

**Produtividade e Desenvolvimento
de Milho Cultivado sob Doses
de Nitrogênio no Cerrado de
Roraima**



*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Roraima
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 45

**Produtividade e Desenvolvimento
de Milho Cultivado sob Doses de
Nitrogênio no Cerrado de Roraima**

Karine Dias Batista

Reila Ferreira dos Santos

Simone Teixeira Moura de Aquino

Leonardo Breckenfeld de Lima

Paulo Roberto Ribeiro Rocha

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Roraima

Rodovia BR 174, Km 8 - Distrito Industrial

Caixa Postal 133 - CEP. 69.301-970

Boa Vista | RR

Fone/Fax: (95) 4009-7100

Fax: +55 (95) 4009-7102

www.embrapa.br

Unidade responsável pelo conteúdo e pela edição

Embrapa Roraima

Comitê de Publicações da Unidade

Presidente: Aloísio Alcantra Vilarinho

Secretário-executivo: Hyanameyka Evangelista de Lima Primo

Membros: Antônio Carlos Centeno Cordeiro

Newton de Lucena Costa

Roberto Dantas de Medeiros

Maria Fernanda Berlingieri Durigan

Patricia da Costa

Karine Dias Batista

Jane Maria Franco e Oliveira

Supervisão editorial: Clarice Monteiro Rocha

Revisão de texto: Luiz Edwilson Frazão

Normalização bibliográfica: Jeana Garcia Beltrão Macieira

Editoração Eletrônica: Gabriela Beatriz de Lima

Todos os direitos reservados

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei no 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação da Publicação (CIP)

Embrapa Roraima

Batista, Karine Dias.

Produtividade e Desenvolvimento de Milho Cultivado sob Doses de Nitrogênio no Cerrado de Roraima/ Reila Ferreira dos Santos, Simone Teixeira Moura de Aquino, Leonardo Breckenfeld de Lima, Paulo Roberto Ribeiro Rocha. - Boa Vista, RR: Embrapa Roraima, 2017.

25 p. (Embrapa Roraima. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 45).

1. Zea mays L. 2. Nitrogênio. 3. Amazônia. I Santos, Reila Ferreira dos. II. Aquino, Simone Teixeira Moura de. III. Lima, Leonardo Breckenfeld de. IV. Rocha, Roberto Ribeiro. V. Título.

CDD. 633.15

© Embrapa 2017

Sumário

| | |
|------------------------------------|-----------|
| Resumo..... | 05 |
| Abstract..... | 07 |
| Introdução..... | 09 |
| Material e Métodos..... | 11 |
| Resultados e Discussão..... | 13 |
| Conclusão..... | 20 |
| Agradecimentos..... | 21 |
| Referências..... | 22 |

Produtividade e Desenvolvimento de Milho Cultivado sob Doses de Nitrogênio no Cerrado de Roraima

*Karine Dias Batista*¹

*Reila Ferreira dos Santos*²

*Simone Teixeira Moura de Aquino*³

*Leonardo Breckenfeld de Lima*⁴

*Paulo Roberto Ribeiro Rocha*⁵

Resumo

O objetivo deste trabalho foi verificar os efeitos de doses de nitrogênio (N) sobre o desenvolvimento e a produtividade do milho cultivado em sistema plantio direto no cerrado de Roraima. O experimento foi conduzido em 2016, no Campo Experimental Água Boa (área de cerrado) pertencente à Embrapa Roraima. Utilizou-se a cultivar de milho transgênico, LG 6030 PRO2, recomendado para a região norte do Brasil. O delineamento estatístico foi em blocos casualizados, com quatro tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos consistiram em quatro doses de N, sendo, 0; 50; 110 e 170 kg ha⁻¹ de N, aplicado na forma de ureia. O experimento foi conduzido de maio a outubro de 2016. Aos 70 dias de cultivo, foram avaliados: altura total da planta (AT); altura de inserção da primeira espiga (AIPE); diâmetro do colmo (DC); teor foliar de N; índices de clorofilas *a* e *b*, a partir dos quais se obteve a razão clorofila *a/b*. Após a colheita do milho, avaliou-se: comprimento da espiga (CE); diâmetro da espiga (DE); número de fileiras de grãos por espiga (NFE) e produtividade de grãos. Os resultados observados demonstraram que a produtividade e o desenvolvimento do milho foram responsivos com o incremento das adubações nitrogenadas. A AT, AIPE e o CE apresentaram valores

¹ Eng. Agrônoma, D. Sc., Pesquisadora da Embrapa Roraima, Boa Vista - RR.

² Graduanda de Ciências Biológicas, Faculdade Cathedral, Bolsista PIBIC/CNPq, Boa Vista - RR.

³ Graduanda de Ciências Biológicas, Faculdade Cathedral, Boa Vista - RR.

⁴ Eng. Agrônomo, Mestrando em Agronomia, Universidade Federal de Roraima, Boa Vista - RR.

⁵ Eng. Agrônomo, Professor, Universidade Federal de Roraima, Boa Vista - RR.

máximos nas doses de 124, 123 e 132 kg ha⁻¹ de N, respectivamente. As demais variáveis analisadas, DC, clorofila *a*, clorofila *b*, razão clorofila *a/b*, teor foliar de N, NFE, DE e produtividade, apresentaram resposta linear em relação às doses de N. A produtividade alcançada na maior dose de N estudado, foi de 3,2 t ha⁻¹, ficando muito abaixo da produtividade média nacional. Ressalta-se que as condições edafoclimáticas não foram favoráveis para o bom desenvolvimento da cultura durante o período de condução do experimento. Sugere-se a continuidade dos estudos sobre adubação da cultura para obtenção de melhores produtividades de milho cultivado no cerrado de Roraima.

Palavras-Chave: *Zea mays* L. Nitrogênio. Amazônia.

