



**AGOSTINHO JUNIO LEITE**

**EFEITOS DA APLICAÇÃO DE MOLIBDÊNIO VIA SOLO NA  
CULTURA DO MILHO**

**LAVRAS – MG**

**2020**

**AGOSTINHO JUNIO LEITE**

**EFEITOS DA APLICAÇÃO DE MOLIBDÊNIO VIA SOLO NA CULTURA DO  
MILHO**

Monografia apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Curso de Agronomia, para a obtenção do título de Bacharel.

Prof. Dr. Silvino Guimarães Moreira

Orientador

MsC. Rodrigo Teixeira de Carvalho Botelho

Coorientador

**LAVRAS – MG**

**2020**

**AGOSTINHO JUNIO LEITE**

**EFEITOS DA APLICAÇÃO DE MOLIBDÊNIO VIA SOLO NA CULTURA DO  
MILHO**

Monografia apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Curso de Agronomia, para a obtenção do título de Bacharel.

APROVADA EM 14 DE AGOSTO DE 2020.  
MsC. Julia Rodrigues Macedo  
MsC. Rodrigo Teixeira de Carvalho Botelho  
MsC. Devison Souza Peixoto

Prof. Dr. Silvino Guimarães Moreira  
Orientador

Msc. Rodrigo Teixeira de Carvalho Botelho  
Coorientador

**LAVRAS – MG  
2020**

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Divisão do talhão britador e respectivos tratamentos. ....	15
Figura 2 – Aplicação de cloreto de potássio, contendo diferentes doses de molibdênio, na pré-semeadura do milho.....	15
Figura 3- Teores foliares de N, P, Mg e S ( $\text{g kg}^{-1}$ ) para as doses de Mo aplicadas. ....	18
Figura 4 – Produtividade de milho ( $\text{sc ha}^{-1}$ ) para cada dose de Mo aplicada. ....	20
Figura 5 – Peso de Mil Sementes (PMS – $\text{g } 1000 \text{ grãos}^{-1}$ ) para cada dose de Mo ( $\text{g ha}^{-1}$ ) aplicada. ....	21

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 - Análise de solo do talhão britador na profundidade de 0-20 cm.....	14
---	----

## RESUMO

Na atualidade, o Brasil consta como terceiro maior produtor de milho mundial e segundo maior exportador. Tal fato, evidencia a importância econômica da cultura para o agronegócio brasileiro. Contudo, existem diversos fatores limitantes do potencial produtivo, sendo um dos mais relevantes a fertilidade do solo. O molibdênio (Mo) é micronutriente essencial na cultura do milho, visto que tem função essencial na assimilação do nitrato, compondo a enzima redutase do nitrato. Sua deficiência pode comprometer o metabolismo do nitrogênio, reduzindo o rendimento da cultura. Neste sentido, objetivou-se avaliar a eficiência da aplicação de diferentes doses de molibdênio via solo, juntamente à adubação potássica e seus efeitos sobre a produtividade de grãos. Em uma gleba da Fazenda Retiro, na cidade de Nazareno – MG, no pré-plantio do milho safrinha, foi realizada a aplicação via solo de diferentes doses de Mo (0, 20, 40 e 60 g ha<sup>-1</sup>) presentes nos grânulos de cloreto de potássio, que foi aplicado na dose de 150 kg ha<sup>-1</sup>, da empresa Compass Minerals®. Realizou-se tratamentos culturais, como controle de plantas daninhas, pragas e doenças, pulverização de micronutrientes e adubação nitrogenada com ureia na dose de 350 kg ha<sup>-1</sup>. Foram avaliados os teores foliares de Mo, N, P, S, e Mg, peso de mil grãos (g 1000 grãos<sup>-1</sup>) e a produtividade de grãos (sacas ha<sup>-1</sup>). Inferiu-se que o aumento das doses de Mo proporciona incremento do teor foliar de N. A dose de 40 g ha<sup>-1</sup> proporcionou maior incremento nos teores foliares de P, Mg e S. Além disso, as doses de Mo influenciaram linearmente no PMS e para a produtividade de grãos foi observado resposta quadrática sendo a melhor dose de Mo na ordem de 20 g ha<sup>-1</sup>. Concluiu-se que a adubação mólbdica amplia os teores foliares de N, P, Mg e S, além de incrementar o peso de mil sementes e a produtividade.

**Palavras-Chave:** *Zea mays* L.; manejo da adubação; produtividade de grãos.

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	8
<b>2. REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	9
2.1 Importância econômica da cultura do Milho ( <i>Zea mays</i> L.).....	9
2.2 Origem da cultura do Milho ( <i>Zea mays</i> L.).....	9
2.3 Extração de nutrientes na cultura do milho .....	10
2.3 O molibdênio (Mo) na cultura do Milho .....	11
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	14
3.1 Caracterização da área experimental .....	14
3.2 Tratamentos .....	14
3.3 Manejo da cultura do milho.....	16
3.4 Análise de planta .....	16
3.5 Análise estatística .....	16
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	17
<b>5. CONCLUSÃO</b> .....	22
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	23

## 1. INTRODUÇÃO

O Brasil encontra-se na terceira posição mundial enquanto produtor de milho, atrás apenas dos EUA e da China. Tal fato evidencia a relevância da cultura para agricultura nacional, evidenciando a necessidade da busca por elevadas produtividades. No entanto, a produtividade média nacional ainda está abaixo do potencial produtivo da cultura, destacando a necessidade de melhorias no manejo para elevar as produtividades.

