



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Campus de Ilha Solteira

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

SHEILA CAIONI

**DOSES DE MOLIBDÊNIO E NITROGÊNIO EM MILHO SAFRINHA E EFEITO
RESIDUAL NA CULTURA DA SOJA EM PLANTIO DIRETO**

**Ilha Solteira
2015**

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

SHEILA CAIONI

DOSES DE MOLIBDÊNIO E NITROGÊNIO EM MILHO SAFRINHA E EFEITO RESIDUAL NA CULTURA DA SOJA EM PLANTIO DIRETO

Dissertação apresentada à Faculdade de Engenharia do Campus de Ilha Solteira – UNESP - como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Agronomia.
Especialidade: Sistemas de Produção.

Prof. Dr. EDSON LAZARINI

Orientador

**Ilha Solteira
2015**

FICHA CATALOGRÁFICA

Desenvolvido pelo Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação

C135d Caioni, Sheila.
Doses de molibdênio e nitrogênio em milho safrinha e efeito residual na cultura da soja em plantio direto / Sheila Caioni. -- Ilha Solteira: [s.n.], 2015
53 f. : il.

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

Orientador: Edson Lazarini
Inclui bibliografia

1. Adubação nitrogenada. 2. *Glycine max*. 3. Micronutriente. 4. *Zea mays* L..



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
CAMPUS DE ILHA SOLTEIRA
FACULDADE DE ENGENHARIA DE ILHA SOLTEIRA

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: Doses de molibdênio e nitrogênio em milho safrinha e efeito residual na cultura da soja em plantio direto

AUTORA: SHEILA CAIONI

ORIENTADOR: Prof. Dr. EDSON LAZARINI

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

E. D. Lazarini

Prof. Dr. EDSON LAZARINI

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

Marcelo Carvalho Minhoto Teixeira Filho

Prof. Dr. MARCELO CARVALHO MINHOTO TEIXEIRA FILHO

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

Marco Antonio Camillo de Carvalho

Prof. Dr. MARCO ANTONIO CAMILLO DE CARVALHO

Departamento de Agronomia / Universidade do Estado de Mato Grosso

Data da realização: 27 de fevereiro de 2015.

Dedico

Ao meu marido Tiago de Lisboa Parente, meus pais Luiz Alcindo Caioni e Leonice Vialta Caioni, minha nona Ana Malanote Caioni (in memoriam) e meu nono Adelino Caioni, por terem sido durante toda a minha vida exemplos de honestidade, amor, fé e a razão pela qual nunca desisti de meus sonhos!

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ter me dado esta oportunidade, por ter vencido todos os obstáculos que estiveram em meu caminho até aqui, e por acima de tudo ter me dado fé o suficiente para acreditar Nele e em mim mesma, me fazendo acreditar que nada é impossível.

Ao meu amado marido Tiago de Lisboa Parente, por ser meu companheiro em todos os momentos, estando presente em todas as etapas deste trabalho e por ter sonhado este sonho comigo.

Aos meus pais Luiz Alcindo Caioni e Leonice Vialta Caioni, ao meu irmão Charles Caioni, pelo carinho e apoio incondicional e serem o motivo pela qual cheguei até aqui.

Agradeço aos meus sogros Antônio de Lisboa Parente e Maria Aparecida Parente, pelo incentivo e apoio na realização deste trabalho.

A Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Campus de Ilha Solteira, por me conceder a honra do título de Mestre em Agronomia. A CAPES, pela concessão da bolsa de estudos, permitindo assim a dedicação à pesquisa por tempo integral.

Aos colegas da “Equipe Edson Lazarini”, pela amizade e pela ajuda na fase de campo do projeto. A minha querida amiga Lourdes Dickmann, pela amizade verdadeira.

Ao professor Dr. Edson Lazarini, pela orientação, amizade, pelos valiosos ensinamentos, e acima de tudo pelo grande exemplo.

Aos colaboradores da Fazenda de Ensino Pesquisa e Extensão (FEPE) de Selvíria, que muito contribuíram para a realização deste trabalho.

A todos os demais professores, colegas e servidores da UNESP, que colaboraram para que este trabalho fosse realizado.

A todos, o meu muito obrigada.

Oração de São Francisco de Assis

Senhor, fazei-me instrumento de vossa paz.

Onde houver ódio, que eu leve o amor;

Onde houver ofensa, que eu leve o perdão;

Onde houver discórdia, que eu leve a união;

Onde houver dúvida, que eu leve a fé;

Onde houver erro, que eu leve a verdade;

Onde houver desespero, que eu leve a esperança;

Onde houver tristeza, que eu leve a alegria;

Onde houver trevas, que eu leve a luz.

Ó Mestre, Faizei que eu procure mais

Consolar, que ser consolado;

compreender, que ser compreendido;

amar, que ser amado.

Pois é dando que se recebe,

é perdando que se é perdoado,

e é morrendo que se vive para a vida eterna.

- São Francisco de Assis

RESUMO

Para que as culturas do milho e da soja possam expressar todo seu potencial produtivo, é necessário que sejam ofertadas a elas condições adequadas para seu bom desenvolvimento, neste sentido, o nitrogênio (N) é o nutriente que mais limita a produtividade de ambas. Porém a adubação com micronutrientes pode ser também necessária para adequada nutrição das plantas, inclusive o molibdênio, exercendo um papel importante em conjunto com o N nas sínteses de muitas reações metabólicas imprescindíveis as plantas. Neste sentido, o objetivo deste trabalho foi testar o efeito de diferentes doses de molibdênio (Mo) e N na cultura do milho de segunda safra, e seu efeito residual na soja cultivada na safra de verão. O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental da Faculdade de Engenharia, Campus de Ilha Solteira, em Selvíria-MS. O primeiro experimento com milho foi conduzido no delineamento experimental de blocos ao acaso e com parcelas subdivididas com quatro repetições, onde foram testadas quatro doses de N (0, 90, 135 e 180 kg ha⁻¹) nas parcelas, tendo a ureia como fonte de N, e cinco doses de Mo (0, 10, 20, 30 e 40 g ha⁻¹) nas sub-parcelas. A cultura foi semeada em 25/05/2013, com espaçamento 0,90 m utilizando o híbrido DKB 390 Pro2. O segundo experimento foi realizado com soja em sucessão, no cultivo de verão, sobre as mesmas parcelas do experimento anterior. A cultura foi semeada na data de 13/11/2013, em espaçamento entre linhas de 0,45 m utilizando a cultivar BRS Valiosa RR. A soja foi conduzida sem aplicação de Mo e N para avaliar o efeito residual dos tratamentos utilizados no experimento do milho. Foram avaliados os componentes produtivos e morfológicos para o milho (altura de planta, altura de inserção da espiga, produtividade de grãos, massa de mil grãos, número de fileiras por espiga, número de grãos por fileiras, massa da espiga sem a palha e diâmetro da espiga) e para a soja (altura de planta, número de vagens por planta, número de ramos por planta, massa de mil grãos e produtividade de grãos). Em ambas as culturas, foi avaliado o estado nutricional das plantas (concentrações foliares de N, P, K, Ca, Mg, S, e Mo para o milho). Houve interação para a aplicação de N e Mo na cultura do milho, sendo que a maior produtividade foi obtida com 180 kg ha⁻¹ de N e 30 g ha⁻¹ de Mo. A produtividade da soja aumentou linearmente em função do residual de doses de N, e houve comportamento quadrático com relação ao residual de doses de Mo, com ponto de máxima de 28,14 g de Mo ha⁻¹.

Palavras chaves: Adubação nitrogenada. *Glycine max*. Micronutriente. *Zea mays* L.

ABSTRACT

For the corn and soybean crops can express all their productive potential, they must be offered to them adequate conditions for normal development, in this sense, nitrogen is the nutrient that most limits the productivity of both. However, the fertilization with micronutrients is also needed for plant nutrition, including molybdenum, with a fundamental role together with the nitrogen in the synthesis of many essential metabolic reactions indispensable for plants. In this sense, the objective of this study was to evaluate the effect of different doses of Mo and N in the second crop corn, and its residual effect on soybean grown in the summer harvest. The experiment was conducted at the Experimental area of UNESP – Ilha Solteira Campus, located in Selviria county, Mato Grosso do Sul State. The first experiment with corn in experimental design was a randomized block design with split plot design with four replications, where were tested four nitrogen rates (0, 90, 135 and 180 kg ha⁻¹) in the plot, having the urea as N source, and five doses of molybdenum (0, 10, 20, 30 and 40 g ha⁻¹) in the sub-plots. The crop was sown on 05/25/2013, in spaced 0.90 m using the hybrid DKB 390 Pro2. The second experiment was conducted with soybean in the summer crop on the same plots of the previous experiment. The crop was sown on the date of 11/13/2013, in spacing of 0.45 m using the cultivar BRS Valiosa RR. Soybeans were conducted without molybdenum and nitrogen application to evaluate the residual effect of the treatments used in the corn experiment. We evaluated the productive and morphological components for corn (plant height, ear height, grain yield, thousand grain weight, number of grain rows, number of kernels per row, and diameter of the ear) and soybeans (plant height, number of pods per plant, number of branches per plant, thousand grain weight and grain yield). In both cultures assessed the nutritional status of plants (leaf concentrations of N, P, K, Ca, Mg, S, and Mo for corn). There was interaction for the application of N and Mo in corn, and the highest yield was obtained with 180 kg ha⁻¹ N and 30 g ha⁻¹ Mo. Soybean yield increased linearly as a function of residual N rates, and there was a quadratic behavior with respect to the residual Mo doses, with a maximum point of 28.14 g Mo ha⁻¹.

Key words: Nitrogen fertilization. *Glycine max* L. Micronutrient. *Zea mays* L.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1-** Dados climáticos, de precipitação pluvial (mm), temperaturas máxima, média e mínima (°C), registrados durante a condução do estudo. Selvíria - MS, 2013/2014.....24
- Figura 2-** Teor de enxofre (S) no tecido foliar, em função da aplicação de doses de molibdênio em milho safrinha, no híbrido DKB 390 Pro2. Selvíria - MS, 2013/2014.....30
- Figura 3-** Teor de molibdênio (Mo) no tecido foliar, em função da aplicação de doses de molibdênio em milho safrinha, no híbrido DKB 390 Pro2. Selvíria - MS, 2013/2014.....31
- Figura 4-** Teor de nitrogênio (N) no tecido foliar, em função da aplicação de doses de nitrogênio (A) e de molibdênio (B) em milho safrinha, no híbrido DKB 390 Pro2. Selvíria - MS, 2013/2014.....32
- Figura 5-** Desdobramento das doses de nitrogênio para cada dose de molibdênio (A), e de molibdênio para cada dose de nitrogênio (B), para o diâmetro da espiga (DDE) em milho safrinha, no híbrido DKB 390 Pro2. Selvíria - MS, 2013/2014.....35
- Figura 6-** Altura de plantas (ADP) em função da aplicação de doses de nitrogênio em milho safrinha, no híbrido DKB 390 Pro2. Selvíria - MS, 2013/2014.....36
- Figura 7-** Massa da espiga sem palha (MDE) em função da aplicação de doses de nitrogênio (A) e molibdênio (B) em milho safrinha, no híbrido DKB 390 Pro2. Selvíria - MS, 2013/2014.....37
- Figura 8-** Massa de mil grãos (MMG) em função da aplicação de doses de nitrogênio (A) e molibdênio (B) em milho safrinha, no híbrido DKB 390 Pro2. Selvíria - MS, 2013/2014.....38

- Figura 9-** Desdobramento das doses de nitrogênio para cada dose de molibdênio (A), e de molibdênio para cada dose de nitrogênio (B), para a variável produtividade de grãos (PDG) de milho safrinha, no híbrido DKB 390 Pro2. Selvíria - MS, 2013/2014.....39
- Figura 10-** Teor de nitrogênio (N) foliar da cultivar de soja BRS Valiosa RR, em função das diferentes doses de N aplicada no cultivo antecessor de milho safrinha. Selvíria MS, 2013/2014.....42
- Figura 11-** Desdobramento das doses de nitrogênio para cada dose de molibdênio (A) e de molibdênio para cada dose de nitrogênio (B), aplicados em cultivo antecessor de milho safrinha, para a massa de mil grãos (MMG) da cultivar de soja BRS Valiosa RR. Selvíria - MS, 2013/2014.....44
- Figura 12-** Produtividade de grãos da cultivar de soja BRS Valiosa RR, em função das diferentes doses de nitrogênio (A) e molibdênio (B) aplicadas no cultivo antecessor de milho safrinha. Selvíria - MS, 2013/2014.....45

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1-** Valores médios e teste F para teores de molibdênio (Mo), nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S) em tecido foliar, no híbrido de milho DKB 390 Pro2 em função de doses de N e Mo. Selvíria - MS, 2013/2014.....29
- Tabela 2-** Valores médios e teste F para altura de inserção da espiga (AIE), altura de planta (ADP), massa de mil grãos (MMG), número de fileiras por espiga (NDF), número de grãos por fileira (GPF), diâmetro da espiga (DDE) massa da espiga sem palha (MDE) e produtividade de grãos (PDG) no híbrido de milho DKB 390 Pro2 em função de doses de N e de Mo. Selvíria - MS, 2013/2014.....34
- Tabela 3-** Valores médios e teste F para teores de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S) no tecido foliar da cultivar de soja BRS Valiosa RR, em função de doses de N e Mo aplicadas em cultivo antecessor de milho safrinha. Selvíria - MS, 2013/2014.....41
- Tabela 4-** Valores médios e teste F para altura de inserção da primeira vagem (AIV), altura de planta (ADP), número de ramos por planta (NRP), número de vagens por planta (NVP), massa de mil grãos (MMG) e produtividade de grãos (PDG) na cultivar de soja BRS Valiosa RR, em função de doses de N e Mo aplicadas em cultivo antecessor de milho safrinha. Selvíria - MS, 2013/2014.....43

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 REVISÃO DE LITERATURA	15
2.1 Sistema Plantio Direto (SPD) no Cerrado	15
2.2 Culturas do milho e da soja	17
2.3 Exigências de nitrogênio (N) pela cultura do milho e da soja.....	18
2.4 Importância do molibdênio (Mo) para as culturas de milho e soja	20
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	23
3.1 Histórico e caracterização da área experimental	23
3.2 Delineamento experimental e tratamentos	24
3.3 Instalação e condução dos experimentos.....	24
3.3.1 <i>Experimento 1: milho com doses de molibdênio e nitrogênio.....</i>	<i>24</i>
3.3.2 <i>Experimento 2: soja em sucessão ao milho.....</i>	<i>25</i>
3.4 Avaliações	26
3.4.1 <i>Cultura do milho.....</i>	<i>26</i>
3.4.2 <i>Cultura da soja.....</i>	<i>27</i>
3.5 Análise estatística	28
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	29
4.1 Cultura do milho.....	29
4.2 Cultura da soja.....	40
5 CONCLUSÕES.....	47
REFERÊNCIAS	48

1 INTRODUÇÃO

O milho é o cereal mais produzido no mundo, tendo sido adaptado para diversas condições climáticas e formas de manejo. Neste cenário, o Brasil se enquadra como o terceiro maior produtor e o segundo maior exportador do grão. Isso graças ao alto nível tecnológico que tem sido empregado na cultura, com o qual foi possível produzir na safra de 2013/2014 um total de 79.905,5 mil toneladas de milho (COMPANHIA NACIONAL DO ABASTECIMENTO - CONAB, 2014).

