







Doses e épocas de aplicação de nitrogênio via foliar na produção de milho para silagem na Amazônia Meridional

Dosis y épocas de aplicación de nitrógeno vía foliar en la producción de maíz para ensilado en la Amazonia Meridional

Doses and times of nitrogen application via leaf in the production of corn for silage in the Southern Amazon

Fellipe Lemes da Rosa¹; Oscar Mitsuo Yamashita^{2*}; Marco Antonio Camillo de Carvalho³; Rivanildo Dallacort⁴; Adriano Maltezo da Rocha⁵ y Lucas de Paula Mera⁶

¹Engenheiro Agrônomo. Consultor Técnico. Impacto Insumos Agrícolas. Matupá. Mato Grosso. Brasil. Correio eletrônico: fellipe_lemes@hotmail.com.  ²Engenheiro Agrônomo. Professor Doutor do Programa de Pós-graduação em Biodiversidade e Agroecossistemas Amazônicos. Universidade do Estado de Mato Grosso. Campus Universitário de Alta Floresta. Rodovia MT 208, km 147, Jardim Tropical. 78580-000. Caixa Postal 324. Alta Floresta. Mato Grosso. Brasil. Correio eletrônico: yama@unemat.br,  ³Engenheiro Agrônomo. Professor Doutor do Programa de Pós-graduação em Biodiversidade e Agroecossistemas Amazônicos. Universidade do Estado de Mato Grosso. Campus Universitário de Alta Floresta. Correio eletrônico: marcocarvalho@unemat.br,  ⁴Engenheiro Agrícola. Professor Doutor do Programa de Pós-graduação em Ambiente e Sistemas de Produção Agrícola. Universidade do Estado de Mato Grosso. Campus Universitário de Tangará da Serra. Mato Grosso. Brasil. Correio eletrônico: rivanildo@unemat.br,  ⁵Engenheiro Agrônomo. Estudante de Doutorado do Programa de Pós-graduação em Ciências do Solo. Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”. Campus Universitário de Jaboticabal. São Paulo. Brasil. Correio eletrônico: admr.maltezo@hotmail.com,  ⁶Engenheiro Agrônomo. Professor Mestre Instituto Federal de Mato Grosso. Campus Avançado de Guarantã do Norte. Mato Grosso. Brasil. Correio eletrônico: lucas.mera@gta.ifmt.edu.br, 

Recibido el 29-05-2020 • Aceptado el 08-09-2020.

*Autor de correspondencia. Correio eletrônico: yama@unemat.br

Resumo

O objetivo do trabalho foi avaliar a aplicação via foliar de nitrogênio em doses e épocas distintas, como complemento à adubação via solo. O trabalho foi conduzido em área experimental no município de Terra Nova do Norte – MT, localizado na região da Amazônia Meridional. Os tratamentos foram constituídos pela combinação de aplicações foliares de nitrogênio nas doses de 0, 250, 500 e 750 mL.ha⁻¹, e de duas épocas de aplicação com intervalos diferentes: 15 e 40 dias após a emergência; e 25 e 40 dias após a emergência. O delineamento experimental foi em blocos casualizados com quatro repetições, no esquema fatorial 4 x 2, totalizando oito tratamentos. Verificou-se que as variáveis produtividade de massa verde e seca de plantas e espigas, índice Spad e comprimento de espigas responderam positivamente quanto à doses de N, não havendo efeito de épocas de aplicação. Observou-se também que a aplicação foliar de nitrogênio aumentou a produtividade do milho para silagem, sendo que melhores resultados são obtidos a partir de 750 mL.ha⁻¹ do fertilizante foliar estudado. Não houve acréscimo de fatores produtivos quando a aplicação foliar de nitrogênio era parcelada.

Palavras-chave: *Zea mays* L., adubação nitrogenada, aplicação foliar, produtividade.

Resumen

El objetivo del trabajo fue evaluar la aplicación vía foliar de nitrógeno en dosis y épocas distintas, como complemento a la fertilización vía suelo. El trabajo fue conducido en un área experimental del municipio de Terra Nova do Norte - MT, Brasil, ubicado en la región de la Amazonia Meridional. Los tratamientos estuvieron constituidos por la combinación de aplicaciones foliares de nitrógeno en las dosis de 0, 250, 500 y 750 mL. ha⁻¹, y dos tiempos de aplicación con diferentes intervalos: 15 y 40 días después de la emergencia; y 25 y 40 días después de la emergencia. El diseño experimental fue en bloques al azar con cuatro repeticiones, en el esquema factorial 4 x 2, totalizando ocho tratamientos. Se verificó que las variables productividad de masa verde y seca de plantas y espigas, y longitud de espigas respondieron positivamente en cuanto a las dosis de N y épocas de aplicación. También se observó que la aplicación foliar de nitrógeno incrementó la productividad del maíz para ensilaje, y se obtienen mejores resultados a partir de 750 mL.ha⁻¹ del fertilizante foliar estudiado. No hubo aumento en los factores de producción cuando se dividió la aplicación foliar de nitrógeno.

Palabras clave: *Zea mays* L., fertilización nitrogenada, aplicación foliar, productividad.

Abstract

The objective was to evaluate the application of foliar nitrogen in different doses and times, as a complement to soil fertilization. The work was conducted

in a rural area of the municipality of Terra Nova do Norte – MT, located in the southern of Brazilian Amazon. The treatments were a combination of foliar applications of nitrogen at doses of 0, 250, 500 and 750 mL.ha⁻¹, and two application times with different intervals: 15 and 40 days after emergence; and 25 and 40 days after the emergency. The experimental design was a randomized block with four replications, in a factorial 4 x 2, totaling eight treatments. It was found that the variables green mass productivity and dried plant and ear and ear length responded positively as the N rates and application times. It was also observed that the foliar application of nitrogen increased the productivity of corn for silage, and better results are obtained from 750 mL.ha⁻¹ of the studied leaf fertilizer. There was no increase in production factors when the foliar application of nitrogen was split.

Keywords: *Zea mays* L., nitrogen fertilization, foliar application, productivity.

Introdução

O milho (*Zea mays*) é cultivado em diversas regiões de todo mundo, com grande destaque no cenário mundial, pois é uma cultura de forte expressão econômica e social principalmente por sua diversidade nas formas de consumo e suas qualidades nutricionais. Recentemente, esta espécie tem merecido destaque internacional pela intensa produção avançar em áreas que outrora não era cultivada em larga escala: a região amazônica.

A cultura do milho tem a vantagem de poder ser explorada de diferentes formas, seja como grãos ou massa verde, onde a maior parte da produção tem destino à alimentação animal (como ração e/ou silagem) e a menor parte para consumo humano.

Segundo CONAB (2020), a produção brasileira de milho na safra 2019/2020 vai atingir 100,6 milhões de toneladas de grãos, em uma área plantada de 4,2 milhões de hectares, com um aumento de 3,1 % na produção em relação à safra anterior. No entanto, segundo

Introducción

El maíz (*Zea mays* L.) se cultiva en diferentes regiones del mundo, con gran importancia en el escenario mundial, por ser un cultivo de fuerte expresión económica y social, principalmente por su diversidad en las formas de consumo y sus cualidades nutricionales. Recientemente, esta especie ha merecido un protagonismo internacional debido al intenso avance de la producción en áreas que no se cultivaban a gran escala en el pasado: la región amazónica.