Entre os fatores limitantes do potencial produtivo, um dos mais relevantes é a fertilidade do solo. Visando incrementos representativos na produção e produtividade, recentemente, a cultura do milho no Brasil vivenciou inovações tecnológicas relevantes em relação à qualidade dos solos. Tal aperfeiçoamento relaciona-se ao manejo adequado que elenca rotação de culturas, plantio direto e manejo de fertilidade, calagem, gessagem, adubação equilibrada com macro e micronutrientes, emprego de fertilizantes químicos e/ou orgânicos.

Um micronutriente que é relevante no metabolismo vegetal é o molibdênio (Mo), visto que tem função essencial na assimilação do nitrato, compondo a enzima redutase do nitrato. Sua deficiência pode comprometer o metabolismo do nitrogênio (N), reduzindo o rendimento da cultura. Mesmo que sua exigência pelas plantas seja pequena, existem estudos que evidenciam respostas positivas ao emprego do Mo, mostrando possíveis deficiências deste nutriente nos solos brasileiros.

Neste sentido, objetivou-se com este trabalho avaliar a eficiência da aplicação de diferentes doses de Mo via solo juntamente à adubação potássica e seus efeitos sobre a produtividade.



## **2. REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1 Importância econômica da cultura do Milho (*Zea mays* L.)**

Na safra 2018/19, o Brasil foi classificado como o terceiro produtor mundial de milho, com 101 mil toneladas, atrás apenas dos EUA e China (FIESP, 2019). A área na safra 2018/19, é 5,3% maior que a da temporada 2017/18, com estimativa de 17.495,4 hectares e, sob influência de boas condições climáticas, possibilitou elevada produtividade média, principalmente na segunda safra.

A semeadura antecipada da soja na primeira safra, tornou possível a antecipação do cultivo de milho na segunda safra. A consequência foi a exploração da janela climática, tendo como efeito o alcance de produtividades acima da média nas principais regiões produtoras. A maior produção registrada na série histórica da CONAB de 101 mil toneladas, representa crescimento de 23,9% em relação à safra anterior (CONAB, 2019).

As estimativas iniciais para a safra 2019/20 evidenciam que as exportações de milho do Brasil saltaram para 29,5 milhões de toneladas, 15% a mais do que em 2018/19, de acordo com o mais recente “Food Outlook” da FAO. Este relatório destaca que o Brasil firmou seu célere crescimento na produção de milho, tornando-se o segundo maior exportador mundial do cereal, sendo superado somente pelos Estados Unidos. Há dez anos, o país contava com somente 1% do mercado global e, na atualidade, corresponde a 25% da quantia mundialmente comercializada (FAO, 2019).

### **2.2 Origem da cultura do Milho (*Zea mays* L.)**

Os centros de origem da cultura do milho são o México e a Guatemala, com a espiga de milho mais antiga já encontrada, do ano de 7.000 a.C., no vale do Tehucan. Essa região é onde, na atualidade, é localizado o México. O teosinto (*Zea mays* L. ssp. mexicana) ou “alimento dos deuses”, denominação dada pelos Maias, claramente é o ancestral do milho, que mediante o processo de seleção artificial realizada pelos humanos, originou o milho. O teosinto ainda é encontrado na América Central (NASCIMENTO, 2017).

A domesticação da cultura, executada pelo ser humano, foi progredindo por meio da seleção visual no campo, priorizando as principais características como produtividade, resistência às doenças e capacidade de adaptação, dentre outras, dando origem às cultivares de milho conhecidas na atualidade (NASCIMENTO, 2017).

A planta de milho (*Zea mays* L.) é anual, com metabolismo C4 e faz parte da família Poaceae. Possui caule do tipo colmo cilíndrico ereto, raiz principal fasciculada, com raízes adventícias. A parte aérea da planta pode superar 2 metros, a depender se variedade ou híbrido,

e das condições edafoclimáticas. É uma planta monoica, isto é, conta com inflorescências femininas e masculinas na mesma planta, em que as flores masculinas ou pendão localizam-se nos terminais ao colmo, e as flores femininas presentes em inflorescências do tipo espiga, inseridas entre o 6º e 9º nós (COSTA, 2018).

O ciclo da planta de milho ocorre entre 110 a 180 após a emergência, seguindo os estádios de germinação e emergência, de crescimento vegetativo, que se dá a partir da emissão da segunda folha até o início do florescimento; de florescimento, que compreende o início da polinização até a fecundação; de frutificação, da fecundação ao enchimento completo dos grãos; e, finalmente, da maturação, que engloba o enchimento dos grãos até o surgimento da camada negra (COSTA, 2018).

### **2.3 Extração de nutrientes na cultura do milho**

Entre os fatores limitantes do potencial produtivo, um dos mais relevantes é a fertilidade do solo. As doses e nutrientes a serem aplicados geralmente não são consideradas pelo produtor e, quando realizadas as aplicações, as recomendações técnicas voltadas à eficiência não são utilizadas, impedindo que a cultura alcance elevadas médias de produtividade (DOURADO NETO et al., 2015).

