

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**DOSES E ÉPOCAS DE APLICAÇÃO DE MOLIBDÊNIO NO
MILHO-DOCE**

Miguel Angel López Aguilar

Engenheiro em Desenvolvimento Comunitário

2017

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**DOSES E ÉPOCAS DE APLICAÇÃO DE MOLIBDÊNIO NO
MILHO-DOCE**

Miguel Angel López Aguilar

Orientador: Prof. Dr. Arthur Bernardes Cecílio Filho

Coorientador: Juan Waldir Mendoza Cortez

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Agronomia (Produção Vegetal)

2017

L864d López Aguilar, Miguel Angel
Doses e épocas de aplicação de molibdênio no milho-doce / Miguel
Angel López Aguilar. -- Jaboticabal, 2017
xi, 27 p. : il. ; 29 cm

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista,
Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2017
Orientador: Arthur Bernardes Cecílio Filho
Banca examinadora: Matheus Saravia Bianco, Hilário Junior de
Almeida
Bibliografia

1. Adubação molibdica. 2. Micronutriente. 3. *Zea mays* var.
saccharata. I. Título. II. Jaboticabal-Faculdade de Ciências Agrárias e
Veterinárias.

CDU 631.81:633.15

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação –
Diretoria Técnica de Biblioteca e Documentação - UNESP, Câmpus de Jaboticabal.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Jaboticabal




CERTIFICADO DE APROVAÇÃO


TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: DOSES E ÉPOCAS DE APLICAÇÃO DE MOLIBDÊNIO NO MILHO-DOCE

AUTOR: MIGUEL ANGEL LÓPEZ AGUILAR
ORIENTADOR: ARTHUR BERNARDES CECILIO FILHO
COORIENTADOR: JUAN WALDIR MENDOZA CORTEZ

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em AGRONOMIA (PRODUÇÃO VEGETAL), pela Comissão Examinadora:


Prof. Dr. ARTHUR BERNARDES CECILIO FILHO
Departamento de Produção Vegetal / FCAV / UNESP - Jaboticabal


Prof. Dr. MATHEUS SARAIVA BIANCO
Centro Universitário de Rio Preto - UNIRP / São José do Rio Preto/SP


Pesquisador Dr. HILÁRIO JÚNIOR DE ALMEIDA
Jaboticabal/SP / Autônomo

Jaboticabal, 07 de novembro de 2017

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

MIGUEL ANGEL LÓPEZ AGUILAR, natural de Comitán de Domínguez, estado de Chiapas, México, nasceu em 18 de maio de 1990, filho de Maria Guadalupe Aguilar Pérez e Fidel López Argüello. Concluiu o ensino médio no Centro de Bacharelado Tecnológico Industrial e de serviços 108, em Comitán de Domínguez, Chiapas, no ano de 2008. Graduado em engenharia de Desenvolvimento Comunitário, na especialidade de planejamento estratégico para o desenvolvimento, no ano 2013, onde defendeu a monografia para conclusão de curso intitulada “Produção de tomate (*Solanum lycopersicum*) em hidroponia”, tendo como orientadora a M.C. Lucrecia Hernández Yong. Trabalhou no projeto de propagação in vitro de *Stanhopea graveolens* Lindley (orchidaceae), no ano 2012. Ingressou no curso de Pós-graduação em Agronomia - Mestrado em Produção Vegetal - em agosto de 2015, pela Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP/campus de Jaboticabal, tendo como orientador o Professor Dr. Arthur Bernardes Cecílio Filho.

“A mente que se abre a uma nova ideia jamais voltará ao seu tamanho original”

Albert Einstein

Dedico este trabalho aos meus pais Fidel e Maria e às minhas irmãs Liliana e Jennifer, por estarem sempre ao meu lado, me apoiando e torcendo pelas minhas conquistas e simplesmente por serem as pessoas que mais amo neste mundo.

AGRADECIMENTOS

Aos meus avós Arcenio, Hermila, Ajenor e Carmen, e toda minha família em geral, que a acreditaram em mim;

Ao Prof. Dr. Arthur Bernardes Cecílio Filho, pela orientação, paciência, amizade, confiança, dedicação e ensinamentos de grande valia no decorrer do curso de mestrado;

Aos meus amigos mexicanos Luís Alejandro Aguilar Avendaño e Miguel Ángel Gutierrez Rodriguez, pela amizade, apoio e acreditar sempre em mim, na realização de meus sonhos;

Principalmente meu grande amigo, Sergio Manuel Rugeles Reyes, pela amizade, paciência, conselhos, conhecimentos y pelo apoio no meu trabalho, agradeço à vida por ter te conhecido e ter ótimas pessoas como você em minha vida e compartilhar bons momentos.

Aos meus amigos estrangeiros da Argentina, Brasil, Colômbia, Cuba, Equador, Espanha, Paraguai, Perú e Venezuela, por todos os bons momentos que compartilhamos juntos, sempre estarão no meu pensamento e coração;

Aos meus amigos da pós-graduação Tatiana Pagan, Rodrigo Nowaki, Eliza Barbosa, Leonardo Correia, Víctor Vergara, Juan Waldir, Robson Medeiros, Matheus Bianco, Natália Barreto, Domingos Ferreira e Nélide Quiñonez, que estiveram presentes durante essa jornada, com quem tive a honra de conviver e compartilhar bons momentos;

Agradeço a todos que passaram pelo meu caminho em Jaboticabal e que com certeza deixaram um pouco de si;

Aos docentes do curso de Pós-Graduação em Produção Vegetal da FCAV/UNESP pela importante contribuição em meu crescimento científico;

À Universidade Estadual Paulista - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal - FCAV/UNESP, pelos ensinamentos oferecidos e pela oportunidade de realização do curso; e às pessoas com quem convivi nesses espaços ao longo desses anos;

Aos funcionários da Fazenda de Ensino e Pesquisa da FCAV, Campus de Jaboticabal, pelo apoio na condução dos trabalhos de campo;

À coordenação do Instituto Nacional de México e a CONACYT, que são peças importantes na realização do mestrado;

Por fim, agradeço a todos que de alguma forma contribuíram ou participaram desse trabalho, concluído com a elaboração da presente dissertação.

Muito obrigado!

SUMÁRIO

	Pág.
RESUMO	X
ABSTRACT	XI
1 INTRODUÇÃO	1
2 REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1 Milho-doce	3
2.2 Molibdênio	4
3 MATERIAL E METODOS.....	8
3.1 Localização e características da área experimental	8
3.2 Tratamento e delineamento experimental	8
3.3 Instalação e condução do experimento	9
3.4 Características avaliadas	10
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	11
5 CONCLUSÕES	21
6 REFERÊNCIAS.....	21

DOSES E ÉPOCAS DE APLICAÇÃO DE MOLIBDÊNIO NO MILHO-DOCE

RESUMO - Considerando que a aplicação de molibdênio, via foliar, pode proporcionar aumentos na produção do milho-doce e que a época de aplicação pode afetar a efetividade de sua ação, realizou-se um experimento, no período de agosto a novembro de 2015, em Jaboticabal, SP, Brasil, com o objetivo de avaliar o desempenho agrônômico do milho-doce em resposta à adubação molibídica foliar e épocas de aplicação. O teor foliar de molibdênio (Mo) foi influenciado pela interação dos fatores. O maior teor foi observado quando se aplicou a maior dose de Mo (450 mg ha^{-1}) na terceira época (45 dias após a emergência - DAE), o qual foi equivalente ao incremento de 1.2% no teor do micronutriente nas folhas em relação ao observado em plantas não tratadas com Mo. O teor de nitrogênio foliar também foi maior com a aplicação da dose mais alta de Mo. Máximo número (49.477) e produtividade ($13.211 \text{ kg ha}^{-1}$) de espigas comerciais foram obtidos com 315 e 311 g ha^{-1} de Mo, respectivamente. Máxima produtividade de grãos (5.055 kg ha^{-1}) foi atingida com a dose de 334 g ha^{-1} do micronutriente.

Palavras-chave: adubação molibídica, micronutriente, *Zea mays* var. *saccharata*

MOLYBDENUM DOSES AND APPLICATION TIMING FOR SWEET CORN

ABSTRACT - Considering that the foliar application of molybdenum promotes an increased yield in sweet corn crop and that the application timing might affect its efficacy, this experiment was carried out from August to November of 2015, in Jaboticabal, Sao Paulo State, Brazil, aiming to evaluate the agronomic performance of sweet corn in response to rates and times foliar application of molybdenum. Molybdenum (Mo) foliar content influenced by the interaction between the assessed factors, with the highest value corresponding to the highest Mo dose (450 mg ha⁻¹) at the third application moment (45 days after emergence – DAE), representing a 1,2% increase when compared to plants that did not receive this micronutrient. Foliar content of N also was enhanced with the application of the highest dose of Mo. The highest number (49,477) and yield (13,211 kg ha⁻¹) of commercial ears were reached with 315 and 311 g ha⁻¹ of Mo, respectively. The highest grain yield (5,055 kg ha⁻¹) was obtained with 334 g ha⁻¹ of the micronutrient.

Keywords: micronutrient, molybdenum fertilization, *Zea mays* var. *saccharata*

1 INTRODUÇÃO

Dentre as diversas variedades de milho encontra-se o milho-doce, o qual é considerado uma hortaliça devido aos cuidados que demanda em relação ao milho convencional. É uma das hortaliças mais populares, com importância econômica a nível mundial.

