

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

MICRONUTRIENTES, COBALTO E BIOESTIMULANTES NO
CRESCIMENTO E PRODUÇÃO DA SOJA

LENISE SELAYSIM SALLES

Magister Scientiae

RIO VERDE
GOIÁS – BRASIL

2019

LENISE SELAYSIM SALLES

**MICRONUTRIENTES, COBALTO E BIOESTIMULANTES NO CRESCIMENTO E
PRODUÇÃO DA SOJA**

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**

2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação-- (CIP)

S164m Salles, Lenise Selayssim

Micronutrientes, cobalto e bioestimulantes no crescimento e produção da soja. / Lenise Selayssim Salles. — 2019.

51f. : il.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Fernandes Boldrin.

Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) — Universidade de Rio Verde - UniRV, Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, Faculdade de Agronomia, 2019.

Inclui índice de figuras e tabelas.

1. Agronomia. 2. Correção. 3. Incorporação. I. Boldrin, Paulo Fernandes.

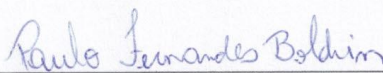
CDD: 633.34

LENISE SELAYSIM SALLES

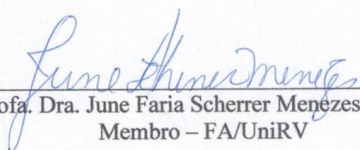
**MICRONUTRIENTES, COBALTO e BIOESTIMULANTES NO CRESCIMENTO E
PRODUÇÃO DA SOJA**

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*

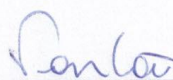
APROVAÇÃO: 29 de Julho de 2019



Prof. Dr. Paulo Fernandes Boldrin
Presidente da Banca Examinadora



Profª. Dra. June Faria Scherrer Menezes
Membro – FA/UniRV



Profª. Dra Veridiana Cardozo Gonçalves Cantão
Membro – FA/UniRV



Dr. Antônio Eduardo Furtini Neto
Membro – Instituto de Ciência e Tecnologia COMIGO/Rio Verde

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus pais, Willian Souza Salles e Yara Costa Selaysim, pelo apoio e incentivo. Por nunca me deixarem desistir dos meus sonhos e com muito carinho e apoio, não mediram esforços para que eu chegasse até esta etapa da minha vida.

A minha irmã Maysa Selaysim Salles, pelo companheirismo.

Ao meu orientador Paulo Fernandes Boldrin, pela paciência na orientação e incentivo tornando possível a conclusão desta dissertação.

AGRADECIMENTO

Aos meus pais e a minha irmã, que me apoiaram durante a realização do curso e do mestrado.

Ao meu Orientador Professor Dr. Paulo Fernandes Boldrin, pelo convívio, apoio, amizade e conhecimentos divididos que contribuíram na execução deste trabalho.

Agradeço a minha família, aos meus avós maternos, que proveram a realização deste sonho: Wilson Selayssim Bueno e Sylene Costa Selayssim, sou eternamente agradecida a vocês! Aos meus primos, Lucas Vieira Selayssim e Rafael Vieira Selayssim, obrigada pelos ensinamentos.

A todos os professores do curso de Mestrado em Produção Vegetal da UniRV, que foram tão importantes em minha vida acadêmica ajudaram tanto de forma direta, quanto indireta para a conclusão deste trabalho.

Aos meus amigos do Mestrado, pelo incentivo e apoio constante. Agradecer de forma especial a Louise Stefanello Hemielewski e a Bárbara Arantes, pela amizade e apoio nos momentos difíceis desta trajetória.

À equipe do Instituto Tecnológico Comigo (ITC), pela área e apoio para a realização deste trabalho.

Aos estudantes e estagiários da UniRV, que contribuíram na condução dos ensaios, especialmente para o Matheus Lucas da Silva Ribeiro, Diogo Kreitlow Zaltron, Jordana de Fatima Moraes e Matheus Valério Rodrigues.

A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho e que de certa forma, auxiliaram-me durante o trajeto. Sem vocês eu não conseguiria sozinha!

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS.....	v
LISTA DE FIGURAS.....	vi
RESUMO GERAL.....	viii
GENERAL ABSTRACT.....	ix
1 INTRODUÇÃO.GERAL.....	1
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	2
2.1 Importância econômica da soja no Brasil e no mundo.....	2
2.2 Classificação botânica da soja.....	3
2.3 Cobalto e molibdênio.....	3
2.4 Importância da adubação foliar	5
2.5 Tratamento de sementes.....	6
2. Bioestimulantes.....	7
REFERÊNCIAS.....	8
CAPÍTULO 1.....	12
RESUMO.....	12
ABSTRACT.....	13
1 INTRODUÇÃO.....	14
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	14
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	17
4 CONCLUSÕES.....	21
REFERÊNCIAS.....	21
CAPÍTULO 2.....	23
RESUMO.....	23
ABSTRACT.....	24
1 INTRODUÇÃO.....	25
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	26
2.1 Primeiro ensaio.....	26
2.1.1 Experimento realizado em laboratório.....	26
2.1.2 Experimento realizado em canteiro.....	27
2.2 Segundo ensaio.....	27

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	28
3.1 Primeiro Ensaio.....	28
3.1.1 Experimento realizado em laboratório.....	28
3.1.2 Experimento realizado em canteiro.....	30
3.2 Segundo Ensaio.....	33
4 CONCLUSÕES.....	38
REFERÊNCIAS.....	38

LISTA DE TABELAS

TABELA 1	Faixa de disponibilidade considerada adequada na interpretação de análise de solos para micronutrientes para a cultura da soja.....	5
TABELA 2	Época de aplicação, doses e produtos aplicados na cultura da soja safra 2017/18.....	15
TABELA 3	Análise de solo da área experimental antes da instalação do experimento, profundidade 0-20 cm, realizada em agosto de 2017.....	16
TABELA 4	Média dos tratamentos para as variáveis analisadas na cultura da soja safra 2017/18.....	17
TABELA 5	Relação de porcentagem de Co e Mo nas doses utilizadas no experimento.....	26
TABELA 6	Atributos do solo utilizado antes da instalação do experimento.....	27

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1	Índice SPAD da soja, em função da aplicação de diferentes produtos comerciais. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott, ao nível de 5% de probabilidade.....	18
FIGURA 2	Massa seca da parte aérea de plantas de soja, aos 20 dias de cultivo, em função da aplicação de diferentes produtos comerciais. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott, ao nível de 5% de probabilidade.....	19
FIGURA 3	Produtividade de grãos da soja, safra 2017/18, em função da aplicação de diferentes produtos comerciais. Médias seguidas de mesma7 letra não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott, ao nível de 5% de probabilidade.....	20
FIGURA 4	Número de sementes germinadas (A), plântulas anormais (E) em função das cultivares e sementes mortas em função as doses Co e Mo (C) médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de média Tukey ($P<0,05$). Germinação (%) (B), sementes mortas (D) e plântulas anormais (F) em função da Doses Co e Mo aplicou teste F ($p<0,05$) e ajuste de regressão. * ^{NS} não significativo.....	30
FIGURA 5	Porcentagem de germinação (A), sementes mortas (C) e plântulas anormais (E) em função as Doses Co e Mo médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de média Tukey ($p<0,05$). Porcentagem de germinação (B), sementes mortas (D) e plântulas anormais (F) em função da doses Co e Mo aplicou teste F ($p<0,05$) e ajuste de regressão. * ^{NS} não significativo.....	32
FIGURA 6	Altura de plantas (cm) aos 20 dias de cultivo em função de doses de Co e Mo, doses para cada cultivar (A), cultivares dentro de cada nível de doses (B). Altura de plantas (cm) aos 40 dias, efeito das doses (C) e cultivares (D). Médias seguidas de mesma letra, comparando as cultivares em cada dose (B), e comparando as cultivares (D), não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p<0,05$). * Significativo pelo teste de T ($p<0,05$).....	34

- FIGURA 7 Estiolamento do cotilédone (cm) aos 20 dias de cultivo em função de doses de Co e Mo, doses para cada cultivar (A), cultivares dentro de cada nível de doses (B). Estiolamento do cotilédone (cm) aos 40 dias, efeito das doses (C) e cultivares (D). Médias seguidas de mesma letra, comparando as cultivares em cada dose (B e D não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p<0,05$). * Significativo pelo teste de T ($p<0,05$)..... 35
- FIGURA 8 Número de trifólio aos 40 dias de cultivo em função de doses de Co e Mo, doses para cada cultivar (A), cultivares dentro de cada nível de doses (B), índice SPAD em função ao efeito das doses (C) e cultivares (D). Massa seca da raiz em função das doses para cada cultivar (E), cultivar dentro de cada nível de dose (F). Médias seguidas de mesma letra, comparando as cultivares em cada dose (B, D e F), não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p<0,05$). * Significativo pelo teste de T ($p<0,05$)..... 37

RESUMO GERAL

SALLES, L. S. **Micronutrientes, cobalto e bioestimulante no crescimento e produção da soja**. 2019. 51 f. Dissertação (Mestrado em produção vegetal) Universidade de Rio Verde, Rio Verde, GO, 2019.

O crescimento da produção de soja no Brasil sempre esteve aliado aos avanços científicos e tecnológicos, como o uso de bioestimulantes, cuja finalidade é o aumento da produtividade e qualidade dos grãos desta cultura. Há a busca de manejos e tecnologias que tenham como finalidade manter ou elevar a produtividade das culturas, atendendo aos critérios econômicos, e ao mesmo tempo conservando o solo. Sendo assim, a execução deste trabalho teve por objetivo avaliar o efeito do manejo da adubação via tratamento de semente, aplicação foliar ou no solo sobre os componentes de rendimento e qualidade das plantas. Foi conduzido o experimento em duas etapas, a primeira em campo no Instituto Tecnológico da Comigo, composto por cinco tratamentos, com sete repetições, em delineamento experimental de blocos casualizados, totalizando 35 parcelas. Os tratamentos foram: T1-Testemunha absoluta, T2- Testemunha + aplicação de micronutrientes via solo, T3-Enerplant[®], T4- Stimulate[®] e T5-Recomendação Tradecorp. As características avaliadas foram estande inicial de plantas, índice SPAD, massa seca, produtividade (sacas/ha), altura (cm), número de vagens/planta, número de grãos/vagem e peso de 100 grãos. A aplicação de Stimulate e a recomendação da Tradecorp proporcionam as mesmas produtividades para a cultura da soja quando comparada à aplicação de micronutrientes via solo. A segunda etapa foi conduzida em vasos na casa de vegetação da Universidade de Rio Verde – UniRV. Sendo constituído por duas variedades de soja, a Syngenta SYN1163-RR e a Monsoy M7739 IPRO, 5 doses de Co e Mo (0; 0,625; 1,25; 2,5 e 5 mL kg⁻¹) e 4 repetições, o que totalizou 40 vasos. Foram feitas as avaliações das seguintes características: altura de planta aos 20 e aos 40 dias, estiolamento do cotilédone aos 20 e aos 40 dias, número e trifólio aos 20 e aos 40 dias, índice SPAD e massa seca da parte aérea e da raiz. Em relação a cultivar 1163, a cultivar 7739 foi menos sensível ao aumento das doses de Co e Mo, uma vez que apresenta resultados superiores para a maioria dos parâmetros avaliados. Com exceção da massa seca da raiz, as demais características avaliadas tiveram aumento da resposta com o incremento das doses de Co e Mo. Fica clara a vantagem do uso do produto a base de Co e Mo via tratamento de semente até uma determinada dosagem, que varia de acordo com as cultivares testadas.

Palavras-chave: *Glycine max*, fertilidade, nutrição e molibdênio.

GENERAL ABSTRACT

SALLES, L. S. **Micronutrients, cobalt and biostimulant in soybean growth and production.** 2019. 51 f. Dissertation (Masters in plant production) University of Rio Verde, Rio Verde, GO, 2019.

The growth of soybean production in Brazil has always been combined with scientific and technological advances, such as the use of biostimulants, whose purpose is to increase the productivity and quality of grains of this crop. Management and technologies are sought to maintain or increase crop productivity, meeting economic criteria, and at the same time conserving the soil. Thus, the objective of this work was to evaluate the effect of fertilization management via seed treatment, foliar application or soil on the yield and quality components of plants. The experiment was carried out in two stages, the first in the field at the Comigo Technological Center, consisting of five treatments, with seven replications, in a randomized complete block design, totaling 35 plots. The treatments were: T1-Absolute Witness, T2-Witness + soil micronutrient application, T3-Enerplant®, T4-Stimulate® and T5-Tradecorp Recommendation. The characteristics evaluated were initial plant stand, SPAD index, dry mass, yield (bags / ha), height (cm), number of pods / plants, number of grains / pod and weight of 100 grains. Stimulate application and Tradecorp recommendation provide the same yields for soybean cultivation when compared to micronutrient application via soil. While the other characteristics were not significant when compared to the absolute witness. The second stage was conducted in pots in the greenhouse of the University of Rio Verde - UniRV. Consisting of two soybean varieties, Syngenta SYN1163-RR and Monsoy M7739 IPRO, 5 doses of Co and Mo (0; 0.625; 1.25; 2.5- and 5-mL kg⁻¹, with 0 being the absolute control). and 4 repetitions, which totaled 40 vessels. The following characteristics were evaluated: plant height at 20 and 40 days, cotyledon estiolation at 20 and 40 days, number and trifolium at 20 and 40 days, SPAD index and dry weight of shoots and shoots. root. In relation to cultivar 1163, cultivar 7739 is less sensitive to increasing Co and Mo doses, as it presents superior results for most of the evaluated parameters. With the exception of root dry mass weight, all other evaluated characteristics had increased response with increasing Co and Mo doses. The advantage of using the Co and Mo-based product via seed treatment to a certain dosage, which varies according to the cultivars tested, is clear.

Key words: Glycine max, fertility, nutrition and molybdenum.

1 INTRODUÇÃO GERAL

Devido ao crescente aumento da população mundial, atualmente ultrapassando o total de 7 bilhões e com uma estimativa de atingir até 2050 aproximadamente 9 bilhões de pessoas, várias questões são colocadas em pauta para lidar com este assunto, e uma delas é a produção de alimentos, com destaque para a responsabilidade do produtor rural. Porém, a questão de aumento da produção também cria tensão com o meio ambiente, como mudanças climáticas, uso dos recursos, degradação de solos, escassez da água e desmatamento (FAO, 2016).