Considerando a relevância da cultura do milho, espera-se que o manejo e tratos culturais sejam priorizados, especialmente a nutrição da cultura, visto que a planta de milho possui elevada exigência de diversos nutrientes, em especial o nitrogênio (N). Para o alcance de elevadas médias de produtividade, é indispensável que a quantidade de nutrientes presentes na solução do solo seja suficiente, de forma a não restringir a taxa de absorção e o crescimento das plantas. Em contrapartida, uma alta concentração de nutrientes pode levar à queda no crescimento em razão da toxidez ou interferência de certos nutrientes na absorção dos demais, gerando deficiências (SILVA et al., 2017). O emprego de fertilizantes químicos opção é uma das opções eficazes para altas produtividades da cultura, sendo que as principais adubações são efetuadas na semeadura e em cobertura. Entre os nutrientes empregados nessas adubações constam o nitrogênio (N), o fósforo (P) e o potássio (K) (NPK) (SILVA et al., 2017).

Visando incrementos representativos na produção e produtividade, recentemente, a cultura do milho no Brasil vivenciou inovações tecnológicas relevantes em relação à qualidade dos solos. Tal aperfeiçoamento relaciona-se ao manejo adequado, que elenca rotação de culturas, plantio direto e manejo de fertilidade, calagem, gessagem, adubação equilibrada com macro e micronutrientes, emprego de fertilizantes químicos e/ou orgânicos. No planejamento da adubação certos critérios devem ser considerados: a) diagnose correta de análise de solo,

histórico de calagem e adubação; b) nutrientes; c) quantidades de N, P e K; d) fonte, quantidade e momento da aplicação N; e) nutrientes que podem apresentar problemas (RIBEIRO, 2014).

Acerca das exigências nutricionais nota-se que a extração de N, P, K, cálcio (Ca) e magnésio (mg) cresce de modo linear com o aumento da produtividade, e que a maior exigência da cultura se refere ao N e K, seguido de Ca, Mg e P (FERREIRA et al., 2019).

Em relação aos micronutrientes, as quantidades exigidas são muito pequenas, visto que numa produtividade de 9 toneladas de grãos/ha, são extraídos: 2.100 g de ferro, 340 g de manganês, 400 g de zinco, 170 g de boro, 110 g de cobre e 9 g de Mo (GUTIERREZ et al., 2018).

Em relação aos nutrientes exportados para os grãos lidera o P (77 a 86 %), seguido do N (70 a 77 %), enxofre (S) (60 %), Mg (47 a 69 %), K (26 a 43 %) e Ca (3 a 7 %), o que quer dizer que a incorporação de restos culturais do milho, por meio dos nutrientes presentes na palhada, permite a devolução ao solo de parte dos nutrientes (RIBEIRO, 2014).

### **2.3 O molibdênio (Mo) na cultura do Milho**

Um dos principais critérios na definição da produção de uma cultura é a adubação, em que a deficiência de um nutriente leva a diminuição da produtividade. Um micronutriente que é relevante no metabolismo vegetal é o Mo, visto que tem função essencial na assimilação do nitrato, compondo a enzima redutase do nitrato. Sua deficiência pode comprometer o metabolismo do N, reduzindo o rendimento da cultura. Mesmo que sua exigência pelas plantas seja pequena, existem estudos que evidenciam respostas interessantes ao emprego do Mo, também na cultura do milho, mostrando que há deficiências deste nutriente nos solos brasileiros (SANTOS et al., 2020).

O Mo atua no transporte de elétrons que ocorre nas reações bioquímicas das plantas, além de compor algumas enzimas, sendo as mais importantes a nitrogenase, redutase do nitrato e aldeído oxidase. No milho, a deficiência de Mo gera encurtamento de internódios, diminuição de área foliar, clorose nas folhas, além de atraso no estágio de pendramento, com a não abertura de grande proporção de flores e comprometimento da formação de pólen, reduzindo tanto a viabilidade quanto o tamanho dos grãos (SANTOS et al., 2020).

De acordo com Ferreira et al. (2001) a adubação com Mo amplia em até 3% os níveis de proteína nos grãos de milho, e tal incremento possibilita maior eficiência, especialmente quando o produto é destinado à alimentação animal, proporcionando uma maior produção com redução do consumo de alimentos.

O Mo é o micronutriente com menor presença no solo, com teores totais de  $2 \text{ mg.kg}^{-1}$ , sofrendo variações nos tipos de solos distintos de  $0,013 \text{ mg.kg}^{-1}$  a  $17,0 \text{ mg.kg}^{-1}$ , sendo que os solos originados de argilitos e granitos contam com maiores proporções deste micronutriente. O mineral primário do Mo, a molibdenita ( $\text{MoS}_2$ ), contém a maior parte do Mo terrestre. Este sulfeto é vagorosamente oxidado e transformado em íons de molibdato, que é adsorvido ao solo, principalmente a óxidos, semelhante à adsorção dos fosfatos. Deste modo, tal como ocorre com os ânions fosfato, o aumento no pH do solo também tem por consequência a dessorção do molibdato, ampliando sua disponibilidade para as plantas (AGUILAR, 2017).