Yield and Development of Maize Grown under Nitrogen Doses in Cerrado of Roraima

Abstract

The goal of this study was to evaluate the effects of nitrogen doses on maize production grown in the no-tillage system. The experiment was carried out in 2016, at the Água Boa Experimental Field (cerrado area) belonging to Embrapa Roraima. It was used the transgenic maize cultivar, LG 6030 PRO2, recommended for the northern region of Brazil. The statistical design was randomized blocks, with four treatments and four replicates. The treatments consisted of four doses of N (as urea): 0; 50; 110 and, 170 kg ha⁻¹ of N. The experiment was carried out from May to October 2016. At 70 days of cultivation, we evaluated: total plant height (TH); insertion height of the first ear (IHFE); stem diameter (SD); N foliar content; chlorophyll *a* and *b*, from which the chlorophyll *a* / *b* ratio was obtained. After the corn harvest, it was evaluated: length of ear (LE); ear diameter (ED); number of grains rows per ear (NRE) and grains yield. The results showed that the development and the yield of maize were responsive with the increase of nitrogen fertilizations. The AT, AIPE, and CE presented maximum values at doses of 124, 123 and 132 kg ha⁻¹ of N, respectively. The other variables analyzed - chlorophyll *a*, chlorophyll *b*, chlorophyll *a* / *b* ratio, N foliar content, NRE, ED, SD, and productivity presented linear response to N. The productivity reached at the highest N level was 3,2 t ha⁻¹, falling below the national and state average

yield of maize. We highlight that the edaphoclimatic conditions were not favorable for the good development of the crop during the experiment. We suggest to improve the studies about maize fertilization in order to obtain higher yield values of maize grown in the cerrado of Roraima.

Key-Words: *Zea mays* L. Nitrogen. Amazon.

Introdução

Mundialmente cultivado, o milho (*Zea mays*) é um cereal que se destaca pela notável importância na economia de países considerados grandes produtores, como Estados Unidos, China e Brasil. Apesar de ocupar o terceiro lugar no ranking, a produtividade de milho do Brasil é considerada baixa quando comparada aos outros dois maiores produtores mundiais.

Nos últimos anos, a área ocupada com grãos, na região norte do Brasil, tem aumentado, alcançando 2.871.000 ha na safra 2016/2017, com maior expressão nos Estados de Tocantins e Pará. Desse total, 694.500 ha correspondem à área cultivada com milho, com produtividade de 3,7 t/ha de grãos. Mais precisamente, o Estado de Roraima contribui com 7.500 ha plantados com milho, com produtividade de 3,5 t/ha. Em relação a 2016, houve incremento de 63% na área plantada com milho, em Roraima (CONAB, 2017).

O aumento observado na área ocupada com milho no estado, nos últimos anos, se deve principalmente, ao aumento da área plantada com soja. Nesse caso, o milho entra em rotação com a oleaginosa, como um dos componentes do sistema plantio direto e promove benefícios como o controle de pragas e doenças (VELOSO et al., 2012). Entretanto, o incremento na produtividade não é tão expressivo quanto aquele observado para a área cultivada. Embora a produtividade de Roraima esteja bem próxima daquela alcançada pela região norte, ainda apresenta valor inferior à produtividade nacional 5,4 t ha⁻¹ de milho, (CONAB, 2017).

O baixo rendimento agrícola do estado pode ser explicado não só por fatores edafoclimáticos, com destaque para o manejo do solo, incluindo o sistema de produção adotado e o manejo da fertilidade do solo, mas também pela baixa tecnologia empregada pelos produtores. O sistema de plantio direto (SPD), embora já conhecido em todo o país, ainda é pouco adotado no Estado de Roraima. É um sistema de produção que, segundo a FEBRAPDP (2017), se adotado corretamente, pode aumentar em 20% o rendimento da agricultura. O SPD, até então considerado como uma alternativa ao sistema convencional, tornou-se o sistema de referência na produção nacional de grãos. Para os solos de Roraima, que em sua maioria, apresentam baixa fertilidade natural e baixo teor de argila, a

presença de palhada no solo torna-se fator importante para o manejo sustentável do fornecimento de nutrientes para o milho.

Acrescenta-se que, uma vez que a cultura do milho é muito exigente em nutrientes, a baixa fertilidade do solo e o manejo inadequado de calagens e adubações contribuem para produtividades insatisfatórias do cereal (JAREMCHUK et al., 2005). Segundo Resende et al. (2016), as pesquisas desenvolvidas e a aplicação das técnicas de correção da acidez do solo e de adubação foram decisivas para o grande desenvolvimento agrícola do país.

Dentre os nutrientes, o nitrogênio (N) é aquele exigido em maior quantidade pelo milho e por isso contribui com grande parte do custo de produção da cultura (VELOSO et al. 2009). Sabe-se que a dinâmica do N no solo é bastante complexa, o que contribui para que este elemento apresente as maiores interações com o ambiente (CANTARELLA; MONTEZANO, 2010). Solos com baixa disponibilidade de N necessitam de um aporte do nutriente, via adubos nitrogenados, para garantirem o bom desenvolvimento do milho (VERGÜTZ; NOVAIS, 2015). Por outro lado, quando adicionado em excesso, pode ocasionar problemas ambientais (CANTARELLA; MONTEZANO, 2010). Evidencia-se, dessa forma, que a recomendação de adubação nitrogenada deve ser feita de maneira criteriosa.

No Brasil, as tabelas de recomendação de adubação para a cultura do milho encontram-se desatualizadas, principalmente devido aos novos híbridos cada vez mais produtivos e às novas práticas culturais (VERGÜTZ; NOVAIS, 2015). Para alguns estados brasileiros, como Roraima, por exemplo, ainda sequer existem tabelas de recomendação de adubação para o milho. Muitas vezes as adubações são realizadas de maneira empírica ou baseadas na recomendação para outros estados, o que pode ocasionar baixas produtividades ou até produtividades desejadas, porém com custo elevado. Salienta-se que para o Estado de Roraima, não há trabalhos de pesquisa que mostrem o melhor manejo da adubação nitrogenada para essa cultura.

