

UNIVERSIDADE BRASIL
CURSO DE AGRONOMIA

COMPORTAMENTO DA CULTURA DO MILHO SUBMETIDA À
APLICAÇÃO FOLIAR DE MOLIBDÊNIO

BEHAVIOR OF MAIZE SUBMITTED TO MOLYBDENUM
LEAF APPLICATION

Mariana Cândido da Silva

DESCALVADO
2016

MARIANA CÂNDIDO DA SILVA

COMPORTAMENTO DA CULTURA DO MILHO SUBMETIDA À
APLICAÇÃO FOLIAR DE MOLIBDÊNIO

Orientadora: Prof. Msc. Vera Lúcia Monelli Sossai

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Banca Examinadora, como parte das exigências da Matriz Curricular do Curso de Graduação em Agronomia da Universidade Brasil - Campus Descalvado – SP.

DESCALVADO

2016



CURSO DE AGRONOMIA

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

Acadêmico (a): Mariana Cândido Da Silva

Título do Trabalho: Comportamento da Cultura do Milho Submetida à Aplicação Foliar de Molibdênio

Data da avaliação pela Banca Examinadora: 24 de novembro de 2016.

Orientador (a): _____

Prof.^a Msc. Vera Lúcia Monelli Sossai

Examinador 1: _____

Prof. Dr. Fábio Mazzonetto

Examinador 2: _____

Prof.^a Msc. Maria Clara Carli

APROVADO(A) em 24/11/2016 com **Nota: 10,00**

DEDICATÓRIA

À minha família, a quem sou grata por todo esforço, compreensão e o companheirismo que me proporcionaram para chegar até aqui e acredito que farão o mesmo para que eu possa chegar além; dedico este trabalho.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus por me guiar em direção a bons caminhos junto a minha família, que apesar de algumas dificuldades existentes durante nossas vidas, Ele nos deu força e disposição para alcançarmos nossos objetivos e prosseguir nossa jornada.

Quero agradecer aos meus pais Maria Cecília e Adão que mesmo em situações difíceis fizeram o possível para proporcionar o melhor aos cinco filhos, com o intuito de nos ver felizes e seguir uma vida digna e merecedora.

Aos meus irmãos Cristofer, Rodrigo, Carolina e André que com todo o apoio, dedicação e estímulo fizeram possível a conclusão desta etapa.

A minhas cunhadas Érika e Charlene que também me apoiaram e torcem pelo meu sucesso pessoal e profissional.

Ao meu namorado Luiz Carlos que de forma especial e carinhosa me deu força e coragem, me apoiando em todos os momentos, preocupando-se até com os problemas pessoais. Obrigado por contribuir com tantos ensinamentos, tanto conhecimento, tantas palavras de força e ajuda.

À minha Orientadora: Prof. Msc. Vera Lúcia Monelli Sossai, que acreditou em mim; partilhando comigo as suas ideias, conhecimento e experiências. Quero expressar o meu reconhecimento e admiração pela sua competência profissional e minha gratidão pela sua amizade.

Aos professores: Dr. Valéria Peruca, Dr. Gabriel Peruca e Dr. Luiz Carlos Pizetta, pelo apoio, pela atenção e os esclarecimentos técnicos que foram de grande importância para este trabalho.

Ao coordenador prof^o. Dr. Fábio Mazzonetto e aos docentes do curso de Agronomia, também a todos os funcionários da Universidade, pela convivência harmoniosa, pelas trocas de conhecimento e experiências que foram tão importantes na minha vida acadêmica/pessoal. E contribuíram para o meu novo olhar profissional.

Ao profissional Carlos Alexandre de Moraes, por ter doado o produto de aplicação via foliar do experimento, bem como o acompanhamento do experimento, agradeço a atenção.

A todos os meus colegas do curso de Agronomia, que de alguma maneira tornam minha vida acadêmica cada dia mais desafiante. Peço a Deus que os abençoe grandemente, preenchendo seus caminhos com muita paz, amor, saúde, prosperidade e sucesso pessoal e profissional.

A todos que direta ou indiretamente colaboraram para a realização deste trabalho, e que de alguma forma me fizeram uma pessoa melhor do que eu era antes, muito obrigada!

“Tente uma, duas, três vezes e se possível tente a quarta, a quinta e quantas vezes for necessário. Só não desista nas primeiras tentativas, a persistência é amiga da conquista. Se você quer chegar a onde a maioria não chega, faça o que a maioria não faz”

Bill Gates

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	ix
LISTA DE FIGURAS	x
RESUMO.....	xii
ABSTRACT	xiii
1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVO.....	2
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	3
3.1 Importância sócio-econômica do milho <i>Zea mays</i>	3
3.1.1 Estádios de desenvolvimento da cultura do milho.....	4
3.2 Molibdênio	6
3.2.1 Molibdênio no solo.....	6
3.2.2 Molibdênio para cultura do milho.....	8
3.2.2.1 Adubação molibdica	8
3.2.2.2 Aplicação de Molibdênio.....	10
3.2.2.3 Deficiência de Molibdênio.....	11
4. MATERIAL E MÉTODOS	13
4.1 Características avaliadas	18
4.1.1 Inflorescência masculina	18
4.1.2 Inserção da 1 ^o espiga	18
4.1.3 Índice de Prolificidade	18
4.1.4 Peso de 10 espigas	19
4.1.5 Comprimento médio da espiga.....	19
4.1.6 Número de fileiras de grãos	20
4.1.7 Diâmetro de espiga	20
4.1.8 Diâmetro de sabugo	21
4.1.9 Peso de 1000 grãos	21
4.1.10 Rendimento de grãos	22
4.1.11 Grãos ardidos	22
4.1.12 Análise Estatística	23
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	23
6. CONCLUSÃO	27
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	28

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Caracterização dos estádios fenológicos do milho.....	5
Tabela 1. Resultados da análise de fertilidade do solo, coletada em 10 de dezembro de 2015	13
Tabela 3. Rendimento de grãos, % de grãos ardidos, peso de 1000 grãos, peso de 10 espigas e teor foliar de %N	24
Tabela 4. Índice de Prolificidade (IPC), comprimento da espiga, número de fileiras de grãos na espiga (FGE), diâmetro da espiga, diâmetro do sabugo e inserção da primeira espiga	26

LISTAS DE FIGURAS

Figura 1. Estádios fenológicos do milho	5
Figura 2. Influência do pH na disponibilidade dos micronutrientes	7
Figura 3. Área do experimento com demarcação das parcelas.....	14
Figura 4. a) Coleta de folhas; b) Acondicionamento de amostra para envio ao laboratório	14
Figura 5. Aplicação de molibdênio com o auxílio de uma bomba costal	15
Figura 6. a) Coleta de folhas; b) Separação do terço médio da folha sem a nervura; c) homogeneização da amostra e d) embalagem e identificação da amostra	16
Figura 7. a) Lavagem das folhas; b) Preparo das amostras para obtenção da matéria seca.....	17
Figura 8. Colheita manual de espigas de milho.....	17
Figura 9. Inflorescência masculina	18
Figura 10. Peso de 10 espigas	19
Figura 11. Obtenção do comprimento da espiga	19
Figura 12. Contagem do número de fileiras de grãos.....	20
Figura 13. Obtenção do diâmetro da espiga.....	20
Figura 14. Obtenção do diâmetro do sabugo.	21
Figura 15. Contagem de 1000 grãos.	21
Figura 16. Debulha manual das espigas de milho.....	22
Figura 17. a) Amostra de grãos de milho (250g); b) Amostra de grãos ardidos .	22
Figura 18. Velocidade de desenvolvimento das inflorescências masculinas, em função da aplicação de molibdênio via foliar no estágio V4	23

Figura 19. Rendimento de grãos em função da aplicação de Mo via foliar25

COMPORTAMENTO DA CULTURA DO MILHO SUBMETIDA À APLICAÇÃO FOLIAR DE MOLIBDÊNIO

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo avaliar as características agronômicas e a produtividade do milho submetido à aplicação foliar de diferentes doses de molibdênio no estágio V4, fase em que é definido o potencial produtivo do milho. O experimento foi conduzido no município de Santa Cruz das Palmeiras, estado de São Paulo em área de produtor rural; o delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com seis repetições e quatro tratamentos, sendo: 0; 0,3; 0,45 e 0,6 L.ha⁻¹ de Mo. As variáveis avaliadas foram: altura da inserção da primeira espiga, pendoamento, % de nitrogênio (N) contido na folha, comprimento das espigas, número de fileiras de grãos na espiga (NFE), diâmetro da espiga, diâmetro do sabugo, peso de 10 espigas, peso de 1000 grãos, rendimento de grãos e % de grãos ardidos. Houve efeito significativo do molibdênio sobre o rendimento de grãos; porém, com decréscimos em doses elevadas, sendo que na maior dose (0,60 L.ha⁻¹) quando comparada com a testemunha, a produtividade foi inferior em 8,56% e, de acordo com a equação linear (7915,2 - 1037,2x) estimou-se que para cada acréscimo de 0,1 L ha⁻¹ de Mo, ocorreu um decréscimo na produção de 103,72 Kg.ha⁻¹. Ao comparar as médias das diferentes doses com a testemunha, pelo teste Dunnett, não houve diferença significativa na maioria das características avaliadas, com exceção da porcentagem de grãos ardidos, e da porcentagem de nitrogênio (N) contido na folha. Nas condições em que o experimento foi conduzido e com base nas análises efetuadas, pode-se concluir que a aplicação foliar de molibdênio em doses elevadas pode ser prejudicial à cultura do milho, como consequência de uma possível ocorrência de desequilíbrio nutricional na planta, interferindo na capacidade produtiva do híbrido de milho.

