

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

Dissertação



**EFEITO DO USO DE BIOESTIMULANTE, ASSOCIADO OU NÃO A INSETICIDA E
FUNGICIDA, EM TRATAMENTO DE SEMENTES DE SOJA SEMEADAS NA
SAFRINHA**

Thomas Altmann

Pelotas, 2020

Thomas Altmann

**EFEITO DO USO DE BIOESTIMULANTE, ASSOCIADO OU NÃO A INSETICIDA E
FUNGICIDA, EM TRATAMENTO DE SEMENTES DE SOJA SEMEADAS NA
SAFRINHA**

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

Orientador: Prof. Dr. Tiago Pedó

Coorientador: Prof. Dr. Tiago Zanatta Aumonde

Pelotas, 2020

Universidade Federal de Pelotas / Sistema de Bibliotecas

Catalogação na Publicação

A314e Altmann, Thomas

Efeito do uso de bioestimulante, associado ou não a inseticida e fungicida, em tratamento de sementes de soja semeadas na safrinha / Thomas Altmann ; Tiago Pedó, orientador ; Tiago Zanatta Aumonde, coorientador. — Pelotas, 2020.

45 f. : il.

Dissertação (Mestrado) — Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, 2020.

1. Glycine max - Fechamento entre linhas. 2. Brassinosteroides. 3. Tiametoxam. I. Pedó, Tiago, orient. II. Aumonde, Tiago Zanatta, coorient. III. Título.

CDD : 631.521

Elaborada por Gabriela Machado Lopes CRB: 10/1842

Thomas Altmann

**EFEITO DO USO DE BIOESTIMULANTE, ASSOCIADO OU NÃO A INSETICIDA E
FUNGICIDA, EM TRATAMENTO DE SEMENTES DE SOJA SEMEADAS NA
SAFRINHA**

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

Data da Defesa: 24/07/2020

Banca examinadora:

Prof. Dr. Tiago Pedó (Orientador)
Doutor em Ciência e Tecnologia de Sementes pela Universidade Federal de Pelotas

Prof. Dr. Tiago Zanatta Aumonde
Doutor em Ciência e Tecnologia de Sementes pela Universidade Federal de Pelotas

Prof. Dr. Carlos Alberto Forcelini
Doutor em Fitopatologia pela University of Florida

Prof. Dr. Laércio Luiz Hoffmann
Doutor em Agronomia pela Universidade de Passo Fundo

Lista de Figuras

Figura 1	Resumo da sequência de efeitos do bioativador Tiametoxam sobre o cultivo. Adaptado de Gazzoni et al., 2008.....	14
Figura 2	Representação dos mecanismos do bioativador sobre o cultivo. Adaptado de Gazzoni et al., 2008.....	14
Figura 3	Dados meteorológicos durante a condução do experimento (22/01/19 a 05/06/19). Sendo: temperaturas máximas e mínimas (a), precipitação (b), umidade relativa do ar (c) e radiação solar (d). Fonte: EMBRAPA TRIGO.....	18
Figura 4	Fechamento das entre linhas de cultivares de soja submetidas ao tratamento de sementes, sendo: sem TS, com bioestimulantes, com BE + inseticida, com BE + fungicida, com BE+I+F.....	20
Figura 5	Cobertura de área verde da cultivar SYN 1363 submetidas ao tratamento de sementes, sendo: SEM TS (26/fev (a) e 15/mar (b)); com bioestimulante (26/fev (c) e 15/mar (d)); com BE + Inseticida (26/fev (e) e 15/mar (f)); com BE + fungicida (26/fev (g) e 15/mar (h)); com BE+I+F (26/fev (i) e 15/mar (j)).....	22
Figura 6	Cobertura de área verde da cultivar TMG 7063 submetidas ao tratamento de sementes, sendo: SEM TS (26/fev (a) e 15/mar (b)); com bioestimulante (26/fev (c) e 15/mar (d)); com BE + Inseticida (26/fev (e) e 15/mar (f)); com BE + fungicida (26/fev (g) e 15/mar (h)); com BE+I+F (26/fev (i) e 15/mar (j)).....	22
Figura 7	Dados meteorológicos durante a condução do experimento (22/01/19 a 05/06/19). Sendo: temperaturas máximas e mínimas (a), precipitação (b), umidade relativa do ar (c) e radiação solar (d). Fonte: EMBRAPA TRIGO.....	28
Figura 8	Coeficientes de correlação de Pearson.....	36

Lista de Tabelas

Tabela 1 Tratamentos utilizados nas sementes e suas respectivas doses.....	17
Tabela 2 Cultivares e combinações de tratamentos de sementes.....	18
Tabela 3 Resumo do quadro da análise de variância.....	34
Tabela 4 Teste de Tukey para duas cultivares de soja em diferentes tratamentos de sementes.....	35

Agradecimentos

Agradeço à minha esposa, Ana Cristina, pelo amor dedicado a mim e aos nossos filhos. Pelo incentivo e confiança em todas as fases da nossa vida, principalmente durante o período de trabalho e estudos no Rio Grande do Sul, por todas as dificuldades que vivemos. Sem ela eu não seria quem sou.

Agradeço aos meus filhos, Bruno e Laura, por compreenderem meus períodos de ausência, a trabalho ou a estudo, na esperança de que o meu mestrado lhes sirva de inspiração. Ao Bruno, especialmente pela ajuda na instalação do meu experimento. À Laura, pelos olhos sempre brilhantes acompanhando cada fase deste trabalho.

Agradeço à Syngenta, por proporcionar-me a possibilidade de conciliar meus compromissos profissionais com o aperfeiçoamento acadêmico.

Agradeço ao meu orientador, professor Tiago Pedó, por acreditar em mim desde o início e pelo suporte em todas as fases desta dissertação, tendo sido sempre um facilitador e grande incentivador.

Agradeço à UFPEL, especialmente aos professores do Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, pela busca incessante da integração da Academia com a sociedade e principalmente pela oportunidade dada aos profissionais da agronomia para que possam aprofundar seu conhecimento científico em benefício da agricultura nacional.

Agradeço ao colega e amigo Adilson Jauer, que conhecia o meu sonho e foi o grande incentivador para que eu fizesse este mestrado.

Agradeço à minha turma do mestrado 2018/2, pelo companheirismo, apoio mútuo, e amizades verdadeiras formadas nessa jornada.

Agradeço ao professores Marcelo Canteri e Lucas Fantin, da UEL, pela ajuda com as análises estatísticas e interpretação dos resultados.

Agradeço ao técnico agrícola Alberi Jardim, por cuidar tão bem do meu experimento como se dele próprio fosse. Sem a sua inestimável ajuda não seria possível concluir esta dissertação.

Sumário

1 INTRODUÇÃO	11
2 CAPITULO I	15
2.1 INTRODUÇÃO	15
2.2 MATERIAL E MÉTODOS	16
2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	19
2.4 CONCLUSÕES.....	23
3 CAPITULO II	24
3.1 INTRODUÇÃO	24
3.2 MATERIAL E MÉTODOS	26
3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	30
3.4 CONCLUSÕES.....	36
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	38
5 REFERÊNCIAS	39

Resumo

ALTMANN, Thomas. Efeito do uso de bioestimulante, associado ou não a inseticida e fungicida, em tratamento de sementes de soja semeadas na safrinha. Orientador: Prof. Dr. Tiago Pedó. 2020. 45p. Dissertação (Mestre em Ciência e Tecnologia de Sementes) – Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2020.

A cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merrill) é a principal espécie agrícola do Brasil em área cultivada e volume de produção, sendo que o estado do Rio Grande do Sul representou 16% da área semeada no país na última safra. Para seguir crescendo na produção de soja, será necessária uma oferta cada vez maior de sementes na diversidade, quantidade, qualidade e no momento desejado. Isso exigirá que os sementeiros adotem estratégias diferenciadas para atenderem à demanda crescente e, ao mesmo tempo, mantendo a sua eficiência e sustentabilidade. Dentre essas práticas, destaca-se o tratamento de sementes com inseticidas e fungicidas, e o uso de bioestimulantes buscando maior desenvolvimento inicial da cultura e proteção contra estresses abióticos. Tiametoxam, um inseticida cuja ação bioativadora já tem sido amplamente relatada, e os brassinosteroides, hormônios vegetais ligados ao crescimento das plantas, são exemplos de produtos que podem ser usados no tratamento de sementes da soja para esse fim. Além disso, a semeadura na safrinha, embora considerada um prática controversa, vem ganhando força em alguns estados com objetivo de aumentar a produção de sementes. O objetivo deste trabalho, portanto, foi avaliar o efeito do tratamento de sementes (TS) com inseticida (I), fungicida (F) e bioestimulante (BE) no desenvolvimento e produtividade da soja semeada na safrinha. Para tanto, foi instalado um experimento em Passo Fundo-RS, semeado em 22/01/19 com duas cultivares de soja, SYN 1363 e TMG 7063, cada uma recebendo diferentes combinações do inseticida Cruiser® 350 FS, do fungicida Maxim® XL e do bioestimulante Epivio™ Vigor, como segue: (1) SEM TS; (2) BE; (3) BE+I; (4) BE+F e (5) BE+I+F. Avaliou-se a emergência a campo, dano causado por *Diabrotica speciosa*, altura de plantas, cobertura de solo por plantas daninhas, fechamento de entre linhas, rendimento e germinação das sementes colhidas. Concluiu-se que não houve diferença na emergência a campo, infestação de plantas daninhas e germinação das sementes colhidas para qualquer um dos tratamentos nas duas cultivares de soja. Por outro lado, o uso de bioestimulante, principalmente associado ao Tiametoxam, proporcionou maior altura de plantas, fechamento de entre linhas e rendimento de colheita. O melhor resultado obtido foi com a mistura tripla de BE+I+F. Também foi possível concluir que o efeito do bioestimulante no desempenho agronômico da soja depende da cultivar utilizada, sendo que a cultivar menos adaptada às condições de safrinha respondeu melhor ao bioestimulante, quer seja isolado ou em combinação com inseticida e fungicida. A cultivar TMG 7063 foi superior à SYN 1363 nas condições deste experimento.

Palavras chave: *Glycine max*; Brassinosteroides; Tiametoxam; Fechamento entre linhas.

Abstract

ALTMANN, Thomas. Effect of the use of biostimulant, associated or not with insecticide and fungicide, in seed treatment of soybean sown in the off-season. Advisor: Prof. Dr. Tiago Pedó. 2020. 45p. Dissertation (Masters in Seed Science and Technology) – Faculty of Agronomy Eliseu Maciel, Federal University of Pelotas, Pelotas, 2020.