Diversos métodos de manejo e aumento de tecnologia são desenvolvidos para que possam promover o incremento da produção de grãos sem a abertura de novas áreas agrícolas e para minimizar os efeitos ao meio ambiente. Devido o clima ser um fator inconstante impõe ao produtor a necessidade de usar todos os meios possíveis para reduzir custos. Tais técnicas incluem o uso de tecnologias que otimizam o uso água e que possam promover o aumento da qualidade final dos grãos, aumentando a produtividade e consequentemente melhorando a rentabilidade dos produtores.

Atualmente houve aumento do uso de fertilizantes minerais para suprir as demandas do mercado, tanto em quantidade, como em qualidade. Mas, pesquisas demonstraram que metade dos adubos que são aplicados no solo, lixiviam facilmente para o subsolo, e não são aproveitados para nutrir as plantas (Embrapa, 2010). A fim de evitar perdas econômicas e possíveis poluições nos solos e recursos hídricos, a adubação foliar pode ser uma opção que tem como objetivo aplicar o fertilizante diretamente na folha, promovendo a absorção dos nutrientes, diminuindo perdas no solo. Destaca-se que a adubação foliar, na maioria das vezes, atua como um complemento à adubação via solo (BROCH et al., 1999).

Os fertilizantes foliares podem apresentar em sua composição macronutrientes e micronutrientes, sua utilização vem aumentando significativamente o que pode ser justificado pela tentativa de conseguir aumentar a produtividade da cultura. Nesse sentido, destaca-se o uso de cobalto (Co) e molibdênio (Mo). Estudos em diferentes localidades no Brasil, indicam que a utilização desses elementos, em diferentes doses, promove aumento da produtividade da soja (EMBRAPA, 2010).

O bioestimulante oferece uma forma de abordagem potencialmente inovadora para a regulação e modificação de processos fisiológicos em plantas para estimular o crescimento, mitigar as limitações induzidas pelo estresse e aumentar o rendimento (YAKHIN, 2017).

O presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito do manejo da adubação via tratamento de sementes, aplicação foliar ou no solo na cultura da soja sobre os componentes de rendimento e qualidade das plantas.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Importância econômica da soja no Brasil e no mundo

O cultivo da soja é a atividade agrícola de maior importância no Brasil, sendo o país, o segundo maior produtor mundial desta cultura, atingindo de forma direta e indiretamente 22% da população brasileira (IEA, 2018). A produção mundial de soja atinge 336,699 milhões de toneladas tendo os Estados Unidos, maior produtor mundial do grão, com a produção de 119,518 milhões de toneladas (USDA, 2018), seguido pelo Brasil, com produção de 116,996 milhões de toneladas (CONAB, 2018).

A expectativa é que o crescimento em produção seja constante e devido as questões ambientais e econômicas seja necessário conter a expansão de área. Na safra 2018/19 ocorreu aumento de 1,9% da área plantada o que correspondeu a 35.821,4 mil hectares. Porém, na última safra ocorreu uma queda de 3,3% devido a algumas adversidades climáticas, como o estresse hídrico, em alguns estados do Brasil, incluindo o estado de Goiás, o que impediu que a produtividade fosse maior (CONAB, 2019).

Com o intuito de promover o aumento da produtividade e maximizar a utilização da área plantada, o produtor tem usado diversas tecnologias. Os novos manejos têm como propósitos reduzir os custos, aumentar a produção e melhorar a rentabilidade. De acordo com o Departamento de Agricultura Americano, o Brasil passa a ser o maior produtor de soja na safra 2018/19 com 117,0 milhões de toneladas, o que corresponde a 33% da produção mundial, em comparação com os Estados Unidos, que produziu 116,48 milhões de toneladas, o que corresponde a 32,85% da produção mundial. A produção mundial foi de 354,54 milhões de toneladas e a China é responsável por importar 64,56% desta produção ocupando a posição de maior importador mundial deste grão (USDA, 2019). O valor agregado do grão de soja é devido ao seu alto teor de óleo, o que é uma exigência do mercado consumidor (USDA, 2003).

2.2 Classificação botânica da soja

Glycine max, conhecida popularmente como soja, originou na China e sua ocorrência no Brasil ocorreu apenas no século XX, e a partir dos anos 70 se tornou uma cultura de destaque, com o objetivo de suprir a demanda mundial pelos grãos. Por ser uma cultura 100% mecanizável e de alta tecnologia vem permitindo ser cultivada em diversas regiões do país (MISSAO, 2006).

A soja é da classe das eudicotiledôneas e família das Fabaceas. Sua raiz é pivotante permitindo que possa se desenvolver em profundidade do solo e além disso a cultura apresenta capacidade de nodulação, devido a simbiose entre o sistema radicular da planta com as bactérias fixadoras de nitrogênio do gênero *Bradyrhizobium*. Sua estatura varia de 0,60 cm a 1,50 m, bastante ramificada e com nós reprodutivos presentes em suas ramificações, o que promove aumento no número de vagens. Variedades mais modernas apresentam porte mediano, com grande número de ramificações e nós reprodutivos, além de maior número de vagens. Os seus ângulos de inserção das vagens e folhas também são menores o que permite aumentar a população de plantas por hectare (MISSAO, 2006).

Os grãos produzidos são direcionados para extração do óleo vegetal e seu subproduto, o farelo tem como destino a alimentação de aves e suínos. O grão vem apresentando novas formas de utilização na alimentação humana, como grãos inteiros, que podem ser assados ou tostados, leite de soja, tofu, molho de soja, entre outros. Sua principal utilização é na produção de rações, pois o farelo de soja apresenta um teor proteico de 44 a 48%, o que o torna um suplemento rico na alimentação de aves, suínos e ruminantes. Outra característica de destaque é a farinha de soja, que contém 49% de proteína e quando concentrado, após a remoção de carboidratos e minerais solúveis, pode chegar a 65% de proteínas (EMBRAPA, 1994).

2.3 Cobalto e molibdênio

O aumento das produções no setor agropecuário e as monoculturas causam um maior uso dos solos, promovendo a extração dos micronutrientes e macronutrientes. Os produtores sabem da importância da reposição destes nutrientes, mas desconsideram os micronutrientes na maioria das situações, aumentando o seu déficit nos solos brasileiros (BROCH et al., 1999). Assim, o uso do solo sem a correta reposição dos nutrientes, promove a diminuição do

teor da matéria orgânica, alteração no pH do solo e diminuição na eficiência da associação das bactérias noduladoras com a cultura (EMBRAPA, 2010).

Estudos realizados em diversas regiões do país comprovam sintomas visuais de deficiência ou toxidez aguda dos elementos, sendo que o Mo e o Co foram os mais deficientes principalmente nos solos do Cerrado (SFREDO e OLIVEIRA, 2010).

As bactérias do gênero *Bradyrhizobium* são de extrema importância, pois são fixadoras do nitrogênio atmosférico (N_2), principalmente para as leguminosas que são mais exigentes no nutriente. O N quando associado com o Mo nos nódulos aumenta a eficiência das plantas em até dez vezes na fixação do nitrogênio atmosférico. O Mo apresenta função estrutural na enzima nitrogenase, ou seja, é um elemento de extrema importância para a atividade dessa enzima e além disso participa das reações bioquímicas da assimilação do N na planta. A nitrogenase catalisa a redução de N_2 a NH_3 (HUNGRIA et al., 2007).

O Mo por participar de forma direta da fixação biológica do nitrogênio (FBN), compondo o complexo de enzimas da nitrogenase faz com que seus sintomas de deficiência sejam semelhantes a deficiência de nitrogênio pois as plantas se tornam amareladas e as folhas jovens vão se retorcendo e apresentam as margens necrosadas. A falta do Mo pode levar a deficiência de N nas plantas e em consequência as plantas apresentam sintomas de clorose total e é seguido de necrose da planta (BROCH, 1999).

Enquanto que o Mo auxilia na assimilação do nitrogênio, o cobalto é essencial na fixação deste nutriente, pois participa de forma direta nos nódulos das plantas. Como é um elemento que está diretamente relacionado com a assimilação do N_2 , seu déficit acarretará também, na deficiência do nitrogênio. Portanto, quando o Co estiver deficiente, as plantas poderão apresentar sintomas de deficiência de N, os quais se caracterizam em clorose seguido de necrose nas folhas mais velhas (SFREDO e OLIVEIRA, 2010).

De acordo com Malavolta et al. (1997) a recomendação de Co e Mo via semente é de 30 e 60 g ha^{-1} e via foliar de 1 a 2 kg ha^{-1} . O excesso de Co, pode inibir a assimilação do Fe o que acarretará em sintomas de fitotoxidez semelhantes aos sintomas de deficiência de Fe. Os sintomas são folhas superiores cloróticas e atrofiamento da planta (EMBRAPA, 2015).

As principais fontes de molibdênio são: o molibdato de sódio e de amônio, o ácido molíbdico e o trióxido de molibdênio. Para a fixação biológica do N_2 em soja, essas quatro fontes de molibdênio têm sido tão úteis, quanto os produtos comerciais. Os elementos Co e Mo apresentam efeito residual de vários anos, por isto recomenda-se fazer uma análise foliar seguida respectivamente, de uma pulverização foliar, na suplementação de tais micronutrientes (ALBINO e CAMPO, 2001).

2.4 Importância da adubação foliar

O uso de fertilizantes foliares vem crescendo gradativamente, não apenas no Brasil, mas mundialmente. Uma das razões para esse aumento é a busca por altas produtividades. Os fertilizantes foliares podem ser compostos por nutrientes de plantas associados ou não a compostos, como os bioestimulantes ou os elementos benéficos, que irão promover melhor e mais rapidamente o desenvolvimento das plantas (PEREIRA e MELLO, 2002).

Na cultura da soja a aplicação de micronutrientes visando o aumento da produção tem sido crescente, e a suplementação destes nutrientes via aplicação foliar evita perdas dos elementos por lixiviação no solo ou sua retenção na camada sub ou superficial do solo. A necessidade dos micronutrientes na cultura da soja são demandados em quantidades baixas (Tabela 1) e, quando são aplicados diretamente na folha, não há desperdício do produto como se fosse feito via solo. Os estádios da planta indicados para se realizar a suplementação dos micronutrientes é no florescimento e no enchimento de grãos, quando há maior exigência nutricional da cultura (ROSOLÉM e BOARETTO, 1989).

Tabela 1. Faixa de disponibilidade considerada adequada na interpretação de análise de solos para micronutrientes para a cultura da soja (RESENDE, 2004)

Micronutrientes	Raij et al. (1996) ¹	Alvarez et al. (1999) ²	Galvão (1999) ²	Souza e Lobato (1996) ²	Amplitude e valores ³
.....mg dm ⁻³					
B ⁴	0,21-0,60	0,36-0,60	0,3-0,5	0,5	0,3-0,6
Cu	0,3-0,8	0,8-1,2	0,5-0,8	0,5	0,5-1,2
Fe	5-12	19-30	-	-	19-30
Mn	1,3-5,0	6-8	2,5	5	2,8
Zn	0,6-1,2	1,0-1,5	1,1-1,6	1	1,0-1,6

¹Extrator DPTA para Cu, Fe, Mn e Zn.

²Extrator Mehlich 1 para Cu, Fe, Mn e Zn.

³Dados referentes ao extrator Mehlich 1.

⁴Extração com água quente.

Um experimento realizado por Bevilaqua (2002), em que se aplicou o cálcio e o boro via adubação foliar nas fases vegetativas e reprodutiva da soja verificou-se resultados positivos. A aplicação dos nutrientes promoveu aumento do peso dos grãos de soja, porém não aumentou a qualidade do grão. A aplicação na fase reprodutiva teve uma resposta mais significativa mostrando que a aplicação dos nutrientes pode promover aumento na produção final da cultura. Os fertilizantes foliares entram como um complemento no estágio reprodutivo, que somado à adubação via solo permitirá o aumento da produção, tanto em quantidade, como em qualidade (GARCIA e HANWAY, 1976).

Trabalho realizado por Rezende et al. (2005) em que se aplicou fósforo via foliar em diferentes estádios de desenvolvimento da planta, como é um nutriente exigido em altas doses é necessário realizar diversas aplicações de doses baixas, afim de se evitar a possível queima das folhas, para à obtenção do aumento da produtividade. Seus resultados foram positivos, pois a aplicação de fósforo via foliar na cultura mostrou-se viável, proporcionando aumento no rendimento de grãos em até 16%.

2.5 Tratamento de sementes

A fase inicial do desenvolvimento das plantas é a que ela está mais susceptível a danos e a morte, a prática de tratar sementes é usada pelos produtores há vários anos, mas não diminui a sua importância, pois constitui-se em um manejo de controle de pragas e doenças do solo e também, adubação de forma prática e eficaz. É uma operação segura e ágil, que garante o estande inicial assegurando à semente os elementos necessários para a sua emergência (OLIVEIRA, 1986).

O tratamento de sementes, no sentido amplo, é a aplicação de processos e substâncias que preservem ou aperfeiçoem o desempenho das sementes, permitindo que as culturas expressem todo o seu potencial genético. Incluindo a aplicação de defensivos (fungicidas e inseticidas), produtos biológicos, inoculante, estimulantes, micronutrientes, etc. ou a submissão a tratamento térmico ou outros processos físicos. Como os micronutrientes são requeridos em quantidades relativamente baixas, a aplicação dos tratamentos químicos e biológicos via semente tornou-se uma técnica que evita possíveis perdas quando aplicada em doses suficientes (MENTEN e MORAES, 2010).

A calda que compõe o tratamento, além de proteger as sementes, auxilia na germinação e no vigor aumentando a sobrevivência das plantas em suas fases iniciais, principalmente por serem mais sensíveis e susceptíveis aos problemas abióticos e bióticos (FESSEL, 2003).

Em relação aos teores de micronutrientes, especificamente sobre o Mo, pequenas doses são eficientes. Associando os micronutrientes com as bactérias do solo que são responsáveis pela fixação biológica do nutriente promoverá um aumento na nodulação nas raízes da planta e conseqüentemente um aumento considerável no rendimento dos grãos das sementes tratadas. Contudo, trabalhos realizados por Hungria et al. (2007), detectaram problemas na aplicação de Mo e Co nas sementes de soja, principalmente quando associado

com solos ácidos o que acarretou em queda drástica da sobrevivência das bactérias que são responsáveis pela nodulação e fixação do N_2 .

