

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”  
FACULDADE DE ENGENHARIA - CAMPUS DE ILHA SOLTEIRA  
CURSO DE ENGENHARIA AGRONÔMICA

**Aplicação de cobalto e molibdênio via foliar em dois estádios de  
desenvolvimento da cultura da soja**

Raquel Soares dos Santos

Ilha Solteira - SP

2021

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”  
FACULDADE DE ENGENHARIA - CAMPUS DE ILHA SOLTEIRA  
CURSO DE ENGENHARIA AGRONÔMICA

**Aplicação de cobalto e molibdênio via foliar em dois estádios de  
desenvolvimento da cultura da soja**

Raquel Soares dos Santos

Orientador : Prof. Dr. Marco Eustáquio de Sá

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado à  
Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira –  
UNESP como parte dos requisitos para obtenção  
do título de Engenheira Agrônoma.

Ilha Solteira - SP

2021

## FICHA CATALOGRÁFICA

Desenvolvido pelo Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação

S237a Santos, Raquel Soares dos.  
Aplicação de cobalto e molibdênio via foliar em dois estádios de desenvolvimento da cultura da soja / Raquel Soares dos Santos. -- Ilha Solteira: [s.n.], 2021  
34 f. : il.

Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Agrônoma) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, 2021

Orientador: Marco Eustáquio De Sá  
Inclui bibliografia

1. Glycine Max (L.) Merrill. 2. Micronutrientes. 3. Adubação foliar.

  
João Josué Barbosa

Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação  
Diretor Técnico  
CRB 8-5642

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”  
FACULDADE DE ENGENHARIA - CAMPUS DE ILHA SOLTEIRA

*CURSO DE ENGENHARIA AGRONÔMICA*

**ATA DA DEFESA – TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

TÍTULO: APLICAÇÃO DE COBALTO E MOLIBDÊNIO VIA FOLIAR EM DOIS  
ESTÁDIOS DE DESENVOLVIMENTO DA CULTURA DA SOJA

ALUNA: RAQUEL SOARES DOS SANTOS RA: 181051788

ORIENTADOR: **PROF. DR. MARCO EUSTÁQUIO DE SÁ**

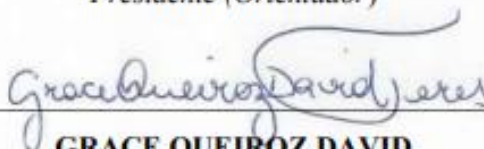
Aprovado ( X ) - Reprovado ( ) pela Comissão Examinadora com Nota: 10,00

Comissão Examinadora:



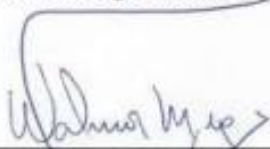
**PROF. DR. MARCO EUSTÁQUIO DE SÁ**

*Presidente (Orientador)*



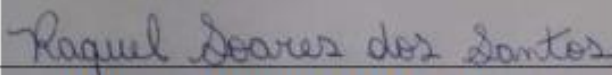
**GRACE QUEIROZ DAVID**

Doutoranda em Agronomia - FEIS-UNESP



**WALMOR MOYA PERES**

Doutorando em Agronomia - FEIS-UNESP



**ALUNA: RAQUEL SOARES DOS SANTOS**

Ilha Solteira(SP) 14 de dezembro de 2021.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus pelo presente que é a vida e por estar sempre me dando direção, amor e coragem para alcançar meus objetivos.

A minha família por apoiar meus sonhos e pelo carinho que esteve presente em todos os momentos da minha faculdade, especialmente aos meus queridos pais Edmara Soares dos Santos e Osmar Soares dos Santos pela dedicação que sempre tiveram por mim.

Ao professor doutor Marco Eustáquio de Sá pela orientação, amizade e oportunidade de trabalhar com pesquisa, transmitindo conhecimento e amor à profissão.

A cada um dos meus professores pelo conhecimento e auxílio transmitido.

Aos participantes da banca examinadora por terem aceitado o convite.

A todas as pessoas que de alguma forma me auxiliaram e me acompanharam durante essa trajetória.

Muito Obrigada!

“Não temas, porque eu sou contigo; não te assombres, porque eu sou o teu Deus; eu te esforço, e te ajudo, e te sustento com a destra da minha justiça”.

Isaías 41:10

## RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar os componentes de rendimento e a qualidade fisiológica de sementes de soja, em função de diferentes doses de cobalto (Co) e molibdênio (Mo) aplicados via foliar, em dois estádios de desenvolvimento da cultura. O experimento foi conduzido na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão da Faculdade de Engenharia da UNESP-Campus de Ilha Solteira, localizada no município de Selvíria, MS. Foi utilizado o cultivar TMG 7063 IPRO, e as seguintes doses de produto a base de Co e Mo (0; 0,5; 1,0; 1,5; 2,0 L ha<sup>-1</sup>). O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, em esquema fatorial 4 x 2 + 1 [Doses x épocas de aplicação (estádio V<sub>4-3</sub> e V<sub>4-6</sub>) + testemunha], totalizando 9 tratamentos, com quatro repetições. Os resultados obtidos permitiram concluir que a aplicação via foliar de Co e Mo não interferiu no rendimento da cultura da soja, na condutividade elétrica, porcentagem de germinação, velocidade de germinação, índice de velocidade de emergência, teor de N foliar e na emergência de plântulas. A qualidade das sementes de soja foi influenciada negativamente quando foi realizada a aplicação de 2,0 L ha<sup>-1</sup> no estágio V<sub>4-3</sub>, quando a aplicação ocorreu no estágio V<sub>4-6</sub> o efeito foi satisfatório, conferindo aumento no comprimento da parte aérea e da raiz, aumento na porcentagem de plântulas normais decorrente das sementes envelhecidas e maior massa seca de plântulas. Não foram constatadas diferenças significativas entre as épocas de aplicação, exceto para a primeira contagem de plântulas normais antes do armazenamento. Considerando as variáveis analisadas no presente trabalho, recomenda-se para ambos os estádios de desenvolvimento da soja, a aplicação de 1,0 L ha<sup>-1</sup> de Co e Mo via foliar.

**Palavras-chave:** *Glycine max* (L.) Merrill; Micronutrientes; Adubação foliar.

## ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate the yield components and physiological quality of soybean seeds, as a function of different doses of cobalt (Co) and molybdenum (Mo) applied foliarly, at two stages of crop development. The experiment was carried out at the Teaching, Research and Extension Farm of the Faculty of Engineering of UNESP – Ilha Solteira College, located in the city of Selvíria, MS. The cultivar TMG 7063 IPRO was used, and the following doses of product based on Co and Mo (0; 0,5; 1,0; 1,5; 2,0 L ha<sup>-1</sup>). The experimental design used was randomized blocks, in a 4 x 2 + 1 factorial scheme [Doses x application times (stage V<sub>4-3</sub>) and V<sub>4-6</sub>) + control], totaling 9 treatments, with four replications. The results obtained allowed to conclude that the foliarly application of Co and Mo did not interfere in soybean crop yield, electrical conductivity, germination percentage, germination speed, emergence speed index, leaf N content and seedling emergence. The quality of soybean seeds was negatively influenced when 2,0 L ha<sup>-1</sup> was applied at stage V<sub>4-3</sub>, when application occurred at stage V<sub>4-6</sub>, the observed effect was satisfactory, conferring increase in shoot and root length, increase in the percentage of normal seedlings due to aegd seeds and higher seedling dry mass. No significant differences were found between application times, except for the first count of normal seedlings before storage. Considering the variables analyzed in this work, it is recommended for both stages of soybean development, the application of 1,0 L ha<sup>-1</sup> of Co and Mo foliarly.

**Keywords:** *Glycine max* (L.) Merrill; Micronutrients; Foliar fertilization.



## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO .....	10
2	REVISÃO DE LITERATURA .....	12
2.1	Importância econômica.....	12
2.2	Estádios de desenvolvimento da cultura da soja.....	12
2.3	Micronutrientes na soja.....	13
2.4	Cobalto (Co).....	13
2.5	Molibdênio (Mo).....	14
3	MATERIAL E MÉTODOS .....	15
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	20
5	CONCLUSÃO .....	30
	REFERÊNCIAS .....	31

## 1 INTRODUÇÃO

A cultura da soja foi impulsionada a partir da década dos anos 60, pela triticultura nacional como uma cultura de sucessão que apresentava vantagens do ponto de vista agronômico e econômico (GAZZONI; DALL'AGNOL, 2018). Segundo a Organização das Nações Unidas para a Agricultura e a Alimentação (FAO, 2009), até o ano de 2050 haverá 9,8 bilhões de pessoas vivendo no planeta, e para suprir esta demanda será necessário o aumento de 70% na produção de alimentos.

A safra brasileira 2019/2020 apresentou um aumento de 3% na área plantada em relação a safra anterior, passando de 35.874 mil hectares para 36.949,8 mil hectares, com a produtividade média de 3.379 kg ha<sup>-1</sup> (COMPANHIA NACIONAL DE ABASECIMENTO - CONAB, 2020).

