

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”

FACULDADE DE ENGENHARIA

CAMPUS DE ILHA SOLTEIRA

CARINA OLIVEIRA E OLIVEIRA

Produção e posterior semeadura de sementes de soja enriquecida com molibdênio: qualidade fisiológica, alterações químicas e nutricionais, métodos e épocas de aplicação.

Ilha Solteira

2015

CARINA OLIVEIRA E OLIVEIRA

Produção e posterior semeadura de sementes de soja enriquecida com molibdênio: qualidade fisiológica, alterações químicas e nutricionais, métodos e épocas de aplicação.

Prof. Dr. Marco Estácio de Sá
Orientador
Prof. Dr. Edson Lazarini
Co-orientador

Dissertação apresentada à Faculdade de Engenharia - UNESP – Campus de Ilha Solteira, para obtenção do título de Mestre em Agronomia.

Especialidade: Sistemas de Produção

Ilha Solteira
2015

FICHA CATALOGRÁFICA

Desenvolvido pelo Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação

O482p Oliveira, Carina Oliveira e.
Produção e posterior semeadura de sementes de soja enriquecida com molibdênio: qualidade fisiológica, alterações químicas e nutricionais, métodos e épocas de aplicação. / Carina Oliveira e Oliveira. -- Ilha Solteira: [s.n.], 2015
86 f. : il.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira. Especialidade: Sistemas de Produção, 2015

Orientador: Marco Eustáquio De Sá

Co-orientador: Edson Lazarini

Inclui bibliografia

1. Glycine max (L.) merrill. 2. Germinação. 3. Nódulos. 4. Micronutriente. 5. Vigor. 6. Proteína.

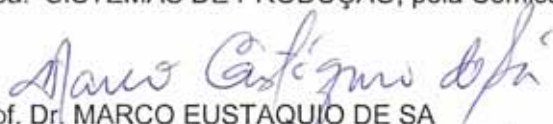
CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: Produção e posterior semeadura de sementes de soja enriquecida com molibdênio; qualidade fisiológico, alterações químicas e nutricionais, métodos e épocas de aplicação

AUTORA: CARINA OLIVEIRA E OLIVEIRA

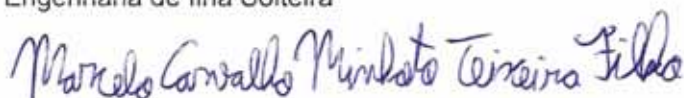
ORIENTADOR: Prof. Dr. MARCO EUSTAQUIO DE SA

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de MESTRE EM AGRONOMIA ,
Área: SISTEMAS DE PRODUÇÃO, pela Comissão Examinadora:



Prof. Dr. MARCO EUSTAQUIO DE SA

Departamento de Fitotecnia, Tecnologia de Alimentos e Sócio Economia / Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira



Prof. Dr. MARCELO CARVALHO MINHOTO TEIXEIRA FILHO

Departamento de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos / Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira



Profa. Dra. GISELE HERBST VAZQUEZ

Departamento de Agronomia / Universidade Camilo Castelo Branco

Data da realização: 30 de janeiro de 2015.

Aos meus queridos pais, Anivaldo e Marlene, e às minhas
irmãs, Camila e Carol, pelo amor e presença em toda
minha vida. E a minha avó Helena por tudo que fez por
mim.

Agradecimentos

A Deus, em quem pude me apoiar nos momentos mais difíceis me permitindo vencer mais uma etapa em minha vida.

À Fundação de Amparo e Pesquisa do Estado de São Paulo - FAPESP, pela bolsa de estudo.

Aos meus pais, Marlene e Anivaldo, pelo incentivo, amor, atenção, compreensão, por estarem torcendo por mim em cada etapa da minha vida, me dando apoio e força nas minhas decisões. Minhas irmãs Camila e Carol, especialmente a Carol por ser meu suporte, minha família, minha amiga durante todos esses anos, obrigada pelo carinho e pela paciência. Sentirei falta do convívio diário, mas agradeço a Deus por ter passado esses anos ao seu lado! Aos meus avós, em especial a minha amada avó Helena, que está olhando por mim.

Ao professor, orientador e amigo Marco Eustáquio de Sá pelo aprendizado, pelas conversas e conselhos. Por ser um exemplo para mim, tanto profissionalmente como pessoalmente. Por acreditar em mim e me incentivar a cada desafio, sempre me aconselhando e fazendo seguir em frente, agradeço muito por tudo, me senti muito honrada de poder passar este tempo com o senhor.

Aos meus professores que contribuíram para esta conquista, passando conhecimento e vivência, me aconselhando sempre que necessário, a quem tenho todo respeito. Em especial Edson Lazarini, Gisele H. Vazquez, Marlene Cristina Alves, João Luís Zocoler, Salatier Buzetti, Marcelo Andreotti, Marcelo C. M. Teixeira Filho, Kuniko I. Haga.

Aos técnicos de laboratório, Alexandre Marques da Silva e Selma Maria Buzetti Moraes. A todos os funcionários, da limpeza, laboratórios, secretaria, fazenda e segurança, em especial, Mirian O. Santos, Alvino, Sandra.

A Carolina Cipriano (xPipocan) por me ajudar sempre que possível, por me incentivar desde a graduação e acreditar em mim, por me aconselhar nos momentos de dúvidas, medos e felicidade, saiba que você sempre estará comigo. Torço muito por você!...

Aos amigos durante essa caminhada, Ariani, Gabriela, Luiz Gustavo (Berinjela), João William (Ameba), João Victor (Galocha), Luiz Fernando (Pirulito), Gustavo (Matias), Gustavo (Burns), Renato, Raul em especial ao Marcus e Viviane. Aos colegas de mestrado, pelos estudos e companhia. Quero agradecer a minhas amigas distantes, mas que sempre se preocuparam e torceram por mim, em especial a Larissa, Cintia (Manju), Patrícia (Tonela) e Bárbara.

Àquelas pessoas que, embora não tenha citado os nomes contribuíram de alguma maneira para a realização deste trabalho e de uma forma ou de outra fizeram parte da minha vida durante essa caminhada. Meu Muito Obrigada!

RESUMO

Estudos tem mostrado a importância do uso de molibdênio (Mo) na cultura da soja, tendo este micronutriente grande importância no processo de fixação simbiótica do nitrogênio, principalmente por fazer parte da enzima nitrogenase, que é responsável pelo fornecimento de nitrogênio para as plantas de soja. Assim o objetivo do trabalho foi produzir sementes de soja enriquecidas com diferentes doses de Mo e verificar o comportamento destas sementes quanto à qualidade fisiológica e nutricional, além de utilizar estas sementes de soja enriquecida com molibdênio para a semeadura na próxima safra, e analisar seu comportamento quanto à presença e ausência de molibdênio no início da cultura. O experimento foi desenvolvido na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão/UNESP - Campus de Ilha Solteira, localizada no município de Selvíria – MS, em um Latossolo Vermelho distrófico de textura argilosa. O experimento foi realizado em dois anos, sendo o cultivar utilizado BRS Valiosa RR. No primeiro ano foram utilizadas três doses de molibdênio (0, 400 e 800 g ha⁻¹ de Mo), com quatro repetições, aplicadas via foliar, metade da dose nos estádios R₃ e outra metade em R₆. No segundo ano as sementes obtidas no primeiro ano foram semeadas para formação de dois experimentos conduzidos paralelamente, sendo que um experimento foi realizado em blocos casualizados com esquema fatorial 3x3, com três métodos de aplicação (sem aplicação de molibdênio, aplicação de molibdênio no momento da semeadura na dose de 25 g ha⁻¹ de Mo, e aplicação via foliar no estágio V₄ na dose de 25 g ha⁻¹ de Mo) e sementes com três teores de Mo obtidas no ano anterior. O segundo experimento foi em blocos casualizados em esquema fatorial 4 x 4 x 3 (épocas de aplicação x doses x sementes com teores de Mo diferentes), com quatro repetições. As quatro épocas de aplicação foram: V₄, no pré florescimento, em R₃ e R₅, e as doses 0, 25, 50 e 100 g ha⁻¹ de Mo, e sementes com três teores de Mo obtidas no ano anterior. Houve enriquecimento das sementes no primeiro ano já com dose de 400 g ha⁻¹ de Mo. O uso de sementes enriquecidas com Mo a teores 400 e 800 g ha⁻¹ de Mo já foram suficientes para aumentar a produtividade e teor de proteína sem outro tipo de adubação molidbídica. Dose via foliar de 50 a 100 g ha⁻¹ de Mo no estágio V₄ e pré-florescimento e o uso de sementes enriquecidas com teor de 250 a 400 g ha⁻¹ de Mo, aumentam o número de nódulos, massa seca de nódulos e apresentam melhor qualidade fisiológica. Condutividade elétrica nos dois anos apresentou menores valores com aumento da dose foliar de Mo em plantas oriundas de sementes enriquecidas com 800 g ha⁻¹ de Mo e o aumento das doses de Mo aumentou o teor de N e Ca foliar e diminuiu o teor de S.

Palavras-chave: *Glycine max* (L.) Merrill. Germinação. Nódulos. Micronutriente. Vigor. Proteína.

ABSTRACT

Studies have shown the importance of using molybdenum (Mo) in soybean crops taking this micronutrient great importance in the nitrogen fixation process, especially for being part of the nitrogenase enzyme, which is responsible for supplying nitrogen to the soybean plants. The objective of this study was to produce soybean seeds enriched with different doses of Mo and verify the behavior of these seeds by physiological and nutritional quality, and using these soybeans enriched with molybdenum for sowing next season, and analyze their behavior for the presence or absence of molybdenum at the beginning of the crop. The experiment was conducted at Experimental Station belongs to UNESP – Ilha Solteira, located in Selvíria - MS, in a clayey Oxisol. The experiment was conducted in two years using BRS Valiosa RR cultivar. The first year was used three molybdenum doses (0, 400 and 800 g ha⁻¹), with four replicates, applied to the leaves, half the dose in stages R3 and the other half in R6 stage. In the second year the seeds obtained in the first year were sown for the formation of two experiments conducted in parallel. The first experiment was conducted in a randomized block design in a 3 x 3 factorial scheme: three application methods (without application of molybdenum, molybdenum application at the time of seeding in a dose of 25 g ha⁻¹ Mo, and foliar application at V4 stage in a dose of 25 g ha⁻¹ Mo) and seeds with three Mo contents obtained in the previous year. To second experiment was used a randomized block design in a factorial scheme 4 x 4 x 3: 4 application times x 4 doses of Mo x seeds with 3 different Mo content, with four replications. The application times were: V4 stage, pre flowering, R3 and R5 stage, and the doses: 0, 25, 50 and 100 g ha⁻¹ Mo, and seeds with three levels of Mo obtained in the previous year. There enrichment of seeds already in the first year at a dose of 400 g ha⁻¹ Mo. The use of seeds enriched with Mo contents 400 and 800 g ha⁻¹ of Mo were enough to increase the yield and protein content of molybdenum without other fertilizers. Dose foliar 50 - 100 g ha⁻¹ Mo on stage V4 and pre-flowering and the use of seeds enriched with content 250 to 400 g ha⁻¹ Mo, increase the number of nodules, dry weight of nodules and have better physiological quality. Electrical conductivity in both years showed lower values with increasing leaf dose of Mo in plants grown from seeds enriched with 800 g ha⁻¹ of Mo and Mo increasing doses increased the N content and leaf Ca and decreased the S content.

Keywords: *Glycine max* (L.) Merrill. Germination. Nodules. Micronutrient. Vigour. Protein.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 -** Valores médios de temperaturas máximas e mínimas e precipitação pluvial no período de 07/11/2012 a 13/03/2013. Selvíria – MS, 2013. 25
- Figura 2 -** Valores médios de temperaturas máximas e mínimas e precipitação pluvial no período 29/11/2013 a 04/04/2014. Selvíria – MS, 2014. 26
- Figura 3 -** Desdobramento da interação entre épocas de aplicação de molibdênio, doses de Mo foliar e sementes enriquecidas com doses de Mo, para o número de nódulos por planta em raiz de soja. Ilha Solteira - SP, 2013/14. 55
- Figura 4 -** Desdobramento da interação entre doses de Mo foliar, épocas de aplicação e sementes enriquecidas com doses de Mo, para número de nódulos por planta, em raiz de soja. Ilha Solteira - SP, 2013/14. 56
- Figura 5 -** Desdobramento da interação entre sementes enriquecidas com doses de Mo, épocas de aplicação e doses de Mo foliar, para número de nódulos por planta, em raiz de soja. Ilha Solteira - SP, 2013/14. 57
- Figura 6 -** Desdobramento da interação entre épocas de aplicação de Mo, doses de Mo foliar e sementes enriquecidas com doses de Mo, para massa seca de nódulos, em raiz de soja. Ilha Solteira - SP, 2013/14. 58
- Figura 7 -** Desdobramento da interação entre doses de Mo foliar, épocas de aplicação e sementes enriquecidas com doses de Mo, para massa seca de nódulos (mg), em raiz de soja. Ilha Solteira - SP, 2013/14. 59
- Figura 8 -** Desdobramento da interação entre sementes enriquecidas com doses de Mo, épocas de aplicação e doses de Mo foliar, para massa seca de nódulos, em raiz de soja. Ilha Solteira - SP, 2013/14. 60
- Figura 9 -** Desdobramento da interação entre épocas de aplicação de Mo, doses de Mo foliar e sementes enriquecidas com doses de Mo, para envelhecimento acelerado, de sementes de soja. Ilha Solteira - SP, 2013/14. 69
- Figura 10 -** Desdobramento da interação entre doses de Mo foliar, épocas de aplicação e sementes enriquecidas com doses de Mo, para envelhecimento acelerado de sementes de soja. Ilha Solteira - SP, 2013/14. 70
- Figura 11 -** Desdobramento da interação entre sementes enriquecidas com doses de Mo, épocas de aplicação e doses de Mo foliar, para envelhecimento acelerado, de sementes de soja. Ilha Solteira - SP, 2013/14. 71

- Figura 12** - Desdobramento da interação entre épocas de aplicação de Mo, doses de Mo foliar e sementes enriquecidas com doses de Mo, para teor de N foliar em plantas de soja. Ilha Solteira - SP, 2013/14. 74
- Figura 13** - Desdobramento da interação entre doses de Mo foliar, épocas de aplicação e sementes enriquecidas com doses de Mo, para teor de N foliar em plantas de soja. Ilha Solteira - SP, 2013/14. 75
- Figura 14** - Desdobramento da interação entre sementes enriquecidas com doses de Mo, épocas de aplicação e doses de Mo foliar, para teor de N foliar em plantas de soja. Ilha Solteira - SP, 2013/14. 76

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Características do cultivar BRS Valiosa RR utilizado no experimento em Selvíria – MS.	27
Tabela 2 -	Valores de F e médias de altura de plantas (AP), altura de inserção da primeira vagem (AIPV) número de vagens por planta (V/P), número de sementes por planta (S/P) e número de sementes por vagem (S/V) e população final (PF) em função de doses de molibdênio foliar. Selvíria-MS, 2012/13.	33
Tabela 3 -	Valores de F e médias de produtividade de sementes e massa de 1000 sementes de soja em função de doses de molibdênio foliar. Selvíria-MS, 2012/13.	34
Tabela 4 -	Valores de F e médias de teor de proteína da semente, teor de lipídeos da semente e teor de molibdênio na semente de soja, em função de doses de molibdênio foliar. Ilha Solteira - SP, 2012/13.	35
Tabela 5 -	Valores de F e médias de germinação (G), primeira contagem da germinação (PC), índice de velocidade de germinação (IVG), envelhecimento acelerado (EA), condutividade elétrica (CE) e massa seca de plântulas (MS) de sementes de soja em função de doses de molibdênio foliar. Ilha Solteira - SP, 2012/13.	37
Tabela 6 -	Valores de F e médias de altura de plantas (AP), altura de inserção da primeira vagem (AIPV) número de vagens por planta (V/P), número de sementes por planta (S/P), número de sementes por vagem (S/V) e população final (PF) em função de métodos de aplicação de molibdênio e utilização de sementes enriquecidas com doses de Mo. Selvíria-MS, 2013/14.	38
Tabela 7 -	Valores de F e médias de produtividade de sementes (kg/ha), massa de 1000 sementes (g) em função de métodos de aplicação de molibdênio e utilização de sementes enriquecidas com diferentes doses de Mo. Selvíria-MS, 2013/14.	39
Tabela 8 -	Valores de F e médias do número de nódulos por planta e massa seca de nódulos por planta, em função de métodos de aplicação de molibdênio e utilização de sementes enriquecidas com doses de molibdênio foliar. Selvíria - MS, 2013/14.	41
Tabela 9 -	Desdobramento da interação entre a utilização de sementes enriquecidas com doses de Mo e métodos de aplicação, para o número de nódulos por planta. Selvíria - MS, 2013/14.	42

Tabela 10 -	Desdobramento da interação entre à utilização de sementes enriquecidas com doses de Mo e métodos de aplicação, para massa seca de nódulos por planta. Selvíria - MS, 2013/14.	43
Tabela 11 -	Valores de F e médias de proteína, teor de lipídeos e teor de molibdênio nas sementes de soja, em função de métodos de aplicação de molibdênio e das sementes enriquecidas com doses de Mo. Ilha Solteira – SP, 2013/14.	44
Tabela 12 -	Desdobramento da interação entre métodos de aplicação de Mo e sementes enriquecidas com doses de Mo, para teor de proteína nas sementes de soja. Ilha Solteira - SP, 2013/14.	45
Tabela 13 -	Valores de F e médias de germinação (G), primeira contagem da germinação (PC), índice de velocidade de germinação (IVG), envelhecimento acelerado (EA) e condutividade elétrica (CE) em função de métodos de aplicação de molibdênio e sementes enriquecidas com doses de Mo. Ilha Solteira - SP, 2013/14.	46
Tabela 14 -	Desdobramento da interação entre métodos de aplicação de molibdênio e sementes enriquecidas com doses de Mo, para a de primeira contagem da germinação de sementes de soja Ilha Solteira - SP, 2013/14.	47
Tabela 15 -	Desdobramento da interação entre métodos de aplicação de molibdênio e sementes enriquecidas com doses de Mo, para a índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de soja Ilha Solteira - SP, 2013/14.	48
Tabela 16 -	Desdobramento da interação entre métodos de aplicação de molibdênio e sementes enriquecidas com doses de Mo, para condutividade elétrica de sementes de soja. Ilha Solteira - SP, 2013/14.	48
Tabela 17 -	Valores de F e médias de teor foliar de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S) em função de métodos de aplicação de molibdênio e sementes enriquecidas com doses de Mo. Ilha Solteira - SP, 2013/14.	49
Tabela 18 -	Valores de F e médias de altura de plantas (AP), altura de inserção da primeira vagem (AIPV) número de vagens por planta (V/P), número de sementes por planta (S/P), número de sementes por vagem (S/V) e população final (PF) em função de épocas de aplicação de molibdênio, doses de molibdênio foliar e utilização de sementes enriquecidas com molibdênio. Selvíria-MS, 2013/14.	51
Tabela 19 -	Valores de F e médias de produtividade de sementes, massa de 1000 sementes em função de épocas de aplicação de molibdênio, doses de molibdênio foliar e utilização de sementes enriquecidas com molibdênio. Selvíria-MS, 2013/14.	52

Tabela 20 -	Desdobramento da interação entre doses de Mo foliar e sementes enriquecidas com Mo, para produtividade de sementes de soja. Selvíria - MS, 2013/14.	53
Tabela 21 -	Valores de F e médias do número de nódulos por planta e massa seca de nódulos por planta, em função de épocas de aplicação de molibdênio, doses de molibdênio foliar e utilização de sementes enriquecidas com molibdênio. Selvíria - MS, 2013/14.	54
Tabela 22 -	Valores de F e médias de teor de proteína bruta, teor de lipídeos e teor de molibdênio nas sementes de soja, em função de épocas de aplicação de molibdênio, doses de molibdênio foliar e sementes enriquecidas com doses de Mo. Ilha Solteira - SP, 2013/14.	61
Tabela 23 -	Desdobramento da interação entre doses de Mo foliar e sementes enriquecidas com doses de Mo, para teor de proteína bruta nas sementes de soja. Ilha Solteira - SP, 2013/14.	62
Tabela 24 -	Desdobramento da interação entre épocas de aplicação e doses de Mo foliar, para o teor de Mo nas sementes de soja. Ilha Solteira - SP, 2013/14.	63
Tabela 25 -	Valores de F e médias de germinação (G), primeira contagem da germinação (PC), índice de velocidade de germinação (IVG), envelhecimento acelerado (EA) e condutividade elétrica (CE) em função de épocas de aplicação de molibdênio, doses de molibdênio foliar e sementes enriquecidas com doses de Mo. Ilha Solteira - SP, 2013/14.	64
Tabela 26 -	Desdobramento da interação entre épocas de aplicação e doses de Mo foliar, para porcentagem de geminação de sementes de soja. Ilha Solteira - SP, 2013/14.	65
Tabela 27 -	Desdobramento da interação entre doses de Mo foliar e sementes enriquecidas com doses de Mo, para porcentagem de geminação em sementes de soja. Ilha Solteira - SP, 2013/14.	65
Tabela 28 -	Desdobramento da interação entre épocas de aplicação e doses de Mo foliar, para análise de primeira contagem da germinação de sementes de soja. Ilha Solteira - SP, 2013/14.	66
Tabela 29 -	Desdobramento da interação entre doses de Mo foliar e sementes enriquecidas com doses de Mo, para primeira contagem da germinação de sementes de soja. Ilha Solteira - SP, 2013/14.	67
Tabela 30 -	Desdobramento da interação entre épocas de aplicação e doses de Mo foliar, para o índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes soja. Ilha Solteira - SP, 2013/14.	68
Tabela 31 -	Desdobramento da interação entre doses de Mo foliar e sementes enriquecidas com doses de Mo, para análise índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes soja. Ilha Solteira - SP, 2013/14.	68

- Tabela 32** - Desdobramento da interação entre doses de Mo foliar e sementes enriquecidas com doses de Mo, para a condutividade elétrica de sementes soja. Ilha Solteira - SP, 2013/14. 72
- Tabela 33** - Valores de F e médias de teor foliar de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S) em função de épocas de aplicação de molibdênio, doses de molibdênio foliar e sementes enriquecidas com doses de Mo. Ilha Solteira – SP, 2013/14. 73
- Tabela 34** - Desdobramento da interação entre épocas de aplicação e doses de Mo foliar, para o teor foliar de fósforo (P). Ilha Solteira - SP, 2013/14. 77
- Tabela 35** - Desdobramento da interação entre épocas de aplicação e doses de Mo foliar, para o teor foliar de potássio (K). Ilha Solteira -SP, 2013/14. 77
- Tabela 36** - Desdobramento da interação entre épocas de aplicação e doses de Mo foliar, para o teor foliar de enxofre (S). Ilha Solteira - SP, 2013/14. 78
- Tabela 37** - Desdobramento da interação entre épocas de aplicação e doses de Mo foliar, para o teor foliar de cálcio (Ca). Ilha Solteira - SP, 2013/14. 78

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
2	REVISÃO DE LITERATURA	17
2.1	FIXAÇÃO BIOLÓGICA DO NITROGÊNIO	17
2.2	MOLIBDÊNIO	18
2.3	MÉTODOS DE APLICAÇÃO DE MOLIBDÊNIO	19
2.4	TRANSLOCAÇÕES DO MOLIBDÊNIO	20
2.5	SEMENTES ENRIQUECIDAS COM MOLIBDÊNIO	22
3	MATERIAL E MÉTODOS	25
3.1	ÁREA EXPERIMENTAL	25
3.2	DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E TRATAMENTOS	26
3.3	INSTALAÇÃO DO EXPERIMENTO	28
3.3.1	Primeiro ano (2012/13)	28
3.3.2	Segundo ano (2013/14)	28
3.4	AVALIAÇÕES	29
3.4.1	Avaliações realizadas no primeiro e segundo ano	29
3.4.2	Avaliações realizadas somente no segundo ano	32
3.5	ANÁLISE ESTATÍSTICA	32
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	33
4.1	EXPERIMENTO ANO 2012/2013	33
4.1.1	População de plantas e Características agronômicas	33
4.1.2	Produtividade da soja, massa de 1000 sementes	34
4.1.3	Teor de Molibdênio e Qualidade Nutricional das sementes	35
4.1.4	Qualidade Fisiológica	36
4.2	EXPERIMENTO 1 DO ANO AGRÍCOLA 2013/14	38
4.2.1	População de plantas e Características agronômicas	38
4.2.2	Produtividade da soja, massa de 1000 sementes	39
4.2.3	Número de Nódulos e Massa Seca de Nódulos	40
4.2.4	Teor de Molibdênio e Qualidade Nutricional das sementes	43

4.2.5	Qualidade Fisiológica	45
4.2.6	Teores de Macronutrientes Foliar	48
4.3	EXPERIMENTO 2 DO ANO AGRÍCOLA 2013/14	50
4.3.1	População de plantas e Características agronômicas	50
4.3.2	Produtividade da soja, massa de 1000 sementes	51
4.3.3	Número de Nódulos e Massa Seca de Nódulos	53
4.3.4	Teor de Molibdênio e Qualidade Nutricional das sementes	61
4.3.5	Qualidade Fisiológica	63
4.3.6	Teores de Macronutrientes Foliar	72
5	CONCLUSÃO	79
	REFERÊNCIAS	80

1 INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max* (L.) Merrill) tem grande importância no cenário mundial, tanto em questão alimentar quanto econômica, ao passo que seus grãos atendem o mercado de produção de farelo, farinhas, óleo, bebidas à base de soja e outros produtos (PAIVA; ALVES; HELENO, 2006). Segundo dados da Companhia Nacional de Abastecimento - CONAB (2014) a área total cultivada de grãos no Brasil na safra 2013/14 foi de 56,87 milhões de hectares, sendo 6,2% ou 3,3 milhões de hectares superiores a área cultivada na safra 2012/13. Deste total a soja apresentou uma área de 30.105,4 mil hectares, havendo um acréscimo de 5,6% em relação à safra passada, com uma produção de 86.052,2 mil toneladas, sendo a cultura que mais cresceu em área plantada, seguida do trigo, feijão e algodão.

Um fator de extrema importância para que isto tenha ocorrido nos últimos anos é o aumento de tecnologia utilizada pelos produtores. Segundo Linzmeyer Junior et al. (2008) a aquisição de tecnologia adequada por parte dos produtores, o fomento da pesquisa e a obtenção de novos cultivares mais produtivos e menos susceptíveis às condições adversas, fez com que a produtividade venha se elevando ao longo dos anos.

Dentre essas, destaca-se o aumento de produtividade da cultura de soja oriunda da fixação biológica de nitrogênio que reduz 100% a aplicação deste nutriente para o desenvolvimento da cultura. E isto é possível graças a estudos e pesquisas que tornam cada vez mais eficiente a relação planta e bactéria. Trabalhos como o de Brandelero, Peixoto e Ralisch, (2009), ressaltam que a produtividade da soja está estritamente relacionada a uma boa nodulação. Golo et al. (2009), pesquisando a fixação do nitrogênio em soja, constataram que a inoculação juntamente com micronutrientes, como o cobalto e molibdênio, influenciaram significativamente a produtividade de sementes.

Assim o uso de micronutrientes tem sido uma peça importante para se potencializar a fixação de N₂, principalmente o molibdênio, pois este participa como cofator na enzima nitrogenase, redutase do nitrato e oxidase do sulfeto, e está intimamente relacionado com o transporte de elétrons durante as reações bioquímicas das plantas (PRADO, 2008). E a nitrogenase é diretamente ligada a fixação simbiótica do N, sendo portanto o Mo um importante nutriente para o fornecimento de N para plantas, conseqüentemente um maior desenvolvimento destas e maior produtividade.

Estudos sobre molibdênio em culturas, principalmente soja e feijão, vem sendo desenvolvidos, porém pode-se notar que existem controvérsias sobre variados aspectos como: qual melhor método de aplicação; qual dose já se obtém sementes enriquecidas; se estas

sementes enriquecidas influenciam nas características agronômicas, fisiológicas e nutricionais destas sementes; se esta quantidade presente na semente pode ser suficiente para nutrir a nova planta quanto a este micronutriente; para quais partes da planta vão este molibdênio aplicado via foliar; e qual seria o comportamento destas sementes enriquecidas no próximo plantio.