Dessa forma, o objetivo do trabalho foi verificar os efeitos de doses de N sobre o desenvolvimento e a produtividade do milho cultivado em sistema plantio direto no cerrado de Roraima.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido no ano de 2016 no campo experimental Água Boa (área de cerrado), pertencente à Embrapa Roraima e situado entre as coordenadas geográficas de 02°39´00" e 02°41´10" de latitude norte e 60°49´40" e 60°52´20" de longitude oeste, no município de Boa Vista - RR.

A precipitação média anual é de 1.678 mm, umidade relativa do ar de 70% e a temperatura diária pode atingir valores entre 20 °C e 38 °C, sendo a média anual de 27,4 °C. Segundo a classificação de Köppen, o clima da região é do tipo Aw, com duas estações climáticas bem definidas, sendo uma chuvosa (abril-setembro) e outra seca (outubro-março). O acumulado mensal de chuvas no ano de 2016 é mostrado na Figura 1.

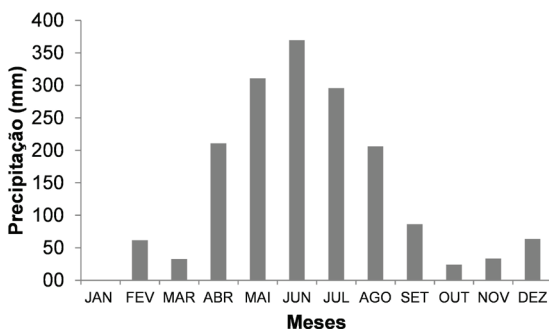


Figura 1. Precipitação no Campo Experimental Água Boa, em Boa Vista, RR, 2016.

Foi utilizada a cultivar de milho transgênico híbrido LG 6030 PRO2 (Híbrido simples com gene Roundup Ready® 2 e VT PRO2), recomendado para a região norte do Brasil.

O experimento foi instalado em área cultivada em 2015 com soja, variedade BRS Tracajá. Antes do plantio da soja, a área estava ocupada com vegetação nativa. Em 2015, antes do plantio da soja, foi aplicado calcário de acordo com a análise de fertilidade do solo na camada de 0-20 cm. O preparo do solo foi feito por meio de aração e gradagem e para a correção da área utilizou-se: 1,6 t ha⁻¹ de calcário aplicado a lanço

e incorporado até 20 cm de profundidade, 70 kg ha⁻¹ de KCl, 200 kg ha⁻¹ de superfosfato simples e 20 kg ha⁻¹ de FTE.

O plantio da soja foi mecanizado, com o espaçamento de 0,60 m entre fileiras. Após a colheita da soja foi amostrado solo da camada de 0-20 cm de profundidade, para verificação da fertilidade do solo. O solo apresentou os seguintes atributos químicos: pH (H₂O) = 6,4; MO = 8,2g kg⁻¹; Ca = 0,8 cmol_c dm⁻³; Mg = 0,5 cmol_c dm⁻³; K = 0,0 cmol_c dm⁻³; Al = 0,0 cmol_c dm⁻³; H + Al = 0,9 cmol_c dm⁻³; P = 4,7mg dm⁻³; Soma de Bases = 1,4 cmol_c dm⁻³; CTC = 1,4 cmol_c dm⁻³. Entre a colheita da soja e o plantio do milho, o solo foi mantido sob o cultivo da *Brachiaria ruzizienses*. Em 2016, 15 dias antes do plantio do milho, a braquiária foi dessecada utilizando o herbicida glyphosate.

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com 4 tratamentos e 4 repetições. As parcelas foram constituídas por 6 linhas de plantio com 5 m de comprimento cada e espaçamento de 0,60 m entre fileiras, sendo considerada como parcela útil as 4 linhas e os 4 metros centrais de cada linha. Os tratamentos foram constituídos pelas doses de: 0; 50; 110 e 170 Kg ha⁻¹ de N, em cobertura. Utilizou-se ureia como fonte de N. A adubação de semeadura foi igual para todos os quatro tratamentos, ficando distribuídos nas linhas 10 kg ha⁻¹ N na forma de sulfato de amônio, 10 kg ha⁻¹ de K₂O na forma de cloreto de potássio e 100 kg ha⁻¹ de P₂O₅ na forma de superfosfato simples.

Aos 17 dias (estádio V4) após a emergência das plantas foi realizada a primeira adubação de cobertura, utilizando: (T1) 0 kg ha⁻¹, (T2) 25 kg ha⁻¹, (T3) 55 kg ha⁻¹ e (T4) 85 kg ha⁻¹ de N na forma de ureia e 35 kg ha⁻¹ de K₂O na forma de KCl para todos os 4 tratamentos. Aos 38 dias (estádio V8) após a emergência, realizou-se a segunda adubação de cobertura, conforme descrito para a primeira. O controle de pragas foi realizado conforme recomendação para a cultura.

Aos 70 dias após o plantio, foram avaliadas, aleatoriamente, em seis plantas da parcela útil: altura total da planta (AT) – distância entre o nível do solo e o ápice do pendão; altura de inserção da primeira espiga (AIPE) - distância entre o nível do solo e a inserção da primeira espiga; diâmetro do colmo (DC) - medido a 0,10 m do solo, utilizando-se paquímetro; teor de N na folha oposta abaixo da espiga, de acordo com Miyazawa et al. (2009); índices de clorofilas *a* e *b*, a partir dos quais se obteve a razão clorofila *a/b*. Os índices de clorofila foram obtidos utilizando-se o Clorofilog (Modelo CFL 1030, Falker), na folha oposta abaixo da espiga, pela manhã.

