais intensa, tornando mais complexa a interpretação do teste.

2.3.3 Teste de envelhecimento acelerado

O teste de envelhecimento acelerado é reconhecido internacionalmente como um dos testes mais utilizados para se avaliar o potencial fisiológico de sementes de diversas espécies, gerando informações com elevado grau de consistência (Tekrony, 1995).

O teste de envelhecimento acelerado na integra traz uma série de características importantes que compõe um teste de vigor, principalmente por ser rápido, econômico, simples e passível de ser utilizado em todas as espécies (Copeland; Mcdonald, 2002).

Esse teste tem como princípio o aumento significativo da taxa de deterioração das sementes por meio de sua exposição a níveis muito altos de temperatura e umidade relativa do ar, considerados os fatores ambientais preponderantes na intensidade e velocidade de deterioração (Marcos Filho, 1999b).

O teste é bem-sucedido com relação à determinadas espécies, a exemplo do milho, feijão, soja, sorgo, e muitas outras (Marcos Filho, 1999). Embora existam indícios de que as sementes revelam alteração depois que são submetidas às condições do teste, com relação aos parâmetros celulares básicos, como ácidos nucleicos e membranas (Halmer, 2000).

A base do teste de envelhecimento acelerado é o fato de que o índice de deterioração das sementes se torna maior por causa da sua exposição a coeficientes muito variados de temperatura e umidade relativa (Marcos Filho, 1994). Nesse tipo de condições, sementes de menor qualidade apresentam uma deterioração mais rápida do que as que têm maior vigor, com reflexos na germinação depois do período de envelhecimento acelerado (Torres; Marcos Filho, 2001).

O envelhecimento acelerado tem sido mais comum em programas que trabalham com o controle de qualidade, realizados por empresas que produzem sementes (Hampton; Tekrony, 1995), pois, em poucos dias, é possível obter informações relativamente seguras acerca do potencial que os lotes apresentam com relação ao armazenamento, e de acordo com o histórico do lote, quanto ao potencial de emergência das plântulas em campo (Frigeri, 2007).

2.4 Herbicidas aplicados na pré-emergência da cultura da soja

O uso de herbicidas em pré-emergência oferece a vantagem do controle de plantas daninhas antes que essas possam competir com a cultura e provocar redução do rendimento.

O desempenho dos herbicidas aplicados em pré-emergência depende de muitos fatores, como: umidade no momento da aplicação; chuva após a aplicação para sua incorporação; temperatura; tipo de solo e espécies daninhas que precisam ser controladas. Em razão disso, há situações em que esses herbicidas não são capazes de proporcionar controle satisfatório. Quando esses herbicidas são aplicados e incorporados ao solo, não necessitam de chuva e nem de tanta umidade para proporcionar controle eficiente de plantas daninhas quanto aqueles produtos que não são incorporados (Embrapa, 2006).

Com relação ao cultivo da soja, a utilização de herbicidas em pré-emergência é de suma importância para o controle de plantas daninhas, pois o efeito residual prolongado obtido com a aplicação previne a interferência entre a cultura e as plantas daninhas e

possibilita menor dependência de herbicidas aplicados em pós-emergência, pois esta modalidade de aplicação pode causar injúrias nas plantas e/ou um consumo maior de energia da mesma, uma vez que a seletividade a herbicidas se dá através da degradação da molécula herbicida a compostos não prejudiciais para a planta, sendo um processo que demanda gasto de energia da mesma, a qual poderia estar investindo no desenvolvimento.

A intensidade, a época e o efeito residual de herbicidas utilizados no controle de plantas daninhas têm implicações diretas e relevantes no potencial produtivo das culturas. Esse controle é importante devido à competição das plantas daninhas com as culturas por elementos essenciais, como água, luz e nutrientes, para a expressão de seu potencial produtivo (Fleck et al., 1989).

É evidente a necessidade de estratégias eficientes no controle das comunidades infestantes, como a aplicação de herbicidas em pré e pós-emergência, prática bastante comum nos diferentes sistemas produtivos (Maciel et al., 2008).

Embora os herbicidas sejam excelentes ferramentas no controle de plantas daninhas, esses agem em processos fisiológicos de plantas o que pode causar diferentes níveis de estresse.

2.4.1. S-metolachlor

O herbicida S-metolachlor se mostra como um composto não-ionizável, pertencente ao grupo químico das cloroacetamidas. Este herbicida é utilizado em pré-emergência ou pré-plantio incorporado, tendo como objetivo controlar certas monocotiledôneas e dicotiledôneas, agindo como inibidor da divisão celular de maneira seletiva para as culturas do milho e soja (Vidal; Fleck, 2001).

O produto é composto de dois isômeros R e dois S de metolachlor, os quais têm proporções iguais no herbicida. Os isômeros S têm maior atividade herbicida do que os isômeros R (Moser et al., 1982). Conhecendo essa propriedade foi desenvolvido novo sistema catalítico, que produziu uma formulação enriquecida (>80%) com os isômeros S, a qual foi denominada S-metolachlor (Spindler et al., 1998). Estudos demonstram similaridade entre metolachlor e S-metolachlor quanto ao seu comportamento no ambiente (O'Connell et al., 1998).

S-metolachlor apresenta-se como um produto seletivo, utilizado para o controle na fase de pré-emergência de plantas daninhas nas culturas de soja, milho, cana-de-açúcar, feijão e algodão. Apresenta como característica a ação graminicida marcante, principalmente quanto

às espécies anuais, com acentuada ação sobre a trapoeraba e certas espécies de folhas largas. Apresenta classe toxicológica I, tido como muito tóxico. Sua absorção na planta ocorre pelo coleótilo das gramíneas e hipocótilo das folhas largas (Rodrigues; Almeida, 2011).

O mecanismo de ação do S-metolachlor é a inibição da divisão celular. Ele inibe a biosíntese de vários componentes da planta, tais como lipídios, proteínas, isoprenoides e flavonoides (Rodrigues; Almeida, 2011).

O sintoma do efeito herbicida sobre as plantas sensíveis caracteriza-se pelo entumescimento dos tecidos, e pelo enrolamento do caulículo nas monocotiledôneas e nas eudicotiledônias tem-se a clorose, necrose e a morte.

3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BOTELHO, Frederico José Evangelista. **Qualidade de sementes de soja com diferentes teores de lignina obtidas de plantas submetidas à dessecação**. 2012. 90 f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2012.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília: Mapa, 2009. 399 p.

BRUM, A. L. et al. A economia mundial da soja: impactos na cadeia produtiva da oleaginosa no Rio Grande do Sul 1970-2000. In: CONGRESSO DA SOBER EM RIBEIRÃO PRETO, 43, 2005, São Paulo. **Anais...** São Paulo: SOBER, 2005.

CARVALHO, N. M. O conceito de vigor em sementes. In: VIEIRA, R. D.; CARVALHO, N. M. **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal, SP: FUNEP, 1994. p.1-30.

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

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos: sétimo levantamento 2016/2017**. Brasília: Conab, 2017.

Disponível em:

http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/17_04_17_17_20_55_boletim_graos_a_br_2017.pdf . Acesso em: 11 abr. 2017.

COOPERATIVA CENTRAL DE PESQUISA AGRÍCOLA - CODETEC. **Guia de produtos**. 2012. Disponível em: http://www.coodetec.com.br/downloads/Guia_de_produtos_Soja_-_Sul_e_Paraguai.pdf>. Acesso em: 11 abr. 2017.

COPELAND, L. O.; McDONALD, M. B. **Principles of seed science and technology**. Massachusetts: Kluwer academic, 2001.

COSTA, Nilton Pereira da et al. Avaliação de metodologia alternativa para o teste de tetrazólio para sementes de soja. **Scientia Agricola**, Piracicaba/SP; v. 55, n. 2, p. 302-312, 1998.

_____. Qualidade fisiológica, física e sanitária de sementes de soja produzidas no Brasil. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina/PR; v. 25, n. 1, p.128-132, 2003.

_____. **Metodologia alternativa para o teste de tetrazólio em sementes de soja**. 1992. 132 p. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1992.

COSTA, Nilton Pereira; MARCOS FILHO, J. Alternative methodology for the tetrazolium test for soybean seed. **Seed Scientia and Technology**, v. 22, p. 9-17, 1994.

DELOUCHE, James C. et al. **O teste de tetrazólio para viabilidade da semente**. Brasília: AGIPLAN, 1976. 103 p.

_____. Germinação, deterioração e vigor da semente. **Seed News**, n.6, p.24-31, 2002.

DODE, Juliana de Souza et al. Teste de respiração em sementes de soja para avaliação da qualidade fisiológica. **Ciência Rural**, Santa Maria/RS; v. 43, n. 2, p. 193-198, fev., 2013.

DUAL GOLD: S-metolachlor. Disponível em: https://www.extrapratica.com.br/BR_Docs/English/Instructions/20checked.pdf . Acesso em: 13 abr. 2017.