El cultivo del maíz tiene la ventaja de poder ser explotado de diferentes formas, ya sea como granos o materia verde, donde la mayor parte de la producción se destina a la alimentación animal (como pienso y/o ensilaje) y en menor cuantía para el consumo humano.

Según CONAB (2020), la producción brasileña de maíz en la cosecha 2019/2020 llegará a 100,6 millones de toneladas de grano, en un área sembrada de 4,2 millones de

Pereira (2013), apenas 15 % da área cultivada de milho no país é destinada à produção de silagem.

Apesar do alto potencial produtivo da cultura do milho, evidenciado por produtividades de 10 e 70 Mg.ha⁻¹ de grãos e de forragem, respectivamente, alcançadas no Brasil em condições experimentais e por agricultores que adotam tecnologias adequadas, o que se observa na prática é que sua produção é muito baixa e irregular (Embrapa, 2009).

A cultura do milho vem se consolidando como importante mercadoria brasileira. Apesar do decréscimo na produção, o Brasil ainda apresenta grande oferta em relação à demanda existente no mercado mundial. Esta forte produção nacional está diretamente ligada aos avanços tecnológicos ocorridos nos últimos anos, que promoveram maior produtividade por área plantada.

Segundo Meira *et al.* (2009), o nitrogênio (N) é o elemento mineral mais exigido pelo milho, podendo ser limitante no desenvolvimento da cultura. O milho, assim como as demais espécies de plantas gramíneas, requer o uso de adubação nitrogenada para compensar a remoção desse nutriente e para complementar a quantidade suprida pelo solo (Malavolta *et al.*, 1997). O N é um constituinte essencial dos aminoácidos, principais integrantes das proteínas. Como a formação de grãos e massa verde depende das proteínas na planta, a produção de milho está diretamente relacionada com o suprimento de N (Basi *et al.*, 2011). De acordo com Farinelli e Lemos (2010) o N atua

hectáreas, con un aumento de 3,1 % en la producción en comparación con la cosecha anterior. Sin embargo, según Pereira (2013), solo el 15 % del área cultivada de maíz en el país se destina a la producción de ensilaje.

A pesar del alto potencial produtivo del cultivo de maíz, evidenciado por rendimientos de 10 y 70 Mg.ha⁻¹ de granos y forrajes, respectivamente, logrados en Brasil en condiciones experimentales y por agricultores que adoptan tecnologías apropiadas, lo cual se observa en la práctica. es que su producción es muy baja e irregular (Embrapa, 2009).

La cosecha de maíz se ha consolidado como un importante producto básico brasileño. A pesar de la disminución de la producción, Brasil todavía tiene una gran oferta en relación con la demanda existente en el mercado mundial. Esta fuerte producción nacional está directamente ligada a los avances tecnológicos ocurridos en los últimos años, los cuales han promovido una mayor productividad por área plantada.

Según Meira *et al.* (2009), el nitrógeno (N) es el elemento mineral más requerido por el maíz y puede ser limitante en el desarrollo del cultivo. El maíz, como otras especies de plantas herbáceas, requiere el uso de fertilizante nitrogenado para compensar la absorción de este nutriente y complementar la cantidad aportada por el suelo (Malavolta *et al.*, 1997). El N es un componente esencial de los aminoácidos, los principales componentes de las proteínas. Como la formación de granos y materia verde depende de las proteínas de la

no desenvolvimento vegetativo, influenciando diretamente a divisão e expansão celular e o processo fotossintético da planta.

Quanto ao parcelamento e época de aplicação existe o conceito generalizado de que se aumentando o número de parcelamento da adubação nitrogenada aumenta-se a eficiência do uso do fertilizante e reduzem-se as perdas, principalmente por lixiviação e volatilização (Scivittaro *et al.*, 2010). O fornecimento adequado de N, no momento correto e em dose adequada, é fundamental para o ótimo desenvolvimento e crescimento da cultura (Yamada, 1996). A recomendação de parcelamento para a cultura do milho é de 500 a 750 mL.ha⁻¹ sendo duas aplicações: entre o vigésimo e vigésimo quinto dias após a emergência e outra após 15 dias da primeira aplicação (Malavolta *et al.*, 1997).

Segundo a marcha de absorção do N a maior exigência deste pela cultura do milho acontece nos estádios V4-V5, durante o estágio vegetativo, onde a cultura mais necessita do nutriente, pois é nessa fase que inicia o processo de diferenciação floral, definindo o potencial de produção, e se o suprimento não for adequado poderá haver diminuição no rendimento da cultura (Silva *et al.*, 2012).

A adubação foliar é uma prática complementar à adubação realizada via solo visando o fornecimento de macro e micronutrientes e segundo Bennett *et al.* (2011), a aplicação de nitrogênio foliar consiste na utilização de ureia (ou outra fonte) diluída em água e aplicada em sistema de

planta, la producción de maíz está directamente relacionada con el suministro de N (Basi *et al.*, 2011). Según Farinelli y Lemos (2010), el N actúa sobre el desarrollo vegetativo, influyendo directamente en la división y expansión celular y el proceso fotosintético de la planta.

Encuanto al tipo de fraccionamiento y aplicación, existe un concepto generalizado de que aumentar el número del fraccionamiento de la fertilización nitrogenada, aumenta la eficiencia del uso del fertilizante y reduce las pérdidas, principalmente por lixiviación y volatilización (Scivittaro *et al.*, 2010). El aporte adecuado de N, en el momento oportuno y en una dosis adecuada, es fundamental para el óptimo desarrollo y crecimiento del cultivo (Yamada, 1996). La recomendación de abono para el maíz es de 500 a 750 mL.ha⁻¹, con dos aplicaciones: entre los 20 y 25 días posteriores a la emergencia y otra a los 15 días desde la primera aplicación (Malavolta *et al.*, 1997).

Según la curva de absorción de N, la mayor demanda de N por el maíz se encuentra en las etapas V4-V5, durante la etapa vegetativa, donde el cultivo necesita más el nutriente, ya que es en esta etapa que comienza el proceso de diferenciación floral, definiendo el potencial producción, y si el suministro no es adecuado, puede haber una disminución en el rendimiento del cultivo (Silva *et al.*, 2012).

La fertilización foliar es una práctica complementaria a la fertilización del suelo, que tiene como objetivo el aporte de macro y

pulverização. Nesse procedimento a absorção foliar de nitrogênio é mais eficiente, pois se utilizam de pequenas quantidades por hectare de nitrogênio devido à maior absorção e reduzindo as perdas por lixiviação (Aguiar *et al.*, 2006).

Assim, para a cultura do milho, torna-se importante a suplementação de nitrogênio via foliar almejando a melhor disposição deste nutriente às plantas, principalmente em estágios de maior exigência nutricional pela cultura.