Por estar presente em proteínas e aminoácidos que desempenham papéis fundamentais na planta, o nitrogênio (N) é considerado um elemento essencial para a cultura da soja. De acordo com Hungria et al. (2007), devido a grande quantidade requerida pela cultura, e a busca pela agricultura mais sustentável, tem-se procurado maximizar a eficácia da fixação biológica de nitrogênio (FBN). Para a produção de 3.000 kg ha<sup>-1</sup> de grãos, considerando a quantidade requerida pela planta, são necessários 240 kg de nitrogênio (N), no entanto, em decorrência da eficiência dos fertilizantes raramente ser superior a 50%, essa quantidade passa a ser 480 kg de N (HUNGRIA; CAMPO; MENDES, 2001).

Algumas plantas, como as leguminosas estabelecem relações com bactérias fixadoras de nitrogênio, que convertem o nitrogênio molecular (N<sub>2</sub>) em amônia (NH<sub>3</sub>), forma assimilável a planta (TAIZ & ZEIZER, 2017). Entre os elementos que contribuem para o sucesso da FBN, estão o cobalto (Co) e o molibdênio (Mo).

A deficiência de Co afeta diretamente a FBN, pois este é um elemento que participa de reações metabólicas na formação da leghemoglobina, enzima essencial durante o processo de fixação. Em questão ao molibdênio, este atua como cofator nas enzimas nitrogenase, redutase do nitrato e oxidase do sulfeto, desse modo é também indispensável para que se ocorra o processo de fixação do N (EMBRAPA SOJA, 2001; SFREDO; OLIVEIRA, 2010).

A fase de desenvolvimento da cultura da soja que apresenta maiores exigências nutricionais vai do estágio V<sub>2</sub> ao R<sub>5</sub>, primeira folha trifoliada completamente desenvolvida e início de enchimento de grãos, respectivamente (STAUT, 2007). Segundo a literatura, os meios de se fornecer Co e Mo é através do tratamento de sementes (TS) e/ou via aplicação foliar.

Ainda se tem divergências em questão a qual via de fornecimento é viável. Alguns autores relatam que o fornecimento de Co e Mo via foliar promove incremento na produtividade da cultura da soja (MESCHEDE et al., 2004; BROCH; RANNO, 2008); outros relatam que o fornecimento via TS pode provocar a redução do rendimento de grãos, podendo inferir que isso ocorra em decorrência da redução do potencial de nodulação por competir com bactérias diazotróficas (ALBINO & CAMPO, 2001; MARCONDES; CAIRES, 2005; SILVA et al., 2011).

De acordo com Deuner et al. (2015), estudando o efeito do manejo da adubação via TS e aplicação foliar sobre os componentes do rendimento e a qualidade das sementes, observaram que as sementes produzida sob tratamento de sementes com CoMo apresentaram redução na qualidade fisiológica, quando comparada com os demais tratamentos testados.

Em contrapartida, Guerra et al. (2006) avaliando o efeito da aplicação de doses de fósforo, molibdênio e cobalto via tratamento de sementes, verificaram que a aplicação de Co e Mo via sementes provocou aumento na germinação e na emergência das sementes a campo.

Diante do contexto, considerando a importância do Co e Mo para a cultura da soja, o presente trabalho teve por objetivo avaliar os componentes de rendimento e a qualidade fisiológica de sementes de soja, em função de diferentes doses de cobalto e molibdênio aplicadas via foliar, em dois estádios de desenvolvimento da cultura.

## **2 REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 Importância econômica**

A soja (*Glycine max* (L.) Merrill) é uma cultura de origem da região do nordeste da China, chegou no Brasil em 1882 pelo professor Gustavo Dutra no estado da Bahia onde foi realizado os primeiros estudos, após isso as primeiras cultivares de soja que fora introduzidas, foram sendo estudadas afim de avaliar seu desempenho como forrageiras. O primeiro registro estatístico nacional da soja foi realizado no ano de 1941, no Anuário Agrícola do Rio Grande do Sul, onde a produção foi de 457 toneladas, ainda na década de 1940 o país se descobriu como potencial produtor da oleaginosa (GAZZONI; DALL'AGNOL, 2018; EMBRAPA SOJA, 2001; EMBRAPA SOJA, 2008).

Com o avanço da tecnologia, foi criado novas cultivares que se adaptaram as condições de solo e clima do Cerrado, possibilitando seu cultivo nessas áreas e desbravando novas fronteiras agrícolas (EMBRAPA SOJA, 2001). A cultura da soja dá origem a vários subprodutos, um dos principais é o farelo, que junto com o milho torna-se matéria prima essencial na fabricação de rações, por esse motivo, o mercado também é influenciado pela demanda de carne. A soja comporta cerca de 20% de óleo nas sementes, sendo este também utilizado para diversos fins como matéria prima em indústrias de biodiesel, lubrificantes e tintas (HIRAKURI; LAZZAROTTO, 2014).

As áreas de cultivo e a produtividade tem aumentado ao decorrer dos anos e um dos fatores que torna isso viável economicamente é a FBN, visto que pela demanda por N seria necessário mais uso de fertilizantes nitrogenados, que aumentaria ainda mais os custos de produção, se comparado ao que é observado (HUNGRIA; CAMPO; MENDES, 2001).

### **2.2 Estádios de desenvolvimento da cultura da soja**

Para caracterizar os estádios de desenvolvimento da soja, como de qualquer outra cultura, é imprescindível o uso da linguagem unificada devido a maior facilidade de comunicação entre a diversidade existente de públicos (NEUMAIER et al., 2000).

O método de descrição mais utilizado é o proposto por Fehr & Caviness (1977) que organiza os estádios de desenvolvimento da soja em estádios vegetativos (V) e reprodutivos (R) seguidos de números referentes a estádios específicos, além do estágio de emergência (VE) e cotilédone (VC).

Segundo Câmara (2006), no estágio V<sub>4</sub> o acúmulo de nutrientes e de massa seca na

parte aérea da planta é acelerado. As diferentes épocas de floração que uma mesma cultivar pode apresentar está relacionada a variações de temperatura, contudo, a temperatura que induz a floração da soja é acima de 13°C. Em locais onde as temperaturas são mais elevadas é propício a ocorrência do florescimento da soja antes da época, resultando em plantas de menor altura. Este efeito sobre a altura das plantas pode ser agravado pela ocorrência de déficit hídrico e/ou ação do fotoperíodo na fase de crescimento da cultura (FARIAS et al., 2007).

Quando a maturação da cultura torna-se acelerada decorrente de altas temperaturas a qualidade das sementes são afetadas, quando a colheita coincide com períodos que apresentam alta umidade, os problemas com danos mecânicos são favorecidos (EMBRAPA SOJA, 2008)

### **2.3 Micronutrientes na soja**

Os baixos níveis de matéria orgânica no solo, típico em solos da região do Cerrado, contribui para a deficiência de micronutrientes e a partir disso diversas pesquisas vem sendo realizadas ao decorrer dos anos, buscando formas para suprir a necessidade de diferentes culturas e estudando possíveis problemas de fitotoxicidade nas plantas, acarretado pelo acúmulo dos mesmos.

Em questão ao molibdênio, geralmente é aplicado junto ao cobalto, sendo este último um elemento benéfico a cultura da soja. Segundo Sfredo (2008) a aplicação destes elementos via foliar pode ser realizada nos estádios V<sub>3</sub> a V<sub>5</sub> e no tratamento de sementes de 2 a 3 g de Co e 20 a 30 g de Mo ha<sup>-1</sup>. Para outros micronutrientes, a aplicação via foliar é recomendada caso a análise de solo, análise foliar, assim como o histórico da área, exibir deficiências (SFREDO, 2008; BROCH; RANNO, 2008).

É válido ressaltar que a aplicação destes micronutrientes via sementes, pode prejudicar a sobrevivência das bactéria fixadora de N em decorrência das características de determinados produtos, como a salinidade e o pH. Sendo assim, a aplicação via foliar torna-se uma alternativa que evita estes possíveis problemas, sendo recomendado a pulverização do produto no período que antecede o florescimento (EMBRAPA SOJA, 2001).

### **2.4 Cobalto (Co)**

O Co é um elemento benéfico para a cultura da soja, parcialmente móvel quando aplicado via foliar, que atua na síntese de cobalamina e da leghemoglobina, indispensável aos microrganismos fixadores de N<sub>2</sub>. Com a deficiência de Co é esperado a deficiência de nitrogênio, decorrente da baixa fixação simbiótica. É válido ressaltar que o excesso de Co

acarreta a deficiência de ferro (Fe), sendo os sintomas de toxicidade de Co semelhantes aos de deficiência de ferro (SFREDO, 2008).

## 2.5 Molibdênio (Mo)

O molibdênio é um micronutriente pouco móvel no floema, de grande importância para a cultura da soja pois está relacionado ao transporte de elétrons durante as reações bioquímicas, atuando como cofator de importantes enzimas como a nitrogenase, redutase do nitrato e oxidase do sulfeto, essenciais no processo de fixação biológica de nitrogênio (SFREDO; OLIVEIRA, 2010; RESENDE, 2004).

Segundo Borkert (1987), com o aumento do pH a disponibilidade de molibdênio é favorecida, sugerindo que um solo com bom manejo na correção da acidez, dispensa seu fornecimento. Em contrapartida, se o cultivo for implantado sob sistema de plantio direto onde a correção da acidez é realizada sem a incorporação do calcário, é necessário o fornecimento de Mo via semente ou foliar, como mostra os resultados obtidos por Voss (2001), que mostraram que a calagem não foi suficiente para suprir a necessidade requerida pela soja.