Palavras-chave: *Zea mays*, adubação molibdica, produtividade.

BEHAVIOR OF MAIZE SUBMITTED TO MOLYBDENUM LEAF APPLICATION

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the agronomic characteristics and yield of maize treated with foliar applications of molybdenum at different doses during the V4 stage, the stage at which the yield potential of corn is defined. The experiment was performed in a rural agricultural region in Santa Cruz das Palmeiras, São Paulo state; the experiment was conducted in randomized blocks with four different treatments at the rate of 0; 0.3; 0.45 and 0.6 L.ha⁻¹ of Mo. The variables analyzed were: height of the plant's first ears, flowering, % leaf nitrogen (N) content, length of the ear, number of rows of grain on the ear, diameter of the ear, diameter of the cob, weight of 10 ears, weight of 1,000 grains, productivity, and % damaged kernels. Molybdenum had a significant effect on grain yield; specifically, production decreased with elevated doses. The productivity of the crop treated with the highest dose application (0.60 Lha⁻¹) was inferior by 8.56% when compared with the control. According to the linear equation (7915.2 -1037.2x), it is estimated that for each increase of 0,1 L.ha⁻¹ of Mo, there is a decrease in production by 103.72 Kg.ha⁻¹. When comparing the averages of different doses with the control using the Dunnett test, there was not a significant difference in the majority of the characteristics evaluated, with the exception of the percentage of damaged kernels and of the percentage leaf nitrogen (N). Within the conditions of this experiment, and based on the analysis, it can be concluded that the foliar application of molybdenum in elevated doses can be destructive to the maize crop, due to unbalanced nutrition in the plant, interfering with the productive capacity of the maize hybrid.

Keywords: *Zea mays*, molybdenum fertilization, productivity.

1. INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays L.*) pertence à família Poaceae, é considerado uma gramínea tropical originária do México e o terceiro cereal mais produzido no mundo. É encontrado em todos os estados brasileiros e produzido em quase todas as propriedades agrícolas, tanto na agricultura familiar quanto para exportação (FERREIRA, 2012).

A grande adaptabilidade apresentada pela cultura do milho, devido os variados genótipos, permite seu cultivo em climas tropicais, subtropicais e temperados. Apesar de ser cultivada em diversos solos, a cultura apresenta uma melhor resposta em solos bem estruturados que possua boa capacidade de infiltração, armazenamento de água e disponibilidade de nutrientes (BARROS e CALADO, 2014).

A utilização deste cereal está presente nas indústrias alimentícias, nas formas de subprodutos como óleo, farinha, amido, margarina, xarope de glicose e flocos para cereais que se faz presente na mesa da população, assim como o milho “*in natura*”; sua utilização também ganha destaque no arraçoamento de animais, em especial na suinocultura, avicultura e bovinocultura de leite, tanto na forma “*in natura*”, como na forma de farelo, ração ou silagem (TEIXEIRA, 2006).

A produção de milho é influenciada pelas características da planta, condições climáticas, condições do solo e pela adubação. No Brasil a introdução de novas variedades melhor adaptadas às nossas condições edafoclimáticas e as práticas culturais mais adequadas têm influenciado o aumento da produtividade (BARROS e CALADO, 2014).

As deficiências nutricionais na cultura do milho contribuem significativamente para a queda da produtividade e, conseqüentemente, do lucro do produtor. Os micronutrientes, apesar de serem requeridos em concentrações muito baixas são tão importantes quanto os macronutrientes para o crescimento e metabolismo das plantas (FERREIRA, 2012).

A forma de disponibilizar nutrientes às plantas pode ser realizada tanto via solo, sementes ou por meio de pulverizações foliares (TOLEDO et al., 2010). Os fertilizantes foliares são compostos por macro e/ou micronutrientes, na forma sólida com alto poder de solubilidade ou na forma líquida com objetivo de fornecer às

plantas nutrientes de absorção rápida e complementar à adubação realizada via solo (CAMARGO, 1970).

O molibdênio é um dos micronutrientes exigidos em menor quantidade pelas plantas, mas apesar disso, diferentes culturas apresentam respostas interessantes à aplicação de molibdênio (PEREIRA, 2012). Esse micronutriente exerce papel indispensável no metabolismo das plantas, dentre eles a atuação na assimilação do nitrato absorvido através da enzima nitrato redutase. Portanto, qualquer deficiência do molibdênio pode interferir no metabolismo do nitrogênio, diminuindo o rendimento das culturas (RITCHEY et al., 1986 citado por FERREIRA et al., 2001).

O nível adequado de micronutrientes nas plantas é essencial, porém ainda há a falta de conscientização por parte dos produtores sobre a importância dos micronutrientes para a produção das culturas (KIRKBY e RÖMHELD, 2007).

Na cultura do milho a deficiência de Mo resulta no atraso do pendoamento, na proporção de flores que não se abrem e na formação de pólen, tanto no tamanho do grão quanto a viabilidade (AGARWALA et al., 1979 citado por KIRKBY e RÖMHELD, 2007), podendo também interferir em outras características e influenciar na produção.

2. OBJETIVO

O objetivo desse trabalho foi avaliar o comportamento de um híbrido de milho, quando submetido a diferentes doses de molibdênio, avaliando as seguintes características: altura da inserção da primeira espiga, pendoamento, % de nitrogênio (N) contido na folha, comprimento das espigas, número de fileiras de grãos na espiga, diâmetro da espiga, diâmetro do sabugo, peso de 10 espigas, peso de 1000 grãos, rendimento de grãos e % de grãos ardidos.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Importância sócio-econômica do milho *Zea mays L.*

O milho é uma planta monóica, ou seja, possui os órgãos masculinos e femininos na mesma planta em inflorescências diferentes. Sua classificação botânica pertence à ordem Gramineae, família Poaceae, gênero *Zea* e espécie *Zea mays L.* (BARROS e CALADO, 2014).

É uma das principais culturas em muitos países, sendo responsável por grande parcela da produção mundial de cereais (COELHO et al., 1988). O Brasil ocupa a terceira posição entre os países que mais produzem milho, após os Estados Unidos e a China (VIANA, 2016).

Segundo Fancelli e Dourado Neto (2004) o milho tem papel socioeconômico de grande importância devido suas diversas aplicações como, na alimentação humana ou animal e também por constituir-se como matéria-prima de vários complexos agroindustriais. E devido o seu potencial produtivo, a sua composição química e o valor nutritivo, o milho constitui um dos mais importantes cereais cultivados e consumidos no mundo.

Para o bom desenvolvimento da cultura do milho são necessários: temperatura alta, por volta de 24 e 30°C, disponibilidade adequada de água no solo, uma radiação solar elevada e o fornecimento adequado de nutrientes; assim a cultura pode expressar seu potencial produtivo quando cultivada em condições favoráveis (NUNES, 2016).

A produção de milho no Brasil tem-se dividido em duas épocas de plantio, a primeira safra ocorre na época tradicional, durante o período chuvoso; e o milho safrinha é aquele de sequeiro cultivado de janeiro a março em sucessão à cultura de verão sob condições ambientais peculiares, especialmente baixas temperaturas, e pouca disponibilidade de água no solo (DUARTE, 2015).

Segundo Duarte et al. (2011) a produção brasileira de milho em grãos tem dois destinos: o consumo no estabelecimento rural, que se refere ao milho destinado ao consumo animal e também ao consumo humano; e à oferta do produto no mercado consumidor, comercializados com destino as indústrias, exportação e até mesmo para o consumo '*in natura*'.

No Brasil, o milho é plantado principalmente nas regiões Centro-Oeste, Sudeste e Sul. O principal destino da safra são as indústrias, onde o grão é transformado em óleo, farinha, amido, margarina, xarope de glicose e flocos para cereais; e também utilizado na fabricação de rações para animais (MAPA, 2015).

A produção nacional de milho, em 2014/15, está distribuída nas regiões Centro-oeste, com 43,9%, Sul, 30,6%, e Sudeste, 13,7%. Os principais estados produtores, Mato Grosso, Paraná, Mato Grosso do Sul, Goiás, Minas Gerais, Rio Grande do Sul e São Paulo, que respondem por 83,5% da produção nacional. No Centro-oeste, a liderança é de Mato Grosso, seguido por Mato Grosso do Sul, no Sul a liderança é do Paraná e no Sudeste de Minas Gerais (MAPA, 2015).

Para a safra de milho 2014/2015 a produção brasileira foi calculada em aproximadamente 84,7 milhões de toneladas. Já a produção da safra 2015/2016, apresentou um decréscimo de 20,2% em relação à produção de anterior (CONAB, 2016).

Segundo o MAPA (2015) o milho de segunda safra registrou 54,5 milhões de toneladas em 2014/2015, avanço de 12,6% sobre a produção do ciclo anterior.