A recomendação atual de aplicação do Mo em soja é via semente antes da aplicação do *Bradyrhizobium*. Estes produtos à base de Mo podem vir comercialmente na forma de líquidos ou sólidos. Como as quantidades de Mo requeridas pelas plantas são pequenas, a sua aplicação via semente constitui a forma mais prática e eficaz de seu suprimento (GUPTA, 1981).

Em relação ao cobalto no cultivo da soja, as indicações técnicas eram para aplicação de 1 a 5 g ha⁻¹ de Co (EMBRAPA SOJA, 1996) e, atualmente, recomenda-se de 2 a 3 g ha⁻¹ de Co (EMBRAPA SOJA, 2004) via semente, com produtos de alta 16 solubilidade. As principais fontes de cobalto são o cloreto, o sulfato e o nitrato de cobalto.

2.6 Bioestimulantes

O uso de bioestimulantes ou indutores de crescimento é uma prática recente que é adotada pelos produtores mundialmente, como forma eficaz para o aumento da produção de grãos. Estes materiais têm como função aumentar o potencial da planta principalmente, em seu desenvolvimento inicial. Outra característica é promover a performance da planta e aumentar a sua produtividade. Trabalho realizado por Barbosa (2002) constatou que a aplicação de ingredientes ativos de aminoácidos no tratamento de semente do feijão, proporcionou melhoria nas características agrônômicas da cultura, resultando em aumento de produtividade.

Bioestimulantes são definidos como mistura de biorreguladores ou misturas de um ou mais biorreguladores com outros compostos de natureza química diferente, como aminoácidos, vitaminas, sais minerais e entre outros (Castro et al., 2017). Um exemplo é um Stimulate, um bioestimulante da Stoller, onde apresenta em sua composição 50 g L⁻¹ de giberelina (GA), 50 g L⁻¹ de ácido indolbutírico (IBA) e 90 g L⁻¹ de cinetina (CK).

Os bioestimulantes fazem parte do grupo denominado de hormônios vegetais sintéticos, e são exemplos: as auxinas, as citocininas, as giberelina, os retardadores, os inibidores e o etileno. O emprego de bioestimulantes no tratamento de semente e depois na aplicação foliar é uma técnica agrônômica para otimizar a produção de diversas culturas, pois provém crescimento vigoroso e com melhor aproveitamento do potencial produtivo. Os órgãos vegetais das plantas são alterados morfológicamente pela aplicação do bioestimulantes, de forma que o crescimento e o desenvolvimento deles são promovidos ou

inibidos, o que influencia ou modifica os processos fisiológicos (DOURADO NETO et al., 2004).

Tais benefícios no crescimento e no desenvolvimento das plantas, proporcionadas pela utilização de algum ingrediente ativo é caracterizado como efeito fitotônico. Como vantagem da aplicação dos bioestimulantes pode-se citar o aumento do crescimento e do desenvolvimento da planta, o que incentiva a divisão, a diferenciação e o alongamento celular. Pode também ocorrer aumento da absorção e da utilização de água e de nutrientes pelas plantas (CASTRO et al., 1998).

Diferentes doses de Stimulate foram aplicadas nas culturas do feijão, soja e arroz e se obteve aumentos expressivos na produtividade das plantas quando o produto foi aplicado diretamente sobre as sementes. O uso deste produto aumentou em 24% a produtividade da soja quando comparado com o tratamento controle (VIERA, 2001).

REFERÊNCIAS

ALBINO, U.B; CAMPO, R.J. Efeito de fontes e doses de molibdênio na sobrevivência do *Bradyrhizobium* e na fixação biológica de nitrogênio em soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.36, n.3, p.527-534, 2001.

BARBOSA, F.R.; SIQUEIRA, K.M.M. de; SOUZA, E.A. de; MOREIRA, W.A.; HAJI, F.N.P.; ALENCAR, J.A. de. **Efeito do controle químico da mosca-branca na incidência do vírus do-mosaico-dourado e na produtividade do feijoeiro**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.37, p.879-883, 2002.

BEVILAQUA, G. A. P.; SILVA, P. M.; POSSENTI, J.C. **Aplicação foliar de cálcio e boro e componentes de rendimento e qualidade de sementes de soja**. Ciência Rural, Santa Maria, v.32, n.1, p.31-34, 2002

BROCH, D.L.; FERNANDES, C.H. **Resposta da soja à aplicação de micronutrientes**. Maracaju: Fundação MS para Pesquisa e Difusão de Tecnologias Agropecuárias, 1999.

CASTRO, P.R.C.; PACHECO, A.C.; MEDINA, C.L. **Efeitos de Stimulate e de micro-citros no desenvolvimento vegetativo e na produtividade da laranjeira 'Pêra' (Citrus sinensis L. Osbeck)**. Scientia Agricola, v.55, p.338-341, 1998.

CONAB- Companhia Nacional de Abastecimento – **Acompanhamento safra Brasileira Grãos, V. 5 - SAFRA 2017/18- N. 11** - Décimo primeiro levantamento | AGOSTO 2018. ISSN: 2318-6852

CONAB- Companhia Nacional de Abastecimento – **Acompanhamento safra Brasileira Grãos, V. 6 - SAFRA 2018/19- N. 6** - Sexto levantamento | MARÇO, 2019. ISSN: 2318-6852

DOURADO NETO, D.; DARIO, G.J.A.; VIEIRA JÚNIOR, P.A.; MANFRON, P.A.; MARTIN, T.N.; BONNECARRÉRE, R.A.G.; CRESPO, P.E.N. **Aplicação e influência do fitorregulador no crescimento das plantas de milho. Revista da Faculdade de Zootecnia, Veterinária e Agronomia**, v.11, p.93-102, 2004.

EMBRAPA SOJA. **Recomendações técnicas para a cultura da soja no Paraná 1996/97.** Londrina: Embrapa Soja, 1996. 187p. (Documentos, 97).

EMBRAPA. **Soja composição química, valor nutricional e sabor.** Empresa Brasileira de Pesquisa e Agropecuária. Londrina, PR- 1994. ISSN 0101-5494.

EMBRAPA SOJA. **Tecnologias de produção de soja: Paraná 2005.** Londrina: Embrapa Soja, 2004. 224p.

EMBRAPA. **SOJA, MOLIBIDÊNIO E COBALTO.** Empresa Brasileira de Pesquisa e Agropecuária. Londrina- 2010. (EMBRAPA-CNPSo. Documentos, 322)

FAO. **Food and Agriculture Organization of the United Nation.** 2014.
FESSEL, S. A.; MENDONÇA, E. A. F.; CARVALHO, R. V. **Efeito do tratamento químico sobre a conservação de semente de milho durante o armazenamento.** Revista Brasileira de Sementes, Brasília, v. 25, n. 1, p. 25-28, 2003.

GARCIA, L. R.; HANWAY, J. J. **Foliar fertilization of soybeans during the seed-filling period.** Agronomy Journal, Madison, v. 4, n. 68, p. 653-657, 1976.

GUPTA, U. C.; LIPSETT, J. Molybdenum in soil, plants, and animals. *Advances in Agronomy*, Madison, v. 34, p. 73-115, 1981.

HUNGRIA, M.; CAMPO, R.J.; MENDES, I.C. **A importância do processo de fixação biológica do nitrogênio para a cultura da soja: componente essencial para a competitividade do produto brasileiro.** Londrina: Embrapa Soja: Embrapa Cerrados, 2007.

IEA. **Instituto de Economia Agrícola**. Secretaria da Agricultura e Abastecimento. 2018.

MENTEN, J. O.; MORAES, M. H. D. Tratamento de sementes: histórico, tipos, características e benefício. Informativo ABRATES, v. 20, n. 3, 2010.

MISSAO, M. R. **SOJA: ORIGEM, CLASSIFICAÇÃO, UTILIZAÇÃO E UMA VISÃO ABRANGENTE DO MERCADO**. Maringá Management: Revista de Ciências Empresariais, v. 3, n.1 - p.7-15, jan./jun. 2006

MOUSTAKAS, M., OUZOUNIDOU, G., LANNOYE, R. **Rapid screening for aluminum tolerance in cereals by use the chlorophyll fluorescence test**. Plant Breeding, Berlin, v.111, p.343-346, 1993.

OLIVEIRA, L. J.; CRUZ, I. **Efeito de diferentes inseticidas e dosagens na germinação de sementes de milho (*Zea mays* L.)**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 21, n. 2, p. 578-585, 1986.

PEREIRA, H.S; MELLO, S.C. **Aplicações de fertilizantes foliares na nutrição e na produção do pimentão e do tomateiro**. Horticultura Brasileira, Brasília, v. 20, n. 4, p.597-600, dezembro 2002

REZENDE, P. M.; GRIS, C. F.; CARVALHO, J. G.; GOMES, L. L.; BOTTINO, L. **Adubação foliar. I. Épocas de aplicação de fósforo na cultura da soja**. Ciênc. agrotec., Lavras, v. 29, n. 6, p. 1105-1111, nov./dez., 2005.

SFREDO, G. J.; BORKERT, C. M. **Documentos231 Deficiências e Toxicidades de Nutrientes em Plantas de soja**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Londrina, PR. ISSN 1516-781X junho, 2004

SFREDO, G. J.; OLIVEIRA, M. C. N. **Documento 322, Soja molibdênio e cobalto**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária Embrapa Soja Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Julho, 2010. ISSN 2176-2937.

RESENDE, A. V. de. **Adubação da soja em áreas de Cerrado**. Planaltina, D.F. Embrapa Cerrados, 2004. 29p.

ROSOLÉM, C. A.; BOARETTO, A. E. **Adubação foliar**. In: **SIMPÓSIO BRASILEIRO DE ADUBAÇÃO FOLIAR**, 2., 1987, Botucatu, SP. Anais... Campinas: Fundação Cargill, 1989. v. 2, p. 513-545.

USDA. United States Department of Agriculture. **Foreign Agricultural Service**. Grain report. 2003.

USDA. United States Department of Agriculture **Foreign Agricultural Service**. Grain report. 2018.

VIEIRA, E.L. **Ação de bioestimulante na germinação de sementes, vigor de plântulas, crescimento radicular e produtividade de soja (*Glycine max* (L.) Merrill), feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) e o arroz (*Oriza sativa* L.)**. 2001. 122p. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba

CAPÍTULO 1

RESUMO

MICRONUTRIENTES E BIOSTIMULANTE NO CRESCIMENTO E PRODUÇÃO DA SOJA

O crescimento da produção de soja no Brasil tem acompanhado os avanços científicos e tecnológicos, como o uso de bioestimulantes, cuja a finalidade é o aumento da produtividade e qualidade dos grãos desta cultura. O trabalho teve por objetivo comparar o manejo nutricional via foliar com o manejo da adubação via solo. O experimento foi conduzido em campo, no ITC - Instituto Tecnológico Comigo em Rio Verde, GO e a cultura estudada foi a soja (*Glycine max*). Foram aplicados cinco tratamentos (T1-Testemunha absoluta, T2-Testemunha + aplicação de micronutrientes via solo, T3- Comercial 1, T4- Comercial 2 e T5- Comercial 3) com sete repetições, em delineamento experimental de blocos casualizados, totalizando 35 parcelas. Cada parcela experimental foi composta por 12 linhas de 30 metros de comprimento, espaçadas em 0,5 metros entre si, com densidade de plantio de 18,9 sementes por metro. Os tratamentos foram constituídos por produtos de diferentes empresas e foi seguido o pacote tecnológico recomendado por cada tratamento. Foram avaliados o estande inicial, massa seca da parte aérea e índice SPAD, e ao final do ciclo da cultura, avaliou-se a produtividade, altura de plantas, número de grãos/vagem, número de vagens/planta e peso de 100 grãos. A aplicação de Comercial 2 e a recomendação Comercial 3 proporcionam as mesmas produtividades para a cultura da soja quando comparada à aplicação de micronutrientes via solo. As demais características não foram significativas quando comparadas com a testemunha absoluta.

Palavras-chave: Fertilidade do solo, adubação foliar, micronutriente e *Glycine Max*.

CHAPTER 1

ABSTRACT

MICRONUTRIENTS AND BIOSTIMULATING IN SOY GROWTH AND PRODUCTION

The growth of soybean production in Brazil has always been associated with scientific and technological advances, such as the use of biostimulants, whose purpose is to increase the productivity and quality of the grains of this crop. The present work had as objective to compare the nutritional management and physiological nutritional management via foliar with the management of the fertilization via soil. The experiment was conducted in the field at CTC - Centro Tecnológico Comigo in Rio Verde, GO and the culture studied was soybean (*Glycine max*). Five treatments (T1-Control absolute, T2-Control + application of micronutrients via soil, T3- Commercial 1, T4- Commercial 2 and T5- Commercial 3) were applied with seven replications, in a randomized complete block design, totaling 35 plots. Each experimental plot consisted of 12 lines 30 meters long, spaced 0.5 meters apart, with planting density of 18.9 seeds per meter. The treatments were made up of products from different companies and the technological package recommended by each company was followed. The initial stand, shoot dry mass and SPAD index were evaluated, and at the end of the crop cycle, productivity, plant height, number of grains / pods, number of pods / plant and weight of 100 grains were evaluated. The application of Comercial 2 and the recommendation of Comercial 3 provide the same productivities for the soybean crop when compared to the application of micronutrients via soil. While the other characteristics were not significant when compared with the absolute control.

Key words: Soil fertility, foliar fertilization, micronutrient and *Glycine max*

1 INTRODUÇÃO

A cultura da soja se destaca no agronegócio brasileiro. A expansão da cultura, bem como a sua produtividade, é crescente nas regiões produtoras, especialmente, no cerrado brasileiro (SILVA et al., 2005).