Decorridos 137 dias após o plantio foi realizada a colheita dos grãos, estando a lavoura em estágio fenológico de grãos plenamente duros (R6). Foram avaliadas em 50% das espigas de cada parcela útil: comprimento da espiga (CE), medido com régua; diâmetro da espiga (DE), medido com o auxílio de um paquímetro e número de fileiras de grãos por espiga (NFE). Avaliou-se também a produtividade e a massa de 100 grãos, utilizando balança de precisão. A umidade dos grãos foi padronizada para 13%, para o cálculo da produtividade e da massa de 100 grãos.

Os dados foram submetidos à análise de variância, pelo teste F a 5% de probabilidade e, quando significativos, foram submetidos à análise de regressão. Utilizou-se o programa Sigmaplot. Os modelos foram ajustados em função da explicação biológica e do coeficiente de determinação.

Resultados e Discussão

Todas as variáveis estudadas foram influenciadas pelas doses de N utilizadas (Figuras 2, 3, 4 e 5).

A AT (Figura 2 A) e AIPE (Figura 2 B) apresentaram comportamento quadrático em função dos níveis de N. Os valores máximos da AT (1,6 m) e da AIPE (0,7 m) foram obtidos, respectivamente, nas doses de 124 e 123 kg ha⁻¹ de N.

A AT e a AIPE foram avaliados por Siqueira (1999) que observou uma correlação de 82% entre as variáveis. Estes resultados divergem dos obtidos por Farinelli e Lemos (2010) que não observaram influência dos níveis de N nas características morfológicas das plantas de milho. A redução da AT e da AIPE foi constatada por Von Pinho et al. (2008) quando não foi realizada nenhuma adubação de cobertura no milho. O aumento da AT em função dos níveis crescentes de N é esperado uma vez que o N exerce importante função na divisão e expansão celular e no processo fotossintético (VOLGEMANN, 2006). Entretanto, plantas de milho que possuem elevada AIPE não são muito desejáveis, pois podem ser mais suscetíveis à quebra do colmo e ao tombamento causado pelo vento, interferindo assim, na produtividade (SOUSA; YUYAMA, 2015).

Para o DC (Figura 2 C), houve incremento com o aumento dos níveis de N. Esse aumento observado torna-se vantajoso pois dessa forma pode-se reduzir o risco de acamamento ou quebra das plantas. Ademais, quanto

maior o DC, maior é o acúmulo de reservas que serão destinadas para o enchimento de grãos (KAPPES et al., 2011).

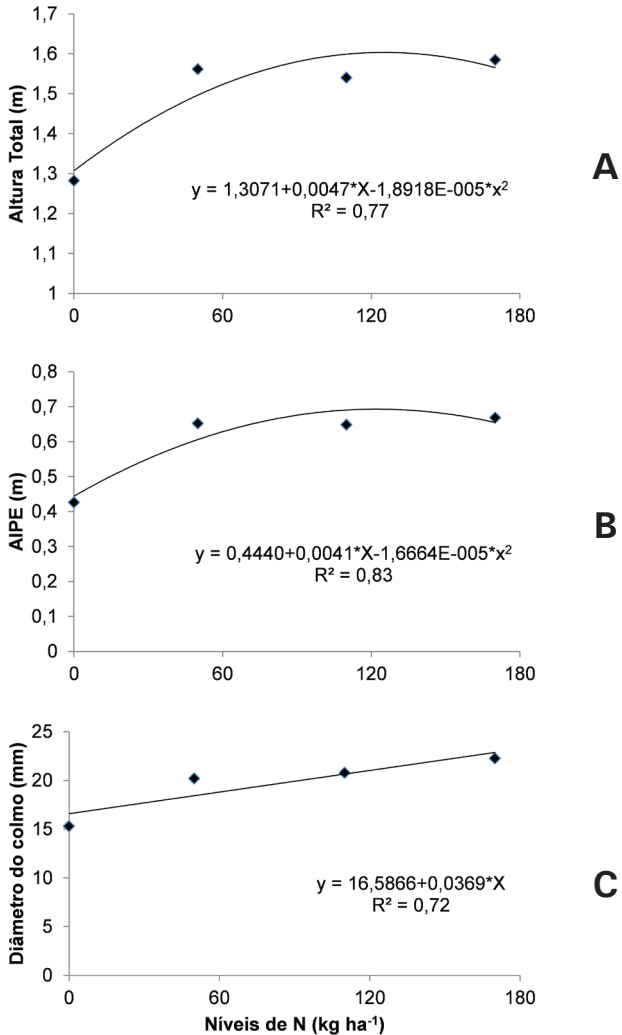


Figura 2. Altura total de planta, altura de inserção da primeira espiga (AIPE) e diâmetro do colmo de milho cultivado sob doses de N em cobertura, em plantio direto, no cerrado de Roraima.
*Significativo a 5%.