Soybean (*Glycine max* (L.) Merrill) is the main crop in Brazil in terms of cultivated area and production volume, with the state of Rio Grande do Sul representing 16% of the area sown in the country in the last season. In order to continue growing in production, an increasing supply of soybean seeds will be necessary in terms of diversity, quantity, quality and at the right time. This will require seed producers to adopt differentiated strategies in order to meet the growing demand of seeds, while maintaining their efficiency and sustainability. Among these practices, it can be highlighted the treatment of seeds with insecticides and fungicides, as well as the use of biostimulants seeking better initial development of the crop and protection against abiotic stresses. Thiametoxam, an insecticide whose bioactivating action has been widely reported, and brassinosteroids, plant hormones linked to plant growth, are examples of products that can be used in the treatment of soybean seeds for this purpose. In addition, sowing in the off-season, although considered a controversial practice, is becoming an usual practice in some producing areas in order to increase seed production. Therefore, the objective of this work was to evaluate the effect of seed treatment (ST) with insecticide (I), fungicide (F) and biostimulant (BS) on the development and yield of soybean sown in the off-season. To this end, an experiment was installed in Passo Fundo-RS, sown on 01/22/19 with two soybean varieties, SYN 1363 and TMG 7063, each receiving different combinations of the insecticide Cruiser® 350 FS, the fungicide Maxim® XL and the biostimulant Epivio™ Vigor, as follows: (1) NO ST; (2) BS; (3) BS+I; (4) BS+F and (5) BS+I+F. Assessments were done on field emergence, damage caused by *Diabrotica speciosa*, plant height, weed cover, interrow coverage, yield and germination of the harvested seeds. It was concluded that there was no difference in field emergence, weed infestation and germination of the harvested seeds for any of the treatments in the two soybean varieties. On the other hand, the use of biostimulant, mainly associated with Thiametoxam, provided higher plants, greater interrow coverage and greater yield. The best result was obtained with the triple mixture of BS+I+F. It was also possible to conclude that the effect of the biostimulant on the agronomic performance of soybean depends on the variety, having the variety less adapted to the off-season conditions responded better to use of biostimulant, either alone or in combination with insecticide and fungicide. The variety TMG 7063 was superior to SYN 1363 under the conditions of this experiment.

Keywords: *Glycine max*; Brassinosteroids; Thiametoxam; Interrow coverage.

1 INTRODUÇÃO

A produção de soja no Brasil nos últimos 30 anos saltou de uma produção de 20 milhões de toneladas para 121 milhões de toneladas e de uma área plantada de 12 milhões de hectares para 37 milhões de hectares, considerando-se o período de 1990 a 2020 (CONAB, 2020). A magnitude desse avanço alcança 505% de aumento na produção enquanto a área plantada cresceu 208% no mesmo período. Ou seja, um ganho de 87% em produtividade.

Muitos são os fatores que levaram a essa performance sem paralelo na agricultura contemporânea, mas entre os principais certamente estão aqueles que surgiram dos investimentos feitos em pesquisa agrícola, como a adubação e correção do solo, desenvolvimento de variedades mais adaptadas a diferentes condições como fotoperíodo, precocidade e resistência a pragas e doenças, além de manejo fitossanitário eficiente, plantio direto e irrigação (EMBRAPA, 2018).

No entanto, os ganhos de produtividade atuais são menos expressivos do que aqueles alcançados no passado. Entre 1990 e 2000 a produtividade da soja no Brasil cresceu 38%, tendo essa taxa caído para 12% na década de 2010 a 2020 (CONAB, 2020). Isso exigirá dos profissionais da agricultura estratégias de “ajuste fino” nas técnicas produtivas para seguir crescendo em eficiência e sustentabilidade em um ambiente de demanda crescente por alimentos, e é nesse contexto que se insere este trabalho.

Como a taxa de utilização de semente de soja cresce na mesma proporção do aumento da área plantada, era 54% em 2008 passando para 71% em 2018 (ABRASEM, 2019), cresce também o nível de profissionalização dos sojicultores e a demanda por sementes de qualidade colocando pressão sobre os sementeiros para que produzam sementes na diversidade, quantidade, qualidade e momento desejado. E essa demanda faz com que novas estratégias de produção de sementes precisem ser adotadas, como a semeadura fora do período mais adequado para dar vazão ao volume necessário, adentrando no período chamado de safrinha ou

segunda safra, bem como práticas culturais e fitossanitárias suplementares como o tratamento de sementes que vão além do controle de pragas e doenças, mas também buscando melhor desenvolvimento inicial e proteção contra estresses abióticos.

Se a semeadura na safrinha começa a surgir como demanda, por outro lado, pesquisadores e autoridades sanitárias preconizam o chamado “vazio sanitário”, que é o período de no mínimo 60 dias sem a cultura e plantas voluntárias no campo com objetivo de reduzir a sobrevivência do fungo causador da Ferrugem-asiática (*Phakopsora pachyrhizi*). No Brasil, treze estados e o Distrito Federal adotaram essa medida, estabelecida por meio de normativas (EMBRAPA, 2019). O Rio Grande do Sul, no entanto, não tem normativa estadual com a determinação de data-limite para a semeadura de soja, o que pode ser uma solução particularmente interessante para a produção de sementes, caso alguma intempérie ou dificuldade na época normal assim o fizerem necessário, mesmo conhecendo-se os riscos fitossanitários envolvidos nessa prática.

A EMBRAPA (2014) alerta que a soja cultivada na safrinha, especialmente em sequência a outra lavoura de soja (soja sobre soja), promove o comprometimento da qualidade do solo e apresenta problemas fitossanitários agravados pela maior presença de inóculo de doenças, principalmente a já mencionada Ferrugem-asiática, e do Nematoide-de-cisto (*Heterodera glycines*). Também pode agravar o ataque de pragas como o Percevejo-marrom (*Euschistus heros*), Mosca-branca (*Bemisia tabaci* raça B) e a *Helicoverpa armigera* (Hubner). Tal situação pode levar a uma utilização exagerada de pesticidas, promovendo, entre outros problemas, uma pressão de seleção sobre pragas e doenças, levando-as a se tornarem resistentes.

Para o tratamento de sementes (TS), dentre os fungicidas mais utilizados nessa modalidade no Brasil destacam-se os princípios ativos Fludioxonil e Metalaxil-M, cuja combinação de ambos demonstrou efeito positivo sobre componentes de produtividade da soja (CUNHA et al., 2015) e redução na incidência da podridão vermelha da raiz da soja (*Fusarium tucumaniae*) (MANTELI, 2019).

Já, no grupo dos inseticidas, Tiametoxam é registrado para TS e utilizado no controle de pragas como o Tamanduá-da-soja (*Sternechus subsignatus*) e o Coró (*Liogenys fuscus*) desde 1998 (SYNGENTA, 2020). Recentemente, foi descoberta o que se chamou de propriedade bioativadora do Tiametoxam, que trouxe novas perspectivas a agricultura brasileira, principalmente no tratamento das sementes de soja (CARVALHO, 2011). Essa atividade bioativadora foi descrita por GAZZONI et al. (2008) e está resumida nas figuras 1 e 2.

Em função da grande utilização do inseticida Tiametoxam na agricultura brasileira, PEREIRA (2010) estudou o efeito dessa molécula em cana-de-açúcar, feijoeiro, soja, laranjeira e cafeiro, concluindo que, quando aplicado em TS na soja, proporcionou aumento da área foliar, massa seca e comprimento das raízes, e os teores foliares de cálcio e magnésio na planta.

Além do Tiametoxam, hormônios sintéticos, aminoácidos, ácidos húmicos e fúlvicos, polissacarídeos, extrato de algas e de plantas, associados ou não a micronutrientes e vitaminas, também são empregados largamente na cultura da soja, junto com o tratamento fitossanitário das sementes, com o objetivo de influenciar no crescimento e atuar em fatores de transcrição e expressão gênica, melhorando o metabolismo e a resposta das plantas aos fatores de interferência internos e externos (CASTRO & PEREIRA, 2008). A esses compostos costuma-se chamá-los na agricultura de bioestimulantes (BE).

Pelos motivos expostos, faz-se necessário conhecer o efeito do tratamento de sementes com inseticida, fungicida e bioestimulante sobre a soja semeada em safrinha, razão pela qual foi conduzido o experimento que sustenta esta dissertação.

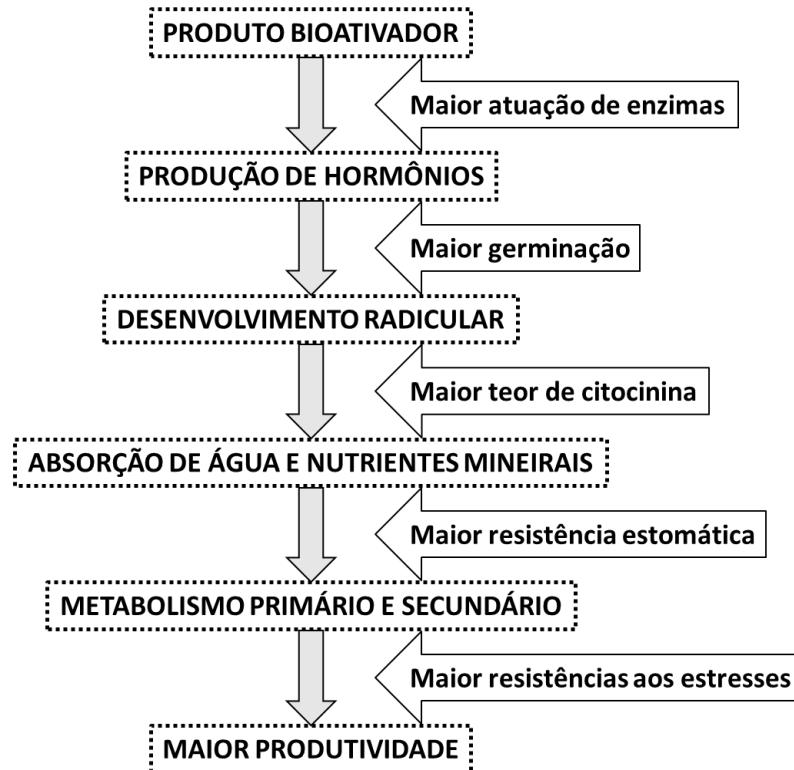


Figura 1: Resumo da sequência de efeitos do bioativador Tiametoxam sobre o cultivo. Adaptado de Gazzoni et al., 2008.

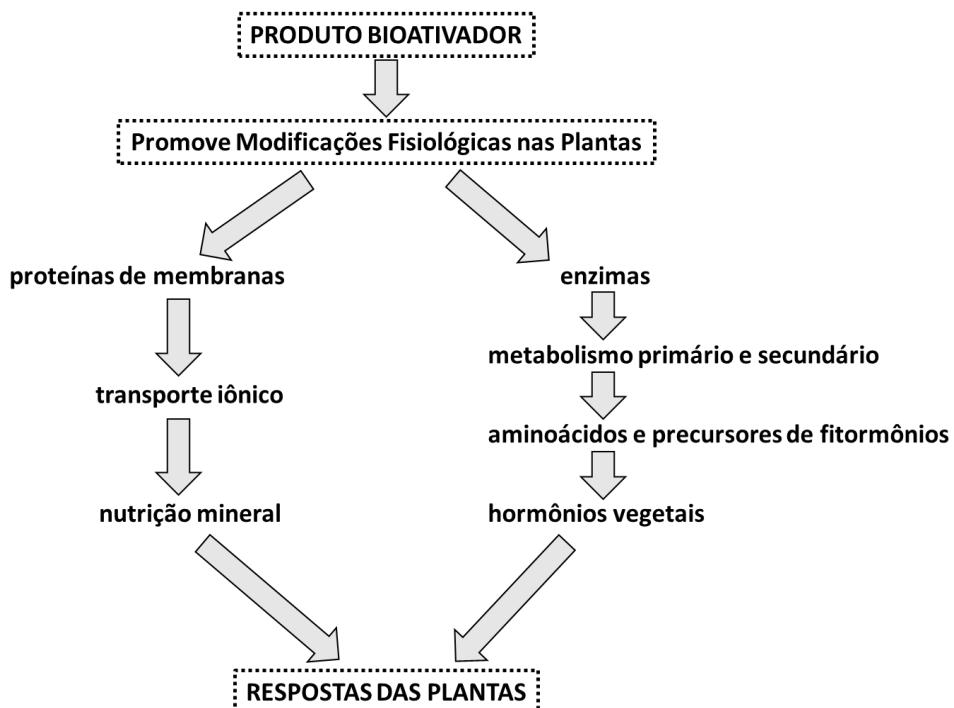


Figura 2: Representação dos mecanismos do bioativador sobre o cultivo. Adaptado de Gazzoni et al., 2008.