A aplicação de nutrientes e estimulantes fisiológicos via foliar é uma prática que visa aumentar a produtividade das lavouras e a qualidade final dos grãos. Além disso, é uma forma de complementar a fertilização via solo, e quando manejada corretamente e de forma eficiente, pode resultar em aumento da produção, qualidade e retorno financeiro ao produtor (DELEITO et al., 2000)

As empresas que representam e comercializam produtos do agronegócio, especialmente estimulantes e nutrientes foliares, devem reconhecer o valor dos seus produtos através de experimentações em campo, a fim de fornecerem dados concretos e reais sobre a eficiência e garantia dos produtos junto aos produtores rurais. Dessa forma, o uso correto do produto, na dose recomendada, no estágio de desenvolvimento adequado, em culturas e cultivares responsivas, entre outros fatores, são de grande valia para a apresentação dos resultados finais de eficiência de um determinado produto (COSTA, 1994).

Bioestimulante de planta é qualquer substância ou microrganismo aplicado à planta com o objetivo de aumentar a eficiência nutricional, a tolerância ao estresse abiótico e/ou a qualidade da colheita, independente do seu conteúdo de nutrientes. Podem ser substâncias naturais ou sintéticas oriundas da mistura de dois ou mais biorreguladores vegetais ou destes com outras substâncias (aminoácidos, nutrientes e vitaminas), sendo aplicados diretamente nas plantas ou em tratamento de sementes (Klahold et al., 2006).

Com o objetivo de avaliar o manejo nutricional via foliar em comparação ao manejo dos nutrientes via solo, foi desenvolvido um experimento a campo com a cultura da soja, na safra 2017/18.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido a campo, no ITC - Instituto Tecnológico Comigo em Rio Verde, GO. A cultura utilizada foi a soja (*Glycine max*), variedade BRASMAX Única IPRO,

com tecnologia INTACTA RR2 PROTM, ciclo precoce (105 a 116 dias), com hábito de crescimento indeterminado e alta exigência em fertilidade. Foram aplicados cinco tratamentos, com sete repetições, em delineamento experimental de blocos casualizados, totalizando 35 parcelas. Cada parcela experimental foi composta por 12 linhas de 30 metros de comprimento, espaçadas em 0,5 metros, com densidade de plantio de 18,9 sementes por metro.

O delineamento foi em blocos casualizados- DBC, e os tratamentos foram constituídos por produtos de comerciais, sendo: T1-Testemunha absoluta, T2- Testemunha + aplicação de micronutrientes via solo, T3- Comercial 1, T4- Comercial 2 e T5-comercial 3. Os produtos, época de aplicação e as doses aplicadas seguiram as recomendações de cada empresa onde foi especificado na tabela 2.

Na Tabela 2 estão apresentadas as informações relativas aos produtos utilizados e suas respectivas doses, além do estágio de desenvolvimento da soja em que os mesmos foram aplicados.

Tabela 2 - Época de aplicação, doses e produtos aplicados na cultura da soja safra 2017/18

Aplicação	Estágio	Quantidade	Ingrediente Ativo
T2 - Testemunha + aplicação de micronutrientes via solo			
1	17 dias após o plantio	30 kg ha ⁻¹	Micronutriente MIB*
T3 – Comercial 1			
1	Tratamento de semente	0,6 g kg ⁻¹	Oligossacarídeo 0,01%
2	V2	30 g ha ⁻¹	Oligossacarídeo 0,01%
3	R1	30 g ha ⁻¹	Oligossacarídeo 0,01%
T4 – Comercial 2			
1	Tratamento de semente	7 mL kg ⁻¹	Regulador de crescimento**
2	V5-V6	0,3 L ha ⁻¹	Regulador de crescimento**
3	R1	0,3 L ha ⁻¹	Regulador de crescimento**
4	R3	0,3 L ha ⁻¹	Regulador de crescimento**
T5 – Comercial 3			
1	Tratamento de semente	0,2 L 100 kg ⁻¹	FBN***
2	V4	0,3 kg ha ⁻¹	Manganês
		0,3 L ha ⁻¹	Molibdênio
3	R1	1,0 kg ha ⁻¹	Osmorreguladores
		0,5 kg ha ⁻¹	Cálcio e Boro
4	R5	1,0 kg ha ⁻¹	Potássio

*Composição: 8% Zn, 4% B, 4% Cu, 8% Mn e 0,3% Mo.

**Composição: 5% Ácido Indolalcanóico, 9% Giberelina e 5% Citocinina

*** Fixação Biológica de Nitrogênio

A área experimental recebeu adubação de base com 200 kg de KCl a lanco antes do plantio e MAP no sulco de planta na dose de 250 kg ha⁻¹. Por ocasião do semeio, foi realizada a inoculação das sementes via micron com o produto GELFIX na concentração de 10 mL L⁻¹.

O experimento foi realizado em um Latossolo Vermelho Distrófico, cujos atributos antes do plantio são apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 - Análise de solo da área experimental antes da instalação do experimento, profundidade 0-20 cm, realizada em agosto de 2017

pH CaCl ₂	Al	(H+Al)	Ca	Mg	K	CTC	MOS
.....cmol _c dm ⁻³							mg dm ⁻³
4,9	0,16	5,9	2,44	0,82	0,16	9,32	28,5
K	P	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
.....cmol _c dm ⁻³							
62,4	23,6	5,0	0,14	2,4	158	39,8	9,5

pH relação 1:2,5; Al, Ca e Mg extraídos com KCl 1 mol L⁻¹; (H+Al) extraído com acetato de cálcio 0,5 mol L⁻¹, P, K, Cu, Fe, Mn e Zn extraídos pelo Mehlich1, B extraído com agua quente, MOS pelo método Walkley; Black e S (sulfato) com ácido acético e 500 mg L⁻¹ de P (Metodologias descritas por Silva, 2009).

Foram avaliados o estande inicial (aos 11 dias de cultivo), massa seca da parte aérea coletando 15 plantas por parcela (aos 20 dias de cultivo) e índice SPAD aos 50 dias de cultivo. Ao final do ciclo da cultura, avaliou-se a produtividade de grãos, considerando 4 linhas, com 5 metros de comprimento, totalizando uma área de 7,5 m², para essa determinação, as plantas foram trilhadas para separação dos grãos e peso corrigido para umidade de 13 %.

Das plantas colhidas para produtividade, foram separadas 10 plantas por parcela, nas quais se avaliou o número de grãos por vagens, número de vagens por planta, massa de 100 grãos e altura final das plantas. A massa dos grãos obtido destas 10 plantas foi incorporado ao cálculo final da produtividade.

A análise do índice SPAD foi realizada utilizando o equipamento modelo Minolta SPAD-502, o qual emite luz na faixa de 650 a 940 nm através da folha. O comprimento de onda de 650 nm situa-se próximo ao dos dois comprimentos primários de onda associadas com a atividade da clorofila (645 e 663 nm). O comprimento de onda de 940 nm serve como referência interna para compensar diferenças na espessura da folha e no teor de água (YADAVA, 1986). As leituras do índice SPAD foram realizadas no período do florescimento

no primeiro trifólio completamente expandido. As avaliações foram realizadas em triplicata em cada folha, em cinco plantas, totalizando quinze leituras por parcela.

Os dados foram submetidos à análise de variância. Quando significativo ($p < 0,05$) pelo teste de F, as médias dos dados qualitativos foram submetidas ao teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade, utilizando o programa SISVAR (FERREIRA, 2011).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 4 são apresentados todos as variáveis avaliadas e a média observada para cada tratamento. Os valores obtidos para estande inicial, altura de plantas, número de vagens por plantas e massa de 100 grãos não apresentaram diferença significativa entre os tratamentos, enquanto que o índice SPAD, a massa seca da parte aérea e a produtividade de grãos foram significativos ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 4 - Média dos tratamentos para as variáveis analisadas na cultura da soja safra 2017/18

Tratamentos	Estande inicial	SPAD	Massa seca (g/pL)	Produtividade (sacas ha ⁻¹)	Altura (cm)	Número vagens/planta	Número de grãos/vagem	Peso 100 grãos (g)
Testemunha	10,57 ^{ns}	37,74 a	11,61 a	64,93 b	50,10 ^{ns}	37,53 ^{ns}	2,07 ^{ns}	16,79 ^{ns}
Testemunha + micro	9,28	36,05 b	11,68 a	78,61 a	54,75	35,39	2,32	18,50
Comercial 1	10,85	35,40 b	12,41 a	68,37 b	56,46	36,29	2,23	17,62
Comercial 2	12,00	37,28 b	9,27 b	77,93 a	57,36	41,07	2,08	18,83
Comercial 3	8,42	37,72 a	10,38 b	77,29 a	55,75	36,00	2,16	18,64
CV (%)	30,31	4,23	18,10	13,56	14,83	27,98	13,75	10,49

- Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

- ^{ns} – não significativo

Para o índice SPAD, os tratamentos testemunha, Comercial 2 e 3 foram aqueles que apresentaram os maiores índices. (Figura 1). Este índice avalia a intensidade do verde da folha, e permite inferir a concentração de N na mesma. Guimarães et al. (1999) observaram efeito positivo entre a intensidade do verde e o teor de clorofila das folhas e encontraram correlação entre o teor de clorofila e a concentração de N.

Trabalho realizado por Yokoyama (2016) avaliando o índice SPAD na soja em diferentes densidades de semeadura durante o ciclo de desenvolvimento da cultura e constatou que altos valores deste índice estão diretamente relacionados com maior idade da planta, principalmente na fase de enchimento de grão, sendo que os índices que o autor considerou altos variam de 35 a 40.

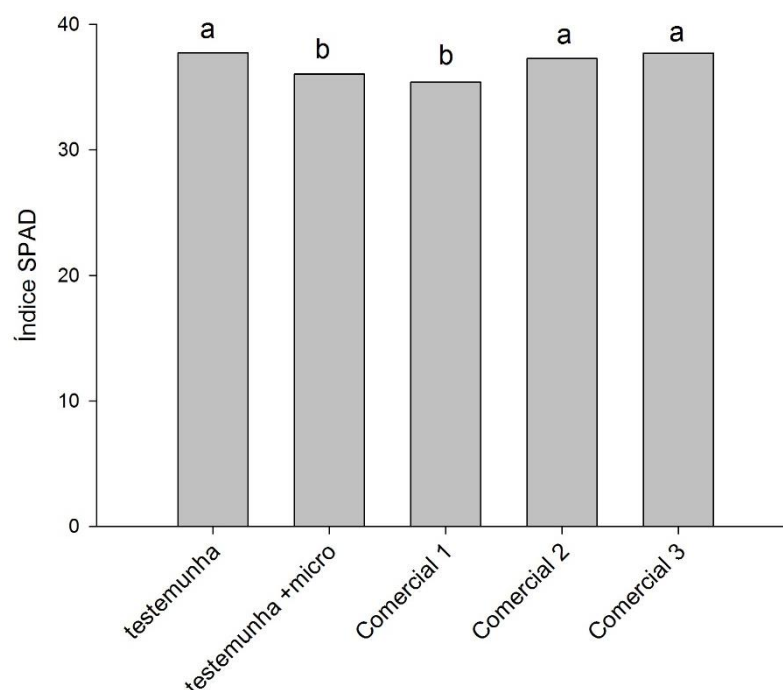


Figura 1 - Índice SPAD da soja, em função da aplicação de diferentes produtos comerciais. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott, ao nível de 5% de probabilidade.

A massa seca das plantas de soja aos 20 dias de cultivo, também foi influenciada pelos produtos comerciais aplicados (Tabela 4). A utilização do Comercial 1, testemunha+ micro e testemunha foram os tratamentos que apresentaram maior massa seca da parte aérea das plantas de soja (Figura 2), enquanto que os demais tratamentos foram inferiores e não diferiram entre si.

Apesar destas diferenças na massa seca verifica-se que esse efeito não influenciou na produtividade (Figura 3) da soja. Não apresentando efeito aos 20 dias de cultivo, porém na produtividade houve diferença, já que nesta época só ocorreu o tratamento de sementes promovendo aumento nesta variável.

O acúmulo de massa seca relaciona-se com a produtividade da cultura, pois é a parte da planta responsável pela assimilação dos nutrientes ao longo do seu ciclo produtivo. A assimilação dos nutrientes é crescente até a fase de formação de grãos e decrescente após o enchimento de grãos (VERNETTI, 1983). Em vista disto foi feita a avaliação desta característica antes que a planta entrasse na fase de maturação fisiológica dos grãos, e, nesta avaliação, as plantas do tratamento testemunha.

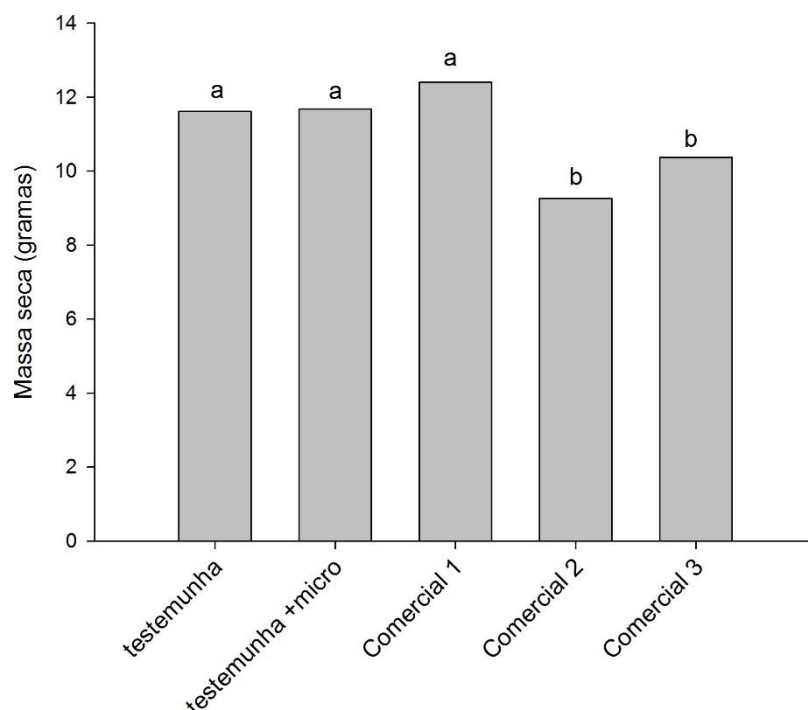


Figura 2 - Massa seca da parte aérea de plantas de soja, aos 20 dias de cultivo, em função da aplicação de diferentes produtos comerciais. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott, ao nível de 5% de probabilidade.

