

A luz influencia a absorção de nitrogênio aplicado via foliar na cultura do milho?

Fausto Limberger^{1*}; Erivan de Oliveira Marreiros¹

¹Centro Universitário Assis Gurgacz, Colegiado de Agronomia, Cascavel, Paraná.

^{1*}faustaoger@yahoo.com.br

Resumo: O nitrogênio é o nutriente de maior exigência e responsividade na cultura do milho. Seu fornecimento é realizado via cobertura ou com aplicação foliar e muitas perdas são registradas nestes modos de aplicação acarretando prejuízos de produtividade e aumento de custos. Neste contexto, o objetivo deste trabalho é avaliar se a luz influencia a absorção do nitrogênio aplicado via foliar na cultura do milho. O experimento foi conduzido na Fazenda Escola do Centro Universitário Assis Gurgacz, localizado na cidade de Cascavel – PR de outubro de 2018 a março de 2019. O delineamento utilizado foi em blocos casualizados (DBC) com três tratamentos e sete repetições totalizando 21 unidades experimentais, sendo o T1 – testemunha, T2 – aplicação de nitrogênio foliar com presença de luminosidade e T3 – aplicação de nitrogênio foliar com ausência de luminosidade. A semeadura foi efetuada sem fornecimento de nitrogênio na base. O teor de nitrogênio, peso verde, peso de mil sementes e produtividade foram os parâmetros avaliados e os dados submetidos a análise variância e comparados pelo teste Tukey a 5% de significância. As médias obtidas no experimento para teor de nitrogênio foliar em (g kg⁻¹) foram: T1 – 25,39, T2 – 25,53 e T3 – 32,33. Para massa verde em (t ha⁻¹) T1 – 23,91, T2 – 22,06 e T3 – 24,79. Os valores obtidos para PMS (g) seguem: T1 – 431,07, T2 – 443,00 e T3 – 439,82 e finalizando, a produtividade (sc ha⁻¹) obteve os seguintes valores: T1 – 180,61, T2 – 198,67 e T3 – 197,47. De acordo com as condições em que o experimento foi realizado conclui-se que o momento indicado para aplicação do nitrogênio via foliar na cultura do milho é com ausência de luminosidade, porém em ambos os casos a aplicação nitrogenada representa incremento na produtividade.

Palavras chave: *Zea mays* L.; luminosidade; assimilação.

The influence of leaf nitrogen on maize crop?

Abstract: Nitrogen is the most demanding and responsive nutrient in maize crop. Its supply is realized through cover or with foliar application and many losses are registered in these modes of application causing damages of productivity and increase of costs. In this context, the objective of this work is to evaluate if the light influences the absorption of the nitrogen applied via foliar in the maize crop. The experiment was carried out at the School Farm of Assis Gurgacz University Center, located in the city of Cascavel - PR, from October 2018 to March 2019. The experimental design was a randomized complete block (DBC) with three treatments and seven replications totaling 21 experimental units, being the T1 – control, T2 – application of foliar nitrogen with presence of luminosity and T3 – application of foliar nitrogen with absence of luminosity. Sowing was performed without nitrogen supply at the base. The nitrogen content, green weight, thousand seed weight and productivity were the evaluated parameters and the data submitted to analysis variance and compared by the Tukey test at 5% of significance. The averages obtained in the experiment for foliar nitrogen content in (g kg⁻¹) were: T1 – 25,39, T2 – 25,53 and T3 – 32,33. For green mass in (t ha⁻¹) T1 – 23,91, T2 – 22,06 and T3 – 24,79. The values obtained for PMS (g) follow: T1 – 431,07, T2 – 443,00 and T3 – 439,82 and finishing, productivity (sc ha⁻¹) obtained the following values: T1 – 180,61, T2 – 198,67 and T3 – 197,47. According to the conditions in which the experiment was carried out, it is concluded that the nitrogen fertilization time in the maize crop is absent, but in both cases the nitrogen application represents an increase in yield.

Keywords: *Zea mays* L.; brightness; assimilation.

Introdução

A adubação foliar gera grandes discussões sobre a correta forma de aplicação e absorção, visto que muitos fatores se relacionam diretamente para que os nutrientes sejam absorvidos pela folha, dentre os quais, luminosidade. Um estudo sobre a influência da luminosidade no processo de absorção faz-se necessário para garantir ao produtor rural a eficácia de utilização deste insumo.

