UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA

DESEMPENHO DE PLÂNTULAS E QUALIDADE DE SEMENTES DE SOJA SUBMETIDAS A DIFERENTES TRATAMENTOS QUÍMICOS COM NEMATICIDAS

Aluna: Aline Dos Santos Oliveira
Orientador: Prof. Dr. João Paulo Arantes R. da Cunha
Coorientador: Postdoc Ernane Miranda Lemes

UBERLÂNDIA –MG
MAIO
2021

ALINE DOS SANTOS OLIVEIRA

DESEMPENHO DE PLÂNTULAS E QUALIDADE DE SEMENTES DE SOJA SUBMETIDAS A DIFERENTES TRATAMENTOS QUÍMICOS COM NEMATICIDAS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
Ao Curso de Agronomia da Universidade
Federal de Uberlândia, para obtenção do grau
de Engenheira Agrônoma

Orientador: Prof. Dr. João Paulo Arantes R. da Cunha
Coorientador: Postdoc Ernane Miranda Lemes

UBERLÂNDIA – MG
MAIO
2021

SUMÁRIO

RESUMO.....4
1. INTRODUÇÃO.....5
2. MATERIAL E MÉTODOS.....7
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO..... 11
4. CONCLUSÕES.....13
REFERÊNCIAS.....14

RESUMO

A soja (*Glycine max* (L.) Merr.) é a *commodity* que mais se destaca no território brasileiro. Para atingir boa produtividade vários fatores devem ser analisados com cuidado. Eles vão desde a qualidade da semente até análises no terreno onde sucederá a semeadura, como por exemplo a presença de nematoides na área. Nesse caso, o tratamento químico com nematicidas é uma importante ferramenta para o bom estabelecimento das plantas no campo. Objetivou-se nesse trabalho avaliar o efeito do tratamento com nematicidas na qualidade fisiológica e sanitária de sementes de soja. O delineamento do experimento foi em blocos casualizados, com quatro repetições. Foram utilizadas sementes da cultivar M-7198. As sementes foram submetidas aos seguintes tratamentos: T1: sem tratamento químico; T2: uso de nematicida biológico; T3: uso do nematicida abamectina; T4: uso do nematicida fluensulfona e T5: uso do nematicida cadusafós. Os testes realizados para avaliação da qualidade fisiológica em laboratório foram germinação, avaliação de vigor da semente e velocidade de germinação. Para isso foram utilizadas 200 sementes. Os testes de germinação e vigor se caracterizaram como importante ferramenta para diagnosticar a qualidade fisiológica das sementes de soja, sendo eficazes na identificação de danos que ocasionam o mau desenvolvimento das plântulas. Além disso, foi eficaz para detectar a ação positiva do nematicida biológico, que propiciou taxa de germinação 10% maior se comparado com o tratamento controle. Porém, neste trabalho a metodologia utilizada não foi adequada, pois o fato de as sementes ficarem diretamente em contato com os nematicidas afetou diretamente a capacidade de germinação delas. Apesar disso, pode-se perceber que os tratamentos aos quais as sementes foram submetidas diminuíram a germinação das mesmas, provando que os nematicidas são de alguma forma tóxicos a elas. O que não se pode afirmar a partir desse trabalho é o nível de toxicidade que tais produtos apresentam.

Palavras –chave: *Glycine max*; germinação; vigor; nematicida.

1. INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max)* é a cultura agrícola com maior potencial econômico para a comercialização brasileira interna e externa (VINHAL-FREITAS *et al*., 2011). O Brasil é o maior produtor mundial dessa cultura, sendo a produção recorde estimada de 124,8 milhões de toneladas, ganho de 4,3% em relação à safra 2018/19 (CONAB, 2020). Além disso, 60% da área de grãos plantada no Brasil corresponde a soja (MAPA, 2020). Entre os fatores que contribuem para o adequado desempenho da cultura no campo está a obtenção de uma lavoura com população ideal de plantas, o que é dependente da correta utilização de diversas práticas, destacando-se o uso de sementes de elevada qualidade juntamente com o emprego de produtos que possibilitem a melhoria do desempenho destas no campo (MERTZ *et al*., 2009).