Apesar da testemunha (T1) ter apresentado resultados significantes na massa seca da parte aérea, a produtividade de grãos foi inferior e não diferiu significativamente do tratamento Comercial 1. Os tratamentos testemunha+micro, Comercial 2 e Comercial 3 apresentaram maior produção de grãos (Tabela 4 e Figura 3).

A soja é uma cultura que possui grande flexibilidade quanto à resposta ao arranjo espacial de plantas, variando o número de ramificações, de vagens e grãos por planta, de forma inversamente proporcional à variação na população de plantas. O permitiu observar durante o cultivo das plantas para todos os tratamentos, foi uma homogeneidade do estande (EMBRAPA, 2010).

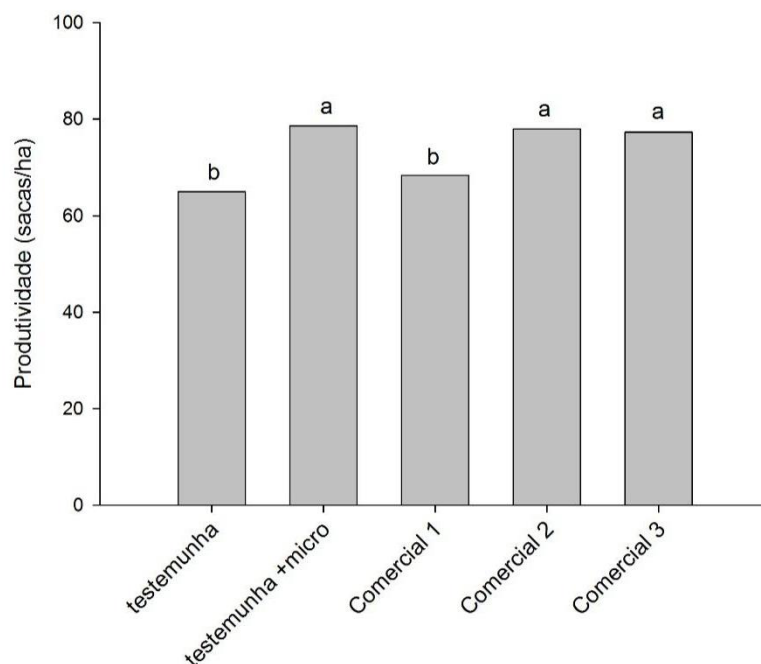


Figura 3 - Produtividade de grãos da soja, safra 2017/18, em função da aplicação de diferentes produtos comerciais. Médias seguidas de mesma7 letra não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott, ao nível de 5% de probabilidade.

Trabalho realizado por Santana et al. (2019) estudou o uso do biofertilizante Comercial 1 na produção da cultura da soja, com variação de doses e época de aplicação. E apresentou resultados semelhantes ao presente trabalho em que não houve diferenças significativas nos parâmetros de número de vagem com um, dois e três grãos, total de vagens, número de vagens por planta, número de grãos por vagem, total de grãos, peso total de grãos, massa de 100 grãos e produtividade em kg ha⁻¹.

Os resultados sugerem que para a cultivar avaliada, na safra 2017/18, na prática, o produtor de soja tem opções para o manejo nutricional a fim de assegurar boas produtividades para a cultura. A aplicação de micronutrientes via solo assegurou as mesmas produtividades alcançadas por pacotes nutricionais fornecidos via tratamento de sementes e via foliar, através de alguns produtos comerciais que contém bioestimulantes, hormônios e nutrientes. A aplicação via solo apresenta efeito residual para as culturas subsequentes (TIRITAN et al. 2007).

A disponibilidade dos micronutrientes no solo depende de diversos fatores, e um deles é a quantidade de matéria orgânica (MO) no solo, acidez, tipo de solo e região geográfica (MALAVOLTA, 2006). A mineralização da MO e solos altamente intemperados (latossolo)

interfere no efeito residual dos micronutrientes no solo, pois está relacionado a capacidade do solo de reter íons por atração eletroestática dependendo das cargas na superfície de argilas e MO (ALLEONI et al. 2009).

4 CONCLUSÕES

A aplicação de Comercial 2 e a recomendação da Comercial 3 proporcionam as mesmas produtividades, para a cultura da soja, quando comparada à aplicação de micronutrientes via solo.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, C. J. B.; ROCHA, G. R.; BRANT, R. S.; MENDES, M. C. Espaçamento

ALLEONI, L. R. F.; CAMARGO, O. A.; CASAGRANDE, J. C.; SOARES, M. R. **Química dos solos altamente intemperizados**. In: MELO, V. F; ALLEONI, L. R. F. (Ed.). Química e mineralogia do solo: parte II – aplicações. Viçosa: SBCS, 2009. p. 381-448.

COSTA CA. 1994. **Crescimento e teores de sódio e de metais pesados da alface e da cenoura adubada com compostos orgânicos de lixo urbano**. Viçosa, MG. UFV, 89 p.

CONAB- Companhia Nacional de Abastecimento – **Acompanhamento safra Brasileira Grãos, V. 5 - SAFRA 2017/18- N. 11** - Décimo primeiro levantamento | AGOSTO 2018. ISSN: 2318-6852

DELEITO CSR; CARMO GF; ABOUND ACS; FERNANDES MCA. 2000. **Sucessão microbiana durante o processo de fabricação do biofertilizante Agrobio**. In: FERTBIO 2000. Santa Maria, RS: Sociedade Brasileira de Ciências do Solo e da Sociedade Brasileira de Microbiologia, CD-ROM

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Soja (Londrina, PR). **SOJA, MOLIBIDÊNIO E COBALTO - 2010**. Londrina. (EMBRAPA-CNPSo. Documentos, 322)

GUIMARÃES, T.G.; FONTES, P.C.R.; PEREIRA, P.R.G.; ALVAREZ V., V.H.; MONNERAT, P.H. **Teores de clorofila determinados por medidor portátil e sua relação com formas de nitrogênio em folhas de tomateiro cultivado em dois tipos de solo.** Bragantia, Piracicaba, v. 58, n. 1, p. 209-216, 1999.

KLAHOLD, C. A.; GUIMARÃES, V. F.; ECHER, M. M.; KLAHOLD, A.; CONTIERO, R. L.; BECKER, A. **Resposta da soja (*Glycine max* (L.) Merrill) à ação de bioestimulante.** Acta Scientiarum Agronomy, Maringá, v. 28, n. 2, p. 179-185, 2006.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas.** São Paulo: Editora Agronômica Ceres, 2006. 638 p

SANTANA, L. H.S.; THOME, D. P.; CARNEIRO JÚNIOR, A. G.; SILVA, E. P. S.; BARCELO, M. G. **Produtividade de Soja em resposta à aplicação de biofertilizante Enerplant®.** Scientific Electronic Archives. Issue ID: Sci. Elec. Arch. Vol. 12 (1). January 2019.

SILVA, S. S.; BERNARDO, D. C. R.; SANTOS, A. C.; SALAZAR, G. T.: **Estimativa da função de produção de soja no Brasil no período de 1994 a 2003.** Anais dos Congressos. XLIII Congresso da Sober em Ribeirão Preto. São Paulo, 2005.

SILVA, F. C. da (editor). **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilização (2ª edição).** Brasília, DF.: Embrapa informação e tecnologia, 2009, 627p.

TIRITAN, C. S.; FOLONI, J. S. S.; SATO, A. M.; MENGARDA, C. A.; SANTOS, D. H.. **Influência do molibdênio associado ao cobalto na cultura da soja, aplicados em diferentes estágios fenológicos.** Colloquium Agrariae, v. 3, n. 1, p.01- 07,jun. 2007

VERNETTI, F.J. **SOJA.** Campinas, Fundação Cargill, 1983. 990p.

YADAVA, U. L. **A rapid and nondestructive method to determine chlorophyll in intact leaves.** HortScience, Alexandria, v. 21, n. 6, p. 1449-1450, 1986.

YOKOYAMA, A. H.; BALBINOT JUNIOR, A. A.; FRANCHINI, J. C.; DEBIASI, H. **Evolução do índice de área foliar e índice SPAD da soja em função da densidade de semeadura.** Comissão de Ecologia, Fisiologia e Práticas Culturais. Resumos expandidos da XXXV Reunião de Pesquisa de Soja. Londrina/PR-2016.

CAPÍTULO 2

RESUMO

TRATAMENTO DE SEMENTES COM COBALTO E MOLIBDÊNIO E CRESCIMENTO INICIAL DA SOJA

O aumento da produtividade e da qualidade dos grãos causa aumento nos custos de produção. A partir disto há a busca por insumos de qualidade e quantidade adequadas que tenham como finalidade os critérios econômicos de produção e ao mesmo tempo promover o aumento da produtividade. Objetivou-se avaliar diferentes doses de cobalto e molibdênio, em duas variedades de soja. O primeiro ensaio foi realizado em dois ambientes, em laboratório de sementes e em canteiro de germinação, ambos na Universidade de Rio Verde. Os dois experimentos foram realizados em delineamento inteiramente casualizados, em esquema fatorial 5x4, constituído por duas variedades de soja, a Syngenta SYN1163-RR e a Monsoy M7739 IPRO, 5 doses (0; 0,625; 1,25; 2,5 e 5 mL kg⁻¹, sendo 0 a testemunha absoluta) e 4 repetições. O segundo ensaio foi realizado em vasos na casa de vegetação da Universidade de Rio Verde – UniRV. Sendo constituído pelas mesmas doses e cultivares do primeiro experimento no esquema fatorial 5x4 e que apresentou 40 vasos no total. No primeiro experimento: Realizado em laboratório, o aumento da dose, ocasionou o aumento de plântulas anormais e diminuiu a porcentagem de germinação de ambas as cultivares. No primeiro experimento foram avaliadas contagem de sementes mortas, plântulas anormais e a porcentagem de germinação para ambos os ambientes. No segundo experimento foram feitas as avaliações das seguintes características: altura de planta aos 20 e aos 40 dias, altura do epicótilo aos 20 e aos 40 dias, número e trifólio aos 20 e aos 40 dias, índice SPAD e peso de massa seca da parte aérea e da raiz. Em testes realizados em canteiro, ocorre também, o aumento da porcentagem de plântulas anormais e sementes mortas em função da dose aplicada do produto, no tratamento de sementes, diminuindo a porcentagem de germinação em doses mais elevadas. Sugere-se que a cultivar 1163 apresenta maior tolerância a dosagens mais elevadas do produto. No segundo experimento concluiu-se que em relação a cultivar SYN1163-RR, a cultivar M7739 IPRO é menos sensível ao aumento das doses de Co e Mo, uma vez que apresenta maiores valores para a maioria dos parâmetros avaliados. A cultivar M7739 IPRO apresentou maior altura de planta aos 20 dias, altura do epicótilo aos 20 e aos 40 dias, número de trifólio aos 40 dias e índice SPAD quando comparado com a cultivar SYN1163-RR. Com exceção da massa seca da raiz, todas as demais características avaliadas tiveram aumento da resposta com o incremento das doses de Co e Mo. Fica claro a vantagem do uso do produto a base de Co e Mo via tratamento de semente, até uma determinada dosagem, que varia de acordo com as cultivares testadas.

Palavra-Chave: Fertilidade do solo, micronutriente e *soybean*.

CHAPTER 2

ABSTRACT

TREATMENT OF COBALT AND MOLIBDENIUM SEEDS AND SOY INITIAL GROWTH

Increased yield and grain quality consequently increase production costs for the products. From this there is the search for adequate quality and quantity inputs that have the purpose to meet the economic criteria of production and at the same time promote productivity increase. The objective of this study was to evaluate different doses of cobalt and molybdenum in two soybean varieties. The first trial was conducted in two environments, in seed laboratory and germination site, both at the University of Rio Verde. Both experiments were carried out in a completely randomized design in a 5x4 factorial scheme, consisting of two soybean varieties, Syngenta SYN1163-RR and Monsoy M7739 IPRO, 5 doses (0; 0.625; 1.25; 2.5 and 5 mL kg). -1, 0 being the absolute witness) and 4 repetitions. The second test was carried out in pots in the greenhouse of the University of Rio Verde - UniRV. Consisting of the same doses and cultivars of the first experiment in the 5x4 factorial scheme and totaling 40 pots. In the first experiment: In laboratory tests, with increasing dose increase, there is also an increase of abnormal seedlings, thus decreasing the germination percentage of both cultivars. In the second experiment, the following characteristics were evaluated: plant height at 20 and 40 days, epicotyl height at 20 and 40 days, number and trifolium at 20 and 40 days, SPAD index and dry weight of the part. aerial and root. In the first experiment were evaluated dead seed count, abnormal seedlings and germination percentage for both environments. In the second experiment, it was concluded that in relation to cultivar SYN1163-RR, cultivar M7739 IPRO is less sensitive to increasing Co and Mo doses, since it has higher values for most of the evaluated parameters. The cultivar M7739 IPRO presented higher plant height at 20 days, epicotyl height at 20 and 40 days, trifolia number at 40 days and SPAD index when compared to the SYN1163-RR cultivar. With the exception of root dry mass, all other characteristics evaluated increased response with increasing Co and Mo doses. The advantage of using the Co and Mo-based product via seed treatment to a certain dosage, which varies according to the cultivars tested, is clear. In tests carried out in beds, there is also an increase in the percentage of abnormal seedlings and dead seeds as a function of the applied dose of the product in seed treatment, reducing the percentage of germination in higher doses. It is suggested that cultivar 1163 has greater tolerance to higher dosages of the product.

Key words: Soil fertility, micronutrient and soybean

1 INTRODUÇÃO

O cultivo da soja no Brasil apresenta extrema importância no desenvolvimento do agronegócio e podendo ser o maior produtor de soja no mundo (CONAB, 2019). Tal leguminosa apresenta uma importante característica de fixação biológica do nitrogênio (FBN), que é resultante da simbiose com a bactéria do gênero *Bradyrhizobium*. A FBN está diretamente relacionada, com micronutrientes, como por exemplo, o Cobalto (Co) e o Molibdênio (Mo), que são elementos que apresentam déficit, principalmente, nos solos do Cerrado Brasileiro (TAIZ E ZEIGER, 2004).

