

## Desempenho Produtivo do Milho em Resposta às Adubações Nitrogenada e Potássica em Cobertura no Acre

Jessé de França Silva<sup>1</sup>, Tadário Kamel de Oliveira<sup>2</sup>, Geisy Cavalcante Silva<sup>3</sup>, Malena Lima<sup>4</sup> e Giordano Bruno da Silva Oliveira<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Engenheiro-agrônomo, mestrando em Produção Vegetal, Universidade Federal do Acre, bolsista CNPq, Cruzeiro do Sul, AC.

<sup>2</sup>Engenheiro-agrônomo, doutor em Engenharia Florestal, pesquisador da Embrapa Acre, Rio Branco, AC.

<sup>3</sup>Engenheira-agrônoma, mestre em Produção Vegetal, Rio Branco, AC.

<sup>4</sup>Engenheira-agrônoma, Rio Branco, AC.

<sup>5</sup>Engenheiro florestal, doutor em Produção Vegetal, Rio Branco, AC.

**Resumo** – Apesar do aumento da demanda e da área cultivada com milho nos últimos anos, o rendimento da cultura ainda é baixo no Acre. O baixo aporte tecnológico nos cultivos e o uso reduzido de estratégias direcionadas ao manejo da fertilidade e conservação dos solos, além do elevado preço dos insumos, figuram dentre os principais fatores que contribuem para o baixo desenvolvimento da cadeia produtiva do milho no estado. O presente estudo objetivou avaliar o desempenho produtivo do milho em resposta às adubações nitrogenada e potássica aplicadas em cobertura, sob preparo convencional do solo. O experimento foi conduzido em Senador Guiomard, Acre, em delineamento em blocos casualizados, em esquema fatorial 2 x 5, sendo dois níveis de adubação potássica (0 kg ha<sup>-1</sup> e 60 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O) e cinco doses de nitrogênio (0 kg ha<sup>-1</sup>, 50 kg ha<sup>-1</sup>, 100 kg ha<sup>-1</sup>, 150 kg ha<sup>-1</sup> e 200 kg ha<sup>-1</sup>), aplicados em cobertura. Foram avaliados a altura de plantas, altura de inserção de espigas, índice de espiga, estande final, massa de grãos por espiga e produtividade. Com exceção da massa de grãos por espigas e produtividade, as demais variáveis não foram influenciadas pelas adubações nitrogenada e potássica realizadas em cobertura. A massa de grãos por espiga apresentou resposta linear à adição de N. Para produtividade, verificou-se ajuste quadrático à adubação nitrogenada, de modo que o maior rendimento foi de 6.551,5 kg ha<sup>-1</sup>, ao utilizar a dose de 157,2 kg de N ha<sup>-1</sup>. A adubação nitrogenada em cobertura promove aumento da massa de grãos por espiga e da produtividade do milho.

Termos para indexação: manejo do solo, adubação, cultivo de grãos, Amazônia.

### Introdução

O cultivo de milho figura entre as principais atividades agrícolas desenvolvidas no Brasil, sendo relevante sob os aspectos econômicos, sociais e ambientais. No País, o rendimento desse cereal está estimado em 5.690 kg ha<sup>-1</sup> (milho de 1° safra) e 4.519 kg ha<sup>-1</sup> (milho de 2° safra), produzido em áreas superiores a 4 e 12 milhões de hectares (Companhia Nacional de Abastecimento, 2021).

A demanda elevada mundialmente exige maior eficiência dos sistemas de produção, de forma que se abasteçam os diferentes mercados. Nesse cenário, a reposição mineral é fator essencial na determinação do rendimento da cultura, sendo o nitrogênio e o potássio os nutrientes demandados em maiores quantidades. A dinâmica complexa do N no solo, que envolve as suas transformações, mobilidade, aproveitamento pelas plantas e perdas, associados ao histórico de uso da área cultivada, dificulta as recomendações de adubação nitrogenada para regiões do Brasil devido às suas variabilidades, sobretudo, quanto aos aspectos edafoclimáticos (Bono et al., 2008; Goes et al., 2012; Portugal et al., 2017). Quanto ao potássio, nos solos brasileiros em geral, apesar da sua deficiência não ser proeminente quando comparado ao fósforo, a aplicação torna-se necessária, pois,

dentre as suas funções, atua sobre a massa individual e número de grãos por espiga, influenciando na qualidade da cultura (Silva et al., 2011).