Um dos aspectos que limitam o desempenho da maioria das culturas destinadas à produção de alimentos é a ocorrência de pragas e doenças (BARROS *et al*., 2005). Uma das preocupações que surge nas lavouras é o aumento de incidência dos nematoides, que se tornou na última década um sério problema sanitário na região central brasileira para a sojicultura (FERRAZ & BROWN, 2016).

Na cultura da soja, os principais nematoides são o Nematoide de Galha *(Meloydogine incognita* e *Meloydogine javanica*), o Nematoide das Lesões Radiculares (*Pratylenchus brachyurus*) e, ainda, o Nematoide de Cisto da Soja (*Heterodera glycines*).

O nematoide de galha tem por característica ser endoparasita sedentário, enquanto o de cisto da soja é ectoparasita. Pelo fato de o primeiro adentrar a raiz, ele acarreta mais prejuízos ao desenvolvimento da planta, além de propiciar entrada de fungos oportunistas através das lesões radiculares. Por isso, o controle deve ser feito continuamente a fim de evitar multiplicação de tais seres.

O segundo gênero de nematoide de maior importância mundial é o *Pratylenchus*, o que se mantém para o Brasil. O que intensifica o problema é que, além de parasitarem plantas cultivadas, esse tipo de nematoide tem também a capacidade de se hospedar em plantas daninhas que permanecem no campo no período de entressafra, dificultando o manejo através da rotação de culturas de plantas não hospedeiras (BRAZ *et al*. 2016).

Os fitonematoides do gênero *Pratylenchus*, devido as condições de alguns solos, tais como textura arenosa, baixa umidade e alta temperatura, conseguem se locomover a curtas distâncias. Porém, são favorecidos quando operações agrícolas são realizadas na

área. Além disso, são endoparasitas do córtex radicular e têm a capacidade de migrar através e entre as células gerando danos e posterior necrose do tecido celular. Em um experimento realizado por Brida *et al*. (2017), avaliando a suscetibilidade de cultivares de soja a tal nematoide, o *P. brachyurus* foi capaz de adentrar e desenvolver-se nas raízes de todas as plantas utilizadas no experimento.

A região brasileira mais afetada por esse fitonematoide é o Cerrado (região Centro-oeste), já que nessas regiões o solo é, na maior parte das vezes, argiloso e consequentemente mais úmido e com baixa temperatura. Nas outras regiões, o *P. brachyurus* encontra-se bem distribuído e sua implicância econômica tem aumentado recentemente devido a intensidade de cultivos (safrinha, safra irrigada). Além disso, o cultivo contínuo de uma mesma espécie vegetal, principalmente monoculturas de soja, também agrava o problema (EMBRAPA, 2008).

Para que o manejo do *P. brachyurus* seja bem-sucedido algumas estratégias devem ser adotadas. Após realizados inúmeros estudos na região do estado de Tocantins, Brasil, Lima *et al*. (2015) afirmam que a utilização de plantas não hospedeiras e sistema de pousio contribuem para redução do nível de *P. brachyurus* nas áreas de soja. Mas essas não são as únicas estratégias que devem ser aplicadas. A que mais gera resultados normalmente é o uso de nematicidas, que tem como objetivo elevar o percentual de emergência e manter estande de plantas com crescimento uniforme. Existem alguns produtos que podem ser usados no tratamento de sementes na cultura da soja, tais os com ingrediente ativo abamectina e outros que são aplicados no pós plantio, com ingrediente ativo cadusafós e o fluensulfona. Há ainda a possibilidade do uso de nematicidas com princípios biológicos.

Cada um dos nematicidas citados acima têm mecanismos de ação diferentes. O Rizotec tem como princípio ativo o fungo *Pochonia chlamydosporia*, que tem muita eficácia no combate aos nematoides. Este atua parasitando os ovos dos nematoides, o que proporciona redução no potencial de multiplicação dos mesmos e, consequentemente, diminuição dos danos ocasionados às culturas. Já o Avicta é o um produto interessante por oferecer à planta proteção no seu estágio inicial de desenvolvimento, já que é aplicado na forma de tratamento de sementes. Por esse motivo é amplamente usado pelos produtores rurais. O Rugby é um nematicida de contato e ingestão. Propicia inibição das enzimas colinesterases, aumentando os impulsos nervosos e resultando na morte das pragas. E por fim o Nimitz é um nematicida sistêmico com ação de contato e possui forte e rápida ação letal em ovos, juvenis e adultos.