Apesar do expressivo ganho de área na safra 2015/2016 (10,3%), totalizando em 10,5 milhões de hectares, a queda de produtividade causada pelo estresse hídrico, impactou fortemente a produção, apresentando redução de 24,7% em relação à safra 2014/2015 (CONAB, 2016).

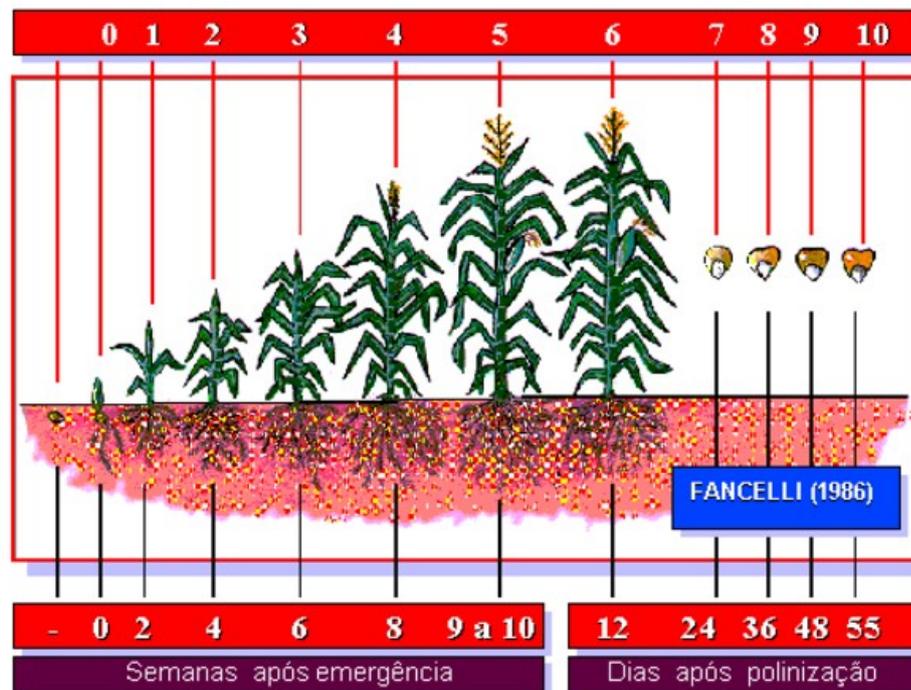
3.1.1 Estádios de desenvolvimento da cultura do milho

Em função da caracterização do híbrido, o ciclo da cultura pode variar de 110 a 180 dias. A Tabela 1 e a Figura 1 apresentam os diferentes estádios fenológicos da cultura do milho. Os estádios vegetativos são determinados quando a folha se encontra totalmente expandida e com a união da lamina-bainha visível, ou seja, quando 50% das plantas apresentarem com a mesma descrição (FANCELLI, 1986).

Tabela 1. Caracterização dos estádios fenológicos do milho.

Fase vegetativa	
V0 / VE	Germinação/ Emergência - embebição, digestão de substâncias de reserva do cariópse, divisão celular, divisão celular e crescimento das raízes seminais
V2	Emissão da 2ª folha - duas folhas totalmente expandias, emissão das raízes primárias, início do processo fotossintético
V4	Emissão da 4ª folha - definição do potencial produtivo
V6	Emissão da 6ª folha - desenvolvimento do pendão, crescimento do diâmetro do colmo, definição do número de fileiras de grão na espiga
V8	Emissão da 8ª folha - início da definição da espessura do colmo e da altura da planta
V12	Emissão da 12ª folha - início da definição do número e tamanho da espiga
V14	Emissão da 14ª folha
Fase Reprodutiva	
VT	Emissão do pendão e abertura das flores masculinas
R1	Florescimento - início da confirmação da produtividade
R2	Grão leitoso
R3	Grão pastoso
R4	Grão farináceo
R5	Grão farináceo duro
R6	Maturidade Fisiológica - máximo acúmulo de matéria seca e vigor da semente, ponto preto na base do grão

Fonte: Fancelli, 1986.

**Figura 1.** Estádios fenológicos do milho.

Fonte: FANCELLI e NETO CAMARDO, 2004.

O ponto de maturidade fisiológica caracteriza o ponto de máxima produção, apresentando em torno de 30 a 38% de umidade, variando de acordo com o híbrido. A colheita do milho pode ocorrer em torno de 18 a 25% de umidade desde que o produto colhido seja submetido a uma secagem artificial antes de ser armazenado (MAGALHÃES, 2002). Na colheita manual, a operação deve ser realizada tardiamente, pois na falta de estrutura de secagem, o produtor aguarda a secagem natural no campo, até atingir 13,5 a 14% de umidade (SANTOS, 2009). Sendo que para condições de armazenamento os grãos devem apresentar de 13 a 15% (MAGALHÃES, 2002).

3.2 Molibdênio

O Molibdênio (Mo) é um micronutriente aniônico originário de rochas que o possuem em sua composição. O molibdênio (Mo) junto com ferro, o zinco, o cobre, o manganês e o boro, são principais micronutrientes exigidos pelas plantas superiores (CAMARGO e SILVA, 1975).

Este elemento está associado às enzimas nitrogenase, redutase do nitrato, oxidase da xantina, oxidase do aldeído e oxidase do sulfato; que catalisam reações diversas, participando em processos de transferência eletrônica (NICHOLAS, 1975 apud MALAVOLTA, 2006).

As enzimas nitrogenase e nitrato redutase são as mais importantes perante o ponto de vista agrícola devido ao papel significativo do molibdênio para a fixação do nitrogênio pelas bactérias, no caso das leguminosas e também na atuação da metabolização do nitrogênio nas plantas (JACOB NETO e ROSSETO, 1998).

O Mo está presente nas plantas em menor concentração, considerando que menos de 1 mg.kg^{-1} de matéria seca já é suficiente para suprir as plantas e apesar de ser requerido em menor quantidade, sua ausência pode ser um fator limitante para a produção (KIRKBY e RÖMHELD, 2007).

3.2.1 Molibdênio no solo

Os micronutrientes são determinados pelos minerais existentes nas rochas de origem e pela intensidade do processo de intemperismo (DENNIS et al., 1982). O teor de molibdênio no solo é consequência principalmente da rocha mãe: rochas

básicas $1,4 \text{ mg.kg}^{-1}$, ácidas 1 mg.kg^{-1} , sedimentares 2 mg.kg^{-1} ; folheiros não pirídicos – semelhantes às ígneas, folheiros pretos betuminosos até 70 mg.kg^{-1} (MALAVOLTA, 2006).

A disponibilidade de Mo para a nutrição das plantas é afetada normalmente em solos com baixo teor total, em solos ácidos, solos ricos em F_2O_3 ou em matéria orgânica (MALAVOLTA, 1980).

Segundo Dennis et al. (1982) o pH do solo é um dos fatores que mais influenciam na disponibilidade de Mo quando presente, pois, diferentemente de todas as outras deficiências de micronutrientes, a de Mo está associada com condições de pH do solo baixo e não alto (Figura 2).

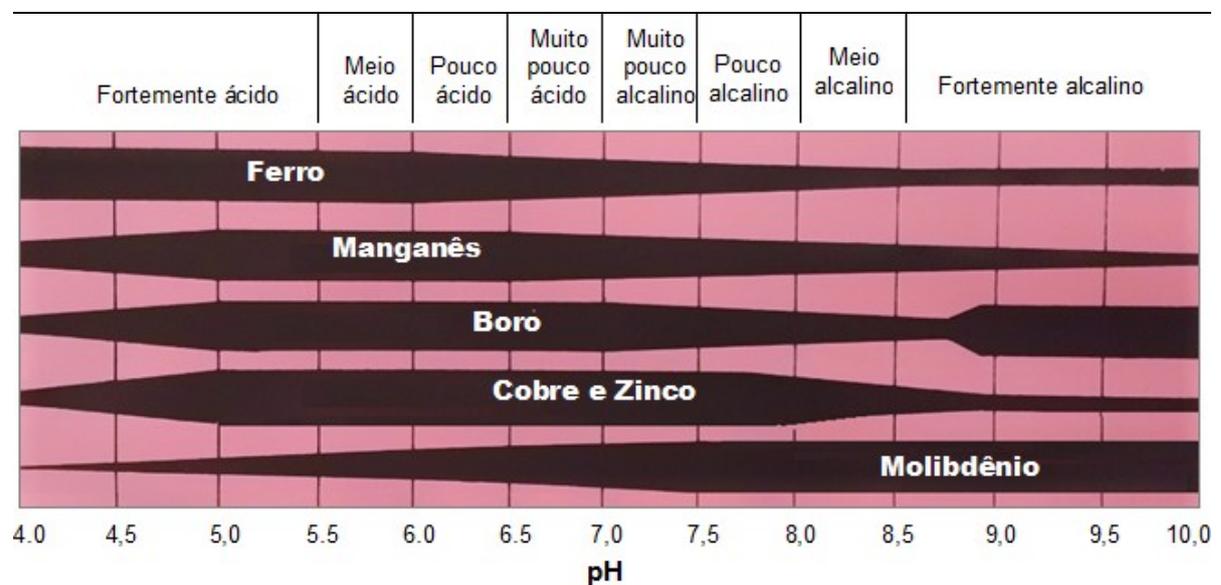


Figura 2. Influência do pH na disponibilidade dos micronutrientes.