No Brasil tem área de cultivo de aproximadamente 30.000 ha de milho-doce, concentrando 90% da área plantada no estado de Goiás, pela possibilidade de se cultivar o ano todo (LUZ et al., 2015). No estado de São Paulo, a cultura de milho-doce tem grande demanda, destinando a produção total ao setor industrial, especialmente para conservas na forma de grãos (CORTEZ; CECÍLIO FILHO; MENESES, 2016).

A adubação é um dos fatores que mais contribui com altas produtividades. A adubação de milho-doce com macronutrientes é bem estudada, porém, existem poucos estudos com micronutrientes (LEITE et al., 2002; MORAES, 2006). Nesse sentido, os micronutrientes também são fundamentais para o crescimento e desenvolvimento da cultura, dentre eles pode-se destacar o molibdênio, embora seja necessário em pequenas quantidades, interfere no crescimento e desenvolvimento das plantas.

Este micronutriente tem sido utilizado por enzimas específicas para a redução e reações de oxidação (MENDEL; HÄNSCH, 2002). Especialmente no metabolismo do nitrogênio (HAMLIN, 2007).

A utilização da adubação de molibdênio via foliar, para aumentar teores do micronutriente nas folhas, foram relatadas por pesquisadores com efeitos positivos na produtividade na cultura do milho. Em estudos científicos, destacam-se como principais fontes de molibdênio nas aplicações foliares o molibdato de sódio e molibdato de amônio por sua solubilidade em água (BRAGA, 2009).

Salienta-se que as aplicações foliares de molibdênio têm mais efetividade ao serem aplicadas nos estádios iniciais de desenvolvimento da planta.

Os fatores mais importantes na aplicação de fertilizantes que contêm micronutrientes é conhecer o seu efeito residual, pois assim, pode-se definir a dose a ser aplicada, como também o intervalo de tempo para as reaplicações do produto.

Além das doses e épocas 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 (LOPES, 1999). Nesse contexto, objetivou-se avaliar o desempenho agronômico do milho-doce em função de dose de molibdênio, via foliar, e épocas de aplicação.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Milho-doce

O milho-doce (*Zea mays* L. grupo *saccharata*) é pertencente à família Poaceae, sendo uma espécie com grande importância econômica e social (ARAGÃO, 2002). A origem exata ainda continua sendo um mistério, embora acredita-se que tenha sido na América Central, mais provavelmente no México (NASCIMENTO et al. 2012). Sendo a única espécie cultivada do gênero, completamente domesticada há cerca de 4.000 anos (FORNASIERI FILHO, 2007).

O milho, pelo fato de ser amplamente utilizado como alimento ao longo dos séculos, é uma cultura que o homem tem procurado sempre estender os limites geográficos da produção. Além disso, buscam-se novas tecnologias que ofereçam cada vez maiores produtividades sem afetar o meio ambiente (FANCELLI; DOURADO NETO, 2000).

Distingue-se o milho-doce do milho comum, não por ter características diferentes na taxonomia da planta, mas pelo alto teor de açúcares e baixo teor de amido no grão (STORCK; LOVATO, 1991; SILVA, 1994).

Acredita-se que o milho-doce tenha ocorrido na natureza como produto de mutação, seguido de domesticação. A sua origem encontra-se na América Central e do Sul no período pré-colombiano, onde teve presença o milho-doce com o alelo mutante 'sugary-1' (su1). Em razão disso, o milho-doce se diferencia do milho comum por possuir alelos mutantes, os quais afetam os genes que controlam a produção de amido no endosperma, causando o acúmulo de açúcares na semente imatura, conferindo o caráter doce. Com a evolução da espécie, vários alelos foram sendo identificados e utilizados comercialmente, os quais são caracterizados por promoverem alterações na composição de carboidratos no endosperma, mas diferenciam-se quanto à proporção de amido e açúcar no grão. Essas diferenças genéticas produziram diferentes tipos de milho-doce [sugary-1 (su1), sugaryenhancer1(se1), supersweetoushrunken2 (sh2), brittle (bt1 e bt2), amylose-extender 1 (ae1), dull 1 (du1) e waxy1 (wx1)] (TRACY, 2001).

A planta do milho-doce segue o mesmo padrão de crescimento e desenvolvimento da planta do milho convencional, apesar disso, há variações no

intervalo de tempo entre as diversas fases, estádios e número total de folhas desenvolvidas (CORTEZ; CECÍLIO FILHO; MENESES, 2016). A planta do milho possui duas etapas, vegetativa (V) e reprodutiva (R), as quais são divididas em estádios fenológicos: V_0 (Germinação/ emergência), V_2 (Emissão da segunda folha), V_4 (Emissão da quarta folha – início da definição do potencial produtivo), V_6 (Emissão da sexta folha – início da definição do número de fileiras na espiga), V_8 (Emissão da oitava folha – início da definição da altura de planta e da espessura do colmo), V_{12} (Emissão da 12ª folha – início da definição do número e tamanho de espiga), V_{14} (Emissão 14ª folha), V_T (Pendoamento), R_1 (Florescimento pleno – início da conformação da produtividade), R_2 (Grão leitosos), R_3 (Grãos pastosos), R_4 (Grão farináceos), R_5 (Grãos farináceos duros) e R_6 (Maturidade fisiológica) (FANCELLI, 2010). O mesmo autor relata que a etapa crítica no crescimento do milho compreende entre os estádios V_4 e V_{12} , quando está sendo definindo o potencial produtivo da cultura.

O milho-doce é tipo especial de milho e não tem sido incluído nos levantamentos estatísticos agrícolas anuais pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Nesse sentido, somente se têm dados estatísticos anuais sobre a produção do milho convencional (em grão e seco), e apenas a cada cinco anos são feitos censos agropecuários de diversas espécies hortícolas, como o milho-verde (espigas), o qual pode ser também obtido com as variedades utilizadas para produção de milho-doce.

No Brasil, a maioria da produção de milho-doce é direcionada para industrialização em conservas, por meio da realização de contratos diretos com as indústrias (CRUZ, 2014).

2.2 Molibdênio

O molibdênio é o micronutriente menos encontrado no solo, com teores totais de 2 mg kg^{-1} , tendo variação nos diferentes tipos de solos de $0,013 \text{ mg kg}^{-1}$ a $17,0 \text{ mg kg}^{-1}$, sendo que os solos que derivam de argilitos e de granitos possuem maiores quantidades deste micronutriente. O mineral primário de molibdênio, molibdenita (MoS_2), contém a maior parte de molibdênio terrestre. Este sulfeto é lentamente oxidado e transformado em íons de molibdato, que é adsorvido ao solo

principalmente a óxidos, tendo similaridade como acontece com a adsorção dos fosfatos. Assim, da mesma forma que com os ânions fosfato, o incremento no pH do meio resulta também em dessorção de molibdato, levando ao aumento da sua fitodisponibilidade (RAIJ, 2011).

Segundo Davies (1956), Dechen e Nachtigall (2006), o molibdênio pode ser encontrado de quatro maneiras, as quais são: não disponível, retido no interior da estrutura dos minerais primários e secundários; parcialmente disponível ou trocável, absorvido nas partículas das argilas, de modo particular nos óxidos de Fe e Al, na forma de MoO_4^{2-} e a sua disponibilidade em função do pH e do teor de fósforo disponível; ligado a matéria orgânica; e na forma solúvel em água.

Muitos solos contêm suficiente quantidade deste micronutriente; contudo, as deficiências são muito comuns em muitos países onde se têm alta precipitação pluvial (JONES, 2003; KAISER et al., 2005; FAGERIA, 2009). Mesmo com diversas formas do molibdênio presente no solo, a maior parte não se encontra disponíveis para as plantas, a sua disponibilidade está determinada por fatores como, o pH do solo e o teor de óxidos de Fe e Al. As presenças de matéria orgânica, como também de fosfato e sulfato, apresentam uma pequena influência na disponibilidade de este micronutriente (DAVIES, 1956; DECHEN; NACHTIGALL, 2006).

O molibdênio é um nutriente requerido em menor quantidade para o adequado crescimento e produção variando entre 0,6 e 10 mg por quilograma de massa seca (DECHEN; NACHTIGALL, 2006). Nas amostragens de folhas no estado de São Paulo, a faixa de teor adequada em milho é 0,1–0,2 mg kg^{-1} de molibdênio (CANTARELLA; RAIJ; CAMARGO, 1997). Noonan, em 1953, foi o primeiro pesquisador a relatar os efeitos positivos do molibdênio sobre a produtividade da cultura do milho (WEIR; HUDSON, 1966).

A adsorção deste micronutriente também é afetado pelo material de origem e pelas propriedades do solo, assim como por baixas temperaturas e alta quantidade de N (HAMLIN, 2007). É encontrado na sua maioria como parte da enzima redutase do nitrato das raízes e colmos das plantas, entre elas o milho, que catalisa a redução do nitrato (NO_3^-) a nitrito (NO_2^-), para depois ser convertido a amônio (NH_4^+) (DECHEN; NACHTIGALL, 2006).