As boas práticas agrícolas são buscadas pela maioria dos produtores rurais, elas consistem em técnicas de prevenção aos problemas iniciais na lavoura. A técnica do tratamento de sementes (T.S.) apresenta capacidade de potencializar a semente e prevenir de problemas advindos do solo. O T.S. consiste na aplicação de defensivos químicos e/ou biológicos às sementes. O objetivo é suprimir, controlar ou afastar fungos, insetos ou outras pragas que atacam sementes, mudas e plantas (CECCON et al., 2004). Sementes que sofrem danos causados por fungos, sem o tratamento de semente, são economicamente afetadas pois reduzem a sua germinação e vigor. O estande inicial das plantas ficará desuniforme e as plântulas podem germinar danificadas. Além do T.S. o é importante o uso de sementes de qualidade, em que apresenta eficiência para assegurar populações adequadas de plantas e um bom desempenho quando as condições edafoclimáticas se tornam desfavoráveis (BALARDIN et al., 2011).

Em um trabalho realizado pela Embrapa (2010) os resultados evidenciaram que a aplicação de Co e Mo no T.S. influenciou de forma marcante a absorção de nitrogênio, elemento essencial para as plantas e necessitado em maior quantidade, pois o tratamento de sementes que contem molibdênio (Mo) em sua composição aumentam a produção e a porcentagem de proteína nos grãos. Os micronutrientes apresentam capacidade de auxiliar na fixação biológica do nitrogênio, pois apresentam capacidade de atuar na redução do nitrato e respectivamente, na translocação do nitrogênio para os drenos da planta.

A aplicação destes micronutrientes é efetuada via semente, antes da semeadura junto ao inoculante e ao fungicida. As doses que devem ser utilizadas na cultura da soja na área do Cerrado brasileiro é de 12 a 30 g ha⁻¹ de Mo e 2 a 3 g ha⁻¹ de Co (EMBRAPA. 2001).

Assim, objetivou-se avaliar o efeito de doses de Co e Mo via tratamento de semente, em duas cultivares de soja, na germinação e desenvolvimento inicial das plantas.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Foram realizados dois experimentos conduzidos dentro da Universidade de Rio Verde – UniRV com coordenada geográfica de 17°47'02.0" S e 0°57'77.3" W com 768 metros de altitude.

2.1 Primeiro ensaio

2.1.1 Experimento realizado em laboratório

O experimento foi conduzido no laboratório de sementes e organizado com delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 5x2, com quatro repetições. Aplicou-se cinco doses (Tabela 5), de um produto comercial contendo Co a 0,5% e Mo a 6% em sua composição e 2 cultivares de soja que foram a SYN1163 e M7739.

Tabela 5 - Relação de porcentagem de Co e Mo nas doses utilizadas no experimento

0,5 % Co	6,0 % Mo	Doses
0	0	0
0,25 g ha ⁻¹	3,0 g ha ⁻¹	0,625 mL kg ⁻¹
0,5 g ha ⁻¹	6,0 g ha ⁻¹	1,25 mL kg ⁻¹
1,0 g ha ⁻¹	12 g ha ⁻¹	2,5 mL kg ⁻¹
2,0 g ha ⁻¹	24 g ha ⁻¹	5,0 mL kg ⁻¹

De acordo com Brasil (2009), a tabela 1 apresenta a dose recomendada de 2,5 mL Kg⁻¹ a qual apresenta a concentração de 1,0 g ha⁻¹ de Co e 12 g ha⁻¹ de Mo.

Três dias após 50 sementes de cada tratamento foram depositadas em papel Germitest. Em seguida, o papel foi umedecido com água deionizada na proporção de 2,5 vezes o peso do papel seco de acordo com a metodologia descritiva por BRASIL (1992). Para isso, as sementes foram pesadas e acondicionadas em sacos plásticos de polietileno transparente, nas dimensões de 40 cm x 60 cm com as espessuras de 0,033 mm (plástico fino). As doses recomendadas tiveram seu volume completado para 5 mL de água, afim de cobrir a semente e homogeneizar o tratamento. Logo após o tratamento, as sementes foram transferidas para sacos de papel para assegurar a aeração das sementes e seus processos fisiológicos.

O germinador utilizado foi uma câmara vertical, tipo D.B.O (Demanda Bioquímica de Oxigênio), com prateleiras removíveis, com 25 °C controle de temperatura e circulação de ar.

As avaliações realizadas foram: contagem de sementes mortas, plântulas anormais e a porcentagem de germinação, realizada no sexto dia, após o plantio do experimento.

Para a análise estatística, as variáveis foram submetidas à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade, utilizando-se o software Sisvar (FERREIRA 2011).

2.1.2 Experimento realizado em canteiro

O experimento foi realizado em canteiro de areia para teste de germinação com o mesmo delineamento estatístico do experimento em laboratório, no esquema fatorial 5x2 e composto por quatro repetições.

As sementes foram semeadas em condições ambientes, com 2 cm de profundidade. As avaliações foram realizadas no 9º dia após o plantio do experimento, sendo avaliadas a contagem de sementes mortas, plântulas anormais e a porcentagem de germinação.

Para a análise estatística, as variáveis foram submetidas à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Quando houve significância para as doses aplicou-se teste de regressão utilizando-se o software Sisvar (FERREIRA, 2011).

2.2 Segundo ensaio

O experimento foi realizado em vasos contendo 2 dm³ de um Latossolo Vermelho distrófico (Tabela 6) (EMBRAPA, 2014), em casa de vegetação semiclimatizada com resfriamento acionado em 30°C.

Tabela 6 - Atributos do solo utilizado antes da instalação do experimento

pH _(CaCl₂)	P	S	K	Ca	Mg	Al	H+Al	M.O.	Areia	Silte	Argila
	mg dm ⁻³				cmol _c dm ⁻³			g dm ⁻³		%	
4,0	0,3	3,6	0,11	0,57	0,34	0,75	3,75	32,6	42	8	50

P: Mehlich-1

O experimento foi conduzido no delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 5x2, com quatro repetições, totalizando 40 vasos. Sendo cinco doses de 0,5% Co e

6,0% Mo (0; 0,625; 1,25; 2,5 e 5 mL kg⁻¹) como foi apresentado na Tabela 1 e duas variedades de soja a Syngenta 1163 e a Monsoy 7739.

Foram semeadas 10 sementes por vaso, as quais foram desbastadas deixando-se duas plantas por vaso, no nono dia, após o plantio, considerando as plântulas mais desenvolvidas.

O experimento foi conduzido por 40 dias e em seguida foi realizada a colheita das plantas. Estas foram avaliadas aos 20 e 40 dias de cultivo, analisando-se a altura de plantas, com o auxílio de uma régua graduada, considerando a altura das plântulas do solo até a ponta da última folha trifoliolada; altura do epicótilo, medindo a altura entre os cotilédones até o primeiro par de folhas e o número de trifólios, contabilizando o número total de trifólios completamente abertos nas plantas. Ainda aos 40 dias, avaliou-se o índice SPAD, considerando a folha central do último trifólio completamente aberto, utilizando o clorofilometro SPAD 520 da Minolta.

Após as análises com as plantas vivas, realizou-se a colheita das plantas separando-as em parte aérea e raízes, em seguida os materiais foram colocados para secar em estufa de circulação forçada de ar a 60 °C e determinou-se a massa seca da raiz e da parte aérea.

Os dados foram submetidos à análise de variância. Quando significativo ($p < 0,05$) pelo teste de F, as médias foram submetidas ao teste de Tukey ($p < 0,05$) e as doses foram submetidas à regressão polinomial, ao nível de 5% de probabilidade, utilizando o programa SISVAR (FERREIRA, 2011).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Primeiro Ensaio

3.1.1 Experimento realizado em laboratório

Observou-se efeito significativo para a interação entre as cultivares e doses de Co e Mo nas duas cultivares analisadas.

Em relação a porcentagem de germinação em laboratório e plântulas anormais não ocorreu interação entre os fatores estudados (Figura 4E e F). Para porcentagem de germinação (Figura 41A), verificou-se que independente da dose utilizada, que a cultivar 1163 apresentou maior porcentagem comparada com a cultivar 7739.

Por meio da análise de regressão polinomial para as duas cultivares (Figura 4B), verificou-se que, independentemente da cultivar, obteve-se diminuição da quantidade de plantas germinadas com o aumento das doses de Co e Mo. A porcentagem mínima de germinação é de 80%, fator determinado pelo ministério da agricultura, pecuária e abastecimento (MAPA) (BRASIL, 2009).

Segundo Guerra et al. (2006), a aplicação de Co reflete em efeito significativo na germinação de sementes de soja, cuja a utilização de $1,0 \text{ g ha}^{-1}$ de Co, via tratamento de semente aumenta a germinação das sementes quando comparada com as sementes que não receberam Co.

A cultivar 7739 foi mais suscetível a obter plântulas anormais independente das doses de Co e Mo utilizadas, quando comparada com a cultivar 1163 (Figura 4E). Com o aumento das doses de Co e Mo, ocorreu o aumento de plântulas anormais (Figura 4F).

Para porcentagem de Sementes mortas (Figura 4C e 4D), houve interação entre os fatores estudados. Foi realizado o desdobramento dentro de cada dose (Figura 4C), com exceção da dose 5 mL kg^{-1} , as demais doses não diferiram significativamente entre si. A cultivar 1163 foi a qual apresentou menor número de sementes mortas com o aumento das doses.

Ainda em relação a porcentagem de sementes mortas em função a regressão para as doses de Co e Mo (Figura 4D) a cultivar 7739 não alterou essa porcentagem com o aumento das doses de Co e Mo, diferentemente da cultivar 1163. O ponto de mínima para esta característica foi a dose $2,5 \text{ mL kg}^{-1}$ e o aumento da porcentagem de sementes mortas é relativo com o aumento da dose de Co e Mo no tratamento de semente.

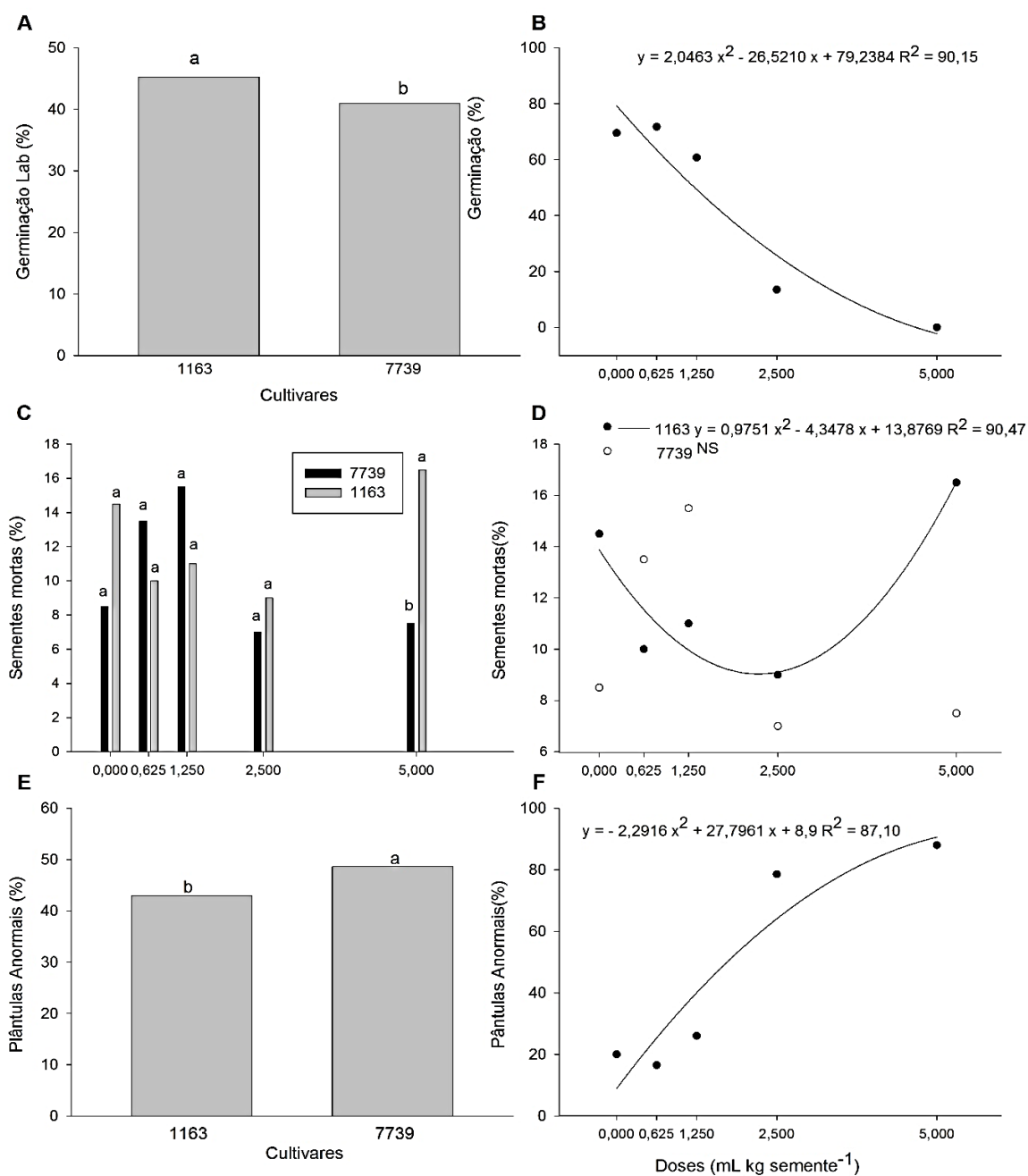


Figura 4 - Número de sementes germinadas (A), plântulas anormais (E) em função das cultivares e sementes mortas em função as doses Co e Mo (C) médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de média Tukey ($P < 0,05$). Germinação (%) (B), sementes mortas (D) e plântulas anormais (F) em função da Doses Co e Mo aplicou teste F ($p < 0,05$) e ajuste de regressão. *^{NS} não significativo.

3.1.2 Experimento realizado em canteiro de areia

Para a característica germinação Canteiro (%) ocorreu interação entre os fatores avaliados (Figura 5A e B). Em relação as cultivares sobre as doses de Co e Mo (Figura 5A),

apenas a dose 2,5 mL kg⁻¹ apresentou diferença significativa nos resultados, em que a cultivar 7739 apresentou maior porcentagem de germinação, quando comparada com a cultivar 1163.

Dentro de regressão para doses de Co e Mo, independente da cultivar, a porcentagem da germinação é inversamente proporcional as doses altas de Co e Mo. Foi aplicado ajuste de regressão polinomial quadrática para a cultivar 1163 e linear para a 7739 (Figura 5B).