A partir do exposto, objetivou-se avaliar a resposta da cultura do milho em função da aplicação de doses crescentes de nitrogênio, com aplicação via foliar em diferentes épocas, na complementação da adubação via solo.

Material e métodos

Área de estudo

O experimento foi conduzido em propriedade localizada no município de Terra Nova do Norte – MT, na latitude 10°30'55,66" S, longitude 55°09'11,01" O e altitude de 290 m. Este município está localizado na região definida como Amazônia Meridional, no extremo norte do estado de Mato Grosso, Brasil. A área onde foi realizada pesquisa nos últimos anos foi utilizada com pastagem, em sistema extensivo de criação bovina.

A análise química do solo realizada anteriormente à implantação ao estudo e na profundidade de 0-0,20 m do solo apresentou as seguintes características: pH (CaCl₂) = 4,4; P = 3,1 mg.dm⁻³; K, Ca, Mg, Al e H = 0,0084; 0,8; 0,3; 0,5 e 3,2 cmol_c.dm⁻³

micronutrientes y según Benett *et al.* (2011), la aplicación de nitrógeno foliar consiste en el uso de urea (u otra fuente) diluida en agua y aplicada en un sistema de aspersión. En este procedimiento, la absorción foliar de nitrógeno es más eficiente, ya que se utilizan pequeñas cantidades por hectárea de nitrógeno debido a una mayor absorción y reducción de las pérdidas de lixiviados (Aguiar *et al.*, 2006).

Así, para el maíz, es importante suplementar el nitrógeno a través de la hoja, buscando la mejor disposición de este nutriente a las plantas, especialmente en las etapas de mayor demanda nutricional por parte del cultivo.

Con base en lo anterior, el objetivo de esta investigación fue evaluar la respuesta del cultivo de maíz a la aplicación de dosis crecientes de nitrógeno vía foliar en diferentes momentos, en la complementación de la fertilización vía suelo.

Materiales y métodos

Área de estudio

El experimento se realizó en una propiedad ubicada en el municipio de Terra Nova do Norte - MT, en la latitud 10°30'55,66"S, longitud 55°09'11,01"O y altitud de 290 m. Este municipio se ubica en la región definida como Amazonia Sur, en el extremo norte del estado de Mato Grosso, Brasil. En el área de investigación se han realizado investigaciones en los últimos años con pastos, en un sistema extensivo de ganadería.

respectivamente; Matéria orgânica = 17,4 g.dm⁻³, CTC a pH_{7,00} = 4,8 cmol_c.dm⁻³; Saturação de bases (%) = 23,1.

Preparo da área e condução do experimento

O preparo do solo foi realizado no dia 15 de setembro de 2013 utilizando uma gradagem pesada e duas gradagens leves. Para a correção da acidez do solo foi utilizando calcário dolomítico (Filler, PRNT 95 %) na quantidade de 1,9 Mg.ha⁻¹, visando elevar a saturação de bases para 60 %.

A adubação de sementeira foi de 400 kg.ha⁻¹ do formulado comercial 08-28-16 e em cobertura foram aplicados 100 kg.a⁻¹ do formulado comercial 20-00-20 no estágio V3 e 100 kg.ha⁻¹ ureia (45 % de N) no estágio V5, conforme recomendação de Fancelli e Dourado Neto (2000).

A sementeira foi realizada no dia 28 de janeiro de 2014, com a utilização do híbrido 2B688 PW Dow Agrosiences, visando obter uma população final de 55.000 plantas.ha⁻¹.

As parcelas foram constituídas por 6 linhas tendo 5 m de comprimento, com espaçamento entre linhas de 0,5 m. Totalizando uma área de 15 m² cada parcela. Como área útil foram consideradas três linhas centrais, desprezando-se 0,5 m em ambas as extremidades.

Tratamentos e delineamento experimental

Os tratamentos foram instalados seguindo o delineamento em blocos casualizados, com 4 repetições, em esquema fatorial 4 x 2, sendo quatro doses de nitrogênio via foliar em complementação à adubação de cobertura e duas épocas de aplicações.

Antes del inicio del estudio se realizó un análisis químico del suelo, a una profundidad de 0-20 cm y presentó las siguientes características: pH (CaCl₂) = 4,4; P = 3,1 mg.dm⁻³; K, Ca, Mg, Al y H = 0,0084; 0,8; 0,3; 0,5 y 3,2 cmol_c.dm⁻³ respectivamente; materia orgánica = 17,4 g.dm⁻³, CTC a pH 7,00 = 4,8 cmol_c.dm⁻³; Saturación de base (%) = 23,1.

Preparación del área experimental y conducción del experimento

La preparación del suelo se realizó el 15 de septiembre de 2013 utilizando una rastra pesada y dos rastras ligeras. Para la corrección de la acidez del suelo se utilizó cal dolomítica (Filler, PRNT 95%) en la cantidad de 1,9 Mg.ha⁻¹, con el objetivo de aumentar la saturación de bases al 60 %.

La fertilización de la siembra fue de 400 kg.ha⁻¹ de una formulación comercial 08-28-16 y en cobertura 100 kg.ha⁻¹ de una formulación comercial 20-00-20 en la etapa V3 y se aplicaron 100 kg.ha⁻¹ de urea (45 % de N) en el estadio V5, según lo recomendado por Fancelli y Dourado Neto (2000).

La siembra se realizó el 28 de enero de 2014, utilizando el híbrido 2B688 PW Dow Agrosiences, con el objetivo de obtener una población final de 55.000 plantas.ha⁻¹.

Las parcelas fueron de 6 hileras de 5 m de longitud, con una separación entre hileras de 0,5 m. La superficie total de cada parcela fue de 15 m². Como área útil se consideraron tres líneas centrales, dejando una bordura de 0,5 m en ambos extremos.

Na primeira época, as aplicações foram realizadas aos 15 dias após a emergência e aos 25 dias após a primeira e na segunda época, as aplicações foram realizadas aos 25 dias após a emergência e aos 15 dias após a primeira aplicação. As doses testadas foram: 0; 250; 500 e 750 mL.ha⁻¹ do fertilizante foliar fluido Fertilis® Nitroflex, com concentração de N (21 %) prontamente disponível às plantas (N solúvel em água: 241,5 g.L⁻¹, densidade: 1.150 g.L⁻¹, pH do produto: 6.6, natureza física: fluido - suspensão heterogênea).

Para a aplicação do produto, foi utilizado um pulverizador costal manual, portando ponta de jato plano XR 110.02, trabalhando à pressão constante de 2,5 kgf.cm², mantida por CO₂, com consumo de calda de 200 L.ha⁻¹.