A cultura da soja também é muito difundida, não só no Brasil como também em diversos países do mundo, sendo o principal produto agrícola na balança comercial brasileira. Dados da Conab (2014) mostram que na safra de 2013/2014 foram produzidas 86.120,8 mil toneladas de grãos de soja.

No entanto, vale ressaltar que para que ambas as culturas possam expressar seu potencial produtivo, é necessário que sejam ofertadas a elas condições adequadas para seu bom desenvolvimento, tais como os tratamentos fitossanitários, controle de pragas, manejo do solo e aporte nutricional. A respeito deste último, o nitrogênio (N) é o nutriente que mais limita a produtividade, tanto para o milho como também para a soja e demais outras culturas. Porém, a adubação com micronutrientes é também necessária na nutrição das plantas.

O N é constituinte de vários compostos vegetais, assim as principais reações bioquímicas em plantas e microorganismos envolvem a presença do N, o que o torna um dos elementos absorvidos em maiores quantidades por plantas cultivadas. Como fertilizante, é empregado em larga escala na agricultura atual (CANTARELLA, 2007).

A maior parte de N encontrada no solo aparece na forma orgânica, sendo parte da matéria orgânica (MO), a qual é de suma importância para a fertilidade do solo. Porém, para que este N esteja disponível às culturas, é necessário que esta MO sofra o processo de mineralização, do qual resultará a liberação do N inorgânico, a principal fonte deste nutriente para a atividade agrícola (CANTARELLA, 2007).

Ao tratarmos da adubação com micronutrientes, devemos nos atentar pelo fato de que esse tipo de adubação não está disponível apenas na forma sólida, aplicada diretamente no solo, como tradicionalmente ocorre, mas também é possível fornecer fertilizantes com micronutrientes às culturas via adubação foliar, tratamento de sementes e aplicação em raízes de mudas, práticas estas que tem apresentado bons resultados (LOPES, 1999).

Em se tratando de micronutriente, mesmo sendo exigido em pequenas quantidades, o molibdênio atua como cofator nas enzimas nitrogenase, redutase do nitrato e oxidase do sulfeto e sua participação está intimamente relacionada com o transporte de elétrons durante as reações bioquímicas (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA, 2010).

Um dos fatores mais importantes para a aplicação de fertilizantes que contem micronutrientes é conhecer o seu efeito residual, pois assim pode ser definida tanto a dose a ser aplicada, como também qual o intervalo de tempo para as reaplicações do produto. Além das formas e doses de aplicação dos fertilizantes que possuem em sua composição micronutrientes, deve-se atentar também em relação às fontes, taxas de exportação pelas culturas, as características do solo, o sistema de manejo, seja ele plantio direto ou convencional (LOPES, 1999).

Desta forma, há a hipótese de que com adição do molibdênio pode-se ter maior eficiência no aproveitamento de N e, conseqüentemente, proporcionará boas produtividades com doses menores. Assim, o objetivo deste trabalho foi testar o efeito de doses de Mo e N na cultura do milho de segunda safra, e seu efeito residual na soja cultivada na safra subsequente.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Sistema Plantio Direto (SPD) no Cerrado

De acordo com Oliveira et al. (2002), no início da década de 70 foi introduzido o Sistema Plantio Direto (SPD) na região Sul do Brasil, o qual foi considerado um dos maiores avanços para a agricultura brasileira, que foi possível graças ao trabalho de pesquisadores e empresas do setor privado que estavam preocupados em reverter os processos de degradação, tanto do solo, quanto da água. Um dos fatores que propiciou grande avanço na sua expansão foi o fato do seu baixo custo de implantação e facilidade no manejo de culturas (LOPES et al., 2004).

O SPD consiste na adoção de técnicas conservacionista, as quais buscam conservar e recuperar as áreas degradadas pelo sistema tradicional de manejo. Além disso, fundamenta-se na ausência do preparo do solo e na cobertura permanente da área através da rotação de culturas. Essa cobertura do solo poderá ser comercial de preferência, ou então, por culturas específicas para formação de palhada. Elas devem apresentar uma grande produção de massa seca, elevada taxa de crescimento, tolerância a seca e ao frio, não infestação de áreas, sistema radicular vigoroso e profundo, elevada capacidade de reciclagem de nutrientes, fácil produção de sementes e elevada relação C/N (EMBRAPA, 2011).

O solo manejado pelo sistema de cultivo SPD apresenta maior quantidade de palhada, considerada a essência deste tipo de cultivo. Desta palha presente na superfície do solo espera-se que: sejam reduzidas as perdas de solo e água pela erosão, mediante a diminuição do impacto direto das gotas de chuva sobre a superfície; aumento da taxa de infiltração de água no solo, reduzindo assim o volume de escoamento superficial da água (enxurrada); minimizar as variações da temperatura do solo, favorecendo a atividade biológica; favorecer a reciclagem lenta e gradual dos nutrientes contidos na palha, assegurando alta e permanente atividade biológica, aumentando assim o teor de MO no solo (GOEDERT ; OLIVEIRA, 2007).

Conceição et al. (2011) ainda salientam que, neste tipo de cultivo conservacionista o aumento da MO incrementa a qualidade do solo, promovendo a agregação de partículas, com reflexos positivos na partição da água, o que favorece a infiltração e diminui o escoamento superficial.

Neste sentido, o acúmulo de resíduos das culturas e de fertilizantes na superfície do solo sem o revolvimento, condicionam a formação de um gradiente no sentido vertical, diferente da condição que se tem no sistema de plantio convencional (SPC). E com a decomposição dos restos vegetais há a liberação de ácidos orgânicos que atuam na disponibilização de nutrientes para as culturas, na capacidade de troca catiônica e na complexação de elementos tóxicos e micronutrientes (SOUZA, 1992; BAYER ; MIELNICZUK, 1999).

Em solos já cultivados, geralmente ocorre uma diminuição do teor de MO com decorrer dos anos, além disso, as queimadas e o revolvimento do solo por conta das arações e gradagens favorecem a oxidação da mesma. Consequentemente, ocorre diminuição do teor total de N no solo (RAIJ, 2011).

Apesar dos teores de N no solo serem tão importantes, a dinâmica deste nutriente no solo não tem sido suficientemente estudada a longo prazo, sendo um dos motivos a dificuldade em realizar a experimentação necessária. Dessa forma, as explicações dadas como base para entender porque as respostas às adubações nitrogenadas aumentam ao decorrer dos anos e em solos recém-desbravados, são baixas ou nulas (RAIJ, 2011).

No entanto, uma grande limitação para a sustentabilidade do SPD nas regiões Centrais do Brasil é a baixa produção de palha durante o período de seca, devido às condições desfavoráveis durante o outono/inverno e inverno/primavera (CORREIA et al., 2013). Dessa forma, muitas destas áreas têm a sustentabilidade do sistema comprometida por ficarem ociosas durante quase sete meses do ano (BARDUCCI et al., 2009).

Para manter anualmente a quantidade de palha exigida para a manutenção da estabilidade do SPD, é de fundamental importância o estabelecimento de culturas para a produção de fitomassa seca, em quantidade adequada à cobertura do solo. Assim, deve-se conhecer a espécie vegetal a ser utilizada no programa de rotação ou consorciação de culturas, quanto à sua produção de massa seca e tempo de decomposição, que interferem diretamente na quantidade de palha sobre o solo e, consequentemente, nos atributos químicos do mesmo (ANDREOTTI et al., 2008).

Neste sentido, a utilização de plantas que geram restos culturais de diferente relação C/N é de suma importância. Pois dessa forma, além da cobertura do solo por um período maior, conferindo proteção, também tem-se a liberação gradual de nutrientes em diferentes épocas nos cultivos subsequentes.

2.2 Culturas do milho e da soja

De acordo com Fancelli e Dourado Neto (2000), o milho (*Zea mays* L.) é considerado um dos cereais que mais possuem valor nutritivo e taxas de consumo. Isso se deve ao fato de ser empregado tanto na alimentação humana, quanto também na animal. Além disso, também é utilizado como matéria-prima para inúmeros complexos agroindustriais. Por ser uma planta tropical, o milho necessita durante seu ciclo de vida, condições de calor e umidade, para que assim possa desenvolver-se e obter boa produtividade.

Pelo fato de ser amplamente utilizado como alimento ao longo dos séculos, o homem tem procurado sempre estender os limites geográficos da produção deste grão. Além disso, buscaram-se cada vez maiores produtividades através de novas tecnologias empregadas. No entanto, independentemente da tecnologia, o período de tempo e as condições climáticas nas quais a cultura está exposta, ainda continuam sendo fatores preponderantes para a produção. Sendo a temperatura e a precipitação pluvial, os fatores climáticos mais estudados (FANCELLI ; DOURADO NETO, 2000).

Por pertencer ao grupo de plantas C4, o milho apresenta taxa fotossintética alta, respondendo com elevados rendimentos ao aumento da intensidade luminosa, necessitando de 831 a 890 graus dias para completar seu ciclo (FANCELLI ; DOURADO NETO 2000). A cultura demanda um consumo mínimo de 350-500 mm para garantir uma produção satisfatória sem necessidade de irrigação (LANDAU et al., 2010).

O milho é também a mais importante planta comercial com origem nas Américas, sendo uma espécie altamente politépica, com cerca de 300 raças e milhares de variedades. Está amplamente disseminado por todo o mundo, desde a latitude de 58° N até 40° S, e do nível do mar até 3800 m de altitude, com raças e variedades adaptadas às diversas condições ecológicas (PATERNIANI, 1995).

Pertence à família das *Poaceas*, sendo a única espécie cultivada do gênero, completamente domesticada (a cerca de 4.000 anos). Isso porque o milho não cresce em

forma selvagem e não pode sobreviver na natureza, sendo inteiramente dependente dos cuidados do homem. A importância econômica desta cultura deve-se às diversas formas de utilização que ela apresenta no mundo, sendo como alimentação animal (66%), como alimentação humana e processos agroindustriais (25%), e o restante (9%) como semente (FORNASIERI FILHO, 2007).

A cultura da soja, *Glycine max* (L.) Merrill (família Fabaceae), é um dos principais commodities agrícolas do Brasil. De acordo com as pesquisas, sua origem provável foi na região central da China, com domesticação há 5000 anos na Manchúria. A introdução dessa cultura no Brasil ocorreu em 1882 quando Gustavo D’Utra, então professor da “Eschola Agrícola da Bahia” do município de São Francisco do Conde no Recôncavo Baiano, realizou os primeiros estudos em materiais vindos dos EUA. Já em 1900 e 1901 o Instituto Agrônômico de Campinas promoveu a primeira distribuição de sementes de soja a agricultores interessados em conhecer o comportamento da planta (EMBRAPA, 2004; UNFRIED; BRAGA, 2011).

De acordo com a Embrapa (2011), soja é uma planta de mecanismo C3 e também considerada uma cultura de dias curtos, em função disso a faixa de adaptabilidade de cada genótipo varia à medida que se desloca para regiões ao Norte ou ao Sul do país. Dessa forma, cultivares semeadas na mesma época e latitude podem apresentar diferentes datas de floração, devido à resposta diferenciada dos materiais ao fotoperíodo.

A necessidade de água pela cultura tem na floração e enchimento de grãos, o seu pico máximo, em torno de 7 a 8 mm/dia. A necessidade hídrica total varia entre 450 a 800 mm/ciclo, variando em função do manejo da cultura e duração do ciclo. A temperatura ideal para seu desenvolvimento está em torno de 30°C, e valores abaixo ou iguais a 10°C comprometem seu crescimento vegetativo, e a maturação pode ser acelerada pela ocorrência de altas temperaturas (EMBRAPA, 2011).

2.3 Exigências de nitrogênio (N) pela cultura do milho e da soja

O N é o nutriente mais exigido pelo milho. Porém, muitas vezes seu fornecimento não é realizado nas quantidades exigidas. Sendo que a adubação nitrogenada adequada, associada a boas condições climáticas, podem promover um incremento na produtividade, sendo

necessário aplicar cerca de 150 kg ha^{-1} de N para que o máximo seja atingido (AMADO et al., 2002).

Na soja o N também é exigido em grandes quantidades, principalmente por ser um dos principais constituintes das proteínas nos grãos, que na cultura apresenta uma concentração bastante elevada. De acordo com Hungria et al. (2007), estima-se que para produzir 1.000 kg de grãos de soja sejam necessários 80 kg de N. Porém, os solos brasileiros em geral fornecem apenas cerca de 10 a 15 kg ha^{-1} para a cultura. Devido a isso, os fertilizantes minerais nitrogenados e a fixação biológica de nitrogênio (FBN) são as principais fontes de N.

Em relação ao processo de FBN, Costa (1996) salienta que este processo ocorre de forma que o nitrogênio do ar (N_2) penetra nas paredes dos nódulos presentes no sistema radicular, onde é transformado em amônia pela enzima nitrogenase. A planta então fornece carboidratos que juntam-se com a amônia originando-se os aminoácidos precursores de proteínas.

Todos os microrganismos fixadores de N_2 são procariotos e possuem o complexo nitrogenase, que por ser uma enzima redutora pode sofrer inibição pelo O_2 ou ser inativada quando já sintetizada, dessa forma alguns mecanismos de proteção atuam quando o processo de FBN está ativo. No caso da simbiose entre leguminosas e bactérias dos gêneros *Rhizobium* e *Bradyrhizobium* este processo ocorre no interior dos nódulos, onde a nitrogenase é protegida contra o excesso de oxigênio pela leghemoglobina, que dá coloração rósea aos nódulos (VARGAS et al., 2004; REIS et al., 2006).

O N é constituinte de parte de proteínas, ácidos nucléicos e demais constituintes celulares, como também de membranas e vários hormônios vegetais. Dessa forma, a sua deficiência pode causar clorose gradual das folhas mais velhas e uma diminuição no crescimento da planta. Sua absorção pelo milho mais comum é na forma de nitrato (NO_3^-), o qual pode ser reduzido a amônio (NH_4^+) através da enzima nitrato redutase (SOUZA ; FERNANDES, 2006).

Apesar de o N ser um dos elementos mais encontrados na natureza, praticamente não pode ser encontrado nas rochas que dão origem aos solos, sendo sua principal fonte primária o ar. Cerca de 78% do volume de ar atmosférico é ocupado por este nutriente. Porém, apesar de ser um elemento predominante, é encontrado na forma molecular de N_2 , a qual a maioria dos vegetais superiores não é capaz de absorvê-lo. Por isso, é considerado o elemento que

necessita da maior parcela de energia, entre os macronutrientes, para ser transformado em adubo mineral em forma disponível para as plantas (RAIJ, 2011).