O molibdênio pode ser disponibilizado por meio da adubação via solo, no tratamento de sementes e via foliar. No entanto, o fornecimento via sementes pode comprometer a nodulação e conseqüentemente a FBN (ALBINO & CAMPO, 2001). Por outro lado Sfredo e oliveira (2010) recomendaram de 12 a 25 g ha<sup>-1</sup> de molibdênio e 2 a 3 g ha<sup>-1</sup> de cobalto em aplicação foliar até 15 dias após a semeadura e verificaram aumentos de 2,4 a 12 sc/ha com aplicação do produto a base de molibdênio e cobalto dependendo do local de cultivo. Já Galindo et al.(2017) em experimentos estudando modos de aplicação de cobalto e molibdênio na presença e ausência de *Azospirillum brasilense*, via sementes e via foliar, verificaram que a aplicação de cobalto e de molibdênio via semente associados ao *A. brasilense* promoveu aumentos na massa de 100 grãos, na produtividade da soja e na concentração de N foliar..

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na área experimental da Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão da Faculdade de Engenharia da UNESP- Campus de Ilha Solteira, localizada no município de Selvíria (MS), nas coordenadas geográficas 51°22'O, 20°22'S, com 335 m de altitude. O cultivo foi implantado em Latossolo Vermelho Distrófico de textura argilosa. Os dados climáticos durante a condução do experimento está apresentado na Figura 1, as setas indicam os dias de aplicação do produto a base de cobalto e molibdênio. Antes da instalação do experimento foi realizada a análise de solo que apresentou os seguintes dados:

**Quadro 1.** Resultados da análise de solo da área do Cerrado. Selvíria - MS, 2019.

P -resina Fósforo mg/dm <sup>3</sup>	MO Mat. Org. g/dm <sup>3</sup>	pH pH CaCl <sub>2</sub>	K Potássio mmolc/dm <sup>3</sup>	Ca Cálcio mmolc/dm <sup>3</sup>	Mg Magnésio mmolc/dm <sup>3</sup>	H+Al Ac. Potencial mmolc/dm <sup>3</sup>
15	18	5,2	1,7	19	16	25

Al Alumínio mmolc/dm <sup>3</sup>	SB Soma Bases mmolc/dm <sup>3</sup>	CTC Cap. Troca Cat. mmolc/dm <sup>3</sup>	V Sat. Bases %	Ca/CTC Ca na CTC %	Mg/CTC Mg na CTC %	m Sat. Alumínio %
0	36,7	61,7	59	31	26	0

**Fonte:** Laboratório de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas – UNESP.

A área foi dessecada 15 dias antes da semeadura utilizando o produto glifosato na dose de 2 L ha<sup>-1</sup> do produto comercial.

A semeadura da soja ocorreu no dia 20/11/2019, mecanicamente, em uma área com aproximadamente 10 anos sob sistema de plantio direto, onde a cultura antecessora foi o milho. A adubação de semeadura utilizada foi de 200 kg/ha do formulado 8-28-16 ( N, P, K ). As sementes foram inoculadas com inoculante líquido contendo 3.10<sup>9</sup> células por mL e tratadas com carboxin + thiram na dose de 600 mg de cada ingrediente ativo/kg de sementes.

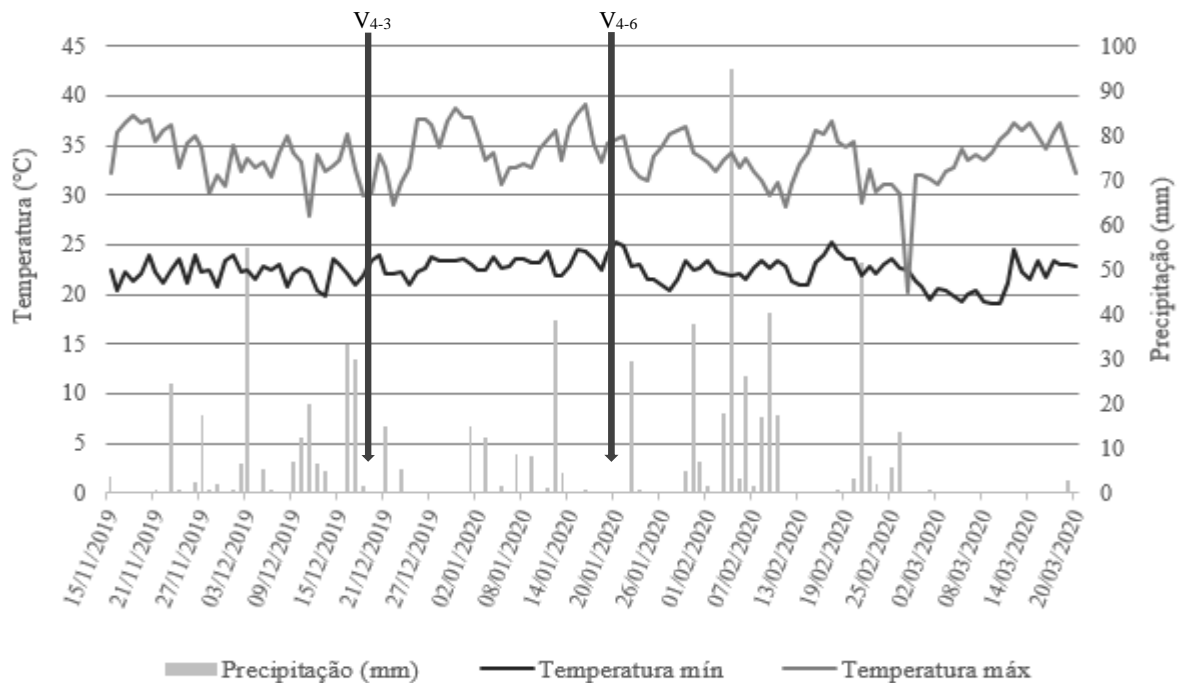
O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados em esquema fatorial 4 x 2 + 1, com 4 repetições. Os tratamentos foram constituídos por quatro doses de produto COMO contendo 1,5% de cobalto e 15% de molibdênio (0,5; 1,0; 1,5; 2,0 L ha<sup>-1</sup>), aplicadas em dois estádios de desenvolvimento da cultura (época 1: V<sub>4-3</sub> e época 2: V<sub>4-6</sub>) mais a testemunha, totalizando 9 tratamentos.

As parcelas experimentais foram constituídas por 4 linhas com 5 m de comprimento, espaçadas de 0,50 m entre linhas, totalizando uma área de 10 m<sup>2</sup> (2 x 5m) por parcela. A área

útil de cada parcela foi de 5 m<sup>2</sup> e o sistema de irrigação utilizado foi por aspersão do tipo pivô central colocando-se lâmina de 15mm de água a cada três dias. Os tratos culturais foram realizados de acordo com os recomendados para a cultura, sendo que foram realizadas três aplicações de inseticidas + fungicidas, sendo a primeira aos 25 dias após a emergência das plantas (acefato 750g i.a./ha + tebuconazol 100g i.a./ha) a segunda aos 48 dias (lambda-cialotrina + imidacropido 30 + 105g i. a/ha + azostrobina 50g i.a./ha) e a terceira aos 65 dias após a emergência (semelhante a segunda).

A colheita foi realizada dia 17/03/2020, coletando-se as plantas manualmente. Também na ocasião da colheita, foram coletadas 10 plantas da área útil de cada parcela, posteriormente levadas para o Laboratório de Análises de Sementes do Campus de Ilha Solteira (SP), para avaliação dos componentes de rendimento e para obtenção das sementes utilizadas na avaliação da qualidade fisiológica.

**Figura 1:** Valores médios diários de temperaturas máxima, mínima (°C) e precipitação (mm), registrados durante a condução do experimento em Selvíria – MS, 2019/2020.



Fonte: Elaboração do próprio autor.

As avaliações dos componentes de rendimento estudadas no experimento foram:

#### Altura de plantas:

Determinada pela mensuração de cada planta, com o auxílio de uma fita métrica graduada, considerando-se a distância do colo da planta até o ápice. Após isso foi calculada a



altura média das plantas para cada repetição.

**Número de vagens por planta:**

Determinado destacando-se todas as vagens e contando-as, realizando posteriormente a média dos valores obtidos para cada repetição.

**Número de sementes por planta e número de sementes por vagem:**

Determinado pelo método de contagem manual. O número de sementes por vagem foi obtido pela divisão do número de sementes por planta pelo número de vagens por planta.

**Massa de 100 sementes e Produtividade:**

Obtida pela pesagem em balança de precisão de 0,0001g de 100 sementes de cada tratamento, com quatro repetições. Para a determinação da produtividade, após a colheita as plantas foram trilhadas e as sementes acondicionadas em sacos de papel devidamente identificados. Posteriormente com auxílio de uma balança digital, os mesmos foram pesados, e o valor corrigido a 13% de umidade e transformado em Kg ha<sup>-1</sup>.

Para a avaliação da qualidade fisiológica de sementes, os testes realizados foram:

**Primeira contagem:**

Realizado junto com o teste de germinação, a contagem ocorreu no quinto dia após as sementes terem sido acondicionadas na câmara germinadora (BRASIL, 2009).