Porém, é importante ressaltar que mesmo fazendo o uso dos nematicidas na lavoura o monitoramento deve ser constante, no sentido de verificar se o produto não causou nenhum problema fisiológico na planta, o que tem sido um problema atualmente. Sabe-se que a quantidade de produto químico (princípio ativo) aplicado deve ser de acordo com a bula/recomendação, pois se pulverizado em excesso pode causar fitotoxidez e, por outro lado, se a aplicação for abaixo da quantidade recomendada pode comprometer a eficiência do fitossanitário (GOULART *et al*., 1999). Porém, muitos dos nematicidas, mesmo aplicados em quantidade correta, têm acarretado problemas na cultura da soja, ou seja, têm comprometido a fisiologia das plantas. Logo, o objetivo desse trabalho foi avaliar o efeito dos nematicidas químicos e biológicos na fisiologia de plantas de soja. Isso foi feito através de estudos da germinação e vigor.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O teste de germinação, avaliações de vigor e velocidade de germinação foram realizados no Laboratório de Análises de Sementes (LASEM), do Instituto de Ciências Agrárias (ICIAG), da Universidade Federal de Uberlândia (UFU), na cidade de Uberlândia – MG.

Foi utilizada a cultivar comercial de soja M-7198, que tem por característica ser mais resistente à nematoides. As sementes foram submetidas a cinco diferentes tratamentos químicos. Os nematicidas utilizados foram abamectina (usado no tratamento das sementes), fluensulfona, cadusafós e o nematicida biológico. O quinto tratamento foi o controle (somente água). A seguir tabela com especificações sobre o princípio ativo de cada nematicida, a dose e volume de calda recomendada e suas devidas concentrações para aplicação.

Tabela 1: Especificações quanto à aplicação dos nematicidas utilizados.

NEMATICIDA	PRINCÍPIO ATIVO	DOSE DE PRODUTO RECOMENDADO	VOLUME DE CALDA RECOMENDADO	CONCENTRAÇÃO
RIZOTEC	*Pochonia chlamydosporia*	3 kg ha^{-1}	300 L ha^{-1}	10 g L^{-1}
RUGBY 200 CS	Cadusafós	4 L ha^{-1}	80 L ha^{-1}	50 mL L^{-1}
AVICTA 500 FS	Abamectina	1,25 mL kg^{-1}	5 mL kg^{-1}	-
NIMITZ EC	Fluensulfona	0,5 L ha^{-1}	40 L ha^{-1}	12,5 mL L^{-1}

Para aplicação do nematicida biológico, o cadusafós e fluensulfona tais produtos foram diluídos com água de acordo com a concentração recomendada. Após a diluição aplicou-se as soluções no papel GERMITEST com uma proveta e logo depois as sementes foram dispostas sobre ele. Terminado isso, os papéis foram dobrados em forma de rolos e dispostos em sacos plásticos e inseridos no germinador. Em cada saco plástico foram colocados quatro rolinhos, referentes às quatro repetições.

O nematicida abamectina foi aplicado na forma de tratamento de semente. Portanto foi diluído de acordo com a recomendação e, com uso de copo plástico, foi aplicado diretamente nas sementes. Posteriormente elas foram colocadas nos papéis de germinação previamente umedecidos com água na proporção de 2,5 vezes o peso dos papéis não hidratados. E da mesma forma foram dobrados e postos no germinador.