Em relação aos índices de clorofila *a* e clorofila *b*, razão clorofila *a/b* e o teor foliar de N, houve resposta linear para as doses de N adicionados ao solo (Figura 3A, 3B, 3C e 3D). Farinelli e Lemos (2010) concluíram que o acréscimo nos teores de N foliar e nos grãos foi resultado do incremento de doses de nitrogênio no solo. A resposta linear dos índices de clorofila e da razão clorofila *a/b* são justificadas principalmente pelo fato do N fazer parte da molécula de clorofila, além de constituir proteínas, enzimas e ácidos nucleicos (VOLLGEMANN, 2006). Plantas submetidas a estresse ambiental apresentam alteração nos teores de clorofila. No presente trabalho tal informação é confirmada uma vez que os menores valores de clorofila foram observados nas plantas cultivadas sob os menores níveis de N. Kappes et al. (2013) também observaram resposta linear do índice de clorofila foliar em relação aos níveis de N no solo. Em média 60% do N contido nas folhas estão associados aos cloroplastos (BELOW, 2002) e, em decorrência, há uma grande relação de dependência entre o processo fotossintético e o transporte de elétrons e a clorofila foliar. Em condições normais, a razão clorofila *a/b* é em torno de 3 para 1 (LICHTENTHALER et al, 1981). Entretanto, sob condições de estresse, tal relação pode ser alterada uma vez que a razão clorofila *a/b* indica o investimento da planta para manter as taxas fotossintéticas. Neste trabalho os maiores valores da relação clorofila *a/b* foram observados nas plantas que receberam as menores doses de N, corroborando com a afirmação de Kitajima e Hogan (2003) de que a razão clorofila *a/b* tende a aumentar quando a planta se encontra sob condição de baixa disponibilidade de N.

A concentração foliar de N foi crescente com os valores do nutriente adicionados ao solo. Entretanto, mesmo nas plantas cultivadas com a maior disponibilidade do nutriente, o teor de N foliar ficou abaixo do nível ótimo estabelecido por Martinez et al. (1999). No período de condução do experimento foram registradas fortes chuvas no campo experimental, sendo observado encharcamento do solo durante alguns dias. Dessa forma, grande parte do N adicionado ao solo pode ter sido lixiviado, reduzindo a disponibilidade do nutriente para as plantas. Bortolini et al. (2001), cultivando milho com e sem excesso hídrico e com aplicação de doses de nitrogênio, observaram que a maior perda de N por lixiviação ocorreu quando a lâmina d'água foi superior à considerada adequada para a cultura, simulando os efeitos da ocorrência de chuvas intensas.

O comprimento da espiga (Figura 4 B) apresentou resposta quadrática em função dos tratamentos, com valor máximo de 14,8 cm obtido na dose de 132 kg ha⁻¹ de N. Os resultados observados demonstram semelhança com o trabalho realizado por Sousa e Yuyama, (2015) onde,

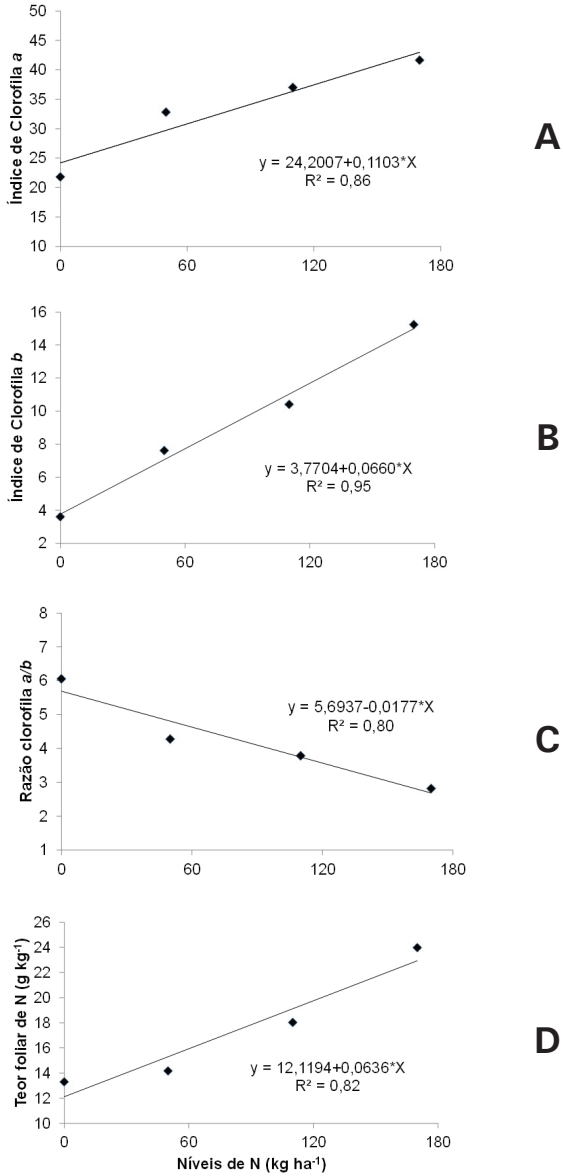


Figura 3. Índice de clorofila a (A), Índice de clorofila b (B), razão clorofila a/b (C) e teor foliar de N (D) de milho cultivado sob doses de N em cobertura, em plantio direto, no cerrado de Roraima. *Significativo a 5%.

as cultivares que não receberam adubação nitrogenada em cobertura foram aquelas com o menor tamanho da espiga. O modelo quadrático para o comprimento da espiga também foi o que melhor se ajustou nos trabalhos de Mendonça et al. (1999) e Silva et al. (2006) que observaram um valor máximo para o comprimento da espiga em função das doses de nitrogênio. Em situações em que o suprimento de nitrogênio não é suficiente, o comprimento da espiga é reduzido (SOUZA; YUYAMA, 2015), o que pode ocasionar queda na produção de grãos.

O número de fileiras de grãos (Figura 4 A) e o diâmetro da espiga (Figura 4 C) mostraram-se responsivos às doses de N, divergindo de De Souza, et al. (2010), Casa Grande e Fornasieri Filho (2002) que, concluíram que as doses de nitrogênio não influenciaram nessas características agrônômicas do milho. De acordo com Fernandes et al. (2005) e Valderrama et al. (2011), o número de fileiras de grãos e o diâmetro da espiga são características intrínsecas ao material genético e pouco dependentes do ambiente, o que contraria os resultados observados no presente trabalho.