Diferente dos resultados encontrados neste trabalho, um experimento realizado por Guerra et al. (2006), na dose de 74,1 g ha⁻¹ do produto com Mo e 56,2 g ha⁻¹ do produto contendo Co, no tratamento de sementes de soja, foram as doses que obtiveram maior porcentagem de germinação, em função das doses aplicadas.

Para as demais características, número de sementes mortas (Figura 5C e 5D) e plântulas anormais (Figura 5E e 5F), houve interação entre os fatores estudados.

Para o desdobramento das cultivares dentro de cada dose (Figura 5C), apenas com a dose 5 mL kg⁻¹ foi a única que apresentou diferença significativa, quando comparada com as demais. Independente se foi em laboratório ou se em areia a cultivar 1163, quando comparada com a cultivar 7739, é mais susceptível para se obter porcentagem de sementes mortas, nas doses mais elevadas, nas doses 2,5 e 5,0 mL kg⁻¹ de Co e Mo.

O número de sementes mortas no teste de regressão (Figura 5D), a cultivar 7739 não foi significativa, enquanto que a cultivar para a 1163 a porcentagem de sementes mortas em canteiro aumentou com o aumento das doses de Co e Mo.

O número de plântulas anormais obtidas em germinação, em canteiro para o desdobramento de cada cultivar em função das doses de Co e Mo (Figura 5E), com as doses 1,25 e 5,0 5 mL kg⁻¹ foram as que apresentaram diferença significativa entre as cultivares. Com a dose 1,25 e 5 mL kg⁻¹ de Co e Mo a cultivar 1163 apresentou maior porcentagem de plântulas anormais, um fator diferente na dose 5 5 mL kg⁻¹ em que a mesma variedade apresentou menor porcentagem de plântulas anormais, quando comparada com a cultivar 7739.

Pela análise de regressão do número de plântulas anormais obtidas em canteiro de areia de Co e Mo em função das doses (Figura 5F), ambas as cultivares apresentaram aumento na porcentagem de plântulas anormais, quando ocorreu o aumento das doses de Co e Mo, porém a cultivar 1163 teve uma queda no número de plântulas anormais, na dose 5,0 mL kg⁻¹ de Co e Mo.

Ferreira et al. (2001) observaram que aplicando doses superiores a 36,8 mg kg⁻¹ de Co em sementes de soja na forma de sulfato de Co, ocorrem problemas fisiológicos nas sementes, afetando a germinação, além de ocorrer atrofiamento de plântulas e clorose nas folhas.

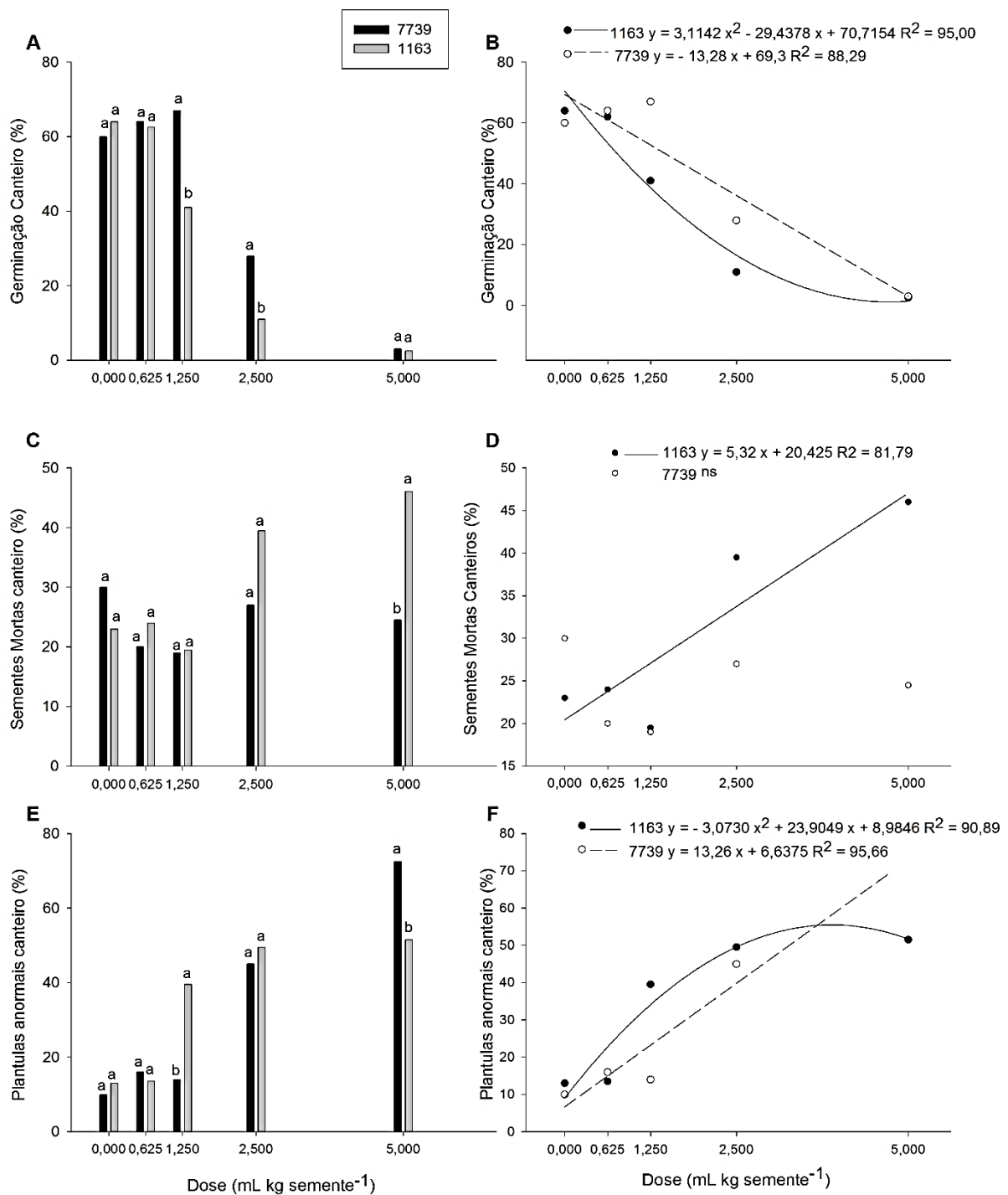


Figura 5 - Porcentagem de germinação (A), sementes mortas (C) e plântulas anormais (E) em função as Doses Co e Mo médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de média Tukey ($p < 0,05$). Porcentagem de germinação (B), sementes mortas (D) e plântulas anormais (F) em função da doses Co e Mo aplicou teste F ($p < 0,05$) e ajuste de regressão. *^{NS} não significativo.

Segundo Sfredo et al. (1997), ao realizarem tratamento de sementes de soja com produtos comerciais, observaram um aumento de 480 kg ha⁻¹ na produção de soja e no teor de

proteína, não houve aumentos significativos, quando aplicaram tratamentos, com outros micronutrientes. O Co e Mo quando aplicados via semente, aumentam a germinação e a emergência a campo das sementes (GUERRA et al., 2006).

3.2 Segundo Ensaio

Para as variáveis número de trifólio aos 20 dias e peso de massa seca da parte aérea os resultados não apresentaram diferença significativa ($P < 0,05$).

Para altura de plantas, aos 20 dias (Figura 6A e 6B), houve interação entre os fatores estudados. A cultivar 1163 apresentou ponto de máxima na dose de $2,59 \text{ mL kg}^{-1}$ e para a cultivar 7739 houve aumento linear da altura de plantas, aos 20 dias, com o aumento das doses (Figura 6A). Esses resultados mostram que as cultivares estudadas apresentam tolerâncias distintas ao incremento das doses de Co e Mo.

Para altura de plantas aos 20 dias, foi avaliado o desdobramento de cultivares dentro de cada dose (Figura 6B). Com exceção para a dose $2,5 \text{ mL kg}^{-1}$ as demais cultivares difeririam significativamente dentro de cada dose, sendo que a cultivar 7739 foi a qual apresentou maior média de altura de plantas aos 20 dias com o aumento das doses de Co e Mo. Para altura de plantas aos 40 dias (Figura 6C e D) não houve interação entre os fatores estudados. Por meio da análise de regressão para as doses (Figura 6C), verificou-se que as plantas avaliadas, independentemente da cultivar, tiveram um aumento da altura em baixas concentrações e acima da dose de $2,5 \text{ mL kg}^{-1}$.

Para a altura de plantas aos 40 dias (Figura 6D), verificou-se que independente da dose utilizada, a cultivar 1163 apresentou menor média de altura de plantas (cm) quando comparada com a cultivar 7739.

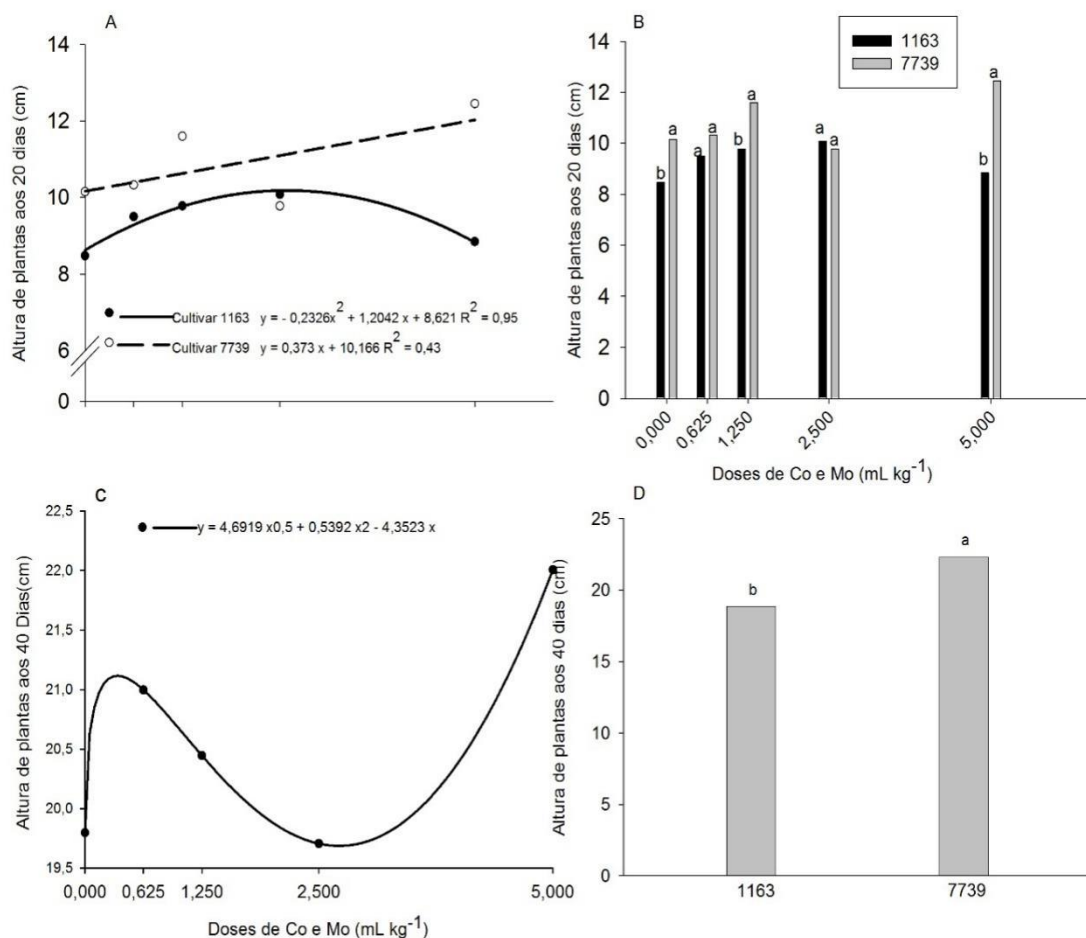


Figura 6 - Altura de plantas (cm) aos 20 dias de cultivo em função de doses de Co e Mo, doses para cada cultivar (A), cultivares dentro de cada nível de doses (B). Altura de plantas (cm) aos 40 dias, efeito das doses (C) e cultivares (D). Médias seguidas de mesma letra, comparando as cultivares em cada dose (B), e comparando as cultivares (D), não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). * Significativo pelo teste de T ($p < 0,05$).

Quando comparado com experimento realizado por Vitti et al. (1984), o aumento crescente das doses de fertilizante contendo Co e Mo foi correspondente ao aumento das médias de promotores de produtividade avaliadas. Resultados similares foram encontrados por Hungria et al. (2007) mostrando aumento de 20% na produtividade da soja em relação ao tratamento com Mo e Co em sua composição.

Para a variável altura do epicótilo aos 20 dias (Figura 7A e 7B) e aos 40 dias (Figura 7C e 7D) houve interação entre os fatores estudados.

Foi realizada análise do desdobramento de doses dentro de cada nível de cultivar, para altura do epicótilo aos 20 dias (Figura 7A) e aos 40 dias (Figura 7C), em ambos os casos, a cultivar 1163 não foi significativa ($p < 0,05$). A cultivar 7739, apresentou ponto mínimo para

altura do epicótilo, aos 20 dias, na dose de 1,86 mL kg⁻¹. E para o estiolamento do cotilédone aos 40 dias, a cultivar 7739 apresentou ponto de mínima na dose de 2,02 mL kg⁻¹. Avaliando o desdobramento de cultivares para cada nível de doses para o estiolamento do cotilédone aos 20 dias (Figura 7B) e aos 40 dias (Figura 7D), foi observado que em todas as doses aplicadas, as plantas da cultivar 7739 apresentaram médias superiores às da cultivar 1163.