2 CAPITULO I

POTENCIAL DE FECHAMENTO DE ENTRE LINHAS DE SOJA SOB USO DE BIOESTIMULANTES

Artigo publicado no Informativo Mais Soja, 2019 (<https://maissoja.com.br/potencial-de-fechamento-de-entre-linhas-de-soja-sob-uso-de-bioestimulantes/>).

2.1 Introdução

A cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merrill) é a principal espécie agrícola do Brasil, tanto em área cultivada, quanto em volume de produção. É uma importante fonte de proteína, consumida em quase todo o mundo. No entanto, nos últimos anos tem-se observado o aumento dos patógenos de lavoura e espécies nocivas à soja, que causam competição por recursos ambientais, gerando reduções de produtividade (AGOSTINETTO et al., 2017).

Com vista de minimizar este problema, a operação de semeadura deve ser realizada com a máxima eficiência técnica. Contudo, para o adequado desempenho das plantas a campo, as sementes devem apresentar boa qualidade física, fisiológica e sanitária. Sendo assim, o tratamento de sementes pode colaborar para a manutenção da qualidade das sementes (KARAM et al., 2007) até o completo estabelecimento a campo.

O uso de produtos com função bioprotetora e bioestimulante no tratamento de sementes tem aumentando nos últimos anos, principalmente por exercerem ação na morfologia e no metabolismo das plantas (ALMEIDA et al, 2013). Para a soja, podem incrementar a germinação, o vigor, a atividade enzimática e o crescimento das plantas (CASTRO, 2006).

Os possíveis ganhos em crescimento inicial das plantas podem colaborar para aumentar a área de captura de radiação solar, melhorando assim a sua eficiência na produção de fotoassimilados, e reduzir a

população de plantas de daninhas na cultura, minimizando a competição com a soja. No entanto, são escassas as informações referentes à influência destes produtos sobre a cobertura de área verde e o fechamento da entre linhas da soja.

Dessa forma, o trabalho objetivou avaliar o fechamento das entre linhas na cultura da soja sob influência do tratamento de sementes com bioestimulante, inseticida e fungicida.

2.2 Material e métodos

O trabalho foi conduzido na Fazenda Experimental da UPF, no município de Passo Fundo, RS, localizada na Estrada do Trigo km 2, coordenadas 28°13'02.3"S 52°23'15.0"W, clima subtropical Cfa e solo do tipo Latossolo Vermelho Distrófico, textura argilosa (EMBRAPA, 2013) e sob condições de plantio direto.

As sementes de soja utilizadas foram das cultivares SYN 1363 e TMG 7063, produzidas na safra de 2017/18. A semeadura foi realizada em 22 de janeiro de 2019 e os produtos utilizados no tratamento de sementes foram:

A) Cruiser® 350 FS – Tiametoxam 350g L⁻¹, formulação FS, inseticida do grupo químico neonicotinoide (I).

B) Maxim® XL – Fludioxonil 25g L⁻¹ e Metalaxyl-M 10g L⁻¹, formulação FS, respectivamente fungicidas dos grupos químicos fenilpirrol e acilalaninato (F).

C) Epvio™ Vigor – Bioestimulante à base de hormônios (brassinosteroides), vitaminas (B1, B2 e B6), glicosídeos e nutrientes (N, Fe e Zn) em suspensão heterogênea, proveniente do processo fermentativo de extratos vegetais (BE).

As sementes de soja foram tratadas com um volume de calda de 600mL 100kg⁻¹ de sementes. A calda para o tratamento das sementes de soja foi preparada nas concentrações comerciais de cada produto (Tabela 1) calculadas para 2kg de sementes e aplicada isoladamente, sendo distribuídas em sacos plásticos individuais para cada tratamento. A calda foi distribuída no fundo de cada saco plástico e adicionado às sementes,

seguido de agitação manual. Após homogeneização, as sementes foram transferidas para sacos de papel pardo para a secagem das sementes a temperatura ambiente por 24 horas.

Tabela 1: Tratamentos utilizados nas sementes e suas respectivas doses

Produto	Dose para 100 kg de sementes
Epivio™ Vigor	200mL 100kg ⁻¹
Cruiser® 350 FS	300mL 100kg ⁻¹
Maxim® XL	100mL 100kg ⁻¹

Os tratamentos estão descritos na tabela 2 e as avaliações foram realizadas em relação à cobertura de área verde nas parcelas, como parâmetro para o fechamento das entre linhas, em 26 de fevereiro e 15 de março de 2019, aos 29 e 46 dias após a emergência (DAE) respectivamente, usando um aparelho smartphone marca Samsung J5 e através do aplicativo *Canopy Cover*, que realiza a leitura da área verde capturada na tela e a transforma em percentagem.

As condições climáticas durante o período de condução do experimento estão descritas na figura 3.

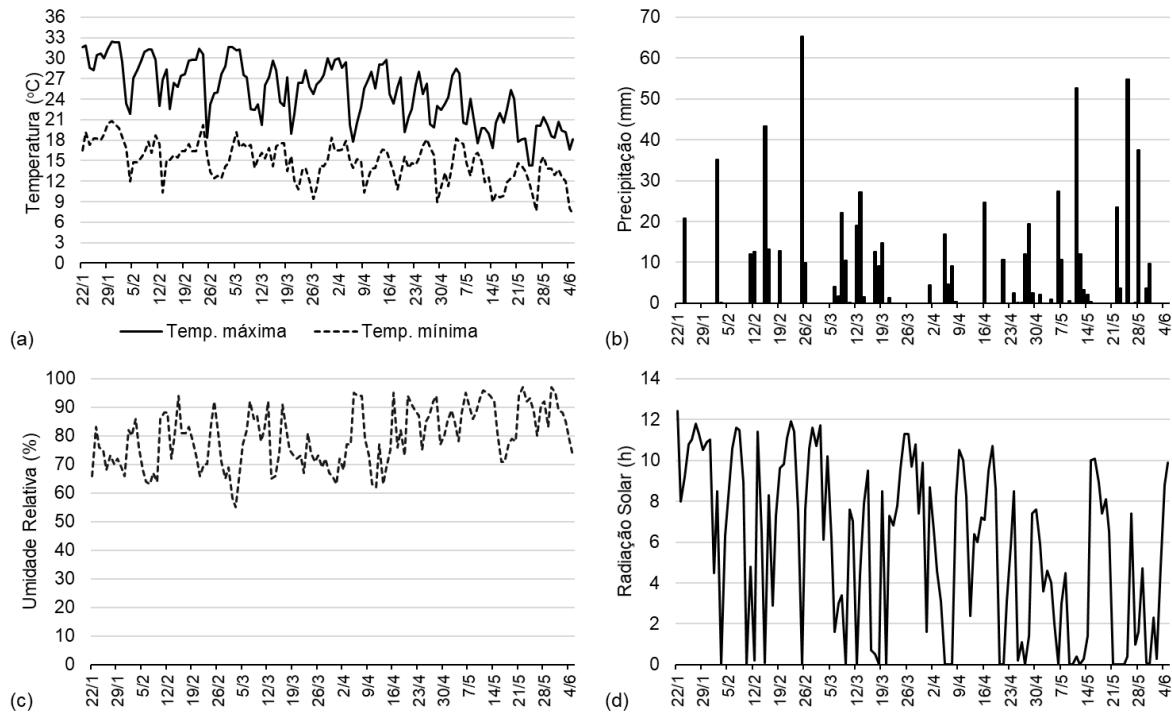


Figura 3: Dados meteorológicos durante a condução do experimento (22/01/19 a 05/06/19). Sendo: temperaturas máximas e mínimas (a), precipitação (b), umidade relativa do ar (c) e radiação solar (d). Fonte: EMBRAPA TRIGO.

Tabela 2: Cultivares e combinações de tratamentos de sementes

Nr	Cultivar	Tratamentos	Sigla
1	SYN 1363	Sem tratamento de sementes	SEM TS
2	SYN 1363	Epivio Vigor	BE
3	SYN 1363	Epivio Vigor + Cruiser 350 FS	BE+I
4	SYN 1363	Epivio Vigor + Maxim XL	BE+F
5	SYN 1363	Epivio Vigor + Cruiser 350 FS + Maxim XL	BE+I+F
6	TMG 7063	Sem tratamento de sementes	SEM TS
7	TMG 7063	Epivio Vigor	BE
8	TMG 7063	Epivio Vigor + Cruiser 350 FS	BE+I
9	TMG 7063	Epivio Vigor + Maxim XL	BE+F
10	TMG 7063	Epivio Vigor + Cruiser 350 FS + Maxim XL	BE+I+F

O delineamento experimental foi de blocos casualizados, em esquema fatorial 5 x 2 (5 tratamentos de semente e 2 cultivares) totalizando 10 tratamentos com 4 repetições. A interpretação dos resultados foi baseada na análise visual das imagens das parcelas, capturadas sempre na mesma posição e altura e transformadas em percentagem de cobertura de área verde calculada pelo software. Os dados foram submetidos ao Teste de Tukey a 10% de probabilidade.

2.3 Resultados e discussão

O fechamento das entre linhas mostrou-se diferenciado entre os produtos para cada cultivar (Figura 4), observando-se a evolução das cultivares ao longo do tempo.

Para a cultivar SYN 1363, na avaliação de aos 26 dias de fevereiro (29 DAE), observou-se que as sementes tratadas com BE+I e com BE+I+F destacaram-se e apresentaram superior fechamento de entre linhas em relação aos demais tratamentos, sendo respectivamente 9,1% e 12,3% superiores ao SEM TS.

Aos 15 dias de março (46 DAE) não foram observadas diferenças entre os tratamentos das sementes para a cultivar SYN 1363, embora os tratamentos com BE, associado ao não ao I, fossem pelo menos 3,1% superiores em relação à testemunha (SEM TS).

O fechamento das entre linhas para a cultivar TMG 7063 mostrou a mesma tendência ao observado para a cultivar SYN 1363, sendo importante destacar que a TMG 7063 apresentou maior potencial para o fechamento das entre linhas tanto aos 29 DAE como aos 46 DAE (Figura 4b). Estes resultados podem estar relacionados com a arquitetura das plantas da TMG 7063, como por exemplo o tamanho dos trifólios e disposição dos ramos laterais, ou pelo grupo de maturação, com elevado potencial para o fechamento em épocas de semeadura não preferencias (Figuras 4 e 5).

Embora não havendo diferença estatística aos 29 DAE, a cobertura de área verde para a cultivar TMG 7063 foi de 2,6% e 9,8% para BE+I e BE+I+F maiores que o SEM TS, respectivamente. Aos 46 DAE, a adição de BE sozinho proporcionou um fechamento de entre linhas 4,8% maior que o SEM TS, enquanto com BE+I e BE+I+F

esse percentual foi ainda maior, sendo respectivamente 7,6% e 7,2% superior ao SEM TS.