Fonte: Denis et al. (1982).

Incomum entre os micronutrientes por ser um ânion no solo, o Mo tem a disponibilidade aumentada com o pH. (MALAVOLTA, 2006). Com isso ocorre a forte adsorção de ânions em baixo pH, onde a disponibilidade de Mo pode ser limitada, resultando na deficiência deste micronutriente (KIRKBY e RÖMHELD, 2007).

Os solos brasileiros apresentam possíveis limitações no suprimento de molibdênio, com isso, diferentes culturas têm apresentado respostas interessantes a aplicação de molibdênio (PEREIRA, 2010).

Segundo Jacob Neto e Rosetto (1998), nas condições brasileiras predominam solos ricos em óxidos de ferro e de alumínio, ácidos, com pouca disponibilidade de

Mo. Quando o solo apresenta o pH abaixo da faixa de cinco, o molibdênio é inativado com a formação de molibdatos de ferro e alumínio, já em faixa intermediária, o aumento da alcalinidade favorece a oxidação para o sal MoO_4 (DENNIS et al., 1992).

Kirkby e Römheld (2007) afirmam que a concentração média de $1 \times 10^{-6} \text{ g.L}^{-1}$ de Mo na solução do solo, pode-se calcular que cerca de 80% da necessidade das plantas pode ser suprida para as raízes por fluxo de massa já que a necessidade deste nutriente é relativamente baixa para as plantas. Porém Malavolta (2006) considera o teor de $0,2 \text{ mg.kg}^{-1}$ adequado.

Em solos brasileiros o teor total de Mo varia entre 0,5 e 5 ppm. e o disponível vai de 0,1 – 0,25 ppm. (MALAVOLTA, 1980). O Mo solúvel encontra-se entre 0,2 - 10 mg.dm^{-3} (MALAVOLTA, 2006).

A determinação de Mo presente no solo quando comparada com os outros micronutrientes é a que mais apresenta dificuldades devido às suas características, bem como as quantidades presentes no solo (FERREIRA et al., 2001).

Os teores de Mo nos horizontes superficiais do estado de São Paulo em solos classificados como Latossolo Vermelho – Amarelo são relatados em $2,42 \text{ mg.ha}^{-1}$ total e $0,05 \text{ mg.ha}^{-1}$ solúvel (BAGATAGLIA et al., 1976 citado por MALAVOLTA, 2006). A concentração do molibdênio na camada arável do solo pode variar de 2 kg.ha^{-1} ou menos (DENNIS et al. 1982).

3.2.2 Molibdênio para a cultura do milho

3.2.2.1 Adubação molibdica

As culturas também requerem quantidades adequadas de micronutrientes assim como os macronutrientes para que possam cumprir suas funções específicas na formação da produção, na qualidade do produto e também na resistência aos estresses. E para alcançar os tetos produtivos que os atuais materiais permitem é necessário o suprimento adequado tanto de macro quanto de micronutrientes, entre o qual se destaca o molibdênio (ALVIM et al. 2010).

O molibdênio é um dos micronutrientes exigido em menor quantidade pelas plantas, mas que tem papel importante (SANTOS, 2008). Embora este valor seja baixo, sua deficiência pode interferir diretamente no crescimento e desenvolvimento

da planta e na produção de grãos por meio do metabolismo do nitrogênio, visto que o micronutriente é componente da enzima nitrato redutase (MARSCHNER, 1995 citado por ALVIM et al., 2010).

As concentrações adequadas de molibdênio para o crescimento das plantas está entre 0,6 e 10 mg.kg⁻¹ (DECHEN E NACHTIGALL, 2006 citado por FERREIRA 2010).

No metabolismo das plantas, o molibdênio torna-se indispensável para contribuir na assimilação do nitrato absorvido, atuando na enzima nitrato redutase (NR). Quando o nitrogênio é absorvido na forma de NO₃⁻, o molibdênio é fundamental, pois a enzima nitrato redutase cataliza a redução biológica do NO₃⁻ a NO₂⁻, para a assimilação do nitrogênio (SANTOS et al., 2004).

Coelho e França (1995) evidenciam que para a cultura do milho a produção de 9 t de grãos/ha são extraídos: 2.100 g de ferro, 340 g de manganês, 110 g de cobre, 400 g de zinco, 170 g de boro e 9 g de molibdênio. Entretanto, a deficiência de um deles pode ter tanto efeito na desorganização de processos metabólicos quanto à deficiência de um macronutriente como, por exemplo, o nitrogênio.

O molibdênio utilizado pelas plantas pode ser originado do próprio solo ou resultante da aplicação de produtos químicos e/ou, orgânicos que o contenham em sua composição. Em casos de prevenir ou minimizar as deficiências desse micronutriente nas plantas existe algumas fontes de molibdênio, podendo variar na sua forma física, reatividade química, custo, eficiência e até mesmo o teor do nutriente (FERREIRA, 2010).

A eficiência da adubação além de ser influenciada por fatores externos, também está relacionada com o método de aplicação, seja ele via solo, folha ou semente. E dentre os meios de aplicação a adubação foliar torna-se de grande valia devido à capacidade das plantas absorverem nutrientes através das folhas, além de proporcionar menores perdas com insumo (FABRIS et al., 2013).

Ferreira (2001) relata que as plantas podem não expressar respostas a aplicação de molibdênio devido o teor deste nutriente no solo ser o suficiente para o desenvolvimento da cultura. A reserva de Mo contida nas sementes também pode ser considerada um dos motivos, considerando que teor de 0,08 mg kg⁻¹ de Mo nas sementes de milho é o suficiente para possibilitar o crescimento e desenvolvimento normal das plantas. WEIR e HUDSON, 1982 citado por FERREIRA (2001).

3.2.2.2 Aplicação de Molibdênio

Quanto aos métodos de aplicação, os micronutrientes podem ser aplicados no solo, na parte aérea das plantas, principalmente através da adubação foliar, nas sementes e através da fertirrigação (COELHO e FRANÇA, 1995).

A adubação foliar é empregada para a correção ou prevenção de deficiências de macro ou micronutrientes, quando as mesmas comprometem a produção e qualidade, complementando ou substituindo o fornecimento via solo (MALAVOLTA, 2006). Esse método de aplicação não substitui totalmente o fornecimento de adubos ao solo. No entanto, possui a incontestável vantagem de servir como complemento ou suplemento da adubação radicular, podendo gerar, desta forma, maior produção (VEDOVATO e FINAMORE, 2016)

Campo et al. (1999) relatam que aplicação de Mo via foliar pode ser realizada de modo isolado ou também pode ser aplicada em conjunto com herbicidas em pós-emergência, inseticidas.

Porém, além do modo de aplicação existem fatores externos como a luz, a disponibilidade de água no solo, a temperatura, a umidade atmosférica e o vento, que influenciam na absorção foliar de nutrientes minerais (CAMARGO e SILVA, 1975).

A época de aplicação do molibdênio também é um dos fatores que influenciam em uma aplicação eficiente. Na cultura do milho, o estágio V4 (planta com quatro folhas totalmente desdobradas), que normalmente coincide com a segunda semana após a emergência da planta, tem início da diferenciação floral, o qual origina os primórdios da panícula e da espiga, bem como define o potencial de produção (FANCELLI e DOURADO NETO, 2004).

Segundo Favarin et al., (2008), em geral, aplicação via foliar deve ocorrer de 15 à 30 dias após a emergência. Para o milho, o potencial de produção é definido precocemente, por ocasião da emissão da 4ª folha, podendo se estender até a 6ª folha (Fancelli, 1986). Araújo et al. (1996) verificaram que a melhor época de aplicação por via foliar desse micronutriente no milho foi aos 15 dias após a emergência (DAE).

Campo e Hungria (2002) comentam sobre os diversos estudos realizados por Campo et al. (1999) em que a aplicação foliar isolada de Mo ou em conjunto com herbicidas pós-emergentes, baculovírus ou inseticidas para lagartas, nos estádios

V4 e V5 da cultura, apresentaram resultados similares aos da aplicação nas sementes.

Para Teixeira (2006), o milho comum teve a altura das plantas influenciada, atingindo o valor máximo quando a aplicação foi realizada aos 15 dias (DAE) com a dose de 420 g.ha⁻¹.

Pessoa et al. (2001) obtiveram em seu experimento a máxima eficiência técnica com dose de 80 g ha⁻¹ de Mo realizada aos 25 dias (DAE) a produtividade estimada de 1.893 kg ha⁻¹.

Ferreira et al. (2001) relatam a ausência de resposta à adubação molibdica quando realizada aos 45 dias (DAE), evidenciando que uma das causas talvez seria uma época tardia para a correção de possíveis deficiências.

As folhas velhas têm menor capacidade de absorção, pois dispõem de menos energia para a fase de ativa de absorção por respirar menos e, portanto, sintetizar menos ATP (MALAVOLTA, 2006). A absorção de nutrientes em solução aquosa é muito mais intensa nas folhas novas do que nas adultas e nas velhas. É que as folhas novas estão em alta atividade metabólica, consumindo nutrientes nos processos de síntese de matéria orgânica (CAMARGO e SILVA, 1975).