**Germinação:**

Foi realizado com 4 repetições de 50 sementes por tratamento, colocadas para germinar em rolos de papel germitest, umedecidos com água o equivalente a 2,5 vezes o peso do substrato seco. Após isso os rolos contendo as sementes foram acondicionados em sacos plásticos e colocados no germinador a 27°C. As contagens das plântulas normais foram realizadas no quinto e oitavo dia após ser colocadas no germinador (BRASIL, 2009).

Após seis meses de armazenamento acondicionadas em sacos de papel Kraft na câmara seca, as sementes foram novamente submetidas ao teste de germinação.

**Comprimento da parte aérea e da raiz primária:**

Mensurados com auxílio de uma régua graduada em milímetros após realizar o teste de germinação, separando-se 5 plântulas de cada repetição que apresentaram desenvolvimento

normal. Foi considerado a distância da inserção da plântula até a inserção dos cotilédones e a raiz primária, os resultados médios por plântula foram expressos em centímetros. Após seis meses de armazenamento, as plântulas obtidas do teste de germinação foram novamente avaliadas.

#### **Massa seca de plântulas:**

Foram avaliadas as plântulas que apresentaram desenvolvimento normal obtidas dos testes de germinação. Após serem mensuradas, as plântulas de cada repetição foram acondicionadas em sacos de papel devidamente identificados, sem os cotilédones e colocadas para secagem em estufa a 65°C por 24 horas. Após este período, as plântulas foram pesadas em balança de precisão de 0,0001 g, tendo os resultados médios expressos em miligramas por plântula. Essa variável foi novamente avaliada após seis meses de armazenamento das sementes, obtidas no teste de germinação.

#### **Envelhecimento acelerado:**

Foram utilizadas 4 repetições de 50 sementes por tratamento, colocando-as sobre gerbox com tela e 40 mL de água destilada. Posteriormente as sementes foram acondicionadas em câmara de germinação a temperatura controlada de 41°C por 48 horas. Após esse período foi realizado o teste de germinação com uma única contagem aos 5 dias. (MARCOS FILHO, 1999).

#### **Condutividade elétrica:**

Para a realização deste teste foram utilizadas 4 repetições de 25 sementes por tratamento, as mesmas foram devidamente pesadas e posteriormente colocadas em copos plásticos de 200 mL, contendo 75 mL de água deionizada e mantidas á temperatura de 25°C por 24 horas. (VIEIRA, 1994). Após esse período foi realizado as leituras com auxílio de um condutivímetro mCa 150, os resultados foram expressos em  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$ . (VIEIRA; KRZYZANOWSKI, 1999).

#### **Velocidade de germinação e índice de velocidade de emergência:**

Foram realizados junto com o teste de emergência de plântulas em substrato de areia e calculado de acordo com a fórmula citada por Edmont & Drapala (1958) e com base na fórmula proposta por Maguire (1962), respectivamente.

**Teor de nitrogênio foliar:**

Foi realizada a coleta do terceiro trifólio com pecíolo a partir do ápice na haste principal, em todas as parcelas, sendo agrupadas por tratamento, moídas e posteriormente separadas as 4 repetições, no momento que a cultura apresentou o início do florescimento (R1). Após isso o teor de nitrogênio foliar foi determinado de acordo com a metodologia de Malavolta, et al. (1997).

**Emergência de plântulas:**

A semeadura ocorreu em caixas plásticas a 2 cm de profundidade, utilizou-se areia de textura média como substrato, com quatro repetições de 50 sementes por tratamento, a água do substrato foi ajustada para 60% da capacidade de retenção. As contagens foram realizadas diariamente a partir do 5º dia, quando as plântulas já apresentavam o comprimento mínimo da parte aérea de 1 cm. (BRASIL, 2009). A irrigação foi realizada diariamente e os resultados foram expressos em porcentagem.

Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância a 5% de probabilidade pelo teste F e as médias comparadas pelo teste de Tukey para as épocas de aplicação, enquanto os efeitos das doses de cobalto e molibdênio foram avaliados pela análise de regressão, utilizando o programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2011).

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pela análise de variância (Tabela 1), verifica-se que não houve interação significativa entre as doses de produto a base de cobalto e molibdênio e as épocas de aplicação, para as variáveis dos componentes de rendimento estudados: altura de plantas, número de vagens por planta, número de sementes por planta, número de sementes por vagem, massa de 100 sementes e produtividade.

A altura de plantas não foi influenciada significativamente pela aplicação de Co e Mo via foliar, como apresentado na Tabela 1, no entanto observou-se que a testemunha (0 L ha<sup>-1</sup>) apresentou altura superior aos demais tratamentos e acima da média geral. Em relação às épocas de aplicação, observa-se que os valores médios se apresentaram praticamente iguais; quando a aplicação foi realizada na época 1 referente ao estágio V<sub>4-3</sub>, a altura média de plantas foi de 110,77 cm e na época 2 referente a aplicação no estágio V<sub>4-6</sub>, as plantas apresentaram altura média de 110,04 cm. Resultados semelhantes foram obtidos por Marcondes e Caires (2005), onde em seu estudo observaram que o molibdênio aplicado nas sementes não influenciou significativamente a altura de plantas de soja. No mesmo trabalho, os referidos autores observaram que a aplicação de cobalto nas sementes, reduziu linearmente a altura das plantas.

O número de vagens por planta, número de sementes por planta e o número de sementes por vagem, não apresentaram efeito significativo com a aplicação de cobalto e molibdênio, independente da época de aplicação. Por outro lado, Golo et al. (2009) estudando a aplicação de cobalto e molibdênio via foliar nas doses de 0 L; 0,25 L; 0,5 L; 1,0 L e 2,0 L ha<sup>-1</sup> de produto contendo 1% de Cobalto e 6% de molibdênio em soja, verificaram que a aplicação aumentou o número de vagens por planta e o número de sementes por planta.

Para a massa de 100 sementes, não foi observada diferença significativa entre os tratamentos, podendo observar (Tabela 1) que a testemunha apresentou valores muito próximos a dose máxima testada (2 L ha<sup>-1</sup>). Já Galindo et al. (2017) verificaram aumento na massa de 100 grãos com a aplicação do cobalto e do molibdênio,

Com a aplicação do produto no estágio V<sub>4-3</sub> houve um acréscimo na produtividade de em média 62,65 kg ha<sup>-1</sup> (1,7%), se comparado a época de aplicação V<sub>4-6</sub>. Em relação as doses, quando foi aplicado 2,0 L ha<sup>-1</sup>, observou-se o acréscimo de 51,98 kg ha<sup>-1</sup> (1,4%) na produtividade quando comparada a testemunha, no entanto, não foi observado diferença significativa entre os tratamentos.

Estes resultados corroboram com os encontrados por Marcondes e Caires (2005), eles descreveram que a aplicação de cobalto e molibdênio nas sementes não influenciou o número

de vagens por planta, o número grãos por vagem e a massa de 100 grãos e ainda constataram que com a aplicação de cobalto, o rendimento de grãos e a altura de plantas reduziram linearmente. Diesel et al. (2010), em seu estudo verificaram que a aplicação de cobalto e molibdênio via foliar não apresentou efeito significativo para o número de vagens por planta, massa de 100 grãos e produtividade, confirmando os resultados encontrados por Silva et al. (2011) e Pessoa et al. (1999).

Diferentemente dos resultados encontrados no presente trabalho e dos observados por Marcondes e Caires (2005), Comiran et al. (2019) estudando a aplicação de cobalto e molibdênio via foliar no estágio vegetativo e reprodutivo da soja, verificaram que o número de vagens por planta e de grãos por vagem diferiram significativamente pela interação entre as épocas de aplicação, sendo obtido maiores valores quando a aplicação foi realizada no período reprodutivo da cultura.

**Tabela 1.** Valores médios para altura de plantas (AP), número de vagens por planta (NVP), número de sementes por planta (NSP), número de sementes por vagem (NSV), massa de 100 sementes (M100) e produtividade (PROD) na cultura da soja cv. TMG 7063 IPRO, em função de épocas de aplicação e doses de produto a base de cobalto e molibdênio via foliar. Ilha Solteira, 2020.

Tratamento	AP cm	NVP	NSP Unidade	NSV	M100 g	PROD kg ha <sup>-1</sup>
<b>Épocas</b>						
E1 – V <sub>4-3</sub>	110.77	87.33	184.78	2.11	16.07	3795.23
E2 – V <sub>4-6</sub>	110.04	88.98	183.43	2.06	15.81	3732.58
<b>Doses (Lha<sup>-1</sup>)</b>						
0	112.90	80.45	166.70	2.05	16.35	3823.12
0.5	111.05	91.60	187.02	2.05	14.75	3549.46
1.0	107.78	85.17	177.60	2.08	15.77	3720.36
1.5	110.31	95.20	197.02	2.08	16.58	3851.52
2.0	109.98	88.35	192.17	2.16	16.26	3875.10
<b>Teste F</b>						
(E)	0.19 <sup>ns</sup>	0.08 <sup>ns</sup>	0.01 <sup>ns</sup>	1.06 <sup>ns</sup>	0.30 <sup>ns</sup>	0.20 <sup>ns</sup>
(D)	1.01 <sup>ns</sup>	0.81 <sup>ns</sup>	0.53 <sup>ns</sup>	0.54 <sup>ns</sup>	1.90 <sup>ns</sup>	0.74 <sup>ns</sup>
(D)*(E)	1.03 <sup>ns</sup>	1.82 <sup>ns</sup>	0.72 <sup>ns</sup>	0.88 <sup>ns</sup>	2.81 <sup>ns</sup>	2.79 <sup>ns</sup>
CV (%)	4.71	20.19	25.46	8.28	9.38	12.91
Média Geral	110.40	88.15	184.10	2.08	15.94	3763.91

<sup>ns</sup> = não significativo pelo Teste F.