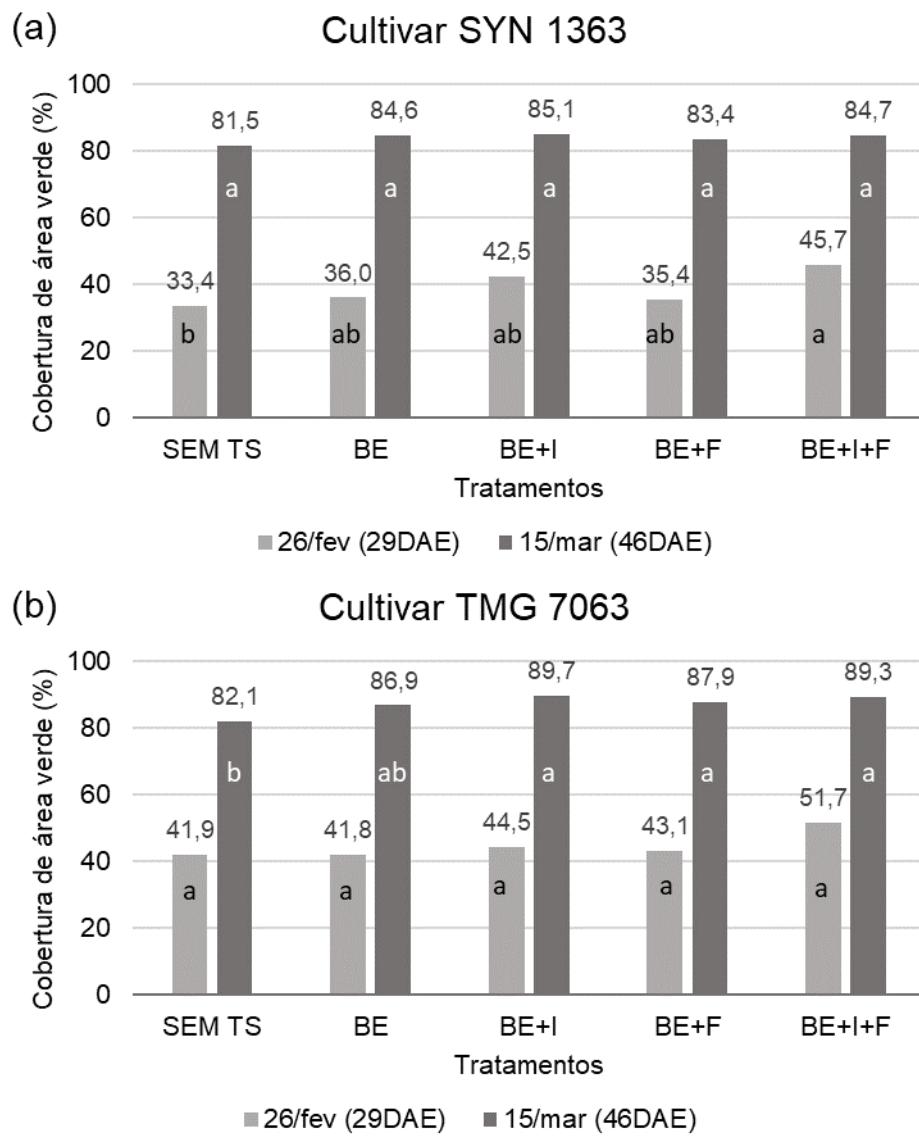


Figura 4: Fechamento das entre linhas de cultivares de soja submetidas ao tratamento de sementes, sendo: sem TS, com bioestimulantes, com BE + inseticida, com BE + fungicida, com BE+I+F.

¹Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($\leq 10\%$).

Como pode ser observado nas figuras 5 e 6, o crescimento inicial das plantas da soja demonstrou resultados distintos entre os tratamentos de sementes e as cultivares nas duas épocas de avaliação. O aumento da cobertura da parte aérea e, por consequência, maior fechamento da entre linha, pode ser devido ao efeito

estimulante dos produtos comparativamente ao controle. Contudo, algumas pesquisas têm evidenciado que alguns produtos utilizados para o tratamento de sementes, podem ocasionar redução na germinação destas e na sobrevivência das plântulas (KUNKUR, 2007; DAN et al, 2011).

Desse modo, estudos baseados no comprimento e a massa seca de parte aérea são fundamentais e determinantes para o fechamento das entre linhas da soja. Pelos resultados obtidos neste trabalho, observa-se que houve uma tendência de entrega de melhores resultados pela utilização de bioestimulantes, comparativamente ao controle (SEM TS), podendo estar relacionado com o aumento e síntese de enzimas.

A utilização dos bioestimulantes pode intensificar a produção das plantas (BRANDÃO JUNIOR et al., 1999) ou fornece energia para o ciclo de Krebs e ao embrião em desenvolvimento (CHAUHAN et al., 1985; TUNES, 2010; SATTERS et al., 1994). Produtos com ação estimulante podem favorecer os processos fisiológicos relacionados ao desempenho de crescimento das plantas e, assim, proporcionar maior velocidade na cobertura do solo pelo dossel foliar e, consequentemente, o fechamento mais rápido das entre linhas, favorecendo a planta cultivada na competição por recursos ambientais da lavoura.

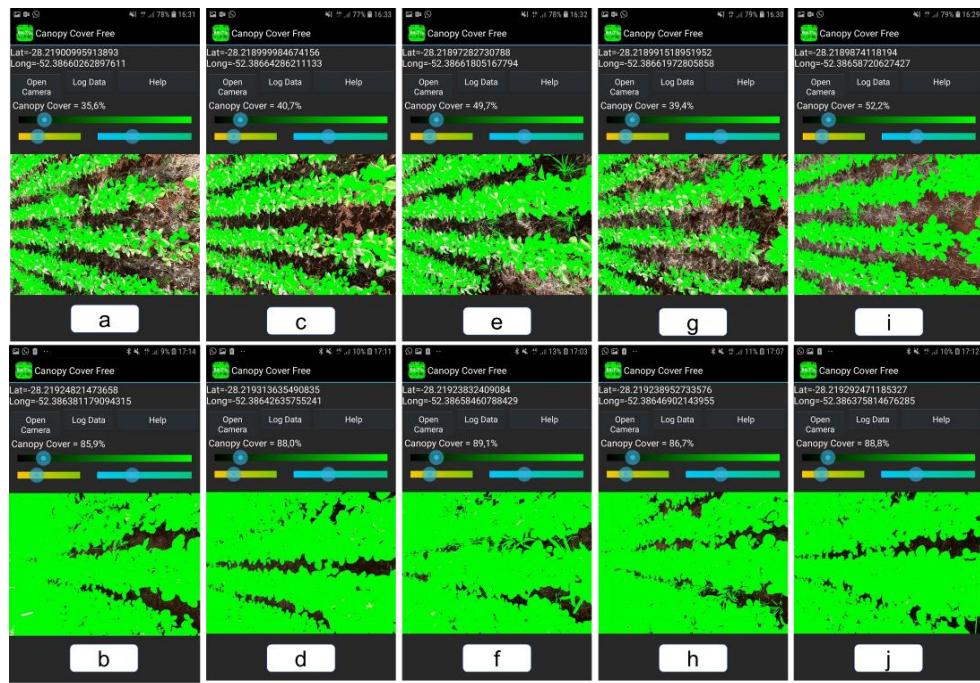


Figura 5: Cobertura de área verde da cultivar SYN 1363 submetidas ao tratamento de sementes, sendo: SEM TS (26/fev (a) e 15/mar (b)); com bioestimulante (26/fev (c) e 15/mar (d)); com BE + Inseticida (26/fev (e) e 15/mar (f)); com BE + fungicida (26/fev (g) e 15/mar (h)); com BE+I+F (26/fev (i) e 15/mar (j)).

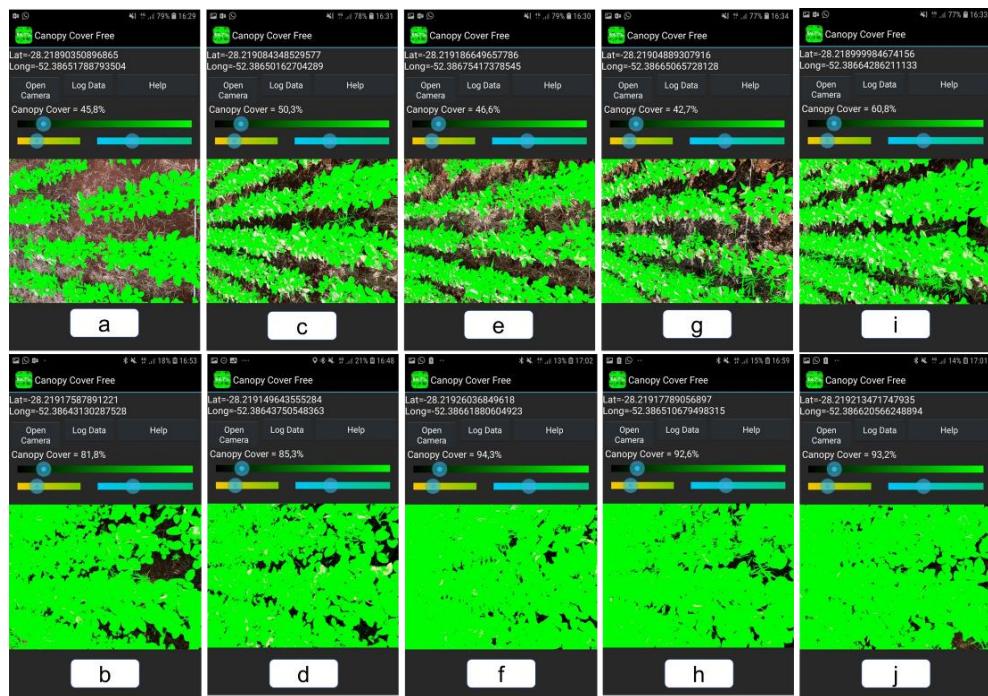


Figura 6: Cobertura de área verde da cultivar TMG 7063 submetidas ao tratamento de sementes, sendo: SEM TS (26/fev (a) e 15/mar (b)); com bioestimulante (26/fev (c) e 15/mar (d)); com BE + Inseticida (26/fev (e) e 15/mar (f)); com BE + fungicida (26/fev (g) e 15/mar (h)); com BE+I+F (26/fev (i) e 15/mar (j)).

2.4 Conclusões

O fechamento da entre linha é dependente da cultivar a ser utilizada e da interação com o inseticida Tiametoxam.

Os tratamentos de semente com BE+I e BE+I+F promovem maior fechamento de entre linhas da soja em relação ao SEM TS e aos demais tratamentos.

3 CAPITULO II

RENDIMENTO DE SEMENTES DE SOJA NA SAFRINHA: USO DE BIOESTIMULANTES

3.1 Introdução

A soja é a cultura que possui a maior área cultivada no Brasil, alcançando 36,8 milhões de hectares na safra 2019/20 (CONAB, 2020) o que torna o Brasil o maior produtor mundial dessa oleaginosa, superando os Estados Unidos que deverão semear 33,8 milhões de hectares em 2020 (USDA, 2020). O estado do Rio Grande do Sul, por sua vez, teve uma área semeada de 5,9 milhões de hectares de soja na safra 2019/20, representando 16% do total brasileiro.

Segundo a Associação Brasileira dos Produtores de Sementes e Mudas (ABRASEM), o Brasil produziu no ano passado mais de três milhões de toneladas de sementes de soja (3.069.575 T) e o Rio Grande do Sul colaborou com quase 721 mil toneladas desse total (720.623 T). A taxa de utilização de sementes no Brasil foi 71% e no Rio Grande do Sul foi de 35% na safra 2017/18 (ABRASEM, 2019).