O milho (*Zea mays* L.) uma das culturas de maior importância para o Brasil (DEUNER *et al.*, 2008), é uma gramínea de interesse de grandes, pequenos e médios produtores e também de subsistência para agricultura familiar (GARCIA *et al.*, 2017). Seus usos são diversificados, sendo que, do total da produção cerca de 70% a 85% é utilizado na alimentação de animais (PAES, 2006).

O nutriente de maior demanda para incremento da produção vegetal e aumento de teores de proteína é o nitrogênio, tendo papel fundamental no processo fotossintético (ANDRADE *et al.*, 2003).

Segundo Tasca *et al.* (2011) cerca de 50% da ureia, principal fonte de nitrogênio, aplicada em cobertura na cultura do milho é perdida por volatilização, proporcionando à adubação nitrogenada em cobertura via solo uma eficiência bastante baixa. Uma alternativa para minimizar estas perdas é a adubação foliar, pois sua eficiência no fornecimento de nutrientes é geralmente maior que o fornecimento via solo (ROSOLEM, 2002).

Segundo Rosolem (2002), a adubação foliar pode representar uma ferramenta importante para a produção agrícola desde que usada de forma criteriosa, tendo maiores resultados na aplicação de micronutrientes e na correção de deficiência para macronutrientes.

Basicamente a planta é dividida em três partes distintas: as raízes que fazem a fixação ao substrato e promovem a absorção de nutrientes e água, o caule responsável pela sustentação da parte aérea e as folhas que tem por função as trocas gasosas e recepção de luz para fotossíntese (TAIZ e ZEIGER, 2006). Após a adaptação das plantas ao habitat terrestre as folhas especializaram-se em órgão de síntese, mas não perderam a capacidade de absorver água e nutrientes que era função principal no habitat original (TAIZ e ZEIGER, 2006).

A adubação foliar é influenciada por diversos fatores externos e internos a planta. Como principais fatores externos destacam-se a temperatura e umidade relativa do ar, composição da solução, presença ou ausência de luz, já os fatores internos de maior relevância citam-se, superfície foliar, idade da folha e estado iônico interno (FAQUIN, 2005).

Segundo Oliveira (2015), a luz influencia a abertura estomática, a fotossíntese e consequentemente a absorção foliar, a qual é intensificada com a presença de luminosidade por

acarretar maior atividade da planta. Porém, por outro lado a presença de sol aumenta a criação de ceras que são barreira física à absorção.

O processo de entrada do nutriente para o interior da planta através da folha segue uma rota com várias barreiras, a cutícula é a primeira barreira à penetração de soluções provenientes de aplicações foliares e a segunda barreira é a membrana plasmática, para então atingir o simplasto e ser utilizado ou distribuído para outros órgãos (FAQUIN, 2005).

A absorção de nutrientes pelas folhas ocorre basicamente por duas etapas, fase passiva que ocorre sem gasto de energia onde o nutriente entra na folha chegando ao apoplasto, e a fase ativa que é um processo metabólico lento e exige gasto de energia (FAQUIN, 2005).

Segundo Taiz e Zeiger (2006), a absorção foliar ocorre em duas estruturas distintas, os estômatos que são responsáveis por aproximadamente 0,26% e a cutícula que é responsável por mais de 99% da absorção. Fatores inerentes a estrutura da folha como espessura da cutícula, presença de pilosidade, abundância de estômatos influenciam na absorção, mas são minimizados pelo tempo de permanência da solução em contato com a superfície foliar (OLIVEIRA, 2015).

Segundo Silva (2015), a folha é o órgão da planta que melhor expressa o estado nutricional da planta, de modo que a avaliação foliar, os teores de nutrientes na folha podem ser quantificados e comparados, sendo base para tomada de decisão, para antecipar-se a um sintoma visual de deficiência e corrigi-lo sem que ocorram perdas.

A amostragem é fator fundamental para a correta diagnose, e por isso é necessário que represente a planta em sua totalidade e também o talhão analisado. Para a cultura do milho a coleta deve ser realizada usando o terço basal da folha oposta e abaixo da primeira espiga excluindo a nervura central (COELHO *et al.*, 2015).

Conforme exposto acima, sabe-se que muitas variáveis estão relacionadas no processo de absorção foliar, as quais precisam ser estudadas e entendidas para que a eficácia de aplicação foliar obtenha valores satisfatórios, garantindo uso racional de insumos e potencializando a produtividade. Visando aumentar o conhecimento sobre a influência da luz no processo de absorção foliar, o objetivo deste trabalho é avaliar se a luz influencia na absorção do nitrogênio aplicado via foliar na cultura do milho.