O Mo é possível de ser encontrado em quatro formas, sendo estas: não disponível, imobilizado no interior da estrutura dos minerais primários e secundários; parcialmente disponível ou trocável, adsorvido nas partículas das argilas, particularmente nos óxidos de Fe e Al, na configuração  $\text{MoO}_4^{2-}$ , com sua disponibilidade dependente pH e do teor de fósforo disponível; ligado a matéria orgânica; e na forma solúvel em água (AGUILAR, 2017).

Há solos que contam com proporção suficiente deste micronutriente; porém, as deficiências são frequentes em solos que sofrem com elevadas precipitações pluviais. Mesmo com as diversas formas de Mo existentes no solo, a maior proporção não se encontra fitodisponível, com sua disponibilidade relacionada a fatores como o pH do solo e o teor de óxidos de Fe e Al. A existência de matéria orgânica, assim como de fosfato e sulfato contam com pequena influência na disponibilidade deste micronutriente (AGUILAR, 2017).

Na solução do solo o Mo se dá na forma de molibdato ( $\text{MoO}_4^{2-}$ ), que é absorvida pelas plantas. A absorção do molibdato se dá quando o pH é igual ou superior a 5,0. Neste sentido, quando se efetua a calagem, o Mo adsorvido é mobilizado e disponibilizado para o meio. Mesmo que a exigência desse micronutriente seja pequena, sua deficiência reduz o crescimento, desenvolvimento e produção (AGUILAR, 2017).

Mesmo que a demanda de Mo no milho seja de  $9 \text{ g.ha}^{-1}$  para se alcançar produtividade de  $9 \text{ t.ha}^{-1}$ . Estudos evidenciam que a adubação molíbdica tem manifestado resposta econômica e técnica para híbridos de elevada produtividade quando empregadas de  $10$  a  $20 \text{ g.ha}^{-1}$  de Mo. Porém, entre outros fatores, a quantidade de Mo disponível no solo e o momento da aplicação podem, ainda, exercer influência sobre os resultados (PICAZEVICZ, 2017).

No milho, Valentini et al. (2005) observaram incremento no teor de N nas folhas quando efetuada a adubação molíbdica e de  $50 \text{ kg.ha}^{-1}$  de N. O meio de aplicação dos micronutrientes é discutido em diversas culturas. No milho, a adubação molíbdica pode ser efetuada via sementes, diretamente no solo ou via foliar. As três formas se equivalem. Contudo, a primeira tem como efeito maior eficiência na absorção do nutriente pela planta. Contudo, segundo

Pereira et al. (2012), doses crescentes de Mo via sementes de milho podem gerar danos à qualidade fisiológica destas.

Os fertilizantes que contêm Mo podem ser aplicados em faixas ou a lanço no solo. O micronutriente é geralmente utilizado em pequenas quantidades, variando de 0,5 a 2,2 kg/ha, geralmente misturado com outros fertilizantes para que a aplicação seja realizada de modo uniforme, ou dissolvido em água e pulverizado no solo pré-plantio. O trióxido de Mo ( $\text{MoO}_3$ ) é recomendado apenas para aplicações via solo em razão de sua baixa solubilidade (KERRIGE; WHITE, 1977).

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Caracterização da área experimental

O experimento foi implantado no talhão Britador da Fazenda Retiro, localizada na cidade de Nazareno – MG, região Campo das Vertentes. A gleba localiza-se na latitude 44° 36' 39'', com altitude de 930 m, sendo o clima da região considerado tropical de altitude. Antes da implantação foi realizada análise de solo, cujos resultados são apresentados na Tabela 1. O solo da gleba é classificado como Latossolo Vermelho Amarelo, argiloso.

Tabela 1 - Análise de solo do talhão britador na profundidade de 0-20 cm.

pH	M.O.	P*	S	Ca	Mg	K	Al	CTC	V%	m%	B	Cu	Fe	Mn	Zn
CaCl <sub>2</sub>	g dm <sup>-3</sup>	mg dm <sup>-3</sup>							%	%					
5,9	4,2	13,1	23,5	3,4	1,1	0,21	0	6,5	74	0	0,3	3,6	49	49	0,9

\*P resina

Fonte: Do autor (2020)

#### 3.2 Tratamentos

Na ocasião da pré-semeadura do milho safrinha, em sucessão à safra de feijão preto, foi realizada adubação potássica na dose de 150 kg ha<sup>-1</sup> de cloreto de potássio. Nos grânulos desse fertilizante, produzido pela empresa Compass Minerals®, foram associadas diferentes doses de Mo (0, 20, 40 e 60 g). O experimento foi implantado em em esquema de faixas, com 4 repetições. Durante a análise estatística, o delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado (DIC),

Figura 1 – Divisão do talhão britador e respectivos tratamentos.



T1 – 0 g de Mo; T2 – 20 g de Mo; T3 – 40 g de Mo; T4 – 60 g de Mo.

Fonte: Do autor (2020)

Figura 2 – Aplicação de cloreto de potássio, contendo diferentes doses de molibdênio, na pré-semeadura do milho.