Em função das várias controvérsias, considerando que solos anteriormente sob vegetação de cerrado pode apresentar limitações no conteúdo do micronutriente molibdênio, o presente trabalho teve por objetivo semear soja e realizar aplicação de molibdênio via foliar nos estádios reprodutivos, visando a obtenção de sementes enriquecidas com este elemento, e sua posterior semeadura com intuito de verificar o desenvolvimento destas plantas em campo, sua qualidade nutricional e qualidade fisiológica e química das sementes, quanto a influência de métodos e épocas de aplicação de Mo.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 FIXAÇÃO BIOLÓGICA DO NITROGÊNIO

As pesquisas na cultura da soja têm desenvolvido novas tecnologias de cultivo e materiais genéticos que resultam em incremento sucessivo de produtividade, por consequência com maior necessidade de nitrogênio (ZILLI et al., 2006). As principais fontes de nitrogênio para as plantas de soja são: 1- o solo, através da decomposição da matéria orgânica, porém este é limitado, sendo esgotado rapidamente, além do que as condições climáticas brasileiras aceleram a decomposição da matéria orgânica e de perdas deste N, deixando os solos pobres deste nutriente; 2- os fertilizantes nitrogenados, que trazem como dificuldade grandes gastos de fontes energéticas não renováveis para sintetizar NH_3 , e estes também apresentam baixa eficiência na sua utilização pelas plantas, onde raramente ultrapassam 60% de aproveitamento; 3- e não menos importante, a fixação biológica do nitrogênio atmosférico (N_2) através das bactérias do gênero *Bradyrhizobium*.

No Brasil, a fixação biológica do nitrogênio (FBN) na cultura da soja é um dos exemplos de maior sucesso, uma vez que a utilização de inoculantes com *Bradyrhizobium* possibilita uma economia anual aproximada 100 a 200 kg ha^{-1} de N, sendo que a quantidade média de nitrogênio alocada em uma tonelada de sementes é 51 kg (OLIVEIRA et al., 2007), o que representa uma economia, para os produtores brasileiros de cerca de US\$ 3 bilhões em fertilizantes nitrogenados (FAGAN et al., 2007). Este processo se torna essencial para produção de soja, pois seus grãos são ricos em proteína e lipídios, e o nitrogênio (N) é imprescindível na síntese de proteína.

A fixação simbiótica é realizada nos nódulos presentes junto às raízes da soja, em cujo interior é sintetizado um complexo enzimático, denominado nitrogenase, que rompe a tripla ligação existente entre os átomos de N que formam a molécula do N_2 e utilizam esses átomos para produzir duas moléculas de amônia (NH_3), que são fornecidas à planta, para sintetizar os compostos nitrogenados. Esse processo é dependente de carboidratos que são fornecidos pela planta para os microrganismos e assim se manterem vivos (ALBINO; CAMPO, 2001).

Para que ocorra boa fixação de N_2 e as bactérias fixadoras possam formar os nódulos de maneira mais eficaz, é necessário que o solo tenha capacidade de fornecer micronutrientes para a soja, onde segundo Oliveira Junior et al. (2010) a adequada disponibilidade de molibdênio e de cobalto interfere na fixação biológica de nitrogênio, pois o Mo e Co fazem parte, respectivamente, das enzimas denitrogenase e da leghemoglobina.

2.2 MOLIBDÊNIO

As plantas, assim como o ser humano, necessitam de nutrientes para sua sobrevivência, alguns requeridos em maiores quantidades, outros em quantidades menores, no entanto, todos têm atuação no metabolismo das plantas, agindo direta ou indiretamente. O Mo é um micronutriente, requerido em pequenas quantidades pelos vegetais, porém este é de fundamental importância nestes organismos, visto ser componente de pelo menos cinco enzimas distintas que catalizam reações muito diversas participando em processos de transferência de elétrons (MALAVOLTA, 2006), sendo também requerido na fixação biológica de N₂, e com grande importância para a cultura da soja.

O Mo afeta dois fatores no metabolismo do N, a redução do nitrato a nitrito e a nitrogenase (PRADO, 2008). O papel do Mo na redutase do nitrito é a transferência de elétrons do Mo para o nitrito, para que ocorra redução de NO₃⁻ a NO₂⁻. Na nitrogenase o Mo está presente na forma de Fe-Mo proteína, sendo que este ao receber elétrons da Fe-proteína se liga a N₂, e na presença destes elétrons, mais H advindos do processo de respiração via metabolismo oxidativo, juntamente com ATPs ocorre a quebra da ligação tripla do N₂ atmosférico resultando em NH₃ + H₂, sendo assim assimilado pela planta.

Devido sua importância, as plantas, especialmente as de soja, necessitam absorver este micronutriente, porém o Mo só é absorvido na forma de MoO₄⁻², sendo que a disponibilidade deste é maior quanto mais elevado o pH (LOPES; SILVA; GUILHERME, 1991), ou seja, em solos ácidos a concentração deste elemento é baixa, pois tanto o molibdênio como o fósforo, são adsorvidos pelos óxidos hidróxidos de Fe e Al, o qual ocorre devido aos processos de intemperismo nos solos tropicais (SANTOS, 2012). Assim, o íon OH⁻ deslocaria o molibdato adsorvido nos colóides do solo, liberando-o na solução, enquanto os óxidos de Al e Fe o adsorveriam fortemente.

Como a maioria dos solos brasileiros são intemperizados, portanto ricos em Fe e Al, é necessário diminuir a concentração deste, e assim se faz necessário o uso de correção do solo, sendo a calagem uma maneira de diminuir a concentração destes elementos, e conseqüentemente, aumentar a disponibilidade de Mo, desde que o solo tenha níveis adequados desse micronutriente (MALAVOLTA; VITTI; OLIVEIRA, 1997).

Estudos relacionando calagem e molibdênio foram realizados por Lantmann et al. (1989), que usara doses de Mo e calcário, e concluíram que o Mo aumentou a produtividade da soja e a proteína nos grãos, em condições de baixo pH. Lindsay (1979) considerou que a

atividade do molibdato aumenta cem vezes para cada unidade de aumento de pH. Estudo com micronutrientes (Mo, Fe e Zn) e Co, realizado por Sfredo, Borkert e Castro (1995) constatou resposta à aplicação de Mo em aplicações via foliar ou na semente, mesmo em condições de solos não-ácidos.

Como citado, a disponibilidade do molibdênio pode estar associada ao pH, e sua absorção pela planta pode ser reduzida ainda mais por este fator. Segundo Malavolta (1994), o molibdênio é o segundo micronutriente em número de ocorrências de deficiência na cultura da soja, sendo a seguinte ordem sugerida pelo autor $Zn > Mo > B > Cu = Mn > Fe$. E segundo Fageria, Baligar e Clark (2002), a sua concentração no solo varia de 0,2 a 5,0 mg kg⁻¹ (média de 2,0 mg kg⁻¹ molibdênio, dependendo das condições químicas do solo).

Além do Mo estar pouco disponível nos solos brasileiros, este ainda sofre carência, pois do total de Mo absorvido pela soja, mais de 80% é exportado para o grão, conseqüentemente, grande quantidade não retorna ao solo. Este fato, associado ao uso contínuo do solo para produção, diminui ainda mais o teor deste nutriente, acarretando em solos cada vez mais deficientes em Mo, o que limita a produtividade de grãos de soja.

2.3 MÉTODOS DE APLICAÇÃO DE MOLIBDÊNIO

Em relação ao modo de aplicação de Mo, caso esta vise à correção de deficiências nutricionais, pode ser feita de quatro modos: diretamente no solo junto com a adubação convencional (CHENG, 1985), em aplicação foliar (PESSOA, 1998), via tratamento de sementes (PARDUCCI et al., 1989) e sementes enriquecidas (utilização de sementes que contenham teores suficientes para o bom desenvolvimento das plantas).

Pesquisas realizadas para se determinar qual método seria o mais apropriado, verificaram que o uso deste micronutriente no solo, principalmente em solos brasileiros, torna a sua eficiência inferior, sendo necessário o uso de quantidades maiores para se obter uma eficiência adequada, isto em face da sua imobilização no solo pelos óxidos de Fe e Al.

Outros métodos estudados são a utilização de Mo no tratamento de sementes ou via foliar, onde segundo Sfredo e Oliveira (2010), as indicações técnicas desses micronutrientes são para aplicação de 2 a 3 g de Co e 12 a 25 g ha⁻¹ de Mo via semente ou em pulverização foliar, nos estádios de desenvolvimento V₃-V₅.

No entanto há trabalhos como o de Campo, Albino e Hungria (1999) que aplicaram Mo e Co na forma salina, junto ao tratamento de sementes, e estes afetaram a sobrevivência da bactéria, a nodulação e a eficiência de fixação do N₂, pelo efeito osmótico causado pela

utilização de sais como fonte desses elementos. Albino e Campo (2001) utilizaram fontes e doses de Mo no tratamento de sementes, e constataram que afetou o *Bradyrhizobium*, o que pode ter levado a diminuição do número de células viáveis na superfície da semente e prejudicar a nodulação e a FBN, refletindo negativamente na produtividade.

Mata et al. (2011) estudaram a aplicação de diferentes concentrações de Mo e Co na semente e via foliar, e concluíram que aplicação de 2,5 g ha⁻¹ de Co e 42 g ha⁻¹ de Mo no tratamento de semente promoveu incrementos na nodulação da soja, porém este incremento não influenciou a produtividade. Estes autores ainda concluíram que o melhor resultado tanto para nodulação quanto para produtividade foi destes micronutrientes via foliar e sem aplicação nas sementes.

Assim a aplicação de molibdênio via foliar traz algumas vantagens, como: favorece a absorção do Mo pela planta, pois o seu aproveitamento é mais rápido e não ocorre o problema de adsorção do Mo por componentes do solo (BERGER; VIEIRA; ARAÚJO 1996). Além de que a aplicação foliar pode ser direcionada a dois propósitos, caso esta seja realizada no início de desenvolvimento da cultura, terá a finalidade de suprir a falta deste elemento no solo e consequentemente fornecer esta quantidade para que a planta tenha um bom desenvolvimento inicial. Caso esta aplicação seja efetuada nos estádios reprodutivos da planta, principalmente na fase de enchimento de grãos, terá como principal intuito o enriquecimento das sementes que se originarão desta planta, pois nas fases finais de reprodução, os nutrientes já estão sendo direcionados para a formação das sementes.

De acordo Lima (2009) se a pulverização foliar for realizada no final do estágio de desenvolvimento da semente, grande quantidade de Mo é transferida para esses, obtendo-se sementes enriquecidas deste elemento. Sendo este um método mais prático de aplicar Mo sem causar maiores danos, onde a própria semente, através de suas reservas, forneceria o Mo à plântula, desde que esta possua concentração adequada do nutriente (GURLEY; GIDDENS, 1969). Segundo Grassi Filho (2006) na cultura da soja, o teor de Mo na semente deve estar entre 20 a 40 mg kg⁻¹, para que não seja necessário adicionar este nutriente na semeadura.

2.4 TRANSLOCAÇÕES DO MOLIBDÊNIO

A absorção e translocação do Mo apresenta controvérsia entre pesquisadores, de fato, como já citado, o Mo está presente nos solos em pequenas quantidades, além de apresentar interação entre os nutrientes no solo que também pode afetar a disponibilidade do Mo para as plantas. O fósforo e o enxofre são os nutrientes que estão mais diretamente envolvidos nesse

processo, exercendo efeitos contrários, apesar de apresentarem o mesmo tipo de carga ou a mesma natureza iônica. Segundo Gupta e Lipsett (1981), devido ao antagonismo entre o molibdênio e o enxofre durante o processo de absorção e ao mecanismo de translocação do Mo das raízes para a parte aérea, se o enxofre for absorvido em excesso pelas plantas, a disponibilidade de Mo diminui. O fósforo por sua vez, já possui efeito sinérgico com o Mo, estimulando sua absorção, devido à substituição do íon molibdato pelo íon fosfato nos sítios de adsorção, aumentando a disponibilidade do primeiro na solução do solo. Existe também a possibilidade da formação de complexos fosfomolibdatos, que são rapidamente absorvidos pelas raízes, e que favorecem o transporte do Mo a longa distância na planta (MARSCHNER, 1995 citado por FONSECA, 2006).

Estas dificuldades encontradas pelas plantas para absorverem este nutriente podem ser resolvidas com a aplicação deste via foliar, onde segundo Moraes et al. (2008) devido a sua mobilidade na planta, o Mo pode ser adicionado em soluções via adubação foliar, pois sua absorção ocorre rapidamente, não ocorrendo os problemas citados anteriormente, tendo aproveitamento mais rápido. Ferreira et al. (2001) relataram que o Mo é um micronutriente que apresenta mobilidade moderada dentro da planta, porém, Sfredo et al. (1997) constataram que o molibdênio apresenta grande translocação na planta, onde cerca de 67% do molibdênio estava contido nos legumes no final de ciclo da soja. E na soja em maturação, a concentração de Mo segue a ordem: folhas, cascas, legumes e caules, sendo que isto varia de acordo com a espécie.

Assim como os demais órgãos da planta, as sementes apresentam composição química bastante variável por se tratar de um órgão que é formado no final do ciclo da planta, onde a aplicação de nutrientes à planta mãe, feita por meio da adubação no solo e principalmente pela pulverização foliar, aumenta o conteúdo de nutrientes na semente produzida (MORAES, 2006), acarretando mudanças na quantificação dos nutrientes da semente e até mesmo podendo se obter sementes com nutrientes que normalmente não estariam presentes em sua composição química.

Segundo Esptein e Bloom (2006) durante o desenvolvimento das sementes, estas acumulam reservas de nitrogênio, carboidratos, lipídios e minerais, e uma gama muito ampla de minerais podem estar presentes na parede celular e nas organelas. Já elementos como o Mo, caso não seja realizada uma adubação ou pulverização na cultura, apresentam quantidades presentes nas sementes insignificantes, pois como já citado, o Mo está presente nos solos em pequenas quantidades.

O Mo é um micronutriente que se aplicado na planta mãe sua concentração nas sementes é aumentada, porém existe controvérsias no modo que este elemento é translocado no interior

da planta. Para Marschner (1995) citado por Fonseca (2006), a translocação do Mo nas plantas se dá através do floema. Já para Tiffin (1972) citado por Pires (2003), ele se move no xilema como íon molibdato ou complexado com compostos orgânicos, como aminoácidos, açúcares ou compostos polihidroxilados. Devido à sua mobilidade, em condições de deficiência na solução do solo, o Mo pode ser translocado das partes mais velhas para as mais novas das plantas. Não somente quando este elemento está em pequenas quantidades, mas também quando se faz a utilização deste na planta.

2.5 SEMENTES ENRIQUECIDAS COM MOLIBDÊNIO

O enriquecimento das sementes com determinados elementos é possível, pois segundo Guimarães (1999) a composição química das sementes é determinada fundamentalmente por fatores genéticos, porém a composição pode ter influência do ambiente e das práticas culturais, sendo o fornecimento de nutrientes o parâmetro de mais fácil controle entre os que afetam a composição química das sementes.

Esta nova possibilidade de usar sementes enriquecidas, principalmente com micronutrientes, em especial o Mo, permite várias vantagens, já que segundo Lima (2009), se evitaria as perdas do fertilizante aplicado. Outro fator a ser considerado como ponto positivo é o fato de que o nutriente contido nas sementes enriquecida estaria disponível de acordo com a demanda da planta, aumentando, assim, a eficiência do uso do nutriente. Conseqüentemente, a produção de sementes enriquecida é, sem dúvida, um incentivo à utilização de sementes de alta qualidade pelo produtor, por ser uma prática de baixo custo e tecnicamente viável (LIMA, 2009).

Assim o uso de cultivares com capacidade de acumular molibdênio nas sementes pode ser uma alternativa interessante para a produção de sementes em solos que possuam quantidades favoráveis desse nutriente para, posteriormente, as mesmas serem utilizadas em solos ácidos e com deficiência de Mo (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000). Assim, os nutrientes armazenados na semente iriam suprir a demanda necessária, ou parte dela, para o estabelecimento da plântula em seus estágios iniciais de desenvolvimento (LIMA, 2009).

Vale ressaltar que, o desenvolvimento das plantas que serão geradas por estas sementes enriquecidas depende da fertilidade do solo (JACOB-NETO; ROSSETTO, 1998), mas para Carvalho e Nakagawa (2000), apesar de certas limitações, uma semente com alto conteúdo de um elemento (semente enriquecida), originará uma planta vigorosa, em um meio deficiente desse elemento. De acordo com Brodrick et al. (1995) foi verificado que o uso de sementes com

elevado conteúdo de Mo, em solos pobres desse micronutriente na África, preveniu o aparecimento de deficiência de Mo até o quarto cultivo consecutivo no mesmo local.

Segundo a Empresa de Pesquisa Agropecuária - Embrapa (2003) o uso de sementes de soja enriquecidas com Mo é um método alternativo que apresenta resultados positivos no aumento a fixação biológica de nitrogênio e da produtividade da soja.

Trigo et al. (1997) relataram que as sementes de soja com maior conteúdo de molibdênio apresentaram melhor qualidade fisiológica, suprindo melhor a demanda metabólica inicial, levando ao maior crescimento inicial das plântulas e, posteriormente, possibilitando maior e mais rápido crescimento do sistema radicular; resultando no aumento da absorção de nutrientes, e conseqüentemente, na cadeia produtiva da planta.

Trabalhos relatados por Broch (2003) e Broch (2004), mostraram que no primeiro ano, o enriquecimento de sementes com molibdênio apresentou ganhos em produtividade, mas não se notaram diferença significativa na massa de mil sementes que foram enriquecidas. Já no ano seguinte, o mesmo avaliou o efeito do enriquecimento de sementes de soja sobre a produtividade da geração seguinte, e constatou ganhos médios de 3,66 sacos de soja por hectare a mais do que na testemunha (sem o enriquecimento com Mo) em um Latossolo Vermelho distroférico, de textura argilosa.

Em trabalho de Campo e Hungria (2002) foi averiguado que sementes de soja ricas em molibdênio, com teores de até 11,8 mg kg⁻¹, apresentaram N total nos grãos e produtividade de grãos superiores, e com teores médios de proteínas superiores em 4%, em relação aos tratamentos com as sementes pobres em Mo (1,3 mg kg⁻¹), demonstrando assim a importância do Mo para o metabolismo e absorção do N pela soja.

Em relação ao teor de óleo de sementes enriquecidas com molibdênio, Possenti (2007) realizou um experimento de dois anos, com três cultivares (CD-206, MSOY-7101 e BRS-183) onde estes, no primeiro ano, foram enriquecidos com Mo por meio de duas aplicações foliares 400 g ha⁻¹ de Mo, na fase R3 e na fase R5, e no segundo ano estas sementes enriquecidas foram utilizadas para a semeadura e posteriores análises. O mesmo constatou que o teor de óleo não foi influenciado na primeira safra, assim como na sua geração seguinte.

Já Milani et al. (2008) avaliaram a massa seca da parte aérea e da raiz de plantas de soja, no estágio de desenvolvimento R1, oriundas de sementes que receberam aplicação foliar de doses de Mo e verificaram que as sementes enriquecidas não modificaram a massa da matéria seca de parte aérea e de raiz.

Possenti, Villela e Delqui (2009) realizaram dois experimentos, onde no primeiro ano aplicaram 800 g ha⁻¹ de Mo, metade no estágio R3 e outra metade em R5. No outro ano, as

sementes enriquecidas da safra anterior e sementes sem enriquecimentos foram semeadas e no momento da semeadura foi feita a aplicação de molibdênio na dose de 20 g ha^{-1} . Estes avaliaram o teor de Mo na semente colhida, o número de vagens por planta, o número de sementes por vagem, a massa de mil sementes e a produtividade, e concluíram que as sementes colhidas no segundo ano agrícola não apresentavam enriquecimento, e que a aplicação de Mo via semente e/ou via foliar não afetaram os componentes de produção avaliados.

3 MATERIAL E MÉTODOS

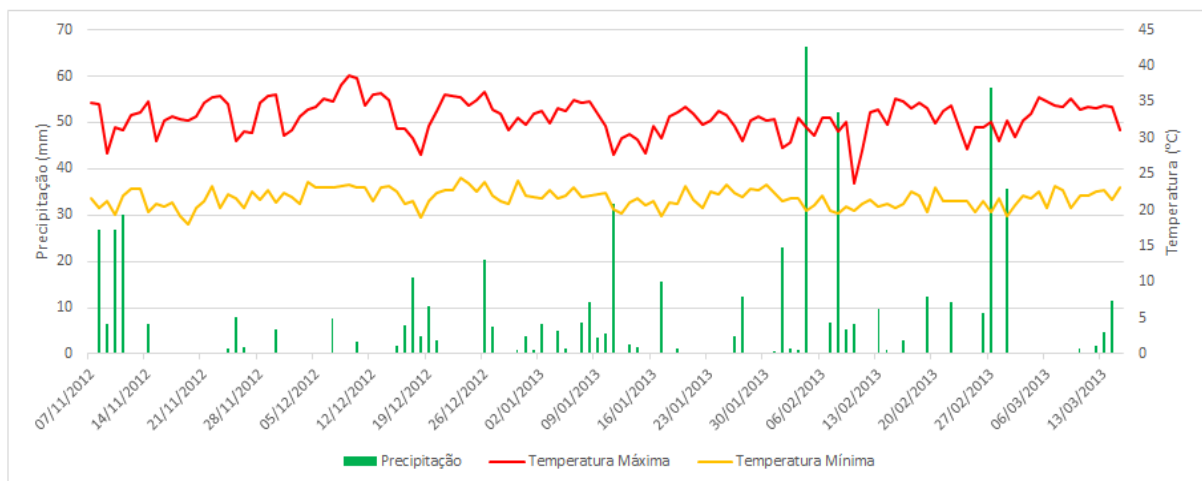
3.1 ÁREA EXPERIMENTAL

Os experimentos foram conduzidos na área experimental da Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão da Faculdade de Engenharia/UNESP – Campus de Ilha Solteira, localizada no município de Selvíria (MS), com coordenadas geográficas de 51°22'W, 20°22'S e com 335 m de altitude, aproximadamente.

O clima predominante da região, conforme classificação de Köppen é do tipo Aw, definido como tropical úmido com estação chuvosa no verão e seca no inverno. A precipitação pluvial média anual é de 1232 mm, com temperatura média anual de aproximadamente 24,5°C e umidade relativa do ar média anual de 64,8% (HERNANDEZ; LEMOS FILHO; BUZETTI, 1995). Na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão e próximo ao local de condução do experimento, há um posto meteorológico onde são registrados diariamente os dados de precipitação, temperatura máxima e mínima. Os dados registrados durante a condução dos experimentos em campo (Figuras 1 e 2) foram utilizados para discussão dos resultados obtidos para às características agrônômicas e qualidade fisiológica e nutricional das sementes obtidas.

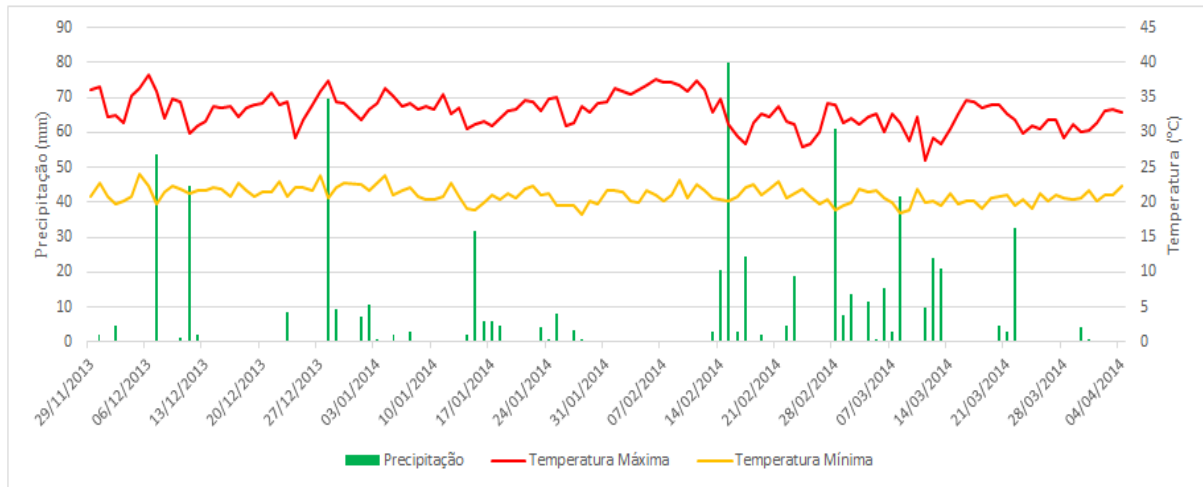
O solo, classificado segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2013), é um LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico argiloso A moderado mesoeutrófico álico caulínítico, mesoférrico muito profundo e fortemente ácido, onde anteriormente era vegetação de Cerrado e a mais de 27 anos é ocupado por culturas anuais.

Figura 1 - Valores médios de temperaturas máximas e mínimas e precipitação pluvial no período de 07/11/2012 a 13/03/2013. Selvíria – MS, 2013.



Fonte: do próprio autor.

Figura 2 - Valores médios de temperaturas máximas e mínimas e precipitação pluvial no período 29/11/2013 a 04/04/2014. Selvíria – MS, 2014.



Fonte: do próprio autor.

3.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E TRATAMENTOS

No primeiro ano, o trabalho foi em blocos ao acaso, composto de um cultivar e três doses de molibdênio aplicadas via foliar, com quatro repetições. O cultivar utilizado foi o BRS Valiosa RR (transgênica), onde as características deste estão presentes na Tabela 1, que apresenta crescimento determinado e ciclo médio, e as doses de molibdênio utilizadas foram 0, 400 e 800 g ha⁻¹ de Mo fornecida pelo produto contendo unicamente Mo, Fertilis Mol com 15% de molibdênio e densidade de 1,32 g L⁻¹. A aplicação foi realizada em duas épocas, ou seja, metade da dose no estágio reprodutivo R3 e a outra metade no estágio R6, baseando-se a identificação dos estádios na descrição de Fehr et al. (1971), sendo as aplicações realizadas em 22/01/2013 e 14/02/2013 respectivamente.

O molibdênio foi aplicado com pulverizador de barras equipado com pontas do tipo jato leque, calibrado para aplicação de 300 L ha⁻¹ de volume de calda, espaçadas de 0,50 m, sendo acoplado a um trator. As parcelas foram constituídas por 7 linhas espaçadas de 0,45 m e com 20,0 m de comprimento. Como área útil, foram consideradas as 3 linhas centrais, desprezando-se 2,0 m em cada extremidade. Análise de solo: pH em CaCl₂ (0,01 mol L⁻¹) = 4,9; M.O.= 31 g kg⁻¹; P resina= 42 mg dm⁻³; e em mmol_c dm⁻³: K= 3,8; Ca= 20; Mg= 12; Al= 2; H+Al= 38; SB= 35,8; CTC= 73,8 e V= 49%.

Tabela 1 - Características do cultivar BRS Valiosa RR utilizado no experimento em Selvíria - MS.

Característica	BRS Valiosa RR
População de Plantas (x1000 plantas por ha)	220 a 260
Ciclo	115 a 140 dias
Cor da flor	Roxa
Cor da vagem	Marrom-clara
Cor do Hilo	Preta
Altura média das plantas	71 cm
Altura de inserção da primeira vagem	16 cm
Massa de 100 grãos	15,2 g
Teor de óleo	19,40%
Teor de proteínas	40,80%

Fonte: EMBRAPA (2011).

No segundo ano, estas sementes enriquecidas com Mo obtidas no ano agrícola 2012/13, foram semeadas para formação de dois experimentos sendo conduzidos paralelamente. Análise de solo: pH em CaCl_2 ($0,01 \text{ mol L}^{-1}$) = 5,0; M.O. = 23 g kg^{-1} ; P resina = 26 mg dm^{-3} ; e em mmol dm^{-3} : K = 4,5; Ca = 14; Mg = 8; Al = 2; H+Al = 36; SB = 26,5; CTC = 62,5 e V = 42%.

Em ambos os anos não foi realizada calagem para elevar o V% e corrigir a acidez, pois isto aumentaria a disponibilidade do Mo e poderia afetar o objetivo da pesquisa.

O Experimento 1 (ano agrícola 2013/14) foi realizado em blocos casualizados em esquema fatorial 3x3, sendo: três métodos de aplicação de Mo (sem aplicação de molibdênio, aplicação de molibdênio junto ao tratamento de semente na dose de 25 g ha^{-1} de Mo, e aplicação via foliar no estágio V4 na dose de 25 g ha^{-1} de Mo) e os 3 lotes de sementes enriquecidas com Mo do cultivar BRS Valiosa RR, advindas do ano agrícola de 2012/13, com quatro repetições.

O Experimento 2 (ano agrícola 2013/14) foi em blocos casualizados no esquema fatorial 4 x 4 x 3 (épocas aplicação x doses x sementes enriquecidas com doses de Mo), com quatro repetições. As quatro épocas de aplicação foram: estágio V4, no pré-florescimento, em R3 e R5, segundo a descrição de Fehr et al. (1971), e as doses foliar utilizadas foram 0, 25, 50 e 100 g ha^{-1} de Mo, além dos 3 lotes de sementes do cultivar BRS Valiosa RR advindas do ano 2012/13.