Apesar dos avanços nos estudos direcionados à recomendação da adubação nitrogenada nos últimos anos, as condições de solo e clima das regiões brasileiras requerem recomendações efetivas que considerem as suas características intrínsecas. Conforme ressaltam Coelho e França (2013), o uso de adubos nitrogenados varia de acordo com a região.

No solo, o potássio apresenta elevada solubilidade e baixa força de adsorção ao sistema coloidal (Duiker; Beegle, 2006), de modo que, em condições de textura arenosa, recomenda-se o parcelamento (Foloni; Rosolem, 2008). Conforme pontua Coelho (2007), a taxa de acúmulo de K no milho ocorre no estágio vegetativo de desenvolvimento (30 a 40 dias após a semeadura), sendo essencial a presença desse nutriente em teores adequados. Contudo, conforme o mesmo autor, sob condições experimentais, as respostas do milho às adubações potássicas são menos expressivas quando comparadas ao nitrogênio e ao fósforo.

Estudos direcionados à avaliação dos efeitos da aplicação da adubação potássica em cobertura e seus possíveis benefícios sobre o rendimento do milho, associada à nitrogenada, ainda são incipientes nas condições edafoclimáticas da região Amazônica, com ênfase ao estado do Acre. Conforme ressaltam Petter et al. (2012), sob o mesmo bioma, a extrapolação de adubações não é recomendada. Assim, é essencial para a efetivação de práticas aplicadas ao manejo do milho no Acre abordar a necessidade ou não da aplicação de adubos potássicos em cobertura em associação com o N, bem como, realizar estimativas das quantidades necessárias para atender a demanda nutricional da cultura durante todo o seu ciclo.

Objetivou-se avaliar o desempenho produtivo do milho em resposta a doses de nitrogênio e níveis de adubação potássica em cobertura em sistema de preparo convencional do solo, no município de Senador Guiomard, Acre.

## Material e métodos

O estudo foi realizado na Fazenda Água Bela (latitude 9°47'14.69"S e longitude 67°22'3.02"O – 185 m de elevação), situada ao longo da BR-317, no município de Senador Guiomard, Acre, no ano de 2018 e 2019. O clima é do tipo Aw (tropical quente e úmido) com chuvas no verão e uma estação seca de pequena duração. A precipitação anual média é de 2.000 mm e a temperatura média anual de 26,2 °C (Acre, 2010).

A área está situada sob Latossolo Vermelho-Amarelo, de textura franco-arenosa, cujas características físico-químicas verificadas por meio da análise de amostras previamente coletadas na profundidade de 0 cm–20 cm foram: pH em água de H<sub>2</sub>O 5,0; P disponível de 1,48 mg dm<sup>-3</sup>; K<sup>+</sup> de 0,14 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Ca<sup>2+</sup> de 0,85 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Mg<sup>2+</sup> de 0,44 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; soma de bases de 1,43 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; CTC a pH7 de 4,89 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; saturação por bases de 29,2%; areia grossa 442 g kg<sup>-1</sup>; areia fina 99 g kg<sup>-1</sup>; argila 176 g kg<sup>-1</sup>; e silte 283 g kg<sup>-1</sup>.

A semeadura (mecanizada) foi realizada em novembro de 2018, em sistema de preparo convencional do solo (1 gradagem aradora e 1 gradagem niveladora). Para tanto, utilizou-se o híbrido AG 7088 PRO 3, caracterizado por apresentar ciclo precoce, porte médio, grãos semiduros, tolerante a doenças foliares. O espaçamento adotado foi de 85 cm entre linhas e densidade de seis sementes por metro linear. A adubação de base foi realizada mecanicamente, simultânea à semeadura do milho, utilizando 225 kg ha<sup>-1</sup> do formulado NPK 4-30-10 + micronutrientes.