DUTRA, Alek Sandro; VIEIRA, Roberval Daiton. Envelhecimento acelerado como teste de vigor para sementes de milho e soja. **Ciência Rural**, Santa Maria/RS, v. 34, n. 3, p. 715-721, 2004.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA-EMBRAPA. **Época de aplicação dos herbicidas**. Passo Fundo, RS: Embrapa, 2006.

FLECK, Nilson Gilberto; MENGARDA, Ildo Pedro; PINTO, Jesus Juarez Oliveira. Interferência de plantas daninhas na cultura de girassol. Competição no tempo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília/DF; v. 24, n. 9, p. 1139-1147, 1989.

FRANÇA NETO, José de Barros et al. **Metodologia do teste de tetrazólio em semente de soja**. Londrina, PR: Embrapa, 1988. 60 p.

_____. **Tecnologia da produção de semente de soja de alta qualidade**. Londrina, PR: Embrapa, 2016.

FRANÇA NETO, José de Barros; KRZYZANOWSKI, Francisco Carlos; COSTA, Nilton Pereira da. **O teste de tetrazólio em sementes de soja**. Londrina: Embrapa-CNPSO, 1998. 72 p.

FREITAS, Márcio de Campos Martins de. A cultura da soja no Brasil: o crescimento da produção brasileira e o surgimento de uma nova fronteira agrícola. **Enciclopédia Biosfera: Centro Científico Conhecer**, Goiânia/GO; v. 7, n.12, 2011.

HALMER, P. Commercial seed treatment technology. In: BLACK, Michael; BEWLEY, Derek. (Eds.). **Seed Technology and its Biological Basics**. England: Sheffield Academic Press, 2000. p. 266-273.

HAMPTON, J. G.; TEKRONY, D. M. Accelerated ageing test. In: HAMPTON, J. G.; TEKRONY, D. M. (Eds.). **Handbook of vigour test methods**. 3.ed. Zürich: ISTA, 1995. p. 35-50.

HENNING, Ademir Assis. Qualidade sanitária da semente. In: FRANÇA NETO, José de Barros; HENNING, Ademir Assis. **Qualidade fisiológica e sanitária de sementes de soja**. Londrina: Embrapa Soja, 1984. p. 25-39. (Embrapa Soja. Circular Técnica, 10).

KOLCHINSKI, Eliane Maria; SCHUCH, Luís Osmar Braga; PESKE, Silmar Teichert. Crescimento inicial de soja em função do vigor das sementes. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas/RS; v.12, n.2, p.163-166, 2006.

KRZYZANOWSKI, Francisco Carlos. Desafios tecnológicos para produção de semente de soja na região tropical brasileira. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 3, 2004, Foz do Iguaçu. **Anais...** Londrina: Embrapa, 2004. p.1324-1335.

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

LABOURIAU, L. G. **A germinação de sementes**. Washington: OEA: 1983. 174 p.

LAZZAROTTO, Joelsio José; GARAGORRY, Fernando Luíz; HIRAKURI, Marcelo Hiroshi. **Dinâmica especial da produção brasileira de soja no período de 1975 a 2003**. Disponível em: <http://www.sober.org.br/palestra/15/186.pdf> . Acesso em: 11 abr. 2017.

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.

MACIEL, C. D. G. et al. Eficiência e seletividade dos herbicidas trifloxysulfuron-sodium + ametryne e hexazinone + diuron em função da tecnologia de aplicação e do manejo mecânico da palha de cana-de-açúcar na linha de plantio. **Planta Daninha**, Viçosa/MG; v. 26, n. 3, p. 665-676, 2008.

MARCOS FILHO, Júlio et al. Estudo comparativo de métodos para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de soja, com ênfase ao teste de condutividade elétrica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília/DF; v. 25, n.12, p.1805-1815, 1990.

_____. Conceitos e testes de vigor para sementes de soja. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 1999b, Londrina. **Anais...** Londrina: Embrapa Soja, 1999. p. 220-226.

_____. Teste de Envelhecimento Acelerado. In.: KRYZANOWSKI, Francisco Carlos; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J. DE B. (Eds.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999a, p. 1-24.

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

MOSER, H.; RIHS, G.; SAUTER, H. The influence of atropisomerism and chiral center on the biological-activity of metolachlor. **Z. Naturforsch. Bodenkd.**, v. 37, n. 4, p. 451-462, 1982.

O'CONNELL, Peter J.; HARMS, Christian T.; ALLEN, James R. F. Metolachlor, S-metolachlor and their role within sustainable weed-management. **Crop Protec.**, v. 17, n. 3, p. 207-212, 1998.

PÁDUA, Gilda Pizzolante de et al. Influência do tamanho da semente na qualidade fisiológica e na produtividade da cultura da soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina/PR; v. 32, n. 3, p. 09-16, 2010.

PEREIRA NETO, Leonel Gonçalves. **Germinação de sementes de soja armazenadas em bancos de germoplasma**. 2004. 89 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2004.

RODRIGUES, B. N.; ALMEIDA, F. S. **Guia de herbicidas**. 6.ed. Londrina: IAPAR, 2011. 675 p.

SANTOS, Juliana Faria dos et al. Avaliação do potencial fisiológico de lotes de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina/PR; v. 33, n.4, p.743-751, 2011.

SANTOS, Paulo Marçal et al. Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de milho-doce pelo teste de envelhecimento acelerado. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas/RS; v. 24, n.1, p.91-96, 2002.

SECRETARIA DE ESTADO DA AGRICULTURA E DO ABASTECIMENTO - SEAB.
Soja: análise da conjuntura agropecuária. out. 2012. Disponível em:
http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/Prognosticos/soja_2012_13.pdf .
Acesso em: 12 mar. 2017.

SILVA, André Felipe Moreira. **Seletividade de herbicidas aplicados de forma isolada e associada em soja RR/STS**. 2015. 54 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2015.

SILVA, Josué Bispo da; LAZARINI, Edson; SÁ, Mário Eustáquio de. Comportamento de sementes de cultivares de soja, submetidos a diferentes períodos de envelhecimento acelerado. **Bioscience Journal**, Uberlândia/MG; v. 26, n. 5, p. 755-762, set./out., 2010.

SPINDLER, Félix et al. Enantioselective catalysis for agrochemicals: Synthetic routes to (S)-metolachlor, (R)-metalaxyl and (alpha S,3R)-clozylacon. **Journal Pesticide Science**, v. 54, n. 3, p. 302-304, 1998.

TEKRONY, D. M. Accelerated aging test. In: HAMPTON, J. G.; TEKRONY, D. M. (Eds.). **Handbook of vigour test methods**. 3.ed. Zürich: ISTA, 1995. p. 35-50.

TORRES, S. B.; MARCOS FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado em sementes de maxixe (*Cucumis anguria* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília/DF; v. 23, n. 2, p.108-112, 2001.

VANZOLINI, Silvelena; CARVALHO, Nelson Moreira. Efeito do vigor de sementes de soja sobre o seu desempenho em campo. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília/DF; v.24, n.1, p.33-41, 2002.

VIDAL, R. A.; FLECK, N. G. Inibidores do crescimento da parte aérea. In: VIDAL, R.A.; MEROTO JR., A. (Orgs.). **Herbicidologia**. Porto Alegre: Evangraf, 2001. p. 123-130.

VIEIRA, Roberval Daiton et al. Condutividade elétrica e o teor de água inicial das sementes de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília/DF; v. 37, n.19, p.1333-1338, 2002.

VIEIRA, Roberval Daiton; KRZYZANOWSKI, Francisco Carlos. Teste de condutividade elétrica. In: VIEIRA, Roberval Daiton; KRZYZANOWSKI, Francisco Carlos; FRANÇA NETO, José de Barros (Eds.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p.1-26.