Embora a matéria orgânica do solo (MOS), os adubos orgânicos e resíduos vegetais possam suprir consideráveis quantidades de N exigidas pelas culturas, deve-se atentar pelo fato de que, conforme tem-se o aumento da produtividade das culturas, consequentemente tem-se também a exigência para adição de fertilizantes nitrogenados (RAIJ, 2011).

2.4 Importância do Molibdênio (Mo) para as culturas de milho e soja

Muitos fatores são responsáveis pela quantidade de nutrientes que são exportados pela cultura do milho, entre eles podemos citar a produtividade que foi atingida, a cultivar utilizada, as condições climáticas, fertilidade do solo, adubação realizada e demais tratamentos culturais. Sendo que com o conhecimento das exigências nutricionais aliados a marcha de absorção, pode-se ter um manejo mais adequado da adubação. Neste sentido, o N e o potássio (K) são os nutrientes mais exigidos pelo milho, no entanto, os micronutrientes também são fundamentais para o crescimento da cultura, dentre eles podemos destacar o molibdênio (Mo), o qual é responsável pela síntese e ativação da enzima nitrato redutase (FORNASIERI FILHO, et al., 2007).

Na soja, Reis et al. (2006) também salientam a importância dos micronutrientes para a cultura, tendo em vista que a maior parte do N utilizado na sua nutrição é proveniente da FBN, tanto é que nos nódulos da soja o teor de Mo é maior que no restante da planta. Por sua vez, este processo ocorre graças à enzima nitrogenase, que apresenta o Mo na sua constituição.

O Mo é o micronutriente menos encontrado no solo, apresentando teores totais de 2,0 mg kg⁻¹, com variação em diferentes solos de 0,013 mg kg⁻¹ a 17,0 mg kg⁻¹, sendo que solos derivados de argilitos e de granitos possuem maiores quantidades deste nutriente. O mineral primário de Mo, molibdenita (MoS₂), contém a maior parte do Mo terrestre, sendo que este sulfeto é lentamente oxidado e transformado em íons molibdato, o qual é adsorvido ao solo principalmente em óxidos, de maneira similar a que acontece com fosfatos. Da mesma forma que com ânions fosfato, a elevação do pH do meio também resulta em dessorção de molibdato, aumentando a sua fitodisponibilidade (RAIJ, 2011).

Pode ser encontrado no solo através de quatro maneiras, sendo elas: não disponível, retido no interior da estrutura dos minerais primários e secundários; parcialmente disponível ou trocável, adsorvido nas argilas, de modo particular nos óxidos de Fe e Al, como MoO_4^{2-} e disponível em função do pH e do teor de fósforo disponível; ligado a matéria orgânica; e na forma solúvel em água. Apesar das diversas formas, a maior parte do Mo se encontra não disponíveis para as plantas, sendo que sua disponibilidade está determinada pelo pH do solo e pelo teor de óxidos de Fe, Al e Ti. Já tanto a presença de matéria orgânica (MO), como também de fosfato ou sulfato, apresentam pequena influência na disponibilidade deste micronutriente (DAVIES, 1956; DECHEN ; NACHTIGALL, 2006).

Segundo Teixeira (2006), o Mo é um dos nutrientes requeridos em menor quantidade pelas plantas, e deverá ser oferecido de acordo com seu teor encontrado na semente. Tisdale et al. (1985) salientam que, apesar de sua pequena absorção pelas plantas (teor menor que 1 ppm), o Mo é considerado essencial por fazer parte da enzima redutase do nitrato em todas as famílias vegetais, e da enzima nitrogenase na simbiose bactéria-leguminosa.

As plantas necessitam de pequenas quantidades de Mo, menos de 1 mg kg^{-1} na matéria seca da planta, cerca de $40 \text{ a } 50 \text{ g ha}^{-1}$ para suprir as necessidades da maioria das culturas. Porém, apesar de pouco requerido, sua deficiência repercute negativamente na formação de ácido ascórbico, no conteúdo de clorofila e na atividade respiratória. Ao contrário do que ocorre com outros micronutrientes (Fe, Mn, Cu e Zn), conforme se tem um aumento do pH do solo, a disponibilidade do Mo também é aumentada. Devido a isso, pode-se explicar porque em solos com pH elevado geralmente não ocorre deficiências deste micronutriente (DECHEN ; NACHTIGALL, 2006).

O Mo é encontrado em grande parte na enzima nitrato redutase das raízes e colmos das plantas, entre elas o milho, a qual catalisa a redução do íon nitrato (NO_3^-) a nitrito (NO_2^-), para depois ser transformado a amônio (NH_4^+). Esta enzima presente nas plantas superiores é encontrada como molibdoflavoproteína solúvel. As plantas que apresentam deficiência de Mo apresentam acúmulo de NO_3^- , fazendo com que a falta de Mo tenha repercussões similares à falta de N. A deficiência nas plantas apresenta-se nas folhas, mesmo ainda com a coloração verde, uma deformidade devido a morte de algumas das células do parênquima. Além disso, as folhas tem seu tamanho reduzido, com clorose e mosqueados de cor marrom (em toda ou parte da folha), aparecem áreas necrosadas na ponta da folha que vão se estendendo até as bordas. Finalmente, a deficiência leva a morte da folha e sua queda prematura. É possível que

as plantas consigam desenvolver-se sem a presença de Mo, mas é preciso que seja fornecido a elas o N na forma NH_4^+ (DECHEN ; NACHTIGALL, 2006).

Nas leguminosas, como a soja, a enzima nitrogenase tem em sua constituição o Mo. Esta enzima é responsável pela FBN, e encontrada no interior dos nódulos que se desenvolvem nas raízes das plantas de soja por meio de uma relação simbiótica. Para Hungria et al. (2007), os fertilizantes minerais nitrogenados e a FBN são as principais fontes de N utilizadas na agricultura, sendo que no caso da soja, devido a elevada eficiência da fixação biológica, praticamente todo o aporte do nutriente provém deste processo simbiótico.

A formação dos nódulos nas raízes de soja ocorre devido à simbiose entre a bactéria e a planta hospedeira, envolvendo a ativação de vários genes e desencadeando processos específicos que acarretam a penetração da bactéria na raiz, formando um cordão de infecção que promove o crescimento de células do córtex, originando assim o nódulo que aloja a bactéria em condições adequadas para que esta realize a fixação biológica do N_2 atmosférico por meio da enzima bacteriana nitrogenase (HUNGRIA et al., 2007; MATA et al., 2011).

Com isso, é notável a relação direta entre o N e o Mo para as culturas de milho e soja, justificando o estudo cada vez mais aprofundado a respeito da interação entre dois nutrientes e a influência de ambos na produtividade das culturas.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Histórico e caracterização da área experimental

O experimento foi instalado na Fazenda de Ensino Pesquisa e Extensão (FEPE) da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira (FE/UNESP), no município de Selvíria-MS, situada aproximadamente nas coordenadas geográficas 20°22'S e 51°22'W, apresentando altitude de 335 m. O clima da região, segundo Köppen, é classificado como Aw, tropical úmido com nítidas estações, sendo chuvosa no verão e seca no inverno. O solo da área é classificado segundo a Embrapa (2013) como Latossolo Vermelho distrófico, e temperatura média anual situa-se em 25°C, com 1.330 mm de precipitação pluvial ao ano.

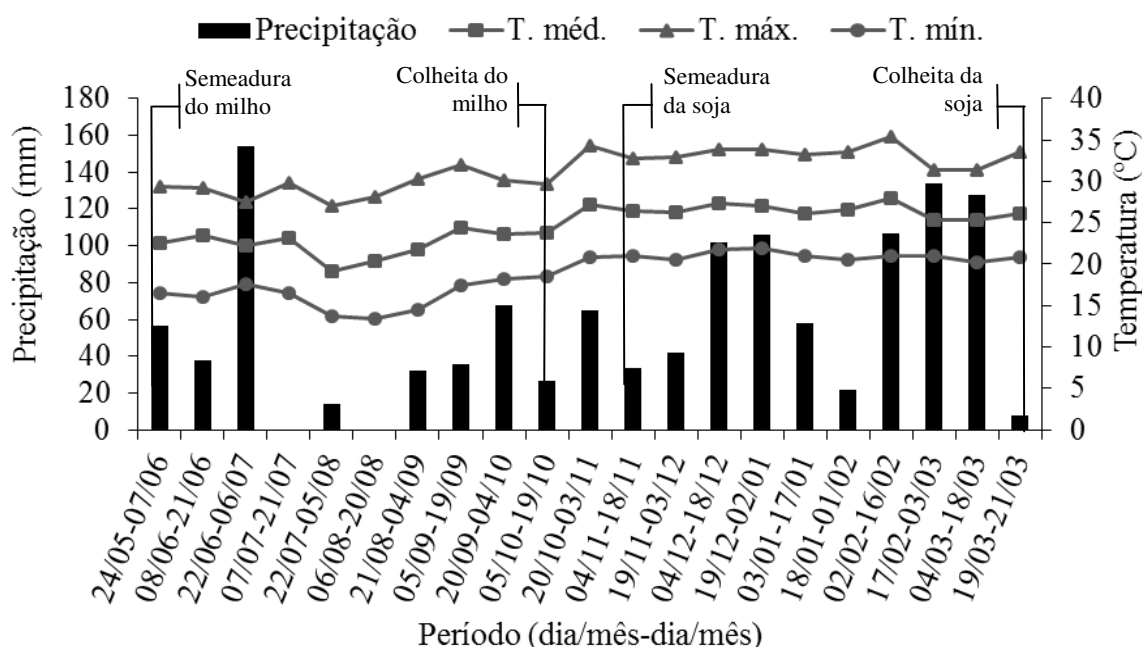
Os dados de precipitação pluvial, temperatura mínima, média e máxima do ar, foram coletados diariamente na estação meteorológica situada a cerca de 500 m da área experimental, e seus valores médios quinzenais são apresentados na Figura 1.

O local onde foram instalados os experimentos já vinha sendo cultivado em SPD a cinco anos e a cultura antecessora foi o milho (safra de verão) nas duas safras anteriores. O experimento foi instalado em área que permitia irrigação suplementar no período inicial de desenvolvimento da cultura, por meio de pivô central.

Antes da implantação das culturas foi feita a coleta de solo para análise química, realizada de acordo com a metodologia descrita por Raij et al. (2001), com a amostragem de 20 perfis de tradagem para coleta de amostras deformadas à profundidade de 0,0-0,20 m. A amostra composta foi encaminhada ao laboratório de solos FE/UNESP para análise e posterior caracterização da fertilidade, cujos resultados foram: P (resina) = 20 mg dm⁻³, MO = 23 g dm⁻³, pH (CaCl₂) = 4,6, K = 2,5, Ca = 16, Mg = 11, H+Al = 42, Al = 4, SB = 29,5 e CTC = 71,5 mmol_c dm⁻³ e V% = 41.

Não foi realizada calagem antes da instalação do primeiro experimento, por se tratar de cultivo de segunda safra. O preparo inicial antes da semeadura foi feito com dessecação utilizando herbicida Glyphosate (1440 g i.a. ha⁻¹).

Figura 1- Dados climáticos, de precipitação pluvial (mm), temperaturas máxima, média e mínima (°C), registrados durante a condução do estudo. Selvíria - MS, 2013/2014.



Fonte: Elaboração do próprio autor.

3.2 Delineamento experimental e tratamentos

O primeiro experimento foi composto pela cultura do milho na segunda safra (safrinha), em delineamento experimental de blocos ao acaso com parcelas subdivididas com quatro repetições, onde foram testadas quatro doses de N (0, 90, 135 e 180 kg ha⁻¹) nas parcelas, e cinco doses de Mo (0, 10, 20, 30 e 40 g ha⁻¹) nas sub-parcelas, sendo estas com a dimensão de 6,0 m de comprimento e 3,5 m de largura com quatro linhas de milho cada.

No segundo experimento foi implantada a cultura da soja em sucessão, sobre as mesmas parcelas do experimento anterior. A soja foi conduzida sem aplicação de Mo para avaliar o efeito residual dos tratamentos utilizados no experimento do milho.

3.3 Instalação e condução dos experimentos

3.3.1 Experimento 1: milho com doses de molibdênio e nitrogênio

Foi utilizado na implantação do milho de segunda safra, o híbrido simples DKB 390 Pro2. Sua semeadura ocorreu na data de 25/05/2013, em SPD sobre a palhada de milho (cultivado na primeira safra), em área com que permitia irrigação suplementar por meio de pivô central quando necessário, com lâmina de aproximadamente 14 mm.

A operação de semeadura foi realizada com semeadora-adubadora de disco duplo desencontrado para deposição da semente, e mecanismo sulcador tipo haste para deposição do adubo. O espaçamento utilizado foi 0,90 m entrelinhas, com 5,4 plantas por metro de sulco, objetivando assim uma população de 60.000 mil plantas ha^{-1} .

A adubação de semeadura foi realizada segundo Raij e Cantarella (1997), com 312 kg ha^{-1} do formulado NPK 4-20-20. Enquanto que as doses de N em cobertura foram parceladas em duas vezes nos estádios vegetativos V6 e V8, aplicadas manualmente ao lado da linha de semeadura na forma de ureia (46% de N), de acordo com as doses de cada parcela. O Mo foi aplicado via pulverização foliar (250 L ha^{-1}) através de pulverizador costal, por ocasião da primeira aplicação de N em cobertura, utilizando-se o fertilizante foliar Prime® (produto comercial), disponível em solução solúvel em água na concentração de 8% de Mo.

Na ocasião do florescimento feminino, foi realizada a amostragem foliar para determinação do estado nutricional da cultura. Para tanto, foram amostradas folhas de 30 plantas em cada sub-parcela de acordo com a metodologia descrita por Boaretto et al. (2009), coletando o terço médio da folha logo abaixo da espiga. Todo material coletado foi lavado em água destilada para remoção de impureza (poeira, grãos de pólen, etc.), para que não ocorresse interferência nas análises laboratoriais.

Os tratos fitossanitários na cultura foram realizados quando necessário utilizando-se os herbicidas Nicossulfuron (60 g i.a. ha^{-1}) e Atrazina (1500 g i.a. ha^{-1}), o fungicida Piraclostrobina + Epoxiconazol (109,8 g i.a. ha^{-1}), e inseticidas Triflumurom (24 g i.a. ha^{-1}), Imidacloprido + Beta-Ciflutrina (112,5 g i.a. ha^{-1}). A colheita foi realizada em 19/10/2013 (138 DAS).

3.3.2 Experimento 2: Soja em sucessão ao milho

A soja foi semeada sobre a palhada do milho no dia 13/11/2013, sobre as mesmas parcelas do experimento anterior. A cultivar utilizada foi a BRS Valiosa RR, que apresenta ciclo médio a semitardio (123 a 130 dias) e hábito de crescimento determinado. A semeadura

foi realizada com semeadora-adubadora com mecanismo de distribuição de adubo tipo haste sulcadora, e deposição da semente tipo disco duplo desencontrado, sendo semeadas cerca de 13 sementes por metro, visando obter uma população de 240.000 plantas ha⁻¹.