Variáveis analisadas

As avaliações das características vegetativas e produtivas foram realizadas, no estádio de grãos farináceos, 95 dias após a semeadura, em 10 plantas de cada parcela. Foram realizadas as seguintes determinações: altura de plantas (AP), altura da inserção da primeira espiga (AE), diâmetro de caule (DC), número de fileiras de grãos na espiga (NF), diâmetro de espiga (DE) e comprimento das espigas (CE). A AP foi determinada pela distância do solo até a folha bandeira abaixo do pendão. O DC foi determinado no segundo entrenó com auxílio de paquímetro digital Mitutoyo modelo Absolute300. NF, DE e CE foram determinados com auxílio de régua e paquímetro digital, em 10 espigas despalhadas, colhidas aleatoriamente na área útil das parcelas. Para a determinação do peso de massa verde (PMV) e seca (PMS) de

Tratamientos y diseño experimental

Se utilizó un diseño de bloques al azar, con 4 repeticiones, en un esquema factorial 4 x 2, con cuatro dosis de nitrógeno vía hoja además del abono y dos tiempos de aplicación. En la primera temporada, las aplicaciones se realizaron a los 15 días después de la emergencia y a los 25 días después de la primera y en la segunda temporada, las aplicaciones se realizaron a los 25 días después de la emergencia y a los 15 días después de la primera aplicación. Las dosis probadas fueron: 0; 250; 500 y 750 mL.ha⁻¹ de fertilizante foliar fluido Fertilis Nitroflex®, con concentración de 21 % N, fácilmente disponible para las plantas (solubilidad del N en agua: 241.5 g.L⁻¹, densidad: 1,150 g.L⁻¹, pH de producto: 6.6, naturaleza física: fluido - suspensión heterogénea).

Para la aplicación del producto se utilizó un aspersor manual de mochila, portando una punta de chorro plano XR 110.02, trabajando a una presión constante de 2.5 kgf.cm², mantenida por CO₂, con un consumo de 200 L.ha⁻¹.

Variables analizadas

Las evaluaciones de las características vegetativas y productivas se realizaron, en la etapa de granos harinosos, 95 días después de la siembra, en 10 plantas de cada parcela. Se realizaron las siguientes determinaciones: altura de la planta (AP), altura de la primera inserción de la mazorca (AE), diámetro del tallo (DC), número de hileras de granos en la mazorca (NF), diámetro de la mazorca (DE) y longitud de la mazorca (CE). Para determinar la

plantas, foram cortadas rente ao solo as plantas da área útil de cada parcela. Após o corte as plantas foram pesadas em balança eletrônica Urano modelo 20K com precisão de 0,05 g, visando a determinação de massa verde. Após o corte foram retiradas amostras de duas plantas inteiras, pesadas verdes em balança semi analítica Urano modelo UA5200 com precisão de 0,05 g e colocadas em saco de papel tipo kraft e levadas para secagem em estufa de circulação forçada de ar Tecnal modelo TE394 a ± 65 °C até atingirem massa constante. Posteriormente foram novamente pesadas para determinação do teor de umidade e a respectiva massa seca de cada repetição e realizada a conversão de massa verde em massa seca.

O índice Spad (IS) das folhas foi determinado, por ocasião do florescimento pleno, no terço médio da folha abaixo da espiga, sendo realizadas dez leituras por folha com medidor portátil SPAD- 502, da empresa Minolta. A determinação de teor foliar de nitrogênio (TFN) foi realizada conforme metodologia descrita por Malavolta *et al.* (1997).

Os dados foram submetidos a análise de variância (ANAVA) e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade, sendo utilizado o software estatístico Sisvar (Ferreira, 2014).

Resultados e discussão

Para NF e DE, não ocorreram diferenças entre épocas e entre doses e também não foram observadas interações entre os fatores (Tabela 1, Figura 1 e Figura 2).

AP se midió la distancia desde el suelo hasta la hoja bandera debajo de la borla. La DC se determinó en el segundo entrenudo con la ayuda de un vernier digital Mitutoyo modelo Absolute300. Se determinaron NF, DE y CE con ayuda de regla y vernier digital, en 10 mazorcas sin pelar, recolectadas al azar en el área útil de las parcelas. Para determinar el peso de masa fresca (PMV) y peso seco (PMS) de plantas, se cortaron plantas del área útil de cada parcela cerca del suelo. Después del corte, las plantas se pesaron en una balanza electrónica modelo Urano 20K con una precisión de 0,05 g, con el fin de determinar la masa fresca. Después del corte, se tomaron muestras de dos plantas enteras, se pesaron en verde en una balanza semi-analítica Urano modelo UA5200 con una precisión de 0,05 g, y se colocaron en una bolsa de papel kraft y se llevaron a secar en una estufa de circulación de aire forzado Tecnal modelo TE394 a ± 65 °C hasta alcanzar masa constante. Posteriormente, se volvieron a pesar para determinar el contenido de humedad y la respectiva masa seca de cada repetición y se realizó la conversión de masa fresca a masa seca.

El índice Spad (IS) de las hojas se determinó, en el momento de la plena floración, en el tercio medio de la hoja debajo de la mazorca, con diez lecturas por hoja con un medidor portátil SPAD-502, de la empresa Minolta. La determinación del contenido de nitrógeno foliar (TFN) se realizó según la metodología descrita por Malavolta *et al.* (1997).

Tabela 1. Quadro de análise de variância para número de fileiras de grãos (NF), diâmetro de espigas (DE), altura de planta (AP), altura de inserção da espiga (AE), diâmetro do colmo (DC), de plantas de milho em função de doses crescentes de adubo foliar, aplicado em diferentes épocas no município de Terra Nova do Norte – MT – Brasil.

Tabla 1. Análisis de varianza para el número de filas de granos (NF), diámetro de mazorca (DE), altura de planta (AP), altura de inserción de mazorca (AE), diámetro de tallo (DC), de plantas de maíz debido a dosis crecientes de fertilizante foliar, aplicado en diferentes momentos en el municipio de Terra Nova do Norte - MT - Brasil.

	NF	DE	AP	AE	DC
Época (E) Valor F	0,004 ns	0,344 ns	4,181 ns	0,736 ns	2,349 ns
Dose (D) Valor F	0,347 ns	1,019 ns	8,467*	6,642*	5,723*
E*D Valor F	0,076 ns	1,395 ns	0,529 ns	1,271 ns	0,539 ns
C.V. (%)	11,65	6,72	9,07	12,00	11,71

ns: não significativo; *: significativo a 5 % de probabilidade pelo teste F.

ns: no significativo; *: significativo al 5% de probabilidad según la prueba F.

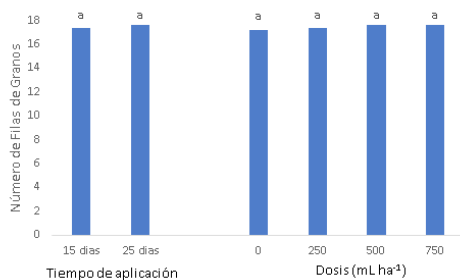


Figura 1. Número de fileiras de grãos de espigas de milho submetidas a diferentes doses de adubo foliar, aplicado em diferentes épocas no município de Terra Nova do Norte – MT – Brasil. Os traços verticais indicam erro-padrão das médias. Significativo a 5 % de probabilidade pelo teste de Tukey.

Figura 2. Diâmetro de la espiga de maíz sometidas a diferentes dosis de fertilizante foliar, aplicadas en diferentes momentos en el municipio de Terra Nova do Norte - MT - Brasil. Los guiones verticales indican el error estándar de las medias. Significativo al 5% de probabilidad según la prueba de Tukey.