O fertilizante molibdicó nas plantas tem sido ministrado de três formas principais: aplicação no solo, aplicação foliar e aplicação na semente (PEREIRA, 2010). As quantidades de molibdênio aplicadas no solo de 0,05 a 1 kg ha⁻¹ (dependendo da cultura e do pH do solo), nas sementes, de 50 a 400 g ha⁻¹, e as aplicações foliares, entre 60 a 218 mg ha⁻¹, são comuns em muitas culturas (GUPTA; MCLEOD, 1978). Fancelli e Dourado Neto (2000) observaram que a produtividade de 9 t ha⁻¹ de grão de milho extrai 9 g de molibdênio. Nos estudos científicos destacam-se como as principais fontes de fornecimento do molibdênio o molibdato de sódio, molibdato de amônio, trióxido de molibdênio e ácido molibdicó (ALBINO; CAMPO, 2001).

No Brasil, a adubação foliar com micronutrientes em milho intensificou-se nos últimos anos, contribuindo com os seguintes fatores; o desenvolvimento de híbridos com alto potencial produtivo e maior exigência nutricional, avanço da fronteira agrícola para os solos ácidos e pobres, inclusive de micronutrientes (VEDOVATO; FINAMORE, 2016). Mesmos autores asseguram que determinar as doses, fontes e épocas de aplicação mais adequada à cultura, além disso, verificar possíveis efeitos tóxicos às plantas, na aplicação de produtos que contêm micronutrientes, ato que podem auxiliar no planejamento da adubação. A cultura do milho é exigente e responsiva à fertilização foliar (ORSO et al., 2013).

A deficiência de molibdênio é mais pronunciada durante a fase reprodutiva do que na fase vegetativa, podendo afetar de forma importante a produção das culturas (HAMLIN, 2007). Em razão da restrita mobilidade nas plantas, em algumas espécies, a deficiência aparece nas folhas novas e em outras nas folhas velhas (PRADO, 2008). Podem ser observadas deformidades na folha, pela morte de algumas células do parênquima. Também as folhas apresentam tamanho reduzido, com clorose e mosqueados de cor marrom, em toda a parte da folha, apresentando áreas necrosadas nas pontas das folhas, que se vão estendendo, levando finalmente, à morte da folha e sua queda prematura (DECHEN; NACHTIGALL, 2006).

Muitas vezes, a deficiência de molibdênio se manifesta como deficiência de nitrogênio, pois é um nutriente indispensável ao metabolismo deste (HAMLIN, 2007; KAISER et al., 2005; FAGERIA, 2009). Portanto, o efeito do molibdênio sobre o

crescimento e a produtividade das plantas está muitas vezes relacionado ao aumento na capacidade da planta em assimilar o nitrogênio. Aplicações de 62 g ha⁻¹ de molibdato de sódio, via foliar, é considerado como ideal para o crescimento adequado das hortaliças (MAYNARD; HOCHMUTH, 2007), enquanto 50 a 100 g de molibdato de sódio (diluídos em 500 litros de água), aplicados via foliar, são usados para corrigir deficiências nas culturas (JONES, 2003).

A toxicidade de molibdênio nas plantas é rara, mesmo em condições de absorção do nutriente em doses elevadas, sobretudo em condições de campo (LEITE et al., 2002). Nos tecidos das plantas, concentrações acima de 500 mg kg⁻¹ de molibdênio chegam a ser consideradas tóxicas para a maioria das plantas, podendo ocasionar deformação das folhas, cor amarelo-dourada dos tecidos da parte aérea das plantas (GUPTA, 1997).

Na literatura brasileira, as poucas pesquisas existentes sobre aplicação de molibdênio via foliar, ou associada ao nitrogênio aplicado no solo, são para milho-grão maduro, e não foram encontrados estudos para milho-doce. (VALENTINI; COELHO; FERREIRA, 2005) obtiveram acréscimos médios na produtividade de grãos de 43,8 e 11,8%, na de milho grão-maduro devido ao molibdênio via foliar, nas plantas sem e com aplicação de nitrogênio, respectivamente. No Trabalho feito por Teixeira (2006), avaliando doses de molibdênio via foliar (0 a 1600 g ha⁻¹), parcelados em diferentes formas, foram verificados efeitos na altura de planta e no peso de 1000 grãos de milho-grão maduro, enquanto em milho pipoca, constatou incrementos na produtividade, número de sementes e no teor de molibdênio nos grãos e folhas. Por outro lado, Ferreira et al. (2001) e Santos et al. (2010) verificaram maior produtividade com nitrogênio e pequeno ou nulo efeito da adubação molibdica, devido, segundo os autores, à aplicação tardia do molibdênio, teores de molibdênio na semente e no solo ideais para o milho, e fornecimento alto de fósforo o qual pode ter propiciado aumento da disponibilidade desse micronutriente.

Na cultura do milho, dentre os nutrientes, o nitrogênio e molibdênio são os nutrientes exportados em maior proporção com relação ao total extraído, alcançando, para ambos, 63% dos totais dos dois nutrientes (BROCH; RANNO, 2009).

3 MATERIAL E METODOS

3.1 Localização e características da área experimental

O experimento foi realizado na UNESP, localizada no município de Jaboticabal, estado do São Paulo, cujas coordenadas geográficas são 21°14'33" de latitude Sul e 48°17'10" de longitude Oeste, com altitude de 615 metros. As características climáticas durante o período experimental estão descritas na Tabela 1.

Tabela 1. Médias das temperaturas máximas e mínimas, umidade relativa do ar e acumulado mensal de precipitação pluvial, na área do experimento.

Mês/2015	T° Max (°C)	T° Min (°C)	UR (%)	Precipitação pluvial (mm)
Agosto	29,7	14,3	51,8	4,4
Setembro	31,1	17,9	61,0	120,2
Outubro	33,5	19,5	60,0	164,3
Novembro	31,3	20,0	76,6	138,4

Fonte: Estação Agroclimatológica da UNESP, Campus Jaboticabal, SP.

O solo da área experimental foi classificado como Latossolo Vermelho (EMBRAPA, 2006). O solo foi amostrado na camada de 0 a 20 cm, previamente à instalação do experimento. Os resultados dos atributos químicos, analisados de acordo com os métodos descritos em Raij et al. (2001), foram: pH de 5,7; 22 g dm⁻³ de M.O.; 40 mg dm⁻³ de P_(resina); 11 mg dm⁻³ de S; 44 mmol_c dm⁻³ de Ca; 14 mmol_c dm⁻³ de Mg; 3,3 mmol_c dm⁻³ de K; 30 mmol_c dm⁻³ de H+ Al e V = 67%. Não foi realizada calagem em razão da porcentagem de saturação por bases do solo ser maior ao recomendado para a cultura do milho-doce (60%). De acordo com a análise granulométrica o solo tem 592, 161 e 247 g kg⁻¹ de argila, silte e areia, respectivamente.

3.2 Tratamento e delineamento experimental

O experimento foi instalado sob delineamento de blocos casualizados, com esquema fatorial 3x5+1, com quatro repetições.

Os tratamentos corresponderam a três doses de molibdênio (150, 300 e 450 g ha⁻¹) e cinco épocas de aplicação (E₁: 100% aos 15 dias após a emergência - DAE; E₂: 100% aos 30 DAE; E₃: 100% aos 45 DAE; E₄: 50% aos 15 e 30 DAE; E₅: 33,3% aos 15, 30 e 45 DAE). O tratamento controle (C) correspondeu à não aplicação de molibdênio.

A unidade experimental foi constituída por cinco linhas de 7,5 m de comprimento. Para avaliação das características (área útil da unidade experimental), foram utilizadas as plantas localizadas nos cinco metros centrais das três linhas centrais de cada unidade experimental. Foram consideradas como bordadura, as plantas das linhas laterais da parcela e os primeiros e últimos 1,25 m das três linhas centrais.

3.3 Instalação e condução do experimento

A semeadura do milho-doce 'SVN 9298', da Monsanto, foi feita em 24 de agosto de 2015, em linhas espaçadas entre si em 0,50 m. Após 7 DAE, foi realizado desbaste de plantas a fim de ajustar o espaçamento entre plantas de 0,33 m, o que possibilitou uma população estimada de 60.606 plantas ha⁻¹.

Baseando-se na recomendação de Cantarella, Rajj e Camargo (1997), por ocasião da semeadura, foram aplicados 60 kg ha⁻¹ de P₂O₅ (superfosfato simples) e 50 kg ha⁻¹ de K₂O (cloreto de potássio). Em cobertura, foram aplicados 40 kg ha⁻¹ K₂O, uma única vez, no estágio V₄. A dose de N (ureia), 170 kg ha⁻¹, foi parcelada em três vezes, em quantidades iguais, aos 3 DAE, aos 20 dias após a primeira aplicação, que correspondeu ao estágio V₄ (início da definição do potencial produtivo) e aos 20 dias após a segunda aplicação, no estágio V₆ (quando se define o número de fileiras na espiga).

Como fonte de molibdênio, utilizou-se o molibdato de amônio, que foi aplicado via foliar. Utilizou-se espalhante adesivo Tween[®], na proporção de 10 mL 100 L⁻¹ de água. Os volumes de calda utilizados nas aplicações foliares aos 15, 30 e 45 DAE foram 270, 400, 600 L ha⁻¹, respeitando-se as quantidades de molibdênio a serem aplicadas de acordo com cada tratamento.