Fonte: Do autor (2020)

### 3.3 Manejo da cultura do milho

Durante a safrinha de milho foram realizados os tratos culturais pertinentes à cultura, sendo realizadas duas pulverizações. Na primeira, foram utilizados o herbicida mesotriona 480 g ingrediente ativo (i.a.) por litro (dose de 120 mL ha<sup>-1</sup>) em associação à atrazina 500 g L<sup>-1</sup> i.a. (dose de 4L ha<sup>-1</sup>). Utilizou-se ainda o inseticida tiametoxam (141 g L<sup>-1</sup> i.a.) na dose de 150 mL ha<sup>-1</sup> e 70 g de Cobre. Na segunda aplicação, foram utilizados o fungicida propiconazol (250 g L<sup>-1</sup> i.a.) numa dose de 120 mL.ha<sup>-1</sup>, o inseticida acefato (750 g L<sup>-1</sup> i.a.) para controle de cigarrinhas, na dose de 120 mL ha<sup>-1</sup>, 1 L de Aminoácidos (composição protegida por segredo industrial), 70 gramas de Cobre, 1 L de magnésio e 1,5 kg de complexo de micro e macronutrientes (12% N, 3% K<sub>2</sub>O, 1% Mg, 9,5% S, 2% B, 0,1% Cu, 6,5% Mn, 0,1% Mo, 9% Zn). Foi realizada também adubação nitrogenada, com ureia, na dose de 350 kg ha<sup>-1</sup>.

### 3.4 Análise de planta

Foram realizadas análises foliares para estimativa do teor de Mo. Além disso, após a colheita, foi realizada a estimativa de produtividade, por meio da colheita manual de espigas em 10 metros lineares, em pontos distintos de cada repetição. Os grãos foram trilhados e pesados, estimando a produtividade por área. Além disso, foi estimado o peso de mil sementes (PMS – g 1000 grãos<sup>-1</sup>) para cada dose de Mo.

### 3.5 Análise estatística

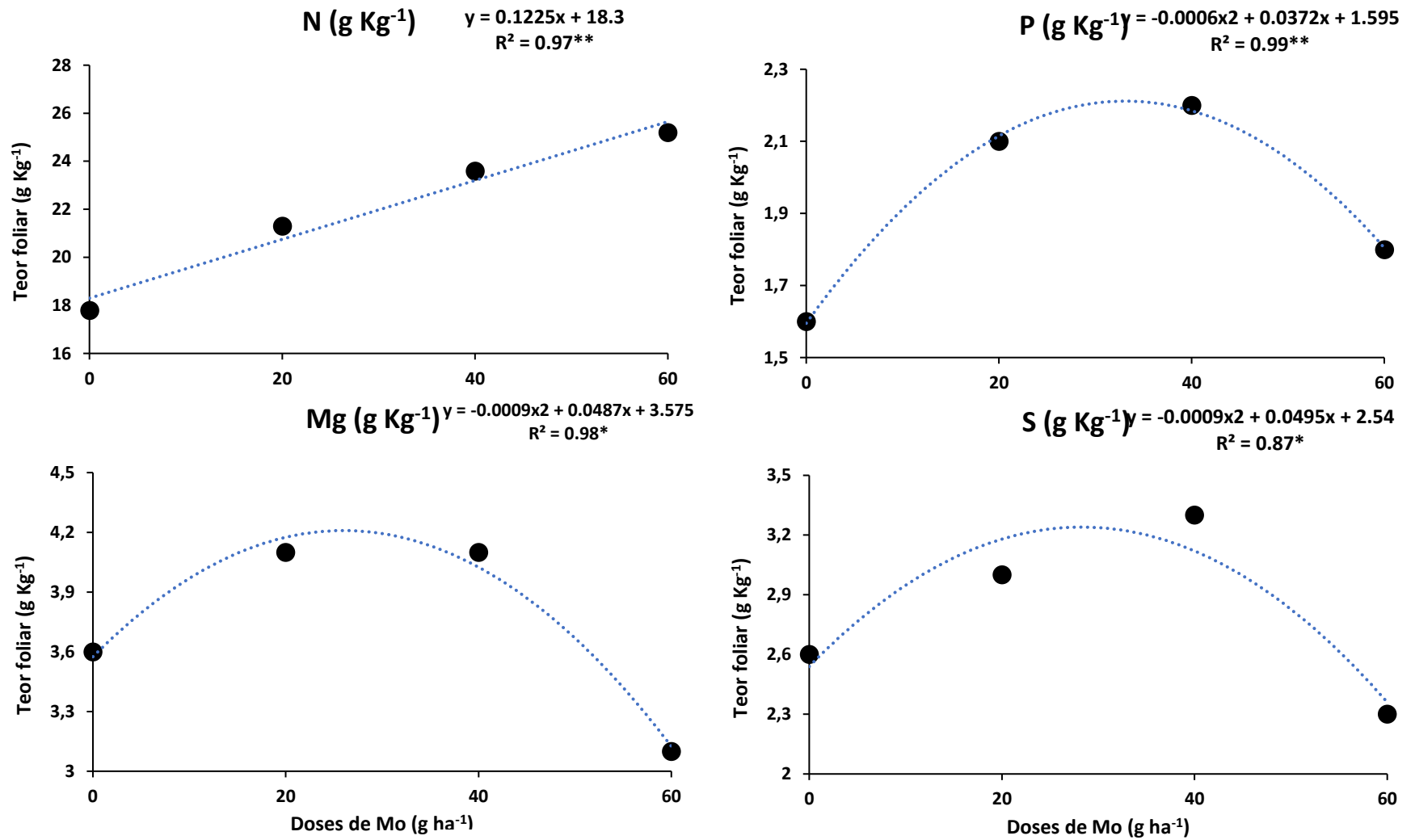
Foi realizada análise de variância e, posteriormente, análise de regressão.