O molibdênio foi aplicado com pulverizador costal, calibrado para aplicação de 300 L ha^{-1} de volume de calda, sendo que o produto utilizado foi molibdato de amônio com 81% de Mo, aplicados conforme o tratamento. As parcelas foram constituídas por 7 linhas espaçadas de 0,45m e com 5,0 m de comprimento. Como área útil, foram consideradas as 3 linhas centrais, desprezando-se 0,5 m em cada extremidade.

3.3 INSTALAÇÃO DO EXPERIMENTO

3.3.1 Primeiro ano (2012/13)

A semeadura do primeiro ano ocorreu no dia 07/11/2012, em área com histórico de 10 anos em sistema de plantio direto, onde a cultura antecessora foi o milho. Para preparo da área foi realizado a dessecação (com glifosato) e posteriormente o uso de triton para manejar os restos culturais. A adubação básica no sulco de semeadura, foi de 250 kg ha⁻¹ da formulação 08-28-16. As sementes foram previamente tratadas com fungicida: 50 g i.a. carboxina + 50 g i.a. tiram por 100 kg de sementes e inoculadas com inoculante líquido de *B. japonicum*, usando 2 mL por kg de semente, foram utilizadas as estirpes SEMIA 5079 e SEMIA 5080 - 5x10⁵ células viáveis mL⁻¹. A densidade de semeadura foi de 16 sementes por metro de sulco, com linhas espaçadas em 0,50 m. A colheita foi realizada 15/03/2013, sendo que as sementes obtidas foram secas a 13% de grau de umidade e acondicionadas em sacos de papel kraft em câmara seca a 20°C e 50% de UR. Houve suplementação de irrigação por pivô central.

3.3.2 Segundo ano (2013/14)

Como as sementes enriquecidas com Mo utilizadas para ambos os experimentos do ano agrícola 2013/14 foram as produzidas Fazenda de Ensino e Pesquisa da UNESP Campus de Ilha Solteira no ano 2012/13, para se obter a densidade de 16 plantas por metro de sulco, realizou-se um teste de germinação (Tabela 5) e após calculou-se o número de sementes por metro necessárias. Isto foi para os três lotes de sementes enriquecidas e o espaçamento entre linha foi de 0,50 m.

O Experimento 1 foi semeado no dia 29/11/13 e o Experimento 2 no dia 30/11/13, de forma manual. A área para ambos foi a mesma, onde havia feijão de inverno anteriormente. O preparo da área foi o convencional com gradagem leve. A adubação básica no sulco de semeadura, foi de 250 kg ha⁻¹ da formulação 00-20-20. As sementes foram previamente tratadas com fungicida: 50 g i.a. carboxina + 50 g i.a. tiram por 100 kg de sementes e inoculadas com inoculante líquido de *B. japonicum*, usando 2 mL por kg de semente, foram utilizadas as estirpes SEMIA 5079 e SEMIA 5080 - 5x10⁵ células viáveis mL⁻¹. A colheita para ambos experimentos ocorreu dia 03/04/14.

Para ambos os anos foi realizado o controle fitossanitário com aplicação de imazethapyr (40 g i.a. ha⁻¹) + lactofen (72 g i.a. ha⁻¹) + chlorimuron-ethyl (15 g i.a. ha⁻¹); – aplicação 1,5 L

ha⁻¹ de glifosato; – imidacloprid + betacyflutrina (90 g i.a. ha⁻¹) + cipermetrina 0,2 L ha⁻¹+ piraclostrobina + epoxiconazol (105 g i.a. ha⁻¹); – endosulfan (700 g i.a. ha⁻¹); – clorantraniliprole (10 g i.a. ha⁻¹) + azoxistrobina + ciproconazol (60 + 24 g i.a. ha⁻¹); - cipermetrina (50 g i.a. ha⁻¹) + paration metílico (600 g i.a. ha⁻¹); – cipermetrina + pyraclostrobin + epoxiconazol (66,5 + 25,0 g i.a. ha⁻¹); – imidacloprido + beta-ciflutrina (75 + 9,38 g i.a. ha⁻¹) + paration metílico (600 g i.a./ha) + ciproconazol (50 g i.a. ha⁻¹); – cipermetrina (50 g i.a. ha⁻¹) + paration metílico (600 g i.a. ha⁻¹);

3.4 AVALIAÇÕES

3.4.1 Avaliações realizadas no primeiro e segundo ano.

Teor de molibdênio nas sementes: das sementes obtidas na avaliação da produtividade, retirou-se uma amostra que foram colocadas para secar em estufa de 105 ± 3 °C. Após secas foi realizada a moagem em moinho tipo Willey, e armazenadas em saquinhos plásticos e colocadas em câmara seca. Após determinou-se o teor de Mo, segundo metodologia descrita por Pessoa (1998), que é fundamentada no princípio da ação catalítica de íons de molibdato na reação de oxi-redução entre o peróxido de hidrogênio (H₂O₂) e o iodeto de potássio (KI) em meio ácido. Na reação catalisada pelo íon molibdato, o KI é oxidado pelo H₂O₂, formando HIO, o qual apresenta uma coloração alaranjada e que pode ser lida em espectrofotômetro a 350 nm, por meio da cubeta de vidro.

População final: foi determinado pela contagem do número de plantas em 3,0 m em uma das linhas da área útil de cada parcela, quando as plantas atingiram o estágio R₈ segundo Ferh et al. (1971), ou seja, no momento de colheita das plantas para avaliação das características agronômicas e produtividade de sementes.

Características agronômicas: quando as plantas nas parcelas experimentais atingiam o estágio R₈, segundo Ferh et al. (1971), foram coletadas em uma das linhas da área útil da parcela, dez plantas para determinação de:

Altura de planta: foi obtida medindo-se a distância entre o colo da planta e o ápice da haste principal;

Altura de inserção de primeira vagem: foi medida a distância entre o colo da planta e a inserção da primeira vagem;

Número de vagens por planta: foram destacadas e contadas todas as vagens que apresentavam sementes, dividindo-se pelo número de plantas avaliadas.

Número de sementes por planta: as vagens obtidas na avaliação do número de vagens por planta foram debulhadas manualmente e contadas todas as sementes obtidas. O valor obtido foi dividido pelo número de plantas avaliadas, para a obtenção do número de sementes por planta.

Número de sementes por vagem: foi obtido dividindo-se o número de sementes por planta pelo número de vagens por planta.

Massa de 1000 sementes: foi obtida pela pesagem em balança de precisão (0,01g) de uma amostra de 1000 sementes de cada parcela. Após a pesagem, realizou-se a determinação da umidade das sementes pelo método da estufa (105 ± 3 °C) para correção da pesagem a 13% (base úmida).

Produtividade de sementes: foi obtido pela transformação dos dados da colheita das plantas das duas linhas centrais de cada parcela, para kg ha^{-1} , com correção da umidade a 13% (base úmida).

Qualidade nutricional das sementes: o material moído para a determinação do teor de molibdênio foi utilizado para a determinação do teor de proteína e lipídeos nas sementes. O teor de proteína foi obtido pela multiplicação do teor de N, determinado de acordo com a metodologia descrita por Malavolta et al. (1997), pelo fator 6,25 (A.O.A.C., 1970). O teor de lipídeos foi determinado por extração com solvente orgânico (hexano) a quente, utilizando-se de extrator soxhlet por oito horas, segundo recomendações da A.O.C.S. (1972).

Qualidade fisiológica das sementes:

Germinação: foi realizado com 4 sub-amostras de 50 sementes para cada tratamento em germinador regulado para manter a temperatura constante à 25°C, utilizando como substrato folhas de papel da marca Germitest. Após a montagem dos rolos, estes foram embalados em sacos plásticos e colocados no germinador na posição vertical. As avaliações de germinação foram efetuadas aos 5 e 8 dias após a instalação do teste, segundo recomendações contidas nas Regras para Análise de Sementes (RAS) (BRASIL, 2009);

Vigor das sementes: foi avaliado através dos testes:

Primeira contagem da germinação: foi realizada juntamente com o teste de germinação e constatou do registro da porcentagem de plântulas normais, verificada 5 dias após a instalação do teste;

Índice de velocidade de emergência: foi realizado em conjunto com o teste de germinação, calculando-se o índice segundo a fórmula proposta por Maguire (1962), como segue:

$IVE = N_1/D_1 + N_2/D_2 + \dots + N_n/D_n$, sendo:

IVE – Índice de velocidade de emergência;

N_1, N_2, \dots, N_n – número de plântulas germinadas a 1, 2 e n dias após a montagem do teste, e;

D_1, D_2, \dots, D_n – número de dias após a instalação do teste.

As contagens foram realizadas no 5º e 8º dia após a instalação do teste de germinação.

Envelhecimento acelerado: foi conduzido com 4 sub-amostras de 50 sementes, para cada tratamento, distribuídas sobre bandeja de tela de alumínio, fixada no interior de caixas plásticas tipo Gerbox, que funciona como uma mini-câmara. No fundo desta caixa, colocou-se 40 mL de água destilada, sendo posteriormente levadas a um germinador, regulado a 41 °C e aproximadamente, por 48 horas, conforme metodologia proposta por Marcos Filho et al. (1987), realizou-se umidade das sementes. As sementes correspondentes a cada sub-amostra foram colocadas para germinar da mesma forma descrita no teste de germinação, durante cinco dias, quando então se realizou a contagem de plântulas normais, sendo feita a transformação dos dados em porcentagem de germinação.

Condutividade elétrica: foi conduzido com 4 sub-amostras de 25 sementes para cada tratamento, sendo estas pesadas em balança de precisão (0,01 g) e a seguir colocadas para embeber em um recipiente contendo 75 mL de água deionizada e mantida em uma câmara (germinador) à temperatura de 25°C durante 24 horas (KRZYZANOWSKY; VIEIRA, 1999). Após este período foi realizada a leitura da condutividade elétrica na solução de embebição, usando-se um condutivímetro digital. O resultado obtido em $\mu\text{S cm}^{-1}$ foi dividido pelo peso da amostra (g), para que o valor final da condutividade elétrica fosse expresso com base no peso da amostra, ou seja, $\mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$.

Macronutrientes na semente: As sementes foram secas em estufa de 65°C durante 48 horas, e posteriormente moídas em moinho tipo Wiley, para posterior determinação do teor dos macronutrientes (MALAVOLTA et al., 1997).

3.4.2 Avaliações realizadas somente no segundo ano

Nutrientes foliares: Foram coletadas para todos os tratamentos 10 folhas no estágio R₂, pleno florescimento (AMBROSANO et al., 1997), com exceção dos tratamentos com aplicação foliar em R₃ e R₅, onde para estas foram coletadas duas semanas após a aplicação de Mo. Após a coleta as folhas foram acondicionadas em sacos de papel e secas em estufa de circulação forçada a 60-70 °C, por 72 h, e posteriormente moídas em moinho tipo Wiley, para posterior determinação do teor de nutrientes foliares (MALAVOLTA et al., 1997).

Número e massa da matéria seca dos nódulos por planta: Foram coletadas três plantas de cada parcela no estágio R₁, para todos os tratamentos do experimento 1 e para o experimento 2 os tratamentos com épocas de aplicação V₄ e Pré-florescimento, já para as épocas R₃ e R₅ estas plantas foram coletadas duas semanas após a aplicação. Após a coleta, foi realizada a lavagem e secagem das raízes, e posterior contagem dos nódulos. Os dados foram resultantes da média das três plantas, de cada parcela, e expressos em números de nódulos por planta (nº nod. planta⁻¹). Após a secagem das raízes, os nódulos foram destacados e pesados em balança digital, e os resultados foram compostos da média das duas plantas de cada parcela, e expressos em mg planta⁻¹.

3.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados foram submetidos ao teste F da análise de variância. Quando constatada interação entre variáveis, procedeu-se ao desdobramento, comparando as médias dos tratamentos pelo teste de Tukey, adotando-se o nível de 5% de probabilidade (p<0,05) (PIMENTEL GOMES; GARCIA, 2002).

O efeito das doses de molibdênio foi analisado por regressão polinomial, por meio de modelos de equações lineares e quadráticas significativas pelo teste F (p<0,01 e p<0,05), para melhor discussão dos resultados. O aplicativo computacional utilizado na análise foi o SISVAR.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 EXPERIMENTO ANO 2012/2013

4.1.1 População de plantas e Características agronômicas

Na Tabela 2 são apresentados os valores médios de: altura de plantas, altura de inserção da primeira vagem, número de vagens por planta, número de sementes por planta, número de sementes por vagem e a população final de plantas de soja, em função de doses de molibdênio aplicadas via foliar. Pode-se observar que as características agronômicas, assim como a população de plantas não foram influenciadas significativamente pelas doses deste micronutriente. Ressalta-se que quanto à população final de plantas é plenamente justificável a não interferência da aplicação do produto uma vez que não há relatos que o mesmo cause fitotoxicidade ou algum dano que pudesse reduzir a população final de plantas, e por este ter sido aplicado em estágio reprodutivos da cultura.

Tabela 2 - Valores de F e médias de altura de plantas (AP), altura de inserção da primeira vagem (AIPV) número de vagens por planta (V/P), número de sementes por planta (S/P) e número de sementes por vagem (S/V) e população final (PF) em função de doses de molibdênio foliar. Selvíria-MS, 2012/13.

Tratamentos	AP ------(cm)-----	AIPV	V/P	S/P	S/V	PF (plantas ha ⁻¹)
Doses de Mo (D) (g ha ⁻¹)						
0	87,5	14,6	58,3	102,8	1,90	231.531
400	99,2	17,9	51,5	97,8	1,91	232.612
800	97,1	16,9	45,5	93,3	1,89	231.569
Teste F (D)	1,84 ^{ns}	3,63 ^{ns}	2,61 ^{ns}	4,00 ^{ns}	0,05 ^{ns}	3,77 ^{ns}
C.V. (%)	10,16	11,05	15,26	9,44	5,60	10,27
Média Geral	94,9	16,5	51,6	97,9	1,90	232.204

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

^{ns.} = não significativo; * = significativo a 5% de probabilidade; ** = significativo a 1% de probabilidade.

Fonte: do próprio autor.

Já com relação ao número de vagens por planta, número de sementes por planta e número de sementes por vagem, resultados semelhantes foram observados por Lima (2006), e por Oliveira (2012) sendo que neste último foram utilizadas as mesmas doses que neste estudo. Outro fator importante a se considerar é que como as pulverizações de Mo foram realizadas metade em R3 e metade em R5, todas estas características já estavam definidas pelas plantas e

assim dificilmente seriam alteradas em função das aplicações do produto via foliar. E segundo as características deste cultivar, apresentada na Tabela 1, a altura de planta observada no presente trabalho se encontra dentro do esperado, assim como a altura de inserção da primeira vagem e a população final recomendada.

4.1.2 Produtividade da soja, massa de 1000 sementes

As médias e valores de F para produtividade (kg ha^{-1}), e massa de 1000 sementes (g) estão na Tabela 3, onde nota-se que para ambas análises não houve efeito para o incremento das doses de Mo.

A média de produtividade deste trabalho foi de 3.692 kg ha^{-1} para a safra 2012/13, e segundo o 10º levantamento da CONAB (2014) a média brasileira foi de 2.938 kg ha^{-1} , sendo portanto superior à média nacional em 8,5 sacas.

Tabela 3 - Valores de F e médias de produtividade de sementes e massa de 1000 sementes de soja em função de doses de molibdênio foliar. Selvíria-MS, 2012/13.

Tratamentos	Produtividade (kg ha^{-1})	Massa de 1000 sementes (g)
Doses de Mo (D) (g ha^{-1})		
0	3.804	162,0
400	3.730	163,6
800	3.542	164,8
Teste F (D)	0,74 ^{ns}	0,93 ^{ns}
C.V. (%)	8,51	2,45
Média Geral	3.692	163,6

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

^{ns}. = não significativo; * = significativo a 5% de probabilidade; ** = significativo a 1% de probabilidade.

Fonte: do próprio autor.

Para a massa de 1000 sementes os valores encontrados são superiores em 10 g em relação às características do cultivar, apresentada na Tabela 1. Oliveira (2012), estudando este mesmo cultivar obteve 182,0 g para massa de 1000 sementes, porém este observou a influência das doses de Mo na massa de 1000 sementes, onde a maior dose de Mo propiciou maior massa, o que não ocorreu neste trabalho de forma significativa, mas sim numérica.

4.1.3 Teor de Molibdênio e Qualidade Nutricional das sementes

Para o teor de Mo nas sementes foram verificadas diferenças significativas (a nível de 1% de probabilidade) com os dados se ajustando a uma função quadrática positiva (Tabela 4), em função do incremento deste nutriente.

Embora para teor de proteína nas sementes não se tenha detectado pelo teste F o efeito das doses de molibdênio aplicadas via foliar, os dados se ajustaram a uma equação linear crescente, mostrando que conforme se aumentaram as doses de Mo ocorreu acréscimo no teor de proteínas nas sementes (Tabela 4). O mesmo foi verificado por Meschede et al. (2004), que estudando o uso de Co e Mo nas sementes observaram que houve aumento no teor de proteína nas sementes obtidas; e Oliveira (2012), que analisando o teor de proteínas em sementes enriquecidas com Mo, constatou para este mesmo cultivar, que ocorreu um ajuste a uma função quadrática para as médias encontradas, onde o ponto máximo descrito pelo autor foi de 595,5 g ha⁻¹ de Mo para um teor de 45,3% de proteína.

Tabela 4 - Valores de F e médias de teor de proteína da semente, teor de lipídeos da semente e teor de molibdênio na semente de soja, em função de doses de molibdênio foliar. Ilha Solteira - SP, 2012/13.

Tratamentos	Proteína Bruta (%)	Teor de lipídeos (%)	Teor de Mo (mg kg ⁻¹)
Doses de Mo (D) (g ha ⁻¹)			
0	41,01	19,00	9,27 ⁽¹⁾
400	43,14	19,26	51,56
800	43,48	19,48	65,43
Teste F (D)	3,80 ^{ns}	1,81 ^{ns}	68,93 ^{**}
C.V. (%)	3,22	1,88	16,74
Média Geral	42,54	19,24	42,09

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

^{ns}. = não significativo; * = significativo a 5% de probabilidade; ** = significativo a 1% de probabilidade.

$y^{(1)} = -0,000089x^2 + 0,141247x + 9,27250$ ($R^2=1,00$); $y^{(proteína)} = 0,003081x + 41,3100$ ($R^2=0,85$)

Fonte: do próprio autor.

Com relação ao teor de óleo nas sementes, mesmo não se observando efeitos significativos pode-se notar pequena elevação nas médias conforme se aumentam as doses de Mo (Tabela 4). No geral, observando-se a Tabela 1 tem-se que o teor médio de proteínas encontra-se um pouco superior ao apresentando para o cultivar, sendo que ocorre o oposto em relação ao teor de óleo. Harris, McWilliams e Mason (1978) verificaram o efeito da temperatura sobre o desempenho da soja, onde está associada ao déficit hídrico nos estágios reprodutivos

ocorre diminuição no teor de lipídeos e um aumento no teor de proteína. Neste mesmo trabalho o autor cita que Dornbos e Mullen (1992) notaram que, o teor de proteína e o teor de óleo são influenciados pelo estresse hídrico, onde quanto maior o estresse, maior a concentração de proteína e menor a de óleo.

Ao se observar os dados de distribuição de chuvas e temperatura do local onde foi realizado a presente pesquisa (Figura 1 e 2), pode-se verificar que no período ocorreram altas temperaturas e déficit hídrico corroborando com os resultados obtidos. Gonçalves et al. (2007) estudaram a influência de temperatura em relação ao teor de proteína em sementes de soja e concluíram que possivelmente há um favorecimento do metabolismo no sentido de biossíntese de proteínas quando a temperatura se aproxima a 30 °C; assim nas condições onde se realizou o presente experimento é possível que a produção de proteínas possa ter sido favorecida em função das altas temperaturas observadas.

O teor de Mo nas sementes se ajustou a uma função quadrática, apresentando seu ponto de máximo na dose 794 g ha⁻¹ de Mo, que corresponde a 65,31 mg kg⁻¹ de Mo na semente. Segundo Harris, Parker e Johnson (1965) sementes com teor de 22,4 mg kg⁻¹ de Mo já teriam a doses de Mo suficiente, por sua vez Grassi Filho (2006) verificou que sementes com teor acima de 20 mg kg⁻¹ já não haveria necessidade de se utilizar Mo na semeadura, vale destacar que essas sementes que receberam dose de 400 g ha⁻¹ de Mo já apresentaram teor superior ao relatados pelos autores acima, sendo portando consideradas sementes enriquecidas com Mo. A não aplicação propiciou baixo teor de Mo, e isto pode ser explicado devido à possibilidade do solo ter um baixo teor deste micronutriente. Diversos trabalhos como de Ciocchi (2008), Milani et al. (2010) e Oliveira (2012) mostraram que a utilização de Mo foliar nos estágios reprodutivos propiciaram aumento de Mo nas sementes, que corrobora os resultados obtidos no presente trabalho.

4.1.4 Qualidade Fisiológica

Na Tabela 5 estão apresentados os dados de qualidade fisiológica de sementes obtidas de soja em função de doses de Mo foliar, que foram: germinação, primeira contagem da germinação, índice de velocidade de germinação, envelhecimento acelerado, condutividade elétrica e massa seca de plântulas. Onde para maioria das análises não houve efeito do incremento de doses de Mo.

Para germinação observa-se que os valores estão inferiores aos considerados adequados para sementes comerciais, que é acima de 80% (BRASIL, 2009). Observa-se que a maioria das

sementes germinou aos 5 dias (primeira contagem germinação), porém os valores observados foram muito baixos. Isto provavelmente ocorreu devido as altas temperaturas no período de maturação, além da ocorrência de chuvas no final do ciclo (Figura 1 e 2). Com relação ao efeito das doses de molibdênio Golo et al. (2009) verificaram que a utilização de Co e Mo promoveu aumentos na porcentagem de sementes germinadas na primeira contagem, porém no presente trabalho estes fatos não foram confirmados, inclusive porque as sementes apresentaram baixa qualidade fisiológica.

Nota-se ainda na Tabela 5, que de modo geral, que com exceção do observado para primeira contagem, na dose de 400 g ha⁻¹ de Mo, foi onde se verificaram resultados que evidenciaram menor qualidade das sementes; havendo grande perda de soluto detectada no teste de condutividade elétrica.

Tabela 5 - Valores de F e médias de germinação (G), primeira contagem da germinação (PC), índice de velocidade de germinação (IVG), envelhecimento acelerado (EA), condutividade elétrica (CE) e massa seca de plântulas (MS) de sementes de soja em função de doses de molibdênio foliar. Ilha Solteira - SP, 2012/13.

Tratamentos	G ------(%)-----	PC	IVG -	EA (%)	CE ($\mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$)	MS (mg por planta)
Doses de Mo (D) (g ha ⁻¹)						
0	52,0	39,0	5,02	47,5 ⁽¹⁾	175,10	32,64
400	59,0	42,5	4,66	33,5	203,10	31,55
800	59,5	55,5	5,80	38,5	155,29	31,92
Teste F						
(D)	2,06 ^{ns}	3,50 ^{ns}	1,48 ^{ns}	6,10*	7,81 ^{ns}	0,33 ^{ns}
C.V. (%)	14,08	20,36	18,58	14,42	9,67	12,43
Média Geral	53,5	45,7	5,16	39,8	177,83	32,04

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

^{ns.} = não significativo; * = significativo a 5% de probabilidade; ** = significativo a 1% de probabilidade.

$y^{(1)} = 0,000059x^2 - 0,05875x + 47,50$ ($R^2 = 1,00$)

Fonte: do próprio autor.

A qualidade fisiológica de uma semente é influenciada principalmente pelo clima, temperatura e especialmente pelas chuvas. Na fase de maturação e maturidade fisiológica, no caso da soja, estes fatores podem levar a perdas de vigor e baixa qualidade destas sementes. Na região de condução do presente trabalho as condições que prevalecem são altas temperaturas e falta de chuvas regulares. Lacerda et al. (2005) relataram que para se produzir sementes de soja é recomendado regiões de temperatura e umidade relativa do ar baixas nos períodos de pré e pós colheita, e que regiões quentes e úmidas, acarretam a produção de sementes de baixa qualidade. Ávila et al. (2007) realizaram trabalho simultâneo em duas regiões distintas,

Maringá-PR e Umuarama-PR, onde a temperatura média varia de 15,8 e 25,4 °C nos meses de novembro a março com precipitação média de 90,4 mm e 20,3 e 31,0 °C com precipitação média mensal de 127,9 mm respectivamente, e observaram que a qualidade fisiológica das sementes, assim como sua viabilidade, no geral em Umuarama- PR foi sempre inferior as das verificadas em Maringá, mostrando a interferência climática na produção de sementes.

4.2 EXPERIMENTO 1 DO ANO AGRÍCOLA 2013/14

4.2.1 População de plantas e Características agronômicas

As médias de altura de plantas, altura de inserção da primeira vagem, número médio de vagens por planta, número médio de sementes por planta e número médio de sementes por vagem e também os valores médios obtidos para população final de plantas de soja, em função da utilização de sementes enriquecidas com doses de Mo e métodos de aplicação de Mo nestas sementes, constam na Tabela 6.

Tabela 6 - Valores de F e médias de altura de plantas (AP), altura de inserção da primeira vagem (AIPV) número de vagens por planta (V/P), número de sementes por planta (S/P), número de sementes por vagem (S/V) e população final (PF) em função de métodos de aplicação de molibdênio e utilização de sementes enriquecidas com doses de Mo. Selvíria-MS, 2013/14.

Tratamentos	AP ------(cm)-----	AIPV	V/P ⁽¹⁾ ------(n°)-----	S/P ⁽¹⁾	S/V	PF (plantas ha ⁻¹)
Métodos de Aplicação (M)						
Sem Aplicação	68,2	15,7	74,4	164,9	2,11	242.350
Tratamento de Sementes	73,2	18,5	64,6	112,0	2,06	250.000
Via foliar	78,5	15,7	76,7	171,2	2,15	236.800
Sementes enriquecidas com doses de Mo (S)						
(g ha ⁻¹)						
0	74,0	16,9	64,4	138,1	2,13	240.500
400	74,3	16,2	79,3	166,4	2,09	242.350
800	71,7	16,8	62,0	130,3	2,10	246.300
Teste F						
(M)	2,44 ^{ns}	2,08 ^{ns}	4,68 ^{ns}	5,31 ^{ns}	0,78 ^{ns}	0,18 ^{ns}
(S)	0,19 ^{ns}	0,11 ^{ns}	2,51 ^{ns}	2,11 ^{ns}	0,20 ^{ns}	0,02 ^{ns}
(M)x(S)	0,36 ^{ns}	1,08 ^{ns}	0,57 ^{ns}	0,76 ^{ns}	0,60 ^{ns}	1,71 ^{ns}
DMS (5%)	11,90	4,07	21,09	59,86	0,18	57297
C.V. (%)	13,48	20,29	12,54	13,16	7,00	11,80
Média Geral	73,3	16,6	68,6	149,3	2,11	243.050

⁽¹⁾Dados transformados em $(X+0,5)^{0,5}$.

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

^{ns.} = não significativo; * = significativo a 5% de probabilidade; ** = significativo a 1% de probabilidade.

Fonte: do próprio autor.

Não houve efeitos significativos dos tratamentos (Tabela 6), ou seja, as características agrônômicas e a população de plantas não foram influenciadas pelo uso de sementes enriquecidas com diferentes doses de Mo, assim como pelos métodos de aplicação de Mo. Comparando os valores de altura de planta, altura de inserção da primeira vagem e população final obtidos neste trabalho, com os das características deste cultivar, apresentados na Tabela 1, pode-se observar que todos estes parâmetros citados estão de acordo com a descrição indicando a não interferência dos tratamentos no desenvolvimento das plantas.

4.2.2 Produtividade da soja, massa de 1000 sementes

A produtividade de sementes e a massa de 1000 sementes, em função da utilização de sementes enriquecidas com diferentes doses de Mo e métodos de aplicação de Mo nestas sementes consta na Tabela 7. Observa-se que a produtividade de sementes de soja observada se encontra acima da média nacional, que foi para a safra de 2013/14 de 2.858 kg ha⁻¹ (CONAB, 2014).

Tabela 7 - Valores de F e médias de produtividade de sementes (kg/ha), massa de 1000 sementes (g) em função de métodos de aplicação de molibdênio e utilização de sementes enriquecidas com diferentes doses de Mo. Selvíria-MS, 2013/14.