3.2.2.3 Deficiência de Molibdênio

O milho apresenta baixa sensibilidade à deficiência do molibdênio, mas sua deficiência pode ter efeito tanto na desorganização de processos metabólicos e redução da produtividade da cultura, como a deficiência de qualquer macronutriente principal (BARROS e CALADO, 2014).

Alvim et al., 2010 relatam que segundo Marschner (1995) a deficiência de molibdênio é freqüentemente observada em milho desenvolvido em solos minerais com grande quantidade de óxidos hidratados de ferro reativos e, portanto, com alta capacidade para adsorver íons molibdato (MoO₄²⁻).

O teor de molibdênio considerado crítico para a cultura do milho é de 0,2 mg.kg⁻¹ de matéria seca na folha diagnose (terço médio da primeira folha oposta e abaixo da espiga), e que menos que 0,1 mg kg⁻¹ a planta encontra-se deficiente (GUPTER, 1997 citado por PEREIRA, 2010). Quando o Mo está deficiente acumula-se nitrato atingindo a concentração de 15% da matéria seca. Se por outro lado

houver bloqueio na redução do NO_2^- a amônia (NH_3) o nitrato inibi a ação da redutase do nitrato (MALAVOLTA, 2006).

Os sintomas iniciais de carência em geral se apresentam nas folhas velhas ou de meia idade fisiológica: clorose que lembra a falta de N, encurvamento; em casos agudos a lâmina foliar não se forma, ficando apenas a nervura principal (MALAVOLTA, 1980). Segundo Kirkby e Römheld (2007) os sintomas de deficiência de Mo diferem entre as espécies de plantas, mas o mosqueado internerval, clorose marginal das folhas mais velhas e enrolamento para cima das margens das folhas são todos sintomas típicos. À medida que a deficiência progride, aparecem manchas necróticas nas pontas e nas margens das folhas, as quais são associadas com altas concentrações de nitrato no tecido.

Pessoa et al. (2001) relatam que o metabolismo do nitrogênio pode ser seriamente prejudicado em plantas submetidas à deficiência de molibdênio, pelo seu envolvimento nas enzimas redutase do nitrato e nitrogenase.

Em várias culturas, a deficiência de Mo parece afetar mais a fase reprodutiva do que o crescimento vegetativo. Quando ocorre deficiência de Mo em grãos de milho, o risco de brotação prematura aumenta e este efeito é acentuado pela aplicação de N (TANNER, 1978 citado por KIRKBY e RÖMHELD, 2007).

No milho os sintomas iniciais na parte inferior da planta são pequenas manchas brancas nas nervuras maiores, encurvamento do limbo ao longo da nervura principal (MALAVOLTA E DANTAS, 1985 citado por COELHO E FRANÇA, 1995).

Em plantas cultivadas em que o nitrato é a principal fonte de nitrogênio, os sintomas de deficiência de Mo são semelhantes em muitas plantas. Geralmente eles aparecem nas folhas mais velhas e progridem para as partes mais novas das plantas (CAMARGO e SILVA, 1975). As plantas supridas com N-NH_4 apresentam requerimento de Mo muito mais baixo do que aquelas supridas com NO_3 e os sintomas de deficiência de Mo são menos severos ou até mesmo ausentes em comparação com plantas que receberam este último (KIRKBY e RÖMHELD, 2007).

Em plantas de milho apresentando deficiência de molibdênio, o estágio de pendoamento é atrasado, uma grande proporção de flores não se abre e a formação de pólen, tanto em termos de tamanho do grão quanto de viabilidade, é grandemente reduzida (AGARWALA et al., 1979 citado por PERREIRA,2010).

Ferreira (2012) relata que as plantas de milho com sintomas de deficiência de molibdênio (Mo) apresentaram uma diminuição no porte e relata que em sua pesquisa ocorreu um ‘desbotamento’ internerval nas folhas mais novas, surgindo na base e progredindo em direção ao ápice e em algumas plantas; já as folhas mais novas começavam um ‘encarquilhamento’ que surgia no ápice e fazia as folhas se enrolarem nas pontas, não enrolando a base.

Segundo Büll e Cantarella (1993) a ação mais pronunciada do molibdênio no milho talvez esteja na qualidade da semente, com reflexos praticamente em todas as fases de desenvolvimento da cultura. Em algumas variedades de milho, pode ocorrer uma germinação prematura de grãos nas espigas, antes da colheita, principalmente em plantas bem supridas com nitrogênio.

4. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento com híbrido de milho foi conduzido no Sítio São Luis, em área de produtor rural, localizada no município de Santa Cruz das Palmeiras, estado de São Paulo. O local de ensaio está caracterizado pelas coordenadas geográficas 21°46’48” S de latitude sul e 47°13’29” O de longitude oeste. O solo foi classificado como Latossolo Vermelho Amarelo, textura média, no qual a instalação anterior foi à cultura de cana-de-açúcar. Anteriormente a instalação do experimento na área foram coletadas amostras simples de solo na profundidade de 0-20 cm, para a constituição de uma amostra composta. Os resultados da análise química encontram-se na Tabela 2.

Tabela 2. Resultados da análise de fertilidade do solo, coletada em 10 de dezembro de 2015

Ph	MO	P	K	Ca	Mg	H+Al	CTC	SB	V
CaCl ₂	g.dm ⁻³	mg.dm ⁻³	mmolc.dm ⁻³						%
5,3	16	28	3,8	25	8	31	68	37	54

Fonte: Laboratório IBRA.

A semeadura foi realizada em 14 de janeiro de 2015 através do plantio mecanizado, sendo utilizado o híbrido 2B655PW precoce e de porte médio, com boa tolerância ao estresse hídrico e indicação para plantio de verão e safrinha,

apresentando tolerância a insetos da ordem lepidóptera e ao herbicida glifosato. Por ocasião do plantio, foi realizada uma adubação com 04-14-08 (625 kg.ha^{-1}).

A área experimental foi demarcada e identificada, constituindo-se 24 parcelas (Figura 3).



Figura 3. Área do experimento com demarcação das parcelas.

Fonte: Arquivo Pessoal.

Antecedendo a aplicação do molibdênio via foliar foi realizada uma coleta de amostras de folhas (Figura 4) para análise química, determinação de N contido na planta.



Figura 4. a) Coleta de folhas; b) Acondicionamento de amostra para envio ao laboratório.

Fonte: Arquivo Pessoal.

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com seis repetições e quatro tratamentos com diferentes dosagens de Mo, utilizando um fertilizante mineral simples da Biometal, que é um nutriente vegetal, encontrado totalmente na forma de um quelato de aminoácido. O tratamentos aplicados foram $0,00 \text{ L.ha}^{-1}$ (T1- testemunha), $0,30 \text{ L.ha}^{-1}$ (T2- dose recomendada), $0,45 \text{ L.ha}^{-1}$ (T3- 50% acima da

dose recomendada) e $0,60 \text{ L}\cdot\text{ha}^{-1}$ (T4- 100% acima da dose recomendada). A aplicação manual (Figura 5) foi realizada no estágio V4, com 68% UR, utilizando-se de uma bomba costal de 20 litros, com vazão calculada de $300 \text{ L}\cdot\text{ha}^{-1}$, objetivando uma correta distribuição do adubo foliar. No mesmo dia também ocorreu a adubação de cobertura em todas as parcelas com a formulação 20-00-20 ($400\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$).



Figura 5. Aplicação de molibdênio com o auxílio de uma bomba costal.

Fonte: Arquivo Pessoal.

No momento em que as parcelas apresentavam 70% das plantas com inflorescência feminina, foi realizada uma nova coleta de amostras de folhas para análise química (Figura 6a), seguindo critérios de que na cultura do milho, a amostragem utilizada para avaliar o estado nutricional é composta pelo terço basal da folha oposta e abaixo da primeira espiga, excluída a nervura central (Figura 6b), coletada por ocasião da inflorescência feminina (PEREIRA, 2010 citado por MARTINEZ, CARVALHO e SOUZA, 1999). Conforme indicado por Coelho e França (1995), coleta-se 30 folhas por hectare quando 50 a 75% das plantas apresentarem inflorescência feminina (embonecamento). Após a coleta de folhas de cada parcela as amostras foram homogeneizadas (Figura 6c), embaladas e identificadas (Figura 6d).



Figura 6. a) Coleta de folhas; b) Separação do terço médio da folha sem a nervura; c) homogeneização da amostra; d) embalagem e identificação da amostra.

Fonte: Arquivo Pessoal.

O material amostrado foi lavado em água corrente, banhado em água destilada (Figura 7), seco em estufa à 65°C por 72 horas, com posterior processamento no moinho e envio ao laboratório.