**Fonte:** Elaboração do próprio autor.

Nas Tabelas 2, 3 e 4 estão representados os valores médios referente aos testes de qualidade de sementes. Para a variável primeira contagem (Tabela 2), foi constatado efeito significativo para a época de aplicação. Observa-se que a aplicação no estágio V<sub>4-3</sub> apresentou 90,6% de plântulas normais na primeira contagem, o equivalente a 4,5% a mais que no estágio V<sub>4-6</sub>.

No teste de germinação, os resultados se apresentaram acima dos padrões de viabilidade de sementes mínima exigida, ou seja, todos os tratamentos expressaram porcentagem de germinação acima de 80%, estando de acordo com os padrões exigidos nas Regras para Análise de Sementes- RAS (BRASIL, 2009). A aplicação no estágio V<sub>4-3</sub> apresentou 4,1% a mais de plântulas normais, mas não foi constatado efeito significativo entre os tratamentos. Em relação ao comprimento da parte aérea, o comprimento da raiz e a massa seca de plântulas, houve interações significativas entre as doses e as épocas de aplicação.

**Tabela 2.** Valores médios para primeira contagem (PC); germinação (G), comprimento da parte aérea (PA); comprimento da raiz (RA), massa seca de plântulas (MS), na cultura da soja cv. TMG 7063 IPRO, em função de épocas de aplicação e doses de produto a base de cobalto e molibdênio via foliar. Ilha Solteira, 2020.

Tratamento	PC	G	PA	RA	MS
	%		cm		mg plântula <sup>-1</sup>
<b>Épocas</b>					
E1 – V <sub>4-3</sub>	90.60 a	92.50 a	5.48 a	9.95 a	29.62 a
E2 – V <sub>4-6</sub>	86.50 b	88.70 a	5.88 a	9.81 a	30.88 a
<b>Doses (L ha<sup>-1</sup>)</b>					
0	86.50	89.00	5.17	9.80	29.75
0.5	86.75	87.75	5.57	10.15	28.47
1.0	88.50	88.75	5.63	9.82	30.92
1.5	89.50	93.25	5.83	9.42	29.15
2.0	91.50	94.25	6.17	10.22	32.95
<b>Teste F</b>					
(E)	4,37 *	3.85 <sup>ns</sup>	2.89 <sup>ns</sup>	0.15 <sup>ns</sup>	1.33 <sup>ns</sup>
(D)	0.88 <sup>ns</sup>	1.83 <sup>ns</sup>	1.94 <sup>ns</sup>	0.62 <sup>ns</sup>	2.07 <sup>ns</sup>
(D*E)	2.00 <sup>ns</sup>	1.21 <sup>ns</sup>	4.99 **	5.66 **	4.17 **
CV (%)	7.00	6.76	13.09	11.58	11.42
Média Geral	88.55	90.60	5.68	9.88	30.25

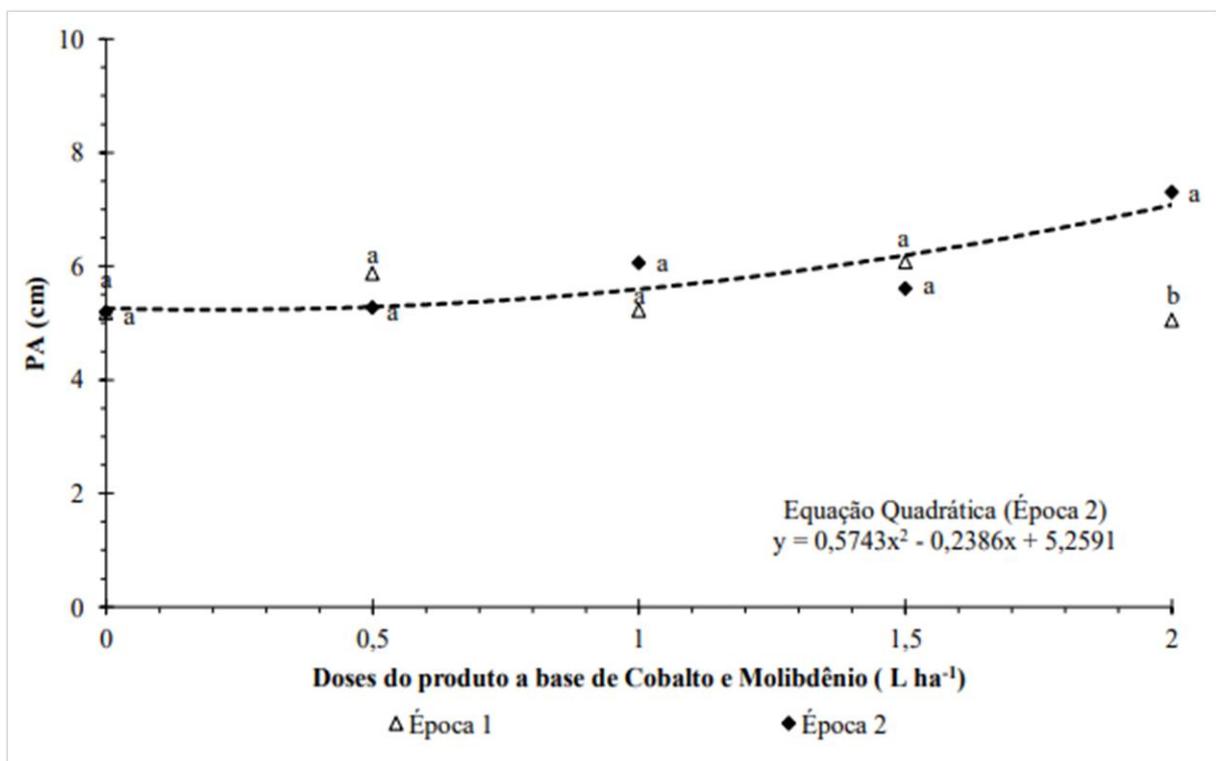
Médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

\* = Significativo pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade; \*\* = Significativo pelo teste F ao nível de 1% de probabilidade; <sup>ns</sup> = não significativo pelo Teste F.

**Fonte:** Elaboração do próprio autor.

No desdobramento da interação entre as doses e as épocas de aplicação (Figura 2), para a época 1 não houve bom ajuste dos dados, porém verificou-se que para o comprimento da parte aérea, o fornecimento de cobalto e molibdênio no estágio V<sub>4-3</sub> em doses baixas próximas de 0,5 L ha<sup>-1</sup>, promoveu a melhor resposta da cultura e conseqüentemente maior comprimento da parte aérea, já a aplicação de doses em torno de 2 L ha<sup>-1</sup>, provavelmente acarretou fitotoxidez nas plantas, explicando a queda nos valores. No desdobramento da variável comprimento da raiz, foi observado o mesmo efeito da interação entre as doses e as épocas de aplicação, no entanto os dados também não apresentaram bom ajuste. A aplicação de 2 L ha<sup>-1</sup> no estágio V<sub>4-6</sub> (época 2) conferiu para ambas as variáveis analisadas, valores superiores as demais doses testadas, decorrente da maior exigência da cultura neste estágio de desenvolvimento. A dose mínima obtida para a variável comprimento da parte aérea foi de 0,20 L ha<sup>-1</sup>.

**Figura 2.** Desdobramento da variável: Comprimento da parte aérea (cm) em função de épocas de aplicação e doses de produto a base de cobalto e molibdênio via foliar.



Médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

\* = Significativo pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade; \*\* = Significativo pelo teste F ao nível de 1% de probabilidade; ns = não significativo pelo Teste F.

**Fonte:** Elaboração do próprio autor.

Em relação à massa seca de plântulas, apesar dos dados não apresentarem bom ajuste, observou-se no desdobramento que a dose de 1,5 L ha<sup>-1</sup> proporcionou maior valor quando a aplicação foi realizada no estágio V<sub>4-3</sub>. Para a aplicação no estágio V<sub>4-6</sub>, confirmou o efeito observado na Figura 2, sendo a dose de 2 L ha<sup>-1</sup> a que mais se destacou.

Segundo Kirkby e Romheld (2007), o Mo está presente em menor concentração nas plantas, ainda citam que cerca de 1 mg kg<sup>-1</sup> de matéria seca seria suficiente para suprir a demanda das plantas, no entanto seu uso não deixa de ser importante visto que além de estar envolvido com a FBN, é um elemento que contribui para a tolerância a estresses bióticos e abióticos.