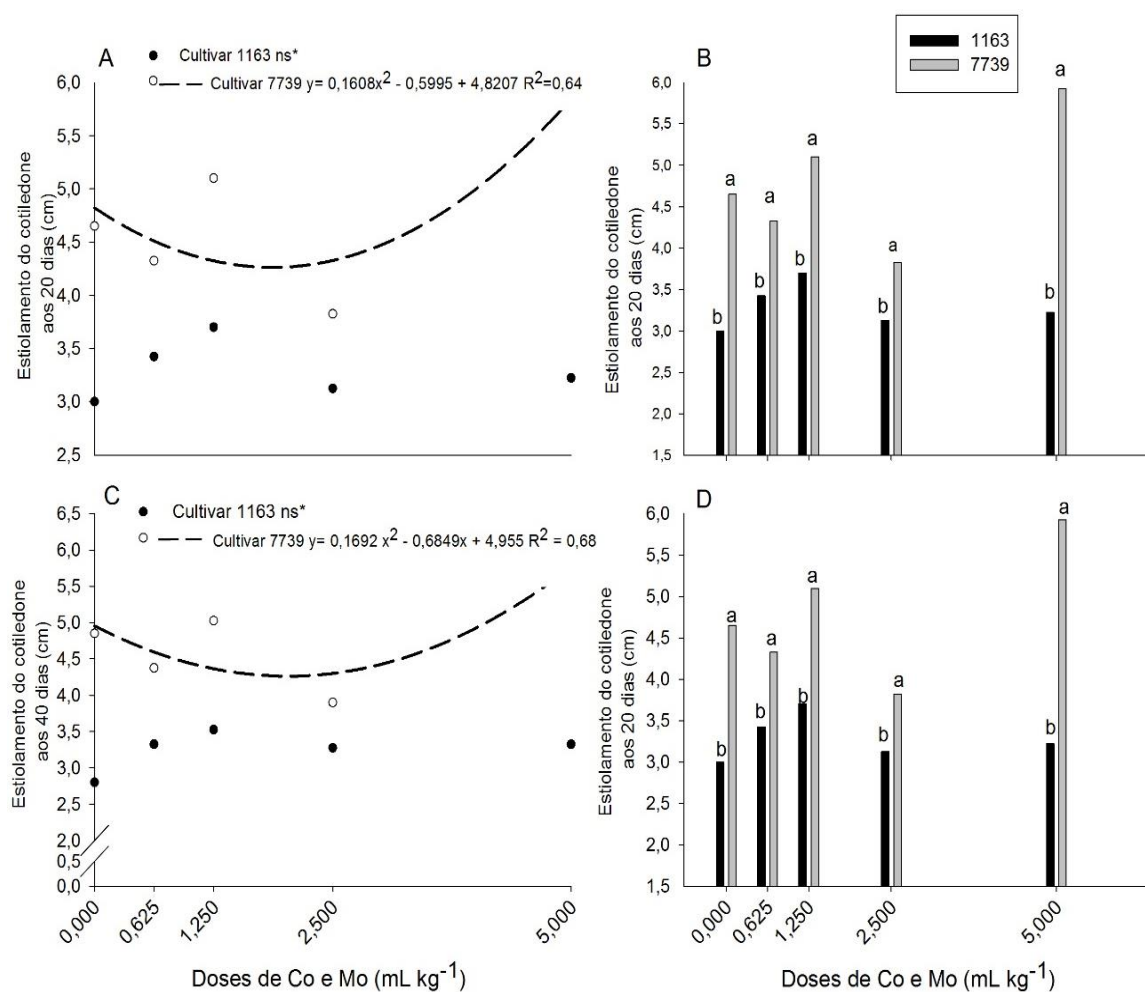


Figura 7 - Estiolamento do cotilédone (cm) aos 20 dias de cultivo em função de doses de Co e Mo, doses para cada cultivar (A), cultivares dentro de cada nível de doses (B). Estiolamento do cotilédone (cm) aos 40 dias, efeito das doses (C) e cultivares (D). Médias seguidas de mesma letra, comparando as cultivares em cada dose (B e D não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$)). * Significativo pelo teste de T ($p < 0,05$).

Foi realizada análise das variáveis, número de trifólios, aos 20 dias e aos 40 dias, no entanto a característica número de trifólios aos 20 dias de cultivo não foi significativo ($p < 0,05$).

Para a variável número de trifólios aos 40 dias (Figura 8A e 8B) houve interação entre os fatores estudados ($p < 0,05$). A cultivar 1163 não apresentou diferença significativa ($p < 0,05$). Porém, para a cultivar 7739 verificou-se que as plantas avaliadas tiveram uma queda na média no número de trifólios, na dose de $2,5 \text{ mL kg}^{-1}$ de Co e Mo (Figura 8A).

Realizado o desdobramento das variáveis analisadas, de cultivares, dentro de cada nível de dose (Figura 5B), observou-se que nas doses 0 e $0,625 \text{ mL kg}^{-1}$ não houve diferença significativa, entre as cultivares, enquanto que nas doses 1,25; 2,5 e $5,0 \text{ mL kg}^{-1}$ a cultivar 7739 apresentou médias superiores a cultivar 1163.

Avaliando o índice SPAD da soja (Figura 8C e 8D) ocorreu interação entre os fatores estudados. Para a cultivar 1163 não houve efeito significativo para a variável com a aplicação de Co e Mo. A cultivar 7739 apresentou aumento do índice SPAD com o incremento das doses (Figura 8C).

Realizou-se a análise de desdobramento de cultivares dentro de cada dose, para o índice SPAD (Figura 8D). Apenas as doses 0; $0,625$ e $5,0 \text{ mL kg}^{-1}$ apresentaram diferença significativa, nas médias observadas, sendo que a cultivar 7739 apresentou maior média do índice SPAD a partir da dose $0,625 \text{ mL kg}^{-1}$ de Co e Mo.

Analizando a massa seca de raiz das plantas (Figura 8E e 8F), em função das doses aplicadas de Co e Mo houve interação entre os fatores estudados. A cultivar 1163 não apresentou diferença significativa para a variável ($P < 0,05$). Por outro lado, a cultivar 7739 apresentou uma curva quadrática e observou-se que com o aumento das doses, o peso da massa seca da raiz diminui, até o ponto mínimo do peso de massa seca da raiz, o qual ocorreu na dose $3,66 \text{ mL kg}^{-1}$ de Co e Mo (Figura 8E).

Realizando a análise de desdobramento de cultivares dentro de cada nível de dose do peso de massa seca da raiz (Figura 8F), observou-se que apenas as doses 0,00 e $0,625 \text{ mL kg}^{-1}$ não apresentaram diferença significativa. Nas demais doses a cultivar 1163 apresentou médias superiores a cultivar 7739.

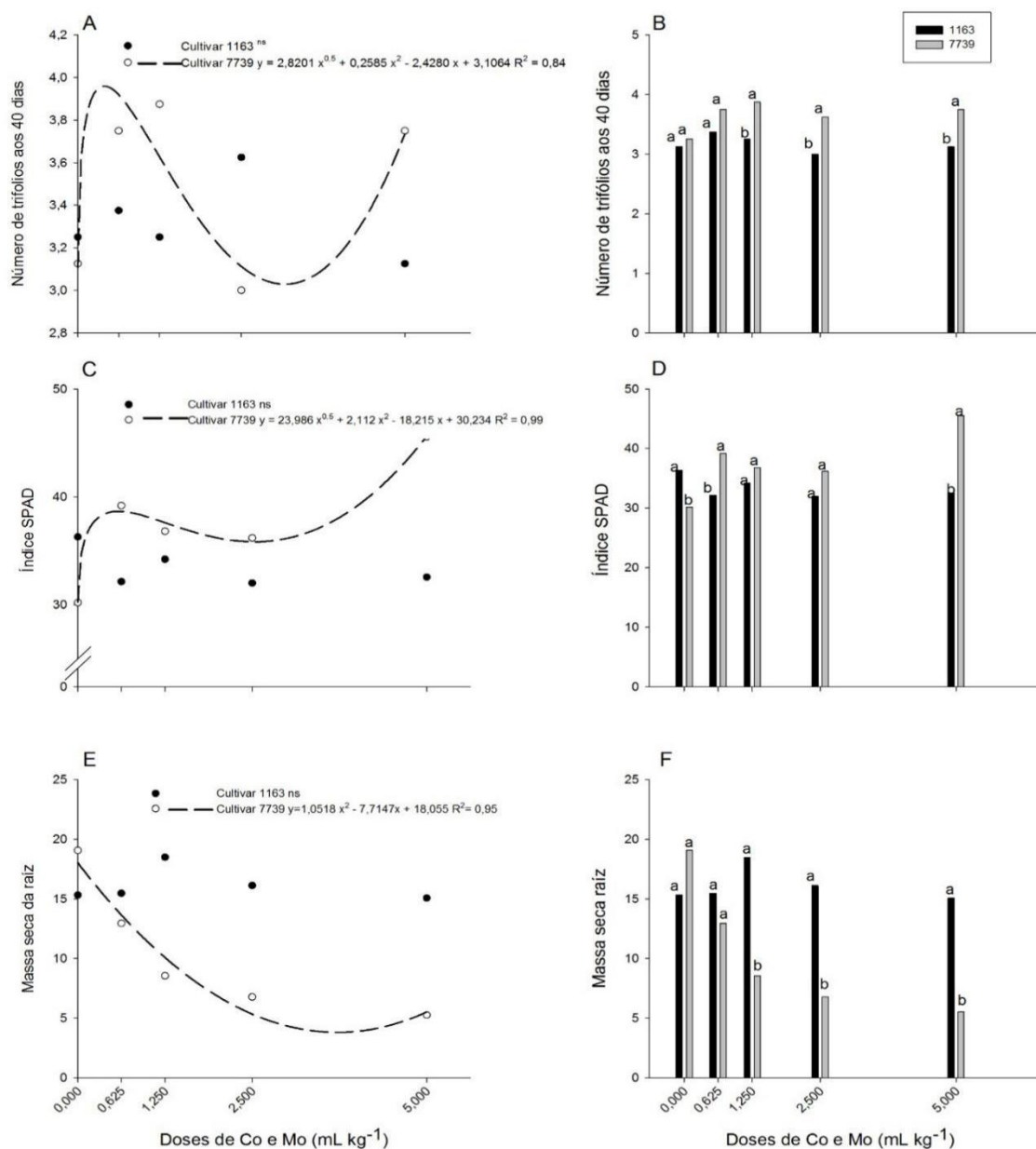


Figura 8 - Número de trifólio aos 40 dias de cultivo em função de doses de Co e Mo, doses para cada cultivar (A), cultivares dentro de cada nível de doses (B), índice SPAD em função ao efeito das doses (C) e cultivares (D). Massa seca da raiz em função das doses para cada cultivar (E), cultivar dentro de cada nível de dose (F). Médias seguidas de mesma letra, comparando as cultivares em cada dose (B, D e F), não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). * Significativo pelo teste de T ($p < 0,05$).

De acordo com um trabalho realizado por Buzetti et al. (1981), obteve-se aumento significativo nas características de produtividade com a adubação 400 g ha⁻¹ de molibdato de sódio, em solos similares ao presente trabalho, em Latossolo Vermelho. Hungria et al. (2007) mostram ganhos de rendimento de grãos de soja de 492 kg ha⁻¹ (20%) em relação ao tratamento inoculado, pela aplicação de Mo e Co.

4 CONCLUSÕES

Em relação a cultivar 1163, a cultivar 7739 é menos sensível ao aumento das doses de Co e Mo, uma vez que apresenta resultados superiores, para a maioria dos parâmetros avaliados.

A cultivar 7739 apresentou resultados superiores para altura de planta aos 20 dias, altura do epicótilo aos 20 e aos 40 dias, número de trifólios aos 40 dias e índice SPAD quando comparado com a cultivar 1163.

Com exceção da massa seca da raiz, todas as demais características avaliadas tiveram aumento da resposta com o incremento das doses de Co e Mo.

Em testes realizados em laboratório, com o aumento da dose, há também, o aumento de plântulas anormais, diminuindo assim, a porcentagem de germinação de ambas as cultivares. Fica claro a vantagem do uso do produto a base de Co e Mo via tratamento de semente, até uma determinada dose, que varia de acordo com as cultivares.

Em testes realizados em canteiro, ocorre o aumento da porcentagem de plântulas anormais e sementes mortas, em função da dose aplicada do produto, no tratamento de sementes, diminuindo a porcentagem de germinação, em doses mais elevadas.

A cultivar 1163 apresenta maior tolerância às dosagens mais elevadas do produto.

REFERÊNCIAS

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.

BUZETTI, S.; MAURO, A.O.; VARGAS, J.T.D. **Efeito de vários micronutrientes na cultura de soja (Glycine max (L.) Merril).** cv. UFV-1. In: UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA. Relatório técnico científico. Ilha Solteira; UNESP, 1981. p.66-68. (Curso de Agronomia).

CECCON, G.; RAGA, A.; DUARTE, A.P.; SILOTO, R.C. **Efeito de inseticidas na semeadura sobre pragas iniciais e produtividade de milho safrinha em plantio direto.** Bragantia, v.63, p.227-237, 2004.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária Embrapa Soja Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Soja Molibdênio e Cobalto. **Documento 322**. Londrina, PR 2010

FERREIRA, D.F. Sisvar: A computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v.35, n.6, p.1039-1042, 2011.

FERREIRA, M. E.; CRUZ, M.C.P.D.; RAY, B.V.; ABREU, C.A.D. **Micronutrientes e elementos tóxicos na agricultura**, Jaboticabal: Potafos, 2001, 600p.

GUERRA, C. A.; MARCHETTI, M. E.; ROBAINA, A. D.; SOUZA, L. C. F.; GONÇALVES, M. C.; NOVELINO, J. O. **Qualidade fisiológica de sementes de soja em função da adubação com fósforo, molibdênio e cobalto**. Acta Sci. Agron. Maringá, v. 28, n. 1, p. 9197, 2006.

HUNGRIA, M.; CAMPO, R.J.; MENDES, I.C. **A importância do processo de fixação biológica do nitrogênio para a cultura da soja: componente essencial para a competitividade do produto brasileiro**. Londrina: Embrapa Soja: Embrapa Cerrados, 2007. 80 p. (Documentos/Embrapa Soja. Documentos, 283).

SFREDO, G. J. et al. **Eficácia de produtos contendo micronutrientes, aplicados via semente, sobre produtividade e teores de proteína da soja**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, v. 21, p. 41-45, 1997.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Plant physiology**. 3.ed. Sunderland: Sinauer Associates, 2004. 792p

VITTI, G.C.; FORNASIERI FILHO D.; PEDROSO, P.A.C.; CASTRO, R.S.A. **Fertilizante com molibdênio e cobalto na cultura da soja**. Revista Brasileira de Ciência do Solo. Campinas, v.8, p.349-352, 1984.