Materiais e métodos

O experimento foi conduzido no setor de pesquisas da Fazenda Escola do Centro Universitário Assis Gurgacz-FAG, localizada na cidade de Cascavel – PR, localizado nas coordenadas geográficas latitude 24°56'32.1''S, longitude 53°30'38.6''W, altitude de 815

metros, entre os meses de outubro de 2018 a março de 2019. Segundo o Sistema de Classificação Koppen o clima do local é classificado como subtropical mesotérmico superúmido com temperatura média anual em torno de 19°C, sendo o solo classificado como latossolo vermelho distroférico conforme sistema brasileiro de classificação de solos (EMBRAPA, 2013).

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados (DBC), com 3 tratamentos e 7 blocos, totalizando 21 repetições, cada uma delas composta por uma área de 5,4 m² contendo 45 plantas. Os tratamentos foram: T1 - testemunha, T2 - aplicação de nitrogênio foliar com presença de luminosidade e T3 - aplicação de nitrogênio foliar com ausência de luminosidade.

A área para plantio do experimento foi conduzida em sucessão à cultura de trigo. A semeadura direta realizou-se na primeira quinzena de outubro de 2018, o espaçamento da semeadora foi de 0,45 metros com deposição de 3 sementes por metro linear do híbrido AS1777® PRO3. A semeadura mecanizada foi realizada em área total de 50 metros de comprimento por 17 metros de largura. Foi utilizada adubação de base NPK 00-30-18 com aplicação de 333 kg ha⁻¹.

Após 10 dias da emergência das plântulas, as áreas experimentais foram demarcadas com piquetes e fita zebreada. A bordadura lateral teve 2,25 metros, a bordadura entre as parcelas de 2x2 metros. Posteriormente a identificação de cada parcela foi instalada.

O manejo de plantas daninhas realizou-se utilizando herbicidas inibidores do fotossistema II antes do 17º dia da emergência da cultura, realizado com trator e pulverizador acoplado.

Após o desenvolvimento total da oitava folha do milho (V8) foi aplicado o nitrogênio foliar (N-32%) na concentração de 6 L ha⁻¹, com uso de pulverizador manual. A aplicação do nitrogênio foliar para T2 ocorreu na presença de luminosidade com aplicação às 7:00 horas da manhã, permitindo a absorção do produto por 12 horas até às 19:00 horas do mesmo dia, coletando aleatoriamente 5 folhas por unidade experimental, sendo somente uma por planta. Estas foram submetidas à uma lavagem em água corrente, enxaguadas com água destilada e secas com papel toalha, o material lavado e seco foi acondicionado em saco de papel e levado ao resfriamento em geladeira (COELHO *et al.*, 2015).

Para o T3 a aplicação de nitrogênio foliar foi realizada às 19:00 horas e a coleta após 12 horas de absorção do produto pelas folhas às 7:00 horas da manhã seguinte. O procedimento de coleta e lavagem foi idêntico ao mencionado anteriormente.

As amostras foram levadas ao laboratório credenciado logo após a coleta do T3.

A determinação do teor de nitrogênio foliar foi realizada através da técnica de solubilização sulfúrica seguida do método semi-micro Kjeldahl, proposto pela EMBRAPA na Circular Técnica Nº 6 de dezembro de 2000.

Para avaliação da massa verde, a coleta das plantas foi realizada após decorridos 7 dias da aplicação do nitrogênio foliar. Sendo coletadas 10 plantas por unidade experimental para a avaliação.

Para avaliação do peso de 1000 sementes, foi determinado o teor de umidade, com correção para 14% de 5 espigas por repetição, as amostras foram separadas no homogeneizador até chegar a 300 sementes, deste valor, o peso de 1000 sementes foi calculado.

Para avaliação de produtividade por hectare, foi pesado a massa de grãos de 5 espigas por repetição e determinado o teor de umidade, com correção para 14%, e assim, estimado a produtividade em sacas por hectare para uma população de 58 mil plantas por hectare.

Os dados foram submetidos a análise variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste Tukey a 5% de significância, com auxílio do programa estatístico ASSISTAT (SILVA e AZEVEDO, 2016).