CAPÍTULO 1

ADEQUAÇÃO DE METODOLOGIA PARA O TESTE DE ENVELHECIMENTO DE SEMENTES VISANDO TESTE DE CAMPO

RESUMO

O teste de envelhecimento acelerado é muito utilizado para estimar o potencial de armazenamento e desempenho em campo de lotes de sementes. Objetivou-se com este trabalho adequar metodologia padrão do teste para obtenção de diferentes níveis de vigor de uma mesma cultivar de soja, visando testes de desempenho em campo. Foi conduzido experimentos em duas etapas na Universidade de Rio Verde (UniRV), GO, safra 2016/2017 entre os meses de dezembro de 2016 à janeiro de 2017 no laboratório de sementes da UniRV, utilizando sementes de soja de seis cultivares (M7739 IPRO (2 amostras); NS7209 IPRO; TMG1175 RR; NS 7338 IPRO e Anta 82 RR). Na etapa 1 houve avaliação da qualidade fisiológica dos lotes. Cada amostra foi submetida a testes de viabilidade e vigor (tetrazólio, germinação e envelhecimento acelerado), para caracterização do potencial fisiológico e definição das cultivares a serem utilizadas. De posse das informações de vigor de cada cultivar selecionou-se quatro cultivares (M7739 IPRO amostra1, NS7209 IPRO, Anta82 RR e M7739 amostra 2), escolhidas em função dos altos níveis de vigor. A etapa 2 deu início a partir da determinação da curva padrão de envelhecimento para cada cultivar, com o intuito de obter sementes com alto vigor (maior que 90%) médio vigor (com 80 a 85%) e baixo vigor (menor que 75%). A determinação da curva padrão de envelhecimento foi realizada nos intervalos de 0, 12, 24, 48 e 72 horas. As sementes foram condicionadas em unidades de Gerbox, utilizando-se 400 sementes. Para a determinação da curva padrão foram montados dois experimentos. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado com quatro repetições em esquema de parcelas subdivididas no tempo (2 x 5), sendo dois cultivares (M7739 IPRO amostras 1; NS7209 IPRO) para cinco tempos (0, 12, 24, 48 e 72 horas), de permanência na câmara de envelhecimento. Os resultados indicaram que para que as sementes do cultivar M7739 IPRO chegue aos níveis de 80 a 85% de vigor (Nível médio) é necessário um período de 23,8 horas. Em contrapartida, para que o nível baixo (< 75%) seja atingido é necessário um tempo de 41,1 horas de envelhecimento. Para o cultivar NS7209 IPRO os níveis de médio e baixo vigores foram obtidos com os tempos de 14,8 e 28,7 horas de envelhecimento, respectivamente. Sendo os tempos de envelhecimento necessários para que cada cultivar tivesse o vigor desejado, mostrando que é possível criar uma curva padrão de envelhecimento para cada cultivar.

Palavras-chave: *Glycine max*, deterioração, qualidade de sementes.

ADEQUACY OF METHODOLOGY FOR THE TEST OF AGING OF SEEDS

AIMING FIELD TEST

ABSTRACT

The accelerated aging test is widely used to estimate storage potential and field performance of seed lots. The aim of this work was to adapt the standard test methodology to obtain different levels of vigor of the same soybean cultivate, aiming field performance tests. The experiment was carried out in two stages at the University of Rio Verde (UniRV), GO, 2016/2017 harvest between December 2016 and January 2017 in the UniRV seed laboratory, using soybean seeds of six cultivars (M7739 IPRO 2 samples), NS7209 IPRO, TMG1175 RR, NS 7338 IPRO and Anta 82 RR). In step 1 there was an evaluation of the physiological quality of the lots. Each sample was submitted to tests of viability and vigor (tetrazolium, germination and accelerated aging), to characterize the physiological potential and to define the cultivates to be used. Four cultivates (M7739 IPRO sample1, NS7209 IPRO, Anta82 RR and M7739 sample 2) were selected from the vigor information of each cultivate, chosen according to the high levels of vigor. Step 2 started from the determination of the standard aging curve for each cultivate, with the aim of obtaining seeds with high vigor (greater than 90%) medium vigor (80 to 85%) and low vigor (less than 75%). The determination of the standard curve of aging was performed at the intervals of 0, 12, 24, 48 and 72 hours. The seeds were conditioned in units of Gerbox, using 400 seeds. For the determination of the standard curve two experiments were set up. The experimental design was completely randomized with four replications in a split - plot scheme (2 x 5), two cultivates (M7739 IPRO samples 1; NS7209 IPRO) for five times (0, 12, 24, 48 and 72 hours) of permanence in the aging chamber. The results indicated that for the seeds of the cultivar M7739 IPRO to reach the levels of 80 to 85% of vigor (Medium level) a period of 23.8 hours is necessary. In contrast, for the low level (<75%) to be reached, a time of 41.1 hours of aging is required. For the cultivate NS7209 IPRO the medium and low vigor levels were obtained with the times of 14.8 and 28.7 hours of aging, respectively. The aging times are required for each cultivate to have the desired vigor, showing that it is possible to create a standard aging curve for each cultivate.

Keywords: *Glycine max*, deterioration, seed quality.

1 INTRODUÇÃO

Um dos principais quesitos para a obtenção de elevadas produtividades na cultura da soja é a utilização de sementes de boa qualidade. A qualidade da semente é definida como o somatório dos atributos genéticos, físicos, fisiológicos e sanitários que afetam a capacidade de originar plantas de alta produtividade (Carvalho & Nakagawa, 2000).

Hampton (2002) considera inegável que o vigor das sementes exerça influência na produção econômica de várias espécies, mediante seus efeitos sobre o estabelecimento das plântulas, o desenvolvimento das plantas e a produção final. O vigor das sementes pode influenciar indiretamente na produtividade da lavoura, ao afetar a velocidade, a porcentagem de emergência das plântulas e o estande final, ou diretamente, por meio da sua influência no desenvolvimento da planta. Essa afirmação está associada à influência do vigor sobre a emergência rápida e uniforme das plântulas e seu estabelecimento.

A deterioração das sementes se manifesta por diferentes formas, razão pela qual diversos testes de vigor têm sido propostos, uma vez que um único teste pode não ser capaz de avaliar todos os fatores que podem afetar o estabelecimento das plântulas no campo (Carvalho & Nakagawa, 2000). A deterioração pode ser definida como um processo degenerativo contínuo que envolve mudanças citológicas, bioquímicas e físicas, que promovem o decréscimo do potencial fisiológico da semente, com consequente piora do desempenho pós-semeadura, redução da porcentagem, velocidade e uniformidade de emergência das plântulas (Marcos Filho, 2005).

Alguns testes de vigor são recomendados ou mais utilizados para comparar a qualidade de lotes de sementes em laboratório e em campo, como os testes de frio para milho (Cícero; Vieira, 1994), o de envelhecimento acelerado para soja (Vieira et al., 1994) e o de condutividade elétrica para ervilha (Bladon & Biddle, 1992).

Embora o vigor seja considerado peça chave no processo de estabelecimento de uma cultura, poucos são os estudos referentes aos diferentes níveis de vigor sobre aspectos como seletividade de herbicidas. A grande dificuldade destes estudos está relacionada à obtenção de amostras de sementes com vigor relativamente homogêneo, uma vez que o vigor pode variar em função do posicionamento da semente na planta ou na espiga, hábito de crescimento da cultura, entre outros fatores. Quando colhidas, as sementes são misturadas, dificultando os estudos.

Uma forma de amenizar esses efeitos é a utilização do envelhecimento acelerado, a fim de obter sementes de uma população semelhante com diferentes níveis de vigor. Em contrapartida não existe uma metodologia que permita o uso dessa técnica.

Nesse contexto objetivou-se com esse trabalho determinar uma curva padrão para o teste de envelhecimento acelerado, visando a obtenção de sementes de soja com diferentes níveis de vigor.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Análise de Sementes da Universidade de Rio Verde - GO. A implantação ocorreu em duas etapas:

2.1. Etapa 1 Avaliação da qualidade fisiológica dos lotes de sementes

A fim de aumentar o espectro de informações foram avaliadas a qualidade fisiológica de seis cultivares de soja, apresentados na tabela 1.

Tabela 1. Informações dos cultivares utilizados

Cultivar	Safra	Origem	Datas das avaliações	Amostras
M7739 IPRO	15/16	Sementes Goiás- GO	22-12-2016	1
NS7209 IPRO	15/16	Sementes Goiás- GO	22-12-2016	1
M7739 IPRO	15/16	Sementes Adriana- MT	06-01-2017	2
Anta 82 RR	15/16	Sementes Adriana- MT	06-01-2017	1
TMG1175 RR	15/16	Sementes Goiás- GO	13-01-2017	1
NS7338 IPRO	15/16	Sementes Goiás- GO	13-01-2017	1

Cada amostra foi submetida a testes de viabilidade e vigor (tetrazólio, germinação e envelhecimento acelerado), para caracterização do potencial fisiológico dos lotes e definição das variedades a serem utilizadas. Cada teste seguiu integralmente as especificações das Regras de Análises de Sementes-RAS (Brasil, 2009), e conforme os procedimentos descritos por Marcos filho (1999).

Teste de tetrazólio (TT): utilizando metodologia das RAS (Brasil, 2009), foram utilizadas duas repetições de 50 sementes de cada cultivar. As sementes foram pré-condicionadas em papel germitest umedecidos com água destilada (2,5 vezes o peso do

papel), durante 16 horas, em germinador a 25°C. Decorrido esse período, foram colocadas em copos plásticos (50 mL), sendo totalmente submersas na solução de tetrazólio a 0,075%, e levadas ao germinador regulado a 40°C, em ausência de luz, por período de 180 minutos. Em seguida, as sementes foram lavadas em água corrente e avaliadas individualmente, computando-se, como número de sementes potencialmente germináveis, aquelas incluídas nas classes 1 a 5 e, como potencialmente vigorosas, aquelas incluídas nas classes 1 a 3.

Teste padrão de germinação (TPG): realizado segundo as Regras para Análise de Sementes - RAS (Brasil, 2009), por meio da semeadura de 400 sementes por tratamento, divididas em quatro repetições de 100 sementes, em rolo de papel tipo germitest, umedecidos com água destilada (2,5 vezes o peso do papel) e incubado em germinador regulado para 28°C, onde permaneceram por cinco dias. Após esse período, foi realizada a avaliação do teste, expressando-se os resultados em porcentagem de plântulas normais, anormais e mortas.