Tratamentos	Produtividade (kg ha ⁻¹)	Massa de 1000 Sementes (g)
Métodos de Aplicação (M)		
Sem Aplicação	5.474 ab	145,1 b
Tratamento de Sementes	4.458 b	162,2 a
Via foliar	6.036 a	149,7 b
Sementes Enriquecidas com doses de Mo (S)		
(g ha ⁻¹)		
0	5.269	150,7
400	5.556	152,0
800	5.142	154,3
Teste F		
(M)	3,73*	22,39**
(S)	0,26 ^{ns}	0,97 ^{ns}
(M)x(S)	0,88 ^{ns}	0,22 ^{ns}
DMS (5%)	1.451	6,40
C.V.(%)	26,93	6,02
Média Geral	5.322	152,3

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

^{ns.} = não significativo; * = significativo a 5% de probabilidade; ** = significativo a 1% de probabilidade.

Fonte: do próprio autor.

Para a produtividade de sementes houve diferença entre os métodos de aplicação, e como verifica-se na Tabela 7, o fornecimento de Mo no tratamento de sementes diferiu da aplicação foliar em V4, com 1.578 kg ha⁻¹ a menos. Isto pode ter ocorrido devido a quantidade de vagens por planta (Tabela 6) onde para tratamento de sementes a quantidade de vagens foi menor. E também pode ter ocorrido toxicidade causada a bactéria (*Bradyrhizobium japonicum*) em função do adubo molíbdico. Esta toxicidade já foi verificada por Albino e Campo (2001), que observaram menor número de células de *Bradyrhizobium* ao aplicarem o Mo junto as sementes antes do inoculante.

Analisando a massa de 1000 sementes, observa-se que a utilização de 25 g de Mo junto com o tratamento de semente apresentou diferença dos demais métodos, com as sementes apresentando maior massa. Ao se relacionar o número de sementes por vagem e a massa de 1000 sementes, observa-se que para o método de aplicação no tratamento de sementes houve menor número de sementes por vagem, com isto há espaço para o crescimento, acúmulo de massa seca na semente e menor competição além da soja apresentar o efeito compensatório, sendo verificado no aumento na massa de 1000 sementes.

4.2.3 Número de Nódulos e Massa Seca de Nódulos

Na Tabela 8, pode-se observar os valores médios e valores de F para número de nódulos por planta e massa seca de nódulo por planta, em função do uso de sementes que apresentavam em seu conteúdo quantidades diferentes de Mo (Tabela 4), e também tem função métodos de aplicação de Mo nestas sementes.

O Mo está diretamente relacionado com a nodulação das plantas de soja, e sua utilização visa especialmente o favorecimento da simbiose planta x microrganismo, afim de que sua presença possa fazer com que ocorra maior nodulação, ou que esta seja mais eficiente, proporcionando melhores condições nutricionais para a planta. Os valores de F (Tabela 8) evidenciam que ocorreram interação entre os fatores sementes e métodos, e o desdobramento para número de nódulos por planta encontra-se na Tabela 9 e para a massa seca de nódulos por planta na Tabela 10.

Tabela 8 - Valores de F e médias do número de nódulos por planta e massa seca de nódulos por planta, em função de métodos de aplicação de molibdênio e utilização de sementes enriquecidas com doses de molibdênio foliar. Selvíria - MS, 2013/14.

Tratamentos	Número de Nódulos por planta	Massa Seca Nódulos (mg)
Métodos de Aplicação (M)		
Sem Aplicação	2	14,82
Tratamento de Sementes	14	35,18
Via Foliar	14	32,04
Sementes enriquecidas com doses de Mo (S)		
(g ha ⁻¹)		
0	11	41,30
400	10	20,74
800	9	20,00
Teste F		
(M)	127,51**	36,64**
(S)	3,02 ^{ns}	44,52**
(M)x(S)	4,02*	14,38**
DMS (5%)	2,22	6,54
C.V.(%)	18,55	19,87
Média Geral	9,93	27,35

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

^{ns} = não significativo; * = significativo a 5% de probabilidade; ** = significativo a 1% de probabilidade.

Fonte: do próprio autor.

Com o desdobramento da interação entre utilização de sementes enriquecidas com Mo em função dos métodos de aplicação, observa-se que independente da concentração de Mo presente na semente houve diferença significativa para todos os métodos, onde no geral quando não se aplicou Mo ocorreu menor nodulação (Tabela 9). Para sementes que não foram enriquecidas anteriormente a aplicação no tratamento de sementes e via foliar em V4 não diferiram significativamente entre si, o mesmo ocorreu para a dose de 800 g ha⁻¹ de Mo. Já para a dose de 400 g ha⁻¹ de Mo todos os métodos de aplicação diferiram entre si, sendo que via foliar a quantidade de nódulos encontrada foi superior ao tratamento de sementes. Porém, não se verificou o reflexo do número de nódulos na produtividade (Tabela 7), onde mesmo sem a aplicação de Mo as produtividades não foram baixas, indicando que as plantas tiveram bom suprimento de nitrogênio.

Os dados obtidos para métodos de aplicação em função das sementes enriquecidas apresentaram ajuste somente para aplicação no tratamento de sementes e via foliar em V4, ambas ajustando-se a funções quadráticas, porém uma negativa (tratamento sementes) e outra positiva (via foliar). Para o método de aplicação no tratamento de sementes o ponto de mínimo ocorreu na dose de 504,4 g ha⁻¹ de Mo apresentando 11,4 nódulos, e para via foliar o ponto de

máximo ocorreu na dose 336,2 g ha⁻¹ de Mo com 15,9 nódulos. Porém, não houve influência do número de nódulos na produtividade de sementes.

Tabela 9 - Desdobramento da interação entre à utilização de sementes enriquecidas com doses de Mo e métodos de aplicação, para o número de nódulos por planta Selvíria - MS, 2013/14.

Métodos de Aplicação	Sementes Enriquecidas com doses de Mo (g ha ⁻¹)		
	0	400	800
	Número de nódulos por planta		
Sem Aplicação	2 b	2 c	2 b
Tratamento de Sementes ⁽¹⁾	17 a	12 b	14 a
Via Foliar ⁽²⁾	14 a	16 a	12 a
DMS (5%)	3,84		

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

$y^{(1)}=0,000023x^2-0,023200x+17,223333$ ($R^2=1,00$); $y^{(2)}=-0,000019x^2+0,012775x+13,77667$ ($R^2=1,00$)

Fonte: do próprio autor.

Para a massa seca de nódulos por planta (Tabela 10) que para as sementes sem enriquecimento houve diferença significativa, sendo a aplicação no tratamento de sementes apresentou nódulos mais pesados, diferindo dos demais métodos. E a aplicação foliar diferiu do método sem aplicação, com nódulos por planta 25 mg mais pesados. Para sementes que foram enriquecidas na dose de 400 g ha⁻¹ de Mo verificou-se que os nódulos mais pesados foram obtidos em função da aplicação via foliar, e não houve diferença estatística para sem aplicação e aplicação no tratamento de sementes. Na dose de 800 g ha⁻¹ de Mo não se observaram diferenças entre os métodos de aplicação de Mo.

Os dados obtidos para métodos de aplicação se ajustaram a equações para aplicação no tratamento de sementes e via foliar em V4, em função das sementes enriquecidas com Mo. Para tratamento de sementes o ponto de mínimo foi na dose de 562,4 g ha⁻¹ de Mo com massa de 16,20 mg. Para aplicação via foliar a equação de ajuste foi linear decrescente mostrando que com aumento do teor de Mo nas sementes ocorreu menor massa de nódulos por planta.

Toledo et al. (2010), avaliando a nodulação de soja em função de aplicação de Mo por semente e via foliar, com duas doses distintas para cada método de aplicação (12 e 24 g ha⁻¹ para semeadura e 30 e 60 g ha⁻¹ via foliar), concluíram que a nodulação e a massa de nódulos são influenciadas pela aplicação e doses de molibdênio, com resultados mais favoráveis para a aplicação via semente.

Tabela 10 - Desdobramento da interação entre a utilização de sementes enriquecidas com doses de Mo e métodos de aplicação, para massa seca de nódulos por planta. Selvíria - MS, 2013/14.

Métodos de Aplicação	Sementes Enriquecidas com doses de Mo (g ha ⁻¹)		
	0	400	800
	Massa seca de nódulos (mg) por planta		
Sem Aplicação	18,89 c	17,78 b	17,78
Tratamento de Sementes ⁽¹⁾	61,11 a	20,00 b	24,44
Via Foliar ⁽²⁾	43,89 b	34,44 a	17,78
DMS (5%)	11,33		

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

$y^{(1)}=0,000142x^2-0,159717x+61,11000$ ($R^2=1,00$); $y^{(2)}=-0,4032638x+45,090556$ ($R^2=0,98$)

Fonte: do próprio autor.

4.2.4 Teor de Molibdênio e Qualidade Nutricional das sementes

As médias para teor de proteína, teor de óleo e teor de Mo em sementes de soja estão apresentadas na Tabela 11. Houve diferença significativa para a interação métodos de aplicação x sementes enriquecidas com doses de Mo apenas para o teor de proteína (Tabela 12). O teor de lipídeos nas sementes não sofreu influência dos tratamentos utilizados. Souza et al. (2009) estudando micronutrientes, incluindo o Mo, em plantas de soja, não obtiveram respostas para o teor de lipídeos, o mesmo ocorreu em trabalho realizado por Sfredo e Oliveira (2010), que utilizaram várias fontes de cobalto e molibdênio via foliar.

Para o teor de Mo ocorreu diferença os métodos de aplicação (Tabela 11), onde a aplicação via foliar em V₄ proporcionou maior teor de Mo nas sementes. Este fato pode ter ocorrido pela planta ter absorvido o Mo aplicado, e na fase de enchimento de grãos este ter sido translocado para as sementes, apresentando um teor superior aos demais métodos.

Tabela 11 - Valores de F e médias de proteína, teor de lipídeos e teor de molibdênio nas sementes de soja, em função de métodos de aplicação de molibdênio e das sementes enriquecidas com doses de Mo. Ilha Solteira - SP, 2013/14.

Tratamentos	Proteína Bruta (%)	Teor de lipídeos (%)	Teor Mo (mg kg ⁻¹)
Métodos de Aplicação (M)			
Sem Aplicação	41,38	16,63	5,01 b
Tratamento de Semente	42,01	16,93	5,12 b
Via Foliar	41,16	16,48	5,62 a
Sementes enriquecidas com doses de Mo (S)			
(g ha ⁻¹)			
0	41,14	16,32	5,22
400	41,74	16,62	5,11
800	41,63	17,11	5,42
Teste F			
(M)	1,21 ^{NS}	0,46 ^{NS}	10,23 ^{**}
(S)	0,62 ^{NS}	1,35 ^{NS}	2,33 ^{NS}
(M)x(S)	4,28 [*]	0,38 ^{NS}	0,63 ^{NS}
DMS (5%)	1,47	1,36	0,37
C.V. (%)	2,94	5,04	5,80
Média Geral	41,50	16,68	5,25

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

^{n.s.} = não significativo; * = significativo a 5% de probabilidade; ** = significativo a 1% de probabilidade.

Fonte: do próprio autor.

O teor de proteína diferiu significativamente para sementes que se originaram de plantas que não apresentavam enriquecimento em relação aos métodos de aplicação de Mo (Tabela 12), sendo que estas sementes ao receberem Mo no tratamento de semente apresentaram maior teor de proteína, diferindo estatisticamente das sementes que não receberam Mo. Para os métodos de aplicação, quando não se utilizou aplicação Mo houve ajuste linear crescente, mostrando que quanto maior o teor de Mo nas sementes utilizadas na semeadura, houve um aumento do teor de proteína das sementes advindas destas plantas. Isto mostra a importância do Mo no metabolismo do N, onde o Mo desempenha um papel importante nas plantas, participando da nitrogenase, que é responsável pela fixação de nitrogênio no nódulo, e isto para a soja é um processo essencial, pois este processo supre sua necessidade por nitrogênio.

Tabela 12 - Desdobramento da interação entre métodos de aplicação de Mo e sementes enriquecidas com doses de Mo, para teor de proteína nas sementes de soja. Ilha Solteira - SP, 2013/14.

Métodos de Aplicação	Sementes enriquecidas com doses de Mo (g ha ⁻¹)		
	0	400	800
	Proteína (%)		
Sem Aplicação ⁽¹⁾	39,19 b	42,26	42,60
Tratamento de Semente	42,56 a	42,41	41,05
Via Foliar	41,68 ab	40,56	41,22
DMS (5%)	2,54		

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

$y^{(1)}=0,004263x+39,643889$

($R^2=0,82$)

Fonte: do próprio autor.

Meschede et al. (2004), estudando sementes com e sem tratamento com Co e Mo verificaram que o uso destes micronutrientes aumentam o teor de proteína, assim como neste trabalho. Em contrapartida, Moraes et al. (2008) avaliaram os efeitos de Co e Mo em diferentes concentrações e estádios de desenvolvimento da cultura, e observaram que o teor de proteína em grãos de soja não apresentou diferença.

4.2.5 Qualidade Fisiológica

As análises de qualidade fisiológica das sementes de soja são apresentadas na Tabela 13, onde nota-se que somente para a germinação não houve efeito dos tratamentos.

Para a germinação, mesmo não ocorrendo diferença significativa, constata-se que todas as sementes apresentaram valores acima de 80%, que é o valor mínimo exigido pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, para ser comercializado como sementes (BRASIL, 2009). Em outro experimento, Guerra et al. (2006) utilizaram doses de P, Co e Mo e verificaram que estes dois micronutrientes proporcionaram aumentos na taxa germinação de sementes de soja.

A análise de envelhecimento acelerado apresentou diferença estatística para métodos de aplicação, onde sementes que não receberam Mo em nenhum momento apresentaram menores valores de germinação pelo envelhecimento, mostrando que as plantas que receberam Mo de alguma forma, via tratamento de semente ou foliar, tiveram desempenho melhor ao passar por estresse de temperatura. Possenti e Villela (2010) não verificaram efeito das sementes enriquecidas, ocorrendo o mesmo neste trabalho.

Houve interação entre métodos de aplicação e sementes enriquecidas com doses de Mo para primeira contagem da germinação, índice de velocidade de germinação (IVG) e condutividade elétrica, sendo que os desdobramentos estão apresentados nas Tabelas 14, 15 e 16, respectivamente.

Observando-se as sementes enriquecidas nota-se que somente as sementes que foram enriquecidas com doses de 400 g ha⁻¹ de Mo apresentaram diferença para os métodos de aplicação para o teste de 1ª contagem, sendo que a aplicação de Mo via foliar em V4 propiciou sementes com menor vigor, diferindo estatisticamente das sementes que não receberam Mo (Tabela 14). Vale ressaltar que as sementes enriquecidas com 400 g ha⁻¹ de Mo apresentavam conteúdo de Mo 51,56 mg kg⁻¹, e a utilização de mais Mo no estádio V4 não foi favorável para o vigor conforme o teste de primeira contagem da germinação de sementes.

Tabela 13 - Valores de F e médias de germinação (G), primeira contagem da germinação (PC), índice de velocidade de germinação (IVG), envelhecimento acelerado (EA) e condutividade elétrica (CE) em função de métodos de aplicação de molibdênio e sementes enriquecidas com doses de Mo. Ilha Solteira - SP, 2013/14.

Tratamentos	G ------(%)-----	PC	IVG -	EA (%)	CE ($\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$)
Métodos de Aplicação (M)					
Sem Aplicação	92,2	85,3	8,97	84,9 b	109,56
Tratamento de Sementes	92,9	84,0	9,15	93,6 a	106,33
Via Foliar	88,4	82,9	8,64	93,1 a	96,89
Sementes enriquecidas com doses de Mo (S)					
(g ha ⁻¹)					
0	92,9	85,8	9,11	91,1	107,78
400	90,7	84,0	8,86	89,8	107,22
800	90,0	82,4	8,79	90,7	97,78
Teste F					
(M)	3,29 ^{ns}	0,80 ^{ns}	5,66*	33,65**	3,76*
(S)	1,31 ^{ns}	1,48 ^{ns}	2,37 ^{ns}	0,65 ^{ns}	2,74 ^{ns}
(M)x(S)	2,78 ^{ns}	3,18*	3,86*	1,77 ^{ns}	3,61*
DMS (5%)	4,77	4,95	0,39	3,04	12,26
C.V. (%)	4,35	4,89	3,67	2,79	9,77
Média Geral	91,2	84,1	8,92	90,5	104,26

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

^{ns.} = não significativo; * = significativo a 5% de probabilidade; ** = significativo a 1% de probabilidade.

Fonte: do próprio autor.

Ainda no desdobramento para 1ª contagem (Tabela 14) os dados que se ajustaram a equação foram: sem aplicação e aplicação via foliar em V4, sendo ambas equações quadráticas, porém em sem aplicação foi quadrática positiva, apresentando ponto de máximo na dose de 331,4 g ha⁻¹ de Mo, correspondendo a uma porcentagem de 90,2% de sementes germinadas na primeira contagem. Já em V4 a equação foi negativa apresentando ponto de mínimo na dose de 416,6 g ha⁻¹ de Mo, correspondendo a 78,0% de germinação.

Tabela 14 - Desdobramento da interação entre métodos de aplicação de molibdênio e sementes enriquecidas com doses de Mo, para a de primeira contagem da germinação de sementes de soja Ilha Solteira – SP, 2013/14.

Métodos de Aplicação	Sementes enriquecidas com doses de Mo (g ha ⁻¹)		
	0	400	800
	Primeira Contagem Germinação (%)		
Sem Aplicação ⁽¹⁾	85,3	90,0 a	80,7
Tratamento de Sementes	86,0	84,0 ab	82,0
Via Foliar ⁽²⁾	86,0	78,0 b	84,7
DMS (5%)		8,57	

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

$y^{(1)} = -0,000044x^2 + 0,029167x + 85,333$ ($R^2 = 1,00$); $y^{(2)} = 0,000046x^2 - 0,038333x + 86,000$ ($R^2 = 1,00$)

Fonte: do próprio autor.

No desdobramento do IVG (Tabela 15) houve resultado semelhante do desdobramento da primeira contagem, pois o IVG é calculado com base nas sementes que germinam nos dias de contagem. Com isto observa-se que via foliar em V4 diferiu dos demais métodos de aplicação, apresentando menor velocidade de germinação. Para os métodos de aplicação ocorreu os mesmos ajustes das equações, quadrática positiva para sem aplicação (ponto de máximo em 331,17 g ha⁻¹ de Mo, com IVG de 9,33), e quadrática negativa para aplicação em via foliar em V4 (ponto de mínimo em 420,4 g ha⁻¹ de Mo, com IVG de 8,18).

Ascoli, Soratto e Maruyama (2008), estudando épocas e doses de aplicação de Mo em feijoeiro, verificaram que o uso de Mo via foliar reduziu em aproximadamente 10% da germinação na primeira contagem, em relação ao tratamento sem aplicação de Mo, sendo o mesmo ocorrido neste trabalho, onde a aplicação foliar apresentou menores valores de primeira contagem da germinação para 400 g ha⁻¹ de Mo. Estes mesmo autores, estudando o IVG não obtiveram resultados semelhantes aos encontrados neste trabalho, pois não constataram diferença dos tratamentos.

Tabela 15 - Desdobramento da interação entre métodos de aplicação de molibdênio e sementes enriquecidas com doses de Mo, para a índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de soja Ilha Solteira - SP, 2013/14.

Métodos de Aplicação	Sementes enriquecidas com doses de Mo (g ha ⁻¹)		
	0	400	800
	Índice de velocidade de germinação (IVG)		
Sem Aplicação ⁽¹⁾	9,04	9,29 a	8,57
Tratamento de Sementes	9,23	9,15 a	9,08
Via Foliar ⁽²⁾	9,06	8,14 b	8,72
DMS (5%)	0,68		

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

$y^{(1)} = -0,000003x^2 + 0,001867x + 9,03667$ ($R^2 = 1,00$); $y^{(2)} = 0,000005x^2 - 0,004204x + 9,0633$ ($R^2 = 1,00$)

Fonte: do próprio autor.

Valores elevados de condutividade elétrica demonstram que as sementes, quando colocadas para germinar, estão demorando mais para reorganizar suas membranas consequentemente perdendo mais exsudados, e com isto ocorre perda de nutrientes e atrai patógenos, portanto quanto maior o valor, pior a qualidade da semente (Tabela 16). Verifica-se que as plantas oriundas das sementes que foram enriquecidas com 800 g ha⁻¹ de Mo produziram sementes cuja condutividade elétrica foi inferior quando o Mo, sendo o menor valor nas sementes onde a aplicação foi via foliar em V4. Os dados para este método de aplicação (foliar V4) se ajustaram a função linear, sendo que as sementes que tinham maior teor de Mo apresentaram menor valor de condutividade.

Tabela 16 - Desdobramento da interação entre métodos de aplicação de molibdênio e sementes enriquecidas com doses de Mo, para condutividade elétrica de sementes de soja. Ilha Solteira - SP, 2013/14.

Métodos de Aplicação	Sementes enriquecidas com doses de Mo (g ha ⁻¹)		
	0	400	800
	Condutividade elétrica (μS cm ⁻¹ g ⁻¹)		
Sem Aplicação	107,33	106,00	115,33 b
Tratamento de Sementes	106,33	112,67	100,00 b
Via Foliar ⁽¹⁾	109,67	103,00	78,00 a
DMS (5%)	21,24		

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

$y^{(1)} = -0,01039535x + 112,72222$ ($R^2 = 0,90$)

Fonte: do próprio autor.

4.2.6 Teores de Macronutrientes Foliar

Os teores de macronutrientes foliar das plantas de soja estão apresentados na Tabela 17, verifica-se que os teores adequados de nutrientes em folhas de soja segundo o Ambrosano et al.

(1997) são: N: 40-54 g kg⁻¹; P: 2,5-5,0 g kg⁻¹; K: 17-25 g kg⁻¹; Ca: 4-20 g kg⁻¹; Mg: 3-10 g kg⁻¹ e S: 2,1-4,0 g kg⁻¹. Somente K e Mg estão ligeiramente abaixo do recomendado. Quaggio et al. (1998) observaram que os teores de Ca e Mg diminuíram ao aplicarem doses de até 100 g ha⁻¹ de Mo; porém, os autores consideraram as variações pouco expressivas.

Observando os valores de F, nota-se que para todos os nutrientes não houve interação entre os fatores estudados, e para P, K e Mg não houve influência dos tratamentos.

Para o teor de N foliar nota-se que apenas as plantas obtidas das sementes enriquecidas com doses de Mo apresentaram significância, tendo ajuste a equação linear crescente, ou seja, a medida que as sementes utilizadas continham maior conteúdo de Mo, mais alto é o teor de N. Isto era esperado, visto que o Mo é um fator diretamente relacionado a nitrogenase e com estas plantas tem-se-iam um metabolismo de nitrogênio maior e com isto maior teor do nutriente na planta. Em outro trabalho Gelain et al. (2011) verificaram que o uso de Mo, na dose de 34 g ha⁻¹ via tratamento de semente, acresceu o teor de N foliar em 6% em relação ao tratamento sem aplicação de Mo.

Tabela 17 - Valores de F e médias de teor foliar de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S) em função de métodos de aplicação de molibdênio e sementes enriquecidas com doses de Mo. Ilha Solteira - SP, 2013/14.

Tratamentos	------(g kg ⁻¹)-----					
	N	P	K	Ca	Mg	S
Métodos de Aplicação (M)						
Sem Aplicação	51,93	3,36	16,22	5,97 b	2,94	3,43 a
Tratamento de Sementes	52,20	3,59	14,42	6,92 a	2,75	2,53 c
Via Foliar	54,27	3,36	16,69	6,36 ab	2,86	2,93 b
Sementes enriquecidas com doses de Mo (S)						
(g ha ⁻¹)						
0	50,14 ⁽¹⁾	3,46	16,53	6,42	2,83	3,01
400	51,38	3,51	15,19	6,36	2,83	3,06
800	56,89	3,34	15,61	6,47	2,89	2,82
Teste F						
(M)	0,61 ^{ns}	2,04 ^{ns}	3,06 ^{ns}	6,08 ^{**}	3,08 ^{ns}	17,82 ^{**}
(S)	4,83 [*]	0,88 ^{ns}	0,98 ^{ns}	0,08 ^{ns}	0,33 ^{ns}	1,38 ^{ns}
(M)x(S)	0,58 ^{ns}	0,53 ^{ns}	1,22 ^{ns}	0,10 ^{ns}	1,96 ^{ns}	0,60 ^{ns}
DMS (5%)	5,90	0,34	2,48	0,70	0,20	0,39
C.V. (%)	9,28	8,13	13,07	9,00	5,84	10,81
Média Geral	52,80	3,43	15,78	6,42	2,85	2,96

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

^{ns.} = não significativo; * = significativo a 5% de probabilidade; ** = significativo a 1% de probabilidade.

$y^{(1)}=0,0084x+49,428$ (R²=0,88)

Fonte: do próprio autor.

Para os teores de Ca e S foliar foi constatada diferença entre os métodos de aplicação, sendo que o teor de Ca com uso de 25 g de Mo na semeadura diferenciou estatisticamente do método sem a aplicação apresentando uma diferença de 0,95 g kg⁻¹. O S já se comportou de maneira diferente, onde todos os métodos diferiram entre si. O método sem aplicação apresentou maior valor de S, com uma diferença de 0,9 g kg⁻¹ a mais do que com aplicação no tratamento de semente, que apresentou o menor valor. Isto corrobora com Gupta e Lipsett (1981) que disseram que o Mo e o S são nutrientes antagonistas, ou seja, se a planta apresentar grandes quantidades de S a disponibilidade do Mo diminui. Já Tanaka et al. (1993), utilizando aplicação de Mo em soja, verificaram que este apesar de aumentar a produtividade, não alterou o teor de nutrientes nas folhas.

4.3 EXPERIMENTO 2 DO ANO AGRÍCOLA 2013/14

4.3.1 População de plantas e Características agronômicas

Na Tabela 18 podem ser observadas as médias obtidas para altura de plantas, altura de inserção da primeira vagem, número de vagens por planta, número de sementes por planta e número de sementes por vagem que foram as características agronômicas avaliadas, e também as médias de população final de plantas de soja, em função da utilização de sementes enriquecidas anteriormente com doses de Mo diferentes, além de doses de Mo foliar aplicadas em diferentes épocas.

Para características agronômicas e população final, observa-se que para altura de planta e o número de sementes por vagem, houve efeito significativo apenas para doses de Mo foliar. Mesmo que não tenha ocorrido significância para dose foliar de Mo para população final de plantas, observa-se que a menor população foi para sem aplicação, assim pode-se inferir que onde ocorreram menor população as plantas ficaram mais baixas, mesmo que não tenha ocorrido diferença significativa para dose foliar de Mo. Segundo Tourino, Rezende e Salvador (2002) a menor densidade faz com que as plantas fiquem mais baixas, isto porque elas não necessitam de buscar luz devido à falta de competição e com isto ficam mais ramificadas.

O ajuste para o número de sementes por vagem foi linear decrescente, apresentando uma pequena redução na quantidade de sementes por vagem. Já para população final de plantas houve diferença significativa para sementes enriquecidas com doses de Mo, se ajustando a uma equação linear crescente, mostrando que as sementes que foram enriquecidas germinaram melhor que sem enriquecimento.

Tabela 18 - Valores de F e médias de altura de plantas (AP), altura de inserção da primeira vagem (AIPV) número de vagens por planta (V/P), número de sementes por planta (S/P), número de sementes por vagem (S/V) e população final (PF) em função de épocas de aplicação de molibdênio, doses de molibdênio foliar e utilização de sementes enriquecidas com molibdênio. Selvíria-MS, 2013/14.