Embora seja considerada uma prática controversa, a semeadura de soja fora do período considerado normal para a cultura, chamada de safrinha ou segunda safra, vem ganhando força em alguns estados, principalmente com objetivo de produção de sementes (APROSOJA, 2018). De acordo com PESKE (2019), “no campo, as sementes estão sujeitas a diversos fatores que poderão prejudicar seriamente a sua qualidade”. Portanto, várias práticas culturais poderão ser implementadas para garantir o sucesso da produção de sementes com qualidade, como a época de semeadura, o manejo da água, o controle de invasoras, o controle de insetos e doenças, a colheita e a trilha (PESKE, 2019). Além dessas práticas, o tratamento de sementes (TS) pode ser um poderoso aliado da produção de sementes e grãos em termos qualitativos e quantitativos.

De acordo com BALARDIN et al. (2011), patógenos infestantes de solo ou transmitidos via semente reduzem o estande de plantas de soja (*apud* COSTAMILAN et al., 2010), bem como pragas de solo também podem causar falhas na lavoura, pelo fato de se alimentarem de sementes, raízes e da parte aérea das plantas (*apud* BAUDET & PESKE, 2007).

Dentre os fungicidas mais utilizados em TS no Brasil destacam-se os princípios ativos Fludioxonil e Metalaxil-M (CUNHA et al., 2015). Já no grupo dos inseticidas, Tiametoxam é registrado para controle de pragas e recentemente foi descoberta sua propriedade bioativadora (CARVALHO, 2011). PEREIRA (2010) estudou o efeito dessa molécula em várias culturas e constatou que na soja houve aumento da área foliar, massa seca e comprimento das raízes, e os teores foliares de cálcio e magnésio na planta.

Bioestimulantes (BE) são produtos utilizados na agricultura com o objetivo de promover o crescimento e melhorar o desempenho das plantas, incrementando a sua resposta aos estresses abióticos, entre outros benefícios. No mercado brasileiro de fertilizantes, os bioestimulantes já são responsáveis por 23% dos produtos comercializados pela indústria de tecnologia em nutrição vegetal, representando um faturamento de R\$1,75 bilhão divididos entre aminoácidos, substâncias húmicas e extratos de algas (ABISOL, 2019). Sua utilização na soja tem sido descrita e confirmada, observando-se, por exemplo, aumentos na quantidade de plântulas normais, na massa da matéria seca de plântulas, na produção de grãos e de massa da matéria seca de grãos por planta pela ação de Bioestimulante na germinação de sementes, vigor de plântulas e produtividade de soja. (VIEIRA & CASTRO, 2001).

Bioestimulantes obtidos através da fermentação de extratos vegetais podem conter substâncias como os brassinosteroides (BR), que são componentes lipídicos da família dos esteróis encontrados em algas, gimnospermas e angiospermas, e que servem como hormônios de plantas assim como o estrogênio e a testosterona fazem em animais (TAIZ et al., 2016). Os BR fazem parte dos nove hormônios principais das plantas, junto com as auxinas, giberelinas, citocininas, etileno, ácido abscísico, jasmonatos, ácido salicílico e estrigolactonas, que regulam o desenvolvimento vegetal atuando na divisão, alongamento e diferenciação

celular, além da fotomorfogênese, germinação, desenvolvimento reprodutivo, senescência foliar e resposta a estresses abióticos (TAIZ et al., 2016).

Tal atividade foi corroborada na revisão realizada por PLANAS-RIVEROLA et al. (2019), que menciona a importância dos brassinosteroídes na elongação celular e, como tal, do hipocótilo das plântulas em emergência. MANDAVA (1988) também já havia comprovado em bioensaio com feijoeiro que BR aplicados em concentrações baixas induzem o alongamento do caule e em concentrações mais altas resultam no seu espessamento.

A hipótese estudada neste trabalho foi a de que bioestimulantes com base em brassinosteroídes, aplicados em tratamento de semente e em combinação com inseticida e fungicida, podem auxiliar o desenvolvimento e a produtividade da soja semeada em período de safrinha.

3.2 Material e métodos

Um experimento foi instalado dentro da Fazenda Experimental da Universidade de Passo Fundo (UPF), localizada na localizada na Estrada do Trigo km 2, coordenadas 28°13'02.3"S 52°23'15.0"W, altitude de 700m, clima subtropical Cfa e solo do tipo Latossolo Vermelho Distrófico de textura argilosa (EMBRAPA, 2013).

A semeadura da soja foi realizada em 22/01/19 das 15:30 às 18:30 com temperatura variando de 32°C no início e 30°C ao final e a umidade relativa do ar variando de 60% a 65% no mesmo período. Utilizou-se uma semeadora mecanizada de quatro linhas, espaçamento de 50cm e foi realizada adubação de 300 kg ha⁻¹ da fórmula 05-30-15. A operação foi realizada com solo úmido e sobre palhada de trigo em sistema de plantio direto. A emergência ocorreu aos seis dias após a semeadura (6 DAS), em 28/01/19.

Foram utilizadas duas cultivares de soja, a SYN 1363 RR (C1) do grupo de maturação 6.7 e a TMG 7063 IPRO Inox® (C2) do grupo de maturação 6.3 e resistente a lagartas desfolhadoras e à Ferrugem-asiática (*Phakopsora pachyrhizi*), ambas de hábito de crescimento indeterminado. A

densidade de semeadura foi a mesma para as duas cultivares, sendo de 17 sementes por metro linear, resultando em 340.000 sementes ha⁻¹.

Imediatamente antes da semeadura as sementes foram submetidas a teste de germinação em areia, ficando a SYN 1363 com 88% de germinação e a TMG 7063 com 86%.

As sementes foram tratadas em diferentes combinações dos seguintes produtos comerciais: inseticida (I) Cruiser® 350 FS – Tiametoxam 350g L⁻¹ aplicado na dose de 300mL 100kg⁻¹ de sementes, fungicida (F) Maxim® XL – Fludioxonil 25g L⁻¹ e Metalaxyl-M 10g L⁻¹ aplicado na dose de 100mL 100kg⁻¹ de sementes e o bioestimulante (BE) Epivio™ Vigor (brassinosteroides, vitaminas B1-B2-B6, glicosídeos e nutrientes N, Fe e Zn) aplicado na dose de 200mL 100kg⁻¹ de sementes.

O tratamento das sementes (TS) foi realizado utilizando-se um saco plástico para cada tratamento e volume de calda de 600mL 100kg⁻¹ de sementes. A calda foi distribuída no fundo de cada saco plástico e 2kg de sementes de soja foram adicionados e homogeneizados através de agitação manual. Terminado esse processo, as sementes foram transferidas para sacos de papel pardo onde permaneceram por 24 horas em temperatura ambiente antes da semeadura.

O delineamento experimental foi de blocos casualizados, com 5 tratamentos de semente e duas cultivares de soja (fatorial 5 x 2), totalizando 10 tratamentos com 4 repetições em 40 unidades experimentais. Cada parcela era composta por 4 linhas de soja de largura e 10m de comprimento, totalizando uma área de 20m².

Os tratamentos consistiram em: (C1T1) – SYN 1363 sem TS; (C1T2) – SYN 1363 com BE; (C1T3) – SYN 1363 com BE+I; (C1T4) – SYN 1363 com BE+F; (C1T5) – SYN 1363 com BE+I+F; (C2T1) – TMG 7063 sem TS; (C2T2) – TMG 7063 com BE; (C2T3) – TMG 7063 com BE+I; (C2T4) – TMG 7063 com BE+F; (C2T5) – TMG 7063 com BE+I+F.

Durante a condução do experimento foram realizados tratos fitossanitários para o controle de pragas, doenças e plantas daninhas. Como se tratava de uma semeadura em segunda época (safrinha), houve uma grande pressão pragas e doenças, mormente da Ferrugem-asiática (*Phakopsora pachyrhizi*), do Percevejo-marrom (*Euschistus heros*) e da

Mosca-da-haste (*Melanagromyza sojae*). Para o controle das doenças foram realizadas sete aplicações de fungicidas aos 28, 46, 57, 68, 80, 94 e 109 dias após a emergência (DAE), utilizando-se as marcas comerciais Cypress®, Bravonil®, Unizeb Gold®, Elatus®, Fox® e Versatilis® em diferentes misturas e combinações entre eles, sempre de acordo com as doses de bula. As parcelas com a cultivar TMG 7063, mesmo sendo esta resistente à Ferrugem-asiática, também receberam as mesmas aplicações de fungicidas a fim de uniformizar as aplicações de manutenção e evitar qualquer interferência entre os fatores. Para o controle de pragas foram realizadas aplicações de inseticidas aos 14, 28, 46, 57, 68 e 80 DAE, das marcas comerciais Engeo Pleno®, Ampligo® e Proclaim®. Para o controle de plantas daninhas foi aplicado o herbicida Zapp Qi® aos 46 DAE.

As condições climáticas durante o período de condução do experimento estão descritas na figura 7.

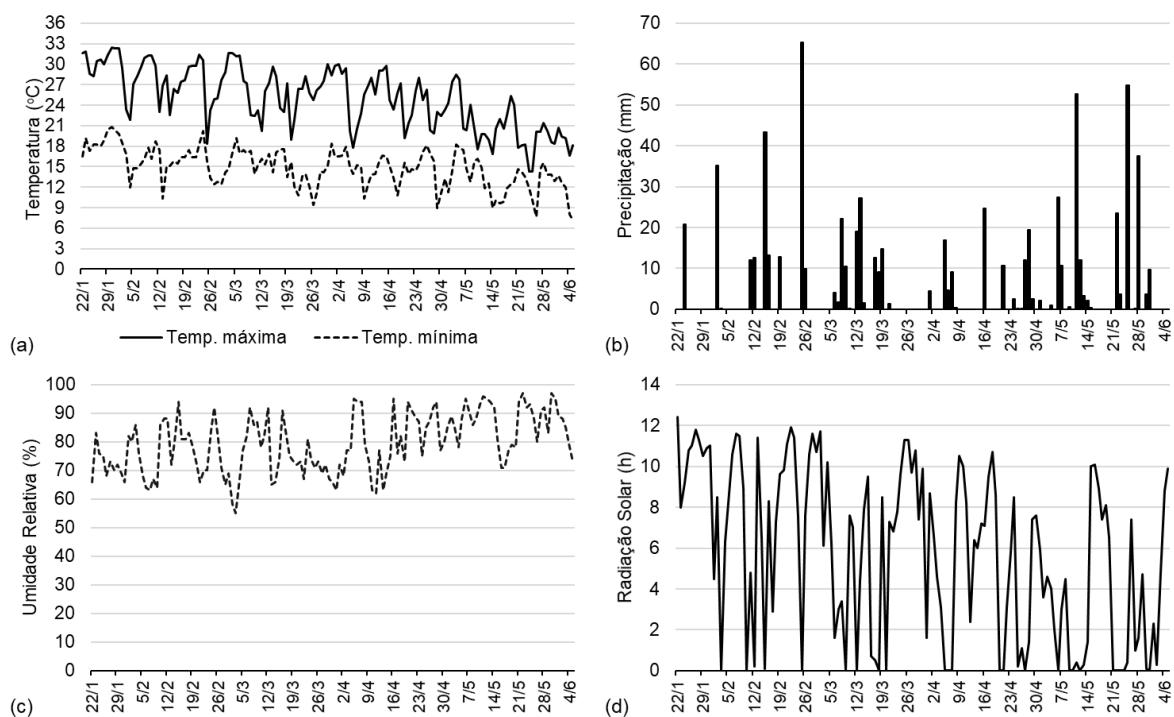


Figura 7: Dados meteorológicos durante a condução do experimento (22/01/19 a 05/06/19). Sendo: temperaturas máximas e mínimas (a), precipitação (b), umidade relativa do ar (c) e radiação solar (d). Fonte: EMBRAPA TRIGO.