Envelhecimento acelerado (EA): foram utilizados gerbox contendo 40 mL de água destilada (para obter aproximadamente, 100% U.R.), as sementes de soja (42g), foram distribuídas em camada única e uniforme, sobre a tela que isola as sementes do contato direto com a água. Tampadas, as caixas foram acondicionadas em câmara a 41°C por 24; 48; 72 e 96 horas. Após cada período, foi instalado o teste de germinação, utilizando quatro repetições de 100 sementes, sendo analisadas no quinto dia, onde se fez a contagem do número de plântulas normais, conforme os procedimentos descritos por Marcos Filho (1999).

2.2 Etapa 2 Determinação da curva de envelhecimento das sementes

De posse das informações de vigor de cada cultivar iniciou-se o processo de determinação da curva padrão de envelhecimento para cada cultivar, com o intuito de obter sementes com alto vigor (maior que 90%) médio vigor (com 80 a 85%) e baixo vigor (menor que 75%).

Esse processo foi realizado para os cultivares M7739 IPRO amostra 1, NS7209 IPRO, Anta 82 RR e M7739 IPRO Amostra 2, escolhidas em função dos altos níveis de vigor.

A determinação da curva padrão de envelhecimento foi realizada nos intervalos de 0, 12, 24, 48 e 72 horas. As sementes foram condicionadas em unidades de Gerbox, utilizando-se 400 sementes.

Foram realizados dois experimentos, onde o primeiro foi realizado com os cultivares M7739 IPRO amostra 1 e NS7209 IPRO e o segundo com Anta 82 RR e M7739 IPRO amostra 2, em delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições em esquema de

parcelas subdivididas no tempo (2 x 5), sendo dois cultivares, para cinco tempos (0, 12, 24, 48 e 72 horas) de permanência na câmara de envelhecimento.

Após a execução do envelhecimento as sementes foram submetidas ao teste padrão de germinação em papel germitest, segundo as normas da RAS (Brasil, 2009). Problemas de instabilidade encontrados durante as análises das sementes após o EA e posterior a TPG, por ocorrência de fungos nas sementes, deu-se a necessidade do tratamento das mesmas com fungicidas, após o período de envelhecimento e antes de proceder com teste padrão de germinação. Para que fosse possível o tratamento das amostras após o EA as mesmas foram pesadas com um peso de 42 g de sementes por gerbox, sendo quantidade ideal descrita por Marcos Filho (1999).

Após o período de EA, procedeu-se com tratamento de fungicida (Carbensazim + Thiram; 150 g l⁻¹ + 350 g l⁻¹ do ingrediente ativo, respectivamente), na dose equivalente a 200 ml100 kg⁻¹ de sementes. E em seguida as amostras foram submetidas ao teste padrão de germinação segundo RAS (Brasil, 2009).

Os resultados foram submetidos à análise de variância, sendo os dados quantitativos expressos em modelos matemáticos. De posse dessas informações, os modelos indicaram os tempos de envelhecimento necessário para que cada cultivar tivesse o vigor desejado, segundo prescrito em Marcos Filho (1999). Após a realização de cada nível de envelhecimento, realizou-se novos testes de germinação para conferir a exatidão dos resultados.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Etapa 1 Avaliação da qualidade fisiológica dos lotes de sementes

Os primeiros resultados indicaram que todas as amostras apresentaram vigor entre 89% a 92% pelo teste de tetrazólio (Tabela 1). Em contrapartida, após a realização do teste de envelhecimento acelerado onde as sementes foram submetidas por um período 48 horas de envelhecimento à uma temperatura constante de 41°C (Marcos Filho, 1999), apenas as amostras das sementes dos cultivares M7739 IPRO (amostra 1) e NS7209 IPRO obtiveram 84,8% e 78,4% de germinação após o processo de envelhecimento. Os demais lotes se mostraram valores inferiores a 76%, indicando forte queda do vigor quando submetidos ao estresse forçado do envelhecimento.

Outra determinação obtida foi o porcentagem de germinação por papel germitest cujos resultados indicaram apenas as sementes viáveis. Apesar dos elevados índices de germinação, observa-se que mesmo os cultivares que apresentaram baixos níveis no envelhecimento acelerado obtiveram bons níveis de germinação em condições controladas. Segundo Marcos Filho (2005), a germinação é o último processo das várias etapas da deterioração que demonstra ser afetado. Por isso, é recomendado a utilização de outros testes, a fim de garantir informações complementares e seguras sobre os reais níveis de vigor das sementes.

Tabela 2. Resultados preliminares para avaliação do vigor das sementes dos cultivares de soja. Rio Verde - GO, 2017

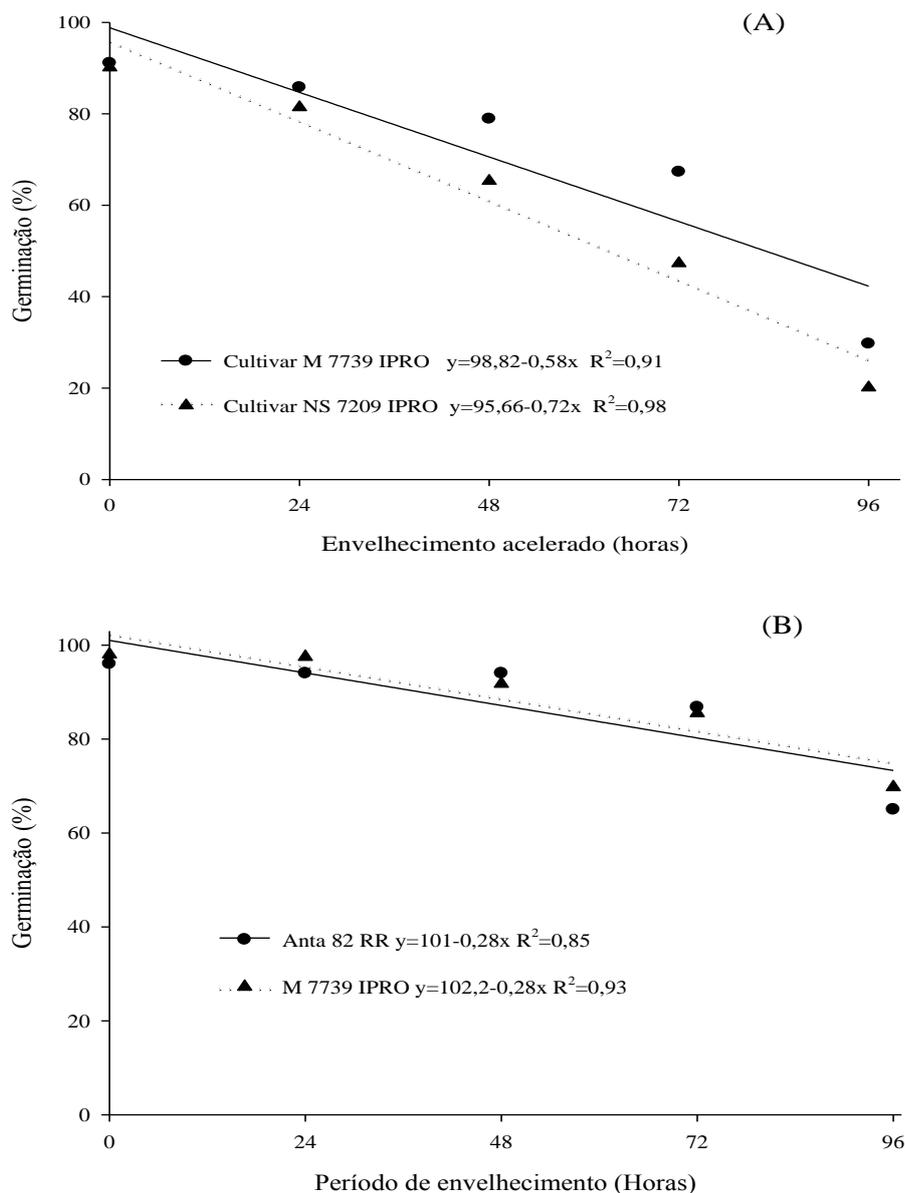
Cultivares	Testes para determinação do vigor		
	Tetrazólio	Envelhecimento acelerado	Germinação (Germinador)
Msoy 7739 IPRO (Amostra 1)	92	84,8	90,25
NS 7209 IPRO	91	78,4	91,25
TMG 1175 RR	90	75,6	84,5
Anta 82 RR	90	70,8	91
Msoy 7739 IPRO (Amostra 2)	90	74,5	90,5
NS 7338 IPRO	89	63,1	90

Envelhecimento acelerado padrão de exigido pela legislação (BRASIL, 2009).