O espaçamento utilizado foi de 0,45 m com adubação de base utilizando 250 kg ha⁻¹ do formulado NPK 04-30-10, segundo Mascarenhas e Tanaka (1997). Não foi realizada adubação suplementar com Mo, visando à avaliação do possível efeito residual proveniente da cultura antecessora. Para suprir as necessidades de N, as sementes foram inoculadas com inoculante líquido contendo bactérias *Bradyrhizobium japonicum* e *Bradyrhizobium elkanii* (estirpes SEMIA 5079 e SEMIA 5080), visando obter 1,2 milhões de células viáveis por semente.

Quando a cultura estava no estágio de florescimento pleno, foi realizada amostragem foliar para determinação do estado nutricional das plantas, de acordo com a metodologia de Boaretto et al. (2009), sendo amostrado em 30 plantas por parcela, a 3ª folha totalmente desenvolvida a partir do ápice, na haste principal.

Durante o ciclo da cultura os tratamentos fitossanitários foram realizados utilizando-se os herbicidas Glyphosate (1440 g i.a. ha⁻¹) e Clorimuron Etilico (20 g i.a. ha⁻¹), os inseticidas Metomil (215 g i.a. ha⁻¹), Triflumurom (24 g i.a. ha⁻¹) e Imidacloprido + Beta-Ciflutrina (112,5 g i.a. ha⁻¹), e fungicida Piraclostrobina + Epoxiconazol (109,8 g i.a. ha⁻¹). A colheita da soja ocorreu no dia 21/03/2014 (127 DAS).

3.4 Avaliações

3.4.1 Cultura do milho

Na determinação do estado nutricional das plantas de milho, a metodologia utilizada para o preparo da amostra foi a descrita por Boaretto et al. (2009), onde as folhas amostradas foram submetidas à estufa de circulação forçada com temperatura controlada entre 65°C a 70°C até que atingissem massa constante. Posteriormente, foram moídas em moinho tipo Willey, e armazenadas em sacos plásticos.

Foi realizada a análise química para determinação do teor de N através do método de destilação – titulação (Kjeldahl), descrito por Miyazawa et al. (2009); já a determinação do P foi pelo método de espectrofotometria com azul – de – molibdênio; K pelo método de fotometria de chama; Ca, Mg pelo método de espectrofotometria de absorção atômica (EAA) e S pelo método turbidimétrico, todos descritos por Boaretto et al. (2009).

Para a análise de Mo no tecido vegetal, a digestão das amostras foi realizada através da digestão nítrico-perclórica. A determinação dos teores de Mo foi efetuada pelo método do iodeto de potássio, adaptado de Pessoa (1998). Para a determinação pipetou-se 3 mL do extrato vegetal, adicionou-se 1,0 mL da solução NH_4F $2,5 \text{ g dm}^{-3}$, 1,0 mL da solução H_2O_2 . Em seguida acrescentou-se 1,0 mL da solução iodeto de potássio, esperou-se 10 minutos e realizou-se a leitura da absorbância.

Durante a colheita do milho foram avaliadas as alturas de planta e de inserção da espiga através da medição com fita graduada em mm de 10 plantas por sub-parcela, aleatoriamente dentro da área útil de cada uma. Para determinação da produtividade por hectare, foram colhidos manualmente 6 m de linha em cada sub-parcela, nas duas linhas centrais de cada sub parcela. As espigas foram trilhadas em trilhadora mecânica e com posterior pesagem dos grãos em balança eletrônica de precisão. Após a pesagem foi determinada a umidade dos grãos através de medidor de umidade portátil, para correção da produtividade a 13% de umidade (base úmida), em seguida foi feito o cálculo da produtividade em kg ha^{-1} .

No mesmo dia, foi realizada a pesagem para a determinação da massa de mil grãos com auxílio de contador eletrônico de grãos. Os mesmos foram pesados em balança eletrônica com precisão de 0,01 g e feita correção dos valores a 13% de umidade.

Por ocasião da colheita, de cada sub-parcela foram separadas 10 espigas para posterior avaliação de: número de fileiras por espiga e número de grãos por fileira foi realizado por meio de contagem manual; o diâmetro da espiga foi aferido com auxílio de paquímetro, e a massa da espiga sem palha foi determinado através da pesagem das 5 espigas em balança de precisão (0,01 g) e posterior cálculo da média aritmética.

3.4.2 Cultura da Soja

Para determinação do estado nutricional das plantas de soja, o preparo das amostras seguiu a metodologia descrita por Boaretto et al. (2009). As folhas amostradas foram levadas à estufa de circulação forçada com temperatura controlada entre 65°C a 70°C por 72 horas ou até que atingissem massa constante. Posteriormente, foram moídas em moinho tipo Willey, e armazenadas em sacos plásticos.

Posteriormente em laboratório foram determinados os teores de: N pelo método de destilação – titulação (Kjeldahl); P pelo método de espectrofotometria com azul – de –

molibdênio; K pelo método de fotometria de chama; Ca, Mg pelo método de espectrofotometria de absorção atômica (EAA) e S pelo método turbidimétrico. Todos descritos por Boaretto et al. (2009).

Para avaliação das características agronômicas foram coletadas e identificadas 10 plantas aleatoriamente na área útil de cada sub-parcela, por ocasião da colheita. Nelas foram determinadas a altura de inserção da primeira vagem e altura de planta, com auxílio de fita métrica. Para o número de ramos e de vagens por plantas foi feita a contagem manual, sendo que, para esta última, descartou-se as vagens não granadas.

Em relação à produtividade, foram colhidos manualmente 6,0 m na área útil das sub-parcelas, e em seguida trilhados em trilhadora mecânica. Posteriormente foi separada uma amostra de cada tratamento para determinação da umidade com medidor eletrônico de umidade. O cálculo da produtividade por hectare foi realizado corrigindo-se a umidade a 13% (base úmida).

Uma sub-amostra foi separada para aferição da massa de mil grãos, feita através da contagem dos mesmos em contador eletrônico, seguida da pesagem em balança eletrônica de precisão (0,01 g) e também corrigida para 13% de umidade.

3.5 Análise estatística

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F ($P < 0,05$). O efeito das diferentes doses de adubação com Mo e N foi analisado por regressão polinomial, adotando-se a equação com grau mais elevado.

As análises foram realizadas utilizando-se o software SISVAR[®] (FERREIRA, 2011).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Cultura do milho

Para os resultados da avaliação nutricional na cultura do milho, não houve diferença significativa para os teores de Ca e Mg foliar. Estes resultados são compreensíveis devido a não utilização de calagem antes da semeadura, que seria uma fonte destes nutrientes, não ocorrendo assim alterações destes teores na planta. O mesmo pode ser observado para o teor foliar de K, pois como não houve aplicação de doses diferenciadas, e todos os tratamentos receberam a mesma quantidade de K, é de se esperar que também não haja diferenças quanto à concentração deste nutriente nas plantas. Estes resultados podem ser observados a seguir na Tabela 1.

Tabela 1- Valores médios e teste F para teores de molibdênio (Mo), nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S) em tecido foliar, no híbrido de milho DKB 390 Pro2 em função de doses de N e Mo. Selvíria - MS, 2013/2014.

Tratamentos		Mo	N	P	K	Ca	Mg	S
		(mg kg ⁻¹)			(g kg ⁻¹)			
Doses de Nitrogênio N (kg ha ⁻¹)	0	2,75	12,89	2,61	18,31	3,28	2,41	1,11
	90	2,60	13,37	2,49	17,44	3,17	2,49	1,11
	135	2,39	13,54	2,57	17,77	3,02	2,37	1,11
	180	2,65	13,84	2,54	18,14	3,05	2,49	1,16
Doses de Molibdênio Mo (g ha ⁻¹)	0	2,12	12,86	2,44	17,57	3,07	2,43	1,03
	10	2,43	13,40	2,66	18,23	3,09	2,48	1,09
	20	2,57	13,00	2,50	18,02	3,17	2,50	1,10
	30	2,70	13,73	2,64	17,78	3,39	2,48	1,11
	40	3,16	14,05	2,53	17,97	2,94	2,30	1,30
Teste F								
N		2,07 ns	17,92 **	0,29 ns	1,64 ns	1,63 ns	0,53 ns	0,31 ns
Mo		12,48 **	14,79 **	2,50 ns	0,83 ns	1,62 ns	1,54 ns	5,36 **
N*Mo		0,83 ns	2,51 ns	1,43 ns	1,79 ns	0,63 ns	1,37 ns	1,72 ns
CV (%) N		18,04	3,13	16,72	7,57	13,31	14,62	17,57
CV (%) Mo		16,59	3,84	9,38	6,10	16,32	10,88	15,70

Nota: ** e ns correspondem a, respectivamente, a significativo a 1% e não significativo pelo teste F.

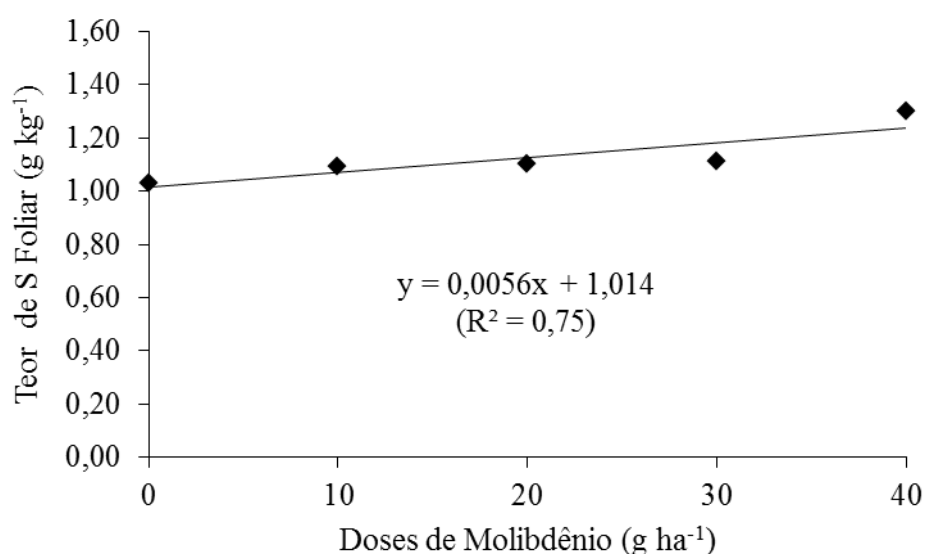
Fonte: Elaboração do próprio autor.

Em relação aos teores de P encontrados no tecido foliar, também não houve diferença significativa para nenhum dos tratamentos testados. Sendo que de acordo com Oliveira (2004), os valores encontrados para P, K, Ca e Mg encontram-se dentro da faixa de concentração adequada para o milho ($P=1,8 - 3,0$; $K=13 - 30$; $Ca=2,5 - 10,0$; $Mg= 1,5 - 5,0 \text{ g kg}^{-1}$).

Os teores de S encontrados, apesar de estarem abaixo da quantidade adequada para a cultura ($1,4 - 3,0 \text{ g kg}^{-1}$), não diferiram entre os tratamentos com adubação nitrogenada e não houve interação para os dois nutrientes testados. A ocorrência dos valores baixos encontrados para este nutriente pode ser devido à relação do mesmo com o pH da solução do solo. Pois de acordo com Raji (2011), o enxofre é absorvido pelas plantas na forma do ânion SO_4^{2-} e em algumas classes de solo, o pH é um fator muito importante na adsorção de SO_4^{2-} , sendo que quanto maior o pH menor é a adsorção. Esses valores baixos também podem ter ocorrido devido ao nível baixo deste nutriente no solo.

Desta forma, como o solo encontrava-se relativamente ácido e não foi realizado a calagem para correção do mesmo, provavelmente os valores baixos de S na planta devem-se a adsorção do mesmo. Entretanto, mesmo em concentrações reduzidas, houve ajuste significativo dos valores de S para aplicação de Mo, como mostra a Figura 2.

Figura 2- Teor de enxofre (S) no tecido foliar, em função da aplicação de doses de molibdênio em milho safrinha, no híbrido DKB 390 Pro2. Selvíria - MS, 2013/2014.



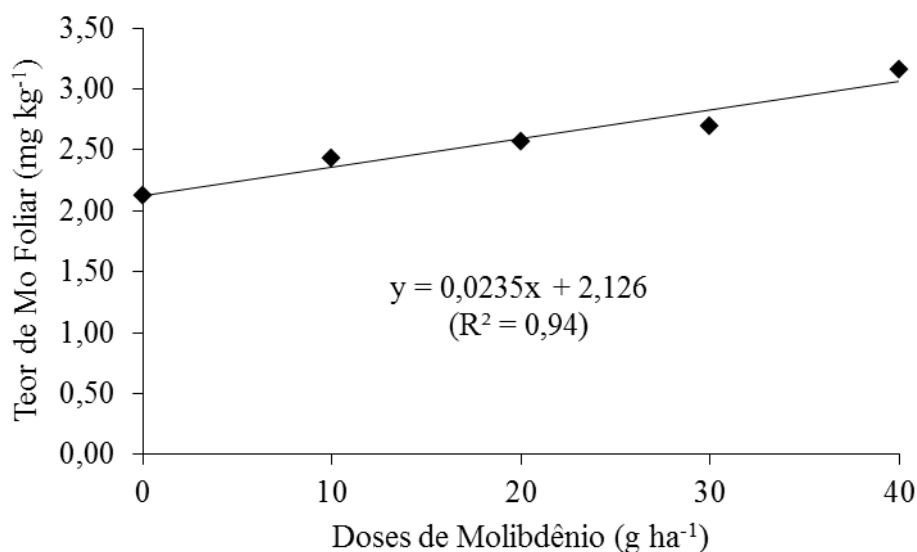
Fonte: Elaboração do próprio autor.

Observa-se aumento linear no teor de enxofre foliar em função do aumento das doses de Mo, sendo o maior valor ($1,30 \text{ g kg}^{-1}$) obtido com a maior dose do micronutriente (40 g ha^{-1}). Embora não se tenha utilizado fertilizantes contendo enxofre na adubação de base ou em cobertura, como sulfato de amônia, este aumento pode ter ocorrido devido ao melhor desenvolvimento das plantas nos tratamentos que receberam as maiores doses de Mo, que também apresentam maior teor de N, o que refletiu em plantas de maior porte e acarretou incremento na produtividade. Desta forma, plantas melhor nutridas tem maior capacidade de absorção e melhor aproveitamento dos nutrientes.

Já para os teores de Mo foliar, também não houve diferença significativa para as doses de N e nem interação. No entanto, as doses crescentes de adubação molíbdica promoveram incremento nos teores de Mo foliar, como demonstra a Figura 3.

Constatou-se aumento linear de Mo de acordo com o acréscimo das doses aplicadas, demonstrando a eficiência do método de aplicação foliar. Em relação a isto, Pereira (2010) afirma que a eficiência da adubação com micronutrientes está relacionada com o método de aplicação. Assim, quando comparado às outras vias, a via foliar se destaca junto com a via semente, em face da facilidade, do baixo custo e da eficiência de aplicação.