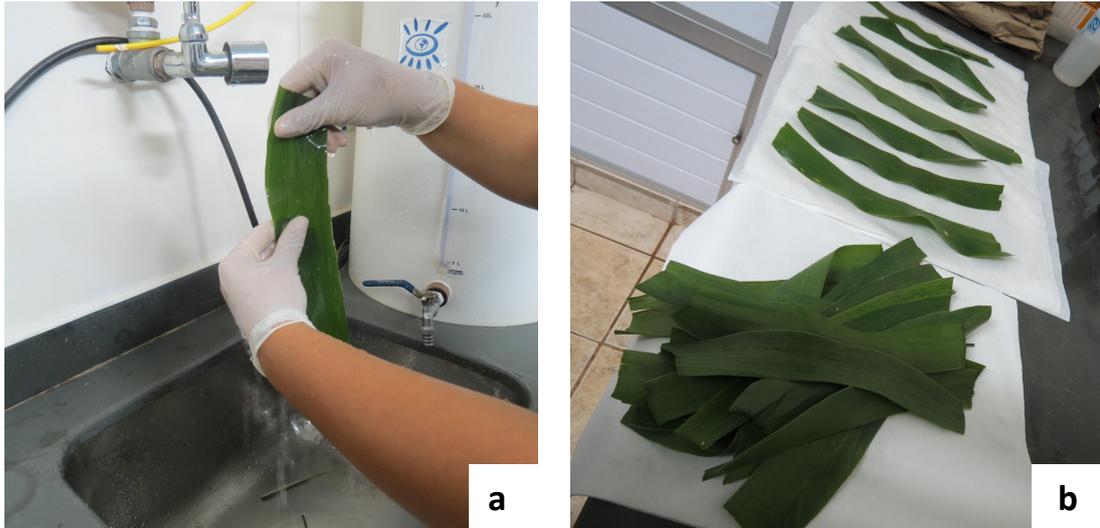


Figura 7. a) Lavagem das folhas; b) Preparo das amostras para obtenção da matéria seca.

Fonte: Arquivo Pessoal.

A precipitação registrada durante o ciclo da cultura (14/01/15 a 28/06/15) foi de 889 mm e para o controle plantas daninhas foi utilizado os herbicidas: Atrazina (4 L.ha^{-1}), Soberam ($0,2 \text{ L.ha}^{-1}$) + Óleo Áureo ($0,2 \text{ L.ha}^{-1}$).

Quando os grãos atingiram 14,45% de umidade, o experimento foi colhido (Figura 8), obtendo-se o rendimento de grãos e % de grãos ardidos.



Figura 8. Colheita manual de espigas de milho.

Fonte: Arquivo Pessoal.

4.1. Características avaliadas

4.1.1 Inflorescência masculina

Foram observadas desde a início do estágio Vt, onde ocorreu a contagem da emissão dos pendões (Figura 9) eventuais interferências no pendoamento.



Figura 9. Inflorescência masculina.

Fonte: Arquivo Pessoal.

4.1.2. Inserção da 1ª espiga

A altura da inserção da primeira espiga foi obtida medindo-se a distância da planta rente ao solo até o ponto de inserção da primeira espiga, com o auxílio de uma trena métrica.

4.1.3. Índice de Prolificidade

O Índice de prolificidade (IPC) foi obtido pelo quociente entre o número de espigas e o stand final:

$$\text{IPC} = \frac{\text{N}^\circ \text{ DE ESPIGA}}{\text{STAND FINAL}}$$

4.1.4. Peso de 10 espigas

Utilizando-se de uma balança mecânica com capacidade máxima de 7 kg, pesou-se dez espigas selecionadas aleatoriamente em cada parcela (Figura 10).



Figura 10. Peso de 10 espigas.

Fonte: Arquivo Pessoal

4.1.5. Comprimento médio da espiga

As espigas selecionadas foram identificadas, sendo obtido o comprimento de cada unidade com o auxílio de uma trena métrica (Figura 11).



Figura 11. Obtenção do comprimento da espiga.

Fonte: Arquivo Pessoal.

4.1.6. Número de fileiras de grãos

Foi realizada a contagem do número de fileiras com posterior estimativa da média de dados (Figura 12).



Figura 12. Contagem do número de fileiras de grãos.

Fonte: Arquivo Pessoal.

4.1.7. Diâmetro de espiga

Com o auxílio de um paquímetro, foram medidas as 10 espigas de cada unidade experimental, obtendo-se o diâmetro médio (Figura 13).



Figura 13. Obtenção do diâmetro da espiga.

Fonte: Arquivo Pessoal.

4.1.8. Diâmetro de sabugo

Com a parte central da espiga debulhada pôde-se obter o diâmetro do sabugo (Figura 14).



Figura 14. Obtenção do diâmetro do sabugo.

Fonte: Arquivo Pessoal.

4.1.9. Peso de 1000 grãos

Após as espigas terem sido debulhadas, foram contados mil grãos de cada parcela, utilizando-se de uma balança de precisão para a pesagem dos mesmos (Figura 15).



Figura 15. Contagem de 1000 grãos.

Fonte: Arquivo Pessoal.

4.1.10. Rendimento de Grãos

A debulha das espigas ocorreu com o auxílio do debulhador mecânico (Figura 16), com posterior peneiramento e pesagem dos grãos, obtendo-se o peso total de grãos de cada unidade experimental.



Figura 16. Debulha manual das espigas de milho.

Fonte: Arquivo Pessoal

4.1.11. Grãos ardidos

Com amostragem de 250 gramas de grãos de milho em cada parcela (Figura 17a), foram separados e pesados os grãos ardidos (Figura 17b).



Figura 17. a) Amostra de grãos de milho (250g); b) Amostra de grãos ardidos.

Fonte: Arquivo Pessoal.

4.1.12. Análise Estatística.

Os dados foram submetidos à análise de variância da regressão, sendo as médias de tratamentos comparadas com a testemunha pelo teste Dunnett a 5% de probabilidade, com o auxílio do software estatístico ASSISTAT versão 7.7 beta (SILVA, 2016).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dos resultados obtidos durante a inflorescência masculina, observado desde o estágio Vt (pendoamento), quanto a porcentagem de plantas com emissão do pendão, nota-se que quando a cultura foi submetida ao maior nível (0,6 L.ha⁻¹ de Mo) ocorreu um atraso no pendoamento (Figura 18).

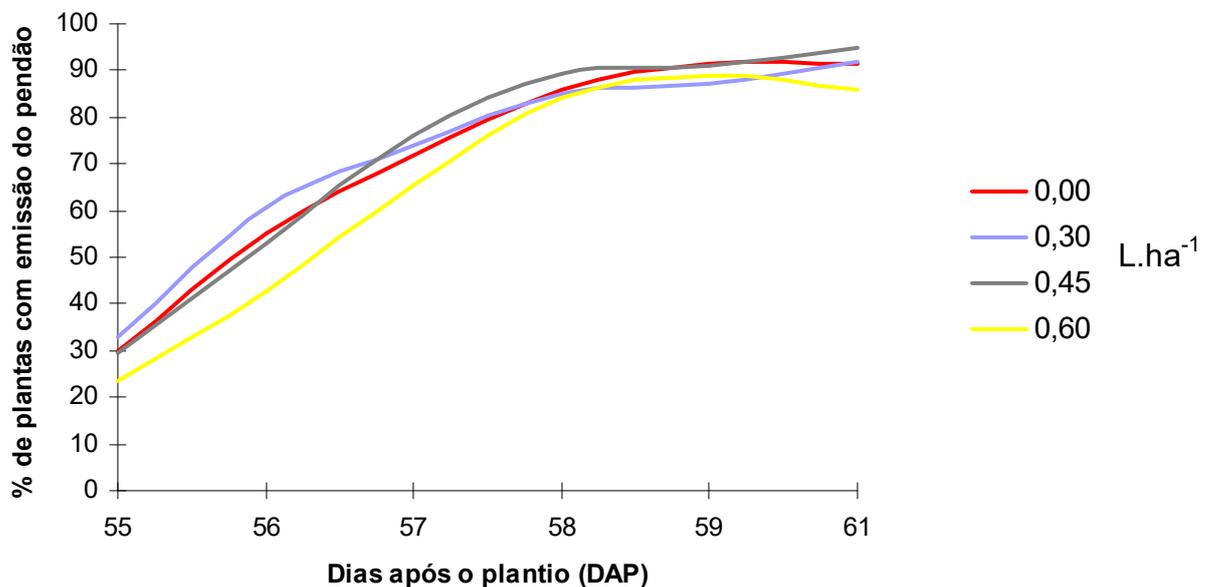


Figura 18. Velocidade de desenvolvimento das inflorescências masculinas, em função da aplicação de molibdênio via foliar no estágio V4.

Fonte: Arquivo pessoal.

Apesar da grande importância do molibdênio no metabolismo das plantas, os resultados levantados no presente trabalho não apresentaram um aumento na produção com a adubação de molibdênio via foliar, pois ao analisar o efeito da aplicação sobre o rendimento de grãos, constatou-se que houve efeito linear

significativo; porém, com decréscimos em doses mais elevadas (Tabela 3), diferentemente dos outros componentes avaliados que não responderam significativamente ao incremento da adubação molibdica.

Na comparação de cada dose com a testemunha (0,0 L.ha⁻¹ de Mo), não houve diferença significativa para os componentes de produção e demais variáveis (Tabela 3), com exceção da porcentagem de grãos ardidos, que em níveis mais elevados apresentaram respostas distintas, sendo que tal comportamento pode ser confirmado pela significância do efeito quadrático, apresentando decréscimo na dose 0,45 L.ha⁻¹ e elevação de grãos ardidos na dose mais elevada, que com valor de 1,9 %, pode ser considerado adequado quando comparado com o mínimo exigido pelo mercado que é de 6%.