Foram realizadas oito avaliações durante o experimento, sendo a primeira de emergência de plantas (EMG), realizada em 07/02/19 aos 10 DAE, tomando-se a média de seis contagens de plantas emergidas por metro linear em cada parcela.

Em 11/02/19 (14 DAE) foi realizada uma avaliação de dano causado pela praga *Diabrotica speciosa* (DDS), uma vez que foi constatada a presença dessa praga na fase inicial da cultura e o tratamento de sementes poderia interferir no resultado do ataque da praga. O dano foi estimado pela percentagem visual de desfolha.

Aos 21/02/19 (24 DAE) foi feita avaliação de altura de plantas (ALT), utilizando-se uma régua de 100cm e calculando-se a média da altura obtida de 20 plantas por parcela.

Em 26/02/19 (29 DAE) e 15/03/19 (46 DAE) foram realizadas avaliações de fechamento das entre linhas (FECH1 e FECH2) por meio de medições eletrônicas da cobertura de área verde das parcelas, utilizando-se um smartphone Android e o aplicativo *Canopy Cover*. Cada parcela teve uma imagem capturada, sempre na mesma posição e altura, e a percentagem de área verde calculada automaticamente pelo aplicativo em relação à área total da captura.

Ainda no dia 15/03/19 (46 DAE) foi realizada uma avaliação de cobertura de solo por plantas daninhas (CSPD), estimando-se a percentagem visual de solo coberto pelas invasoras. As espécies presentes eram trigo voluntário (*Triticum aestivum* L.), Picão-preto (*Bidens pilosa* L.) e Papuã (*Brachiaria plantaginea* (Link) Hitch). Não houve separação das notas de avaliação por espécie e apenas uma nota de cobertura geral por parcela foi estimada.

A colheita ocorreu no dia 05/06/19 (128 DAE) e foi realizada com uma colhedora mecanizada de parcelas. A massa de sementes colhida em cada parcela foi pesada, sua umidade foi determinada utilizando-se um medidor portátil por indução elétrica marca Farmex MT-Pro e corrigida para 13% para chegar no rendimento em quilos ha⁻¹, que finalmente foram transformados em sacas de 40kg para fins de avaliação.

Em função da pequena quantidade por parcela, as sementes colhidas foram submetidas a secagem natural à sombra, sem auxílio de secador, em

barracão coberto e arejado. No dia 31/07/19 as sementes colhidas foram levadas para teste de germinação (GERM) em rolo de papel no Laboratório GMax (RENASEM 02965/2013 RS) de Passo Fundo.

Os dados avaliados foram submetidos ao Teste de Tukey a 10% de probabilidade após o desdobramento dos níveis dentro de cada fator não ter sido capaz de diferenciar os tratamentos (rejeitar hipótese nula) ao nível de 5% de significância. Como os pressupostos foram atendidos em todos os níveis do fatorial (Cultivar e TS), optou-se por não realizar a transformação dos dados, mas sim reduzir o intervalo de confiança de 95 para 90% a fim de identificar o efeito significativo entre os tratamentos (CANTERI, 2001).

3.3 Resultados e discussão

O quadro resumo da análise de variância encontra-se na tabela 3 e os resultados de cada variável resposta avaliada, bem como o teste de média e coeficiente de variação, estão sumarizados na tabela 4.

Para a variável resposta de emergência a campo (EMG), o resultado da avaliação evidencia que os diferentes tratamentos de sementes e as cultivares não interferiram na germinação a campo, sendo todos similares entre si e apresentando emergência a campo média de 86%, em linha com o teste de germinação realizado antes da semeadura. Este resultado foi diferente do encontrado por FERRARESI et al. (2017), que demonstrou uma maior emergência final de plântulas de soja com o uso de bioestimulantes à base de extratos vegetais. Em outro experimento, no entanto, BONTEMPO et al. (2016) também não identificou influência positiva na emergência a campo pelo uso de bioestimulantes em tratamento de semente, evidenciando que essa variável pode estar condicionada à múltiplos fatores que não apenas o uso do produto testado.

Em relação ao dano causado por *Diabrotica speciosa* (DDS), as duas cultivares responderam de maneira semelhante e os tratamentos de semente que continham inseticida proporcionaram menor dano pelo ataque da praga, sendo que BE+I e BE+I+F foram significativamente superiores aos demais (SEM TS, BE e BE+F). Este resultado confirma aquele encontrado por RODRIGUES JUNIOR

(2014), em que o tratamento de sementes com Tiametoxam manteve baixa a incidência de pragas, entre elas a *Diabrotica speciosa*.

Altura de plantas: As duas cultivares não mostraram diferença significativa aos 24 DAE para essa variável. Em relação aos tratamentos, aqueles contendo a mistura tripla BE+I+F foram sempre significativamente superiores que SEM TS em ambas as cultivares. Os tratamentos com BE, BE+I e BE+F foram similares entre si e ligeiramente superiores ao SEM TS. Este resultado corroborou com HERMES et al. (2015), que igualmente observaram influência positiva no comprimento da parte aérea da soja pelo uso de bioestimulante.

Aos 46 DAE foi realizada a avaliação de percentagem visual de solo coberto por plantas daninhas (CSPD). Embora a infestação de invasoras tenha sido significativamente menor na cultivar TMG 7063, não ficou demonstrada diferença entre os diferentes TS. No entanto, LENSSSEN (2013) verificou menor densidade de plantas daninhas em áreas tratadas com bioestimulante e fungicida, demonstrando que esse parâmetro pode ser ainda mais bem estudado sob outras condições.

Para a variável resposta de fechamento de entre linhas, foram realizadas duas avaliações, aos 29 DAE (FECH1) e 46 DAE (FECH2). Em ambas houve diferença significativa entre as cultivares, com melhor resposta para o fechamento na TMG 7063, demonstrando maior agressividade no crescimento do dossel foliar desta em relação à SYN 1363.

Aos 29 DAE (FECH1) houve diferença significativa entre os TS na SYN 1363, sendo que a mistura tripla (BE+I+F) foi superior ao SEM TS e os tratamentos BE, BE+I e BE+F foram similares entre si, porém ligeiramente superiores ao SEM TS. Nessa mesma data, não houve efeito entre os tratamentos de semente para a cultivar TMG 7063. Este resultado sugere que o tratamento com BE+I+F, pode ter compensado parcialmente o atraso no fechamento de entre linhas pela SYN 1363 em relação à TMG 7063.

Aos 46 DAE (FECH2), por sua vez, foi a SYN 1363 que não demonstrou efeito dos tratamentos de semente, enquanto na cultivar TMG 7063 todos os tratamentos que continham a mistura de BE com I, F ou I+F foram significativamente superiores ao controle SEM TS e ligeiramente superiores ao BE sozinho. Resultado semelhante foi encontrado por SANTOS (2013), que identificou uma quantidade ótima de BE aplicado em TS para promover a máxima área foliar em plantas de algodoeiro.

TANDON & DUBEY (2015) também relataram maior número de trifólios pela utilização de BE em soja submetida a adubação reduzida de NPK.

Embora ambas as cultivares tenham obtido rendimentos muito abaixo da média estadual de 3321 kg/ha na safra 18/19 (CONAB, 2020), evidenciando as dificuldades da semeadura fora de época, houve clara superioridade da TMG 7063 sobre a SYN 1363 na avaliação de produtividade. A cultivar TMG 7063 teve um rendimento médio de 2600 kg/ha (65,0 sc/ha) contra 1632 kg/ha (40,8 sc/ha) da SYN 1363, ou seja, 968kg a mais por hectare. Essa diferença pode ser explicada pela sua melhor adaptação ao cultivo na safrinha, mas principalmente pela resistência dessa cultivar à Ferrugem-asiática (*Phakopsora pachyrhizi*), uma vez que não houve diferença significativa entre os tratamentos de semente para TMG 7063, mesmo que os tratamentos BE, BE+I, BE+F e BE+I+F variassem de 136 a 416kg de soja a mais por hectare em relação ao SEM TS.

Na cultivar SYN 1363, por outro lado, a resposta para o efeito dos tratamentos de sementes no rendimento foi muito similar ao observado na primeira avaliação de fechamento de entre linha (FECH1), ou seja, a mistura tripla (BE+I+F) foi significativamente superior ao SEM TS e os tratamentos BE, BE+I e BE+F foram similares entre si, porém ligeiramente superiores ao SEM TS. Em experimento semelhante, BERTOLIN et al. (2010) também relataram aumento do rendimento da soja com a utilização de BE, tanto em TS como em aplicação foliar. SZPARAGA et al. (2018) também demonstraram haver resposta positiva na produtividade da soja pelo uso de BE, sendo essa resposta afetada pelo número de aplicações, pelo tipo e pela concentração do BE.

Tanto os TS como as cultivares não interferiram na germinação das sementes colhidas (GERM). Como a qualidade fisiológica da semente de soja pode ser afetada por fatores de deterioração que ocorrem no campo mais próximo ao fim do ciclo da cultura e na colheita, como danos causados por percevejo, danos por umidade e danos mecânicos pelas máquinas colhedoras (KRZYZANOWSKI, 2018), o TS, prática realizada no início do cultivo, não parece ter uma influência qualitativa sobre a semente colhida, conforme observado neste experimento.

Houve correlação significativa entre variáveis avaliadas de acordo com o coeficiente de correlação de Pearson (r) (Figura 8), havendo um padrão de relacionamento na forma de associação linear entre elas e que pode ser positiva ou negativa (FIGUEIREDO FILHO, 2009), principalmente aquelas relacionadas ao

desempenho agronômico da soja, como ataque de pragas, competição com plantas daninhas, altura de plantas, fechamento de entre linhas e rendimento de colheita. COHEN (2013) menciona que, quando significativa, a correlação pode ter um score médio ou grande, dependendo do valor de "r" encontrado.

Entre as correlações negativas, o dano causado pelo ataque de *Diabrotica speciosa* (DDS) teve um impacto moderado na altura das plantas ($r = -0,48$). A infestação de plantas daninhas (CSPD), por sua vez, concorreu contra o rendimento da soja (SC40), uma vez que ficou demonstrado uma correlação de score médio ($r = -0,35$) entre a CSPD e o SC40. Tal resultado concorda com AVILA et al. (2013), ao descreverem que os problemas fitossanitários na cultura da soja, causados pelas pragas ou plantas daninhas, podem reduzir drasticamente a produtividade da soja, caso o manejo não seja adequadamente implementado.

Por outro lado, de acordo com as correlações positivas encontradas, pode-se concluir que tratamentos que proporcionem às plantas de soja maior crescimento e cobertura de solo pelo dossel foliar, poderão influenciar positivamente no rendimento de colheita. A avaliação de altura de plantas (ALT) teve correlação positiva grande com o fechamento de entre linhas ($r = 0,76$) que, por sua vez, mostrou estar diretamente relacionada com o aumento da produtividade. A primeira avaliação de fechamento (FECH1) teve uma correlação forte ($r = 0,63$) e a segunda avaliação (FECH2) uma correlação moderada ($r = 0,46$) com o rendimento da soja.