Figura 3- Teor de molibdênio (Mo) no tecido foliar, em função da aplicação de doses de molibdênio em milho safrinha, no híbrido DKB 390 Pro2. Selvíria - MS, 2013/2014.



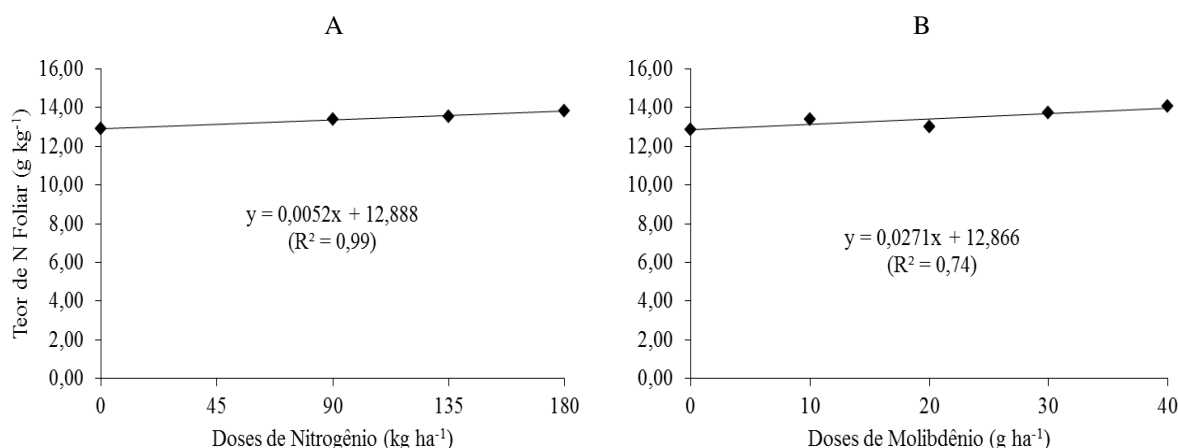
Fonte: Elaboração do próprio autor.

Gupta (1997) afirma que entre 0,2 e 0,5 mg kg⁻¹ de molibdênio nas folhas completamente expandidas quando o milho encontra-se com 40-60 cm de altura é suficiente para a planta se desenvolver. Segundo o autor, o teor de molibdênio considerado crítico para a cultura é de 0,2 mg kg⁻¹ de matéria seca no terço médio da folha diagnose, e que com menos de 0,1 mg kg⁻¹ a planta encontra-se deficiente. Em contrapartida, concentrações nos tecidos das plantas acima de 500 mg kg⁻¹ de molibdênio podem ser consideradas um indicativo de toxicidade para a maioria das plantas.

Taiz e Zeiger (2009) ressaltam a importância dos índices adequados de Mo na cultura do milho, pois isto vai interferir diretamente no crescimento e desenvolvimento das plantas, devido sua importância no metabolismo do nitrogênio. Assim, a adubação molíbdica pode melhorar a assimilação do nitrato, o que explica os resultados apresentados na Figura 4.

Para os teores de N foliar, ocorreu aumento linear de acordo com a aplicação de doses crescentes de N em cobertura (Figura 4.1), o que é de se esperar devido a adubação nitrogenada empregada. Já em relação ao efeito isolado da utilização de Mo (Figura 4B), este também promoveu incremento nos teores de N na cultura.

Figura 4- Teores de nitrogênio (N) no tecido foliar, em função da aplicação de doses de nitrogênio (A) e de molibdênio (B) em milho safrinha, no híbrido DKB 390 Pro2. Selvíria - MS, 2013/2014.



Fonte: Elaboração do próprio autor.

Estes resultados ressaltam a importância da adubação com micronutrientes para melhoria no metabolismo das plantas cultivadas, tanto que é possível observar também que o

maior valor ($14,05 \text{ g kg}^{-1}$) foi obtido com 40 g ha^{-1} de Mo, e o menor ($12,86 \text{ g kg}^{-1}$) na testemunha sem Mo.

É possível observar ainda que os valores encontrados de N são relativamente baixos para a cultura, em relação aos citados por Oliveira (2004) e Raij (2011). No entanto, é importante ressaltar que a cultura foi semeada numa área que havia sido cultivada com milho nas duas safras anteriores, tendo uma grande quantidade desta palhada remanescente. Segundo Souza e Lobato (2004) e Cantarella (2007), os microorganismos responsáveis pela decomposição da matéria orgânica e dos resíduos vegetais têm sua demanda por N atendida através da imobilização deste nutriente (orgânico ou mineral) em suas células. Este processo de imobilização torna-se mais intenso em restos de culturas com relação C/N maior, como é o caso do milho.

Quando completam seu ciclo vital, estes microorganismos decompositores liberam o N para as plantas, no entanto, durante este período pode ocorrer baixa disponibilidade do nutriente para a cultura e até deficiência deste, podendo ser este o motivo dos baixos teores de N foliar encontrados.

A respeito deste assunto, Weber e Mielniczuk (2009) realizaram estudos em experimento de longa duração, no qual destacam a importância do estoque residual de N disponível pelos cultivos de leguminosas. Os autores afirmam que, a utilização de leguminosas como culturas antecessoras aumenta a produtividade de milho quando não for realizada a suplementação de N com adubação mineral. Isso porque o resíduo das leguminosas possui baixa relação C/N e elevada taxa de mineralização, deixando menor quantidade de N imobilizada com os microorganismos e disponibilizando assim para a absorção pelas culturas subsequentes.

Em relação as características morfológicas e componentes produtivos do milho, os resultados são apresentados na Tabela 2.

Para o número de fileiras por espiga e número de grãos por fileira não houve efeito isolado da adubação nitrogenada e molíbdica, e também não ocorreu interação entre os dois fatores. O diâmetro da espiga não foi afetado pelas doses dos dois nutrientes isoladamente.. Para o diâmetro da espiga, houve interação significativa, sendo o desdobramento representado na Figura 5.

Tabela 2- Valores médios e teste F para altura de inserção da espiga (AIE), altura de planta (ADP), massa de mil grãos (MMG), número de fileiras por espiga (NDF), número de grãos por fileira (GPF), diâmetro da espiga (DDE) massa da espiga sem palha (MDE) e produtividade de grãos (PDG) do híbrido de milho DKB 390 Pro2 em função de doses de N e de Mo. Selvíria - MS, 2013/2014.

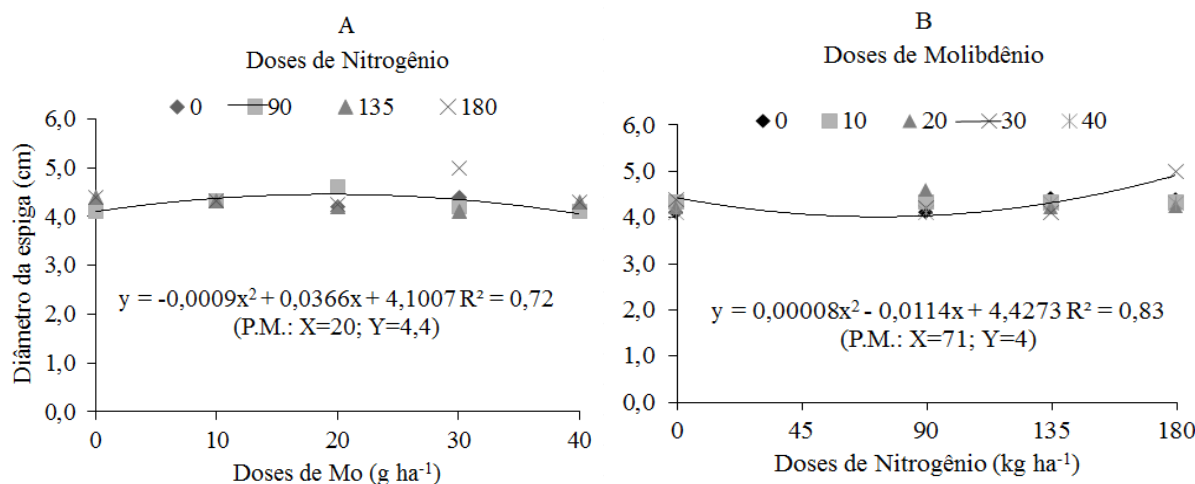
Tratamentos		AIE	ADP	MMG	NDF	GPF	DDE	MDE	PDG
		(m)	(g)	(g)			(cm)	(g)	(kg ha ⁻¹)
Doses de Nitrogênio N (kg ha ⁻¹)	0	0,93	1,60	246	16	30	4,2	133	4.977
	90	0,92	1,59	248	16	30	4,3	132	6.261
	135	0,94	1,64	252	16	31	4,3	134	6.981
	180	0,96	1,67	254	16	30	4,4	148	7.858
Doses de Molibdênio Mo (g ha ⁻¹)	0	0,93	1,62	240	16	30	4,2	124	5.547
	10	0,94	1,65	251	16	30	4,3	139	6.613
	20	0,93	1,61	251	16	31	4,3	136	6.666
	30	0,95	1,63	249	16	30	4,4	144	7.449
	40	0,93	1,60	262	16	30	4,2	141	6.320
Teste F									
N		1,46 ns	6,94 **	3,70 *	2,07 ns	0,35 ns	2,28 ns	4,15 *	37,83 **
Mo		0,21 ns	0,46 ns	2,97 **	1,68 ns	0,45 ns	1,04 ns	2,80 *	4,51**
N*Mo		0,76 ns	1,57 ns	1,33 ns	1,06 ns	1,50 ns	2,19 *	1,56 ns	2,12 *
CV (%) N		6,4	4,0	5,3	6,1	9,3	6,06	12,29	13,58
CV (%) Mo		8,6	6,7	7,2	5,0	7,7	7,11	13,81	19,81

Nota: *, ** e ns correspondem a, respectivamente, a significativo a 5%, 1% e não significativo pelo teste F.

Fonte: Elaboração do próprio autor.

Para o desdobramento da adubação nitrogenada dentro das doses de molibdênio (Figura 5A) houve diferença significativa apenas para a dose de 90 kg ha⁻¹ de N, onde o diâmetro máximo nesta dose (4,4 cm) foi alcançado com 20,3 g ha⁻¹ de Mo. Já no desdobramento do Mo dentro de cada dose de N (Figura 5B), o maior diâmetro observado foi verificado na combinação de 180 kg ha⁻¹ de N e 30 g ha⁻¹ de Mo chegando a 5,0 cm, tanto que apenas esta dosagem foi significativa. Estes dados evidenciam a importância da utilização do micronutriente na cultura, já que espigas com diâmetros maiores podem estar relacionadas às altas produtividades.

Figura 5- Desdobramento das doses de nitrogênio para cada dose de molibdênio (A), e de molibdênio para cada dose de nitrogênio (B), para o diâmetro da espiga (DDE) em milho safrinha, no híbrido DKB 390 Pro2. Selvíria - MS, 2013/2014.



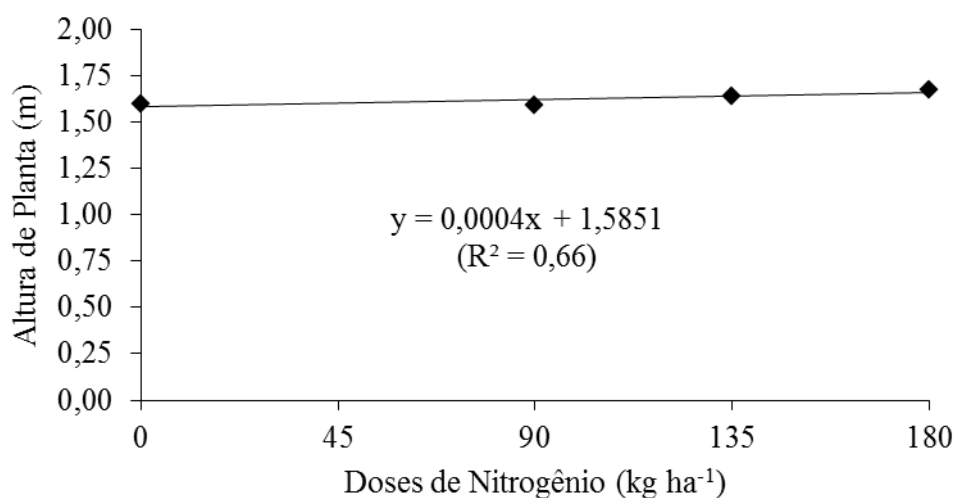
Fonte: Elaboração do próprio autor.

Ohland et al. (2005) relatam que o diâmetro de espiga está estreitamente relacionado com o enchimento de grãos e número de fileiras de grãos por espiga, e que também são influenciados pelo genótipo. Estes dados reforçam a possibilidade do aumento da produção em uma lavoura com espigas de diâmetro maiores.

Os resultados apresentados na Tabela 2 demonstraram ainda, que não houve nenhuma diferença para o número de grãos por fileira e nem interação entre os fatores testados, isso ocorre pelo fato de que estas características são condicionadas pelo genótipo. Em relação à ausência de efeito para adubação nitrogenada nesta variável, os resultados são reforçados por Sichocki et al. (2014), que também não observaram diferença para número de fileiras avaliando as doses de 30, 60, 120 e 150 kg ha⁻¹ de N.

Para altura de inserção da espiga, as doses testadas também não diferiram entre si. Semelhante a este trabalho, Valderrama et al. (2011) avaliaram aplicação de ureia nas doses 0, 40, 80 e 120 kg ha⁻¹ de N, utilizando o mesmo híbrido de milho, e também não observaram diferença nesta variável, concordando assim com os resultados verificados. Na avaliação da altura de plantas, houve diferença apenas para doses de N, sendo este comportamento apresentado na Figura 6, enquanto que para a aplicação de doses de Mo não foi observado efeito significativo na estatura das plantas de milho.

Figura 6- Altura de plantas (ADP) em função da aplicação de doses de nitrogênio em milho safrinha, no híbrido DKB 390 Pro2. Selvíria - MS, 2013/2014.



Fonte: Elaboração do próprio autor.

Verifica-se que os resultados ajustaram-se a uma função linear, sendo que com a maior dose de N obteve-se plantas mais altas, com 1,67 m. Bravin e Oliveira (2014) também observaram diferença significativa para altura de planta com o aumento da aplicação de N. De acordo com os autores, a quantidade deste nutriente disponível no solo possui relação direta com o crescimento das plantas, devido o N fazer parte de diversos constituintes celulares relacionados ao crescimento.

Além disso, plantas maiores depositam maior quantidade de palha no solo após a colheita, e apresentam maior acúmulo de nutrientes, os quais são translocados durante o enchimento de grãos para as espigas, influenciando diretamente na produtividade (PARIZ et al., 2011).