Tabela 3. Rendimento de grãos, % de grãos ardidos, peso de 1000 grãos, peso de 10 espigas e teor foliar de %N

Tratamento Adubação Molibdica (L.ha ⁻¹)	Rendimento de grãos (kg ha ⁻¹)	Grãos Ardidos (%)	Peso de 1000 grãos (g)	Peso de 10 espigas (kg)	Teor foliar de N (%)
0,00	7796,67	1,50	266,30	1741,00	2,69
0,30	7796,44	1,40	266,75	1856,50	2,94 ⁺
0,45	7538,14	0,93 ⁺	259,40	1766,17	2,63
0,60	7129,56	1,93 ⁺	255,20	1687,83	2,68
Regressão Linear	4,77*	3,67 ^{n.s}	3,30	0,82 ^{n.s}	1,12 ^{n.s}
Regressão Quadrática	0,78	24,00**	0,22	2,48 ^{n.s}	3,58 ^{n.s}
C.V %	7,49	18,60	4,68	8,54	5,70
D.M.S (DUNNETT)	854,3	0,40	18,46	226,98	0,24

** e * significativo a 1% e 5% de probabilidade pela variância regressão.

^{ns} não significativo pelo teste F.

⁺ significativo a 5% pelo teste Dunnet.

Observa-se ainda que para o rendimento de grãos, os valores da testemunha e da dose recomendada (0,3 L.ha⁻¹) estiveram bem próximos (7796,67 e 7796,44 kg.ha⁻¹; respectivamente). Porém, níveis elevados de Mo resultaram em queda de produção, em que na maior dose houve uma redução de 8,56% quando comparada com a testemunha (Tabela 3). Teixeira (2006) não obteve efeito significativo pela

aplicação de Mo na cultura do milho. O mesmo ocorreu em outros estudos avaliados por Pereira (2010), Gaspareto et. al (2014) e Ferreira (2001), que também não tiveram respostas de aumento de produtividade com a aplicação de molibdênio.

Na Figura 19, observa-se o decréscimo no rendimento de grãos e, de acordo com a equação linear ($7915,2 - 1037,2x$) estima-se que para cada acréscimo de $0,1 \text{ L ha}^{-1}$ de Mo, ocorre um decréscimo na produção de $103,72 \text{ Kg.ha}^{-1}$, evidenciando a possibilidade um desequilíbrio nutricional.

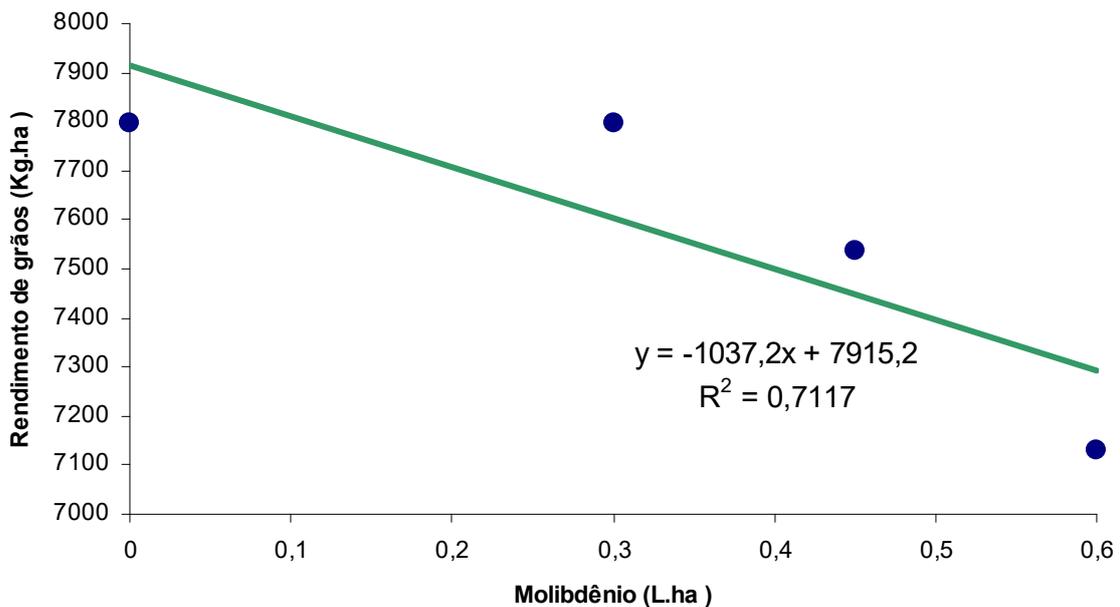


Figura 19. Rendimento de grãos em função da aplicação de Mo via foliar.

Fonte: Arquivo pessoal.

Quanto a variável peso de 1000 grãos, houve uma redução em doses mais elevadas, que na comparação com a testemunha não diferiram pelo teste Dunnett (Tabela 3). Pode-se observar que para esta característica, a dose recomendada ($0,30 \text{ L.ha}^{-1}$) apresentou o maior valor (266,75 gramas), que em relação a estimativa de 266,30 gramas da testemunha, ficou apenas 0,2% acima desta. Porém, na maior dose, o valor estimado foi de 255,20 gramas, representando uma redução de 4,2% em relação a testemunha. Em estudo realizado por Ferreira (2012), o peso de 1000 grãos não respondeu a aplicação de molibdênio.

Pestana et. al (2014) em seu trabalho com a aplicação de molibdênio em milho, não obteve efeito significativo de tratamento, ressaltando que o uso do molibdênio para a cultura do milho não é viável economicamente.

Em relação ao peso de 10 espigas, sem efeito significativo de Mo sobre esta característica (Tabela 3), a dose recomendada da adubação molibdica resultou na maior produção (1856,50 kg.ha⁻¹).

Para o teor de N presente nas folhas analisadas, as plantas que receberam a dosagem de 0,3 L.ha⁻¹ apresentaram estimativa de 2,94% de N em sua composição, com diferença significativa da testemunha, cujo valor estimado foi de 2,69% (Tabela 3). Tal comportamento pode estar associado à maior atividade da enzima nitrato redutase.

Coelho (1998) em seus estudos obteve efeitos positivos sobre os teores foliares de nitrogênio com o aumento da atividade nitrato redutase. Já Araujo et al. (2010) não constatou resposta a aplicação de molibdênio sobre os teores foliares dos macronutrientes, incluindo N, em seu experimento com o milho-pipoca.

Ao analisar o índice de prolificidade (Tabela 4), pode-se constatar efeito não significativo de tratamento, com valores similares entre 0,92 e 0,95. A não influência do Mo no IPC também foi constatada por Ferreira (2001).

Tabela 4. Índice de prolificidade (IPC), comprimento da espiga, número de fileiras de grãos na espiga (FGE), diâmetro da espiga, diâmetro do sabugo e inserção da primeira espiga.

Tratamento Adubação Molibdica (L.ha ⁻¹)	IPC	C. da Espiga (cm)	Nº de FGE	Diâmetro da Espiga (cm)	Diâmetro do Sabugo (cm)	Inserção da 1ª Espiga (cm)
0,00	0,92	14,59	18,05	49,17	29,33	1,05
0,30	0,94	15,38	17,95	48,50	29,49	1,09
0,45	0,95	14,72	17,77	48,72	28,99	1,04
0,60	0,92	14,50	17,83	48,66	29,10	1,03
Regressão Linear	0,0024 ^{n.s}	0,52 ^{n.s}	0,92 ^{n.s}	0,11 ^{n.s}	0,45 ^{n.s}	1,26 ^{n.s}
Regressão Quadrática	1,50 ^{n.s}	3,13 ^{n.s}	0,05 ^{n.s}	0,15 ^{n.s}	0,0027 ^{n.s}	2,07 ^{n.s}
C.V %	5,65	4,74	3,20	2,90	3,31	4,85
D.M.S (DUNNETT)	0,10	1,06	0,865	2,13	1,46	0,076

** e * significativo a 1% e 5% de probabilidade pelo teste F da análise de variância da regressão.

^{n.s} não significativo pelo teste F da análise de variância da regressão.

⁺ significativo a 5% pelo teste Dunnet.

As características de inserção da primeira espiga, comprimento da espiga, número de fileiras de grãos, diâmetro da espiga e do sabugo, também não responderam significativamente ao incremento de molibdênio via foliar (Tabela 4). Teixeira (2006) não observou diferenças significativas na inserção de espiga em função da adubação molibídica. Na pesquisa de Araújo et al. (2010), os resultados apontaram que a aplicação de molibdênio não influenciou no número de espigas por planta, na altura de inserção da 1ª espiga; até mesmo com aplicação de doses crescentes e elevadas de molibdênio; afirmando ainda que essas características podem se alteradas pelo desequilíbrio nutricional.

6. CONCLUSÃO

Nas condições em que o experimento foi conduzido e com base nas análises efetuadas, pode-se concluir que a aplicação foliar de molibdênio em doses elevadas pode ser prejudicial à cultura do milho, devido um desequilíbrio nutricional na planta, interferindo na capacidade produtiva do híbrido de milho.