A adubação de cobertura foi realizada por ocasião do estágio de desenvolvimento fenológico v4 (quatro folhas bem desenvolvidas), aos 19 dias após a semeadura. A aplicação foi realizada manualmente na linha de plantio, nas doses de 0 kg ha<sup>-1</sup>, 50 kg ha<sup>-1</sup>, 100 kg ha<sup>-1</sup>, 150 kg ha<sup>-1</sup> e 200 kg ha<sup>-1</sup> de N e 60 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O. Utilizaram-se a ureia e o cloreto de potássio como fontes de nitrogênio e potássio, respectivamente.

Adotou-se o delineamento em blocos ao acaso, disposto em esquema fatorial 2 x 5, com quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos por cinco doses de N e dois níveis de adubação potássica: sem aplicação de potássio em cobertura (sem) e com adubação em cobertura (com).

O experimento foi implantado em área com 1.600 m<sup>2</sup>, com dimensões de 32 m x 40 m, contendo 40 unidades experimentais. A área das parcelas possuía dimensões de 4 m x 8 m (32 m<sup>2</sup>), sendo instaladas quatro linhas de plantio com 8 m de comprimento em cada parcela.

A colheita foi realizada aos 120 dias após a semeadura, por ocasião da maturidade fisiológica das espigas e quando apresentavam umidade inferior a 25%. Na área útil de cada parcela foram analisadas as seguintes variáveis: altura de plantas, medida após o florescimento em dez plantas de cada parcela; altura de inserção de espiga, obtida em dez plantas medidas da distância do nível do solo à inserção de espiga; índice de espiga, obtido a partir da divisão do número de espigas colhidas e o estande de plantas na área útil da parcela; estande final de plantas, determinado pela contagem do número de plantas na área útil da parcela; massa de grãos por espiga, por meio da divisão da massa de grãos pelo número de espigas de cada tratamento; e produtividade (kg ha<sup>-1</sup>).

Os dados foram submetidos aos testes de normalidade dos resíduos, pelo teste de Shapiro e Wilk (1965), e homogeneidade das variâncias pelo teste de Cochran (1941). Atendidos os pressupostos, realizou-se a análise de variância para verificar se houve influência significativa dos fatores analisados e interações mediante o teste F a 5% de significância. Para os níveis de adubação potássica, realizou-se o teste T. Para as variáveis influenciadas pelas doses de N realizou-se a análise de regressão.

## Resultados e discussão

A altura de plantas, o estande final, a altura de inserção da espiga e o índice de espiga não foram influenciados pelas doses de nitrogênio e níveis de adubação potássica, de modo que também não se verificou interação significativa entre ambos (Tabela 1).

Para a altura de plantas, Neumann et al. (2019), avaliando o desempenho do milho, mesmo sob condições distintas do presente estudo, também não verificaram a influência de doses de N aplicadas em cobertura na cultura do milho. De forma semelhante, Bravin e Oliveira (2014), em estudo desenvolvido no Acre, não observaram diferenças significativas entre o porte das plantas, porém, verificaram influência do preparo do solo, de modo que, em sistema convencional, em geral, foram obtidas plantas com maiores alturas, o que foi associado à maior disponibilidade de N em decorrência do revolvimento do solo.

Uma vez supridas as demandas nutricionais das plantas, os processos de crescimento da área foliar e atividade fotossintética são influenciados positivamente, resultando em melhor crescimento em altura (Gomes et al., 2007; Silva et al., 2005; Büll, 1993). Nesse sentido, considerando que a disponibilidade de N influencia diretamente o crescimento das plantas, infere-se que a adubação de base supriu a demanda nutricional da cultura. Tal efeito foi verificado por Gomes et al. (2007), os

quais observaram que a aplicação de N por ocasião da semeadura proporcionou maior altura para as plantas, embora avaliando o desempenho do milho em condições edafoclimáticas distintas.

**Tabela 1.** Estande final, altura de plantas (AP), altura de inserção da espiga (AIE) e índice de espiga do milho em sistema de preparo convencional do solo, no município de Senador Guiomard, Acre.