Resultados e discussões

Os resultados obtidos no experimento estão representados na tabela 01. O maior valor de teor de nitrogênio foliar e massa verde foi observado em T3 – aplicação com ausência de luminosidade tendo os valores de 32,33 g kg⁻¹ e 24,79 t ha⁻¹, respectivamente. No entanto para peso de mil sementes (PMS) e produtividade os maiores valores são encontrados em T2 – aplicação com presença de luminosidade, alcançando valores de 443,00 g e 198,67 sc ha⁻¹ respectivamente. T1 – testemunha obteve as menores médias entre os tratamentos, em teor de nitrogênio foliar, PMS e produtividade. Obteve valor maior que T2 – aplicação com presença de luminosidade, mas menor que T3 – aplicação com ausência de luminosidade, para massa verde.

As médias encontradas para os valores de PMS e massa verde não apresentaram diferença significativa nos tratamentos. Os valores de teor de nitrogênio foliar e produtividade apresentaram diferença significativa entre as médias dos tratamentos.

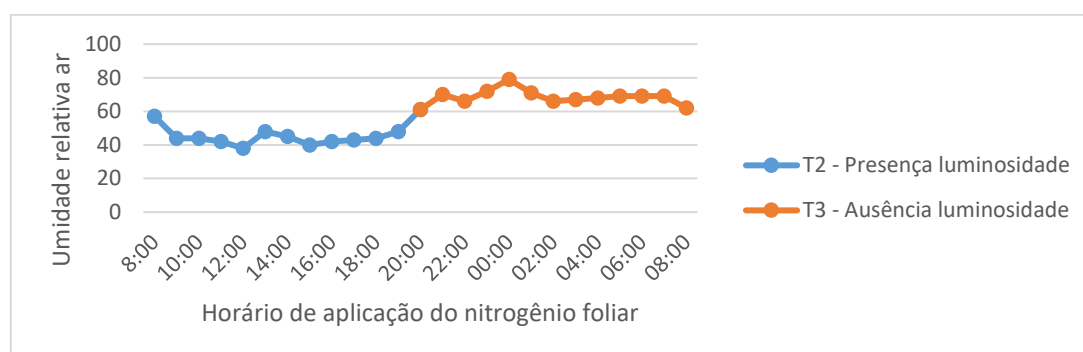
Tabela 01 – Valores médios: teor nitrogênio foliar, massa verde, PMS e produtividade.

Tratamentos	Teor nitrogênio foliar (g kg ⁻¹)	Massa verde (t ha ⁻¹)	PMS (g)	Produtividade (sc ha ⁻¹)
T1 – Testemunha	25,39 b	23,91 a	431,07 a	180,61 b
T2 – Presença luminosidade	25,53 b	22,06 a	443,00 a	198,67 a
T3 – Ausência luminosidade	32,33 a	24,79 a	439,82 a	197,47 a

Os valores em g kg⁻¹ obtidos pela análise foliar do teor de nitrogênio na folha apresentaram diferença estatística entre as médias dos tratamentos, sendo que o maior valor encontrado foi em T3 – aplicação com ausência de luminosidade. Este aumento da absorção pode estar relacionado com a ausência de luminosidade pois, proporciona à planta uma diminuição das trocas gasosas da planta pelo fechamento estomático, que por consequência, aliado as condições ambientais favoráveis, proporciona a abertura cuticular facilitando a entrada do nutriente para o interior da folha. Segundo Taiz e Zeiger (2006), a absorção foliar ocorre em duas estruturas distintas, os estômatos que são responsáveis por aproximadamente 0,26% e a cutícula que é responsável por mais de 99% da absorção. Aliado a isto, o aumento da absorção pode estar relacionado também aos fatores ambientais predominantes, maior umidade relativa do ar e menor temperatura (figuras 1 e 2).