De acordo com Meireles et al. (2003), avaliando o efeito da época de aplicação e parcelamento de doses de molibdênio via foliar, sobre a qualidade fisiológica das sementes de feijão, observaram que não houve efeito significativo na primeira contagem do teste de germinação e no comprimento da parte aérea.

Ainda observaram que realizando o parcelamento de Mo aos 20 e 30 dias (40 g ha<sup>-1</sup> por parcelamento), não houve diferença significativa entre o parcelamento aos 15 e 30 dias após a emergência das plântulas, sendo ambos os valores obtidos no parcelamento, superiores à testemunha.

No teste de envelhecimento acelerado utilizou-se o método convencional analisando-se a porcentagem de plântulas normais, sendo o teste intimamente relacionado ao potencial de armazenamento de sementes. Como mostra os resultados (Tabela 3), foi constatado interação significativas entre as épocas de aplicação e as doses do produto. Observa-se que com o aumento das doses, a porcentagem de plântulas normais se mostraram inferiores a testemunha.

Com base no desdobramento (Figura 3), é possível observar que a aplicação de doses a partir de 1,0 L ha<sup>-1</sup> provocou a diminuição de plântulas normais quando a aplicação foi realizada no estágio V<sub>4-3</sub>. Os dados se ajustaram a função geral de regressão quadrática  $y = -12,143x^2 + 9,5857x + 63,829$ , com R<sup>2</sup> de 0,99<sup>\*\*</sup>, obtendo-se uma dose ótima de 0,394 L ha<sup>-1</sup>.

Em contrapartida, a aplicação de doses superiores no estágio V<sub>4-6</sub>, indicaram aumento na porcentagem de plântulas normais decorrente das sementes envelhecidas, sendo encontrada a dose mínima de 0,920 L ha<sup>-1</sup>.

Conforme apresentado na Tabela 3, a condutividade elétrica não foi influenciada significativamente pelos tratamentos, o que mostra que nenhum deles provocou o comprometimento na integridade das membranas celulares das sementes de soja. Na velocidade de germinação, todas as plântulas apresentaram valores semelhantes, sendo a germinação completa alcançada em torno de oito dias, não foi observado diferenças significativas entre os



tratamentos.

Para o índice de velocidade de emergência o mesmo foi observado, os resultados não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos, afirmando o que o teste de velocidade de germinação apresentou, ou seja, a aplicação de Co e Mo não influenciaram as sementes a germinarem mais rápido, independente da dose e época de aplicação.

Esperava-se ao menos um pequeno ganho no teor de N nas folhas de soja, visto a importância destes elementos na fixação biológica, porém não foi observada diferença significativa entre os tratamentos. Moraes et al. (2008), avaliando a translocação de Mo aplicado via foliar em diferentes épocas de desenvolvimento da soja, explicam que a capacidade de suprimento dos solos, assim como a presença de contaminantes contendo micronutrientes em corretivos e fertilizantes, podem induzir a não resposta da cultura a adubação foliar com os referidos elementos.

**Tabela 3.** Valores médios para envelhecimento acelerado (EA); condutividade elétrica (CE); velocidade de germinação (VG); índice de velocidade de emergência (IVE), teor de nitrogênio nas folhas (N) e emergência de plântulas (EP), na cultura da soja cv. TMG 7063 IPRO, em função de épocas de aplicação e doses de produto a base de Cobalto e molibdênio via foliar. Ilha Solteira, 2020.

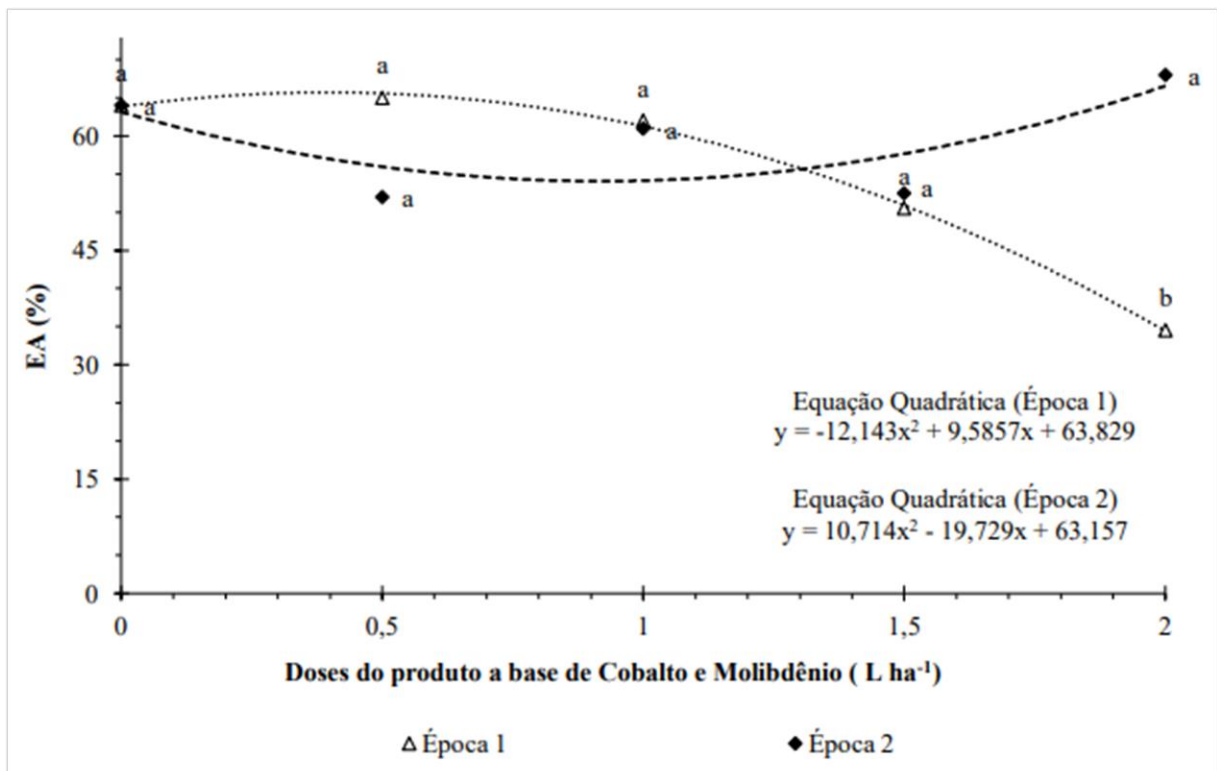
<b>Tratamento</b>	<b>EA</b>	<b>CE</b>	<b>VG</b>	<b>IVE</b>	<b>N</b>	<b>EP</b>
	<b>%</b>	<b><math>\mu\text{S.cm}^{-1} . \text{g}^{-1}</math></b>	<b>Dias</b>		<b><math>\text{g.kg}^{-1}</math></b>	<b>%</b>
<b>Épocas</b>						
E1 – V <sub>4-3</sub>	55.20	114.87	8.26	6.49	40.03	84.10
E2 – V <sub>4-6</sub>	59.50	116.43	8.37	6.16	39.57	85.20
<b>Doses (L/ha<sup>-1</sup>)</b>						
0	64.00	120.96	8.15	6.54	39.06	84.00
0.5	58.50	104.51	8.40	6.53	39.94	86.50
1.0	61.50	122.22	8.39	6.17	39.32	84.50
1.5	51.50	115.15	8.26	6.09	41.45	82.25
2.0	51.25	115.42	8.37	6.30	39.22	86.00
<b>Teste F</b>						
(E)	2.27 <sup>ns</sup>	0.06 <sup>ns</sup>	2.57 <sup>ns</sup>	4.09 <sup>ns</sup>	1.10 <sup>ns</sup>	0.28 <sup>ns</sup>
(D)	3.29 <sup>*</sup>	1.01 <sup>ns</sup>	3.64 <sup>ns</sup>	1.27 <sup>ns</sup>	0.30 <sup>ns</sup>	0.54 <sup>ns</sup>
(D*E)	7.39 <sup>**</sup>	0.56 <sup>ns</sup>	0.31 <sup>ns</sup>	2.35 <sup>ns</sup>	0.08 <sup>ns</sup>	1.94 <sup>ns</sup>
CV (%)	15.73	16.97	2.26	8.00	6.64	7.68
<b>Média Geral</b>	<b>57.35</b>	<b>115.65</b>	<b>8.31</b>	<b>6.33</b>	<b>39.80</b>	<b>84.65</b>

\* = Significativo pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade; \*\* = Significativo pelo teste F ao nível de 1% de probabilidade; <sup>ns</sup> = não significativo pelo Teste F.

**Fonte:** Elaboração do próprio autor.

A emergência de plântulas (Tabela 3) não foi influenciada pela aplicação dos tratamentos, apresentando uma média geral de 84,6% de plântulas emergidas ao final do teste. Diferentemente, Guerra et al. (2006), avaliando o efeito da aplicação de fósforo, molibdênio e cobalto na qualidade fisiológica de sementes de soja, verificaram efeitos significativos na aplicação de Co e Mo via sementes para a emergência a campo.

**Figura 3.** Desdobramento da variável envelhecimento acelerado (%) em função de épocas de aplicação e doses de produto a base de cobalto e molibdênio via foliar.



Médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. \* = Significativo pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade; \*\* = Significativo pelo teste F ao nível de 1% de probabilidade; ns = não significativo pelo Teste F.