Baseados nesses preceitos, os lotes de sementes selecionados para a condução das demais etapas desse trabalho foram M7739 IPRO (Amostra 1), NS 7209 IPRO, M 7739 IPRO e Anta 82 RR. Os diferentes resultados (tabela 2), podem ser explicados pelo fato das sementes apresentarem diferentes níveis de vigor no momento da colheita. Segundo Carvalho et al. (2011), outros fatores que interferem no vigor é a diferença em relação à composição e à estrutura do tegumento. Além disso, estudos realizados por da Silva et al. (2010) demonstraram que cultivares diferem entre si quanto à sensibilidade ao envelhecimento acelerado.

3.2 Etapa 2 Determinação da curva de envelhecimento das sementes

De posse das informações sobre o vigor dos lotes selecionados iniciou-se o processo de obtenção da curva de resposta das sementes aos diferentes tempos de envelhecimento acelerado. Observa-se que os níveis de germinação obtidos após o processo de envelhecimento se apresentou de forma inversamente proporcional ao tempo de exposição ao estresse (Figuras 1 A e B).



Figuras 1. Curva padrão determinada pelo teste de envelhecimento acelerado para cada cultivar.

O cultivar M7739 IPRO (Amostra 1) apresentou índice de redução do vigor ao longo do tempo de 0,58% por hora de envelhecimento (Figura 1A). Em relação ao cultivar NS 7209 IPRO a redução do vigor foi mais acentuada, chegando a 0,72% por hora de envelhecimento.

No tocante às amostras M 7739 IPRO (Amostra 2) e Anta 82 RR as curvas de resposta ao envelhecimento seguiram a mesma tendência das demais amostras (Figura 1 B). Contudo a deterioração se mostrou em menor intensidade, chegando a apenas 0,28% de decréscimo por hora de envelhecimento, para ambas amostras.

Pelo fato dos lotes da Figura 1 A terem apresentado índices de redução de vigor mais acentuado ao longo do tempo que os da Figura 1B, optou-se por escolher os modelos dos cultivares M 7739 IPRO (amostra 1) e NS 7209 IPRO para identificação dos níveis de tempo adequado para que o envelhecimento atinja os níveis desejado.

Ao aplicar o modelo linear e observar seus resultados (Tabela 2), torna-se possível identificar que para as sementes dos cultivares em estudo cheguem aos níveis de 80 a 85% de vigor (Nível médio) é necessário um período de 23,8 horas para o cultivar M 7739 IPRO. Em contrapartida, para que o baixo nível (< 75%) seja atingido, é necessário um tempo de 41,1 horas de envelhecimento.

Pelo fato do cultivar NS 7209 IPRO ter apresentado maior índice de redução de vigor em função do tempo de envelhecimento, os níveis de médio e baixo vigores, foram obtidos, segundo o modelo linear aplicado, com o tempo médio de 14,8 e 28,7 horas de envelhecimento.

Tabela 3. Aplicação do modelo matemático para determinação do tempo necessário para o envelhecimento acelerado. Rio Verde - GO, 2017

Cultivar	Nível de vigor desejado		
	Alto vigor (>90%)	Médio vigor (80a 85%)	Baixo vigor (<75%)
M 7739 IPRO	0 horas	23,8 horas	41,1 horas
NS 7209 IPRO	0 horas	14,8 horas	28,7 horas

Alto vigor: valores já determinados não necessitando de envelhecimento

Após a aplicação do tempo de envelhecimento estimado pelo modelo linear, foi realizado mais uma validação dos resultados por meio do teste padrão de germinação (Tabela 3). É possível observar que os níveis de vigores médio e baixo obtidos foram de 86,25 e 76,75% para o cultivar M 7739 IPRO e 85,25 e 75% para o cultivar NS 7209 IPRO, respectivamente, ou seja, tornando possível a adoção da curva padrão de envelhecimento para o fracionamento do vigor à níveis desejados.

A fim de garantir a manutenção da integridade sanitária das sementes torna-se necessário a realização do tratamento de sementes com fungicidas, pois o processo de envelhecimento torna as sementes mais susceptíveis a ação de fungos.

Tabela 4. Validação do tempo estimado pelo modelo matemático para determinação do tempo necessário para o envelhecimento acelerado. Rio Verde - GO, 2017

Cultivar	Nível de vigor expressado	
	Médio vigor (80 a 85%)	Baixo vigor (<75%)
M 7739 IPRO	86,25	76,75
NS 7209 IPRO	85,25	75,00

Determinados pelo teste de germinação após o envelhecimento acelerado

4 CONCLUSÃO

Por meio dos resultados é possível criar uma curva padrão de envelhecimento para cultivar de soja desde que os tempos sejam determinados individualmente para cada lote de sementes.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BLADON, F. L. B.; BIDDLE, A. J. A three-years study of laboratory germination, electrical conductivity and field emergence in combining peas. **Seed Abstracts**, Walbingford; v. 15, n. 8, p. 17, 1992.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA. **Regras para análise de sementes**. Brasília, 2009. 395 p.

CARVALHO, Nelson Moreira de; NAKAGAWA, João. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 3.ed. Campinas: Fundação Cargill, 2000. 424 p.

CARVALHO, Tereza Cristina de et al. Envelhecimento acelerado e ocorrência de fungos em duas cultivares de soja. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina/PR; v. 32, n. 1, p. 165-172, jan./mar. 2011.

HAMPTON, J. G. What is seed quality? **Seed Science and Technology**, Zürich: ISTA, v. 30, n. 1, p. 1-10, 2002.

MARCOS FILHO, Júlio. Teste de Envelhecimento Acelerado. In: KRZYZANOWSKI, Francisco Carlos; VIEIRA, R.D.; FANÇA NETO, José de Barros. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina : ABRATES, 1999. cap.1, p.1-21.

_____. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: Fealq, 2005. 495 p.

O, N. M. **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. p.151-164.

SILVA, Josué Bispo da; LAZARINI, Edson; SÁ, Marco Eustáquio de. Comportamento de sementes de cultivares de soja, submetidos a diferentes períodos de envelhecimento acelerado. **Bioscience Journal**, Uberlândia/MG; v. 26, n. 5, p. 755-762, 2010.

VIEIRA, R. D.; CARVALHO, N. M. ; SADER, R. Testes de vigor e suas possibilidades de uso. In: VIEIRA, R. D.; CARVALHO, N. M. **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. p. 31-47.

CAPÍTULO 2

PLÂNTULAS DE SOJA ORIUNDAS DE SEMENTES COM DIFERENTES NÍVEIS DE VIGOR E SUBMETIDAS À APLICAÇÃO DE HERBICIDA EM PRÉ- EMERGÊNCIA

RESUMO

O vigor representa a capacidade da semente em germinar e emergir mesmo sobre condições de estresse. Com o objetivo de avaliar a seletividade do herbicida S-metolachlor em plântulas de soja oriundas de sementes com diferentes níveis de vigor foram instalados experimentos na Universidade de Rio Verde-GO, utilizando sementes de soja de dois cultivares M7739 IPRO e NS7209 IPRO. Foram implantados dois ensaios utilizando um delineamento experimental inteiramente casualizado em esquema fatorial (3 x 2 x 2), sendo considerado três níveis de vigor (alto, maior e igual a 90%; médio 80 a 85% e baixo, menor que 75%), dois solos de textura distintas, arenoso e argiloso com 11 e 35% de argila, respectivamente e dois tratamentos herbicidas (com e sem a presença do S-metolachlor aplicado em pré-emergência). As variáveis analisadas foram: índice de velocidade de emergência de plântulas, fitointoxicação (14 e 28 dias após emergência- DAE), índice SPAD (28 DAE), altura de plantas e massa de matéria seca da parte aérea aos 28 DAE. Para o cultivar M 7739 IPRO, observou-se fitointoxicação na presença do herbicida S-metalachlor, independentemente do tipo de solo ou nível de vigor. Para cultivar NS 7209 IPRO, os sintomas visuais de fitointoxicação se mostraram evidentes nas avaliações iniciais. Esses efeitos não repercutiram na altura final das plantas para o cultivar NS 7209 IPRO, quando se compara o efeito do vigor dentro de cada tratamento herbicida. Em contrapartida o cultivar M 7739 IPRO mostrou diferença significativa entre tratamentos, mostrando a interferência do vigor das sementes. Os sintomas visuais observados foram redução de porte, leve clorose, encarquilamento do folíolo e leve alteração na extensão cotiledonar. Na avaliação realizada aos 28 DAE os sintomas visuais desapareceram completamente, mostrando a capacidade de recuperação das plantas aos sintomas causados pelo herbicida.

Palavras-chave: Vigor, germinação, seletividade.