#### **4. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

A figura 3 apresenta o teor foliar de nitrogênio (N), fósforo (P), magnésio (Mg) e enxofre (S) para cada dose aplicada de Mo. O nitrogênio apresentou um comportamento linear, alcançando seu máximo na dose de 60 g ha<sup>-1</sup>. Os nutrientes P, Mg e S apresentaram comportamento quadrático, alcançando seu máximo, respectivamente, na dose de 31, 27 e 27,5g ha<sup>-1</sup>. Os demais nutrientes não sofreram influência das doses aplicadas de Mo.

Figura 3- Teores foliares de N, P, Mg e S ( $\text{g Kg}^{-1}$ ) para as doses de Mo aplicadas.



Fonte: Do autor (2020)

Segundo Silva et al. (2018), uma maior concentração foliar de N se dá em razão da participação do Mo na enzima redutase do nitrato. O incremento de Mo nas plantas em razão da adubação amplia a atividade da enzima, possibilitando uma maior redução de nitrato e, como efeito, maior assimilação do N até a forma orgânica. Santos et al. (2010) também observaram crescimento no teor foliar de N em plantas de milho quando realizada a adubação molíbdica.

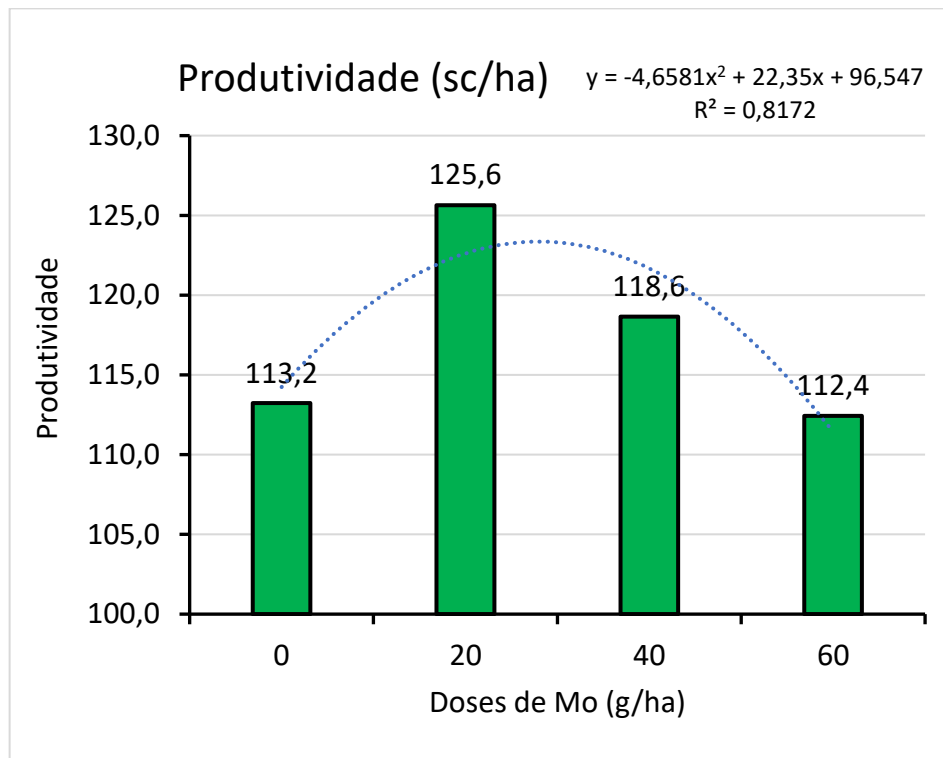
Acerca dos teores de P, Kerbauy (2012) explica que o P é componente estrutural dos ácidos nucleicos (DNA e RNA), transferidor de energia nas reações nas ligações energéticas do fosfato e pirofosfato com os açúcares, com o gliceraldeído e com as coenzimas AMP, ADP, ATP, UTP e GTP; e elemento regulador, visto que o Pi (iônico) armazenado no vacúolo é liberado no citoplasma e atua como regulador de diversas vias sintéticas. Assim, uma maior assimilação de N garante uma maior atividade celular na planta, o que leva a uma maior síntese de ácidos nucleicos, além de maior necessidade energética, exigindo maiores teores foliares de P para que as reações indispensáveis ao metabolismo vegetal ocorram.