As irrigações por aspersão foram realizadas sempre que necessário, durante o ciclo de cultivo. O controle de plantas daninhas foi realizado com herbicidas pós-emergentes.

A colheita do milho-doce foi realizada aos 92 DAE, estágio R₂, quando os grãos apresentavam 70-75% de umidade.

3.4 Características avaliadas

Foram avaliadas as seguintes características:

a) Teor de nitrogênio (g kg^{-1}) e molibdênio na folha de diagnose foliar (mg kg^{-1}):

No início do florescimento masculino (V_T), realizou-se a coleta do terço central da folha situada na base da espiga principal, de 15 plantas de cada parcela, conforme recomendação de Cantarella, Rajj e Camargo (1997), para avaliar teores destes nutrientes no milho-doce. O material foi lavado com água corrente e detergente a 1%. Em seguida, foi seco em estufa com circulação forçada de ar a 65 °C, moído em moinho tipo Wiley, e realizada a digestão para determinação do teor de N e Mo, conforme métodos descritos por Bataglia et al. (1983).

b) Número total de espigas (espigas ha^{-1}): Obtido pela contagem do número total de espigas.

c) Número de espigas comerciais ($\text{espigas comerciais ha}^{-1}$): Obtido pela contagem de todas as espigas desempalhadas que apresentavam comprimento maior que 15 cm e diâmetro maior a 4 cm, cujos grãos não se apresentavam azedos ou com podridões.

d) Produtividade total de espigas (kg ha^{-1}): Foram pesadas todas as espigas, com palha.

e) Produtividade de espigas comerciais (kg ha^{-1}): Obtido pela pesagem de todas as espigas comerciais, sem palha.

f) Comprimento das espigas (cm): de 10 espigas comerciais, foi medida a distância da base ao ápice da espiga.

g) Diâmetro das espigas (cm): Das mesmas 10 espigas usadas para avaliação do comprimento, foi medido o diâmetro, no centro das espigas, com paquímetro.

h) Produtividade de grãos (kg ha^{-1}): Os dados foram obtidos pela pesagem dos grãos de dez espigas comerciais ao acaso.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (Teste F). Quando houve efeito significativo para o fator dose, realizou-se análise de regressão. O teste de Tukey foi aplicado para diferenciação de médias do fator época de aplicação do Mo. O programa computacional utilizado foi AgroEstat (Barbosa; Maldonado Junior, 2015).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verificou-se efeito da interação dos fatores no teor de Mo na folha de milho-doce (Tabela 2). Somente foram obtidos ajustes de equação para os teores de Mo quando a aplicação foi realizada aos 45 DAE (E₃) e quando foi parcela aos 15, 30 e 45 DAE (E₅) (Figura 1).

Tabela 2. Resumo da análise de variância e de regressão para teor foliar de molibdênio (Mo) e de nitrogênio (N), para número total de espigas (NTE) e número de espigas comerciais (NEC) do milho-doce ‘SVN 9298’ em função da dose e época de aplicação de molibdênio.

Fontes de Variação	Mo (mg kg ⁻¹)	N (g kg ⁻¹)	NTE (espigas ha ⁻¹)	NEC (espigas ha ⁻¹)
Valores de F				
Dose (D)	16,95**	4,17*	<0,00 ^{NS}	14,52**
Época (E)	90,24**	1,27 ^{NS}	0,28 ^{NS}	2,53 ^{NS}
D x E	4,25**	0,92 ^{NS}	0,05 ^{NS}	1,98 ^{NS}
(D x E) x C	22,65**	0,08 ^{NS}	15,02**	16,2 ^{NS}
CV (%)	35,21	6,53	1,40	6,25

NS, * e ** = teste F não significativo a 5%, e significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente.

No desdobramento das interações dos fatores, na E₃ encontrou-se o teor mínimo de molibdênio foliar, sendo 3,0 mg kg⁻¹ com a dose calculada de 240 g ha⁻¹. No entanto, com doses superiores de Mo houve incremento no teor do micronutriente que atingiu máximo de 6,6 mg kg⁻¹ com a maior dose de Mo. Na E₅ constatou-se teor de 4,0 mg kg⁻¹ com o fornecimento da dose mais alta (Figura 1).

Maior teor na E₃ pode ser atribuído à maior área foliar que a planta de milho se encontrava entre as épocas avaliadas, concordando com observação feita por Kraemer, Hunsche e Noga (2009), que constataram que a absorção de nutrientes foliares tem aumento com maior área foliar. Também, o fato de a pulverização na E₃

ter sido feita com dose sem parcelamento pode ter melhorado a eficiência da fertilização.

Plantas não fertilizadas com Mo apresentaram $0,35 \text{ mg kg}^{-1}$ de Mo, cujo teor diferiu do teor médio (2 mg kg^{-1}) observado em plantas que receberam o micronutriente em pulverização (Tabela 2).

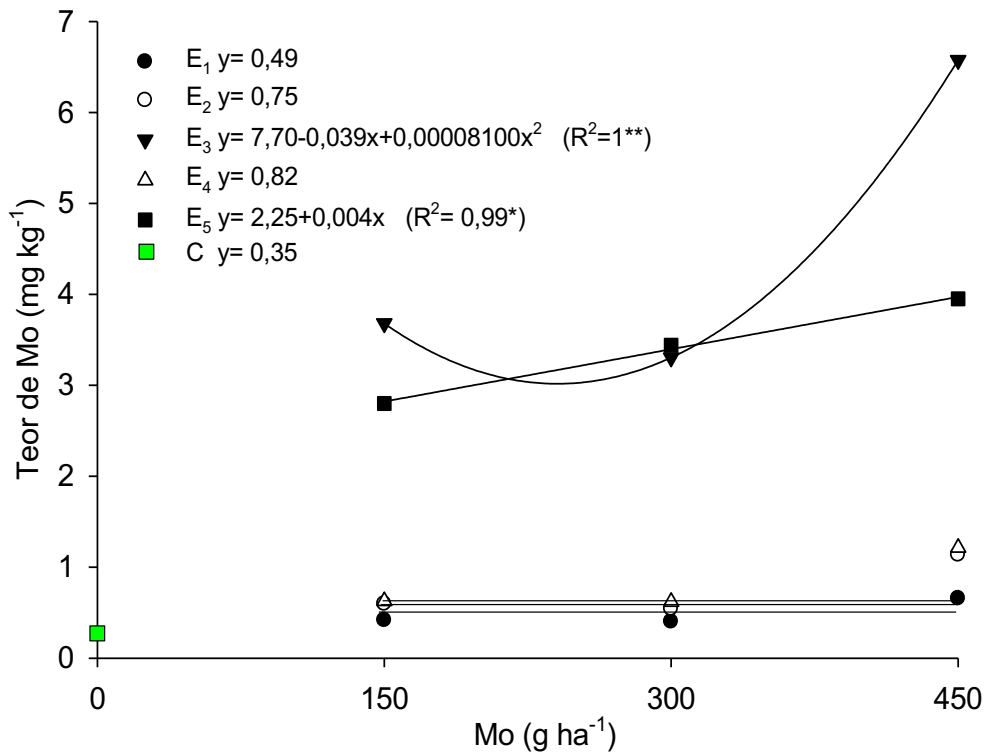


Figura 1. Teor foliar de molibdênio de plantas de milho-doce 'SVN9298' em função da dose foliar de molibdênio e épocas de aplicação (C – Controle = Sem aplicação de molibdênio).

Os teores foliares estimados de molibdênio em plantas fertilizadas e não fertilizadas com o micronutriente situaram-se acima do nível crítico considerado adequado para a cultura, que é de $0,1 - 0,2 \text{ mg kg}^{-1}$ na folha diagnose (CANTARELLA; RAIJ; CAMARGO, 1997).

Esses efeitos positivos na aplicação foliar de molibdênio foram constatados por Araújo et al. (2010) e Caioni (2015), que observaram aumento no teor foliar de Mo com a aplicação foliar do micronutriente, em milho-pipoca e milho-grão seco, respectivamente.

Estes resultados ressaltam a importância no fornecimento do micronutriente para aumento nos teores e melhorar o metabolismo da planta. Taiz e Zeiger (2009) salientam a importância do Mo na cultura do milho, devido à função que tem o micronutriente no metabolismo do nitrogênio, afetando diretamente o crescimento e o desenvolvimento da planta. Da mesma forma, Oliveira (2012) observou que o incremento no teor de molibdênio se deve ao aumento na necessidade de metabolizar o nitrogênio absorvido.

Observou-se efeito das doses de Mo no teor de N, ajustando-se os teores à equação quadrática (Figura 2). Esses teores situaram-se dentro da faixa adequada considerada por Cantarella, Raij e Camargo (1997), que é de 27 a 35 g kg⁻¹.