Tratamentos	AP ------(cm)-----	AIPV	V/P ⁽¹⁾	S/P ⁽¹⁾	S/V	PF (plantas ha ⁻¹)
Épocas de aplicação (E)						
V4	76,0	16,5	68,7	133,3	2,06	276.883
Pré-Florescimento	76,0	16,0	64,7	125,1	2,05	287.367
R3	76,0	16,1	68,9	136,6	2,00	285.489
R5	76,0	16,0	63,8	147,6	2,06	263.322
Doses de Mo foliar (D)						
(g ha ⁻¹)						
0	68,2 ⁽²⁾	15,7	58,4	116,1	2,10 ⁽³⁾	279.133
25	77,5	16,4	60,9	132,2	2,02	286.133
50	76,4	16,0	58,6	118,3	2,05	289.833
100	81,1	16,5	58,2	122,0	1,99	287.961
Sementes enriquecidas com doses de Mo (S)						
(g ha ⁻¹)						
0	75,4	15,6	65,0	146,3	2,05	267.767 ⁽⁴⁾
400	75,5	16,4	64,4	142,1	2,04	279.583
800	76,6	16,4	62,6	138,6	2,03	287.446
Teste F						
(E)	0,01 ^{ns}	0,26 ^{ns}	2,18 ^{ns}	3,32 ^{ns}	1,62 ^{ns}	2,27 ^{ns}
(D)	8,59 ^{**}	0,70 ^{ns}	9,34 ^{ns}	25,72 ^{ns}	4,05 ^{**}	1,19 ^{ns}
(S)	0,16 ^{ns}	1,31 ^{ns}	0,20 ^{ns}	4,32 ^{ns}	0,24 ^{ns}	3,48 [*]
(E)x(D)	0,40 ^{ns}	0,95 ^{ns}	0,53 ^{ns}	2,64 ^{ns}	1,12 ^{ns}	2,25 ^{ns}
(E)x(S)	0,13 ^{ns}	2,06 ^{ns}	0,35 ^{ns}	1,31 ^{ns}	0,90 ^{ns}	1,99 ^{ns}
(D)x(S)	0,37 ^{ns}	1,19 ^{ns}	0,74 ^{ns}	2,90 ^{ns}	1,13 ^{ns}	0,89 ^{ns}
(E)x(D)x(S)	0,15 ^{ns}	0,43 ^{ns}	0,68 ^{ns}	1,25 ^{ns}	0,61 ^{ns}	1,11 ^{ns}
DMS (5%)	6,85	1,70	11,10	25,98	0,08	26.876
C.V. (%)	14,66	17,05	16,04	12,86	7,63	15,67
Média Geral	75,8	16,2	64,0	135,7	2,04	278.265

⁽¹⁾Dados transformados em $(X+0,5)^{0,5}$

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

^{ns.} = não significativo; * = significativo a 5% de probabilidade; ** = significativo a 1% de probabilidade.

$y^{(2)}=0,109293x+71,0216$ ($R^2=0,78$); $y^{(3)}=-0,00089x+2,07821$ ($R^2=0,70$); $y^{(4)}=24,59896x+268425,694$ ($R^2=0,99$)

Fonte: do próprio autor.

4.3.2 Produtividade da soja, massa de 1000 sementes

As médias de produtividade de sementes e massa de 1000 sementes podem ser observadas na Tabela 19 em função da utilização de sementes com teores de Mo diferentes, além de doses de Mo foliar aplicadas em diferentes épocas de desenvolvimento da soja.

Para a massa de 1000 sementes não se observaram diferenças significativas em relação

a nenhum fator estudado. Quanto a produtividade verificou-se interação entre os fatores de doses foliares de Mo com sementes enriquecidas com Mo, sendo este desdobramento apresentado na Tabela 20.

Tabela 19 - Valores de F e médias de produtividade de sementes, massa de 1000 sementes em função de épocas de aplicação de molibdênio, doses de molibdênio foliar e utilização de sementes enriquecidas com molibdênio. Selvíria-MS, 2013/14.

Tratamentos	Produtividade (kg ha ⁻¹)	Massa de 1000 Sementes (g)
Épocas de aplicação (E)		
V4	5.594	150,0
Pré-florescimento	5.510	146,9
R3	5.223	146,6
R5	5.454	147,2
Doses de Mo foliar (D)		
(g ha ⁻¹)		
0	5.701	145,1
25	5.559	149,2
50	5.080	146,7
100	5.371	149,7
Sementes Enriquecidas com doses de Mo (S)		
(g ha ⁻¹)		
0	5.873	146,9
400	5.981	147,9
800	5.348	148,2
Teste F		
(E)	2,03 ^{ns}	1,82 ^{ns}
(D)	1,73 ^{ns}	3,43 ^{ns}
(S)	1,40 ^{ns}	0,49 ^{ns}
(E)x(D)	0,84 ^{ns}	0,78 ^{ns}
(E)x(S)	1,15 ^{ns}	0,71 ^{ns}
(D)x(S)	2,30 [*]	0,64 ^{ns}
(E)x(D)x(S)	0,84 ^{ns}	0,64 ^{ns}
DMS (5%)	1365,7	4,20
C.V.(%)	38,41	7,78
Média Geral	5.767	147,7

Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.
^{ns.} = não significativo; * = significativo a 5% de probabilidade; ** = significativo a 1% de probabilidade.

Fonte: do próprio autor.

Para a produtividade de sementes, com o aumento das doses de Mo foliar em função das sementes enriquecidas (Tabela 20) houve ajuste a equação foi quadrática positiva apenas para não aplicação foliar de Mo, apresentando ponto de máximo na dose 488 g ha⁻¹ de Mo, com uma produtividade de 6.074 kg ha⁻¹. Já para sementes enriquecidas em função de dose foliar de Mo, somente as com dosagem de 400 g ha⁻¹ de Mo apresentaram significância para a produtividade, com ajuste a uma equação linear decrescente. Observando este fato, do ajuste decrescente, e do fato da dose de 800 g ha⁻¹ de Mo não ter sido significativa, pode-se inferir que sementes enriquecidas já teriam a quantidade de Mo suficiente para obter boa produtividade, não sendo necessário o uso de Mo via foliar.

Tabela 20 - Desdobramento da interação entre doses de Mo foliar e sementes enriquecidas com Mo, para produtividade de sementes de soja. Selvíria - MS, 2013/14.

Sementes enriquecidas com doses de Mo (g ha ⁻¹)	Doses de Mo foliar (g ha ⁻¹)			
	0 ⁽¹⁾	25	50	100
	Produtividade (kg ha ⁻¹)			
0	5.718	6.158	5.634	5.984
400 ⁽²⁾	6.059	5.980	4.988	4.819
800	5.912	4.539	4.621	4.511

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

$y^{(1)} = -0,0015x^2 + 1,4625x + 5718,00$ ($R^2 = 1,00$); $y^{(2)} = -13,7071x + 6061,211$ ($R^2 = 0,81$)

Fonte: do próprio autor.

4.3.3 Número de Nódulos e Massa Seca de Nódulos

O número de nódulos e massa seca de nódulos, em função da utilização de sementes com teores de Mo diferentes, além de doses de Mo foliar aplicadas em diferentes épocas, constam na Tabela 21.

Com base nos valores de F apresentados na Tabela 21, para número de nódulos por planta e massa seca de nódulos (mg planta⁻¹) ocorreu interação entre os fatores estudados, onde os desdobramentos destas interações estão sendo apresentados nas Figuras 3, 4 e 5, para número de nódulos, e Figuras 6, 7 e 8 para massa seca de nódulos por planta, respectivamente. As Figuras dos desdobramentos (Figuras 3, 4, 5, 6, 7 e 8) apresentam somente os dados que foram significativos ($p < 5\%$).

Tabela 21 - Valores de F e médias do número de nódulos por planta e massa seca de nódulos por planta, em função de épocas de aplicação de molibdênio, doses de molibdênio foliar e utilização de sementes enriquecidas com molibdênio. Selvíria - MS, 2013/14.

Tratamentos	Número de Nódulos por planta	Massa Seca Nódulos (mg planta ⁻¹)
Épocas de aplicação (E)		
V4	14	54,24
Pré florescimento	12	56,62
R3	11	85,54
R5	0	0,00
Doses de Mo foliar (D)		
(g ha ⁻¹)		
0	2	12,01
25	10	40,43
50	12	66,44
100	13	77,52
Sementes Enriquecidas com doses de Mo (S)		
(g ha ⁻¹)		
0	9	43,72
400	9	53,58
800	9	50,00
Teste F		
(E)	332,32**	1111,85**
(D)	234,54**	744,57**
(S)	1,16 ^{ns}	29,03**
(E)x(D)	57,47**	136,06**
(E)x(S)	9,57**	97,31**
(D)x(S)	6,17**	46,28**
(E)x(D)x(S)	9,00**	33,62**
DMS (5%)	1,25	3,96
C.V.(%)	22,18	13,08
Média Geral	9,11	49,10

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

^{ns.} = não significativo; * = significativo a 5% de probabilidade; ** = significativo a 1% de probabilidade.

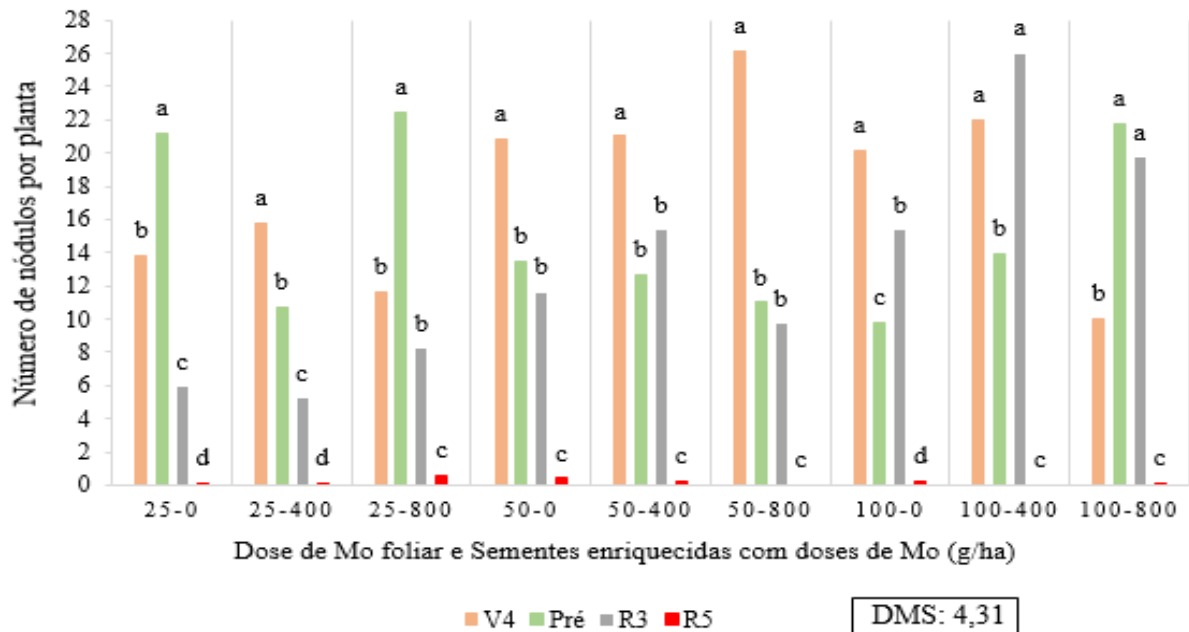
Fonte: do próprio autor.

Observando o efeito das doses foliares de Mo e a utilização de sementes enriquecidas com Mo sobre as épocas de aplicação nota-se que houve diferença estatística somente quando realizou-se aplicação foliar, e que as menores médias de número de nódulos por planta sempre foram para aplicação em R5, independentemente de qualquer outro fator estudado (Figura 3).

Para dose de 25 g ha⁻¹ de Mo as melhores médias ficaram entre pré-florescimento, para sementes enriquecidas a 0 g ha⁻¹ e a 800 g ha⁻¹ de Mo, e para sementes enriquecidas com 400 g ha⁻¹ de Mo a aplicação em V4 se mostrou melhor, diferindo das demais épocas (Figura 3). Isto mostra que sementes sem enriquecimento, a melhor época para aplicação foliar é no início do

desenvolvimento da cultura, pois assim este micronutriente pode chegar nas raízes, ocasionando melhor nodulação e atuar na nitrogenase, consequentemente, aumentar a fixação biológica do nitrogênio.

Figura 3 - Desdobramento da interação entre épocas de aplicação de molibdênio, doses de Mo foliar e sementes enriquecidas com doses de Mo, para o número de nódulos por planta em raiz de soja. Ilha Solteira - SP, 2013/14.



Fonte: do próprio autor.

Ainda na Figura 3, para a dose de 50 g de Mo foliar, verificou-se que independente do teor de Mo que as sementes apresentavam, a aplicação em V4 sempre apresentou maior número de nódulos nas raízes. E para a dose foliar de 100 g ha⁻¹ de Mo, a semente que não foi enriquecida, a aplicação em V4 foi melhor que as demais, para as sementes com dose de 400 g ha⁻¹ de Mo a aplicação em V4 não diferiu da aplicação em R3, e para sementes com 800 g ha⁻¹ de Mo a aplicação no pré-florescimento e em R3 apresentaram maiores médias não diferindo-se entre si.

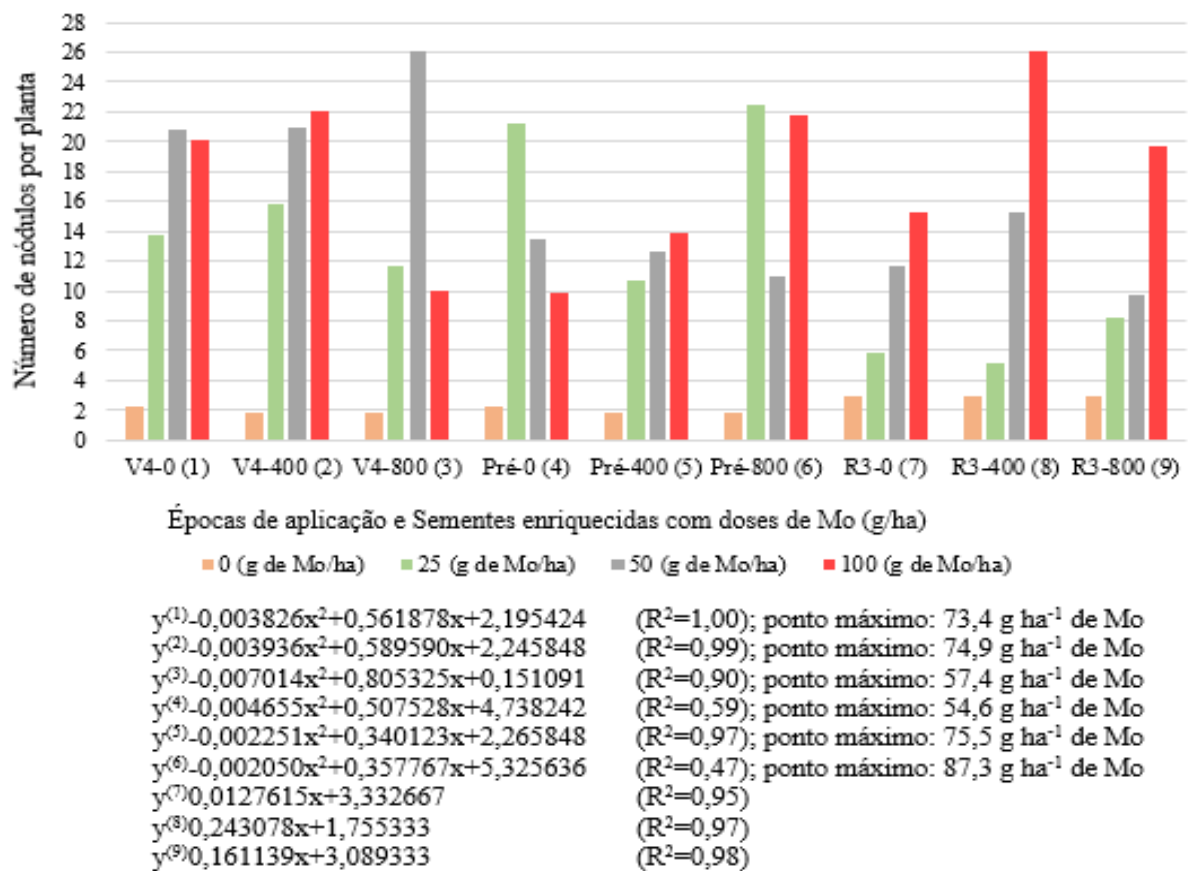
Vale ressaltar que o Mo não é rapidamente absorvido pelas plantas, ou seja, para ser absorvido em mais de 50% este demora por volta de duas semanas, assim a aplicação em V4 e pré-florescimento este Mo estará sendo utilizado pelas plantas nas fases de pré-florescimento e floração respectivamente. E que após o estágio V4 ocorreu a queda dos cotilédones, sendo que o Mo proveniente das sementes já estaria sendo aproveitado pelas plantas.

Segundo Hungria, Campo e Mendes (2001) a soja apresenta maior fixação na fase de florescimento e início da formação de vagem, e segundo estes autores na fase de florescimento

uma planta bem nodulada apresenta de 15 a 30 nódulos, e pode-se verificar que quando houve a presença do Mo de alguma forma, sementes enriquecidas ou via foliar, a quantidade de nódulos era próxima ou dentro destes números.

Na Figura 4 estão o número de nódulos e equações de ajuste para interação de doses de Mo foliar dentro de cada nível de épocas de aplicação e sementes enriquecidas com doses de Mo.

Figura 4 - Desdobramento da interação entre doses de Mo foliar, épocas de aplicação e sementes enriquecidas com doses de Mo, para número de nódulos por planta, em raiz de soja. Ilha Solteira - SP, 2013/14.

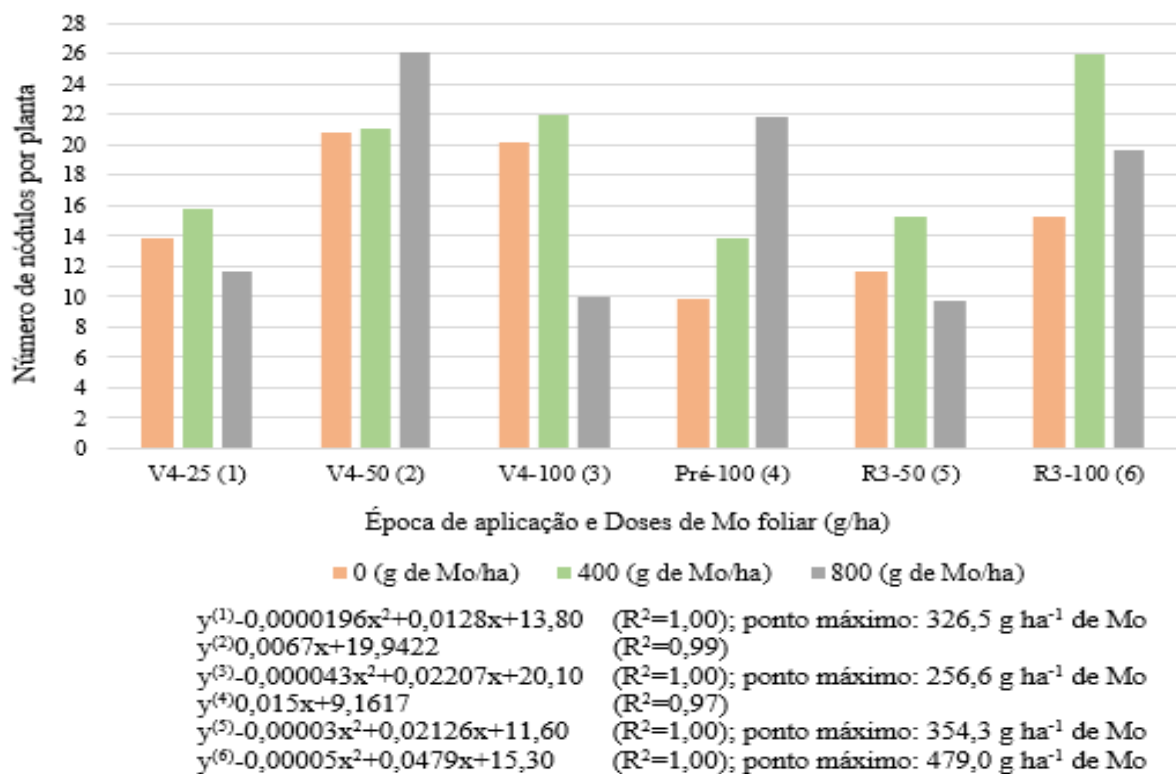


Fonte: do próprio autor.

Observando as equações na Figura 4, nota-se que para aplicação em V4 e em pré-florescimento, independente do teor de Mo presente nas sementes, o ajuste foi quadrático, onde todas as equações apresentaram pontos de máximo, sendo estes apresentados logo após as equações. Pode-se observar que a não aplicação de Mo foliar, independente da época de aplicação e do teor inicial de Mo na semente, sempre apresentou valores mais baixos, mostrando a interferência que o Mo tem na nodulação de soja

Para aplicação em R3 (Figura 4), independente da quantidade de Mo apresentada na semente, as equações foram lineares crescentes. Neste estágio ainda ocorre nodulação, mas as plantas já estão no início de formação e enchimento das sementes, e com isto tendem a translocar boa quantidade de nutrientes para estas, sendo assim quanto menor a dose de Mo foliar, menor é a translocação para as raízes e conseqüentemente, maior será a necessidade para nodulação, pode ser por este fato de que os ajustes foram crescentes.

Figura 5 - Desdobramento da interação entre sementes enriquecidas com doses de Mo, épocas de aplicação e doses de Mo foliar, para número de nódulos por planta, em raiz de soja. Ilha Solteira - SP, 2013/14.



Fonte: do próprio autor.

Observa-se na Figura 5 que para a aplicação em V4 na dose de 50 g ha⁻¹ de Mo foliar e na época pré-florescimento com 100 g ha⁻¹ de Mo foliar, as equações obtidas foram lineares crescentes, mostrando que nestas condições conforme se tem maior quantidade de Mo no interior da semente maior o número de nódulos, sendo nas sementes enriquecidas com 800 g ha⁻¹ de Mo, o número de nódulos foi, respectivamente, 26 e 22 nódulos por planta.

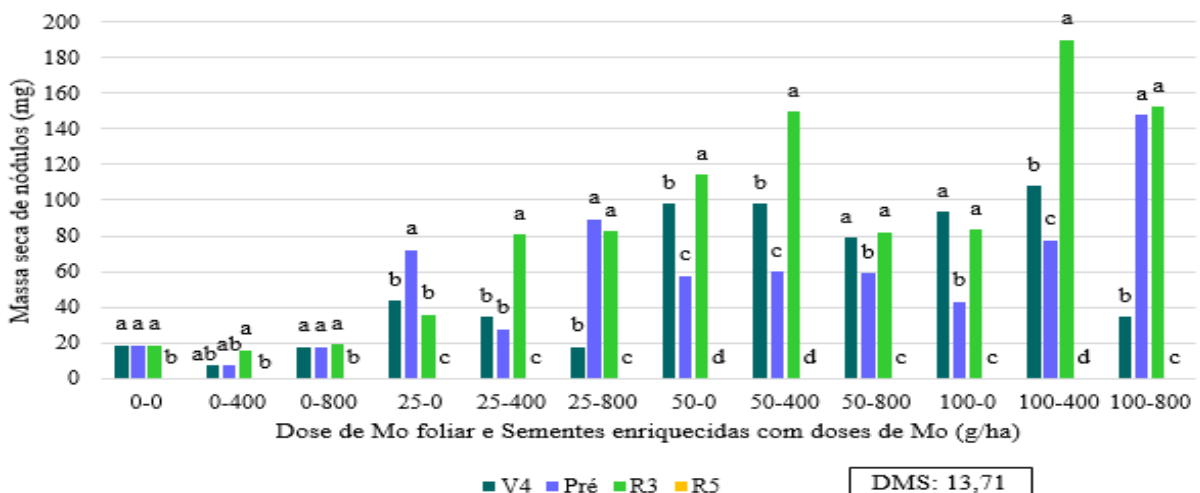
Os ajustes para as demais equações foram quadráticos positivos, onde nota-se que ao aplicar Mo foliar em doses de 25 e 100 g ha⁻¹ de Mo, na época V4, as plantas que foram advindas de sementes enriquecidas nas doses de 327 e 257 g ha⁻¹ de Mo, respectivamente, já tinham teor

de Mo suficiente para apresentar maior número de nódulos. Em R3 os pontos de máximo variaram de 354 a 479 g ha⁻¹ de Mo, para doses foliares de 50 e 100 g ha⁻¹ de Mo, respectivamente. Com destaque para aplicação em R3 com 100 g ha⁻¹ de Mo que apresentou maior número de nódulos 27 nódulos por planta.

Observa-se, em geral, que doses de Mo foliares entre 50 a 100 g ha⁻¹ de Mo, aplicadas no estágio iniciais, V4 e pré florescimento, e o uso de sementes enriquecidas entre 250 a 480 g ha⁻¹ de Mo, apresentaram boa nodulação. Também se verificou que exceção da época de aplicação de Mo, os demais fatores estudados apresentaram inferência com a produtividade.

As médias de massa seca de nódulos por planta em função das variáveis estudadas estão presentes nas Figuras 6, 7 e 8. Observa-se que a aplicação em R5 apresentou, independente das outras variáveis, média 0, diferindo de todas as demais épocas (Figura 6). Hungria, Campo e Mendes (2001) relataram que mesmo durante o período de enchimento de grãos, ainda pode haver nódulos ativos, porém já se inicia o processo de senescência e como a coleta deste experimento para a época R5 foi realizada duas semanas após a aplicação, as plantas já se encontravam próximas ao momento de colheita, explicando-se assim a menor quantidade e menor massa de nódulos nesta época, indicando que o tratamento não teve tempo de influenciar no processo.

Figura 6 - Desdobramento da interação entre épocas de aplicação de Mo, doses de Mo foliar e sementes enriquecidas com doses de Mo, para massa seca de nódulos (mg), em raiz de soja. Ilha Solteira - SP, 2013/14.



Fonte: do próprio autor.

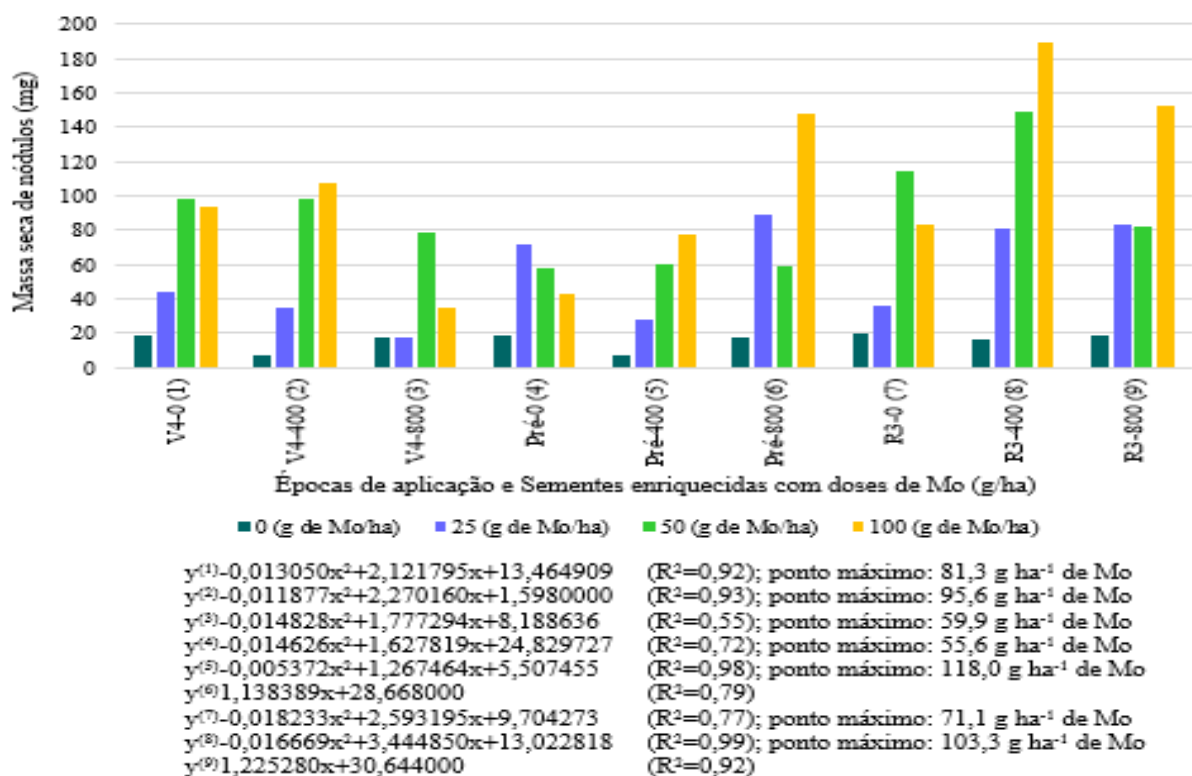
Para as outras épocas em relação à dose foliar e sementes enriquecidas nota-se que a época R3 sempre se destacou independente dos fatores estudados, apresentando maior peso de

nódulos (Figura 6). Isto pode ter ocorrido devido a maior nodulação ser no estágio de florescimento, e como a coleta de R3 foi após este estágio comparando-se a V4 e pré-florescimento cujas coletas foram realizadas antes, a quantidade e peso pode ser devido a este fato.