Em relação ao Mg, Fernandes (2006) explica que as clorofilas são porfirinas magnesianas e o Mg equivale a 2,7 % do peso molecular das mesmas; corresponde a cerca de 10 % do teor total de Mg da folha. Deste modo, um maior teor foliar de Mg frente as doses de Mo explica-se pelo maior teor de N, que é componente estrutural da clorofila. Assim, um maior teor de Mo incrementa a absorção de N, que é assimilado em clorofila e, por sua vez, há uma maior exigência de Mg na área foliar para a síntese de tal molécula.

Neste trabalho foi encontrado um maior teor foliar de enxofre. Malavolta (1997) explica que tal nutriente é constituinte de aminoácidos livres, sendo estes a cisteína e metionina. Como explica Kerbauy (2012), o nitrogênio é componente estrutural das proteínas e demais compostos orgânicos constituintes da estrutura da célula. Assim, um maior teor foliar de S pode ser explicado por uma maior síntese de proteínas pela planta, em razão do maior aporte de N. Deste modo, há uma maior exigência de S para síntese dos aminoácidos supramencionados, aumentando seu teor foliar.

A figura 4 apresenta o comportamento da produtividade ( $\text{sc ha}^{-1}$ ) para cada dose de Mo aplicada. A produtividade tem um comportamento quadrático, alcançando seu máximo para a dose de  $24 \text{ g ha}^{-1}$  de Mo.

Figura 4 – Produtividade de milho (sc ha<sup>-1</sup>) para cada dose de Mo aplicada.

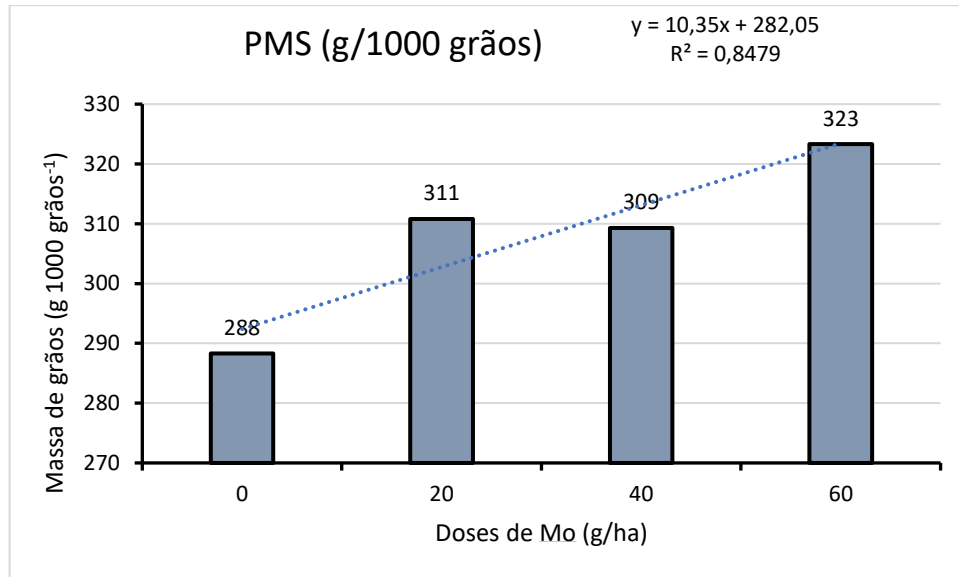


Fonte: Do autor (2020)

Silva et al. (2018) que trabalharam com doses variando de 0 a 420 g ha<sup>-1</sup> de Mo, observaram que a produtividade do milho não é intensamente influenciada pelas doses de Mo aplicadas em razão da presença de Mo no solo ou na semente em quantidades suficientes para suprir as exigências da cultura. As diferenças em relação a este trabalho podem ser justificadas por certo nível de deficiência de Mo no solo, que foi suprida pela dose de 24 g ha<sup>-1</sup>, não ocorrendo incrementos na produtividade com doses maiores, como explica a Lei dos Incrementos Decrescentes.

A figura 5 evidencia que o Peso de Mil Sementes (g 1000 grãos<sup>-1</sup>) possui comportamento linear em relação às doses de Mo utilizadas, alcançando seu valor máximo na dose de 60 g ha<sup>-1</sup>, o que demonstra a contribuição da adubação molíbdica para o incremento da massa específica dos grãos.

Figura 5 – Peso de Mil Sementes (PMS – g 1000 grãos<sup>-1</sup>) para cada dose de Mo (g ha<sup>-1</sup>) aplicada.



Fonte: Do autor (2020)

Um estudo realizado por Teixeira (2006) notou resposta quadrática para o peso de mil sementes, observou resposta quadrática para massa de 1000 grãos, que atingiram massa de 270 g a 729 g 1000 grãos<sup>-1</sup>, cujas doses utilizadas foram 0, 50, 100, 200, 400, 800 e 1.600 g ha<sup>-1</sup>. Em trabalho desenvolvido por Caioni et al. (2016) com adubação nitrogenada juntamente ao Mo nas doses 180 kg ha<sup>-1</sup> e 40 g respectivamente, alcançou-se crescimento linear para peso de 1000 grãos chegando a 254 e 262 g, respectivamente, o que evidencia os efeitos benéficos da adubação molíbdica, visto que quando realizado suprimento correto deste micronutriente as plantas tendem a assimilar melhor o N disponível, proporcionando o incremento do peso de mil sementes.