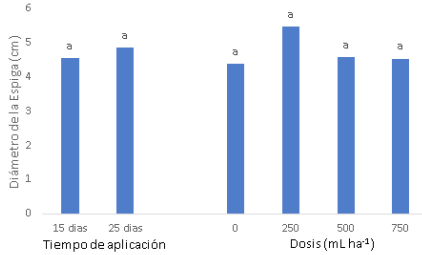


Figura 2. Diámetro de espigas de maíz submetidas a diferentes doses de adubo foliar, aplicado em diferentes épocas no município de Terra Nova do Norte – MT – Brasil. Os traços verticais indicam erro-padrão das médias. Significativo a 5 % de probabilidade pelo teste de Tukey.

Figura 2. Diámetro de la espiga de maíz sometidas a diferentes dosis de fertilizante foliar, aplicadas en diferentes momentos en el municipio de Terra Nova do Norte - MT - Brasil. Los guiones verticales indican el error estándar de las medias. Significativo al 5% de probabilidad según la prueba de Tukey.

Diversos autores (Biscaro *et al.*, 2011; Tomazela *et al.*, 2006) também não verificaram efeito significativo da adubação nitrogenada no número de fileiras e no diâmetro da espiga. Essas variáveis estão estreitamente relacionadas e também são influenciadas pela genética da espécie (Goes *et al.*, 2012).

Para AP não ocorreu diferença entre as épocas de aplicação, no entanto, em relação às doses estudadas, verificou-se que à medida que a dose do fertilizante foliar era aumentada, as plantas responderam significativamente, verificando-se aumento nesta variável a partir de 500 mL.ha⁻¹ (Figura 3). Em estudo realizado por Deuner *et al.* (2008), estes também não verificaram efeito na aplicação da ureia, na concentração de 100 mL.ha⁻¹, para AP. Entretanto,

Los datos se sometieron a análisis de varianza (ANAVA) y las medias se compararon mediante la prueba de Tukey al 5 % de probabilidad, utilizando el software estadístico Sisvar (Ferreira, 2014).

Resultados y discusión

Para NF y DE, no hubo diferencias entre tiempos y dosis y no se observaron interacciones entre los factores de estudio (Tabla 1, Figura 1 y Figura 2)

Otros autores (Biscaro *et al.*, 2011; Tomazela *et al.*, 2006) tampoco encontraron efecto significativo de la fertilización con nitrógeno sobre el número de filas de grano y el diámetro de la mazorca. Estas variables están estrechamente relacionadas y también están influenciadas por la

estes autores, ao aumentarem a concentração para 200 mL.ha⁻¹ de ureia, verificaram-se incremento de 26 % na AP em relação à adubação somente via solo.

genética de la especie (Goes *et al.*, 2012).

Para AP no hubo diferencia entre los períodos de aplicación, sin embargo, en relación a las dosis estudiadas,

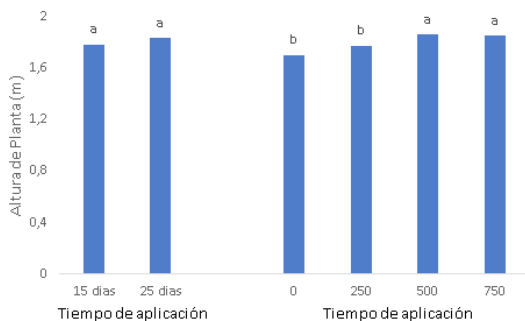


Figura 3. Altura de plantas de milho submetidas a diferentes doses de adubo foliar, aplicado em diferentes épocas no município de Terra Nova do Norte – MT – Brasil. Os traços verticais indicam erro-padrão das médias.

Figura 3. Altura de plantas de maíz sometidas a diferentes dosis de fertilizante foliar, aplicadas en diferentes momentos en el municipio de Terra Nova do Norte - MT - Brasil. Los guiones verticales indican el error estándar de las medias.

Para a AE e DC também somente ocorreu diferença entre as doses aplicadas do fertilizante foliar, onde para ambas as características apresentaram comportamento linear crescente (Figura 4 e 5). Os acréscimos das doses nitrogenadas desta pesquisa demonstraram que houve resposta de incremento das plantas de milho nestas duas variáveis, sendo que para a altura de inserção da espiga, essa diferença ocorreu a partir de 500 mL.ha⁻¹ do fertilizante (Figura 4) e para diâmetro de colmo em plantas de milho, já a partir da menor concentração (250 mL.ha⁻¹) testada, houve aumento nestes valores (Figura 5).

se encontró que a medida que se incrementó la dosis de fertilizante foliar, las plantas respondieron significativamente, con un incremento en esta variable a partir de 500 mL.ha⁻¹ (Figura 3). En un estudio de Deuner *et al.* (2008), tampoco encontraron efecto sobre la aplicación de urea, a una concentración de 100 mL.ha⁻¹, para AP. Sin embargo, estos autores, al aumentar la concentración a 200 mL.ha⁻¹ de urea, hubo un aumento de 26 % en AP en relación a la fertilización solo vía suelo.

Para AE y DC solo hubo diferencia entre las dosis aplicadas de fertilizante foliar, ambas variables presentaron

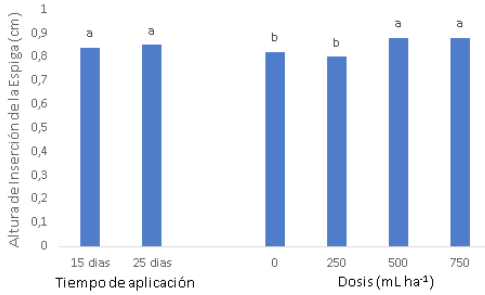


Figura 4. Altura de inserção da espiga em plantas de milho submetidas a diferentes doses de adubo foliar, aplicado em diferentes épocas no município de Terra Nova do Norte – MT – Brasil. Os traços verticais indicam erro-padrão das médias.

Figura 4. Altura de inserción de espiga en plantas de maíz sometidas a diferentes dosis de fertilizante foliar, aplicadas en diferentes momentos en el municipio de Terra Nova do Norte - MT - Brasil. Los guiones verticales indican el error estándar de las medias.

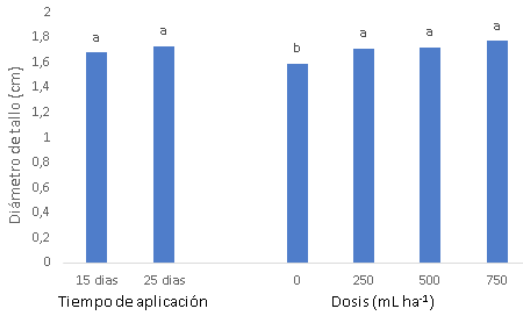


Figura 5. Diâmetro de colmo em plantas de milho submetidas a diferentes doses de adubo foliar, aplicado em diferentes épocas no município de Terra Nova do Norte – MT – Brasil. Os traços verticais indicam erro-padrão das médias.