A produtividade do milho respondeu linearmente às doses de N aplicados ao solo, atingindo o máximo observado de 3,2 t ha⁻¹. Ainda que o milho tenha sido responsivo aos níveis de adubação, a produtividade mostrou-se muito aquém da média nacional (5,5 t ha⁻¹), mas ficou próxima da média estadual (3,7 t ha⁻¹) (CONAB, 2017). Trabalhos realizados por Ohland et al. (2005), Amaral Filho et al. (2005), Pavinato et al. (2008) e Veloso et al. (2012) também mostraram resposta linear da produtividade de milho em função da adubação nitrogenada em cobertura.

Incremento na produtividade de milho cultivado em Sistema Plantio Direto em razão do aumento nas doses de N foi observado por Cazetta et al. (2005). Cruz et al. (2008) não obteve a máxima produtividade agrônômica na dose máxima de 120 kg ha⁻¹, significando que as cultivares testadas poderiam apresentar rendimentos maiores com o incremento de doses mais elevadas de N, semelhante ao observado no presente trabalho. Lacerda et al. (2015) também verificaram resposta linear da produtividade de milho em função dos níveis de N testados, em solo com fertilidade construída.

Conforme já comentado, durante a condução do experimento foi observado excesso de água no solo, com visível encharcamento. Possivelmente houve grandes perdas de N por lixiviação, hipótese que pode ser reforçada pelo baixo teor foliar de N (Figura 3D). Acrescenta-se

que o milho é uma espécie muito sensível a solos mal drenados (Cruz et al., 2011).

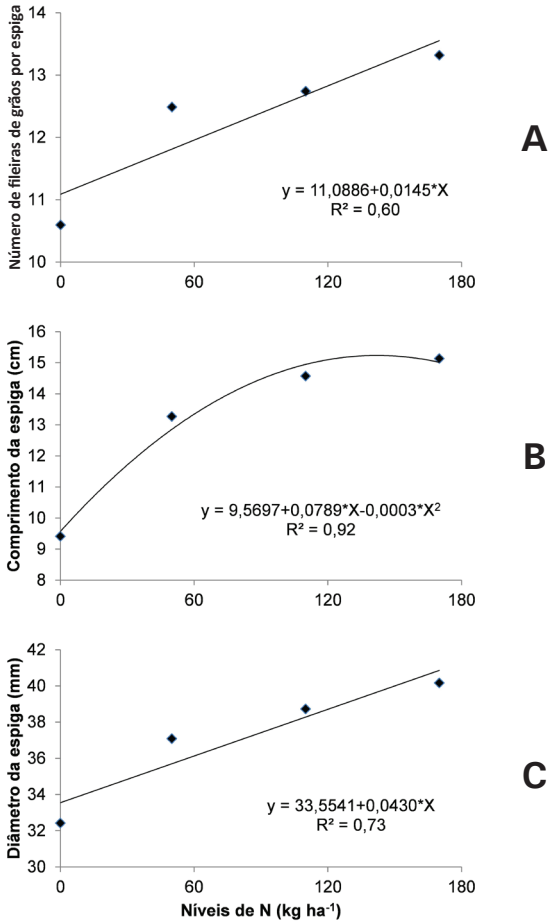


Figura 4. Número de fileiras de grãos por espiga (A), comprimento da espiga (B) e diâmetro da espiga (C) de milho cultivado sob doses de N em cobertura, em plantio direto, no cerrado de Roraima. * Significativo a 5%.

Observou-se que a massa de 100 grãos respondeu linearmente às adubações nitrogenadas (Figura 3B), apresentando valor máximo observado de 0,024 kg, na maior dose de N estudada. Isso significa que o incremento na produtividade com as doses de N foi consequência não

apenas do aumento no NFE (Figura 4A), mas também do maior acúmulo de biomassa nos grãos. Entretanto, semelhante à produtividade, o peso de 100 grãos também apresentou valores baixos, mesmo na dose mais elevada de N (Figura 3 B). Este resultado discorda do trabalho realizado por Sousa e Yuyama, (2015), que ao testarem 22 cultivares de milho com a dose de 180 kg ha⁻¹ de N em cobertura no cerrado do Amazonas, obtiveram peso médio de 0,029 kg para cada 100 grãos. Gimenes et al. (2008) explicam que a massa de grãos é diretamente influenciada pelo processo de translocação de fotoassimilados durante o período de enchimento de grãos. No período de condução do experimento, verificou-se que as condições edafoclimáticas não foram favoráveis para o bom desenvolvimento da cultura. A elevada pluviosidade ocasionou encharcamento do solo, o que pode ter facilitado a lixiviação de grande parte do N adicionado no solo. Môro e Fritsche Neto, (2015) afirmam que quanto melhores forem as características edafoclimáticas, como temperatura e pluviosidade, maior a probabilidade de aumento da massa de grãos e consequente incremento na produtividade do milho em um dado local.

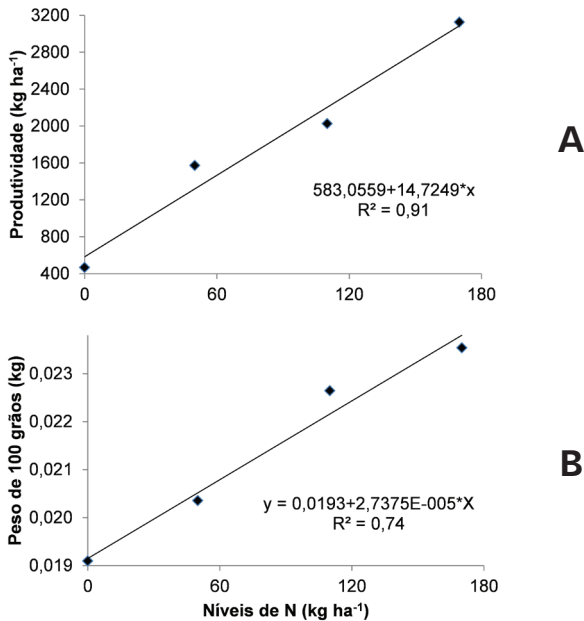


Figura 5. Produtividade (A) e peso de 100 grãos (B) de milho cultivado sob níveis de N em cobertura, em plantio direto, no cerrado de Roraima. * Significativo a 5%.