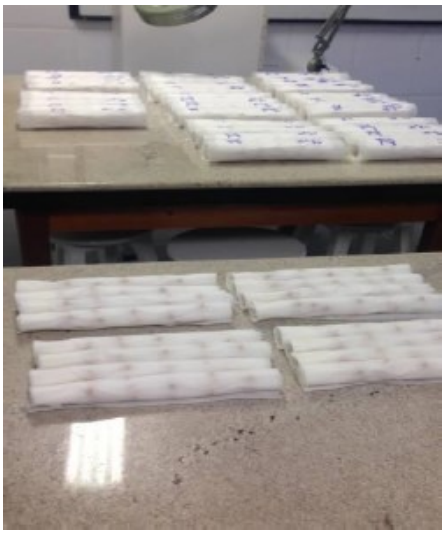
2.1 Teste de germinação

O teste de germinação foi realizado para determinar a qualidade fisiológica da cultivar de soja. Foram utilizadas 200 sementes em cada parcela, distribuídas em quatro blocos. Para isso, utilizou-se placas perfuradas próprias para as dimensões da semente de soja (Figura 1), sobre duas folhas de papel para germinação, previamente umedecidas com quantidade de água destilada (para o tratamento controle) ou de soluções com os nematicidas (em suas devidas concentrações), na proporção de 2,5 vezes a massa do papel não hidratado de acordo com as Regras para Análise de Sementes RAS (MAPA, 2009) – no caso da hidratação com água. As sementes foram distribuídas nas folhas de forma uniforme e regular, diminuindo a competição e contaminação entre as sementes e as plântulas em desenvolvimento (Figura 3). Os papéis de germinação já com as soluções e com as sementes foram então dobradas em forma de rolinhos e postos em sacos plásticos.

Foram usados dois sacos plásticos para cada quatro rolinhos, sendo que um saco foi colocado no sentido contrário do outro a fim de evitar perda das soluções por evaporação. E finalmente todos os rolinhos foram mantidos em germinador, regulado na temperatura de 25ºC e fotoperíodo de oito horas de luz (Figura 2).

As avaliações foram realizadas aos cinco, seis e sete dias, após o início do teste, sendo consideradas germinadas todas as sementes que apresentarem plântulas normais (Figura 4).

Figura 1: Teste de germinação – disposição das sementes no germinador



Fonte: SANTOS, 2019

Figura 2: Teste de germinação – Montagem

Fonte: SANTOS, 2019

Figura 3: Teste de germinação – Avaliação

Fonte: SANTOS, 2019

2.2 Avaliação do vigor de plântulas (plântulas fortes e fracas)

Junto ao teste de germinação, houve a classificação das plântulas normais nas classes de normais fortes, portanto mais vigorosas e normais fracas consequentemente menos vigorosas. Para subdivisão das plântulas em tais classes foi feita uma contagem após cinco, seis e sete dias da colocação dos rolinhos com todas as sementes no germinador. As plântulas normais que se demonstraram adequadamente desenvolvidas e morfologicamente perfeitas, ou seja, que apresentam todas as estruturas essenciais (sistema radicular, hipocótilo, cotilédones e radícula) e livres de lesões ou rachaduras foram removidas e classificadas como fortes. Plântulas que não apresentaram tais requisitos permaneceram no teste até a última contagem, que ocorreu no sétimo dia após a colocação dos rolinhos no germinador. Durante a última leitura, todas as plântulas que sobraram foram avaliadas em normais fortes ou normais fracas. As sementes que não germinaram foram classificadas como duras ou mortas (VIEIRA, 1994).