**SEEDLING OF SOYBEANS OF SEEDS WITH DIFFERENT LEVELS OF
STRENGTH AND SUBMITTED TO THE APPLICATION OF HERBICIDE IN
PRE-EMERGENCY**

ABSTRACT

Strength represents the seed's ability to germinate and emerge even under stress conditions. In order to evaluate the selectivity of the herbicide S-metolachlor in soybean seedlings from seeds with different strength levels, experiments were installed at the University of Rio Verde-GO using soybean seeds of two cultivates M7739 IPRO and NS7209 IPRO. Two trials were implemented using a completely randomized experimental design in a factorial scheme (3 x 2 x 2), being considered three levels of strength (high, higher and equal to 90%, medium 80 to 85% and low, less than 75%), two sandy loam soils with 11 and 35% clay, respectively, and two herbicide treatments (with and without the presence of pre-emergence S-metolachlor). The variables analyzed were seedling emergence speed index, phytointoxication (14 and 28 days after emergence), SPAD index (28 DAE), plant height and shoot dry matter mass at 28 DAE. For the cultivate M 7739 IPRO, phytotoxification was observed in the presence of the herbicide S-metalachlor, regardless of soil type or strength level. To cultivate NS 7209 IPRO, the visual symptoms of phytotoxicity were evident in the initial evaluations. These effects did not affect the final height of the plants for NS 7209 IPRO when comparing the effect of strength within each herbicide treatment. On the other hand, cultivate M 7739 IPRO showed significant difference between treatments, showing the interference of seed strength. The visual symptoms were reduction in size, mild chlorosis, re-institution of the leaflet and slight change in cotyledonary extension. In the evaluation performed at 28 DAE the visual symptoms disappeared completely, showing the ability of plants to recover from the symptoms caused by the herbicide.

Keywords: Strength, germination, selectivity.

1 INTRODUÇÃO

No atual contexto da agricultura cada vez mais se faz necessário à obtenção de altas produtividades, exigindo dos agricultores adequações ao nível tecnológico utilizado no estabelecimento e condução da cultura. A necessidade começa na escolha da variedade a qualidade de suas sementes, a qual se faz prudente o uso de sementes de alta qualidade fisiológica. Scheeren et al. (2010), verificaram menor emergência de plântulas de soja em campo com o uso de sementes de menor qualidade fisiológica e estes efeitos repercutiram diretamente no rendimento.

Vários autores enfatizam a importância da utilização de sementes de alto vigor. Para França Neto et al. (2010), o uso de sementes de médio ou baixo vigor resultam em plântulas com pouca competitividade no campo. Vanzolini e Carvalho (2002) relatam que o uso de sementes com baixo vigor podem provocar reduções na velocidade de emergência, na uniformidade, na emergência total, no tamanho inicial, sendo que o rápido desenvolvimento da cultura pode influenciar positivamente no controle de plantas infestantes (Embrapa, 2012).

Claramente o vigor influencia a velocidade de emergência e o rápido crescimento das plântulas, mas não está totalmente esclarecido o seu efeito sobre a capacidade de recuperação de estresse causado por herbicidas, especialmente aqueles com efeito residuais aplicados em pré-emergência. Partindo do princípio que herbicida causa injúrias a plântula e gasto de compostos metabolitos ricos em energia durante o processo de detoxificação, prejudicando o processo de emergência e posterior a produção de matéria seca. Rosenthal et al. (2006), constataram fitointoxicação em plantas de milho após aplicação do herbicida S-metolachlor em pré-emergência e menor produção de matéria seca aos 21 dias após emergência. Santos et al. (2012), testando doses do mesmo herbicida aplicados 120 dias antes do plantio, observou redução de matéria seca em plantas de feijão e soja, provocando fitointoxicação leve a moderada, mostrando que, dependendo da dose utilizada, S-metolachlor pode provocar efeitos negativos nas culturas de soja e feijão. Esses resultados se deve devido esse grupo de herbicidas inibir o desenvolvimento inicial de plantas (Roman et al (2007). Sendo que deve ser observada também a sensibilidade do cultivar em relação ao produto.

Outro fator importante é o grau de deterioração das sementes. Segundo Delouche (2002), a deterioração é um complexo de mudanças que ocorrem nas sementes ao longo do tempo, prejudicando funções vitais e, assim, promovendo um decréscimo na capacidade de desempenho das mesmas. A perda da qualidade das sementes pode, por exemplo,

comprometer a seletividade a herbicidas, pois esta na maioria das vezes se dá pela capacidade das plântulas ou plantas, em metabolizar o herbicida a compostos de baixa toxicidade (Cataneo et al., 2003).

O S-metolachlor pertence ao grupo das cloroacetamidas que tem como mecanismo de ação a inibição da divisão celular. Os herbicidas desse grupo proporcionam controle de muitas gramíneas e algumas dicotiledôneas, controlando sementes em processo de germinação e plântulas recém-emergidas (Oliveira JR. et al., 2011).

Atualmente, há necessidade crescente do uso de herbicidas residuais para manejo satisfatório de plantas infestantes é de fundamental importância. O uso de herbicidas em pré-emergência da soja pode diminuir o número de aplicações em pós-emergência e até mesmo a utilização de doses menores de herbicidas, minimizando prováveis injúrias nas plantas. Porém, conhecer o efeito do vigor de sementes sobre a capacidade de recuperação de estresse causado por herbicidas é fundamental para a melhor utilização da ferramenta.

Com o presente trabalho objetivou-se avaliar a influência do vigor de sementes de soja, sobre a capacidade de recuperação das plântulas de soja submetidas a aplicação do herbicida S- metolachlor em solos de textura distintas (arenosa e argilosa).

2 MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de sementes e casa de vegetação da Universidade de Rio Verde, localizada no município de Rio Verde – GO, com as coordenadas 17° 48' 11" de latitude Sul e 55° 55' 21" de longitude Oeste, e altitude de 760 metros.

Foram implantados dois ensaios, um para cada cultivar (M 7739 IPPRO e NS 7209 IPRO). Os cultivares foram submetidos ao teste de envelhecimento acelerado, obedecendo os tempos definidos anteriormente, sendo que para o cultivar M 7739 IPRO chegasse ao nível de vigor, variando de 80 a 85% é necessário um período de 23,8 horas, de permanência na câmara de envelhecimento. Em contrapartida para que o baixo nível (< 75%) seja atingido é necessário um período de 41,1 horas de envelhecimento. Entretanto para que o cultivar NS 7209 IPRO chegassem aos níveis desejados os tempos médios foram de 14,8 (médio) e 28,7 (baixo) horas de envelhecimento. Após o período de EA procedeu-se com tratamento de fungicida (Carbensazim + Thiram; 150 g l⁻¹ + 350 g l⁻¹ do ingrediente ativo, respectivamente), na dose correspondente a 200ml/100kg de sementes. E em seguida as amostras foram

submetidas ao teste de germinação segundo RAS (Brasil 2009), para comprovar os níveis de vigor desejados.

Após ser montado o teste padrão de germinação, as amostras foram semeadas em vasos acondicionados em casa de vegetação, adotando delineamento experimental inteiramente casualizado em esquema fatorial 3 x 2 x 2, sendo considerado três níveis de vigor (alto, maior ou igual a 90%; médio, 80 a 85% e baixo, menor que 75%), dois solos de textura distintas (Textura argilosa e arenosa; 35 - 11 % de argila respectivamente, apresentados no quadro 1), e dois tratamentos herbicidas, sendo eles com presença e ausência do S-metolachlo (S- metalaclor 1,44Kg i.a. ha⁻¹) aplicado em pré-emergência com quatro repetições.

Tabela 5. Características química e granulométrica dos solos utilizado no experimento conduzido em casa de vegetação

Amostra	pH	M.O	P	K	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	V	m	
	CaCl ₂	g dm ³	mg dm ³	-----cmol _c /dm ³ -----				-----%-----				
1	5,93	0,19	25,1	0,34	1,23	0,64	0,01	1,1	2,2	68	0,4	
2	4,1	0,08	12	0,12	1,20	0,65	0,01	3,4	2,0	46,12	0,8	
	Areia				Silte				Argila			
	-----g kg ⁻¹ -----											
1	57				8				35			
2	84				5				11			

1 Textura argilosa e 2 Textura arenosa

Utilizou-se solo de duas áreas agrícolas, retirados na camada arável de 0 – 20 cm. As amostras foram peneiradas e homogeneizadas, sendo que, um dia antes do semeadura procederam-se com o enchimento, pesagem e adubação dos vasos. Esses com capacidade para 10,44dm³ por unidade, posteriormente definiu-se à massa de solo dos mesmos, o que permitiu chegar a uma massa de 13Kg de solo para cada recipiente.

Cada unidade experimental foi fertilizada com N+P₂O₅+K₂O (02-20-20, respectivamente), dose correspondente a 450 kg ha⁻¹ do formulado. O fertilizante foi triturado manualmente, a fim de facilitar a pesagem por se tratar de uma pequena quantidade, sendo este misturado em toda massa de solo contida em cada vaso. Posteriormente os mesmos foram irrigados a fim de atingir umidade necessária para semeio e germinação.

Procedeu-se com o semeio de cinco sementes em cada unidade experimental. Em seguida aplicou o tratamento herbicida com o pulverizador de precisão, pressurizado com CO₂

e equipado com reservatório de 2 litros de calda, e barra de aplicação com seis pontas, espaçadas em 50 cm com pontas do tipo TT 110-02, operando a 40lb/pol², com uma taxa de aplicação equivalente a 150 litros de calda ha⁻¹.