**Fonte:** Elaboração do próprio autor.

Foi observado diferença significativa entre as doses aplicadas para a primeira contagem após seis meses de armazenamento das sementes (Tabela 4). A dose de 2 L ha<sup>-1</sup> apresentou 80,25% de plântulas normais, diferença de 20,7% em relação a testemunha, nas demais doses os resultados foram inferiores a 80% ficando abaixo do valor mínimo para comercialização de sementes.

Diferentemente do observado no presente trabalho, Ascoli et al. (2008), observaram que no teste de primeira contagem na cultura do feijão, o vigor das sementes reduziram

aproximadamente 10% com o aumento da dose de Mo via foliar.

Após o período de armazenamento, pode-se dizer que a aplicação de Co e Mo não provocou diferenças significativas entre os tratamentos para a porcentagem de plântulas normais, no entanto, somente as doses 0,5; 1,0 e 2,0 L ha<sup>-1</sup> apresentaram valores dentro do padrão exigido para comercialização.

O comprimento da parte aérea das plântulas avaliadas pelo teste de germinação após o período de armazenamento, não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos. Em relação ao comprimento da raiz, as doses do produtos diferiram significativamente, observou-se que com o aumento das doses o comprimento da raiz também aumentou, sendo o maior valor alcançado na máxima dose aplicada.

A média geral para a massa seca de plântulas avaliadas após seis meses de armazenamento foi de 27,9 mg plântula<sup>-1</sup>, houve interação significativa entre as doses aplicadas e as épocas de aplicação.

**Tabela 4.** Valores médios para primeira contagem após seis meses de armazenamento de sementes (PCAA); porcentagem de germinação (GAA), comprimento da parte aérea (PA); comprimento da raiz (RA), massa seca de plântulas (MSAA), na cultura da soja cv. TMG 7063 IPRO, em função de épocas de aplicação e doses de produto a base de Cobalto e molibdênio via foliar. Ilha Solteira, 2020.

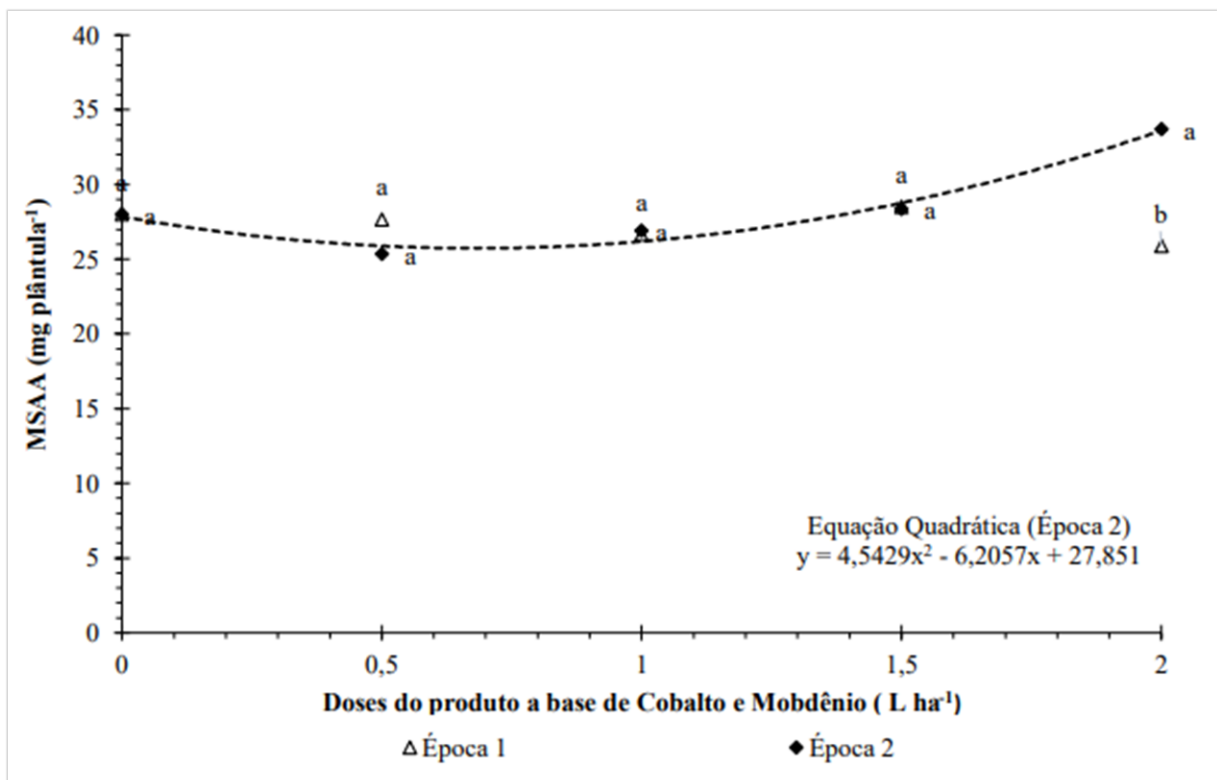
Tratamento	PCAA	GAA	PA	RA	MSAA
	%		cm		mg plântula <sup>-1</sup>
<b>Épocas</b>					
E1 – V <sub>4-3</sub>	74.30	78.40	5.43	9.56	27.34
E2 – V <sub>4-6</sub>	74.90	80.40	5.40	9.29	28.46
<b>Doses (L ha<sup>-1</sup>)</b>					
0	66.50	74.50	5.40	8.37	28.00
0.5	77.50	80.25	5.07	9.15	26.50
1.0	75.00	80.25	5.53	9.41	26.77
1.5	73.75	79.25	5.38	9.52	28.42
2.0	80.25	82.75	5,70	10.68	29.80
<b>Teste F</b>					
(E)	0.07 <sup>ns</sup>	1.06 <sup>ns</sup>	0.02 <sup>ns</sup>	1.18 <sup>ns</sup>	2.03 <sup>ns</sup>
(D)	4.12 <sup>**</sup>	1.95 <sup>ns</sup>	1.15 <sup>ns</sup>	9.06 <sup>**</sup>	2.31 <sup>ns</sup>
(D*E)	0.87 <sup>ns</sup>	1.10 <sup>ns</sup>	0.66 <sup>ns</sup>	2.47 <sup>ns</sup>	4.86 <sup>**</sup>
CV (%)	9.65	7.72	11.18	8.31	8.90
Média Geral	74.60	79.40	5.42	9.43	27.90

\* = Significativo pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade; \*\* = Significativo pelo teste F ao nível de 1% de probabilidade; <sup>ns</sup> = não significativo pelo Teste F.

**Fonte:** Elaboração do próprio autor.

Por meio do desdobramento (Figura 4), observa-se que a dose 2 L ha<sup>-1</sup> quando aplicada no estágio V<sub>4-6</sub>, contribuiu para o maior peso de massa seca das plântulas, confirmando o efeito observado nos desdobramentos anteriores (Figuras 2 e 3). No presente trabalho os dados se ajustaram a função de regressão quadrática  $y = 4,5429x^2 - 6,2057x + 27,851$ , com  $R^2 = 0,97^{**}$ , obtendo-se uma dose mínima de 0,68 L ha<sup>-1</sup>. Para a época 1, as equações apresentaram ajuste com baixo coeficiente de determinação..

**Figura 4.** Desdobramento da variável: Massa seca de plântulas após seis meses de armazenamento de sementes em função das doses aplicadas do produto a base de cobalto e molibdênio e épocas de aplicação.



Médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

\* = Significativo pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade; \*\* = Significativo pelo teste F ao nível de 1% de probabilidade; ns = não significativo pelo Teste F.

**Fonte:** Elaboração do próprio autor.

De acordo com França Neto et al. (2010), os atributos que permitem considerar as sementes como de alta qualidade são, altas taxas de vigor, germinação, sanidade e garantia de pureza física e varietal. Os resultados da presente pesquisa evidenciam que doses de Co e Mo próximas a 2 L ha<sup>-1</sup> no estágio V<sub>4-3</sub> ocasiona diminuição do comprimento da parte aérea, comprimento da raiz primária, massa seca de plântulas e na porcentagem de plântulas normais

obtidas na primeira contagem após o período de armazenamento, podendo inferir que quando aplicada altas doses destes elementos a qualidade fisiológica das sementes é prejudicada.

## 5 CONCLUSÃO

A aplicação de Co e Mo via foliar não influenciou os componentes de rendimento, condutividade elétrica, porcentagem de germinação, velocidade de germinação, índice de velocidade de emergência, teor de N foliar e a emergência de plântulas;

Não foi constatado diferença significativa entre as épocas de aplicação, exceto para a variável primeira contagem;

Nas condições deste experimento, a qualidade das sementes de soja foi influenciada negativamente quando a dose  $2,0 \text{ L ha}^{-1}$  foi aplicada no estágio  $V_{4-3}$ , já para aplicação no estágio  $V_{4-6}$  o efeito foi satisfatório, conferindo aumento no comprimento da parte aérea e da raiz, aumento na porcentagem de plântulas normais decorrente das sementes envelhecidas e maior massa seca de plântulas.

Considerando-se as características deste experimento, recomenda-se para ambos os estádios de desenvolvimento, a aplicação de  $1,0 \text{ L ha}^{-1}$  de Co e Mo via foliar.