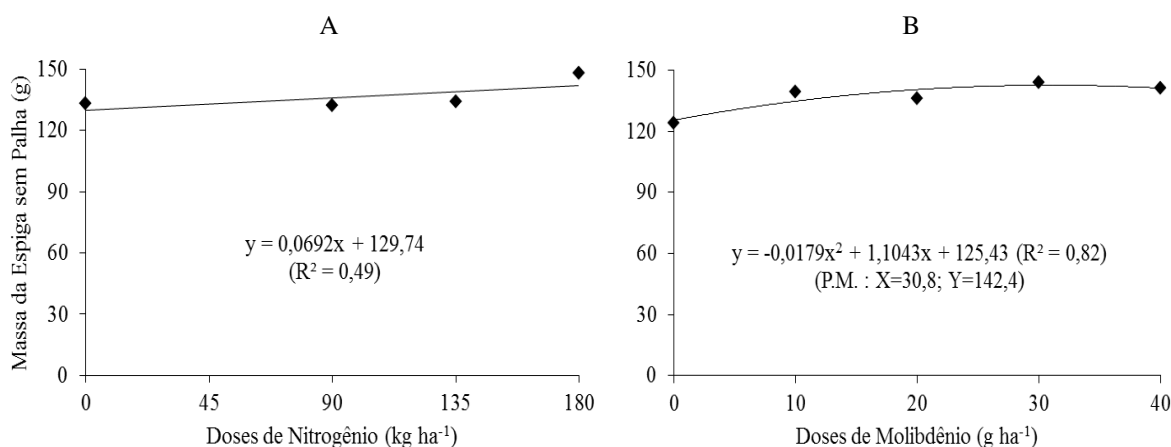
No entanto, mesmo os resultados demonstrando efeito satisfatório para aplicação de doses mais elevadas de N, é necessário sempre empregar um manejo adequado dos fertilizantes nitrogenados, tendo em vista seu potencial de acidificação e contaminação do solo e lençóis freáticos.

Analisando-se isoladamente doses de Mo, Araújo et al. (2010) testaram até 1600 g kg⁻¹ e não observaram resposta para altura de planta e altura de inserção da espiga, corroborando com o presente estudo. Teixeira (2006) também verificou que aplicação de Mo não proporciona aumento na altura de planta no milho.

Santos et al. (2012), testando épocas de aplicação de N no milho adubado com 90 g ha^{-1} de Mo, também não observaram resposta para aplicação deste micronutriente, obtendo baixa atividade da nitrato redutase. Segundo os mesmos, provavelmente isso ocorreu porque o suprimento de Mo pelas sementes foi suficiente para ativar o metabolismo da planta, atuando como cofator na atividade da enzima, porém, não interferindo na produtividade.

Já em relação à massa da espiga sem palha, apesar de não ocorrer interação entre os fatores testados, houve efeito isolado para ambos. Para a adubação nitrogenada ocorreu ajuste linear em função das doses de N aplicadas em cobertura, onde o valor mais elevado foi observado com 180 kg ha^{-1} de N (Figura 7 A). Já para adubação molíbdica verificou-se ajuste quadrático, sendo que com a pulverização foliar de $30,8 \text{ g ha}^{-1}$ de Mo obteve-se a maior massa de espigas (Figura 7 B).

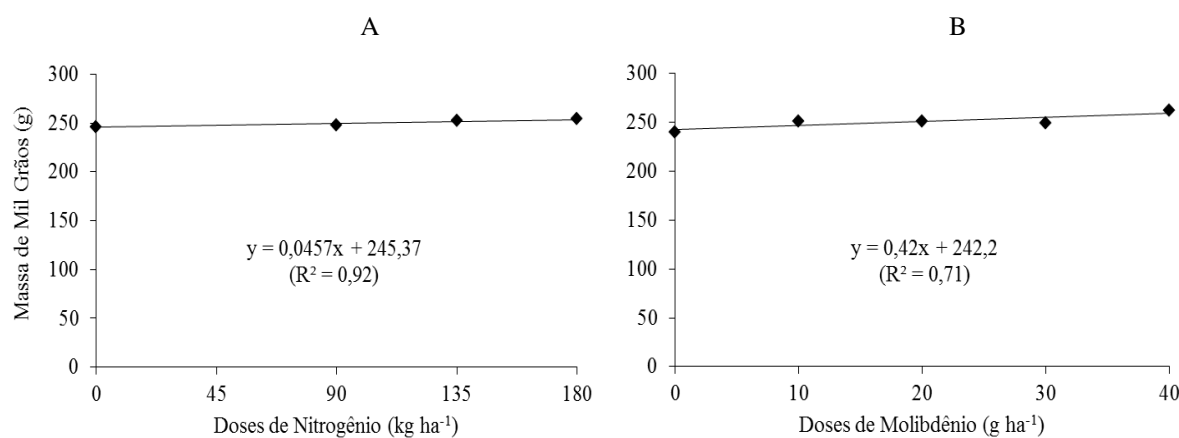
Figura 7- Massa da espiga sem palha (PDE) em função da aplicação de doses de nitrogênio (A) e de molibdênio (B) em milho safrinha, no híbrido DKB 390 Pro2. Selvíria - MS, 2013/2014.



Fonte: Elaboração do próprio autor.

Analisando-se os resultados para massa de mil grãos (Figura 8), houve aumento linear deste componente de produção, tanto em relação ao incremento das doses de N (Figura 8 A) quanto para Mo (Figura 8 B), chegando a 254 e 262 g, respectivamente. Estes resultados demonstram, mais uma vez, o efeito benéfico das adubações nítrica e molíbdica.

Figura 8- Massa de mil grãos (MMG) em função da aplicação de doses de nitrogênio (A) e molibdênio (B) em milho safrinha, no híbrido DKB 390 Pro2. Selvíria - MS, 2013/2014.



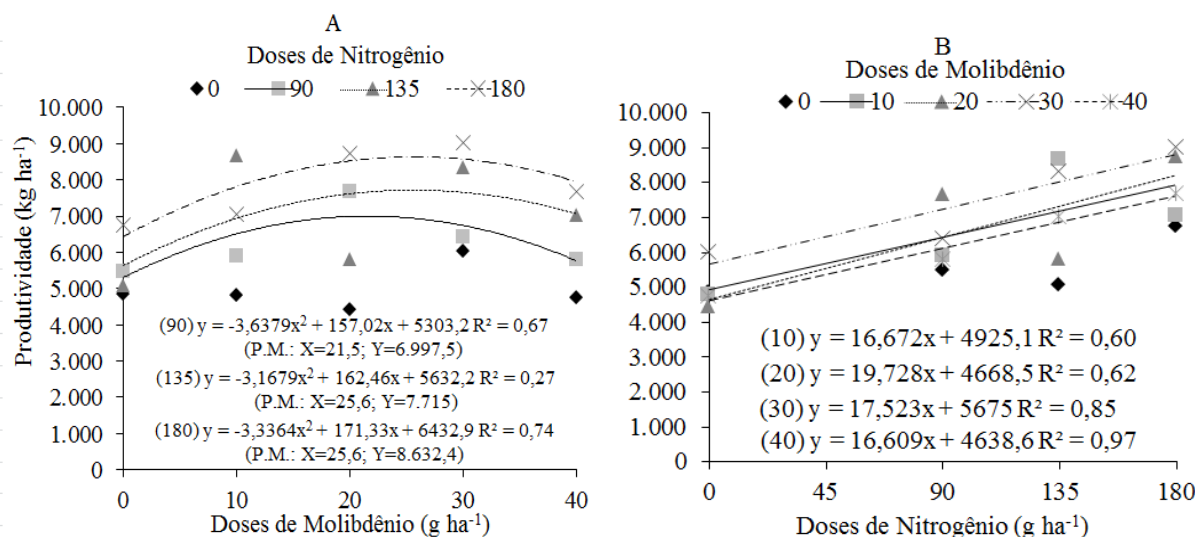
Fonte: Elaboração do próprio autor.

Semelhante ao presente trabalho, Fernandes et al. (2005) também testaram doses crescentes de nitrogênio até 180 kg ha⁻¹ em seis diferentes cultivares de milho, e constataram aumento na massa de grãos para todas as cultivares em função do aumento da dose de N. Sichocki et al. (2014) também reforçam estes resultados, pois ao testando doses de até 150 kg ha⁻¹, igualmente constataram aumento linear na massa de mil grãos. O mesmo foi constatado nos estudos de Queiroz et al. (2011) aplicando até 160 kg ha⁻¹ de N.

Para a produtividade de grãos, houve interação entre os fatores testados, sendo que este comportamento pode ser observado na Figura 9. Em relação ao desdobramento do nitrogênio dentro das doses de molibdênio (Figura 9 A), com exceção da testemunha, todas as doses de N tiveram efeito significativo em função da aplicação do molibdênio, apresentando comportamento quadrático. Sendo que a maior produtividade (9.028 kg ha⁻¹) foi alcançada com 180 kg ha⁻¹ de N e 30 g ha⁻¹ de Mo. Para o desdobramento do Mo dentro das doses de N (Figura 9 B), todos os tratamentos que receberam adubação molíbdica apresentaram efeito linear com relação à produtividade de grãos em relação às doses de adubação nitrogenada de cobertura. Isso reforça o efeito benéfico do Mo no metabolismo do N na planta de milho.

Ao mesmo tempo, estes dados reafirmam a importância da adubação nitrogenada na cultura, visto que as menores produtividades foram obtidas nos tratamentos com ausência de N, e avaliando-se isoladamente o efeito deste nutriente, também é possível verificar o aumento linear da adubação de cobertura na produtividade. Resultados de Queiroz et al. (2011) e Sichocki et al. (2014) corroboram com os do presente trabalho.

Figura 9- Desdobramento das doses de nitrogênio para cada dose de molibdênio (A), e de molibdênio para cada dose de nitrogênio (B), para a variável produtividade de grãos (PDG) de milho safrinha, no híbrido DKB 390 Pro2. Selvíria - MS, 2013/2014.



Fonte: Elaboração do próprio autor.

Resultados semelhantes foram observados por Costa et al. (2012), em que a produtividade de grãos também apresentou ajuste linear crescente com aplicação de N em cobertura. Ainda segundo os autores, adubação com até 200 kg ha⁻¹ de N proporciona acréscimo linear na cultura do milho, igualmente ao que foi constatado no presente estudo, com doses de até 180 kg ha⁻¹.

Semelhante ao presente trabalho, Farinelli e Lemos (2012), testando doses de N, observaram diferenças significativas para adubação em cobertura. No entanto, os autores obtiveram produtividades maiores (9.030 kg ha⁻¹) com aplicação de 120 kg ha⁻¹ de fertilizante nitrogenado. Para eles, as ocorrências de trabalhos divergentes entre os resultados na literatura demonstram que o efeito do N na cultura do milho, tanto em sistema plantio direto quanto convencional, é dependente da dose aplicada, do histórico da área e das condições climáticas do ano agrícola.

Entretanto, de acordo com Fancelli e Tsumanuma (2007), doses elevadas de nitrogênio no sulco da semeadura podem favorecer a acidificação ou alcalinização da rizosfera, dependendo da fonte utilizada, podendo afetar o desenvolvimento das raízes e a taxa de absorção de micronutrientes. Em relação à acidificação do solo, Viana (2010) afirma que a

diminuição do pH faz com que o molibdênio torne-se indisponível para a planta e, em casos de deficiência deste, a atividade da enzima nitrato redutase em plantas não leguminosas é reduzida em cerca de 26%.

Levando-se em conta que o pH da área estudada encontrava-se relativamente ácido (pH em $\text{CaCl}_2 = 4,6$), este pode ter sido o motivo pelo qual, mesmo em pequenas doses, a aplicação de Mo foliar proporcionou diferenças na produtividade de grãos, diâmetro e massa da espiga, e massa de mil grãos. Pois com a adubação molíbdica realizada via foliar o Mo não sofreu adsorção no solo devido seu baixo valor de pH.

Em trabalhos de Coelho (1997), ocorreu aumento de 40% na produção de grãos do milho AG 302A, com a pulverização foliar de 50 g ha^{-1} de molibdênio. Para Pereira (2010), a eficiência da adubação com micronutrientes está relacionada com o método de aplicação. Assim, quando comparado às outras vias, a via foliar se destaca junto com a via semente, em face da facilidade, do baixo custo e da eficiência de aplicação.

Estes resultados positivos para aplicação de Mo são reforçados por Silva et al. (2011), que constatarem aumento de produtividade do milho com diferentes doses de adubação molíbdica, ocorrendo variação entre anos, o que segundo os autores, é influenciada provavelmente pela variação de chuvas e por outros fatores ambientais, como temperatura e luminosidade. Ferreira (2001) também obteve incremento de produtividade com adubação molíbdica em doses crescentes, corroborando com Lana et al. (2007), que também verificou melhorias na produção da cultura com adubação de Co e Mo associada ao N.

4.2 Cultura da soja

Para a soja cultivada em sucessão ao milho safrinha, os resultados da análise nutricional são apresentados na Tabela 3.

Os resultados não apontaram nenhuma diferença significativa nas folhas de soja para os teores de P, K, Ca Mg e S nas folhas de soja, nem interação para os dois nutrientes testados. Apesar de não ocorrer efeito significativo os valores destes nutrientes, os níveis obtidos são considerados suficientes para o bom desenvolvimento da cultura, de acordo com a Embrapa (2013b).

Tabela 3- Valores médios e teste F para teores de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S) no tecido foliar da cultivar de soja BRS Valiosa RR, em função de doses de N e Mo aplicadas em cultivo antecessor de milho safrinha. Selvíria - MS, 2013/2014.

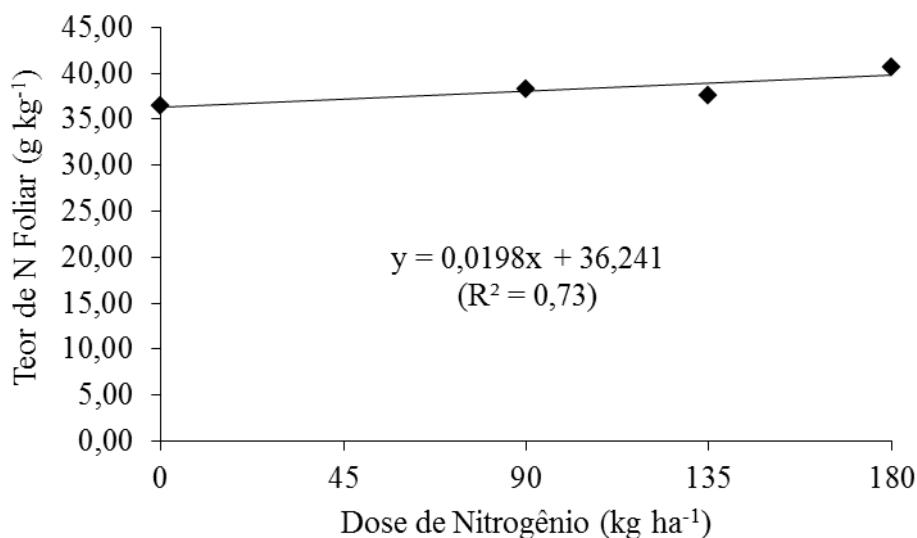
Tratamentos		N	P	K	Ca	Mg	S
		(g kg ⁻¹)					
Doses de Nitrogênio N (kg ha ⁻¹)	0	36,47	2,93	19,28	7,47	3,37	2,18
	90	38,21	3,02	19,27	7,51	3,22	2,19
	135	37,63	2,91	19,72	7,32	3,34	2,23
	180	40,68	2,96	19,71	7,92	3,23	2,25
Doses de Molibdênio Mo (g ha ⁻¹)	0	38,86	2,99	19,53	7,45	3,28	2,20
	10	39,29	3,08	19,15	7,70	3,27	2,29
	20	36,86	3,00	19,78	7,35	3,37	2,29
	30	38,19	2,85	19,41	7,73	3,22	2,10
	40	38,03	2,86	19,61	7,53	3,31	2,18
Teste F							
N		10,43 **	0,58 ns	1,13 ns	3,21 ns	3,81 ns	0,56 ns
Mo		1,37 ns	1,48 ns	0,51 ns	1,26 ns	1,00 ns	1,07 ns
N*Mo		1,22 ns	0,27 ns	1,15 ns	1,66 ns	1,91 ns	1,00 ns
CV (%) N		6,43	9,8	5,46	8,47	5,31	9,35
CV (%) Mo		8,28	10,78	6,72	7,63	6,56	13,79

Nota: *, ** e ns correspondem a, respectivamente, a significativo a 5%, 1% e não significativo pelo teste F.