Na Figura 6, ainda pode-se verificar que a partir de sementes enriquecidas e o uso de doses foliares de 50 a 100 g ha⁻¹ de Mo a massa dos nódulos fica próxima ou passa de 100 mg, e segundo Hungria, Campo e Mendes (2001) no florescimento a massa seca de nódulos entre 100 a 200 mg por planta, indica uma planta bem nodulada.

A Figura 7 apresenta as médias que diferiram significativamente através do desdobramento da interação entre doses de Mo foliar dentro de cada nível de épocas de aplicação e sementes enriquecidas com doses de Mo. Pode-se observar que a não aplicação foliar sempre apresentou nódulos mais leves. Nas épocas antes do florescimento, pré-florescimento, e após o florescimento, R3, verifica-se que doses maiores, 50 e 100 g ha⁻¹ de Mo via foliar, proporcionaram produção de nódulos mais pesados. Nas equações verifica-se que os pontos de máximo obtidos, estão compreendidos nesta faixa de 50 e 100 g ha⁻¹ de Mo via foliar (Figura 7)

Figura 7 - Desdobramento da interação entre doses de Mo foliar, épocas de aplicação e sementes enriquecidas com doses de Mo, para massa seca de nódulos, em raiz de soja. Ilha Solteira - SP, 2013/14.



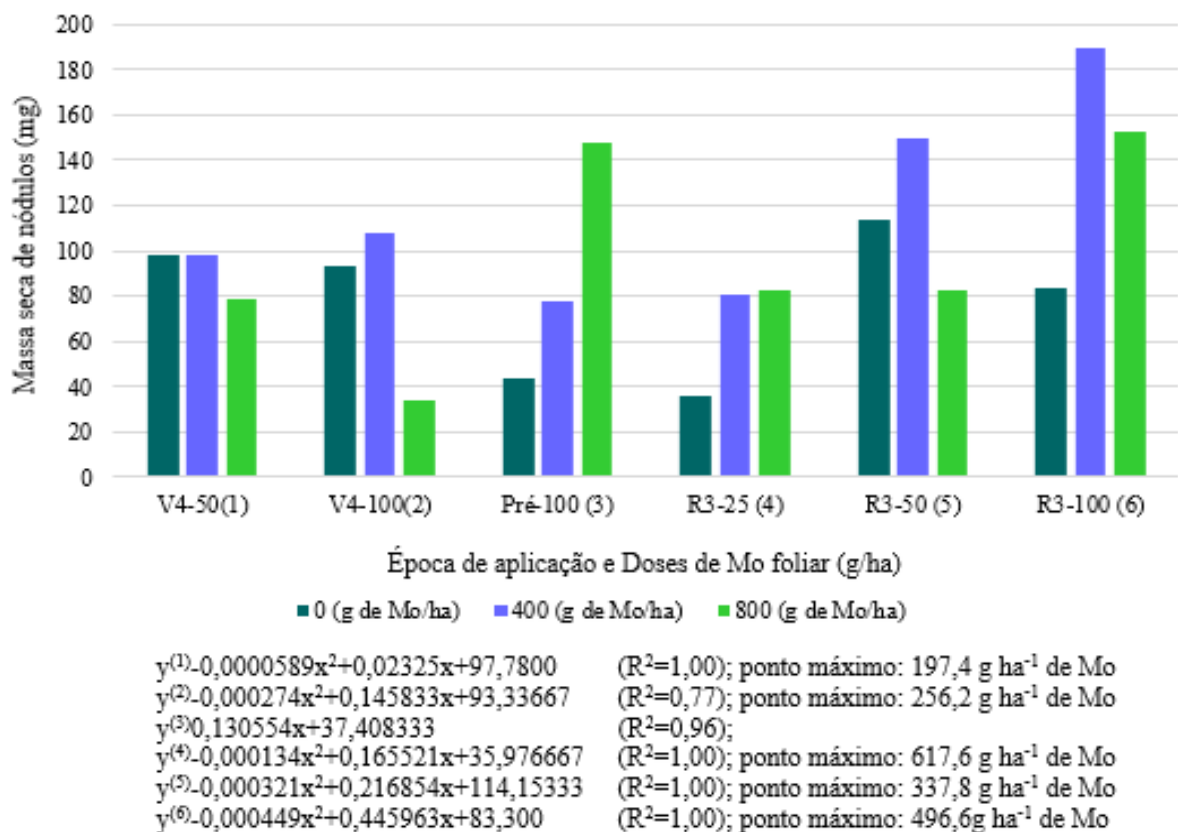
Fonte: do próprio autor.

No desdobramento da interação tripla: sementes enriquecidas x épocas de aplicação x doses de Mo foliar (Figura 8), os dados se ajustaram a função linear crescente quando utilizou-se 100 g ha⁻¹ de Mo no pré-florescimento da soja.

Quando foi realizada aplicação em V4 com dose de 50 ou 100 g ha⁻¹ de Mo foliar, sementes enriquecidas com doses entre 197 a 256 g ha⁻¹ de Mo apresentaram maior massa seca de nódulos. Aplicação em R3, ao se utilizar doses de 25 g ha⁻¹ de Mo via foliar, as sementes foram enriquecidas com uma dose de 618 g ha⁻¹ de Mo, já quando utiliza-se 50 ou 100 g ha⁻¹ de Mo, o enriquecimento na dose de 338 e 497 g ha⁻¹ de Mo, respectivamente, já é o suficiente (Figura 8).

Portanto pode-se notar que a utilização de sementes enriquecidas com Mo atuou de maneira positiva na nodulação, tanto em questão de número de nódulos como para massa seca destes. E isto pode ser observado na Figura 8, onde as sementes que não foram enriquecidas a massa dos nódulos foi inferior geralmente.

Figura 8 - Desdobramento da interação entre sementes enriquecidas com doses de Mo, épocas de aplicação e doses de Mo foliar, para massa seca de nódulos, em raiz de soja. Ilha Solteira - SP, 2013/14.



Fonte: do próprio autor.

4.3.4 Teor de Molibdênio e Qualidade Nutricional das sementes

Na Tabela 22 estão apresentados os dados para teor de proteína, lipídeos e de Mo em sementes de soja. Pelos valores de F somente o teor de lipídeos não diferiu estatisticamente para nenhuma dos fatores estudados, épocas de aplicação de Mo, doses de Mo foliar e sementes enriquecidas com Mo.

Tabela 22 - Valores de F e médias de teor de proteína bruta, teor de lipídeos e teor de molibdênio nas sementes de soja, em função de épocas de aplicação de molibdênio, doses de molibdênio foliar e sementes enriquecidas com doses de Mo. Ilha Solteira - SP, 2013/14.

Tratamentos	Proteína Bruta (%)	Teor de lipídeos (%)	Teor Mo (mg kg ⁻¹)
Épocas de aplicação (E)			
V4	41,33	16,68	5,14
Pré-Florescimento	41,58	16,78	5,25
R3	42,06	16,84	6,54
R5	41,34	16,49	5,80
Doses de Mo foliar (D)			
(g ha ⁻¹)			
0	41,35	16,63	5,01
25	41,67	16,74	5,62
50	41,23	16,65	5,89
100	42,05	16,76	6,20
Sementes enriquecidas com doses de Mo (S)			
(g ha ⁻¹)			
0	40,99	16,65	5,82
400	41,49	16,70	5,48
800	42,25	16,73	5,74
Teste F			
(E)	1,02 ^{ns}	1,16 ^{ns}	25,75 ^{**}
(D)	1,17 ^{ns}	0,20 ^{ns}	16,05 ^{**}
(S)	4,70 [*]	0,11 ^{ns}	2,73 ^{ns}
(E)x(D)	0,75 ^{ns}	2,02 ^{ns}	3,38 ^{**}
(E)x(S)	0,42 ^{ns}	1,96 ^{ns}	0,63 ^{ns}
(D)x(S)	3,98 ^{**}	1,41 ^{ns}	1,46 ^{ns}
(E)x(D)x(S)	0,31 ^{ns}	1,57 ^{ns}	1,70 ^{ns}
DMS (5%)	1,25	0,52	0,47
C.V. (%)	4,87	4,08	13,31
Média Geral	41,58	16,70	6,68

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

^{ns.} = não significativo; ^{*} = significativo a 5% de probabilidade; ^{**} = significativo a 1% de probabilidade.

Fonte: do próprio autor.

O Mo, segundo Mengel e Kirkby (2001), faz parte da enzima redutase de nitrato, que catalisa a redução de NO_3^- a NO_2^- . Além desta participação, o molibdênio também faz parte da molécula da nitrogenase, que catalisa a redução do N_2 atmosférico a NH_3 , sendo assim espera-se que quanto maior a quantidade de Mo presente nas plantas maiores os valores de N na planta.

O desdobramento da interação entre doses de Mo foliar e sementes enriquecidas com doses de Mo, para teor de proteína consta na Tabela 23. Para as sementes enriquecidas verificou-se que somente as sementes sem enriquecimento apresentaram diferença estatística, ajustando a equação linear crescente, ou seja, as plantas advindas de sementes não enriquecidas, ao receberem doses crescentes de Mo foliar, apresentaram aumento no teor de proteína nas sementes, onde a dose foliar 100 g ha^{-1} de Mo proporcionou teor de proteína 9% a mais do que quando não se aplicou o Mo.

Não houve diferença significativa entre épocas de aplicação de Mo para o teor de proteína, sendo o mesmo obtido por Moraes et al. (2008) quando aplicaram Co e Mo em semeadura, V4, V6, R1 e R3 (Tabela 22). Ainda para teor de proteína as doses de Mo foliar apresentaram efeito significativo para sem aplicação e dose de 25 g ha^{-1} de Mo. Onde para ambas as doses as equações de ajuste foram lineares crescentes (Tabela 23), ou seja, quanto maior o conteúdo de Mo presente nas sementes que foram semeadas maior foi o teor de proteína das sementes oriundas destas plantas.

Tabela 23 - Desdobramento da interação entre doses de Mo foliar e sementes enriquecidas com doses de Mo, para teor de proteína bruta nas sementes de soja. Ilha Solteira - SP, 2013/14.

Doses de Mo foliar (g ha^{-1})	Sementes enriquecidas com doses de Mo (g ha^{-1})		
	0 ⁽¹⁾	400	800
	Proteína (%)		
0 ⁽²⁾	39,19	42,26	42,60
25 ⁽³⁾	40,65	41,25	43,12
50	40,82	41,46	41,43
100	42,72	41,57	41,85

$$y^{(1)}=0,031091x+39,631 \quad (R^2=0,84); \quad y^{(2)}=0,004263x+39,643889 \quad (R^2=0,82); \quad y^{(3)}=0,3087x+40,438 \quad (R^2=0,92)$$

Fonte: do próprio autor.

O Mo é importante na redução do nitrato a nitrito e na nitrogenase, ou seja, é diretamente ligado a nitrogênio e na fixação biológica, e por este fato verifica-se a influência desse no teor de proteína das sementes, pois toda proteína tem nitrogênio e assim verifica-se na Tabelas 23 a influência positiva do Mo sobre o aumento de proteína, o que é muito importante para nutrição animal.

Na Tabela 24 estão contidas as médias do desdobramento da interação entre épocas de aplicação e doses de Mo foliar para o teor de Mo nas sementes de soja. Pode-se observar que sementes que receberam doses de Mo foliar apresentaram maior valor deste micronutriente quando estas doses foram aplicadas nos estádios reprodutivos. O mesmo foi observado por Milani et al. (2010), que aplicaram doses de Mo na fase de maturação cultura da soja, e o conteúdo de Mo nas sementes aumentava com o aumento das doses.

Na dose de 25 g ha⁻¹ de Mo verifica-se que na época R3 houve maior teor de Mo na semente diferindo das demais épocas, inclusive da R5, isto pode ter acontecido devido a dose utilizada ser baixa, e com a redistribuição do Mo pela planta aliado ao tempo de assimilação na fase R5, a quantidade translocada na fase R5 foi pequena. Já não se observa isto para as doses 50 e 100 g ha⁻¹ de Mo, onde os estádios R3 e R5 diferiram dos demais apresentando maior teor de Mo nas sementes. Moraes et al. (2008) verificaram que épocas mais tardias, R3, o teor de Mo nos grãos foi maior.

Tabela 24 - Desdobramento da interação entre épocas de aplicação e doses de Mo foliar, para o teor de Mo nas sementes de soja. Ilha Solteira - SP, 2013/14.

Épocas de aplicação	Doses de Mo foliar (g ha ⁻¹)			
	0	25	50	100
	Teor de Mo (g kg ⁻¹)			
V4	5,01	5,11 b	5,20 b	5,24 b
Pré-Florescimento	5,01	5,21 b	5,21 b	5,55 b
R3 ⁽¹⁾	5,01	6,66 a	7,02 a	7,46 a
R5 ⁽²⁾	5,01	5,50 b	6,15 a	6,54 a
DMS (5%)		0,93		

$$y^{(1)} = -0,00038x^2 + 0,061156x + 5,10799 \quad (R^2 = 0,97); \quad y^{(2)} = 0,015398x + 5,126889 \quad (R^2 = 0,93).$$

Fonte: do próprio autor.

4.3.5 Qualidade Fisiológica

Os dados obtidos para qualidade fisiológica de sementes de soja estão presentes na Tabela 25. Observando os valores de F verifica-se que todas as análises realizadas apresentaram interação entre algum fator estudado.

Na Tabela 26 está o desdobramento da interação entre épocas de aplicação e doses de Mo foliar para análise de germinação, verifica-se que houve diferença apenas para as doses 50 e 100 g ha⁻¹ de Mo. As sementes obtidas com a dose 50 g ha⁻¹ de Mo na época do pré-florescimento apresentou maior porcentagem de germinação, diferindo das épocas V4 e R5. Já a dose de 100 g ha⁻¹ de Mo na época de aplicação V4 proporcionou melhores valores de

germinação (94,4%), diferindo das demais épocas. Ainda para a mesma dose, as épocas de aplicações R3 e R5 apresentaram valores mais baixos de germinação, no entanto somente a época de R3 ficou abaixo de 80%, para dose de 100 g ha⁻¹ de Mo, não sendo considerado valor adequado para comercialização como semente (BRASIL, 2009).

Ainda no desdobramento interação entre épocas de aplicação e doses de Mo foliar, para análise de geminação (Tabela 26), observa-se que as épocas V4, R3 e R5 se ajustaram a uma equação com características diferentes. Em V4 a equação de ajuste foi quadrática negativa, com ponto de mínimo na dose de 47,1 g ha⁻¹ de Mo, que corresponde a uma porcentagem de germinação de 86%, embora a germinação esteja acima de 80%.

Tabela 25 - Valores de F e médias de germinação (G), primeira contagem da germinação (PC), índice de velocidade de germinação (IVG), envelhecimento acelerado (EA) e condutividade elétrica (CE) em função de épocas de aplicação de molibdênio, doses de molibdênio foliar e sementes enriquecidas com doses de Mo. Ilha Solteira - SP, 2013/14.

Tratamentos	G ------(%)-----	PC	IVG -	EA (%)	CE ($\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$)
Épocas de aplicação (E)					
V4	90,1	83,5	8,77	89,5	97,94 a
Pré-Florescimento	91,4	85,6	8,92	87,6	108,97 b
R3	88,6	83,8	8,68	88,2	114,78 b
R5	86,7	81,9	8,49	86,6	114,75 b
Doses de Mo foliar (D)					
(g ha ⁻¹)					
0	92,2	85,3	8,97	84,9	109,56
25	89,4	84,2	8,75	89,4	105,33
50	89,0	83,4	8,70	88,9	113,31
100	86,2	81,8	8,46	88,7	108,25
Sementes enriquecidas com doses de Mo (S)					
(g ha ⁻¹)					
0	89,1	83,0	8,68	87,5	111,10
400	90,5	85,6	8,87	88,0	106,13
800	88,0	82,5	8,60	88,4	110,10
Teste F					
(E)	5,24**	3,15*	4,44**	4,36**	11,29**
(D)	7,82**	2,99*	6,01**	13,00**	1,96 ^{ns}
(S)	2,81 ^{ns}	5,08**	3,66*	0,93 ^{ns}	1,66 ^{ns}
(E)x(D)	5,49**	4,15**	5,15**	6,35**	2,18 ^{ns}
(E)x(S)	1,61 ^{ns}	1,02 ^{ns}	1,42 ^{ns}	1,40 ^{ns}	1,93 ^{ns}
(D)x(S)	3,11**	3,80**	3,37**	7,69**	3,43**
(E)x(D)x(S)	1,38 ^{ns}	1,21 ^{ns}	1,36 ^{ns}	3,51**	2,20 ^{ns}
DMS (5%)	3,25	3,13	0,31	2,14	8,73
C.V. (%)	5,91	6,08	5,83	3,94	12,98
Média Geral	89,2	83,7	8,72	88,0	109,11

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

^{ns}. = não significativo; * = significativo a 5% de probabilidade; ** = significativo a 1% de probabilidade.

Fonte: do próprio autor.

A equação de ajuste da época R3 foi quadrática positiva, apresentando no seu ponto de máximo uma germinação de 92%, na dose de 17,5 g ha⁻¹ de Mo. Já a época R5 apresentou uma equação linear decrescente, ou seja, a medida que se aumentou as doses de Mo foliar menor foi sua germinação, fato este pode ser devido a planta utilizar energia para assimilar o Mo e a translocação dos compostos não foi rápida o suficiente para que os mesmos fossem translocado para as sementes nesta época de aplicação de Mo, ocorrendo até mesmo prejuízo na germinação de sementes.

Tabela 26 - Desdobramento da interação entre épocas de aplicação e doses de Mo foliar, para porcentagem de germinação de sementes de soja. Ilha Solteira - SP, 2013/14.

Épocas de aplicação	Doses de Mo foliar (g ha ⁻¹)			
	0	25	50	100
	Germinação (%)			
V4 ⁽¹⁾	92,2	88,4	85,3 b	94,4 a
Pré-Florescimento	92,2	91,6	94,0 a	87,8 b
R3 ⁽²⁾	92,2	91,6	91,1 ab	79,6 c
R5 ⁽³⁾	92,2	86,0	85,6 b	83,1 bc
DMS (5%)	6,49			

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

$y^{(1)}=0,002958x^2-0,27838x+92,5859$ ($R^2=0,97$); $y^{(2)}=-0,001883x^2+0,0657x+91,013$ ($R^2=0,99$);

$y^{(3)}=-0,080x+90,222$ ($R^2=0,78$)

Fonte: do próprio autor.

Na análise de germinação também ocorreu interação entre doses de Mo foliar e sementes enriquecidas com doses de Mo, onde seu desdobramento está na Tabela 27. Para as sementes não enriquecidas houve ajuste linear decrescente, e para sementes enriquecidas com doses de 400 g ha⁻¹ de Mo o ajuste foi quadrático negativo, onde a dose de 60 g ha⁻¹ de Mo apresenta menor germinação com 88%, ainda acima de 80%, valor mínimo este exigido para a comercialização.

Tabela 27 - Desdobramento da interação entre doses de Mo foliar e sementes enriquecidas com doses de Mo, para porcentagem de germinação em sementes de soja. Ilha Solteira - SP, 2013/14.

Doses de Mo foliar (g ha ⁻¹)	Sementes enriquecidas com doses de Mo (g ha ⁻¹)		
	0 ⁽¹⁾	400 ⁽²⁾	800
	Germinação (%)		
0 ⁽³⁾	93,3	94,7	88,7
25	91,8	87,8	88,5
50	88,0	89,5	89,5
100 ⁽⁴⁾	83,2	90,2	85,3

$y^{(1)}=-0,105524x+93,700$ ($R^2=0,99$); $y^{(2)}=0,001679x^2-0,202636x+93,898485$ ($R^2=0,72$)

$y^{(3)}=-0,005833x+94,55556$ ($R^2=0,55$); $y^{(4)}=-0,000037x^2+0,032292x+83,16667$ ($R^2=1,00$)

Fonte: do próprio autor.

Para as doses de Mo, a não aplicação de Mo e a dose 100 g ha⁻¹ de Mo constatou-se efeito significativo. Para não aplicação o ajuste foi linear decrescente mostrando que o conteúdo de Mo nas sementes não elevou a germinação quando não se aplicou Mo foliar. E para a dose de 100 g ha⁻¹ de Mo, o ajuste foi quadrático positivo, com ponto de máximo na dose de 436 g ha⁻¹ de Mo (Tabela 27).

Na 1ª contagem, assim como ocorrido na germinação, onde no desdobramento da interação entre épocas de aplicação e doses de Mo foliar (Tabela 28), as doses foliares de 50 e 100 g ha⁻¹ de Mo foram as que apresentaram diferenças em relação aos métodos de aplicação. Na dose 50 g ha⁻¹ de Mo a época de pré-florescimento apresentou maior porcentagem de sementes germinadas na 1ª contagem, e a época V4 foi a menos vigorosa (78,4%). Já na dose 100 g ha⁻¹ de Mo a época de aplicação em V4 proporcionou melhor vigor (87,3%), e a época R3 apresentou somente 77,1% de sementes germinadas na 1ª contagem.

Os ajustes das equações para as épocas de aplicação estão apresentados junto a Tabela 28. A aplicação na época V4 ajustou-se a uma equação quadrática negativa apresentando na dose foliar 47,9 g ha⁻¹ de Mo com taxa de 79,7% das sementes germinadas na primeira contagem. Já na época de aplicação em R3, 86,9% das sementes germinaram com dose de 29,8 g ha⁻¹ de Mo, sendo este o ponto de máximo da equação. Na época R5 houve ajuste linear decrescente, mostrando que doses elevadas diminuíram o vigor das sementes nesta época de aplicação, assim como o relatado para germinação de sementes (Tabela 26).

Tabela 28 - Desdobramento da interação entre épocas de aplicação e doses de Mo foliar, para análise de primeira contagem da germinação de sementes de soja. Ilha Solteira - SP, 2013/14.

Épocas de aplicação	Doses de Mo foliar (g ha ⁻¹)			
	0	25	50	100
	Primeira Contagem germinação (%)			
V4 ⁽¹⁾	85,3	82,9	78,4 c	87,3 a
Pré-Florescimento	85,3	85,6	87,8 a	83,6 ab
R3 ⁽²⁾	85,3	86,4	86,4 ab	77,1 c
R5 ⁽³⁾	85,3	81,8	81,1 bc	79,3 bc
DMS (5%)	6,27			

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

$y^{(1)}=0,002723x^2-0,26097x+85,981818$ ($R^2=0,88$); $y^{(2)}=-0,00198x^2-0,117939x+85,169697$ ($R^2=1,00$)

$y^{(3)}=-0,054349x+84,266667$ ($R^2=0,85$)

Fonte: do próprio autor.

No desdobramento de doses de Mo foliar e sementes enriquecidas com doses de Mo, para a primeira contagem de germinação (Tabela 29), para as sementes enriquecidas com Mo

houve significância apenas nas doses 0 e 400 g ha⁻¹ de Mo. Sendo que para sementes que não foram enriquecidas o ajuste foi linear decrescente, onde para esta análise sementes sem enriquecimento de Mo e doses baixas de Mo foliar apresentaram melhores valores de primeira contagem. Já na dose 400 g ha⁻¹ de Mo a equação de ajuste foi quadrática, onde doses de até 61,3 g ha⁻¹ de Mo via foliar apresentaram menor germinação (82,7%) na primeira contagem.

Na Tabela 29, ainda consta as equações para doses de Mo foliar, sendo que 0 e 100 g ha⁻¹ de Mo ocorreu efeito significativo. Ambas as doses se ajustaram a equações quadráticas, mostrando que o conteúdo das sementes associado com ou sem dose de Mo foliar apresentou aumento na porcentagem de sementes germinadas na primeira contagem. Sendo, respectivamente, doses de 331 e 448 g ha⁻¹ de Mo, com valores que correspondem a 90,2 e 85% de germinação na primeira contagem.

Tabela 29 - Desdobramento da interação entre doses de Mo foliar e sementes enriquecidas com doses de Mo, para primeira contagem da germinação de sementes de soja. Ilha Solteira – SP, 2013/14.

Doses de Mo foliar (g ha ⁻¹)	Sementes enriquecidas com doses de Mo (g ha ⁻¹)		
	0 ⁽¹⁾	400 ⁽²⁾	800
	Primeira Contagem da germinação		
0 ⁽³⁾	85,3	90,0	80,7
25	85,3	82,7	84,0
50	81,8	84,7	83,8
100 ⁽⁴⁾	79,0	85,0	81,5
$y^{(1)} = -0,070857x + 86,100$	$(R^2 = 0,89)$	$y^{(2)} = 0,001709x^2 - 0,209394x + 89,13636$	$(R^2 = 0,69)$
$y^{(3)} = -0,000044x^2 + 0,029167x + 85,333$	$(R^2 = 1,00)$	$y^{(4)} = -0,00003x^2 + 0,026875x + 79,000$	$(R^2 = 1,00)$

Fonte: do próprio autor.

Para o valor de IVG, quanto mais alto, maior o vigor das sementes. Semelhante ao que ocorreu na 1ª contagem, houve interação entre épocas de aplicação e doses de Mo foliar (Tabela 30), e as doses de 50 e 100 g ha⁻¹ de Mo na análise de IVG apresentaram diferenças, sendo que na dose 50 g ha⁻¹ de Mo a época de pré-florescimento se destacou com 9,17, e na dose 100 g ha⁻¹ de Mo a época V4 apresentou maior IVG (9,18).

Para as épocas de aplicação V4, R3 e R5 os dados se ajustaram a diferentes equações. Em V4 a equação foi quadrática, que significa que até determinada dose aplicada o IVG foi decrescendo, acima desta dose já houve aumento, sendo esta dose de 47,4 g ha⁻¹ de Mo e o IVG nesta dose foi de 8,37. Em R3 o ajuste foi a equação quadrática onde o ponto de máximo foi 22,2 g ha⁻¹ de Mo com IVG de 9,04 (Tabela 30).

Tabela 30 - Desdobramento da interação entre épocas de aplicação e doses de Mo foliar, para o índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes soja. Ilha Solteira - SP, 2013/14.

Épocas de aplicação	Doses de Mo foliar (g ha ⁻¹)			
	0	25	50	100
	Índice de velocidade de germinação (IVG)			
V4 ⁽¹⁾	8,97	8,64	8,27 c	9,18 a
Pré-Florescimento	8,97	8,93	9,17 a	8,62 ab
R3 ⁽²⁾	8,97	8,97	8,94 ab	7,87 c
R5 ⁽³⁾	8,97	8,44	8,39 bc	8,17 bc
DMS (5%)	0,63			

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

$y^{(1)} = -0,000286x^2 - 0,027123x + 9,013727$ ($R^2 = 0,94$); $y^{(2)} = -0,000192x^2 + 0,008518x + 8,94097$ ($R^2 = 0,99$)

$y^{(3)} = -0,007026x + 8,801556$ ($R^2 = 0,80$)

Fonte: do próprio autor.

Houve também para IVG interação entre doses de Mo foliar e sementes enriquecidas com doses de Mo, sendo seu desdobramento apresentado na Tabela 31. Para as sementes obtidas com a não aplicação de Mo foliar verificou-se ajuste a equação linear decrescente (Tabela 31), o mesmo que havia ocorrido para a primeira contagem de germinação. Para dose de 400 g ha⁻¹ de Mo o ajuste foi para equação quadrática, onde o ponto de mínimo foi na dose de 60,9 g ha⁻¹ de Mo sendo o IVG nesta dose de 8,59.

Tabela 31 - Desdobramento da interação entre doses de Mo foliar e sementes enriquecidas com doses de Mo, para análise índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes soja. Ilha Solteira - SP, 2013/14.

Doses de Mo foliar (g ha ⁻¹)	Sementes enriquecidas com doses de Mo (g ha ⁻¹)		
	0 ⁽¹⁾	400 ⁽²⁾	800
	Índice de velocidade de germinação (IVG)		
0 ⁽³⁾	9,04	9,29	8,57
25	8,96	8,59	8,68
50	8,57	8,77	8,74
100 ⁽⁴⁾	8,16	8,83	8,39

$y^{(1)} = -0,009254x + 9,0880$ ($R^2 = 0,97$); $y^{(2)} = 0,000168x^2 - 0,020448x + 9,212902$ ($R^2 = 0,71$)

$y^{(3)} = -0,000003x^2 + 0,001867x + 9,03667$ ($R^2 = 1,00$); $y^{(4)} = -0,000003x^2 + 0,003026x + 8,16333$ ($R^2 = 1,00$)

Fonte: do próprio autor.