2.3 Análise estatística

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e, quando pertinente, ao teste de Tukey a 5% de significância.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os tratamentos com nematicida biológico, cadusafós e o controle demonstraram germinação superiores aos demais, sendo o tratamento com fluensulfona o que apresentou pior desempenho fisiológico, seguido pelo tratamento com abamectina (tabela 1). De todos os tratamentos foram obtidos dados de desenvolvimento abaixo de 80%, sendo esse percentual o mínimo recomendado para comercialização segundo a Instrução Normativa n° 25, de 16 de dezembro de 2005 (BRASIL, 2005). Porém, o fato de muitas sementes não germinarem ocorreu devido a metodologia usada neste trabalho. Por não terem sido encontrados muitos artigos na literatura sobre o efeito de toxicidade de nematicidas em sementes foi adotado o método de dispor as sementes em papéis GERMITEST embebidos com o nematicida a ser testado, exceto o abamectina, que é usado como tratamento de sementes. O fato de as sementes ficarem em contato com o nematicida 24 horas afetou demasiadamente a capacidade de germinação delas. Além disso, algumas das sementes estavam com danos mecânicos. Segundo Marcos Filho (2005), os danos latentes se apresentam quando as sementes são manejadas com umidade elevada, ocasionando lesões que dificilmente são observadas na hora da colheita, mas com evolução evidente durante o período de armazenamento colaborando de forma considerável na deterioração da semente. Outro fato que vale ressaltar é que segundo Holtz e Reis (2013) o atraso na colheita em campos de produção de sementes afeta significativamente o vigor devido a deterioração delas. Isso pode ter acontecido, ajudando a explicar os resultados obtidos.

Tabela 1: Germinação (%), vigor de plântulas (%), vigor de primeira leitura (%) e velocidade de germinação em sementes de soja da cultivar M-7198 submetidas a diferentes nematicidas.

Tratamentos	Germinação (unidade)	Vigor de plântulas (unidade)		Vigor de primeira leitura (unidade)	Velocidade de germinação ($dias^{-1}$)
		Forte	Fraca		
Abamectina	18,00bc	12,00bc	6,00bc	7,37b	11,50b
Biológico	70,31a	46,87a	23,44a	16,59a	22,69a
Controle	63,75a	42,50a	21,25a	16,39a	23,58a
Fluensulfona	0,00c	0,00c	0,00c	0,00c	0,00c
Cadusafós	51,19ab	34,12ab	17,06ab	4,45bc	6,12bc

Médias seguidas de letras iguais na coluna não diferem entre si segundo teste Tukey a 5% de significância.

Junto ao teste de germinação foram contabilizadas o número de plântulas fortes e fracas para a verificação do vigor. Os tratamentos com produto biológico e o controle

obtiveram os melhores resultados, apresentando maior número de plântulas bem desenvolvidas, com todas as estruturas essenciais presentes, demonstrando maior potencial para o desenvolvimento em condições de campo. Os mesmos tratamentos, no quesito vigor na primeira leitura e velocidade de germinação foram também os que mais se destacaram. Observou-se também que o nematicida que propiciou melhor taxa de germinação, vigor de plântulas, velocidade de germinação e vigor de primeira leitura foi o biológico. Isso se deve ao fato de que ele é composto por microrganismos que auxiliam o desenvolvimento das sementes/plântulas.

O tratamento com abamectina apresentou resultados melhores que os demais (fluensulfona e cadusafós) nos aspectos vigor de primeira leitura e velocidade de germinação, demonstrando que esse nematicida afeta em menor grau a capacidade de germinação das sementes. Isso se deve também por ser um produto aplicado como tratamento de semente. Dessa forma as condições aplicadas no teste foram similares às aplicadas a campo, não tendo o problema de aplicação existente quanto aos outros nematicidas.

Algo que também pode ser observado é que no tratamento com o nematicida cadusafós as plântulas apresentaram uma taxa de germinação relativamente boa, sendo no experimento o terceiro colocado quanto a este quesito. Isso se deve em partes ao fato de que esse composto tem em sua formulação o elemento ferro, que propicia melhor desenvolvimento radicular e consequentemente da plântula em geral.

No geral, observa-se que as sementes utilizadas da cultivar M-7198 apresentaram taxas de germinação abaixo do que se esperava. Segundo Lopes (2002), a utilização de sementes de baixa qualidade, juntamente com condições adversas do ambiente tem como consequência baixa porcentagem de germinação e menor velocidade de emergência das plantas. Ao contrário sementes que possuem alto vigor, frequentemente, demonstram germinação rápida e uniforme, conseguindo suportar as adversidades do ambiente com mais êxito.