Fonte: Elaboração do próprio autor.

Já para os teores de N não houve interação e nem efeito isolado do Mo, porém, para as doses de N ocorreu efeito significativo, cujo comportamento da resposta pode ser verificado na Figura 10. Observa-se o aumento linear no teor de N nas plantas de soja em decorrência das doses deste nutriente que foram aplicadas em cobertura no milho, evidenciando assim um efeito residual linear na soja. Isso pode ter ocorrido devido à imobilização de parte do fertilizante aplicado na safrinha, já que havia uma grande quantidade de restos de culturas anteriores, e de elevada relação C/N da palhada da cultura do milho. Com isso, devido à ocorrência de temperaturas mais elevadas e um volume maior de chuvas durante o cultivo da soja, deve ter ocorrido a intensificação do processo de mineralização da matéria orgânica e também a liberação do N para a cultura.

Figura 10- Teor de nitrogênio (N) foliar da cultivar de soja BRS Valiosa RR, em função de doses de N aplicadas no cultivo antecessor de milho safrinha. Selvíria - MS, 2013/2014.



Fonte: Elaboração do próprio autor.

Em relação às características morfológicas e componentes de produção da soja, os resultados estão apresentados na Tabela 4.

Não foi observada diferença significativa entre os níveis dos fatores (N e Mo) para altura de inserção da primeira vagem, altura de planta, número de ramos e número de vagens por planta. No trabalho desenvolvido por Jordão et al. (2012), foi observado que a cultura do milho safrinha respondeu positivamente ao aumento das doses de nitrogênio aplicados no solo. Já em relação à cultura da soja, não houve diferença significativa para nenhuma das variáveis estudadas conforme ocorreu no presente trabalho, exceto para massa de mil grãos e produtividade de grãos.

Para altura de planta, Destro et al. (2001) salientam que esta característica na soja é condicionada pela duração do período vegetativo, porém, o estresse hídrico pode antecipar o florescimento e assim influenciar esta característica. Os valores observados neste trabalho encontram-se todos acima de 0,60 m, que segundo Silveira Neto et al. (2005) é a altura mínima desejada para evitar perdas na colheita mecanizada.

Para altura de inserção da primeira vagem, Delavale (2002) relatou que esta é uma característica genética da planta que pode ser influenciada pela fertilidade do solo, e principalmente, população de plantas. Neste sentido, como os teores nutricionais da cultura

estavam todos em nível adequado, como apontado pela análise foliar, e a população de plantas também estava adequada, é justificável a ausência de diferença entre os tratamentos testados.

Tabela 4- Valores médios e teste F para altura de inserção da primeira vagem (AIV), altura de planta (ADP), número de ramos por planta (NRP), número de vagens por planta (NVP), massa de mil grãos (MMG) e produtividade de grãos (PDG) da cultivar de soja BRS Valiosa RR, em função de doses de N e Mo aplicadas em cultivo antecessor de milho safrinha. Selvíria - MS, 2013/2014.

Tratamentos		AIV	ADP	NRP	NVP	MMG	PDG
		------(m)-----		(quantidade)		(g)	(kg ha ⁻¹)
Doses de Nitrogênio N (kg ha ⁻¹)	0	0,18	1,03	5	95	152	2871
	90	0,17	1,02	5	91	155	3221
	135	0,16	1,04	5	103	158	3445
	180	0,20	1,02	5	97	162	3593
Doses de Molibdênio Mo (g ha ⁻¹)	0	0,18	1,02	4	90	154	2994
	10	0,16	1,03	4	101	160	3209
	20	0,16	1,04	5	94	156	3413
	30	0,18	1,02	5	98	158	3452
	40	0,20	1,03	5	99	157	3344
Teste F							
N		2,71 ns	0,19 ns	0,55 ns	0,39 ns	5,03 *	15,83 **
Mo		3,30 ns	0,30 ns	1,55 ns	0,62 ns	1,01 ns	3,73 *
N*Mo		1,44 ns	1,30 ns	0,65 ns	0,70 ns	2,20 *	1,46 ns
CV (%) N		21,29	6,19	26,16	35,32	5,23	11,11
CV (%) Mo		20,19	8,54	33,13	22,34	5,65	11,71

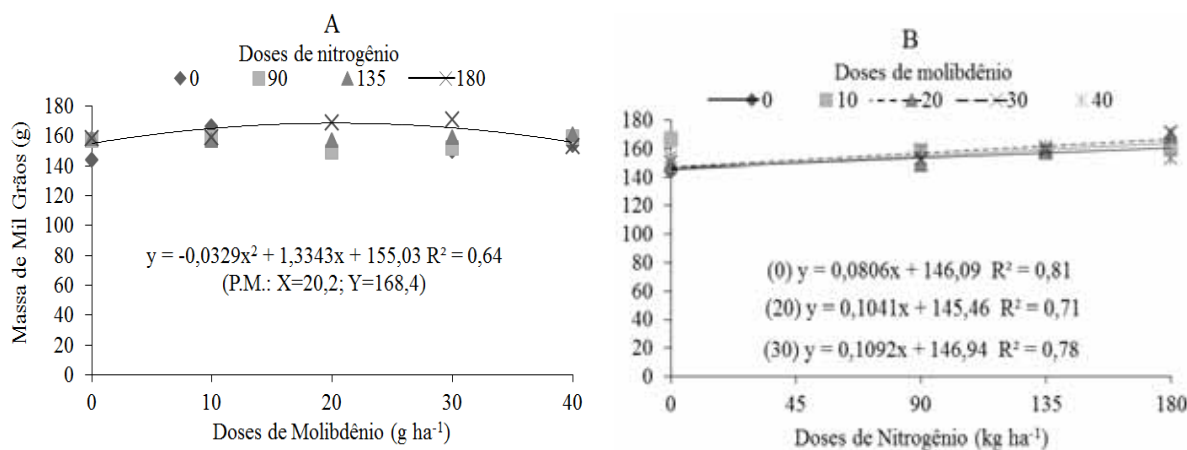
Nota: *, ** e ns correspondem a, respectivamente, a significativo a 5%, 1% e não significativo pelo teste F.

Fonte: Elaboração do próprio autor.

Em relação a este assunto, Marcos Filho (1986) verificou que as cultivares de soja devem apresentar no mínimo altura de inserção da primeira vagem em torno de 10 a 12 cm, para colheita mecanizada mais eficiente, porém a altura ideal é de 15 cm. Desta forma, no presente estudo todos os tratamentos apresentaram os valores acima do mínimo indicado para a cultura.

A massa de mil grãos não apresentou efeito isolado para adubação com Mo, apenas para doses de N. No entanto houve interação significativa para os dois nutrientes, sendo o desdobramento apresentado na Figura 11.

Figura 11- Desdobramento das doses de nitrogênio para cada dose de molibdênio (A) e de molibdênio para cada dose de nitrogênio (B), aplicados em cultivo antecessor de milho safrinha, para a massa de mil grãos (MMG) da cultivar de soja BRS Valiosa RR. Selvíria - MS, 2013/2014.



Fonte: Elaboração do próprio autor.

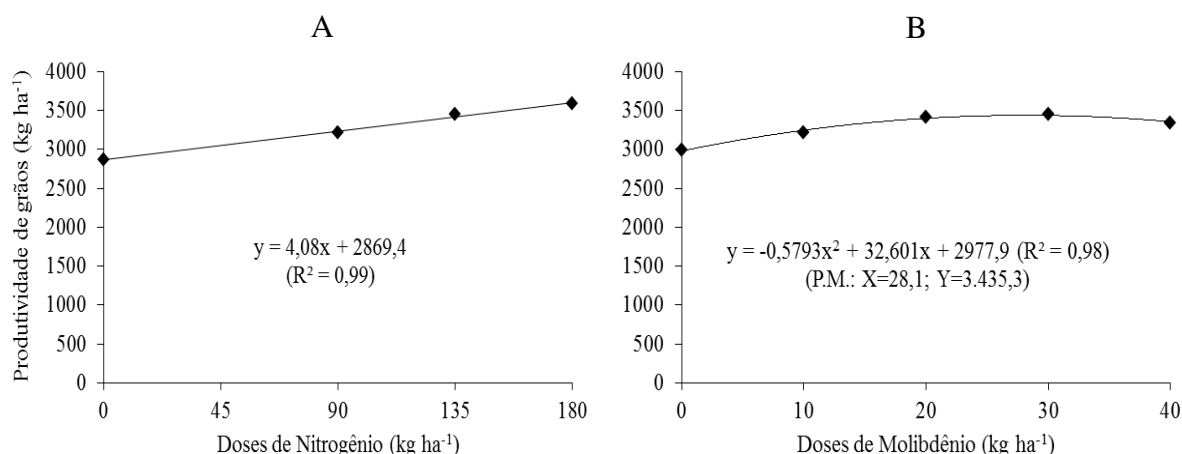
No desdobramento das doses de N dentro de Mo (Figura 11A), apenas a dose maior (180 kg ha⁻¹) apresentou regressão significativa, sendo o maior valor (171 g) alcançado com 30 g ha⁻¹ de Mo. Para o desdobramento de Mo dentro de N (Figura 11B), ocorreu diferença significativa para as doses 0, 20 e 30 g ha⁻¹, onde a maior massa sempre foi obtida sempre com a dose mais elevada de N em cobertura, provavelmente devido ao maior acúmulo de proteína nos grãos, em resposta a maior disponibilidade de N para a cultura tanto pela fixação biológica, quanto pelo residual de N disponível no solo. Este comportamento linear evidencia que pode ocorrer maior massa de mil grãos em doses maiores que as testadas.

No cultivo antecessor, de milho na safrinha, os tratamentos com 180 kg ha⁻¹ e 30 g ha⁻¹ de Mo também apresentaram a maior produtividade e massa de espiga. Isso demonstra a ocorrência do efeito residual das doses elevadas de N em cobertura para a cultura subsequente, e neste caso o Mo tem importância fundamental para o máximo aproveitamento da adubação nitrogenada, principalmente quando utilizado em doses elevadas.

Ainda sobre a massa de mil grãos, sabe-se que esta tem ligação direta com a produtividade da cultura, principalmente no presente trabalho, onde não houve diferença para o número de vagens por planta. A ocorrência de grãos mais pesados justifica aumento na

produtividade, que como visto anteriormente, não apresentou interação entre os nutrientes testados, porém houve efeito isolado do N e do Mo, como pode ser observado na Figura 12.

Figura 12- Produtividade de grãos da cultivar de soja BRS Valiosa RR, em função de doses de nitrogênio (A) e de molibdênio (B) aplicadas no cultivo antecessor de milho safrinha. Selvíria - MS, 2013/2014.



Fonte: Elaboração do próprio autor.

A maior dose aplicada no milho proporcionou a maior produtividade da soja, com um aumento de 25,1% na produtividade de grãos em comparação com a testemunha. Em estudos sobre o efeito residual do nitrogênio desenvolvidos por Assmann et al. (2003) e Sandini et al. (2011), os autores verificaram que com aplicação de N no inverno na pastagem ocorreu aumento linear na produtividade de milho cultivado no verão, ao ponto da adubação de cobertura não apresentar efeito significativo para esta variável. Já nos tratamentos com ausência de adubação nitrogenada no inverno, as produtividades foram menores. Os autores atribuem tais resultados à relação entre a imobilização e liberação do N devido à decomposição do material orgânico. No presente estudo, os tratamentos que não receberam adubação nitrogenada na safrinha também apresentaram as menores produtividades na soja cultivada no verão.

Para o Mo houve ajuste quadrático em função das doses aplicadas, e semelhante à safra anterior, a maior produtividade também ocorreu próximo de 30 g ha⁻¹ de Mo, com aumento de 15,2% na produtividade de grãos em comparação com a testemunha.

Em se tratando do efeito residual do molibdênio, da mesma maneira que ocorre com o Fe, este micronutriente apresenta um pequeno efeito residual, até mesmo quando aplicado a lanço em altas doses, o que pode ser superado através da adubação em sulco ou via pulverização foliar. Além disso, se tratando de seu efeito residual, a adubação molíbdica depende das reações do MoO_4^{2+} com os constituintes do solo, com o processo de lixiviação que pode sofrer e o quanto é exportado através das culturas. Levando-se em consideração todos estes fatores, em determinadas situações apesar de serem doses pequenas, o efeito residual pode chegar a mais de 10 anos (LOPES, 1999). Já para Galvão (2004), a adubação com micronutrientes a lanço ou no sulco de semeadura, incluindo o Mo, é esperado efeito residual de 4 a 5 cultivos.

Contudo, mesmo em situações que não se espera efeito residual da adubação com micronutrientes, esta prática é indicada devido a grande importância do Mo na assimilação do NO_3^- , tanto em gramíneas quanto em leguminosas, sendo nesta última essencial para FBN também.

5 CONCLUSÕES

A maior produtividade de grãos de milho foi obtida com a dose de 180 kg ha^{-1} de N e 30 g ha^{-1} de Mo, destacando a interação entre estes dois nutrientes para a cultura.

A produtividade da soja aumentou linearmente em função do residual de doses de N. Ocorreu comportamento quadrático com relação ao residual de doses de Mo, com ponto de máximo de $28,14 \text{ g ha}^{-1}$ de Mo.