As avaliações iniciaram assim que as plântulas começaram a emergir. Foram avaliadas as seguintes variáveis: velocidade de emergência (VE), onde considerou como emergida os cotilédones que não tocassem mais o solo. Assim que apresentou emergência constante, realizou o desbaste, deixando duas plântulas por vaso. Aos 14 e 28 dias após emergência (DAE), foi avaliada a fitointoxicação através da escala proposta pela European Weed Research Council - E.W.R.C. (1964), onde “nota 1” significa ausência de sintomas e “nota 9” significa morte de 100% das plantas índices de clorofila através SPAD (28 DAE), altura de plantas (ALT) e matéria seca (MS) aos 28 DAE. A MS determinada pelo método de estufa de circulação forçada de ar a 65°C, até alcançar peso constante.

Os resultados foram submetidos à análise de variância e os resultados significativos foram comparados pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Experimento 1 (cultivar M 7739 IPRO)

Vários níveis de fitointoxicação visual foram observados nas plântulas oriundas de sementes do cultivar M 7739 que apresentavam diferentes níveis de vigor (Tabela 1). A presença do herbicida S-metolachlor no solo promoveu maiores índices de fitointoxicação, independente do tipo de solo ou nível de vigor. Os sintomas visuais observados foram redução de porte, clorose, encarquilhamento do folíolo e alteração na extensão cotiledonar, confirmando as observações relatadas por Dan et al. (2016), ao usar o herbicida inibidor da biossíntese de ácidos graxos de cadeia longa em plantas oriundas de sementes de baixo vigor.

Segundo Roman et al. (2007), cloroacetamidas inibe o desenvolvimento inicial de plantas pelo fato de interferir diretamente na formação de cadeias de ácidos graxos necessárias para a formação de estruturas de crescimento lipoproteicas.

Sem a utilização do herbicida, não foram observados quaisquer sintomas relativos durante todo o intervalo de avaliação compreendido entre 14 e 28 DAE. Em contrapartida os índices apresentados variaram de 2 a 3 para solos com a presença de S-metolachlor, na

avaliação dos 14 DAE. Em solo de textura arenosa esses efeitos foram mais intensos, chegando ao nível 3 para sementes de baixo vigor aos 14 DAE. Pelo fato de S-metolachlor não apresentar pKa (constante de dissociação elétrica), não apresenta cargas dependentes de pH, sendo um herbicida não-iônico (Oliveira JR. et al., 2011). Em solos arenosos esse produto pode ficar mais livre na solução do solo, o que pode ter influenciado seus maiores efeitos, especialmente no solo arenoso. Entretanto aos 28 DAE não foi verificado sintomas de fitointoxicação das plantas, independente da textura dos solos (arenoso e argiloso), ou nível do vigor das sementes.

Tabela 6. Níveis de fitointoxicação em plantas de soja oriundas de sementes de diferentes níveis de vigor cultivar M 7739 IPRO. Rio Verde - GO, 2016-17

Vigor	Solo Argiloso		Solo Arenoso	
	Com herbicida	Sem herbicida	Com herbicida	Sem herbicida
Fitointoxicação 14 DAE				
Alto	2	1	2	1
Médio	2	1	2	1
Baixo	2	1	3	1
Fitointoxicação 28 DAE				
Alto	1	1	1	1
Médio	1	1	1	1
Baixo	1	1	1	1

Escala da EWRC (1-9)

No tocante aos efeitos sobre as variáveis de importância para o desenvolvimento da planta, destaca-se que houve interação significativa para os efeitos tanto do vigor, da textura do solo quanto à presença do herbicida nas plantas de soja cultivar M 7739 IPRO (Tabela 2). Plantas oriundas de sementes de alto e médio vigor apresentam maior capacidade de recuperação do estresse causado pelo herbicida, independente da textura do solo.

Tabela 7. Altura aos 28 DAE, índice SPAD e Massa da matéria seca da parte aérea de plantas de soja oriundas de sementes do cultivar M 7739 IPRO com diferentes níveis de vigor. Rio Verde - GO, 2016-17

Vigor	Solo Argiloso				Solo Arenoso			
	Com herbicida		Sem herbicida		Com herbicida		Sem herbicida	
Altura de planta (cm) 28 DAE								
Alto	33,3	aA1	29,0	aB2	20,2	aB4	25,2	aA3
Médio	29,2	bA1	25,6	abB2	19,3	aB3	26,1	aA2
Baixo	27,3	bA1	25,3	bA2	15,3	bB4	21,1	bA3
DMS	2,31							
CV%	7,54							
Índice SPAD (Teor de Clorofila)								
Alto	32,7	aA	34,1	Aa	30,3	aA	30,9	aA
Médio	32,2	aA	33,0	Aa	29,0	aA	29,5	aA
Baixo	32,9	aA	32,3	aA	29,2	aA	30,7	aA
DMS	3,73							
CV%	5,09							
Massa da matéria seca (g)								
Alto	2,38	aA1	2,25	aA1	1,58	aB2	2,37	aA1
Médio	2,30	aA1	2,08	aA1	1,44	aB2	2,26	aA1
Baixo	1,88	aB12	2,10	aA1	1,38	aB2	1,73	aA2
DMS	0,63							
CV%	19,64							

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. Letras maiúsculas comparam apenas o herbicida dentro de cada solo. Números comparam o herbicida na linha.

Outro ponto que merece destaque se refere ao efeito isolado do vigor sem a presença do herbicida. Plantas de baixo vigor apresentam menor desenvolvimento em relação às de médio e alto. Segundo Marcos Filho et al. (2005), sementes de baixo vigor apresentam menor capacidade de reorganização celular, dificultando processos como equilíbrio osmótico, permeabilidade seletiva, controle enzimáticos e controle de radicais livres. Esse equilíbrio no restabelecimento do processo germinativo é fundamental para o estabelecimento das novas plântulas e está diretamente relacionado com a capacidade de suportar estresses.

Os efeitos observados na altura das plantas não foram confirmados no índice de clorofila. O índice SPAD variou de 29 a 33, independente do tipo de solo, vigor ou a presença ou não do herbicida, não havendo interação significativa.

No que se refere ao acúmulo de massa da matéria seca da parte aérea, os efeitos foram similares aos do índice SPAD, não sendo demonstrado efeitos entre os níveis de vigor dentro de cada tratamento herbicida. Por outro lado, quando se compara os tratamentos herbicidas

dentro de cada tipo de solo, observa-se alguns efeitos isolados, especialmente em plantas oriundas de sementes de baixo vigor para o solo Argiloso. No entanto, os efeitos foram mais evidentes em solo arenoso, onde as plantas submetidas à herbicidas, independente dos níveis de vigor apresentaram redução da massa da matéria seca quando comparadas com suas respectivas testemunhas sem a presença do herbicida.

Nesse contexto, sementes de diferentes níveis de vigor do cultivar M 7739 IPRO podem apresentar diferenças de desenvolvimento quanto submetidas tanto a presença do herbicida S-metolachlor e esses efeitos estão associados à textura do solo, sendo que em solos arenosos, as sementes podem sofrer mais com os efeitos do herbicida.

3.2 Experimento 2 c(cultivar NS 7209 IPRO)

As plântulas do cultivar NS 7209 IPRO oriundas de sementes de diferentes níveis de vigor mostraram diferentes índices de fitointoxicação nos tratamentos que receberam o herbicida S-metolachlor (Tabela 3). Os níveis chegaram a 4 para tratamentos com baixo vigor, mostrando que as plantas se mostraram sensíveis à presença do herbicida, independente da textura do solo. Sementes de alto e médio vigor também apresentaram leves sintomas, porém esses chegaram ao nível 3, que segundo a escala da EWRC (1964) se caracterizam por efeitos de leve intoxicação.

Na avaliação seguinte, realizada aos 28 DAE (dias após a emergência) os sintomas visuais desapareceram completamente, mostrando a capacidade de recuperação dos sintomas causados pelo herbicida.

Tabela 8. Níveis de fitointoxicação em plantas de soja oriundas de sementes do cultivar NS 7209 IPRO com diferentes níveis de vigor. Rio Verde - GO, 2016-17

Vigor	Solo Argiloso		Solo Arenoso	
	Com herbicida	Sem herbicida	Com herbicida	Sem herbicida
Fitointoxicação 14 DAE				
Alto	3	1	3	1
Médio	3	1	3	1
Baixo	4	1	4	1
Fitointoxicação 28 DAE				
Alto	1	1	1	1
Médio	1	1	1	1
Baixo	1	1	1	1

Escala da EWRC (1-9)

Embora os sintomas visuais de fitointoxicação se mostraram evidentes nas avaliações iniciais, esses efeitos não repercutiram na altura final das plantas, quando se compara o efeito do vigor dentro de cada tratamento herbicida. Interações significativas foram observadas somente quando a comparação ocorre entre os efeitos com herbicida nos diferentes solos e vigores das sementes (Tabela 8). Esses efeitos foram obtidos nos tratamentos de médio e baixo vigores na presença do herbicida S-metolachlor em solos de textura arenosa. Nos demais tratamentos as plantas de soja se mostraram com grande capacidade de recuperação, não apresentando efeitos relativos aos tratamentos.