Tratamento	Estande final	AP (m)	AIE (m)	Índice de espiga
Adubação potássica				
Sem	55.588 a	2,10 a	1,12 a	0,99 a
Com	55.588 a	2,17 a	1,16 a	0,98 a
Doses de N em kg <sup>-1</sup>				
0	53.125	2,05	1,05	0,96
50	58.088	2,12	1,17	1,00
100	56.250	2,10	1,15	0,97
150	55.514	2,25	1,22	0,99
200	54.963	1,98	1,12	0,98
CV (%) <sup>(1)</sup>	8,17	6,80	9,27	3,97

<sup>(1)</sup>CV = Coeficiente de variação.

Médias seguidas de mesma letra não diferem ( $p < 0,05$ ) entre si pelo teste T.

Na adubação potássica, os resultados obtidos no presente estudo para a altura de plantas divergem dos apresentados por Petter et al. (2016), que verificaram incremento em altura quando se realizou o parcelamento (50% na semeadura e 50% 30 dias após a semeadura), sendo o cultivo também sob Latossolo de textura franco-arenosa. Os mesmos autores ressaltam que a diferença nos resultados obtidos para a aplicação de potássio em cobertura pode estar associada, sobretudo, às condições edafoclimáticas de cada região.

O estande final observado foi similar às populações de plantas obtidas por Mateus et al. (2020), ao avaliarem a resposta do milho a doses de N (0 kg ha<sup>-1</sup>, 50 kg ha<sup>-1</sup>, 100 kg ha<sup>-1</sup>, 150 kg ha<sup>-1</sup> e 200 kg ha<sup>-1</sup>) em sistemas de monocultivo e integração lavoura-pecuária. Santos et al. (2013), mesmo sob Latossolo Vermelho-Amarelo de textura argilosa, também obtiveram resultado semelhante, pois não verificaram influência das doses de N (0 kg ha<sup>-1</sup> a 340 kg ha<sup>-1</sup>) sobre o número final de plantas.

Nas condições do Acre, Silva et al. (2015) obtiveram populações de 52.221 plantas por hectare, inferiores às obtidas no presente estudo, cuja média geral foi de 55.588 plantas por hectare. O número mais elevado de plantas pode refletir em maiores quantidades de espiga e, conseqüentemente, produtividade mais elevada, dependendo do sistema de condução da lavoura.

De acordo com Borghi et al. (2004), a produtividade pode ser influenciada pela população de plantas, pois essas, conforme a densidade, ajustam o seu desenvolvimento, de maneira que, em geral, baixas densidades resultam em maior produtividade individual por planta, no entanto, a produção por área torna-se menor.

A variável altura de inserção de espiga influencia nas operações de colheita, pois pode reduzir as perdas de espigas não atingidas pela plataforma. Em geral, a altura média de inserção de espiga foi de 1,15 m. Mesmo que a altura não seja influenciada pela adubação potássica ou nitrogenada, esse valor é considerado satisfatório, pois, em estudos realizados em diferentes regiões do Brasil, também foram obtidas alturas similares para esse híbrido (Kanashiro et al., 2013; Cruz et al., 2015).

A altura de inserção de espiga deve ser considerada, sobretudo, quando da escolha do sistema de cultivo. Dessa forma, em sistemas integrados, por exemplo, espigas situadas em menores alturas dificultam as operações de colheita, podendo resultar no “embuchamento” da colheitadeira (Cortez et al., 2009).

A massa de grãos por espiga e a produtividade foram influenciadas apenas pelas doses de N em cobertura, não sendo verificada interação com a adubação potássica (Tabela 2).

**Tabela 2.** Massa de grãos por espiga e produtividade de milho em resposta aos níveis de adubação potássica (0 kg ha<sup>-1</sup> e 60 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O) e doses de nitrogênio (0 kg ha<sup>-1</sup>, 50 kg ha<sup>-1</sup>, 100 kg ha<sup>-1</sup>, 150 kg ha<sup>-1</sup>, 200 kg ha<sup>-1</sup>), em sistema integração lavoura-pecuária no município de Senador Guimard, AC.