REFERÊNCIAS

- AMADO, T. J. C.; MIELNICZUK, J.; AITA, C. Recomendação de adubação nitrogenada para o milho no RS e SC adaptada ao uso de culturas de cobertura do solo, sob sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 26, n. 1, p. 241-248, 2002.
- ANDREOTTI, M.; ARALDI, M.; GUIMARÃES, V. F.; JUNIOR, E. F.; BUZETTI, S. Produtividade do milho safrinha e modificações químicas de um latossolo em sistema plantio produção integração lavoura-pecuária. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 41, n. 8, p. 1315-1322, 2011.
- ARAÚJO, G. A. A.; TEIXEIRA, A. R.; GLAUCO VIEIRA MIRANDA, G. V.; GALVÃO, J. C. C.; ROCHA, P. R. R. Produtividade e qualidade fisiológica de sementes de milho pipoca submetido à aplicação foliar de molibdênio. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 11, n. 3, p. 231-237, 2010.
- ASSMANN, T. S.; ROZELLI JUNIOR, P.; MORAES, A.; ASSMANN, A. L.; KOEHLER, H. S.; SANDINI, I. Rendimento de milho em área de integração lavoura-pecuária sob o sistema de plantio direto, em presença e ausência de trevo branco, pastejo e nitrogênio. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 27, n. 4, p. 675-683, 2003
- BARDUCCI, R. S.; COSTA, C.; CRUSCIOL, C. A. C.; BORGHI, E.; PUTAROV, T. C.; ARTI, L. M. N.; Produção de *Brachiaria brizantha* e *Panicum maximum* com milho e adubação nitrogenada. **Revista Archivos de Zootecnia**, Córdoba, v. 58, n. 222, p. 211-222, 2009.
- BAYER, J.; MIELNICZUK, J. Dinâmica e função da matéria orgânica. In: SANTOS, G. A.; CAMARGO, F. A. O. (Ed.). **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais**. Porto Alegre: Genesis, 1999. p. 308-352.
- BOARETTO, A. E.; RAIJ, B. Van.; SILVA, F. C.; CHITOLINA, J. C.; TEDESCO, M. J.; CARMO, C. A. F. S. Amostragem, acondicionamento e preparo de amostras de plantas para análise química. In: SILVA, F. C. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. 2. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA SOLOS/ CNPS, 2009. 627 p.
- BRAVIN, M. P.; OLIVEIRA, T. K. de. Adubação nitrogenada em milho e capim-xaraes sob plantio direto e preparo convencional em sistema agrossilvipastoril. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 49, n. 10, p. 762-770, 2014.
- CANTARELLA, H. Nitrogênio. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V., V. H.; BARROS, N. F. de.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. (Eds.). **Fertilidade do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p. 375-470.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. **Acompanhamento de safra brasileira: grãos, décimo segundo levantamento**. Brasília: Conab, 2014. 85 p.

CORREIA, N. M.; LEITE, M. B.; FUZITA, W. E. Consórcio de milho com *Urochloa ruziziensis* e os efeitos na cultura da soja em rotação. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 29 n. 1, p. 65-76, 2013.

COSTA, J. A. **Cultura da soja**. Porto Alegre: [s. n.], 1996. 233 p.

COSTA, N. R.; ANDREOTTI, M.; GAMEIRO, R. A.; PARIZ, C. M.; BUZETTI, S.; LOPES, K. S. M. Adubação nitrogenada no consórcio de milho com duas espécies de braquiária em sistema plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 47, n. 8, p. 1038-1047, 2012.

DAVIES, E. B. Factors affecting molybdenum availability in soils. **Soil Science**, Baltimore, v. 81, p. 209-221, 1956.

DECHEN, A. R.; NACHTIGALL, G. R. Micronutrientes. In: FERNANDES, M. S. (Ed.). **Nutrição mineral de plantas**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006. p. 327-354.

DELAVALLE, F. G. **Culturas de cobertura do solo e calagem na implantação de plantio direto para as culturas de milho e soja**. 2002. 107 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Iha Solteira, 2002.

DESTRO, D.; PIPOLO, V. C.; KIIHL, R. F. Photoperiodic and genetic control of the long juvenile period in soybean: a review. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Londrina, v. 1, p. 72-92, 2001.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Tecnologias de Produção de Soja**: Região Central do Brasil 2004. Sistema de produção nº1. Disponível em: <<http://www.cnpso.embrapa.br/producaosoja/Soja noBrasil.htm>> Acesso em: 04 dez. 2014.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Tecnologias de produção de soja**: Região Central do Brasil 2005. Londrina: Embrapa Soja, 2004. 239 p. (Sistemas de Produção, 6).

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Tecnologias de produção de soja**: Região Central do Brasil 2012 e 2013. Londrina: Embrapa Soja, 2011. 264 p. (Sistemas de produção 15).

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3. ed. Brasília: EMBRAPA, 2013. 353 p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Tecnologias de produção de soja**: Região Central do Brasil 2014. Londrina: Embrapa Soja, 2013b. 265 p. (Sistemas de Produção, 16).

FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. **Produção de milho**. Guaíba: Agropecuária, 2000. 360 p.

FANCELLI, A. L.; TSUMANUMA, G. M. Nitrogênio e enxofre nas culturas de milho e feijão. In: YAMADA, T.; ABDALLA, S. R. S.; VITTI, G. C. **Nitrogênio e enxofre na agricultura brasileira**. Piracicaba: IPNI, 2007, p. 445-482.

FARINELLI, R.; LEMOS, L. B. Nitrogênio em cobertura na cultura do milho em preparo convencional e plantio direto consolidados. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 42, n. 1, p. 63-70, 2012.

FERNANDES, F. C. S.; BUZETTI, S.; ARF, O.; ANDRADE, J. A. C. Doses, eficiência e uso do nitrogênio por seis cultivares de milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 4, n. 2, p. 95-204, 2005.

FERREIRA, A. C. de B.; ARAÚJO, G. A. A.; PEREIRA, P. R. G.; CARDOSO, A. A. Características agronômicas e nutricionais do milho adubado com nitrogênio, molibdênio e zinco. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 58, n. 1, p. 131-138, 2001.

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

FORNASIERI FILHO, D. **Manual da cultura do milho**. Jaboticabal: Funep, 2007. 576 p.

GALRÃO, E. Z. Micronutrientes. In: SOUZA, D. M. G. de.; LOBATO, E. **Cerrado: correção do solo e adubação**. 2. ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. 416 p.

GOEDERT, W. J.; OLIVEIRA, S. A. Fertilidade do solo e sustentabilidade da atividade agrícola. In: NOVAIS, R. F.; ALVARES V., V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. (Ed.). **Fertilidade do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. 1017 p.

GUPTA, U. C. Soil and plant factors affecting molybdenum uptake by plants. In: GUPTA, U. C. (Ed.). **Molybdenum in agriculture**. New York: Cambridge University Press, 1997. p. 71-91.

GOTT, R. M.; SICHOCKI, D.; AQUINO, L. A.; XAVIER, F. O.; SANTOS, L. P. D. dos.; AQUINO, R. F. B. A. de. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 13, n. 1, p. 24-34, 2014.

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

LANA, A. M. Q.; LANA, R. M. Q.; FRIGONI, A. S.; TREVISAN, L. R. Doses, fontes e épocas de aplicação de micronutrientes na cultura do milho. **Magistra**, Cruz das Almas, v. 19, n. 1, p. 76-81, 2007.

LANDAU, E. C.; SANS, L. M. A.; SANTANA, D. P. Clima e solo. In: CRUZ, J. C. **Cultivo do milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, ed. 6, 2010. (Sistemas de produção 1 – versão eletrônica). Disponível em: <http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho_6_ed/index.htm>. Acesso em: 10 dez. 2014.

LOVELESS, T. M.; SAAH, J. R.; BISHOP, P. E. Isolation of nitrogen-fixing bacteria containing molybdenum-independent nitrogenases from natural environments. **Applied and Environmental Microbiology**, Washington, v. 65, n. 9, p. 4223-4226, 1999.

MARCOS FILHO, J. **Produção de sementes de soja**. Campinas: Fundação Cargill, 1986. 86 p.

MASCARENHAS, H. A. A.; TANAKA, R. T. Leguminosas e oleaginosas: soja. In: RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. (Ed.). **Recomendação de adubação e calagem para o estado de São Paulo**. Campinas: IAC, 1997. 285 p.

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**, Chapadinha, v. 5, n. 2, p. 15-22, 2011.

MIYAZAWA, M.; PAVAN, M. A.; MURAOKA, T.; CARMO, C. A. F. S.; MELO, W. J. Análise química de tecidos vegetais. In: SILVA, F. C. (Ed.). **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. 2. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA SOLOS/ CNPS, 2009. 627 p.

OHLAND, R. A. A.; SOUZA, L. C. F. de.; HERNANI, L. C.; MARCHETTI, M. E.; GONÇALVES, M. C. Culturas de cobertura do solo e adubação nitrogenada no milho em plantio direto. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 29, n. 3, p. 538-544, 2005.

OLIVEIRA, S. A. de. Análise foliar. In: SOUSA, D. M. G. de; LOBATO, E. (Ed.). **Cerrado: correção do solo e adubação**. 2. ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. p. 245-256.

PARIZ, C. M.; ANDREOTTI, M.; AZENHA, M. V.; BERGAMASCHINE, A. F.; MELLO, L. M. M. de; LIMA, R. C. Produtividade de grãos de milho e massa seca de braquiárias em consórcio no sistema de integração lavoura-pecuária. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 41, n. 5, p. 875-882, 2011.

PATERNIANI, E. Importância do milho na agroindústria. In: OSUNA, J. A.; MORO, J. R. (Ed.). **Produção e melhoramento do milho**. Jaboticabal: Funep, 1995. p.1-11.

PEREIRA, F. R. S.; BRACHTVOGEL, E. L.; CRUZ, S. C. S.; BICUDO, S. J.; MACHADO, C. G.; PEREIRA, J. C. Qualidade fisiológica de sementes de milho tratadas com molibdênio. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 34, n. 3, p. 450-456, 2011.

PEREIRA, V. J.; RODRIGUES, J. F.; GOMES FILHO, R. R.; REIS, J. M. R. Comportamento da soja (*Glycine max* (L.) Merrill) submetida à adubação nitrogenada de plantio. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 6, n. 10, p. 1-5, 2010.

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 em Solos e Nutrição de Plantas) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1998.

QUEIROZ, A. M. de.; SOUZA, C. H. E. de.; MACHADO, V. J.; LANA, R. M. Q.; KORNDORFER, G. H.; SILVA, A. A. Avaliação de diferentes fontes e doses de nitrogênio na adubação da cultura do milho (*Zea mays* L.). **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 10, n. 3, p. 257-266, 2011.

RAIJ, B. van; ANDRADE, J. C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A. **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas: Instituto Agronômico, 2001. 284 p.

RAIJ, B. van; CANTARELLA, H. Cereais. In: RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. (Ed.). **Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo**. 2. ed. Campinas: Instituto Agronômico de Campinas, 1997. 285 p. (Boletim técnico, 100).

RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. **Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo**. Campinas: Instituto Agronômico de Campinas, 1997. (Boletim técnico, 100).

RAIJ, B. van. **Fertilidade do solo e manejo de nutrientes**. Piracicaba: International Plant Nutrition Institute, 2011. 420 p.

REIS, V. M.; OLIVEIRA, A. L. M. de.; BALDANI, V. L. D.; OLIVARES, F. L.; BALDANI, J. I. Fixação biológica de nitrogênio simbiótica e associativa. In: FERNANDES, M. S. (Ed.). **Nutrição mineral de plantas**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006. p. 153-174.

SANDINI, I. E.; MORAES, A. de.; PELISSARI, A.; NEUMANN, M.; FALBO, M. K.; NOVAKOWISKI, J. H. Efeito residual do nitrogênio na cultura do milho no sistema de produção integração lavoura-pecuária. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 41, n. 8, p. 1315-1322, 2011.

SANTOS, M. M.; FIDELIS, R. R.; FINGER, F. L.; MIRANDA, G. V.; SILVA, I. R.; GALVÃO, J. C. C. Atividade enzimática na cultura do milho (*Zea mays* L.) em função do molibdênio e de épocas de adubação nitrogenada. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 11, n. 2, p. 145-155, 2012.

SICHOCKI, D.; GOTT, R. M.; FUGA, C. A. G.; AQUINO, L. A.; RUAS, R. A. A.; NUNES, P. H. M. P. Resposta do milho safrinha à doses de nitrogênio e de fósforo. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 13, n. 1, p. 48-58, 2014.

SILVA, A. F.; CARVALHO, M. A. C.; SCHONINGER, E. L.; MONTEIRO, S.; CAIONE, G.; SANTOS, P. A. Doses de inoculante e nitrogênio na semeadura da soja em área de primeiro cultivo. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 27, n. 3, p. 404-412, 2011.

SILVEIRA NETO, A. N.; OLIVEIRA, E.; OLIVEIRA, A. B.; GODOI, C. R. C.; PRADO, C. L. O.; PINHEIRO, J. B. Desempenho de linhagens de soja em diferentes locais e épocas de semeadura em Goiás. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 35, p. 103-108, 2005.

SOUSA, D. M. G. de; LOBATO, E. Correção da acidez do solo. In: SOUSA, D. M. G. de; LOBATO, E. (Ed). **Cerrado: correção do solo e adubação**. 2. ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. p. 81-96.

SOUZA, L. S. **Variabilidade espacial do solo em sistemas de manejo**. 1992. 162 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1992.

SOUZA, S. R.; FERNANDES, M. S. Nitrogênio. In: FERNANDES, M. S. (Ed.). **Nutrição mineral de plantas**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006. p. 215-254.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 819 p.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 918 p.

TEIXEIRA, A. R. **Doses de molibdênio nas culturas do milho comum e milho-pipoca**. 2006. 49 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2006.

TISDALE, S. L.; BEATON, J. D.; NELSON, W. L. **Soil fertility and fertilizers**. 4. ed. New York: Mac Millan, 1985. 754 p.

UNFRIED, J. R.; BRAGA, N. R. Os desafios da soja tropical no Brasil. In: SIQUERI, F.; CAJU, J.; MOREIRA, M. (Ed.). **Boletim de pesquisa de soja**. Rondonópolis: Fundação de Apoio à Pesquisa Agropecuária de Mato Grosso, 2011. 492 p.

VALDERRAMA, M.; BUZETTI, S.; BENETT, C. G. S.; ANDREOTTI, M.; TEIXEIRA FILHO, M. C. M. Fontes e doses de NPK em milho irrigado sob plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 41, n. 2, p. 254-263, 2011.

VARGAS, M. A. T.; MENDES, L. C.; CARVALHO, A. M. de.; LOBO-BURLE, M.; HUNGRIA, M. Inoculação de leguminosas e manejo de adubos verdes. In: SOUSA, D. M. G. de; LOBATO, E. **Cerrado: correção do solo e adubação**. 2. ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. p. 97-128.

VIANA, E. M.; KIEHL, J. C. Doses de nitrogênio e potássio no crescimento de trigo. **Bragantia**, Campinas, v. 69, n. 4, p. 975-982, 2010.

WEBER, M. A.; MIELNICZUK, J. Estoque e disponibilidade de nitrogênio no solo em experimento de longa duração. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 33, p. 429-437, 2009.