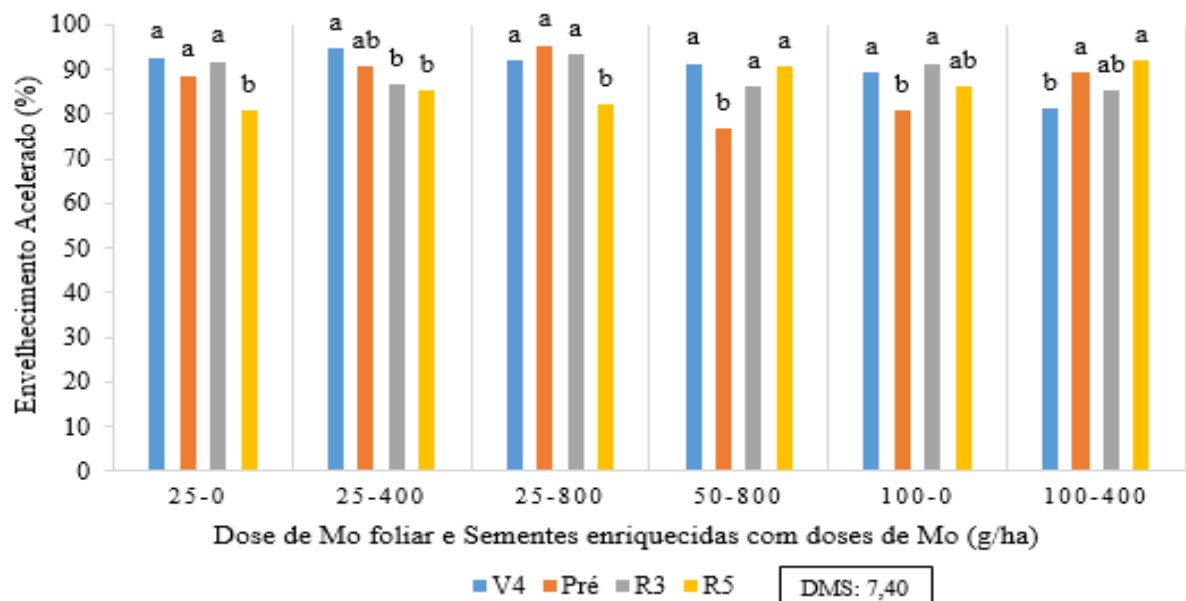
Para doses de Mo foliar houve interação com as sementes enriquecidas com doses de Mo somente em 0 e 100 g ha⁻¹ de Mo. A dose 0 e com sementes enriquecidas com dose de 331,2 g ha⁻¹ de Mo corresponde a um IVG de 9,33. Na dose de 100 as sementes enriquecidas com dose

de 504,3 apresentam um IVG de 8,93, isto porque a equação de ajuste foi quadrática positiva, ou seja, até esta dose IVG é crescente (Tabela 31).

As Figuras 9, 10 e 11 apresentam o desdobramento da interação tripla para os dados de vigor avaliados pelo envelhecimento acelerado de sementes de soja.

O desdobramento da interação época de aplicação x doses de Mo foliar x sementes enriquecidas com doses de Mo (Figura 9), independente do teor de Mo presente na semente utilizada, a dose de 25 g ha⁻¹ de Mo aplicada em V4 e pré-florescimento apresentaram melhores valores de germinação após o envelhecimento. Já nas aplicações em R3 e R5 se destacaram para doses de 50 e 100 g ha⁻¹ de Mo, independente do teor de Mo presente nas sementes utilizadas.

Figura 9 - Desdobramento da interação entre épocas de aplicação de Mo, doses de Mo foliar e sementes enriquecidas com doses de Mo, para envelhecimento acelerado, de sementes de soja. Ilha Solteira - SP, 2013/14.



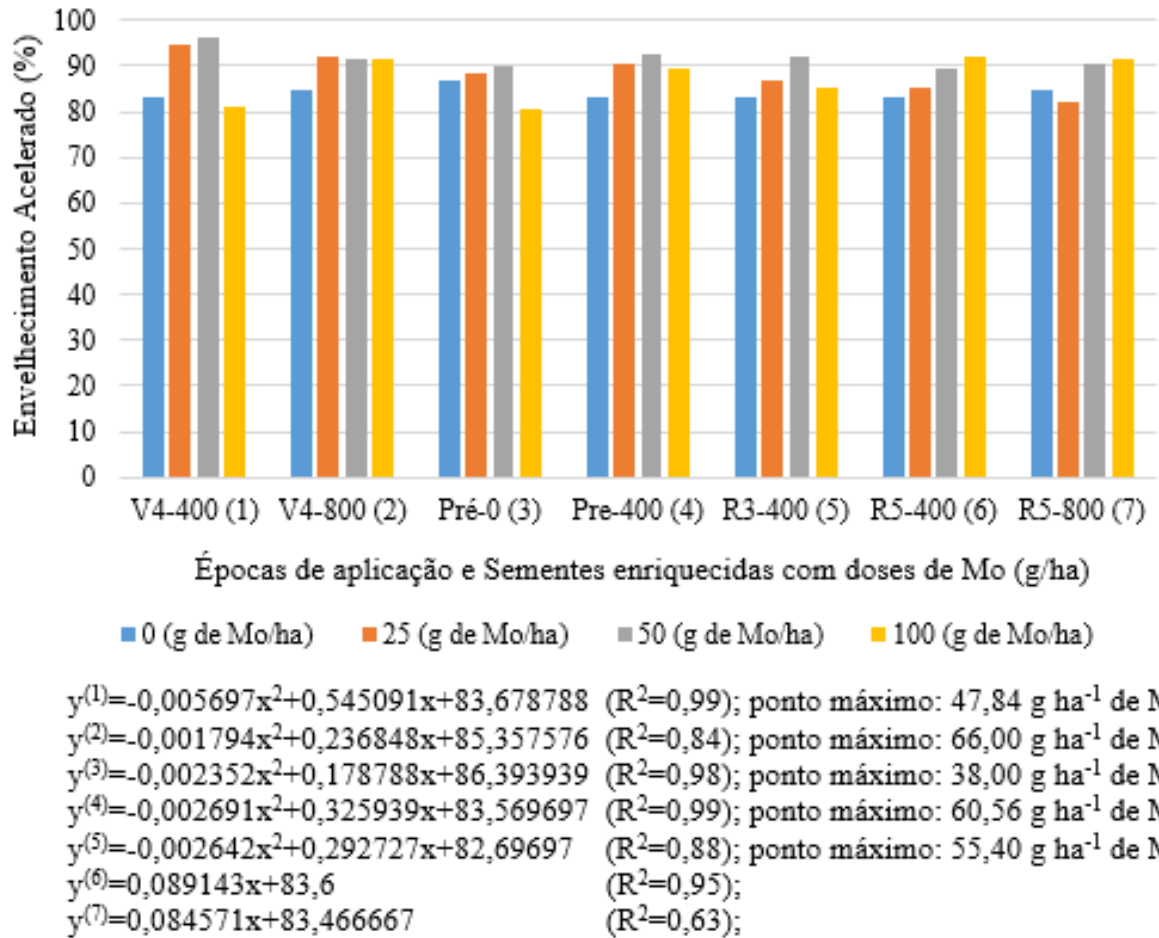
Fonte: do próprio autor.

O desdobramento de doses de Mo foliar dentro de cada nível de épocas de aplicação e sementes enriquecidas com doses de Mo estão apresentados na Figura 10. As equações abaixo do gráfico mostram que os ajustes das médias foram quadráticos positivos, ou linear crescentes, mostrando que as doses foliares influenciaram a germinação do envelhecimento acelerado de maneira positiva.

Observando os pontos de máximo, também presentes na Figura 10, verifica-se que doses entre 40 a 70 g ha⁻¹ de Mo foram melhores para épocas V4, pré-florescimento e R3, com

sementes enriquecidas ou não. Já para a época R5 com sementes enriquecidas com doses de 400 e 800 g ha⁻¹ de Mo o ajuste foi linear crescente, mostrando que doses acima de 100 g ha⁻¹ de Mo aplicado via foliar tem-se respostas positivas para o teste de envelhecimento acelerado.

Figura 10 - Desdobramento da interação entre doses de Mo foliar, épocas de aplicação e sementes enriquecidas com doses de Mo, para envelhecimento acelerado de sementes de soja. Ilha Solteira - SP, 2013/14.



Fonte: do próprio autor.

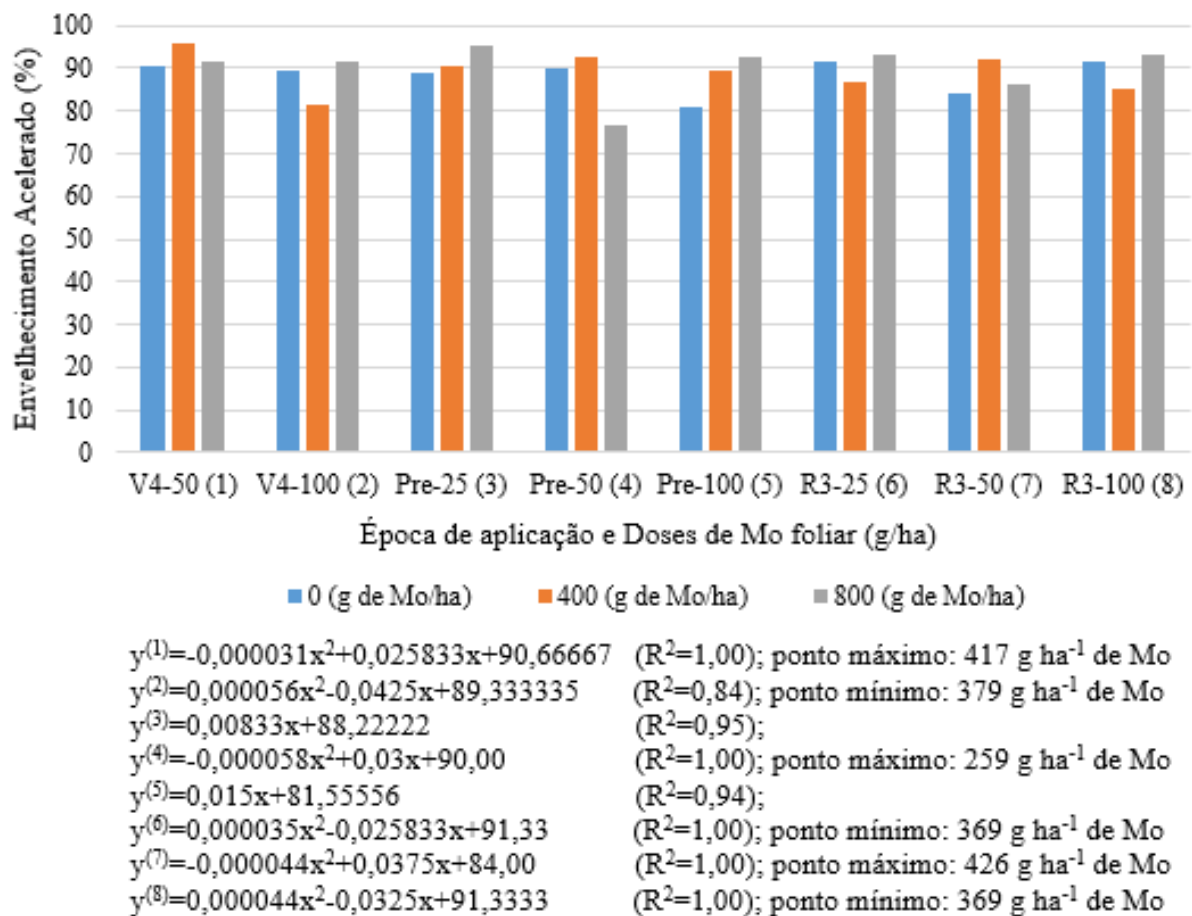
A utilização de sementes enriquecidas se comportou de maneiras distintas, como pode-se observar na Figura 11, onde está apresentado o desdobramento da interação entre sementes enriquecidas com doses de Mo x época de aplicação x doses de Mo foliar para o teste de envelhecimento acelerado.

Na época V4, as doses foliares se comportaram diferentemente em relação as sementes utilizadas, sendo que com 50 g ha⁻¹ de Mo via foliar a equação de ajuste foi quadrática positiva, com ponto de máximo na dose de 420 g ha⁻¹ de Mo, chegando a obter 96% de plântulas normais pelo teste de envelhecimento acelerado. Já com a dose de 100 g ha⁻¹ de Mo o ajuste foi

quadrático, onde o ponto de mínimo foi 379 g ha⁻¹ de Mo, mostrando que está dose interferiu de maneira negativa quando combinados os fatores época e sementes enriquecidas (Figura 11).

No pré-florescimento o uso de sementes enriquecidas trouxe maior vigor para as sementes oriundas destas plantas, pois os ajustes das equações foi linear crescente, e somente na dose 50 g ha⁻¹ de Mo foliar que o ajuste foi quadrático positivo, com ponto de máximo na dose de 259 g ha⁻¹ de Mo. Indicando que o uso de sementes enriquecidas na semeadura, aliado com aplicação foliar de Mo via foliar, fizeram com que as sementes se desenvolvessem bem, mesmo passando por estresse de umidade e temperatura. Para a dose R3, independente da dose de Mo aplicada foliar, as plantas que foram oriundas de sementes enriquecidas com teor de 426 até 800 g ha⁻¹ de Mo apresentaram altos valores de plântulas normais no envelhecimento acelerado (Figura 11).

Figura 11 - Desdobramento da interação entre sementes enriquecidas com doses de Mo, épocas de aplicação e doses de Mo foliar, para envelhecimento acelerado, de sementes de soja. Ilha Solteira - SP, 2013/14.



Fonte: do próprio autor.

Vale ressaltar que pelas médias e equações presentes nas Figuras (9, 10 e 11), todas as médias no envelhecimento foram superiores a 80% de germinação, sendo consideradas sementes com bom vigor e adequadas para comercialização (BRASIL, 2009).

Observando as médias para condutividade elétrica na Tabela 25, pode-se verificar que a época de aplicação em V4 diferiu estatisticamente das demais épocas, apresentando menor valor de condutividade elétrica, o que indica melhor vigor das sementes por este teste. Ainda na Tabela 25 para condutividade, nos valores de F houve interação significativa entre os fatores doses de Mo foliar e sementes enriquecidas com doses de Mo, sendo o desdobramento apresentado na Tabela 32.

Seguindo o princípio do teste de condutividade elétrica quanto mais altos os valores obtidos no condutímetro, menor é o vigor da semente, isto pois, estas sementes demoram mais tempo para reorganizar suas membranas, e até que isto ocorra há liberação de solutos e quanto maior a quantidade perdida, menos a semente terá para o desenvolvimento da nova plântula e além disto este soluto quando liberados no solo atrai patógenos que prejudicam a germinação.

Tabela 32 - Desdobramento da interação entre doses de Mo foliar e sementes enriquecidas com doses de Mo, para a condutividade elétrica de sementes soja. Ilha Solteira - SP, 2013/14.

Doses de Mo foliar (g ha ⁻¹)	Sementes enriquecidas com doses de Mo (g ha ⁻¹)		
	0 ⁽¹⁾	400	800
	Condutividade elétrica (μS/cm/g)		
0	107,33	106,00	116,33
25	103,08	107,33	105,58
50 ⁽²⁾	113,42	106,33	120,17
100 ⁽³⁾	120,58	104,83	99,33
	$y^{(1)}=0,15781x+104,20$ $y^{(3)}=-0,02656x+118,875$	$(R^2=0,78);$ $(R^2=0,93)$	$y^{(2)}=0,000065x^2-0,043854x+113,41667$ $(R^2=1,00)$

Fonte: do próprio autor.

4.3.6 Teores de macronutrientes foliar

As médias dos teores foliares dos macronutrientes são apresentados na Tabela 33, observando os valores de F, podemos notar que todos os macronutrientes foram influenciados de algum modo pelos tratamentos.

Os teores de N, P, Ca e S estão adequados, segundo Ambrosano et al. (1997) estabeleceram que os teores ideais de macronutrientes são os seguintes: N: 40-54 g kg⁻¹; P: 2,5-5,0 g kg⁻¹; K 17-25 g kg⁻¹; Ca: 4-20 g kg⁻¹; Mg 3-10 g kg⁻¹ e S: 2,1-4,0 g kg⁻¹. Por estes valores o K e Mg, encontram-se novamente abaixo do recomendado para a cultura da soja.

O desdobramento de épocas de aplicação dentro de doses foliares de Mo e sementes enriquecidas com doses de Mo para teor de N foliar estão apresentadas na Figura 12. O desdobramento de doses foliares dentro de épocas de aplicação e sementes enriquecidas com doses de Mo e desdobramento das sementes enriquecidas com doses de Mo dentro de épocas de aplicação e doses de Mo foliares para o teor de N foliar, estão respectivamente nas Figuras 13 e 14.

Tabela 33 - Valores de F e médias de teor foliar de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S) em função de épocas de aplicação de molibdênio, doses de molibdênio foliar e sementes enriquecidas com doses de Mo. Ilha Solteira – SP, 2013/14.

Tratamentos	N	P	K	Ca	Mg	S
	----- (g kg ⁻¹) -----					
Épocas de aplicação (E)						
V4	50,71	3,40	16,93	6,33	2,85 a	2,11
Pré-Florescimento	49,96	3,29	16,83	6,72	2,89 a	2,41
R3	40,77	2,94	12,11	9,79	2,35 b	3,00
R5	32,49	2,75	12,41	12,07	2,77 a	3,13
Doses de Mo foliar (D)						
(g ha ⁻¹)						
0	51,93	3,36	16,22	5,97	2,94	3,43
25	42,86	2,94	13,71	9,86	2,58	2,41
50	39,14	3,00	14,02	9,58	2,71	2,50
100	40,00	3,08	14,33	9,48	2,63	2,31
Sementes enriquecidas com doses de Mo (S)						
(g ha ⁻¹)						
0	44,10	3,09	14,79	8,73	2,71	2,70
400	43,05	3,17	14,37	8,82	2,73	2,68
800	43,30	3,02	14,55	8,62	2,70	2,61
Teste F						
(E)	171,80**	21,97**	105,96**	150,65**	8,62**	48,22**
(D)	79,41**	8,34**	18,96**	69,35**	3,61 ^{ns}	55,10**
(S)	0,94 ^{ns}	1,65 ^{ns}	0,89 ^{ns}	0,27 ^{ns}	0,06 ^{ns}	0,71 ^{ns}
(E)x(D)	21,92**	3,80**	12,62**	19,74**	1,88 ^{ns}	6,37**
(E)x(S)	1,25 ^{ns}	1,21 ^{ns}	0,51 ^{ns}	0,53 ^{ns}	0,90 ^{ns}	0,91 ^{ns}
(D)x(S)	9,32**	2,18 ^{ns}	1,01 ^{ns}	0,91 ^{ns}	0,14 ^{ns}	0,96 ^{ns}
(E)x(D)x(S)	2,26**	1,40 ^{ns}	1,64 ^{ns}	0,42 ^{ns}	0,45 ^{ns}	0,59 ^{ns}
DMS (5%)	2,43	0,24	0,96	0,82	0,32	0,26
C.V. (%)	9,06	12,53	10,69	15,21	18,84	15,75
Média Geral	43,48	3,09	14,57	8,72	2,71	2,66

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

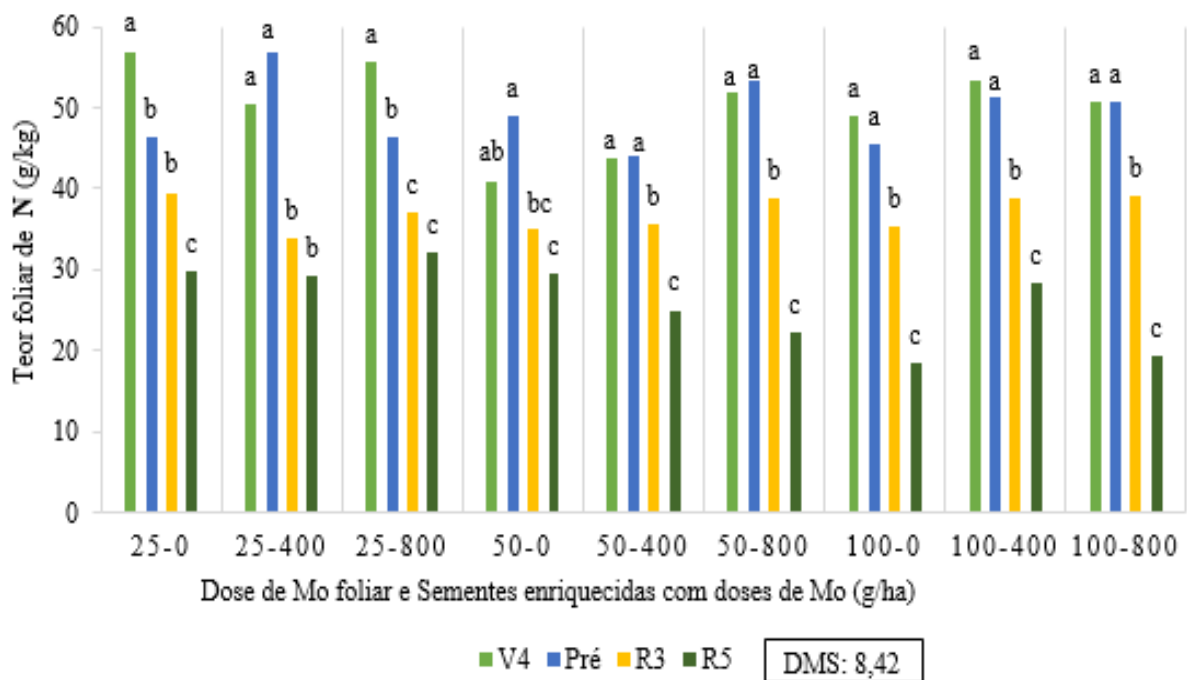
^{ns} = não significativo; * = significativo a 5% de probabilidade; ** = significativo a 1% de probabilidade.

Fonte: do próprio autor.

As épocas que se destacaram, apresentando maiores valores de N foliar, foram V4 e pré-florescimento, onde estas diferiram das épocas R3 e R5 (Figura 12). Isto pode ser devido a atividade dos nódulos, onde segundo Hungria, Campo e Mendes (2001) durante o período de enchimento de grãos, ainda pode haver nódulos ativos, porém já se inicia o processo de senescência, assim ocorre diminuição do teor de N. Isto indica que V4 e pré-florescimento são as melhores épocas para o fornecimento de Mo foliar em termos de fixação biológica do nitrogênio.

Observando a Tabela 21, onde são apresentados os valores de nódulos, verifica-se que na época R5 não foram encontrados nódulos e analisando a Figura 12 notamos que sempre a época R5 foi a de menor valor de N foliar, mostrando que os nódulos fornecem N para as plantas de soja, e estas translocam este nutriente para as demais partes da planta.

Figura 12 - Desdobramento da interação entre épocas de aplicação de Mo, doses de Mo foliar e sementes enriquecidas com doses de Mo, para teor de N foliar em plantas de soja. Ilha Solteira - SP, 2013/14.



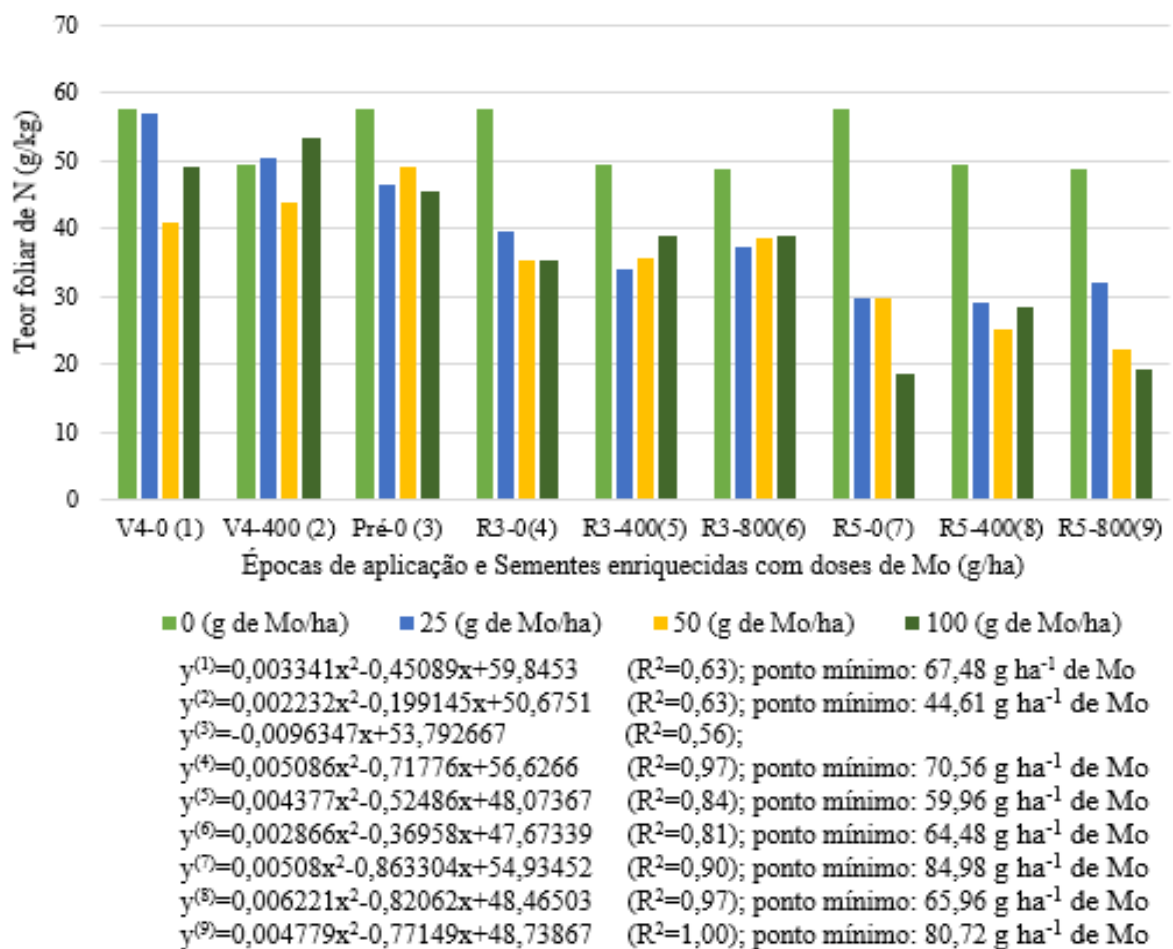
Fonte: do próprio autor.

Observando a Figura 13, as doses de Mo foliar 25, 50 e 100 g ha⁻¹ sempre apresentaram menores teores de N foliar, sendo que a maior distância entre os valores de sem aplicação e com aplicação foram para épocas de aplicação em R3 e R5. Analisando as equações presentes na Figura 13, nota-se que nestas épocas o teor de N foliar foi menor do que o recomendado por Ambrosano et al. (1997) (40-54 g kg⁻¹), porém, estes valores são para diagnose foliar, e a época

para se realizar a coleta foliar é no florescimento, justificando assim esses valores mais baixos encontrados, pois grande parte dos nutrientes já haviam sido translocados para as sementes.

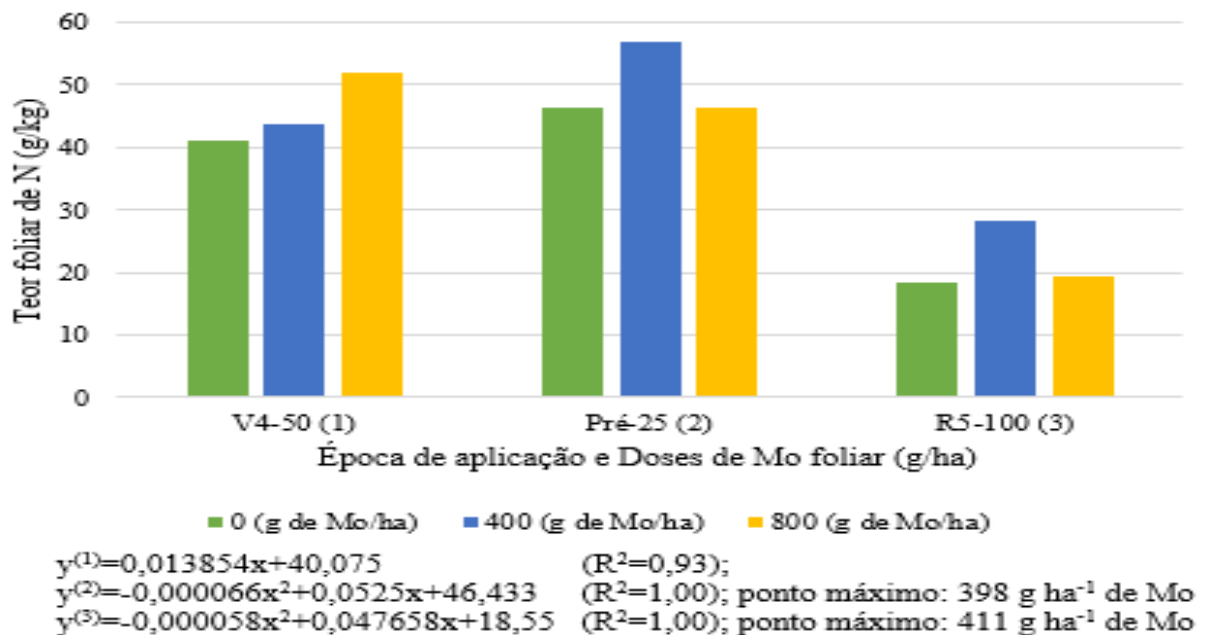
No desdobramento de sementes enriquecidas para épocas de aplicação e doses de Mo foliar (Figura 14), verifica-se que sementes enriquecidas com 400 g ha⁻¹ de Mo foram as que apresentaram teores de N foliar superiores, principalmente na época de pré-florescimento com dose 25 g ha⁻¹ de Mo aplicado nas folhas e R5 com a dose foliar de 100 g ha⁻¹ de Mo.