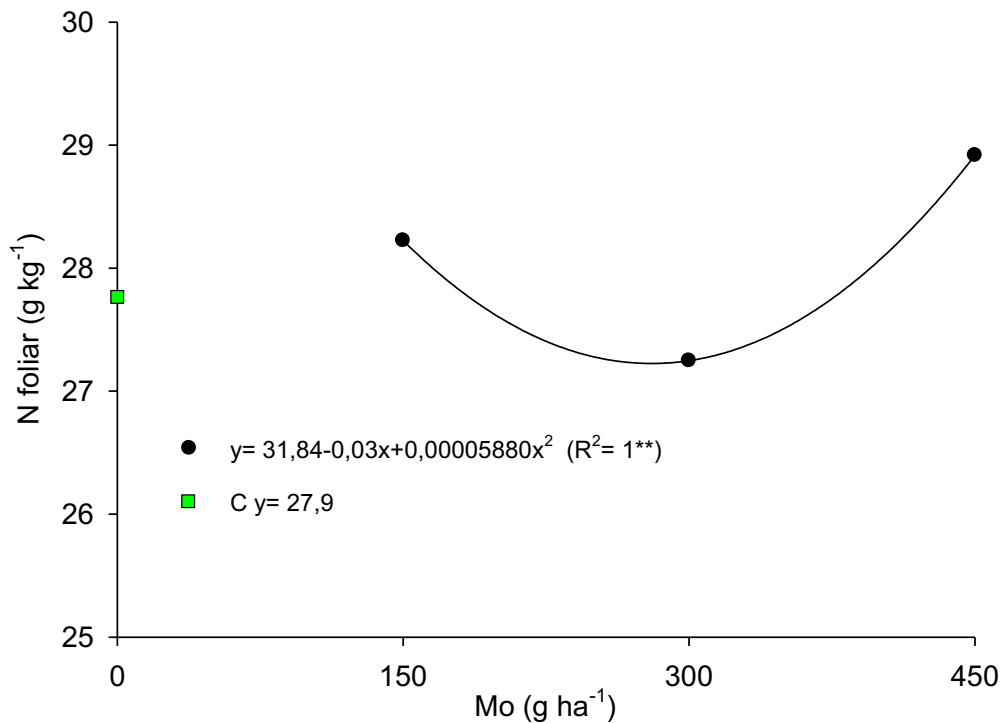


Figura 2. Teor foliar de nitrogênio e média do controle (C) do milho-doce 'SVN 9298' em função das doses de molibdênio aplicadas via foliar na cultura.

O teor de N na folha diagnose do estado nutricional do milho-doce tratadas com Mo não diferiu do obtido em plantas que não receberam o micronutriente. O teor foliar de nitrogênio no tratamento controle foi de 27,9 g kg⁻¹ e foi de 28,1 g kg⁻¹ para plantas pulverizadas com Mo.

Observou-se teor mínimo de N, 27,2 g kg⁻¹, com 280,35 g ha⁻¹ de Mo. A partir desta dose até 450 g ha⁻¹ de Mo foliar, constataram-se aumentos no teor foliar de N atingindo 29,3 g kg⁻¹ (Figura 2). Segundo Prado (2008) e Hamlin (2007), o molibdênio é componente da enzima redutase do nitrato, a qual catalisa a redução biológica do NO₃⁻, a NO₂⁻ e a sua vez este é reduzido a NH₄⁺ (CAMPBELL, 2001; MOROZKINA; ZVYAGILSKAYA, 2007). Também Bell et al. (1990) observaram correlação entre os teores de molibdênio e nitrogênio em folhas, afirmando a importância da adubação molibídica.

O número total de espigas (NTE) não foi influenciado pelas doses e épocas de aplicação de molibdênio via foliar e a interação dos fatores (Tabela 2). No entanto, houve diferença significativa entre as médias do tratamento controle e o fatorial, obtendo-se 58.503 e 60.191 espigas ha⁻¹, respectivamente. Assim, neste estudo o fornecimento de molibdênio via foliar, incrementou 2,9%, desta variável no milho-doce. De acordo com Araújo et al. (2010), esta variável pode ser alterada quando acontece algum desequilíbrio nutricional, fato não observado no experimento seja como caracterização de deficiência ou excesso, ou mesmo pelos teores foliares de Mo e N obtidos. Portanto, pode-se atribuir ao maior NTE, resultante da adubação molibídica, aos maiores teores foliares de Mo e de N (Figuras 1 e 2). Ainda que significativa, nota-se que a diferença entre NTE de plantas fertilizadas e não fertilizadas com Mo foi pequena, 1.688 espigas. Ferreira et al. (2001) e Teixeira (2006), avaliando doses de Mo, em milho-pipoca e milho comum, não observaram efeito do fornecimento do micronutriente no número total de espigas. Estes autores fundamentam a ausência de resposta da adubação molibídica, pelo molibdênio no solo estar provavelmente no teor satisfatório ou pelo teor nas sementes conforme salientam Weir e Hudson (1966).

O número de espigas comerciais (NEC) foi influenciado pela aplicação de doses de molibdênio (Tabela 2), havendo ajuste de equação quadrática (Figura 3). O incremento das doses de molibdênio beneficiou o NEC até a dose de 316 g ha⁻¹ de Mo, para qual estimaram-se 49.583 de espigas comerciais (Figura 3). Além disso, no tratamento controle, obtiveram-se 44.803 espigas comerciais por hectare, cerca do 10% menos em relação aos tratamentos que foram aplicadas doses de molibdênio foliar.

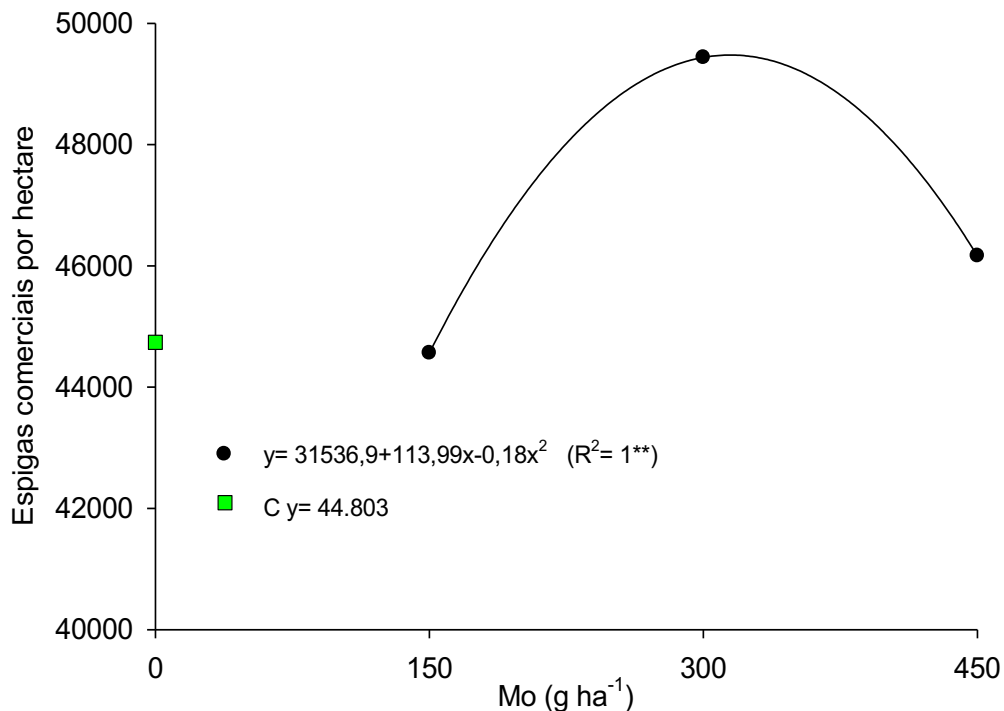


Figura 3. Número total de espigas comerciais (NEC) e do tratamento controle (C) em função das doses de molibdênio aplicadas via foliar na cultura do milho-doce 'SVN 9298'.

As doses, épocas de aplicação e a interação dos fatores não tiveram efeito para o comprimento e o diâmetro da espiga do milho-doce. Houve diferença significativa entre as médias do tratamento controle e o fatorial (plantas que receberam Mo foliar) para essas duas características (Tabela 3), com incremento de 5,3% no comprimento (de 17,6 para 18,5 cm) e de 7% (de 4,7 para 5,1 cm) no diâmetro da espiga. Os valores obtidos para comprimento e diâmetro das espigas foram superiores ao exigido como padrão comercial do milho-doce pela indústria (>15 cm de comprimento e >3 cm de diâmetro da espiga) (ALBUQUERQUE et al., 2008). Os resultados obtidos divergem dos encontrados por Caioni (2015) que não encontrou efeito da aplicação foliar de Mo nessas características. Diversos autores citam que o comprimento e o diâmetro da espiga na cultura do milho é influenciado pelo genótipo e depende menos do ambiente e da adubação (GOES et al., 2012; FERNANDES et al., 2005; OHLAND et al., 2005).

Para a produção total de espigas com palha (PETP), produção total de espigas comerciais sem palha (PECSP) e a produção de grãos (PG), não houve efeito das doses, épocas de aplicação, assim como da interação dos fatores (Tabela 3).

Tabela 3. Resumo da análise de variância e de regressão para comprimento da espiga (COM), diâmetro da espiga (DIAM), produtividade total de espigas com palha (PTEP), produtividade total de espigas comerciais sem palha (PECSP) e produtividade de grãos (PG) do milho-doce 'SVN 9298' em função de dose e época de aplicação de molibdênio.