Tratamento	Massa de grãos por espiga (g)	Produtividade (kg ha <sup>-1</sup> )
Doses de K em kg ha <sup>-1</sup>		
0 (sem K)	104,48 a	5.660,19 a
60 (com K)	106,97 a	5.785,26 a
Doses de N em kg <sup>-1</sup>		
0	74,48	4.103,72
50	108,10	5.840,03
100	109,89	5.834,95
150	114,57	6.499,58
200	127,81	6.335,34
CV (%) <sup>(1)</sup>	19,33	19,46

<sup>(1)</sup>CV = Coeficiente de variação.

Médias seguidas de mesma letra não diferem (p < 0,05) entre si pelo teste T.

Os resultados obtidos para a massa de grãos corroboram com as observações realizadas por Takasu et al. (2014) e Parente et al. (2016), que também não verificaram influência da adubação potássica sobre essa variável. Entretanto, divergem dos apresentados por Silva et al. (2011), os quais comentam que o potássio influencia a massa de grãos, para tanto, é necessário que o nutriente esteja em teores adequados no solo.

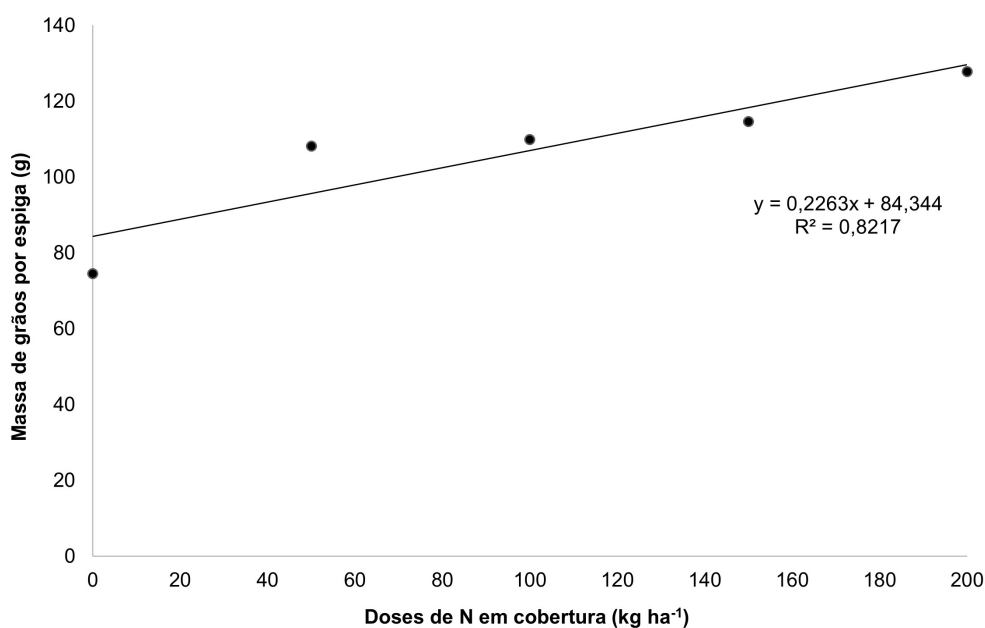
A não interferência desse nutriente quando aplicado em cobertura sobre os componentes de produção de milho avaliados pode estar associada aos teores iniciais antes da semeadura, os quais são considerados médios (0,10 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>–0,30 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>), conforme as classes estabelecidas para os solos do Acre por Wadt e Cravo (2005). Assim, infere-se que apenas a adubação inicial foi suficiente para atender a demanda da cultura.

A textura do solo também pode ter contribuído para a inexpressividade da adubação potássica em cobertura. Conforme ressaltam Sangoi et al. (2009), em solos arenosos e de baixa CTC, ocorre diminuição da adsorção eletroestática devido à redução do número de cargas negativas, haja vista os menores teores de argila, influenciando, dessa forma, a retenção e disponibilidade de K na solução do solo. Adicionalmente, sob condições de textura arenosa, recomenda-se o parcelamento da adubação potássica para doses maiores que 50 kg ha<sup>-1</sup> (Foloni; Rosolem, 2008).