Outra variável que se mostrou inalterada com relação a interação aos diversos tratamentos foi o índice de clorofila ajustado pelo SPAD. As informações coletadas aos 28 DAE mostraram que os tratamentos não afetaram significativamente o teor de clorofila das folhas completamente desenvolvidas de soja, os índices apresentaram intervalos, variando de 27 a 32 (Tabela 8). Esses índices são similares aos encontrados por Osipe et al (2014), que variaram entre 31,8 e 33,6, ao avaliar seletividade de herbicidas aplicados em pré-emergência para cultura da soja.

Uma das principais variáveis avaliadas, o acúmulo de massa da matéria seca da parte aérea seguiu a mesma tendência das demais variáveis avaliadas. Os resultados coletados indicam baixos níveis de significância, não sendo observado diferenças entre os diferentes níveis de vigor representados dentro de cada tratamentos herbicida ou solo de textura argilosa. Em contrapartida, os efeitos de fitointoxicação tornaram mais evidentes na presença do solo de textura arenosa, onde sementes de médio e baixo vigores mostraram reduções no acúmulo de massa (Tabela 9).

Quando se compara os efeitos do vigor entre os diferentes solos e tratamentos herbicidas, o tratamento de médio vigor apresentou ligeira redução de massa de matéria seca, em relação aos demais na presença do S-metolachlor em solo de textura arenosa. Este se apresentou como um efeito isolado, pelo fato de não ter sido observado nas outras fontes de variação (Tabela 9).

Assim, é possível afirmar que não houve efeitos dos níveis de vigor sobre o desenvolvimento das plantas de soja em solo de textura argilosa, quando submetido a presença do herbicida S-metolachlor. Em solo de textura arenosa, os efeitos podem se tornar mais evidentes em plantas oriundas de sementes de médio e baixo vigores.

Tabela 9. Altura, índice SPAD e Massa da matéria seca da parte aérea de plantas de soja oriundas de sementes de diferentes níveis de vigor cultivar NS 7209 IPRO aos 28 DAE. Rio Verde - GO, 2016-17

Vigor	Solo Argiloso				Solo Arenoso			
	Com herbicida		Sem herbicida		Com herbicida		Sem herbicida	
Altura de planta (cm) 28 DAE								
Alto	21,01	a1	22,25	a1	18,87	a1	19,75	a1
Médio	20,37	a1	21,12	a1	14,87	a2	18,12	a1
Baixo	19,91	a1	19,25	a1	14,12	a2	15,75	a1
DMS	4,54							
CV%	14,08							
Índice SPAD (Teor de Clorofila)								
Alto	32,63		32,03		29,36		31,23	
Médio	31,05		32,31		28,55		29,86	
Baixo	31,02		29,61		27,77		31,07	
DMS	4,85							
CV%	9,43							
Massa da matéria seca (g)								
Alto	1,91	a1	1,89	a1	1,64	a1	1,57	a1
Médio	1,88	a1	1,74	a1	1,10	ab2	1,36	a1
Baixo	1,41	a1	1,45	a1	1,01	b1	1,05	b1
DMS	0,52							
CV%	13,54							

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. Letras maiúsculas compara apenas o herbicida dentro de cada solo. Números comparam todos os herbicidas na linha.

4 CONCLUSÃO

Plantas oriundas de sementes de baixo e médio vigor podem ter sua tolerância comprometida para o herbicida S-metolacilor em solos de textura arenosa para os cultivares testados (M 7739 IPRO e NS 7209 IPRO)

Os cultivares M 7739 IPRO e NS 7209 IPRO apresentam capacidade de recuperação da fitointoxicação apresentada aos 14 DAE, sendo que o cultivar M 7739 IPRO, o vigor não influenciou a produção de MS das plantas, aos 28 DAE.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA. **Regras para análise de sementes**. Brasília, 2009. 395 p.

CATANEO, A. C. et al. Atividade de glutathione s-transferase na degradação do herbicida glyphosate em plantas de milho (*Zea mays*). **Planta Daninha**, Viçosa/MG; v. 21, n. 2, p.307-312, 2003.

DAN, L. G. et al. Efeitos do vigor de sementes de soja sobre a seletividade de herbicidas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 30., 2016, Curitiba/PR. **Anais...** CURITIBA/PR: SBCPD/UFSC, 2016.

DELOUCHE, J. C. Deterioração de sementes. **Seed News**, Pelotas/RS; v. 6, n. 6, p. 24-31, 2002.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Recomendações técnicas para a cultura da soja na região central do Brasil – 2011/2012**. Londrina/PR: EMBRAPA-CNPSo, 2012. 266 p.

EUROPEAN WEED RESEARCH COUNCIL – EWRC. Report of the 3rd and 4rd meetings of EWRC. **Committee of Methods in Weed Research. Weed Research**, v. 4, n. 1, p. 88, 1964.

FRANCA NETO, José de Barros; KRZYZANOWSKI, Francisco Carlos; HENNING, Ademir Assis. **A importância do uso de semente de soja de alta qualidade**. Londrina/PR: Embrapa Soja, 2010.

MARCOS FILHO, J. Teste de Envelhecimento Acelerado. In: KRZYZANOWSKI, Francisco Carlos; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, José de Barros. (Eds.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina :ABRATES, 1999. cap.1, p.1-21.

OLIVEIRA JR, Rubem S. de; CONSTANTIN, Jamil; INOUE, Miriam Hiroko. **Biologia e Manejo de Plantas Daninhas**. Curitiba, PR: Ompax, 2011. cap. 7, 348 p.

OSIPE, Jethro Barros et al. Seletividade de aplicações combinadas de herbicidas em pré e pós-emergência para a soja tolerante ao glyphosate. **Bioscience Journal**, Uberlândia/MG; v. 30, n. 3, p. 623-631, 2014.

ROMAN, E. S. et al. **Como funcionam os herbicidas**: da biologia à aplicação. Passo Fundo: Berthier, 2007. 159 p.

ROSENTHAL, M. D. A. et al. Toxicidade do herbicida s-metolachlor em plantas de milho provenientes de sementes com diferentes formatos e dimensões. **Planta Daninha**, Viçosa/MG; v. 24, n. 2, p. 319-327, 2006.

SANTOS, G. et al. Carryover proporcionado pelos herbicidas s-metolachlor e trifluralin nas culturas de feijão, milho e soja. **Planta Daninha**, Viçosa/MG; v. 30, n. 4, p. 827-834, 2012.

SCHEEREN, Bruno Ricardo et al. Qualidade fisiológica e produtividade de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina/PR; v. 32, n. 3, p. 035-041, 2010.

VANZOLINI, Silvelena; CARVALHO, Nelson Moreira. Efeito do vigor de sementes de soja sobre o seu desempenho em campo. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina/PR; v. 24, n.1, pp.33-41, 2002.

ANEXOS

Anexo1. Resumo da análise de variância da cultivar M 7739 IPRO para as características altura de plantas (ATL), índice de SPAD e produção de massa de matéria seca (MMS), aos 28 dias após emergência

FV	GL	Quadrado médio		
		ATL	SPAD	MMS
Vigor	5	67,33**	6,45 ^{NS}	0,69 ^{NS}
Herbicida	1	11,02 ^{NS}	8,97 ^{NS}	1,27**
Solo	1	553,52**	124,00**	1,47**
Vigor*Herbicida	-5	1,29**	0,48 ^{NS}	0,00 ^{NS}
Vigor*Solo	5	15,35**	0,28 ^{NS}	0,00 ^{NS}
Herbicida*Solo	1	221,02**	0,38 ^{NS}	1,33**
Vigor*Herbicida*Solo	-5	6,16**	1,92 ^{NS}	0,31**
Erro	41	3,92	2,57	0,15
Total corrigido	47	-	-	-
CV (%) =		7,54	5,09	19,64

Variável sem transformação

Anexo 2. Resumo da análise de variância da cultivar NS7209 IPRO para as características altura de plantas (ATL), índice de SPAD e produção de massa de matéria seca (MMS), aos 28 dias após emergência

FV	GL	Quadrado médio		
		ATL	SPAD	MMS
Vigor	5	18,13 ^{NS}	5,76 ^{NS}	0,39 ^{NS}
Herbicida	1	9,63 ^{NS}	10,97 ^{NS}	0,01 ^{NS}
Solo	1	148,76**	38,97 ^{NS}	2,48**
Vigor*Herbicida	-5	18,13 ^{NS}	5,76 ^{NS}	0,40**
Vigor*Solo	5	2,86 ^{NS}	6,73 ^{NS}	0,11 ^{NS}
Herbicida*Solo	1	0,42 ^{NS}	17,46 ^{NS}	0,00**
Vigor*Herbicida*Solo	-5	15,66**	4,91 ^{NS}	0,35**
Erro	41	6,97	2,75	0,15
Total corrigido	47	-	-	-
CV (%) =		14,08	9,43	13,54

Variável sem transformação