4. CONCLUSÕES

Perante os testes realizados neste experimento observa-se de fato uma interferência dos nematicidas na qualidade fisiológica e vigor das sementes da soja e nas subsequentes plantas oriundas delas. Porém mais testes precisam ser feitos com diferentes condições de concentração dos nematicidas e de ambiente (talvez considerar testes em caixa de areia

e no campo) a fim de constatar de fato o nível de interferência de tais produtos na fisiologia das sementes. O contato direto das sementes com os nematicidas nos rolinhos feitos com papel GERMITEST certamente afetaram os resultados do trabalho, sendo, portanto, necessário o estudo de outras metodologias. O nematicida que impactou em maior dimensão a fisiologia das sementes foi o fluensulfona.

REFERÊNCIAS

BARROS, R. G.; BARRIGOSSI, J. A. F.; COSTA, J. L. S. Efeito do armazenamento na compatibilidade de fungicidas e inseticidas, associados ou não a um polímero no tratamento de sementes de feijão. Bragantia, Campinas, v. 64, n. 3, p. 459-465, 2005.

BRAZ, G.B.P.; OLIVEIRA JR., R.S.; CONSTANTIN, J.; RAIMONDI, R.T.; RIBEIRO, L.M.; GEMELLI, A.; TAKANO, H.K. Plantas daninhas como hospedeiras alternativas para Pratylenchus brachyurus. Summa Phytopathologica, Botucatu, v.42, n.3, p.233-238, 2016

BRIDA, A.L.; CORREIA, E.C.S.S.; WILCKEN, S.R.S. Suscetibilidade de cultivares de soja ao nematoide das lesões radiculares. Summa phytopathologica, Botucatu, v.43, n.3, p. 248-249, 2017.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da safra brasileira de grãos. Brasília, 2020.

EMBRAPA-Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias. Aspectos Gerais sobre Nematóides-das-lesões-radiculares (gênero *Pratylenchus*). 1.ed. Brasilia: Embrapa Cerrado, 2008.

FERRAZ, L.C.C.B.; BROWN D.J.F. Nematologia de plantas: fundamento e importância, Manaus: NORMA EDITORA, 2016.

GOULART, A.C.P.; FIALHO, W.F.B.; FUJINO, M.T. Viabilidade técnica do tratamento de sementes de soja com fungicidas antes do armazenamento. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 1999.

HOLTZ, V.; REIS, E. F. dos. Perdas na colheita mecanizada de soja: uma análise quantita-tiva e qualitativa. Revista Ceres, Viçosa, v. 60, n. 3, p. 347-353, 2013.

KOLCHINSKI, E. M.; SCHUCH, L. O. B.; PESKE, S. T. Vigor de sementes e competição intra-específica em soja. Cienc. Rural, Santa Maria, v. 35, n. 6, p. 1248-1256, 2005 .

LIMA, F. S. D. O, G. R. D. SANTOS, S. R. NOGUEIRA, P. R. R. D. SANTOS, E V. R. CORREA. Dinâmica populacional do nematoide das lesões radiculares *Pratylenchus brachyurus* em campos de soja no Tocantins e seu efeito na produção. Nematropica, Florida, v. 45, n. 2, p.170-17, 2015.

LOPES, J. C. *et al*. Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de soja produzidas em Alegre-ES. Rev. bras. sementes, Londrina, v. 24, n. 1, p. 51-58, 2002.

MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – Disponível em: https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/politica-agricola/todas-publicacoes-de-politica-agricola/projecoes-do-agronegocio/projecoes-do-agronegocio-2018-2019-2028-2029 /. Acesso em: 14 de setembro de 2020.

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regras para análise de sementes. Brasília, 2009

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

MERTZ, L. M.; HENNING, F. A.; ZIMMER, P. D. Bioprotetores e fungicidas químicos no tratamento de sementes de soja. Ciência Rural, Santa Maria, v. 39, n. 1, p. 13-18, 2009.

VIEIRA, R.D.; CARVALHO N.M. Testes de vigor em sementes. Jaboticabal: FU-NEP, 1994.

VINHAL-FREITAS, I. C.; NUNES JUNIOR, J. E. G.; SEGUNDO, J. P.; VILARINHO, M. S. Germinação e vigor de sementes de soja classificadas em diferentes tamanhos. Agropecuária Técnica, Areia, v.32, n.1, p. 108-114, 2011.