## 5. CONCLUSÃO

De acordo com os dados expostos, é possível inferir que todas as doses de Mo aplicadas proporcionaram maiores teores foliares de N. A dose de 40 g ha<sup>-1</sup> proporcionou maior incremento nos teores foliares de P, Mg e S. Além disso, as doses de Mo influenciaram linearmente no PMS e para a produtividade de grãos foi observado resposta quadrática sendo a melhor dose de Mo na ordem de 24 g ha<sup>-1</sup>.

Concluiu-se que a adubação molíbdica amplia os teores foliares de N, P, Mg e S, além de incrementar o peso de mil sementes e a produtividade.

## REFERÊNCIAS

- AGUILAR, M. A. L. **Doses e épocas de aplicação de Mo no milho-doce**. 2017. 39 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Jaboticabal, SP, 2017
- CAIONI, S. et al. Nitrogênio e Mo para milho irrigado em região de cerrado de baixa altitude. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 15, p. 418-427, 2016.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**. V. 6 - Safra 2018/19 - Décimo segundo levantamento, Brasília, p. 1-126, setembro 2019.
- COSTA, L.B.O. **Métodos de despendoamento mecânico na produção de sementes híbridas de milho**. 2018. 40 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Sementes) - Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes da Faculdade de Agronomia da Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS, 2018.
- DOURADO NETO, D. *et al.* El tratamiento de semillas de maíz con micronutrientes aumenta el rendimiento de grano. **Revista Caatinga**, Mossoró, RN, v. 28, ed. 3, p. 86-92, jul/set 2015.
- Food Outlook - Biannual Report on Global Food Markets** - FAO. Rome. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO, 2019.
- FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE SÃO PAULO– FIESP. **Safra Mundial de Milho 2019/20 - 5º Levantamento do USDA**. 5. ed. São Paulo, SP: [s. n.], set 2019.
- . FERNANDES, M.S. (ed.) **Nutrição mineral de plantas**. Viçosa: SBCS, 2006. 432p.
- FERREIRA, K. S. Crescimento e acúmulo de nutrientes em mudas de aceroleiras em função da aplicação de diferentes doses de nitrogênio e potássio. **Colloquium Agrariae**. ISSN: 1809-8215, v.15, n.2, p.37-50, 2019.
- FERREIRA, A. C. B; SANTOS, J, L; LACERDA, D, P. Características agronômicas e nutricionais do milho adubado com nitrogênio, Mo e zinco. **Scientia Agricola**, V. 9, SP, 2001.
- GUTIERREZ, A. M. *et al.* Uptake and Exportation of Micronutrients by Transgenic Cultivars of Maize Under No-tillage in the Brazilian Cerrado. **Journal of Agricultural Science**, v. 10, ed. 9, p. 304-314, 2018.
- KERBAUY, G. B. **Fisiologia vegetal**. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2012. 431 p.
- KERRIDGE, P.C; WHITE, R.E. **Aust. J. Exp. Agric. An. Husb.** V.17, p. 669-673, 1977.
- MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: CERES, 2006. 631p
- NASCIMENTO, M.R.. **Avaliação de cultivares de milho para produção de minimilho em sistema orgânico**. 2017. 79 p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, RJ, 2017.

PICAZEVICZ, A. A. C.. **Crescimento do milho em resposta a *Azospirillum brasilense*, *Rhizobium tropici*, Mo e nitrogênio**. 2017. 81 P. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Universidade Federal do Acre, Rio Branco, AC, 2017.

RANADE-MALVI, U. Interaction of micronutrients with major nutrients with special reference to potassium. Interaction of micronutrients with major nutrients with special reference to potassium. **Karnataka J. Agric. Sci**, v. 24, ed. 1, p. 106-109, 2011.

RIBEIRO, S.S Cultura do Milho no Brasil. **Revista Científica Semana Acadêmica**, [s. l.], v. 1, ed. 52, p. 1-13, 2014. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/291425590\\_Cultura\\_do\\_Milho\\_no\\_Brasil/stats#fullTextFileContent](https://www.researchgate.net/publication/291425590_Cultura_do_Milho_no_Brasil/stats#fullTextFileContent). Acesso em: 20 maio 2020.

SANTOS, M.C *et al.* Cultivo de milho com diferentes doses e épocas de aplicação de Mo. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, PR, v. 6, ed. 2, p. 5393-5402, 2020.

SANTOS, M. M.; GALVÃO, J. C. C.; SILVA, I. R.; 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, C. G. M.; MOREIRA, S. G.; LUPP, R. M.; CASTRO, G. F. de; REHAGRO, B. H. A.; SILVA, A. A. P. da. Doses de molibdênio na produtividade do milho. **Revista Agrogeoambiental**, Pouso Alegre, v. 10, n. 1, p. 47-55, 2018.

SILVA, W. C. *et al.* Resposta do milho a doses de NPK na semeadura e de N em cobertura em sistema de plantio convencional. **Revista Espacios**, [s. l.], v. 38, ed. 36, p. 21-31, 2017.

TEIXEIRA, A. R. Doses de molibdênio nas culturas do milho comum e milho-pipoca. Viçosa: UFV, 2016.