## 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
- ASCOLI, A. A.; SORATTO, R. P.; MARUYAMA, W. I. Aplicação foliar de molibdênio, produtividade e qualidade fisiológica de sementes de feijoeiro irrigado. **Bragantia**, v.67, n.2, p.377-384, 2008.
- BORKERT, C. M. **Soja: adubação foliar**. Londrina, Embrapa – Centro Nacional de Pesquisa da Soja, 1987. 34p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV, 2009. 399p.
- BROCH, D. L.; RANNO, S. K (2008). Fertilidade do solo, adubação e nutrição da cultura da soja. In: **Tecnologia e produção de soja e milho 2008/2009** (pg. 5-36). Maracajú, MS: Fundação MS.
- CÂMARA, G. M. de S. Fenologia é ferramenta auxiliar de técnicas de produção. **Visão Agrícola**, v.5, p.63-66, 2006.
- COMIRAN, Alan Gustavo. **Aplicação de cobalto e molibdênio na cultura da soja**. 2019. 38f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia)- Universidade Federal de Mato Grosso, Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais, Sinop, 2019.
- CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira: grãos**: v.7, safra 2019/2020, n.12 , décimo segundo levantamento, setembro/2020. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safra/safra-graos/boletim-da-safra-de-graos>>. Acesso em: 10 nov. 2020.
- DEUNER, C.; MENEGHELLO, G. E.; BORGES, C. T.; GRIEP, L.; ALMEIDA, A. S.; DEUNER, S. Rendimento e qualidade de sementes de soja produzidas sob diferentes manejos nutricionais. **Revista de Ciências Agrárias**, Belém, v.38, n.3, p.357-365, 2015.
- DIESEL, P.; SILVA, C. A. T.; SILVA, T. R. B.; NOLLA, A. **Molibdênio e cobalto no desenvolvimento da cultura da soja**. Dourados, v.3, n.8, p.169-174, 2010.
- EDMOND, J. B. & DRAPALA, W. J. The effects of temperature, sand and soil, and acetone on germination of okra seed. **Proceedings of the American Society for Horticultural Science** . Alexandria, v.71, n.2, p.428-434, 1958.
- EMBRAPA SOJA. **Tecnologia de produção de soja – Região central do Brasil – 2001/2002**. Londrina: Embrapa Soja – (Embrapa Soja. Documentos, 167), 2001.
- EMBRAPA SOJA. **Tecnologias de Produção de Soja – Região Central do Brasil – 2008**. Londrina: Embrapa soja – (Sistemas de Produção, 12), 2008.

FAO. How to feed the world in 2050. High level expert forum. **Convened at FAO Headquarters in Rome on 12-13 October, 2009.**

FARIAS, J. R. B.; NEPOMUCENO, A. L.; NEUMAIER, N. **Ecofisiologia da Soja.** Londrina: Embrapa Soja, 2007. 9p. (Embrapa Soja. Circular Técnica, 48).

FEHR, V. R.; CAVINESS, C. E. **Stages of soybean development.** Ames: Iowa State University of Science and Technology, 1977. 11p. (Special Report 80).

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

FRANÇA NETO, L. B.; KRZYZANOWSKI, F. C.; HENNING, A. A. A importância do uso de sementes de soja de alta qualidade. **Informativo Abrates**, Londrina, v.20, n.1-2, p.37-38, 2010.

GALINDO, F. S.; TEIXEIRA FILHO, M. M. C.; BUZETTI, S.; SANTINI, J. M.; LUDKIEWICKZ, M. G. Z.; BAGGIO, G. Modes of application of cobalt, molybdenum and *Azospirillum brasilense* on soybean yield and profitability. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina grande, v. 21, n.3, p.180-185, 2017.

GAZZONI, D. L.; DALL'AGNOL, A. **A saga da soja - de 1050 a.C a 2050 d. C.** Embrapa, Brasília, 2018. 199p.

GOLO, A. L.; KAPPES, C.; CARVALHO, M. A. C.; YAMASHITA, O. M. Qualidade das sementes de soja com a aplicação de diferentes doses de molibdênio e cobalto. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.31, n.1, p.40-49, 2009.

GUERRA, C. A. et al. Qualidade fisiológica de sementes de soja em função da adubação com fósforo, molibdênio e cobalto. **Acta Scientiarum**, v.28, n. 01, p.91-97, 2006.

HIRAKURI, M. H.; LAZZAROTTO, J. J. O agronegócio da soja nos contextos mundial e brasileiro. **Documentos Embrapa**, Londrina, n.349, 2014.

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, 2007. 80p. (Embrapa Soja. Documentos, 283).

HUNGRIA, M.; CAMPO, R. J.; MENDES, I. C. **Fixação biológica do nitrogênio na cultura da soja.** Londrina: Embrapa Soja; Planaltina: Embrapa Cerrados, 2001. 48p. (Embrapa Soja. Circular técnica, 35; Embrapa Cerrados. Circular técnica, 13).

KIRKBY, E. A.; ROMHELD, V. Micronutrientes na fisiologia de plantas: Funções, absorção e mobilidade. Internacional Plant Nutrition Institute. **Informações agronômicas**, n.118, p.1-24, 2007.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination: aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Chicago, v.2, n.2, p.176-177, Apr./Jun. 1962.



MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional de plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: Potafos, 1997. 319p.

MARCONDES, J. A. P.; CAIRES, E. F. Aplicação de molibdênio e cobalto na semente para cultivo da soja. **Braganthia**, v.64, n.4, p.687-694, 2005.

MARCOS FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (Ed.) **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. Cap.3, p.1-24.

MEIRELES, R. C.; REIS, L. S.; ARAÚJO, E. F.; SOARES, A. S.; PIRES, A. A.; ARAÚJO, G. A. A. Efeito da época e do parcelamento de aplicação de molibdênio, via foliar, na qualidade fisiológica das sementes de feijão. **Revista Ceres**, v.50, n.292, p.699-707, 2003.

MESCHEDE, D. K.; BRACCINI, A. de L.; BRACCINI, M. do C.L; SCAPIM, C. A.; SCHUAB, S. R. P. Rendimento, teor de proteínas nas sementes e características agrônômicas das plantas de soja em resposta a adubação foliar e tratamento de sementes com molibdênio e cobalto. **Acta Scientiarum- Agronomy**, v.26, n.2, p.139-145, 2004.

MORAES, L. M. de F.; LANA, R. M. Q.; MENDES, C.; MENDES, E.; MONTEIRO, A.; ALVES, J. F. Redistribuição de Molibdênio aplicado via foliar em diferentes épocas na cultura da soja. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.32, n.5, p.1496-1502, 2008.

NEUMAIER, N. et al. Estádios de desenvolvimento da cultura de soja. In: BONATTO, E.R. (eds.). **Estresses em soja**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, cap.1, p.19-44, 2000.

PESSOA, A. C. S. et al. Produtividade de soja em resposta á adubação foliar, tratamento das sementes com molibdênio e inoculação com *Bradyrhizobium japonicum*. **Acta Scientiarum**, Maringá, v.21, n.3, p.531-535, 1999.

RESENDE, A. V. **Adubação da soja em áreas do cerrado: micronutrientes**. Planaltina-GO: Embrapa Cerrados, 2004. 29p. (Documentos, n. 115).

SFREDO, G. J. **Soja no Brasil: calagem, adubação e nutrição mineral**. Londrina: Embrapa Soja, 2008. 148p. (Embrapa Soja. Documentos, 305).

SFREDO, G. J.; OLIVEIRA, M.C.N.de. **Soja: molibdênio e cobalto**. Londrina: Embrapa Soja, 2010. (Embrapa Soja. Documentos, 322).

SILVA, A. F. D.; SCHONINGER, E. L.; MONTEIRO, S.; CAIONE, G.; CARVALHO, M. A. C. De; DALCHIAVON, F. C.; NOETZOLD, R. Inoculação com *bradyrhizobium* e formas de aplicação de cobalto e molibdênio na cultura da soja. **Revista Agrarian**, Dourados, v. 4, n. 12, p. 98-104, 2011.

SILVA, C. N. B; GALACINE, J. R. M.; SILVA, D. P.; EPIPHANIO, P. D.; BARROS, B. M. C.; SILVA, T. F.; GIROTTO, M.; BOSQUÊ, G. G.; LIMA, F. C. C. Aplicação de cobalto para absorção de nitrogênio na cultura da soja. **Revista Científica Eletrônica de Agronomia**, 2011.

STAUT, L. A. **Adubação foliar com nutrientes na cultura da soja**. 2007. Disponível em: <<http://www.agronline.com.br/artigos/artigo.php?id=413>>. Acesso em: 10 nov. 2020.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 888p.

VIEIRA, R. D. Teste de condutividade elétrica. In: VIEIRA, R.D.; CARVALHO, N.M. (Ed.). **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. p.103-132.

VIEIRA, R. D.; KRZYZANOWSKI, F. C. Teste de condutividade elétrica. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. 2018p. Cap.4, p.1-26.

VOSS, M.; PÖTTKER, D. Adubação com molibdênio em soja, na presença ou ausência de calcário aplicado na superfície do solo, em plantio direto. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.31, n.5, p.787-791, 2001.