Sugere-se estudos mais específicos, como análise química específica para quantificar o teor de Mo no solo, ou até mesmo na reserva das sementes, com comprovação da real necessidade desse micronutriente para a cultura do milho; bem como importante contribuição para o produtor rural, ao agregar conhecimento de retorno econômico na aplicação de molibdênio via solo e foliar.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVIM, K. R. T.; BRITO C. H.; GOMES, L. S.; BRANDÃO, A. M.; LOPES, M. T. G. **Efeito da aplicação foliar de cobalto e molibdênio na produtividade e qualidade de grãos da Cultura do milho.** XXVIII Congresso Nacional de Milho e Sorgo, Goiânia: Associação Brasileira de Milho e Sorgo, 2010.

ARAÚJO, G. A. A.; TEXEIRA, 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 Agaria**, Curitiba, v.11, n.3, p.231-237, Mai/Jun., 2010.

ARAÚJO, G. A.; VIEIRA, C.; BERGER, P. G.; GALVÃO, J. C.C. **Épocas de aplicação de Molibdênio na cultura do milho.** Congresso Nacional de Milho e Sorgo, 21, Londrina: IAPAR, 1996,

BARROS, J. F. C.; CALADO, J. G. **A cultura do milho.** Universidade Évora- Escola de Ciências e Tecnologia Departamento de Fitotecnia, Portugal, 2014.

BÜLL, L. T; CANTARELLA, H. **Cultura do milho – fatores que afetam a produtividade.** Editora Ave Maria LTDA. 301p – ilus. p.15-257. Piracicaba: POTAFOS, 1993.

CAMARGO, P. N. **Princípios de nutrição foliar.** Editora Agronômica Ceres, Piracicaba, 1970. p. 9-72. Piracicaba, 1970.

CAMARGO, P. N.; SILVA, O. **Manual de adubação foliar.** Editora e Distribuidora Herba LTDA, 258 p., São Paulo, 1975.

CAMPO, R. J.; HUNGRIA M. Importância dos micronutrientes na fixação biológica do N₂. **International Plant Nutrition Institute**, n.98, junho, 2002.

CAMPO, R. J.; ALBINO, U. B; HUNGRIA, M. **Métodos de aplicação de micronutrientes na nodulação e na fixação biológica do N₂ em soja**. PA/19, EMBRAPA -CNPSo, n.19, p.1-7, janeiro, 1999.

COELHO, A. M.; FRANÇA, G. E. Seja o doutor do seu milho - Nutrição e adubação de Milho. **Potafos**, Arquivo do agrônomo n.2, Piracicaba-SP, setembro, 1995.

COELHO, F. C.; VIEIRA, C.; MOSQUIM, P.R.; CASSINI, S. T. A. Nitrogênio e molibdênio nas culturas do milho e do feijão, em monocultivos e em consórcio: II - efeitos sobre o milho. **Revista Ceres**, v.45, n.261, p479-489; 1998.

CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**, v.12 Safra – p.1-182, setembro, 2016.

DENNIS, E. J.; SILVA, M. M.; CARVALHO, L. H.; FRANCO, C. M.; HAAG, H.P; FILHO J. O.; DECHEN, A. R.; RODRIGUEZ, O. **Micronutrientes: Micronutrientes uma nova dimensão na agricultura**. Campinas: Fundação Cargill, 124p., 1982.

DUARTE, A. P. **Potencial e perspectivas da safrinha 2015**. Disponível em: <<http://www.revistacampoenegocios.com.br/potencial-e-perspectivas-da-safrinha-2015/>>. Acesso em: 26 set. 2016.

DUARTE, J. O.; GARCIA, J. C.; MIRANDA, R. A. **Mercado e Comercialização**. Embrapa Milho e Sorgo. Sistema de produção 1, 7ª ed., 2011. Disponível em: <http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho_7_ed/mercado.htm>. Acesso em: 28 jun. 2016

FABRIS, D. N.; SELAJA. O. L.; FINAMORE, W. L. M. Avaliação biométrica da soja com diferentes doses de fertilizante mineral misto em aplicação foliar. **Revista de Ciências Exatas e da Terra UNIGRAN**, v.2, n.1, 2013.

FANCELLI, A.L. **Plantas Alimentícias: guia para aula, estudos e discussão**. Centro Acadêmico “Luiz de Queiroz”. ESALQ/USP, 131p.,1986.

FANCELLI, A. L.; NETO CAMARDO, D. **Produção de milho**. 2º ed. Piracicaba – Editora Degaspari, 360p., 2004.

FAVARIN, J. L.; TEZOTTO, T.; RAGASSI, C. F. Uso racional de micronutrientes na cultura do milho. **Informações agronômicas**. IPNI – International Plant Nutrition Institute, n.122, p. 6-8; junho, 2008.

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

FERREIRA, M. E.; CRUZ, M. C. P.; RAJI, B. V; ABREU, C. A. **Micronutrientes e elementos tóxicos na agricultura**. Jaboticabal / São Paulo: Editora Legis Summa Ltda, 600p., 2001.

FERREIRA, M. M. M. Sintomas de deficiência de macro e micronutrientes de plantas de milho híbrido BRS 1010. **Revista Agro@ambiente On-line**, v. 6, n. 1, p. 74-83, janeiro-abril, 2012.

GAPARETO, D.; RIBON, A. A.; HERMÓGENES, V. T. L.; FERNANDES, K. L. Efeito de doses de nitrogênio, molibidênio na produtividade de milho híbrido em Campo Grande – MS. **Campo Digit@l: Rev. Ciências Exatas e da Terra e Ciências Agrárias**, v. 9, n. 2, p. 37-44, dezembro, 2014.

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

KIRKBY, E.; RÖMHELD V. Micronutrientes na fisiologia de plantas: função, absorção e mobilidade. **International Plant Nutrition Institute**, n.118, junho, 2007.

MAGALHÃES, P. C.; DURÃES, F. O. M.; CARNEIRO, N. P.; PAIVA, E. **Fisiologia da planta de milho**. Sete Lagoas, MG: EMBRAPA, Circ22. 65p., 2002

MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Editora Agronômica Ceres Ltda, 251p., 1980.

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

MAPA. **Projeções do agronegócio, Brasil 2015/16 a 2025/26 projeções de longo prazo**. 6º ed. Brasília/DF; junho, 2015.

MAPA. **Safra Brasileira 2014/2015 fecha com recorde de 209, 5 milhões de toneladas de grãos**. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/politica-agricola/noticias/2015/09/safra-brasileira-20142015-fecha-com-recorde-de-209-milhoes-de-toneladas-de-graos>>. Acesso em: 03 junho. 2016.

NUNES, J. L. S. **Características do milho (Zea mays)**. Disponível em <<http://agrolink.com.br/culturas/milho/caracteristicas.aspx>>. Acesso em: 15 ago. 2016.

PEREIRA, F. R. S., **Doses e formas de aplicação de molibdênio na cultura do milho**. Tese (Doutorado) 159 p. Faculdade de Ciências Agronômicas, UNESP, Campus de Botucatu, 2010.

PEREIRA, F. R. P.; 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**, v.34, n.3 p. 450 - 456, 2012.

PESSOA, A. C. S., RIBEIRO, A. C., CHAGAS, J. M., CASSINI S. T. A. Atividades de nitrogenase e redutase de nitrato e produtividade no feijoeiro “Ouro Negro) em resposta à adubação foliar com molibdênio. **R. Bras. Ci. Solo**, 24:217-224, 2001.

PESTANA, D. E.; SIMONETTI, A. A. M. M.; ROSA, H. A.; ASSAMAN, E. J. **Uso de molibdênio na cultura do milho**. 12º Encontro Científico Cultural Interinstitucional, outubro, 2014.

SANTOS, J. P. **Colheita e pós-colheita – pragas de grãos armazenados. Embrapa milho e sorgo.** Embrapa Milho e Sorgo. Sistema de produção 1, 5ª ed., 2009. Disponível em: <http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho_5_ed/colpragas.htm>. Acesso em: 15 set. 2016.

SANTOS, L. P., VIERA C., SEDIYAMA T., SEDIYAMA C. S. Adubação nitrogenada e molíbdica na cultura da soja: influência sobre a manutenção, índice de colheita peso médio das sementes. **Revista Ceres**, 51(296), p.429-444, 2004.

SANTOS, M. M. **Nitrogênio e atividade das enzimas redutase do nitrato e glutamina sintetase na cultura do milho em plantio direto.** Tese (doutorado). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa/MG, 2008.

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

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

VIANA, G. **Congresso nacional de milho e sorgo debate aumento da demanda mundial por alimentos.** Jornal Eletrônico da Embrapa Milho e Sorgo. Sete Lagoas/MG, 75 ed., 2016. Disponível em: <<http://grao.cnpms.embrapa.br/noticia.php?ed=NDY=&id=MTY1>>. Acesso em: 10 set. 2016.

VEDOVATO, J.; FINAMORE, W. Adubação foliar na cultura do milho safrinha. **Revista Eletrônica da Faculdade de Ciências Exatas e da Terra Produção/construção e tecnologia**, v. 5, n. 8, 2016.