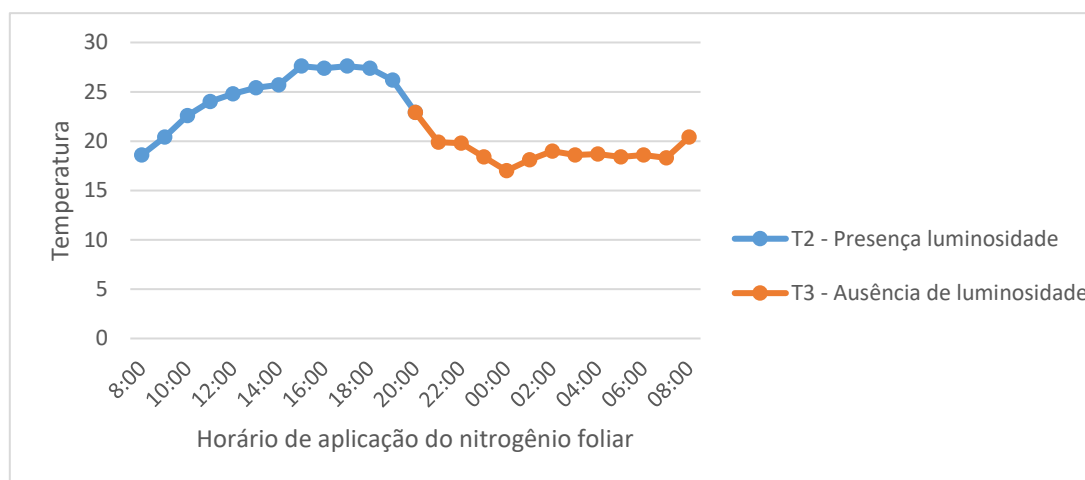
As condições ambientais no momento das aplicações no experimento foram bem distintas. Para T2 – aplicação com presença de luminosidade as temperaturas variaram de 18° C até 27,6° C e a umidade relativa do ar variou de 38% até 60%. Por outro lado, no T3 – aplicação com ausência de luminosidade, a temperatura variou de 17° C até 22,9° C e a umidade relativa do ar variou 61% até 79%.

Corroborando para isso Wittwer e Teubner (1959), conforme citado por Floss (2011) conduziram experimento em cana de açúcar com aplicação de nitrogênio que proporcionou maior valores de absorção em condição de maiores umidades relativas do ar.



Umidade relativa do ar dia 04/12 a 05/12

Figura 01 – Umidade relativa do ar durante a absorção foliar



Temperaturas dia 04/12 a 05/12

Figura 02 – Temperatura durante a absorção foliar

Os valores das médias dos tratamentos para massa verde não diferiram estatisticamente, em experimento realizado por Soares *et al.* (2017), os quais também não encontraram diferença estatística para massa verde para os híbridos de milho analisados.

Para análise de PMS as médias dos tratamentos não tiveram diferença estatística, o maior valor foi encontrado em T2 – aplicação com presença de luminosidade. Oliveira *et al.* (2012) testaram diferentes doses de adubação para híbridos de milho e não encontraram diferença estatística para PMS entre as médias.

As médias para produtividade variaram estatisticamente entre os tratamentos e testemunha, sendo que a maior produtividade foi alcançada em T2 – aplicação com presença de luminosidade, atingindo 198,67 sc ha⁻¹, seguido por T3 – aplicação com ausência de luminosidade com 197,47 sc ha⁻¹ e por último T1 – testemunha chegando a 180,61 sc.ha⁻¹. A diminuição de produtividade em T1 – testemunha é explicada pela ausência de aplicação de nitrogênio foliar. Biscaro *et al.* (2013) avaliando diferentes níveis de adubação foliar na cultura do milho obtiveram resultados semelhantes, onde as maiores médias ocorreram com aplicação do fertilizante líquido e a menor com ausência de aplicação.

Apesar de T2 – aplicação com presença de luminosidade, ter menor teor de nitrogênio na análise foliar, a responsividade em produtividade foi semelhante a T3 – aplicação com ausência de luminosidade que apresentava valor maior e diferente estatisticamente a T2 – aplicação com presença de luminosidade na análise foliar. Estes dados podem ser explicados considerando as condições ambientais e tempo para absorção, visto que em T2 – aplicação com presença de luminosidade as condições se tornaram ideais para absorção após a coleta do material vegetal para análise. Quando as condições de absorção se fizeram presentes: ausência de luminosidade, temperatura amena e umidade relativa do ar alta, a absorção iniciou-se e o nutriente foi

absorvido pelo tecido foliar. Segundo MALAVOLTA (1980) a velocidade de absorção de 50% do nitrogênio aplicado via foliar pode variar de 30 minutos até 36 horas, corroborando com os resultados obtidos.

Conclusão

De acordo com as condições em que o experimento foi realizado, conclui-se que o momento indicado para aplicação do nitrogênio via foliar na cultura do milho é com ausência de luminosidade pois garante a entrada do nutriente nas primeiras 12 horas após a aplicação e a aplicação de nitrogênio representa incremento na produtividade em ambos os momentos da aplicação do nutriente na cultura do milho.