Fontes de Variação	COM (cm)	DIAM (cm)	PTEP (kg ha⁻¹)	PECSP (kg ha⁻¹)	PG (kg ha⁻¹)
Valores de F					
Dose (D)	0,96 ^{NS}	0,36 ^{NS}	2,23 ^{NS}	2,89 ^{NS}	3,08 ^{NS}
Época (E)	0,79 ^{NS}	1,53 ^{NS}	1,87 ^{NS}	1,77 ^{NS}	0,68 ^{NS}
D x E	0,68 ^{NS}	1,75 ^{NS}	0,91 ^{NS}	0,95 ^{NS}	1,72 ^{NS}
(D x E) x C	6,81*	29,43**	0,60 ^{NS}	2,33 ^{NS}	5,47*
CV (%)	3,37	2,33	6,57	9,54	6,58

NS, * e ** = teste F não significativo a 5%, e significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente.

Houve ajuste de equação linear crescente para PTEP (Figura 4), quadrática para PECSP (Figura 5) e para PG. A máxima PTEP foi 20.942 kg ha⁻¹, estimada com a dose de 450 g ha⁻¹ de molibdênio via foliar. Assim também, produtividades semelhantes desta variável foram constadas por Luz et al. (2015), atingindo 21.790 kg ha⁻¹ com milho-doce 'SWC01' e Cardoso et al. (2010), atingindo 21.374 kg ha⁻¹ em milho-verde 'HTMV1'. O efeito da adubação molibdica na PTEP pode ser devido ao Mo ter proporcionado melhor uso do nitrogênio absorvido, conforme Biscaro et al. (2011). Devido às suas múltiplas funções no metabolismo da planta, o nitrogênio pode ser capaz de alterar o componente da produtividade das culturas e influenciar positivamente a produtividade de grãos (SORATTO et al., 2007). O nitrogênio na planta atua na síntese de proteínas e na clorofila propiciando o desenvolvimento da planta, aumentando o índice de massa verde e o desempenho fotossintético,

tornando a planta melhor desenvolvida nos aspectos morfológicos, assim como também melhorando a produtividade de espigas comerciais e de grãos (GASPARETO et al., 2014). Fato observado neste estudo na produtividade de milho-doce.

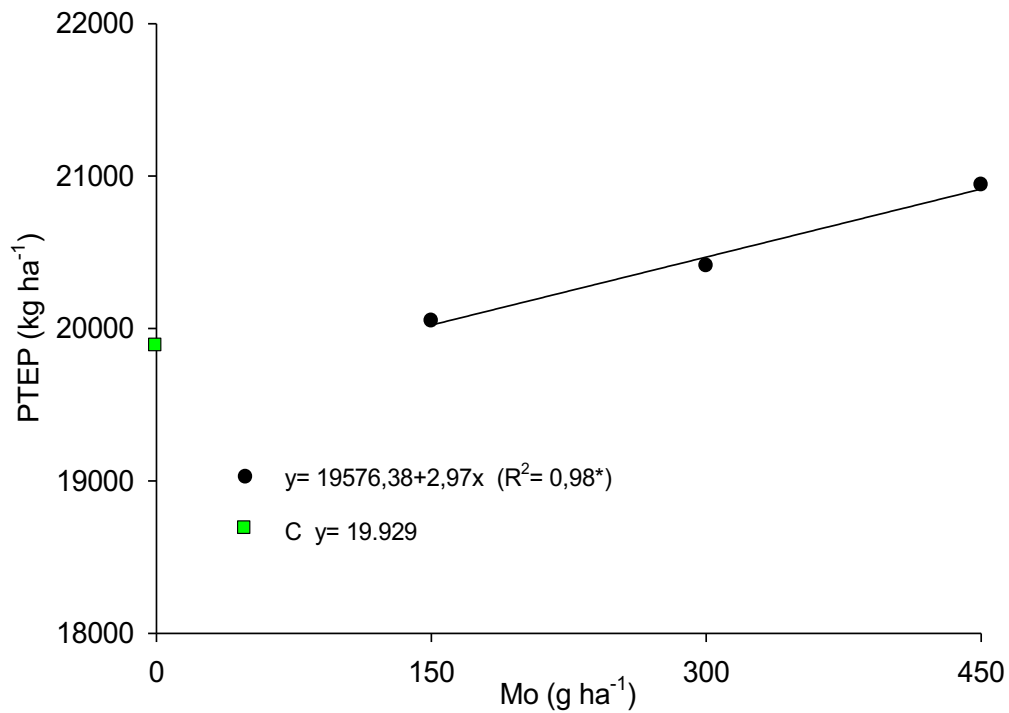


Figura 4. Produtividade total de espigas com palha (PTEP) e média do controle (C) em função das doses de molibdênio aplicadas via foliar na cultura do milho-doce 'SVN9298'.

A produtividade de espigas comerciais sem palha (PECSP) ajustou-se à equação quadrática em função das doses de Mo e obteve-se o máximo de 13.211 kg ha⁻¹ com a dose de 311,3 g ha⁻¹ de molibdênio aplicada via foliar, produtividade inferior foi constatada por Cruz et al. (2015), com o híbrido 'GSS 41243', quando obtiveram produtividade de 9.919 kg ha⁻¹ espigas comerciais sem palha, quando avaliaram doses de N.

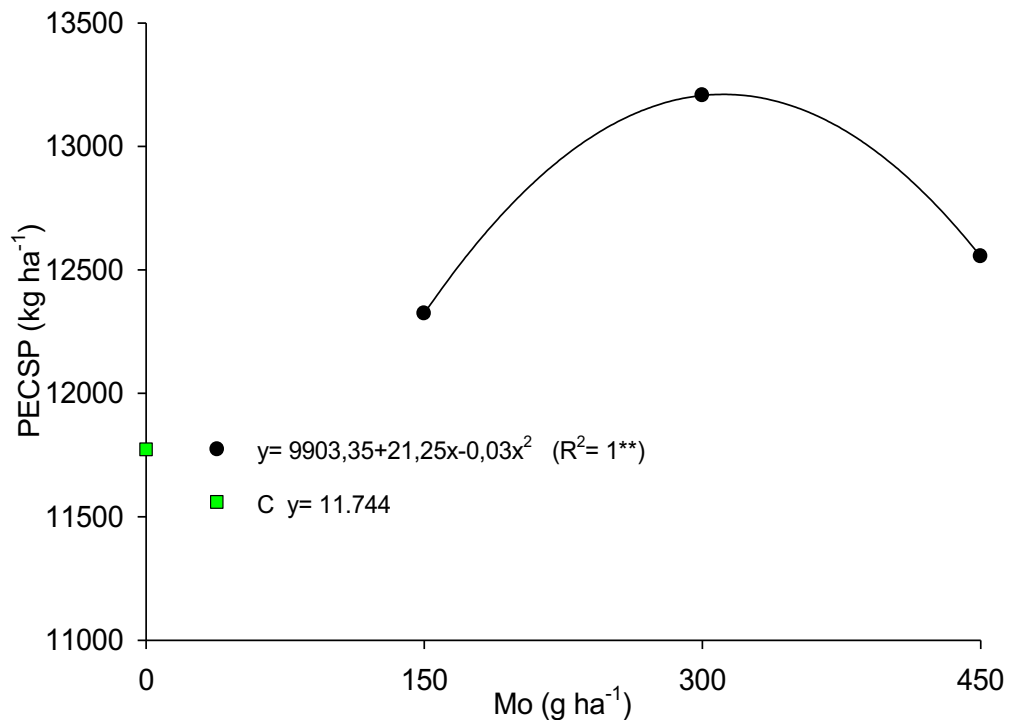


Figura 5. Produtividade de espigas comerciais sem palha (PECSP) e média do controle (C) em função das doses de molibdênio aplicadas via foliar na cultura do milho-doce 'SVN 9298'.

Com a adubação molibdica obteve produção de grãos máxima de 5.055 kg ha⁻¹ atingida com a dose de 334,4 g ha⁻¹ de molibdênio via foliar (Figura 6). Salienta-se que a produtividade de grãos foi incrementada em 8,6%, com relação ao tratamento controle (4.541 kg ha⁻¹). Mesmo efeito positivo na aplicação de Mo via foliar foi observado por Caioni (2015), atingindo 9.028 kg ha⁻¹ de grãos. Araújo et al. (2010), em milho-pipoca, obtiveram de 4.251 kg ha⁻¹ de grãos, com dose de até 1.600 g ha⁻¹ de Mo. Este aumento na produtividade de grãos também foi constatado por Valentini, Coelho e Ferreira (2005), em milho comum. Máxima produtividade de grãos, próxima à observada neste trabalho, foi constatado por Pereira et al. (1999) com a aplicação de 111 g ha⁻¹ de Mo foliar. Os autores obtiveram aumento de 6,7% na produção de grãos em relação ao tratamento sem a aplicação do micronutriente.