Figura 13 - Desdobramento da interação entre doses de Mo foliar, épocas de aplicação e sementes enriquecidas com doses de Mo, para teor de N foliar em plantas de soja. Ilha Solteira - SP, 2013/14.



Fonte: do próprio autor.

Figura 14 - Desdobramento da interação entre sementes enriquecidas com doses de Mo, épocas de aplicação e doses de Mo foliar, para teor de N foliar em plantas de soja. Ilha Solteira - SP, 2013/14.



Fonte: do próprio autor.

Para os teores foliares de P, K e S, observaram-se diferenças entre épocas somente quando se aplicou Mo foliar, ou seja, nas doses de 25, 50 e 100 g ha⁻¹ de Mo (Tabelas 34, 35 e 36). As doses apresentaram diferenças semelhantes, onde as épocas V4 e pré-florescimento obtiveram as maiores médias, e as épocas de maturação, R3 e R5, médias menores, isto para os três macronutrientes (P, K e S). Porém, vale ressaltar que todos os nutrientes analisados nas épocas R3 e R5 apresentaram valores mais baixos que o recomendado, isto é pelo fato da época da coleta das folhas ser feita duas semanas após a aplicação, e nestes estágios a planta já está na fase de enchimento das sementes, com isso ocorre diminuição dos nutrientes nas folhas.

Para o desdobramento de doses de Mo foliar dentro das épocas de aplicação, as equações estão presentes logo abaixo das Tabelas 34, 35 e 36, seguidas dos pontos máximo ou mínimo quando tiver. De modo geral, verifica-se que para estes três macronutrientes (P, K e S) as épocas de aplicação na maturação apresentaram ajustes quadráticos, sendo portando, constatado que doses de 55 até 70 g ha⁻¹ de Mo causam diminuição dos teores destes nutrientes. Segundo Gelain et al. (2011) até 20 g ha⁻¹ de Mo ocorre o incremento de S, acima desta dose houve diminuição do teor deste macronutriente secundário.

Tabela 34 - Desdobramento da interação entre épocas de aplicação e doses de Mo foliar, para o teor foliar de fósforo (P). Ilha Solteira - SP, 2013/14.

Épocas de aplicação	Doses de Mo foliar (g ha ⁻¹)			
	0	25	50	100
	Fósforo (P)			
V4	3,36	3,36 a	3,45 a	3,43 a
Pré-Florescimento	3,36	3,40 a	3,20 ab	3,19 ab
R3 ⁽¹⁾	3,36	2,69 b	2,89 b	2,81 b
R5 ⁽²⁾	3,36	2,32 b	2,41 c	2,90 b
DMS (5%)	0,48			

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

$y^{(1)}=0,000134x^2-0,017706x+3,271545$ ($R^2=0,66$); ponto mínimo: 66,07 g ha⁻¹ de Mo

$y^{(2)}=0,000342x^2-0,037702x+3,272667$ ($R^2=0,88$); ponto mínimo: 55,12 g ha⁻¹ de Mo

Fonte: do próprio autor.

Segundo Gupta e Lipsett (1981) o Mo apresenta antagonismo com enxofre, onde no processo de absorção e no mecanismo de translocação do Mo das raízes para a parte aérea, se o enxofre for absorvido em excesso pelas plantas, a disponibilidade de Mo diminui. O fósforo por sua vez, já possui efeito sinérgico com o Mo, estimulando sua absorção, devido à substituição do íon molibdato pelo íon fosfato nos sítios de adsorção, aumentando a disponibilidade do Mo. Portanto, com o S, a não aplicação de Mo propiciou maiores valores de S (Tabela 36). Para o P isto não ocorre de maneira nítida como para o S, mas na época V4, que foi a época de coleta foliar, observa-se que com o Mo o teor foi maior.

Tabela 35 - Desdobramento da interação entre épocas de aplicação e doses de Mo foliar, para o teor foliar de potássio (K). Ilha Solteira -SP, 2013/14.

Épocas de aplicação	Doses de Mo foliar (g ha ⁻¹)			
	0	25	50	100
	Potássio (K)			
V4 ⁽¹⁾	16,22	16,69 a	16,92 a	17,89 a
Pré-Florescimento	16,22	16,30 a	17,75 a	17,05 a
R3 ⁽²⁾	16,22	10,64 b	10,97 b	10,61 b
R5 ⁽³⁾	16,22	11,19 b	10,44 b	11,78 b
DMS (5%)	1,92			

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

$y^{(1)}=0,016317x+16,216667$ ($R^2=0,99$)

$y^{(2)}=0,001319x^2-0,181202x+15,710101$ ($R^2=0,86$); ponto mínimo: 68,69 g ha⁻¹ de Mo

$y^{(3)}=0,001604x^2-0,201212x+15,949495$ ($R^2=0,96$); ponto mínimo: 62,72 g ha⁻¹ de Mo

Fonte: do próprio autor.

Tabela 36 - Desdobramento da interação entre épocas de aplicação e doses de Mo foliar, para o teor foliar de enxofre (S). Ilha Solteira - SP, 2013/14.

Épocas de aplicação	Doses de Mo foliar (g ha ⁻¹)			
	0	25	50	100
	Enxofre (S)			
V4 ⁽¹⁾	3,43	2,93 a	3,05 a	3,10 a
Pré-Florescimento ⁽²⁾	3,43	3,04 a	3,06 a	2,48 b
R3 ⁽³⁾	3,43	2,03 b	2,13 b	2,06 ab
R5 ⁽⁴⁾	3,43	1,65 b	1,76 b	1,58 b
DMS (5%)	0,52			

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

$y^{(1)}=0,000125x^2-0,015062x+3,375778$ ($R^2=0,73$); ponto mínimo: 60,25 g ha⁻¹ de Mo

$y^{(2)}=-0,008817x+3,389333$ ($R^2=0,93$)

$y^{(3)}=0,000335x^2-0,045442x+3,300535$ ($R^2=0,85$); ponto mínimo: 67,82 g ha⁻¹ de Mo

$y^{(4)}=0,000409x^2-0,057143x+3,264051$ ($R^2=0,86$); ponto mínimo: 69,86 g ha⁻¹ de Mo

Fonte: do próprio autor.

Ao contrário do P, K e S, o teor de Ca (Tabela 37) foi maior quando se aplicou Mo via foliar, principalmente nas épocas R3 e R5, apresentando diferença estatística entre as demais épocas. Isto pode ser pelo fato do Ca ser um nutriente benéfico na germinação do grão de pólen e no crescimento do tubo polínico, sendo requerido em quantidade maiores nas fases reprodutivas da planta (SFREDO; BORKERT, 2004). E nas épocas de maturação (R3 e R5) as equações de ajuste foram quadráticas, mostrando que doses de 76 e 62 g ha⁻¹ de Mo, proporcionaram teores de Ca entre 12,3 e 16,1 g kg⁻¹, respectivamente para os estádios R3 e R5 da soja.

Tabela 37 - Desdobramento da interação entre épocas de aplicação e doses de Mo foliar, para o teor foliar de cálcio (Ca). Ilha Solteira - SP, 2013/14.

Épocas de aplicação	Doses de Mo foliar (g ha ⁻¹)			
	0	25	50	100
	Cálcio (Ca)			
V4	5,97	6,36 c	6,58 c	6,39 b
Pré-Florescimento	5,97	6,94 c	7,14 c	6,81 b
R3 ⁽¹⁾	5,97	10,36 b	11,00 b	11,81 a
R5 ⁽²⁾	5,97	15,78 a	13,61 a	12,92 a
DMS (5%)	1,64			

Médias seguidas de mesma letra na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

$y^{(1)}=-0,00104x^2+0,158455x+6,266162$ ($R^2=0,95$); $y^{(2)}=-0,002386x^2+0,293646x+7,05101$ ($R^2=0,74$)

Fonte: do próprio autor.

5 CONCLUSÕES

Primeiro ano:

As doses de 400 e 800 g ha⁻¹ de Mo aplicadas via foliar foram suficientes para enriquecer as sementes com Mo a teores de 51,56 e 65,43 mg kg⁻¹, valores estes considerados adequados para a utilização das sementes sem a necessidade de outro tipo de adubação molibídica, segundo a literatura.

Segundo ano experimento 1:

A dose de 50 g ha⁻¹ de Mo aplicados em V4 e sementes enriquecidas com dose de 400 g ha⁻¹ de Mo aumenta o número, massa seca de nódulos, produtividade de sementes e o teor de proteína nas sementes. Sementes enriquecidas com dose de 400 g ha⁻¹ de Mo apresentaram melhor vigor.

Segundo ano experimento 2:

O uso de sementes enriquecidas com Mo a teores 400 e 800 g ha⁻¹ de Mo já foram suficientes para aumentar a produtividade e teor de proteína sem outro tipo de adubação molibídica.

Dose via foliar de 50 a 100 g ha⁻¹ de Mo no estágio V4 e pré-florescimento e o uso de sementes enriquecidas com teor de 250 a 400 g ha⁻¹ de Mo, aumentam o número de nódulos, massa seca de nódulos e apresentam melhor qualidade fisiológica.

A condutividade elétrica em ambos os anos apresentou menores valores com aumento da dose foliar de Mo em plantas oriundas de sementes enriquecidas com teor 800 g ha⁻¹ de Mo.

O aumento das doses de Mo em ambos os experimentos aumentou o teor de N e Ca foliar e diminuiu o teor de S. E não afetou o teor de lipídeos nas sementes de soja.

REFERÊNCIAS

- ALBINO, U. B.; CAMPO, R. J. Efeito de fontes e doses de molibdênio na sobrevivência do *Bradyrhizobium* na fixação biológica de nitrogênio em soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 3, p. 527-534, mar. 2001.
- AMBROSANO E. J.; TANAKA R. T.; MASCARENHAS H. A. A.; RAIJ B. Van.; QUAGGIO, J. A.; CANTARELLA, H. Leguminosas e oleaginosas. In: RAIJ et al. (Ed.) **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2. ed. Campinas: Instituto Agrônomo/Fundação IAC, 1997. 285 p.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS - A.O.A.C. **Official methods of analysis of the A.O.A.C.** Washington: A.O.A.C., 1970. p. 1015.
- AMERICAN OIL CHEMISTS SOCIETY - A.O.C.S. Official and tentative methods of A.O.A.C. In: SMITH, A.H., CIRCLE, S.J. (Ed.). **Soybean - chemistry and technology: proteins**. Westport: Connecticut, 1972. v. 1. p. 450-456.
- ASCOLI, A. A.; SORATTO, R. P.; MARUYAMA, W. I. Aplicação foliar de molibdênio, produtividade e qualidade fisiológica de sementes de feijoeiro irrigado. **Bragantia**, Campinas, v. 67, n. 2, p. 377-384, 2008.
- ÁVILA, M. R.; BRACCINI, A. de L.; SCAPIM, C. A.; MANDARINO, J. M. G.; ALBRECHT, L.P.; VIDIGAL FILHO, P.S. Componentes do rendimento, teores de isoflavonas, proteínas, óleo e qualidade de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 29, n. 3, p. 111-127, 2007.
- BERGER, P. G.; VIEIRA, C.; ARAÚJO, G. A. A. Efeitos de doses e épocas de aplicação de molibdênio sobre a cultura do feijão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 31, n. 7, p. 473-480, 1996.
- BRANDELERO, E. M.; PEIXOTO, C. P.; RALISCH, R. Nodulação de cultivares de soja e seus efeitos no rendimento de grãos. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 30, n. 3, p. 581-588, 2009.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília, DF: Mapa/ACS, 2009. 395 p.
- BROCH, D. L. **Efeito do enriquecimento de sementes com molibdênio na planta mãe, sobre a produtividade de soja**. Maracajú: Fundação MS para Pesquisa e Difusão de Tecnologias Agropecuárias, 2003. p. 5. (Informativo Técnico, 1).
- BROCH, D.L. **Efeito do enriquecimento de sementes com molibdênio na planta mãe, sobre a produtividade de soja**. Maracajú: Fundação MS, 2004. p. 5. (Informativo Técnico, 1).
- BRODRICK, S. J.; AMJEE, F.; KIPE-NOLT, J. A.; GILLER, K. E. Seed analysis as a mean of identifying micronutrient deficiencies of *Phaseolus vulgaris* L. in the tropics. **Tropical Agriculture**, St. Augustine, v. 72, n. 4, p. 277-284, 1995.

CAMPO, R. J.; ALBINO, U. B.; HUNGRIA, M. **Métodos de aplicação de micronutrientes na nodulação e na fixação de N₂ em soja**. Londrina: Embrapa-CNPSO, 1999. p. 1-7.

CAMPO, R.J.; HUNGRIA, M. Importância dos micronutrientes na fixação biológica do N₂. **Informações Agronômicas**, Piracicaba, v. 2, n. 98, p. 6-9, 2002.

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

CHENG, T. The effect of the seed treatment with microelements upon the germination and early growth of wheat. **Scientia Sinica**, Beijing, v. 44, n. 1, p. 129-135, 1985.

CIOCCHI, E. B. **Aplicação foliar de doses de molibdênio em soja: características agronômicas, teor de molibdênio e qualidade fisiológica das sementes**. 2008. 41 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2008.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos 2013/2014 - nono levantamento – Junho/2014**. Brasília: Conab, 2014. 81 p.

DORNBOS JUNIOR, D. L.; MULLEN, R. E. Soybean seed protein and oil contents and fatty acid composition adjustment by drought and temperature. **Journal of the American Oil Chemists Society**, Boulder, v. 69, n. 3 p. 228-231, 1992.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2 ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306 p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA: **Embrapa Agropecuária Oeste**: Embrapa Cerrados. Londrina: EPAMIG: Fundação Triângulo, 2003. p. 237.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA: **Relatório de avaliação dos impactos das tecnologias geradas pela EMBRAPA**. Londrina: Embrapa Soja, 2011. Disponível em: <http://bs.sede.embrapa.br/2011/relatorios/soja_2011_sojabrsvaliosarr.pdf>. Acessado em 10 jan. 2015.

EPSTEIN, E.; BLOOM, A. **Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas**. 2 ed. Londrina : Planta, 2006. 403 p.

FAGAN, E. B.; MEDEIROS, S. L. P.; MANFRON, P. A.; CASSOROLI, D.; SIMON, J.; DOURADO NETO, D.; VAN LIER, Q. J.; SANTOS, O. S.; MULLER, L. Fisiologia da fixação biológica de nitrogênio em soja – revisão. **Revista da Faculdade de Zootecnia, Veterinária e Agronomia** Uruguaiana, v. 14, n. 1, p. 89-106, 2007.

FAGERIA, N.K.; BALIGAR, V.C.; CLARK, R.B. Micronutrients in crop production. **Advances in Agronomy**, New York, v. 77, n. 3, p. 185-268, 2002.

FEHR, W. R.; CAVINESS, C. E.; BURMOOD, D. T.; PENNINGTON, J. S. Stage of development descriptions for soybeans, *Glycine max* (L.) Merrill. **Crop Science**, Madison, v. 11, n. 6, p. 929-931, 1971.

FERREIRA, M. E.; CRUZ, M. C. P.; RAIJ, B. VAN; ABREU, C. A. **Micronutrientes e elementos tóxicos**. Jaboticabal: CNPQ/FAPESP/POTAFOS, 2001. p. 600.

FONSECA, F. C. **Utilização de molibdênio via foliar no enriquecimento de semente de Soja**. 2006. 33 f. Tese (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Agronomia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2006.

GELAIN, E.; ROSA JUNIOR, E. J.; MERCANTE, F. M.; FORTES, D. G.; SOUZA, F. R. de; ROSA, Y. B. C. J. Fixação biológica de nitrogênio e teores foliares de nutrientes na soja em função de doses de molibdênio e gesso agrícola. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras - MG, v. 35, n. 2, p. 259-269, mar./abr. 2011.

GONÇALVES, C. A.; SOARES, N. S.; BOLINA, C. O.; BARROS, E. G.; Influência da temperatura no acúmulo de proteínas em sementes de soja; **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, n. 2, p. 1038-1040, jul. 2007.

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.

GRASSI FILHO, H. **Molibdênio nas plantas**. Botucatu: Universidade Estadual Paulista - Faculdade de Ciências Agrônomicas. 2006. 20 p.

GUERRA, C. A.; MARCHETTI, M. E.; ROBAINA, A. D.; SOUZA, L. C. F.; GONÇALVES, C.; NOVELINO, J. O. Qualidade fisiológica de sementes de soja em função da adubação com fósforo, molibdênio e cobalto. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 28, n. 1, p. 91-97, jan.-março, 2006.

GUIMARÃES, R. M. **Fisiologia de sementes**. Lavras: UFLA/FAEPE, 1999. p. 129.

GRUPTA, U. C.; LIPSETT, J. Molybdenum in soil, plants and animals. **Advance in Agronomy**, New York, v. 34, n. 1, p. 73-115, 1981.

GURLEY, W. H.; GIDDENS, J. Factors affected uptake, yield response, and carry over of molybdenum in soybean seed. **Agronomy Journal**, Medison, v. 61, p. 7-9, 1969.

HARRIS, H. C.; McWILLIAMS, J. R.; MASON, W. K. Influence of temperature on oil content and composition of sunflower seed. **Australian Journal of Agricultural Research**, Collingngwood, v. 29, n. 3, p. 1203-1212, 1978.

HARRIS, H. B.; PARKER, M. B.; JOHNSON, B. J. Influence of molybdenum content in soybean seed and other factors associated with seed source on progeny response to applied molybdenum. **Agronomy Journal**, Medison, v.57, n. 4, p.397-399, 1965.

HERNANDES, F. B. T.; LEMOS FILHO, M. A. F.; BUZETTI, S. **Software HIDRISA e o balanço hídrico de Ilha Solteira**. Ilha Solteira: UNESP/FEIS, 1995. 45p. (Série Irrigação, 1).

HUNGRIA, M.; CAMPO, R. J.; MENDES, I. C. **Fixação biológica do nitrogênio na cultura da soja**. Londrina: EMBRAPA Soja, 2001. p. 48. (Circular Técnico).

JACOB-NETO, J.; ROSSETTO, C. A.V. Concentração de nutrientes nas sementes: o papel do molibdênio. **Ciência & Floresta**, Seropédica, v. 5, n. 1, p. 171-183, 1998.

KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D. 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. p. 4.1- 4.26.

LACERDA, A. L. S.; LAZARINI, E.; SÁ, M. E.; VALÉRIO FILHO, W. V. Efeitos da dessecação de plantas de soja no potencial fisiológico e sanitário das sementes. **Bragantia**, Campina, v. 64, n. 3, p. 447-457, 2005.

LANTMANN, A. F.; SFREDO, G. J.; BORKERT, C. M.; OLIVEIRA M. C. N. de. Resposta da soja a molibdênio em diferentes níveis de pH do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 13, n. 1, p. 45-49, 1989.

LIMA, E. R. **Molibdênio e cálcio via semente no desenvolvimento, nodulação e produção de sementes de soja**. 2006. 46 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2006.

LIMA, T. C. **Enriquecimento de sementes de feijão com Molibdênio e seus efeitos na qualidade fisiológica de Sementes e na produtividade em três gerações de Plantio**. 2009. 52 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2009.

LINDSAY, W.L. **Chemical equilibria in soils**. New York: John Wiley, 1979. p. 449.

LINZMEYER JUNIOR, R.; GUIMARÃES, V. F.; SANTOS, D.; BENCKE, M. H. Influência de retardante vegetal e densidades de plantas sobre o crescimento, acamamento e produtividade da soja. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 30, n. 3, p. 373-379, 2008.

LOPES, A. S.; SILVA, M. C.; GUILHERME, L. R. G. **Acidez do Solo e Calagem**. 3. ed. rev. São Paulo: ANDA, 1991. 13 p. (Boletim Técnico, 1).

MAGUIRE, J. D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v. 2, n.1, p. 176-177, 1962.

MALAVOLTA, E. **Fertilizantes e seu impacto ambiental: Micronutrientes e metais pesados, mitos, mistificação e fatos**. São Paulo: Produquímica, 1994. p. 153.

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

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2. ed. Piracicaba: Potafos, 1997. p. 319.

MARCOS-FILHO, J.; CICERO, S. M.; SILVA, W. R. **Avaliação da qualidade das sementes**. Piracicaba: FEALQ, 1987. p. 230.

MATA, F. S. D.; ALMEIDA, J. A. R.; REIS, T. C.; SOUZA, D. S.; MAURICIO, I. S. Eficiência da fixação biológica de nitrogênio na cultura da soja com aplicação de diferentes doses de molibdênio (Mo) e Cobalto (Co). **Revista Trópica – Ciências Agrárias e Biológicas**. Chapadinha, v. 5, n. 2, p. 20, 2011.

MENGEL, K.; KIRKBY, E. A. **Principles of plant nutrition**. 5 ed. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2001. p. 849.

MESCHEDE, D. K.; BRACCINI, A. L.; BRACCINI, M. C. L.; SCAPIM, C. A.; SCHUAB, S. R. P. Rendimento, teor de proteínas nas sementes e características agrônomicas das plantas de soja em resposta à adubação foliar e ao tratamento de sementes com Molibdênio e Cobalto. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 26, n. 2, p. 139-145, 2004.

MILANI, G. L.; OLIVEIRA, J. A.; PEREIRA, E. de M.; CARVALHO, B. O.; OLIVEIRA, G. E.; COSTA, R. R. Aplicação foliar de molibdênio durante a maturação de sementes de soja. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, n. 4, p. 810-816, jul./ago., 2010.

MILANI, G. L.; OLIVEIRA, J. A.; SILVA, L. H. C.; PINHO, E. V. de R. V.; GUIMARÃES, R. M.. Nodulação e desenvolvimento de plantas oriundas de sementes de soja com altos teores de molibdênio. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 30, n. 2, p. 19-27, 2008.

MORAES, L. M. F. **Translocação de Co e Mo aplicados em diferentes épocas na cultura da soja**. 2006. 43 f. Tese (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Agronomia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2006.

MORAES, L. M. 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.

OLIVEIRA, C. O. **Produção de sementes de soja enriquecida com molibdênio: qualidade fisiológica, características agrônomicas e alterações nutricionais**. 2012. 89 f. Trabalho Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) - Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2012.

OLIVEIRA, F. A.; SFREDO, G. J.; CASTRO, C.; KLEPKER, D. **Fertilidade do solo e nutrição da soja**. Londrina: EMBRAPA-CNPSO, 2007. 8 p. (Circular Técnica, 50).

OLIVEIRA JÚNIOR, A. O.; CASTRO, C.; KLEPKER, D.; OLIVEIRA, F. A. Soja. p. 05-42. In PROCHNOW, L. I. et al. (Eds). **Boas práticas para uso eficiente de fertilizantes**. Piracicaba: IPNI, 2010. v. 1, p 5-42.

PAIVA, B. M.; ALVES, R. M.; HELENO, N. M. Aspectos socioeconômicos da soja. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 27, n. 230, p. 7-14, jan/fev, 2006.

PARDUCCI, S.; SANTOS, O. S.; CAMARGO, R. P.; LEÃO, R. M. A.; BATISTA, R. B. **Micronutrientes Biocrop**. Campinas: Microquímica, 1989. 101 p.

PRADO, R. M. **Nutrição de plantas**. São Paulo: Editora UNESP, 2008. 407 p.

- PESSOA, A.C.S. **Atividades de nitrogenase e redutase do nitrato e produtividade do feijoeiro em resposta à adubação com molibdênio e fósforo**. 1998. 151 f. Tese (Doutorado Agronomia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa 1998.
- PIMENTEL GOMES, F.; GARCIA, C. H. **Estatística aplicada a experimentos agrônômicos e florestais**: exposição com exemplos e orientações para uso de aplicativos. Piracicaba: FEALQ, 2002. 309 p.
- PIRES, A. A. **Parcelamento e época de aplicação foliar do molibdênio na cultura do feijoeiro**. 2003. 60 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2003.
- POSSENTI, J. C. **Qualidade fisiológica de sementes de soja enriquecidas com molibdênio**. 2007. 51 f. Tese (Doutorado em Ciências) – Faculdade de Agronomia, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2007.
- POSSENTI, J. C.; VILLELA, F. A. Efeito do molibdênio aplicado via foliar e via sementes sobre o potencial fisiológico e produtividade de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 32, n. 4 p. 143–150, 2010.
- POSSENTI, J. C.; VILLELA, F. A. ; DELQUI, E. M. . Componentes de rendimento de soja (*Glycine max*) produzida com o uso de sementes enriquecidas por molibdênio. In: REUNIÃO PARANAENSE DE CIÊNCIA DO SOLO, 1., 2009, Pato Branco. **Anais...** Curitiba: Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2009. p. 110-104.
- QUAGGIO, J. A.; GALLO, P. B.; FURLANI, A. M. C.; MASCARENHAS, H. A. A. Isoquantas de produtividade de soja e sorgo para níveis de calagem e molibdênio. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 22, n. 2, p. 337-344, 1998.
- SANTOS, M. J. **Extração e determinação de Mo em três argissolos do nordeste cultivados com cana-de-açúcar**. 2012. 66 f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) – Faculdade de Agronomia, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2012.
- SFREDO, G. J.; BORKERT, C. M. **Deficiências e toxicidades de nutrientes em plantas de soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2004. 43 p. (Documentos, 231).
- SFREDO, G. J.; BORKERT, C. M.; CASTRO, C. de. Efeito de micronutrientes sobre a produção de soja em três solos do estado do Paraná. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 25., 1995, Viçosa, MG. **Anais ...** Viçosa: UFV, 1995. v. 3, p. 1216-1218.
- SFREDO, G. J.; BORKERT, C. M.; LANTMANN, A. F.; MEYER, M. C.; MANDARINO, J. M. G.; OLIVEIRA, M. C. N. **Molibdênio e Cobalto na cultura da soja**. Londrina: EMBRAPA- CNPSo, 1997. p. 18. (Circular Técnico, 16).
- SFREDO, G.J.; OLIVEIRA, M.C.N. de. **Soja: Molibdênio e Cobalto**. Londrina: Embrapa Soja, 2010. 36 p. (Documentos, 322).

SOUZA, L. C. F.; ZANON, G. D.; PEDROSO, F. F.; ANDRADE, L. H. L. Teor de proteína e de óleo nos grãos de soja em função do tratamento de sementes e aplicação de micronutrientes. **Ciência e Agrotecnologia**. Lavras, v. 33, n. 6, p. 1586-1593, 2009.

TANAKA, R. T.; MASCARENHAS, H. A. A.; BULISANI, E. A.; CAMPIDELLI, C.; DIAS, O. S. Resposta da soja ao molibdênio aplicado em solo arenoso de cerrado de baixa fertilidade. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 28, n. 2, p. 253-256, 1993.

TOLEDO, M. Z.; GARCIA, R. A.; PEREIRA, M. R. R.; BOARO, C. S. F.; LIMA, G. P. P. Nodulação e Atividade da nitrato redutase em função da aplicação de molibdênio em soja. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 26, n. 6, p. 858-864, 2010.

TOURINO, M. C. C.; REZENDE, P. M.; SALVADOR, N. Espaçamento, densidade e uniformidade de semeadura na produtividade e características agronômicas da soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 8, p. 1071-1077, 2002.

TRIGO, L. F. N, PESKE, S. T.; GASTAL, M. F.; VAHL, L. C.; TRIGO, M. F. O. Efeito do conteúdo de fósforo na semente de soja sobre o rendimento da planta resultante. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 19, n. 1, p. 111-115, 1997.

ZILLI, J.E.; MARSON, L.C.; CAMPO, R.J.; GIANLUPPI, V.; HUNGRIA, M. **Avaliação da fixação biológica de nitrogênio na soja em áreas de primeiro cultivo no cerrado de Roraima**. Boa Vista: Embrapa Roraima, 2006. p. 9. (Comunicado Técnico, 20).