Referências

ANDRADE, A. C.; FONSECA, D. M.; QUEIROZ, D. S.; SALGADO, L. T.; CECON, P. R. Adubação nitrogenada e potássica em capim-elefante. **Ciências agrotécnica**. Edição Especial, p.1643-1651, dez., 2003.

BISCARO, G. A.; PRADO, E. A. F.; MOTOMIYA, A. V. A.; ROBAINA, A. D. Efeito de diferentes níveis de adubação foliar com NPK mais micronutrientes na produtividade do milho safrinha na Região de Dourados/MS. **Ciências Agrárias**. v. 34, n. 5, p. 2169-2178, set./out., 2013.

CARMO, A. F. S.; ARAÚJO, W. S.; BERNARDI, A. C. C.; SALDANHA, M. F. C. Métodos de análise de tecidos vegetais utilizados na Embrapa Solos. **Circular Técnica Nº 6 – 2000**.

COELHO, A. M.; PITTA, G. V. E.; ALVES, V. M. C.; FRANÇA, G. E. **Análise de plantas**, 2015. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/milho/arvore/CONTAG01_98_298200581534.html>. Acesso em: 05 set. 2018.

DEUNER, S.; NASCIMENTO, R.; FERREIRA, L. S.; BADINELLI, P. G.; KERBER, R. S. Adubação foliar e via solo de nitrogênio em plantas de milho em fase inicial de desenvolvimento. **Ciência agrotécnica**. v. 32, n. 5, p. 1359-1365, set./out., 2008.

FAQUIN, V. **Nutrição mineral de plantas**. 2005. Dissertação (Especialização em Agronomia) – Universidade Federal de Lavras – UFLA, Lavras – MG.

FLOSS, Elmar Luiz. **Fisiologia das plantas cultivadas – o estudo que está por trás do que se vê**. 5. ed. Editora Universidade de Passo Fundo, 2011.

GARCIA, J. C.; DUARTE, J. O.; CRUZ, J. C.; MATTOSO, M. J. **Custo de produção – sistema de produção de milho**. 2017. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/milho/arvore/CONTAG01_36_168200511158.html>. Acesso em: 02 set. 2018.

IAPAR. **Classificação climática.** Disponível em: <<http://www.iapar.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=597>>. Acesso em: 02 out. 2018.

MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas.** Editora Ceres, 1980.

OLIVEIRA, L. E. M. **Temas em fisiologia vegetal,** 2015. Disponível em: <<http://www.ledson.ufla.br/nutricao-e-metabolismo-mineral/movimento-de-minerais-na-planta/absorcao-foliar/>>. Acesso em: 02 set. 2018.

OLIVEIRA, M. A.; ZUCURELI, C.; SPOLAOR, L. T.; DOMINGUES, A. R.; FERREIRA, A. S. Desempenho agrônomo do milho sob adubação mineral e inoculação das sementes com rizobactérias. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental.** v. 16, n. 10, p. 1040-1046, jul., 2012.

PAES, M. C. D. Aspectos físicos, químicos e tecnológicos do grão de milho. **Circular técnica 75 – EMBRAPA.** 2006.

ROSOLEM, C. A. **Recomendação e aplicação de nutrientes via foliar.** 2002. Dissertação (Especialização em Agronomia) – Universidade Federal de Lavras – UFLA, Lavras – MG.

SANTOS, H. G. [et al.]. **Sistema Brasileiro de Classificação de solos.** 3. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2013.

SILVA, J. **Análise foliar,** 2015. Disponível em: <<http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/pimenta/arvore/CONT000gn0k9bxb02wx5ok0liq1mqdtji19t.html>>. Acesso em: 05 set. 2018.

SILVA, F. A. S.; AZEVEDO, C. A. V. The Assistat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. **African Journal of Agricultural Research,** v. 11, n. 39, p.3733-3740, 2016.

SOARES, R. J. S.; PINTO, A. A.; CAMARA, F. T.; SANTANA, L. D. Produtividade de massa verde de milho transgênico em função do arranjo populacional na região do Cariri, CE. **Interações.,** Campo Grande, MS, v. 18, n. 2, p. 117-127, abr./jun., 2017.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal.** 3. ed. Editora Artmed, 2006.

TASCA, F. A.; ERNANI, P. R.; ROGERI, D. A.; GATIBONI, L. C.; CASSOL, P. C. Volatilização de amônia do solo após a aplicação de ureia convencional ou com inibidor de urease. **Revista Brasileira de Ciências do Solo,** 35:493-502, 2011.