Figura 5. Diámetro de tallo en plantas de maíz sometidas a diferentes dosis de fertilizante foliar, aplicadas en diferentes momentos en el municipio de Terra Nova do Norte - MT - Brasil. Los guiones verticales indican el error estándar de las medias

Ao contrário dos resultados obtidos no presente trabalho, Goes *et al.* (2012) não verificaram efeito significativo da adubação nitrogenada via solo ou foliar na AE e no DC; no entanto, Gazola *et al.* (2014), verificaram efeito de doses de nitrogênio via solo na AE.

O nitrogênio é integrante de todos os aminoácidos e também faz parte da constituição de proteínas e da molécula de clorofila, estando assim relacionado com o crescimento e ao rendimento das plantas, sendo indispensável para a manutenção da atividade fotossintética (Basi *et al.*, 2011).

Ocorreu efeito de doses e não houve efeito de época de aplicação do nitrogênio e interação entre doses de fertilizante foliar e época de aplicação para o IS, TFN, PMV e PMS (Tabela 2).

un comportamiento lineal creciente (Figuras 4 y 5). Los incrementos en las dosis de nitrógeno en esta investigación mostraron que hubo un aumento en la respuesta de las plantas de maíz en estas dos variables, y para la altura de inserción de la mazorca, esta diferencia se presentó a partir de 500 mL.ha⁻¹ del fertilizante (Figura 4) y para el diámetro del tallo en las plantas de maíz, a partir de la concentración más baja estudiada (250 mL.ha⁻¹) (Figura 5).

Contrariamente a los resultados obtenidos en el presente estudio, Goes *et al.* (2012) no encontraron un efecto significativo de la fertilización con nitrógeno a través del suelo o la hoja en LA y CD; sin embargo, Gazola *et al.* (2014), verificaron el efecto de las

Tabela 2. Quadro de análise de variância para índice Spad (IS), teor foliar de N (TFN), produtividade de massa verde (PMV) e produtividade de massa seca (PMS) de plantas de milho sob doses crescentes de adubo foliar, aplicado em diferentes épocas no município de Terra Nova do Norte – MT – Brasil.

Cuadro 2. Cuadro de análisis de varianza para índice de Spad (IS), contenido de hojas de N (TFN), productividad de masa fresca (PMV) y productividad de masa seca (PMS) de plantas de maíz bajo dosis crecientes de fertilizante foliar, aplicado en diferentes momentos en el municipio de Terra Nova do Norte - MT - Brasil.

	IS (Spad)	TFN (g.kg ⁻¹)	PMV (kg.ha ⁻¹)	PMS (kg.ha ⁻¹)
Época (E)Valor F	1,009 ns	0,256 ns	0,137 ns	0,312 ns
Dose (D)Valor F	7,472 *	42,962 **	14,054 **	5,492 *
E*DValor F	0,049 ns	2,503	2,191 ns	1,330 ns
C.V. (%)	17,00	6,78	10,94	12,29

ns: não significativo; *, **: significativo a 5 %, ** 1 % de probabilidade pelo teste F.

ns: no significativo; *, **: significativo al 5 %, ** 1 % de probabilidad según la prueba F.

Para IS, nota-se aumento das médias em função do aumento da dose já a partir de 250 mL.ha⁻¹ (Figura 6). Comparando-se a maior dose estudada com plantas que não receberam o tratamento com o fertilizante foliar, houve aumento de 16 % no teor de cor verde das folhas destas. Isso ocorreu pela relação existente entre o teor de N com a clorofila. Neste sentido, Argenta *et al.* (2003), comentam que o nível de N na planta de milho é correspondente ao teor de clorofila na folha, obtido pelo clorofilômetro. Resultados semelhantes também foram obtidos por Fernandes e Buzetti (2005) que verificaram que o fornecimento de nitrogênio promoveu aumentos nos conteúdos foliares de clorofila na cultura do milho.

dosis de nitrógeno a través del suelo sobre EA.

El nitrógeno es parte integral de todos los aminoácidos y también es parte de la constitución de las proteínas y la molécula de clorofila, estando así relacionado con el crecimiento y rendimiento de las plantas, siendo indispensable para el mantenimiento de la actividad fotosintética (Basi *et al.*, 2011).

El factor dosis tuvo efecto significativo para las variables IS, TFN, PMV y PMS mientras que el tiempo de aplicación de nitrógeno e interacción entre dosis de fertilizante foliar y tiempo de aplicación no lo fue significativo (Cuadro 2).

Para IS, hay un aumento en los promedios en función del

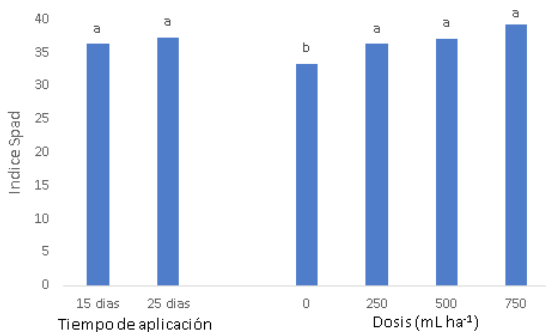


Figura 6. Teor de cor verde das folhas (índice SPAD) de plantas de milho submetidas a diferentes doses de adubo foliar, aplicado em diferentes épocas no município de Terra Nova do Norte – MT – Brasil. Os traços verticais indicam erro-padrão das médias.

Figura 6. Contenido de hoja verde (índice SPAD) de plantas de maíz sometidas a diferentes dosis de fertilizante foliar, aplicadas en diferentes momentos en el municipio de Terra Nova do Norte - MT - Brasil. Los guiones verticales indican el error estándar de las medias.

A resposta do TFN em relação a aplicação foliar do adubo nitrogenado está representada na Figura 7. De maneira similar às demais variáveis, já a partir de 250 mL.ha⁻¹, que corresponde a 52,5 g.kg⁻¹ de N, houve incremento nos valores obtidos. Segundo Malavolta *et al.* (1997), os teores foliares adequados para a cultura do milho estão entre 27,5 e 32,5 g.kg⁻¹, o que coloca todas as doses acima do nível adequado. Também, Gazola *et al.* (2014), trabalhando com adubação nitrogenada em cobertura em milho verificaram que teores inferiores ao considerado normal, não apresentavam aumento nesta variável. Plantas com maiores TFN tendem a aumentar a sua eficácia em alocar carboidratos para o sistema radicular tornando-o mais abrangente e diligente em aproveitar o N disponível (Meira *et al.*, 2009).

aumento de dosis de 250 mL.ha⁻¹ (Figura 6). Comparando la dosis más alta estudiada con plantas que no recibieron tratamiento con fertilizante foliar, hubo un aumento del 16 % en el contenido de color verde de las hojas. Esto se debió a la relación entre el contenido de N y la clorofila. En este sentido, Argenta *et al.* (2003), comentan que el nivel de N en la planta de maíz corresponde al contenido de clorofila en la hoja, obtenido por el medidor de clorofila. Fernandes y Buzetti (2005) también obtuvieron resultados similares, quienes encontraron que el suministro de nitrógeno promovía aumentos en el contenido de clorofila foliar en el cultivo de maíz.