Conclusão

O milho cultivado no cerrado de Roraima foi responsivo à adubação nitrogenada. A AT, AIPE e o CE apresentaram valores máximos nas doses de 124, 123 e 132 kg ha⁻¹ de N, respectivamente. As demais variáveis analisadas apresentaram resposta linear em relação às doses de N, com a produtividade atingindo 3,2 t ha⁻¹, no maior nível de N testado.

Agradecimentos

Os autores agradecem a Embrapa pelo suporte financeiro; ao CNPq pela bolsa PIBIC e aos técnicos e assistentes de campo pelo auxílio na condução e avaliação do experimento.

Referências

AMARAL FILHO, J. P. R.; FORNASIERI FILHO, D.; FARINELLI, R.; BARBOSA, J. C. Espaçamento, densidade populacional e adubação nitrogenada na cultura do milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 29, p. 467-473, 2005.

BELOW, F.E. Fisiologia, nutrição e adubação nitrogenada do milho. **Informações Agrônomicas**, 99. Piracicaba, p.7-12, 2002.

BORTOLINI, C. G.; SILVA, P. R. F.; ARGENTA, G.; FORSTHOFER, E. L. Rendimento de grãos de milho cultivado após aveia-preta em resposta a adubação nitrogenada e regime hídrico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 9, p. 1101-1106, set. 2001.

CASAGRANDE, J. R. R.; FORNASIERI FILHO, D. Adubação nitrogenada na cultura do milho safrinha. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, p. 33-40, 2002.

CAZETTA, D. A.; FORNASIERI FILHO, D.; GIROTTI, F. Efeitos da cobertura vegetal e da adubação nitrogenada sobre os componentes de produção do milho em sistema de semeadura direta. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v.27, n.4, p.567-573, 2005.

CANTARELLA, H.; MONTEZANO, Z. F. Nitrogênio e Enxofre. In: PROCHNOW, L. I.; CASARIN, V.; STIPP, S. R. (Ed.). **Boas Práticas para uso eficiente de fertilizantes: Nutrientes**. Piracicaba, SP: International Plant Nutrition Institute, 2010. p. 5-65.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira – grãos**, Brasília, DF, v. 4- safra 2016/2017, n. 4 – nono levantamento, junho 2017. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/17_06_08_09_02_48_boletim_graos_junho_2017.pdf>. Acesso em: 08 jun. 2017.

CRUZ, S. C. S.; PEREIRA, F. R. S.; SANTOS, J. R., ALBUQUERQUE A. W.; PEREIRA, R. G. Adubação nitrogenada para o milho cultivado em sistema plantio direto, no Estado de Alagoas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.12, n.1, p.62–68, 2008.

CRUZ, J. C.; MAGALHÃES, P. C.; PEREIRA FILHO, I. A.; MOREIRA, J. A. A., Milho: o produtor pergunta, a Embrapa responde. **Coleção 500 perguntas, 500 respostas**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2011. 338 p.

DE SOUZA, L. C. F.; GONÇALVES, M. C.; SOBRINHO, T. A.; FEDATTO, E.; ZANON, G. D.; HASEGAWA, E. K. B. Culturas antecessoras e adubação nitrogenada na produtividade de milho em plantio direto irrigado. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.2, n. 03, 2010.

MIYAZAWA, M.; PAVAN, M. A.; MURAOKA, T.; CARMO, C. A. F. S.; MELO, W. J. Análise química de tecido vegetal. In: SILVA, F. C. (Ed.). **Manual de análises químicas de solo, plantas e fertilizantes**. Brasília, DF: Embrapa, 2009. P. 191-233.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Economia da produção**. Sete Lagoas, MG: Embrapa Milho e Sorgo, 2011. Disponível em: < http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho_6_ed/economia.htm >. Acesso em: 7 mar. 2017.

FARINELLI, R.; LEMOS, L. B.; Produtividade e eficiência agrônômica do milho em função da adubação nitrogenada e manejos do solo. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.9, n.2, p.135-146, 2010.

FERNANDES, F. C. S.; BUZZETTI, S.; ARF, O; ANDRADE, J. A. DA C. Doses, eficiência e uso de nitrogênio por seis cultivares de milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.4, n.2, p.195-204, 2005.

Federação Brasileira de Plantio Direto e Irrigação (FEBRAPDP). **Sistema Plantio Direto é o caminho para incrementar o desempenho da agricultura nacional: Manejo, produtividade e mitigação de gases**. 2017. Disponível em: <<http://febrapdp.org.br/noticias/252/1/sistema-plantio-direto-e-o-caminho-para-incrementar-o-desempenho-daagricultura-nacional%22> >. Acesso em: 25 jun. 2017.

GIMENES, M. J.; VICTORIA FILHO, R.; PRADO, E. P.; DAL POGETTO, M. H. F.A.; CHRISTOVAM, R. S. Interferência de espécies forrageiras em consórcio com a cultura do milho. **Revista da FZVA**, Uruguiana, v.15, n.2, p.61-76. 2008.

JAREMTCHUK, A. R.; JAREMTCHUK, C. C.; BAGLIOLI, B.; MEDRADO, M. T.; KOZLOWSKI, L. A.; COSTA, C.; MADEIRA, H. M. F. Características agrônômicas e bromatológicas de vinte genótipos de milho (*Zea mays* L.) para silagem na região leste paraense. **Acta Scientiarum**, v.27, n.2, p.181-188, 2005.