Embora outros estudos tenham demonstrado que o autossombreamento pode diminuir os índices de radiação fotossinteticamente ativa (RFA), prejudicando a produtividade da soja (PETTER, 2016), nas condições deste experimento, parece ter havido uma melhor qualidade da distribuição da radiação no perfil do dossel, resultando numa correlação positiva entre o fechamento das entre linhas e o rendimento da soja. Indiretamente, o resultado confirma o que WELLS et al. (1982) e PLACE et al. (2009) já haviam descrito sobre a correlação positiva entre a interceptação fotossintética do dossel foliar e a densidade de plantas com o rendimento da soja.

Tabela 3: Resumo do quadro da análise de variância.

F.V.	GL	QUADRADO DA MÉDIA							
		EMG	DDS	ALT	CSPD	FECH1	FECH2	SC40	GERM
Cultivares (C)	1	0,08 ^{ns}	1,23 ^{ns}	1,95 ^{ns}	1092,03*	358,20*	110,22*	5886,9*	28,90 ^{ns}
Tratamento (T)	4	1,37 ^{ns}	14,15*	54,33*	52,34 ^{ns}	165,44*	39,32*	165,5*	6,91 ^{ns}
C x T	4	0,73 ^{ns}	0,33 ^{ns}	3,98 ^{ns}	10,21 ^{ns}	12,56 ^{ns}	6,67 ^{ns}	9,8 ^{ns}	11,84 ^{ns}
Resíduo	27	2,45	0,44	6,28	96,46	34,93	7,63	44,9	19,89
Média		14,73	2,58	23,99	28,23	41,59	85,50	52,89	83,05
CV (%)		10,61	25,73	10,45	34,80	14,21	3,23	12,68	5,37

Legenda: EMG = emergência a campo; DDS = dano por *Diabrotica speciosa*; ALT = altura de plantas; CSPD = cobertura de solo por plantas daninhas; FECH1 = fechamento da entre linha em 26/02; FECH2 = fechamento da entre linha em 15/03; SC40 = rendimento em sacas de 40kg; GERM = germinação das sementes colhidas.

*Significativo em nível de probabilidade de 5%.

^{ns}Não significativo.

Tabela 4: Teste de Tukey para duas cultivares de soja em diferentes tratamentos de sementes.

Var. resp.	EMG		DDS		ALT		CSPD	
Tratamentos	SYN 1363	TMG 7063	SYN 1363	TMG 7063	SYN 1363	TMG 7063	SYN 1363	TMG 7063
SEM TS	14,5 a A	13,9 a A	3,75 a A	4,25 a A	20,7 c A	21,3 b A	31,3 a A	20,0 a A
BE	14,5 a A	14,9 a A	3,00 a A	3,75 a A	23,0 bc A	23,5 ab A	35,5 a A	23,8 a A
BE+I	14,3 a A	15,0 a A	1,25 b A	1,00 b A	26,6 ab A	24,6 ab A	34,3 a A	21,3 a B
BE+F	15,1 a A	14,5 a A	2,88 a A	3,50 a A	22,2 bc A	22,8 ab A	36,3 a A	27,5 a A
BE+I+F	15,5 a A	15,2 a A	1,13 b A	1,25 b A	28,6 a A	26,6 a A	30,0 a A	22,5 a A
Média	14,8 A	14,7 A	2,40 A	2,75 A	24,2 A	23,8 A	33,5 A	23,0 B
CV (%)	10,61		25,73		10,45		34,80	
Var. resp.	FECH1		FECH2		SC40		GERM	
Tratamentos	SYN 1363	TMG 7063	SYN 1363	TMG 7063	SYN 1363	TMG 7063	SYN 1363	TMG 7063
SEM TS	33,4 b B	41,9 a A	81,5 a A	82,1 b A	35,4 b B	60,2 a A	85,0 a A	82,5 a B
BE	36,0 ab A	41,8 a A	84,6 a A	86,9 ab A	37,9 ab B	63,6 a A	85,5 a A	80,0 a A
BE+I	42,5 ab A	44,5 a A	85,1 a B	89,7 a A	44,4 ab B	66,2 a A	83,0 a A	82,8 a A
BE+F	35,4 ab B	43,1 a A	83,4 a B	87,9 a A	37,7 ab B	64,6 a A	83,8 a A	84,5 a A
BE+I+F	45,7 a A	51,7 a A	84,7 a B	89,3 a A	48,3 a B	70,6 a A	82,3 a A	81,3 a A
Média	38,6 B	44,6 A	83,8 B	87,2 A	40,8 B	65,0 A	83,9 A	82,2 A
CV (%)	14,21		3,23		12,68		5,37	

Legenda: EMG = emergência a campo (número de plantas por metro); DDS = dano por *Diabrotica speciosa* (%); ALT = altura de plantas (cm); CSPD = cobertura de solo por plantas daninhas (%); FECH1 = fechamento da entre linha em 26/02 aos 29 DAE (%); FECH2 = fechamento da entre linha em 15/03 aos 46 DAE (%); SC40 = rendimento (sacas de 40kg); GERM = germinação das sementes colhidas (%); SEM TS = sem tratamento de sementes; BE = bioestimulante; I = inseticida; F = fungicida.

¹Médias seguidas da mesma letra, maiúsculas na coluna e minúsculas na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($\leq 10\%$).

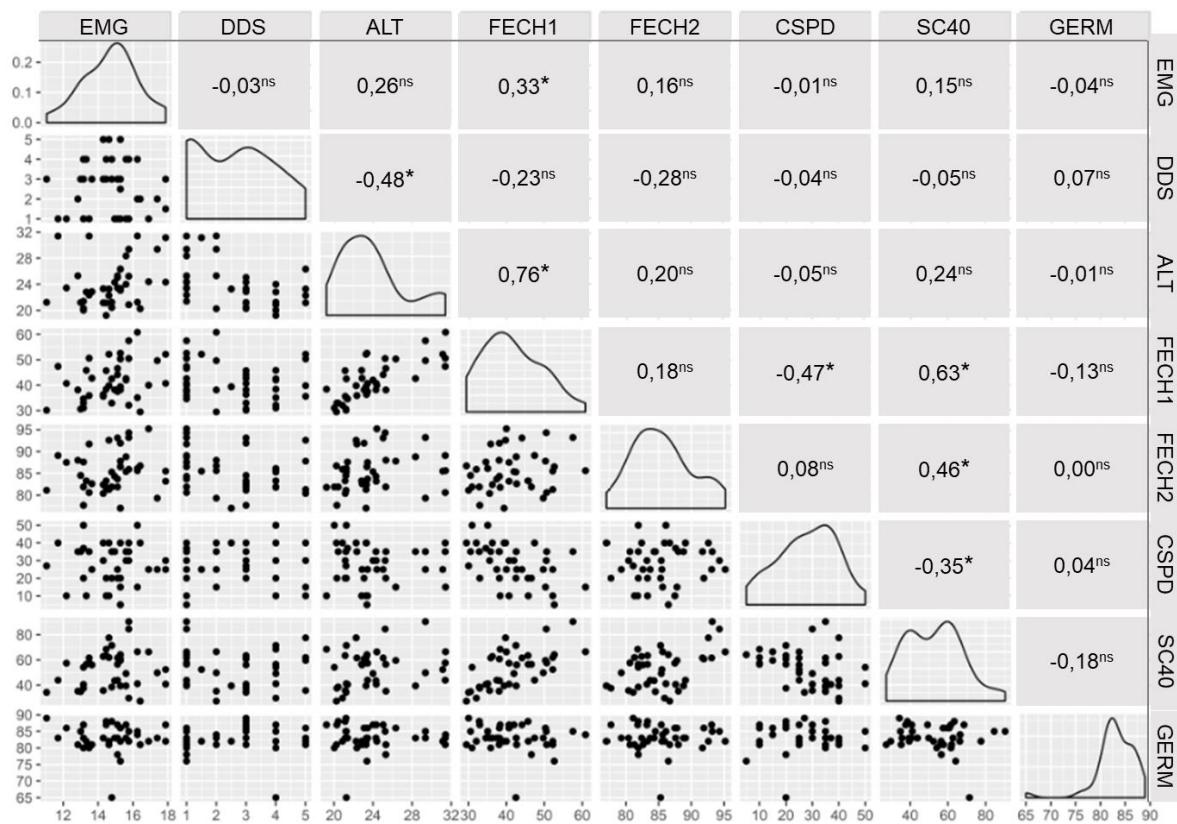


Figura 8: Coeficientes de correlação de Pearson

Legenda: EMG = emergência a campo; DDS = dano por *Diabrotica speciosa*; ALT = altura de plantas; FECH1 = fechamento da entre linha em 26/02 aos 29 DAE; FECH2 = fechamento da entre linha em 15/03 aos 46 DAE; CSPD = cobertura de solo por plantas daninhas; SC40 = rendimento; GERM = germinação de sementes.

* Valores significativos a 5% de probabilidade pelo teste t.

^{ns}Não significativo

3.4 Conclusões

O tratamento de sementes com bioestimulante, inseticida e fungicida não interfere na emergência a campo, infestação de plantas daninhas e germinação das sementes colhidas das duas cultivares de soja testadas.

O uso de bioestimulante, associado a inseticida e fungicida, em tratamento de sementes de soja, melhora o desenvolvimento do dossel foliar das plantas de soja produzidas na safrinha, proporcionando também maior rendimento de colheita.

O efeito do bioestimulante no desempenho agronômico da soja depende da cultivar utilizada. A cultivar menos adaptada às condições de safrinha responde melhor ao bioestimulante, quer seja em seu uso isolado ou em combinação com inseticida e fungicida.

A mistura tripla de bioestimulante (brassinosteroides), inseticida (Tiametoxam) e fungicida (Fludioxonil + Metalaxyl-M) proporciona o melhor resultado para o tratamento de sementes das cultivares avaliadas.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A hipótese levantada para a condução deste trabalho foi a de que bioestimulantes aplicados em tratamento de sementes, em associação com inseticidas e fungicidas, entregam efeitos positivos para o desenvolvimento e produtividade da cultura da soja semeada na safrinha.

Observou-se primeiramente que o fechamento de entre linhas e a produtividade são dependentes da cultivar utilizada, bem como dos tratamentos de semente utilizados.

Neste experimento, a cultivar TMG 7063 foi superior a SYN 1363, provavelmente porque tem um ciclo de maturação mais adaptado ao cultivo na segunda safra e pela resistência a lagartas e à Ferrugem-asiática. A cultivar SYN 1363, por sua vez, foi mais beneficiada pelo uso de bioestimulantes, provavelmente pela sua menor adaptação ao período de semeadura.

O tratamento de sementes com bioestimulantes contribuiu para o desempenho agronômico da soja. A mistura tripla de BE+I+F foi superior aos demais tratamentos em relação às variáveis resposta quantitativas, como altura de plantas, fechamento de entre linhas e rendimento, sendo que, quando associado ao bioestimulante (brassinosteroides), o inseticida (Tiametoxam) tem uma contribuição maior que o fungicida (Fludioxonil + Metalaxyl-M).

Portanto, o tratamento de sementes com bioestimulantes mostrou ser um importante aliado na produção de sementes de soja na safrinha, principalmente para as cultivares menos adaptadas, confirmando a hipótese inicial deste trabalho.

5 REFERÊNCIAS

ABISOLÓ. Anuário brasileiro de tecnologia em nutrição vegetal. São Paulo: 2019. 163 p. Disponível em: <https://abisolo.com.br/anuario/>. Acesso em 18 abr. 2020.