Ressalta-se, entretanto, que é essencial a aplicação de potássio no solo para evitar o esgotamento de suas reservas, de modo que o sistema de manejo adotado pode acentuar a demanda. Assim, conforme descrevem Costa et al. (2009), em sistemas de preparo convencional, em que se realiza

o revolvimento do solo, tal operação além de contribuir para a redução de matéria orgânica pode colaborar para perdas de K mediante lixiviação.

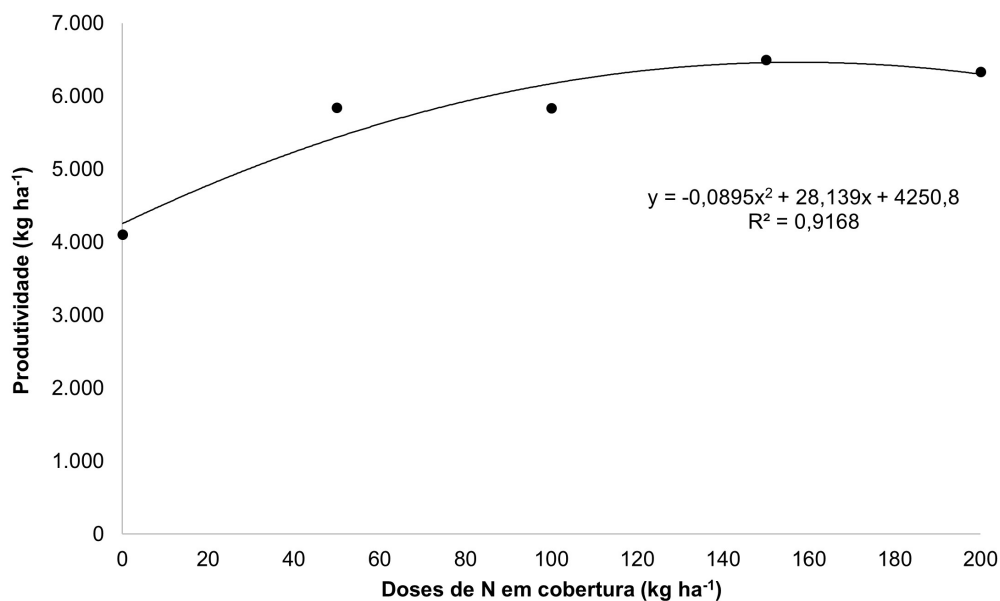
Quanto à influência do nitrogênio, a disponibilidade desse nutriente durante o enchimento de grãos é relevante. Conforme Cruz et al. (2008), se nessa fase os teores de N não estiverem disponíveis de acordo com as demandas da cultura, originam-se grãos com massa específica menor. Portanto, mesmo não sendo possível definir a dose de N máxima para a massa de grãos, verificou-se a relevância de sua disponibilidade para incrementos sobre essa variável. Observou-se ajuste linear crescente (Figura 1), resultado que corrobora com o de outros estudos, nos quais a resposta linear da massa de grãos por espiga a doses de N em cobertura também foi verificada (Thomazini et al., 2019; Costa et al., 2012; Souza et al., 2011).



**Figura 1.** Massa de grãos por espiga em resposta a doses de nitrogênio em cobertura na cultura do milho em Senador Guiomard, Acre.

Quanto à produtividade, verificou-se ajuste quadrático, de modo que a máxima produtividade observada foi de 6.551,5 kg ha<sup>-1</sup> ao utilizar a dose de 157,2 kg de N ha<sup>-1</sup> (Figura 2). O aumento da produtividade ao aplicar doses de N em cobertura também foi verificado por Souza et al. (2011), Caires e Milla (2016) e Mateus et al. (2020). Nas condições edafoclimáticas acreanas, Bravin e Oliveira (2014) também obtiveram aumento do rendimento produtivo em decorrência da adição de N em cobertura, tanto em sistema de cultivo convencional, como no plantio direto.