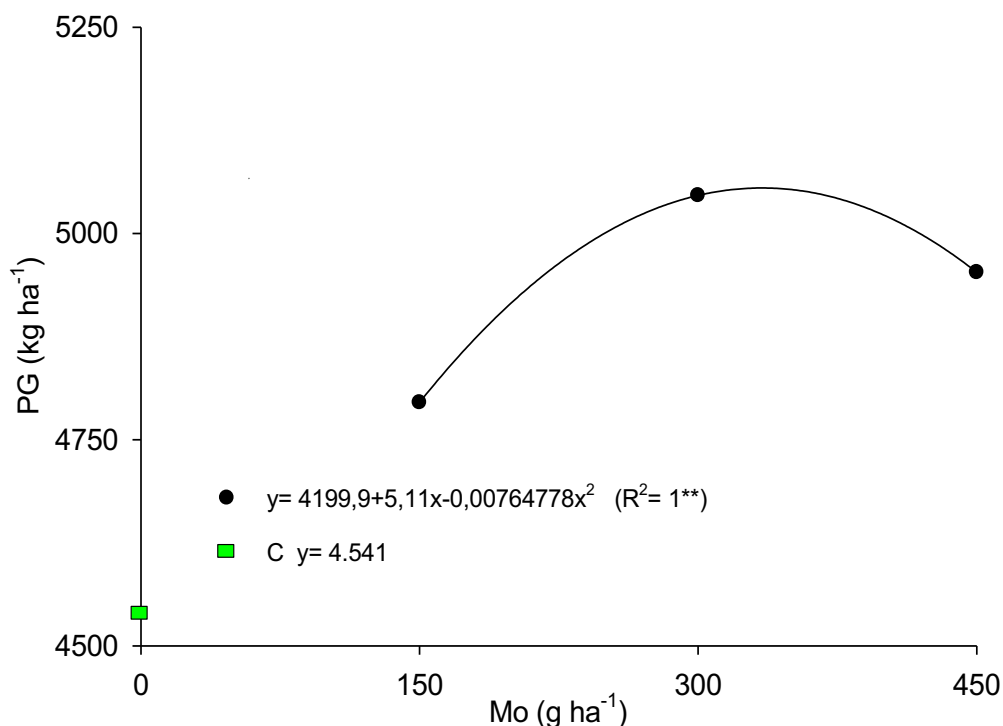


Figura 6. Produtividade de grãos (PG) e média do controle (C) em função das doses de molibdênio aplicadas via foliar na cultura do milho-doce 'SVN 9298'.

Resultados positivos do Mo foliar na produtividade de grãos de milho-grão maduro foram observados por Santos et al. (2010) e Heidarzade et al. (2016). Caioni et al. (2017) obtiveram efeitos na produtividade de grãos de milho com o fornecimento na adubação nitrogenada e molíbdica, observando incremento na produtividade conforme aumento na dose de molibdênio, concluindo desse modo, o efeito provavelmente é devido ao maior acúmulo de proteínas nos grãos, em resultado de maior disponibilidade de nitrogênio na solução do solo. Conforme o constatado por Araújo et al. (2010), a adição de molibdênio via foliar, pode ter um incremento na atividade da enzima redutase do nitrato, que participa diretamente no metabolismo do nitrogênio. Além disso, o nitrogênio tem utilidade direta na formação de pólen e diminuição no aborto dos óvulos, induzindo de modo direto na formação de grãos, refletindo na produtividade da cultura (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000).

Não foram visualizados sintomas de toxicidade nas plantas com a dose mais alta de molibdênio, indicando que o híbrido de milho-doce 'SVN 9298' pode tolerar

doses elevadas de molibdênio, sem prejudicar a produtividade de grãos. Teixeira (2006), aplicando doses de molibdênio via foliar de 0 a 1600 g ha⁻¹, não observaram toxicidade na planta de milho, concluindo que a cultura de milho apresenta capacidade de responder elevadas doses de molibdênio. Vieira, Salgado e Rigueira (2002), testando altas doses de molibdênio (1.440 g ha⁻¹) via foliar na cultura de feijão, concluíram que altas doses de molibdênio não apresentam toxicidade para a cultura. Segundo Leite et al. (2002), a toxicidade de molibdênio nas plantas é rara, mesmo em condições de absorção do nutriente em doses elevadas, sobre tudo em condições de campo.

5 CONCLUSÃO

As maiores produtividades de espigas comerciais e de grãos do milho-doce 'SVN 9298' são obtidas com 311,3 e 334,4 g ha⁻¹ de molibdênio via foliar, respectivamente, independentemente da época de aplicação.

6 REFERÊNCIAS

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

ALBUQUERQUE, C. J. B.; PINHO, R. G. V.; BORGES, I. D.; SOUZA FILHO, A. X. de; FIORINI, I. V. A. Desempenho de híbridos experimentais e comerciais de milho para produção de milho verde. **Ciencia e Agrotecnologia**, v. 32, n. 3, p. 768–775, 2008.

ARAGÃO, C. A. **Avaliação de híbridos simples braquíticos de milho super doce (*Zea mays* L.) portadores do gene *shrunken-2 (sh2-sh2)* utilizando o esquema dialélico parcial**. 2002. 101 f. Dissertação (Doutor em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista, Campus Botucatu, 2002.

ARAÚJO, G. A. de A.; TEIXEIRA, A. R.; 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**, v. 11, n. 3, p. 231–237, 2010.

ARNON, D. I.; STOUT, P. R. Molybdenum as an essential element for higher plants. **Plant Physiol**, v. 14, p. 599-602, 1939.

BARBOSA, J. C.; MALDONADO JUNIOR, W. **Experimentação agrônômica & AgroEstat**. UNESP, Câmpus Jaboticabal, São Paulo, 2015. p. 396.

BATAGLIA, O.C.; FURLANI, A.M.C.; TEIXEIRA, J. P. F.; FURLANI, P. R.; GALLO, J. R. **Métodos de análise química de plantas**. Campinas: Instituto Agronômico & Fundação IAC, 1983. p. 48.

BELL, P. W.; RERKASEM, B.; KEERATI-KASIKORN, P.; PHETCHAWEE, S.; HIUNBURANA, N.; RATANARAT, S.; PONGSAKUL P.; LONERAGAN, J. F. Mineral Nutrition of Food Legumes in Thailand, with Particular Reference to Micro-nutrients. **Australian Centre for International Agricultural Research (ACIAR), Technical Report No. 16. 52 pp. Bohatyr and Smaragd. Rostlinna Vyroba**, v. 30, p. 505-514, 1990.

BISCARO, G. A. FREITAS JUNIOR, N. A.; SORATTO, R. P.; KIKUTI, H.; GOULART JUNIOR, S. A. R.; AGUIRRE, W. M. Nitrogênio em cobertura e molibdênio via foliar no feijoeiro irrigado cultivado em solo de cerrado. **Acta Scientiarum - Agronomy**, v. 33, n. 4, p. 665–670, 2011.

BRAGA, G. N. M. **Adubação foliar - micronutrientes na cultura da soja e milho**. 2009. Disponível em: < www.agronomiacomgismonti.blogspot.com.br > Acesso em 19 de março de 2015.

BROCH, D. L.; RANNO, S. K. Fertilidade do Solo, Adubação e Nutrição da Cultura do Milho “safrinha”. Tecnologia e Produção: Milho safrinha e culturas de inverno, p. 05-29, 2009.

CAIONI, S.; LAZARINI, E.; PARENTE, T de L.; BOSSOLANI, J. W.; SOUZA, L. G. M. de; PIVETTA, R. S.; DICKMANN, L. Efeito residual da adubação nitrogenada e molibídica no milho sobre a soja cultivada em sucessão. **Resvista Espacios**, v. 38, n. 19, p. 4, 2017.

CAIONI, S. **Doses de Molibdênio e nitrogênio em milho safrinha e efeito residual na cultura da soja em plantio direto**. 2015. 53 f. Dissertação (Mestre em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista, Campus Ilha Solteira, 2015.

CAMPBELL, W. H. Structure and function of eukaryotic NAD(P)H: nitrate reductase. **Cell Mol. Life Sci**, v. 58, p. 194-204, 2001.

CANTARELLA, H.; RAIJ, B. VAN.; CAMARGO, C. D. E. Cereais in: RAIJ, B. VAN.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. (Eds). **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2 ed. Campinas: IAC, 1997. p. 45-71 (Boletim Técnico, 100).

CARDOSO, M. J.; SILVA, A. R.; GUIMARÃES, L. J. M.; PARENTONI, S. N.; SETUBAL, J. W. Produtividade de espiga verde de milho sob diferentes níveis de Nitrogênio. **Horticultura Brasileira**, v. 28, n. 2, p. 3786-3789, 2010.

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

CORTEZ, J. W. M.; CECÍLIO FILHO, A. B.; MENESES, N. B. Nutrição e adubação da cultura do milho-doce. In: PRADO, R. M.; CECÍLIO FILHO, A. B. **Nutrição e adubação de hortaliças**. Jaboticabal: FCAV/CAPEES, 2016. p. 475-505.

CRUZ, C. A.; CECÍLIO FILHO, A. B.; MENESES, N. B.; CUNHA, T. P.L.; NOWAKI, R. H. D.; BARBOSA, J. C. Influence of amount and parceling of nitrogen fertilizer on productivity and industrial revenue of sweet corn (*Zea mays* L.). **Australian Journal of Crop Science**, v. 9, n. 10, p. 895–900, 2015.

CRUZ, C. **Produtividade e rendimento industrial do milho doce irrigado em função de dose e parcelamento de nitrogênio**. 2014. 25 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista "Júlio Mesquita Filho", Jaboticabal, 2014.

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: SBCS, 2006. p. 328-354.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. 2006. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. p. 306.

FAGERIA, N. K. Molybdenum. **Cereal Research Communications**, v. 37, n. 1, p. 381-391, 2009.