La respuesta del TFN en relación a la aplicación foliar de fertilizante

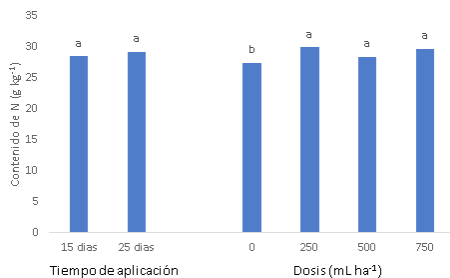


Figura 7. Teor foliar de nitrogênio em função da aplicação de adubo foliar em plantas de milho submetidas a diferentes doses de adubo foliar, aplicado em diferentes épocas no município de Terra Nova do Norte – MT – Brasil. Os traços verticais indicam erro-padrão das médias.

Figura 7. Contenido de nitrógeno foliar en función de la aplicación de fertilizante foliar en plantas de maíz sometidas a diferentes dosis de fertilizante foliar, aplicadas en diferentes momentos en el municipio de Terra Nova do Norte - MT - Brasil. Los guiones verticales indican el error estándar de las medias.

A resposta da adubação foliar com relação à PMV acompanhou uma tendência de aumento (Figura 8), onde nota-se que foi obtida a máxima resposta na maior dose testada (750 mL.ha^{-1}). Assis *et al.* (2014), trabalhando com nove híbridos de milho visando a caracterização agrônômica e bromatológica para ensilagem, verificaram PMV entre $33,47$ a $42,53 \text{ Mg.ha}^{-1}$, estando as maiores produtividades próximas às observadas no presente trabalho. Já Athayde (2012), em trabalho para verificar o efeito da aplicação da ureia em diferentes épocas sobre o rendimento de milho para silagem verificou em função da dose valores entre $45,80$ a $49,85 \text{ ha}^{-1}$, sendo estes superiores ao da presente pesquisa.

A PMS, de maneira similar a PMV, apresentou uma tendência crescente (Figura 9) indicando melhor resposta na maior dose testada (750 mL.ha^{-1}). As produtividades oscilaram entre 8.165 a 9.087 Mg.ha^{-1} no presente trabalho e são inferiores às observadas por Assis *et al.* (2014), os quais verificaram valores entre 10.650 a $13.430 \text{ Mg.ha}^{-1}$. Meira *et al.* (2009), comentam que a cultivar de milho apresenta interferência direta na resposta à aplicação de nitrogênio, onde existem híbridos que são mais responsivos comparados a outros que não são responsivos e apresentam menor eficiência na conversão do N aplicado. A produtividade de massa também está relacionada com as condições climáticas que o milho está sujeito durante o ciclo.

A adubação foliar é complementar à adubação via solo, no que diz respeito ao fornecimento de nitrogênio, fósforo

nitrogenado se representa en la Figura 7. Al igual que las otras variables, partiendo de 250 mL.ha^{-1} , que corresponde a $52,5 \text{ g.kg}^{-1}$ de N, hubo un aumento en los valores obtenidos. Según Malavolta *et al.* (1997), los contenidos foliares aptos para el cultivo de maíz se encuentran entre $27,5$ y $32,5 \text{ g.kg}^{-1}$, lo que sitúa todas las dosis por encima del nivel adecuado. Además, Gazola *et al.* (2014), trabajando con fertilización nitrogenada en cobertura de maíz, encontraron que niveles inferiores a los considerados normales, no mostraron un incremento en esta variable. Las plantas con mayor TFN tienden a aumentar su eficiencia en la asignación de carbohidratos al sistema de raíces, lo que lo hace más completo y diligente en el aprovechamiento del N disponible (Meira *et al.*, 2009).

La respuesta de fertilización foliar en relación a PMV siguió una tendencia ascendente (Figura 8), donde se observa que la respuesta máxima se obtuvo a la dosis más alta probada (750 mL.ha^{-1}). Assis y *et al.* (2014), trabajando con nueve híbridos de maíz con el objetivo de caracterización agrónômica y bromatológica para ensilaje, encontraron PMV entre $33,47$ a $42,53 \text{ Mg.ha}^{-1}$, siendo los rendimientos más altos cercanos a los observados en el presente trabajo. Athayde (2012), por su parte, trabajando para verificar el efecto de la aplicación de urea en diferentes momentos sobre el rendimiento de maíz para ensilado encontró, según la dosis, valores entre $45,80$ a $49,85 \text{ Mg.ha}^{-1}$, los cuales son superiores al del esta investigación.

e potássio para as culturas, onde a incorporação de nitrogênio via foliar pode auxiliar na suplementação do fornecimento via solo em determinados estágios de crescimento. O adubo aplicado via foliar pode ser rapidamente incorporado ao metabolismo para favorecer o processo de crescimento e desenvolvimento (Lima *et al.*, 2009).

El PMS, al igual que el PMV, mostró una tendencia creciente (Figura 9) que indica una mejor respuesta a la dosis más alta probada ($750 \text{ mL}\cdot\text{ha}^{-1}$). Los rendimientos variaron de 8.165 a $9.087 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$ en el presente estudio y son más bajas que las observadas por Assis *et al.* (2014), que encontró valores entre 10.650 a $13.430 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$. Meira

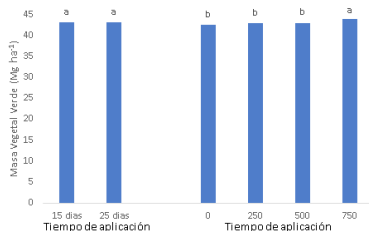


Figura 8. Matéria verde de plantas de milho submetidas a diferentes doses de adubo foliar, aplicado em diferentes épocas no município de Terra Nova do Norte – MT – Brasil. Os traços verticais indicam erro-padrão das médias.

Figura 8. Massa vegetal verde de plantas de maíz sometidas a diferentes dosis de fertilizante foliar, aplicado en diferentes momentos en el municipio de Terra Nova do Norte - MT - Brasil. Los guiones verticales indican el error estándar de las medias.

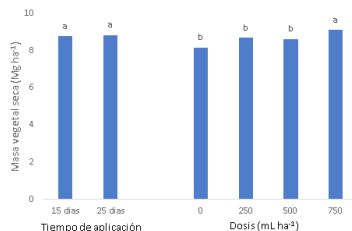


Figura 9. Matéria seca de plantas de milho submetidas a diferentes doses de adubo foliar, aplicado em diferentes épocas no município de Terra Nova do Norte – MT – Brasil. Os traços verticais indicam erro-padrão das médias.

Figura 9. Massa vegetal seca de plantas de maíz sometidas a diferentes dosis de fertilizante foliar, aplicadas en diferentes momentos en el municipio de Terra Nova do Norte - MT - Brasil. Los guiones verticales indican el error estándar de las medias.

Conclusão

Aplicação foliar de nitrogênio aumenta a produtividade de massa verde e seca do milho para silagem a partir de 750 mL.ha⁻¹ do fertilizante foliar estudado.