AGOSTINETO, D.; SILVA, D.R.O.; VARGAS, L. Soybean yield loss and economic thresholds due to glyphosate resistant hairy fleabane interference. *Plant Science*, v.84, p.1-8, 2017.

ALMEIDA, A. S.; VILLELA, F. A.; NUNES, J. C.; MENEGHELLO, G. E.; JAUER, A. Thiamethoxam: An Insecticide that Improve Seed Rice Germination at Low Temperature. INTECH- open Science/open mind. Cap.3, p.417-426, 2013.

APROSOJA. Informe ao produtor rural n. 217/2018. Brasília: 2018. Disponível em: <http://www.aprosoja.com.br/download/informe-tecnico/2018-12-18-08-09-40informe-ao-produtor-217-calendarizacao-de-plantio.pdf>. Acesso em 14 dez.2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE SEMENTES E MUDAS. Estatísticas. Brasília: 2019. Disponível em: <http://www.abrasem.com.br/estatisticas/>. Acesso em 20 mai. 2020.

AVILA, C.J. et al. Manejo fitossanitário integrado na cultura da soja: uma solução sustentável. Embrapa Agropecuária Oeste-Documentos (INFOTECA-E), 2013.

BALARDIN, R.S. et al. Tratamento de sementes com fungicidas e inseticidas como redutores dos efeitos do estresse hídrico em plantas de soja. *Ciência Rural*, v. 41, n. 7, p. 1120-1126, 2011.

BAUDET, L.; PESKE, F. Aumentando o desempenho das sementes. Seed News, v.9, n.5, p.22-24. Pelotas, 2007. Disponível em: http://www.seednews.inf.br/portugues/seed115/print_artigo115.html. Acesso em: 02 jul. 2010.

BERTOLIN, D.C. et al. Aumento da produtividade de soja com a aplicação de bioestimulantes. Bragantia, v. 69, n. 2, p. 339-347, 2010.

BONTEMPO, A.F. et al. Influência de bioestimulantes e nutrientes na emergência e no crescimento inicial de feijão, soja e milho. Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v. 15, n. 1, p. 86-93, 2016.

BRANDÃO JUNIOR, D. S.; CARVALHO, M. L. M.; VIEIRA, M. G. G. C. Variações eletroforéticas de proteínas e isoenzimas relativas à deterioração de sementes de milho envelhecidas artificialmente Revista Brasileira de Sementes, v. 21, n.1, p.114-121, 1999.

CANTERI, M.G. et al. SASM-Agri-Sistema para análise e separação de médias em experimentos agrícolas pelos métodos Scott-Knott, Tukey e Duncan. Embrapa Soja-Artigo em periódico indexado (ALICE), 2001.

CARVALHO, N.L.; PERLIN, R.S.; COSTA, E.C. Tiametoxam em tratamento de sementes. Revista Monografias Ambientais, v. 2, n. 2, p. 158-175, 2011.

CASTRO, P.R.C. Tiametoxam: Uma revolução na agricultura brasileira. São Paulo, 2006, 410p.

CASTRO, P.R.C.; PEREIRA, M. A. Bioativadores na agricultura. In: GAZZONI, D. L. (Ed.). Tiametoxam: uma revolução na agricultura brasileira. Petrópolis: Vozes, p. 118-126, 2008.

CHAUHAN, K.P.S.; GOPINATHAN, M.C.; BABU, C.R. Electrophoretic variations of proteins and enzymes in relation to seed quality. Seed Science and Technology, v.13, p. 629-41, 1985.

COHEN, J. Statistical power analysis for the behavioral sciences. Academic press, 2013.

CONAB – COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Série histórica das safras. Brasília: Atualização de 12/05/2020. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/serie-historica-das-safras?start=30>. Acesso em 20 mai. 2020.

COSTAMILAN, L.M. et al. La Niña e os possíveis efeitos sobre a ocorrência de doenças de soja na safra 2010/2011. Disponível em: http://www.cnpt.embrapa.br/pesquisa/fitopatologia/LaNina_ocorrencia_doenças_soja2010-2011.pdf. Acesso em: 05 dez. 2010.

CUNHA, R.P.D.; CORRÊA, M.F.; SCHUCH, L.O.B.; OLIVEIRA, R.C.D.; ABREU JUNIOR, J.D.S.; SILVA, J.D.G.D.; ALMEIDA, T.L.D. Diferentes tratamentos de sementes sobre o desenvolvimento de plantas de soja. Ciência Rural, v. 45, n. 10, p. 1761-1767, 2015.

DAN, L.G.M.; DAN, H.A.; BRACCINI, A.L.; ALBRECHT, L.P.; RICCI, T.T.; PICCININ, G.G. Desempenho de sementes de soja tratadas com inseticidas e submetidas a diferentes períodos de armazenamento. Revista Brasileira de Ciências Agrárias, v.6, p.215-222, 2011.

EMBRAPA. Estação meteorológica 83914. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2019. Disponível em: <http://www.cnpt.embrapa.br/pesquisa/agromet/app/principal/relatorioMet.php>. Acesso em 28 out. 2019.

EMBRAPA. Nota Técnica: Alertas da Embrapa sobre a Soja Safrinha. Brasília: Embrapa Sede, 2014. Disponível em: https://www.embrapa.br/documents/1355202/1529289/Soja_Safrinha_Embra.pdf. Acesso em 20 mai. 2020.

EMBRAPA. Sistema brasileiro de classificação de solos. Brasília-DF: Embrapa Produção de Informação, Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2013. 353 p.

EMBRAPA. Vazio sanitário e calendarização da semeadura da soja. Londrina: Embrapa Soja, 2019. Disponível em: <https://www.embrapa.br/soja/ferrugem/vaziosanitariocalendarizacaosemeadura>. Acesso em 20 mai. 2020.

EMBRAPA. Visão 2030: o futuro da agricultura brasileira. Brasília: Embrapa Sede, 2018. 212 p. Disponível em: <https://www.embrapa.br/documents/10180/9543845/Vis%C3%A3o+2030++o+futuro+da+agricultura+brasileira/2a9a0f27-0ead-991a-8cbf-af8e89d62829?version=1.1>. Acesso em 30 abr. 2020.

FERRARESI, S.T. et al. Efeito de produtos biológicos e bioestimulantes no desenvolvimento inicial de plântulas de soja. IV Congresso de Ciência e Tecnologia da UTFPR-DV. Dois Vizinhos, 2017.

FIGUEIREDO FILHO, D.B. & SILVA JÚNIOR, J.A.D. Desvendando os Mistérios do Coeficiente de Correlação de Pearson (r). 2009.

GAZZONI, D.L. (ed.), et al. Tiametoxam: uma revolução na agricultura brasileira. Petrópolis: Vozes, 258p, 2008.

HERMES, E.C.K.; NUNES, J.; NUNES, J.V.D. Influência do bioestimulante no enraizamento e produtividade da soja. Revista Cultivando o Saber, ed. Especial, p. 35-45, 2015.

KARAM, D.; MAGALHÃES, P.C.; PADILHA, L. Efeito da adição de polímeros na viabilidade, no vigor e na longevidade de sementes de milho. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2007. 5p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular Técnica, 94).

KRZYZANOWSKI, F.C.; FRANÇA-NETO, J.B.; HENNING, A.A. A alta qualidade da semente de soja: fator importante para a produção da cultura. Londrina, PR, Embrapa, 2018.

KUNKUR, V.; HUNJE, R.; PATIL, N.K.B.; VYAKARNHAL, B.S. Effect of Seed Coating with Polymer, Fungicide and Insecticide on Seed Quality in Cotton During Storage. Karnataka Journal of Agricultural Sciences, v.20, p.137-139, 2007.

LENSSEN, A.W. Biofield and fungicide seed treatment influences on soybean productivity, seed quality and weed community. Agricultural Journal, n. 8, p. 138-143, 2013.

MANDAVA, N.B. Plant growth-promoting brassinosteroids. Annual review of plant physiology and plant molecular biology, v. 39, n. 1, p. 23-52, 1988.

MANTELI, C. Tratamento de sementes com produtos fitossanitários e biológicos no controle *Fusarium tucumaniae* agente causal da podridão vermelha da raiz em soja. 2019. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2019.

PEREIRA, M.A. Tiametoxam em plantas de cana-de-açúcar, feijoeiro, soja, laranjeira e cafeiro: parâmetros de desenvolvimento e aspectos bioquímicos. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. 2010. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11136/tde-20042010-083840/>.

PESKE, S.T.; VILLELA, F.A.; MENEGHELLO, G.E. (ed.). Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos. 4. ed. Pelotas: Becker e Peske, 2019. 579 p.

PETTER, F.A. et al. Elevada densidade de semeadura aumenta a produtividade da soja? Respostas da radiação fotossinteticamente ativa. Bragantia, v. 75, n. 2, p. 173-183, 2016.

PLACE, G.T. et al. Seeding rate effects on weed control and yield for organic soybean production. *Weed Technology*, v. 23, n. 4, p. 497-502, 2009.

PLANAS-RIVEROLA, A. et al. Brassinosteroid signaling in plant development and adaptation to stress. *Development*, v. 146, n. 5, 2019.

RODRIGUES JUNIOR, N.J. Ação de inseticidas via tratamento de sementes no controle de insetos praga em soja. 2014. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pelotas.

SANTOS, C.M.G. Ação de bioestimulante na germinação de sementes, vigor de plântulas e crescimento do algodoeiro. 2013. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal da Bahia.

SATTERS, J.R. et al. Soybean seed deterioration and response to osmotic priming: changes in specific enzyme activities in extracts from dry and germinating seeds. *Seed Science*, v.4, p. 33-41, 1994.

SZPARAGA, A. et al. Modification of growth, yield, and the nutraceutical and antioxidative potential of soybean through the use of synthetic biostimulants. *Frontiers in plant science*, v. 9, p. 1401, 2018.

SYNGENTA. Produtos e Soluções: Cruiser 350 FS – Bula. Disponível em: https://www.syngenta.com.br/sites/g/files/zhg256/f/cruiser_350_fs_2.pdf?token=1562327970. Acesso em: 07 nov. 2019.

SYNGENTA. Produtos e Soluções: Maxim XL – Bula. Disponível em: https://www.syngenta.com.br/sites/g/files/zhg256/f/maxim_xl_0.pdf?token=1560349554. Acesso em: 07 nov. 2019.

TAIZ, L. et al. Fisiologia e Desenvolvimento Vegetal. 6.ed. Porto Alegre: Artmed, 2016. p. 13 e p. 416-421.

TANDON, S.; DUBEY, A. Effects of Biozyme (*Ascophyllum nodosum*) biostimulant on growth and development of soybean [*Glycine max* (L.) Merill]. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, v. 46, n. 7, p. 845-858, 2015.

TUNES, L.M. et al. Perfil enzimático em sementes de cevada em resposta a diferentes concentrações salinas. *Interciência*, v.35, p. 369-373, 2010.

USDA – UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. Economic research service: oil crops outlook. Washington DC: 2020. Disponível em: <https://www.ers.usda.gov/publications/pub-details/?pubid=98427>. Acesso em 20 mai. 2020.

VIEIRA, E.L.; CASTRO, P.R.C. Ação de bioestimulante na germinação de sementes, vigor de plântulas, crescimento radicular e produtividade de soja. *Revista Brasileira de Sementes*, 23:222-228, 2001.

WELLS, R. et al. Cultivar Differences in Canopy Apparent Photosynthesis and Their Relationship to Seed Yield in Soybeans 1. *Crop Science*, v. 22, n. 4, p. 886-890, 1982.