FAO – Organização das Nações Unidas Para Agricultura e Alimentação; Los precios medios de los alimentos subirán en la próxima década: persiste la preocupación sobre la seguridad alimentaria. Disponível no site: <https://www.fao.org.br/>, acesso em 19/06/2010.

FANCELLI, A. L. Boas práticas para uso eficiente de fertilizantes na cultura do milho. **Informações agrônômicas**, n. 131, p. 1-16, 2010.

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

FERNANDES, F. C. S.; BUZETTI, S.; AARF, O.; ANDRADE, J. A. C. Doses, eficiência e uso de nitrogênio em seis cultivares de milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.4, p. 195- 204, 2005.

FERREIRA, A. C. de B.; ARAÚJO, G. A. de A.; PEREIRA, P. R. G.; CARDOSO, A. A. Características Agrônômicas E Nutricionais Do Milho Adubado Com Nitrogênio, Molibdênio E Zinco. **Scientia Agricola**, v. 58, n. 1, p. 131–138, 2001.

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

GASPARETO, D.; RIBON, A. A.; HERMÓGENES, V. T. L.; FERNANDES, K. L. Efeito de doses de nitrogênio e molibdênio na produtividade do milho híbrido em Campo Grande-MS. **Ciências Exatas e da Terra e Ciências Agrárias**, v. 9, n. 2, p. 37–44, 2014.

GOES, R. J.; RODRIGUES, R. A. F.; ARF, O.; VILELA, R. G. Nitrogênio em cobertura para o milho (*Zea mays* L.) em sistema plantio direto na safrinha. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 11, p. 169-177, 2012.

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.

GUPTA, U. C.; McLEOD, J.A. Response to molybdenum and limestone on wheat and barley grown on podzol soils. **Communication soil science y plant analysis**, v. 9, n. 9, p. 897-904, 1978.

HAMLIN, R. L. Molybdenum. In: BARKER, A. V.; PILBEAM, D. J. (Eds.). **Handbook of plant nutrition**. Boca Raton, FL: CRC Press, Taylor and Francis Group, 2007. p. 375-394.

HEIDARZADE, A.; ESMAELI, M.; BAHMANYAR, M; ABBASI, R.; KARIMI, M. The effect of iron and Molybdenum spray on mayze (S.C. 704 cultivar) under different water status conditions. **International journal of Agriculture and Biosciences**, v. 5, n. 2, p. 54–59, 2016.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo agropecuário 2006: Brasil, grandes regiões e unidades da federação – segunda apuração. Disponível em: <ftp://ftp.ibge.gov.br/Censos/Censo_Agropecuario_2006/Segunda_Apuracao/censoagro2006_2apuracao.pdf >. Acesso em: 12 jan. 2013.

JONES, J. B. **Agronomic handbook: management of crops, soils, and their fertility**. Boca Raton, FL: CRC Press LLC, 2003. p. 291-334.

KAISER, B. N.; GRIDLEY, K. L; NGAIRE BRADY, J.; PHILLIPS, T.; TYERMAN, D. The role of molybdenum in agricultural plant production. **Annals of Botany**, v. 96, p. 745-754, 2005.

KRAEMER, T.; HUNSCHE, M.; NOGA, G. Cuticular calcium penetration is directly related to the area covered by calcium within droplet spread area. **Scientia Horticulturae**, v. 120, p. 201–206, 2009.

LEITE, U. T.; PIRES, A. A.; ARAÚJO, G. A. de A.; VIEIRA, R. F. **Absorção de molibdênio e de nitrogênio em diferentes variedades de feijão em função de doses de Mo**. In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 7., 2002, Viçosa. Resumos expandidos. Viçosa: UFV, p. 814, 2002.

LUZ, J. M. Q.; CAMILO, J. S.; BARBIERI, V. H. B.; RANGEL, R. M.; OLIVEIRA, R. C. Produtividade de genótipos de milho doce e milho verde em intervalos de colheita. **Revista Ceres**, v. 62, n. 1, p. 1–8, 2015.

MAYNARD, D. N.; HOCHMUTH, G. J. **Knott's handbook for vegetable growers**. 5th edition. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc., 2007. p. 621.

MENDEL, R.R.; HÄNSCH, R. Molybdoenzymes and molybdenum cofactor in plants. *J. Exp. Bot*, v. 53, p. 1689-1698, 2002.

MORAES, L. M. de F. **Translocação de Co e Mo aplicados em diferentes épocas na cultura da soja**. 2006. 43 p. Dissertação Mestrado. Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia, MG, 2006

MOROZKINA, E. V.; ZVYAGILSKAYA, R. A. Nitrate reductases: structure, functions, and effect of stress factors. **Biochem. Mosc**, v. 72, n. 10, p. 1151-1160, 2007.

NASCIMENTO, F. N. **Características agrônômicas do milho verde sob diferentes regimes hídricos**, PI. 2012. 82 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Federal do Piauá, Teresina, 2012.

OH LAND, R. A. A.; SOUZA, L. C. F.; HERNANI, L. C.; MARCHETTI, M. E.; GONÇALVES, M. C. Culturas de cobertura do solo e adubação nitrogenada no milho em plantio direto. **Ciência Agrotécnica**, v. 29, p. 538–544, 2005.

OLIVEIRA, A. C. **Interação da adubação nitrogenada e molíbdica em cana-de-açúcar**. 2012. 96 f. Dissertação (Doutor em Agronomia) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2012.

ORSO, G.; VILLETTI, H. L.; KRENCHINSKI, F. H.; ALBRECHT, L. P.; MORAES, M. F. de; ALBRECHT, A. J. P.; RODRIGUES, D. M.; GOMES, A. de O. **Resposta do milho safrinha à aplicação foliar de fertilizantes a base de Nitrogênio**. XII Seminário Nacional de Milho Safrinha. Realização: EMBRAPA, 25 A 28 novembro. **Anais...2013**.

PEREIRA, F. R. DA S. **Doses e formas de aplicação de molibdênio na cultura de milho**. 2010. 141 f. Dissertação (Doutor em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agronomicas, Universidade Estadual Paulista, Campus Botucatu, 2010.

PEREIRA, S. L.; ARAÚJO, G. A. A.; SEDIYAMA, C. S.; VIERA, C.; MOSQUIM, P. R. Efeitos da adubação nitrogenada e molíbdica sobre a cultura do milho. **Ciencia e Agrotecnologia**, v. 23, n. 4, 1999.

PRADO, R. de M. **Nutrição de plantas**. São Paulo: editora UNESP, 2008. p. 283-292.

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

RAIJ, B. VAN; ANDRADE, J. C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A. **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas: Instituto Agrônômico & Fundação IAC, 2001. 285p.

SANGOI, L.; ALMEIDA, M. L. Doses e épocas de aplicação de nitrogênio para a cultura do milho num solo com alto teor de matéria orgânica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 29, n. 1, p. 13-24, 1994.

SANTOS, M. M.; GALVÃO, J. C. C.; SILVA, I. R.; MIRANDA, G. V.; FINGER, F. L. Épocas de aplicação de nitrogênio em cobertura na cultura do milho em plantio direto, e alocação do nitrogênio (15N) na planta. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 34, n. 4, p. 1185–1194, 2010.

SILVA, N. Melhoramento de milho doce. In: **encontro sobre temas de genética e melhoramento**, 1994. Piracicaba. Anais. Piracicaba: ESALQ, v.11, p. 45-49, 1994.

SORATTO, R. P.; CARDOSO, S. M.; SILVA, A. H.; COSTA, T. A. M.; PEREIRA, M.; CARVALHO, L. A. Doses e épocas de aplicação de nitrogênio em cobertura na cultura do painço (*Panicum miliaceum* L.). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 6, p. 1661-1667, 2007.

STORCK, L.; LOVATO C. Milho doce. **Ciência Rural, Santa Maria**, v.2, p. 283-292, 1991.

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

TEIXEIRA, A. R. **Doses De Molibdênio Nas Culturas Do Milho Comum E Milho-Pipoca**. 2006. 37 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, 2006.

TRACY, W. F. Sweet corn. In: HALLAUER, A.R. (Ed.). **Speciality corns**. Second Edition. Boca Raton, FL: CRC Press LLC, 2001. p. 155-199.

VALENTINI, L.; COELHO, F. C.; FERREIRA, M. dos S. Teor de nitrogênio foliar e produtividade de três cultivares de milho (*Zea mays* L.) submetido as adubações nitrogenada e molíbdica. **Revista Ceres**, v. 52, n. 302, p. 567–577, 2005.

VEDOVATO, J.; FINAMORE, W. Adubação Foliar Na Cultura Do Milho Safrinha. **Revista Eletrônica da Faculdade de Ciências Exatas e da Terra**, v. 5, n. 8, p. 1–9, 2016.

VIEIRA, F. V.; SALGADO, L. T.; RIGUEIRA, C. M. S. Produção de sementes de feijão com alto teor de molibdênio. In: **congresso nacional de pesquisa de feijão**, 2002. v. 7, Resumos... Viçosa: UFV, p. 530-533, 2002.

WEIR, R. G.; HUDSON, A. Molybdenum deficiency in maize in relation to seed reserves. **Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry**, v. 6, n. 20, p. 35–41, 1966.