Não há acréscimo de fatores produtivos se a aplicação foliar de nitrogênio for parcelada.

Literatura citada

- Aguiar, M. I., I.P. Lourenco, T.S. Oliveira and N.B. Lacerda. 2006. Nutrient losses by leaching in an Ultisol with melon. *Rev. Bras. Eng. Agríc. Ambient.* 10(4): 811-819.
- Argenta, G., P.R.F. Silva, E.L. Fosthofer, M.L. Strieder, E. Suhre and L.L. Teichmann. 2003. Nitrogen fertilization in maize by monitoring the plant n level by a chlorophyll meter. *Rev. Bras. Ciênc. Solo.* 27(1):109-119.
- Assis, F.B., F.C. Basso, E.C. Lara, E. Raposo, L.M.A. Bertipaglia, L.O. Fernandes, C.H.S. Rabelo and R.A. Reis. 2014. Agronomic and chemical characteristics of hybrid corn to ensiling. *Semina: Ciênc. Agrár.* 35(6):2869-2882.
- Athayde, A.A.R. 2012. Avaliação de aditivos associados na ensilagem de cana-de-açúcar *Saccharum officinarum*. *Nucleus.* 9(2):257-262.
- Basi, S., M. Neumann, F. Marafon, R.K. Ueno e I.E. Sandini. 2011. Influência da adubação nitrogenada sobre a qualidade da silagem de milho. *Rev. Bras. Tecnol. Apl. Ciênc. Agrár.* 4(2):219-234.
- Benett, C.G.S., S. Buzetti, K.S. Silva, M.C.M. Teixeira Filho, M. Andreotti and O. Arf. 2011. Leaf and sidedressing nitrogen application on wheat crop in savanna. *Semina: Ciênc. Agrár.* 32(3):829-832.
- Biscaro, G.A., A.V.A. Motomiya, R. Ranzi e M. André. 2011. Desempenho do

et al. (2009), comentan que el cultivar de maíz presenta interferencia directa en la respuesta a la aplicación de nitrógeno, donde existen híbridos que son más receptivos en comparación con otros que no responden y muestran menor eficiencia en la conversión del N aplicado. El rendimiento también está relacionado con las condiciones climáticas a las que está sujeto el maíz durante el ciclo.

La fertilización foliar es complementaria a la fertilización vía suelo, en cuanto al aporte de nitrógeno, fósforo y potasio a los cultivos, donde la incorporación de nitrógeno vía hoja puede ayudar a complementar el aporte vía suelo en determinadas etapas de crecimiento. El fertilizante aplicado vía hoja se puede incorporar rápidamente al metabolismo para favorecer el proceso de crecimiento y desarrollo (Lima *et al.*, 2009).

Conclusión

La aplicación foliar de nitrógeno aumenta la productividad de masa fresca y seca de maíz para ensilaje a partir de 750 mL.ha⁻¹ del fertilizante foliar estudiado.

No hay aumento de factores productivos si se fracciona la aplicación foliar de nitrógeno.

Fin de la Version en Español

milho safrinha irrigado submetido a diferentes doses de nitrogênio via solo e foliar. *Agrarian.* 4(11):10-19.

Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB). 2020. Acompanhamento da safra brasileira – Grãos – v.7 – Safra 2019/20 – n.10 – Décimo levantamento

| Julho 2020. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras>>. Acesso em: 13 jul. 2020.

- Deuner, S., R. Nascimento, L.S. Ferreira, P.G. Badinelli e R.S. Kerber. 2008. Adubação foliar e via solo de nitrogênio em plantas de milho em fase inicial de desenvolvimento. *Ciênc. Agrotec.* 32(5):1359-1365.
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA). 2009. Avaliação de sistemas de produção de milho na região de Sete Lagoas, MG. Circular Técnica. Embrapa: Sete Lagoas, 6 p.
- Fancelli, A.L. e D. Dourado Neto. 2000. Produção de milho. Guaíba: Agropecuária. 360 p.
- Farinelli, R. e L.B. Lemos. 2010. Produtividade e eficiência agrônômica do milho em função da adubação nitrogenada e manejo de solo. *Rev. Bras. Milho Sorgo.* 9(2):135-146.
- Fernandes, F.C.S. e S. Buzetti. 2005. Efeito de níveis de nitrogênio na produtividade de seis cultivares de milho (*Zea mays* L.). *Rev. Cient. Elet. Agron.* 4(7):1-7.
- Ferreira, D.F. 2014. Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. *Ciênc. Agrotec.* 38(2):109-112.
- Gazola, D., C. Zucareli, R.R. Silva e I.C.B. Fonseca. 2014. Aplicação foliar de aminoácidos e adubação nitrogenada de cobertura na cultura do milho safrinha. *Rev. Bras. Eng. Agríc. Amb.* 18(7):700-7007.
- Goes, R.J., R.A.F. Rodrigues, O. Arf e R.G. Vilela. 2012. Nitrogênio em cobertura para o milho (*Zea mays* L.) em sistema plantio direto na safrinha. *Rev. Bras. Milho e Sorgo.* 11(2):169-177.
- Lima, M.G.S., C.R. Mendes, R. Nascimento, N.F. Lopes e M.A.P. Carvalho. 2009. Avaliação bioquímica de plantas de milho pulverizadas com uréia isolada e em associação com aminoácidos. *Rev. Ceres.* 56(3):358-363.
- Malavolta, E., G.C. Vitti e S.A. Oliveira. 1997. Avaliação do estado nutricional de plantas: Princípios e aplicações. Piracicaba, Potafos. 308 p.
- Meira, F.A., S. Buzetti, M. Andreotti, O. Arf, M.E. Sá e J.A.C. Andrade. 2009. Fontes e épocas de aplicação do nitrogênio na cultura do milho irrigado. *Semina: Ciênc. Agrár.* 30(2):275-284.
- Pereira, B.M. 2013. Avaliação da qualidade da silagem de híbridos de milho (*Zea mays* L.) cultivados no Distrito Federal. Universidade de Brasília. Brasília, Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária. 28 p.
- Scivittaro, W.B., D.R.N. Gonçalves, M.L.C. Vale e V.G. Ricordi. 2010. Perdas de nitrogênio por volatilização de amônia e resposta do arroz irrigado à aplicação de ureia tratada com o inibidor de urease NBPT. *Ciênc. Rural.* 40(6):1283-1289.
- Silva, A.A., T.S. Silva, A.C.P. Vasconcelos e R.M.Q. Lana. 2012. Aplicação de diferentes fontes de ureia de liberação gradual na cultura do milho. *Biosci. J.* 28(1):104-111.
- Tomazela, A.L., J.L. Favarin, A.L. Fancelli, T.N. Martin, D. Dourado Neto e A.R. Reis. 2006. Doses de nitrogênio e fontes de Cu e Mn suplementar sobre a severidade da ferrugem e atributos morfológicos do milho. *Rev. Bras. Milho Sorgo.* 5(2):192-201.
- Yamada, T. 1996. Adubação nitrogenada do milho: quanto, como e quando aplicar? Piracicaba: Potafos, 5 p.