KAPPES, C.; ANDRADE, J. A. C.; ARF, O.; OLIVEIRA, A. C.; ARF, M. V.; FERREIRA, J. P. Desempenho de híbridos de milho em diferentes arranjos espaciais de plantas. **Bragantia**, v.70, p.334-343, 2011.

KAPPES, C.; A. R. F., O.; ANDRADE, J. A. C. Produtividade do milho em condições de diferentes manejos do solo e de doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.37, p.1310-1321, 2013.

KITAJIMA, K.; HOGAN, K. P. Increases of chlorophyll a/b ratios during acclimation of tropical woody seedlings to nitrogen limitation and high light. **Plant Cell and Environment**, Oxford, v.26, n.6, p.857-865, 2003.

LACERDA, J. J. J.; RESENDE, A. V.; FURTINI NETO, A. E.; HICKMANN, C.; CONCEICAO, O. P. Adubação, produtividade e rentabilidade da rotação entre soja e milho em solo com fertilidade construída. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 50, p. 769-778, 2015.

LICHTENTHALER, H. K.; BUSCHMANN, C.; DÖLL, M.; FIETZ, H. J.; BACH, T.; KOZEL, U.; MEIER, D.; RAHMSDORF, U. Photosynthetic activity, chloroplast ultrastructure, and leaf characteristics of high-light and low-light plants and of sun and shade leaves. **Photosynthesis Research**, v. 2, p. 115-141. 1981.

MARTINEZ, E. P. H.; CARVALHO, J. G.; SOUZA, R. B. Diagnose foliar. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ V., V. H. (Ed.). **Recomendação para uso de**

corretivos e fertilizantes em Minas Gerais – 5º Aproximação. Viçosa, MG: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais – CFSEMG, 1999. 359 p.

MENDONÇA, F. C.; MEDEIROS, R. D. de; BOTREL, T. A.; FRIZZONE, A. Adubação nitrogenada do milho em um sistema de irrigação por aspersão em linha. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 56, p. 1035-1044, 1999.

MÔRO, G. V.; FRITISCHE-NETO, R. Importância e usos do milho no Brasil. In: GALVÃO, J. C. C.; BORÉM, A.; PIMENTEL, M. A. **Milho: do plantio à colheita.** Viçosa, MG: Ed. UFV, p. 9-25, 2015.

OHLAND, R. A. A.; SOUZA, L. C. F.; HERNANI, L. C.; MARCHETTI, M. E.; GONÇALVES, M. C. Culturas de cobertura do solo e adubação nitrogenada no milho em plantio direto. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 29, n. 3, p. 538-544, 2005.

PAVINATO, P. S.; CERETTA, C. A.; GIROTTO, E.; MOREIRA, I. C. L. Nitrogênio e potássio em milho irrigado: análise técnica e econômica da fertilização. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 2, p. 358-364, 2008.

RESENDE, A. V.; FONTOURA, S. M. V.; BORGHI, E.; SANTOS, F. C. Solos de Fertilidade Construída: Características, Funcionamento e Manejo. **Informações Agronômicas**, v. 156, p. 1-17, 2016.

SILVA, D. A. DA.; VITORINO, A. C. T.; SOUZA, L. C. F. DE; GONÇALVES, M. C.; ROSCOE, R. Culturas antecessoras e adubação nitrogenada na cultura do milho, em sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.5, n.1, p.75-88, 2006.

SOUSA, A. L. B. de; YUYAMA, K.; Desempenho agrônômico de cultivares de milho com adubação nitrogenada em cobertura no cerrado de Humaitá, AM. **Revista de educação, ciência e tecnologia do IFAM**, v. 9, n. 2, 2015.

SOUZA, L. C. F.; GONÇALVES, M. C.; SOBRINHO, T. A.; FEDATTO, E.; ZANON, G. D.; HASEGAWA, E. K. B. Culturas antecessoras e adubação nitrogenada na produtividade de milho em plantio direto irrigado. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 2, n. 03, 2010.

VALDERRAMA M.; BUZETTI S.; BENETT C.; ANDREOTTI M.; FILHO M. C. M. T.; Fontes e doses de NPK em milho irrigado sob plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.41, n. 2, p. 254-263, 2011.

VELOSO, M. E. C.; DUARTE, S. N.; DOURADO NETO, D.; SILVA, E. C.; PEREIRA, C. R. Teor de nitrogênio, índice de área foliar e de colheita, no milho, em função da adubação nitrogenada, em solo de várzea. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.08, n.01, p.13-25, 2009.

VELOSO, C. A. C.; FRANZINI, V. I.; SILVA, A. R. B.; SILVA, A. R. **Resposta do milho à adubação fosfatada em um latossolo amarelo do estado do Pará.** Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2012. 15p. (Embrapa Amazônia Oriental. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 83).

VERGUTZ, L.; NOVAIS, R. F. Recomendação de Corretivos Adubação. In: GALVÃO, J. C. C.; BORÉM, A.; PIMENTEL, M. A. **Milho do Plantio à Colheita.** Viçosa: Editora UFV, 2015. p.108-136.

VIANA, P. A.; CRUZ, I.; WAQUIL, J. M. **Cultivo do milho**: pragas iniciais. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2002. 13 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Comunicado técnico, 59).

VON PINHO, R. G.; GROSS M. R.; STEOLA A. G.; MENDES M. C. Adubação nitrogenada, densidade e espaçamento de híbridos de milho em sistema de plantio direto na região sudeste do Tocantins. **Bragantia**, Campinas, v.67, n.3, p.733-739, 2008.

VOLGEMANN, T. C. Fotossíntese: considerações fisiológicas e ecológicas. In: TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 2006. p.200-219.

Embrapa

Roraima

MINISTÉRIO DA
**AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO**