A produtividade verificada no presente estudo foi superior à média estadual atual (2.615 kg ha<sup>-1</sup>) (IBGE, 2020). Dessa forma, esses resultados evidenciam a relevância do suprimento mineral no desenvolvimento dos cultivos, com ênfase ao nitrogênio, devido à sua influência no processo fotossintético e na constituição de proteínas nas plantas (Silva et al., 2005). De acordo com Coelho (2007), no período entre 40 dias após a semeadura e florescimento, a demanda por N é elevada, sendo o momento em que é absorvida a maior parte desse nutriente, conforme a sua necessidade. Assim, uma vez não disponível em teores adequados, o enchimento de grãos é prejudicado (Ferreira et al., 2001).



**Figura 2.** Produtividade de milho em resposta a doses de N em cobertura em sistema de preparo convencional em Senador Guiomard, Acre.

No presente estudo, apenas a massa de grãos por espiga e a produtividade foram influenciadas pela adubação com N, apresentando correlação positiva ( $R = 0,96$ ). Conforme descrevem Mortate et al. (2018), a massa de grãos por espiga é uma das variáveis que mais influenciam a produtividade, podendo ser utilizada para mensurá-la com base no estande final. Kappes et al. (2014) comentam que a massa de grãos favorece o aumento da produtividade, sendo um importante componente para maximizar a produção.

## Conclusões

A massa de grãos por espiga e a produtividade são influenciadas pela adubação nitrogenada em cobertura.

A máxima produtividade de milho em Latossolo Vermelho-Amarelo franco-arenoso, no Acre, é obtida com a dose de 152,9 kg de N ha<sup>-1</sup> em cobertura.

A adubação potássica em cobertura não influencia os componentes de produção do milho.

## Referências

- ACRE (Estado). Programa Estadual de Zoneamento Ecológico-Econômico do Acre. **Recursos naturais:** geologia, geomorfologia e solos do Acre: zoneamento ecológico-econômico do Acre fase II - escala 1: 250.000. Rio Branco, AC: SEMA, 2010. 98 p. (Coleção temática do ZEE; Livro temático, v. 2).
- BONO, J. A.; RODRIGUES, A. P. D. C.; ALBUQUERQUE, J. C. de; YAMAMOTO, C. R.; CHERMOUTH, K. da S.; FREITAS, M. E. de. Modo de aplicação de fertilizantes nitrogenados na qualidade fisiológica de sementes de milho. **Agrarian**, v. 1, n. 2, p. 91-102, out./dez. 2008. Disponível em: <https://ojs.ufgd.edu.br/index.php/agrarian/article/view/258/210>. Acesso em: 15 set. 2021.

- BORGHI, É.; MELLO, L. M. M. de; CRUSCIOL, C. A. C. Adubação por área e por planta, densidade populacional e desenvolvimento do milho em função do sistema de manejo do solo. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 26, n. 3, p. 337-345, Apr. 2004. DOI: <http://dx.doi.org/10.4025/actasciagron.v26i3.1840>.
- BRAVIN, P. O.; OLIVEIRA, T. K. Adubação nitrogenada em milho e capim-xaraes sob plantio direto e preparo convencional em sistema agrossilvipastoril. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 49, n. 10, p. 762-770, out. 2014. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2014001000003>.
- BÜLL, L. T. Nutrição mineral do milho. In: BÜLL, L. T.; CANTARELLA, H. (ed.). **Cultura do milho**: fatores que afetam a produtividade. Piracicaba: POTAFOS, 1993. p. 63-145.
- CAIRES, E. F.; MILLA, R. Adubação nitrogenada em cobertura para o cultivo de milho com alto potencial produtivo em sistema de plantio direto de longa duração. **Bragantia**, v. 75, n. 1, p. 87-95, jan./mar. 2016. DOI: <https://doi.org/10.1590/1678-4499.160>.
- COCHRAN, W. G. The distribution of the largest of a set of estimated variances as a fraction of their total. **Annals of Human Genetics**, v. 11, n. 1, p. 47-52, Jan. 1941. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1469-1809.1941.tb02271.x>.
- COELHO, A. M. **Manejo da adubação nitrogenada na cultura do milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2007. 11 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular técnica, 96). Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/486122>. Acesso em: 15 set. 2021.
- COELHO, A. M.; FRANÇA, E. **Nutrição e adubação do milho**. Pranchita, PR: CCPRAN, 2013. p. 1-17. Disponível em: [http://ccpran.com.br/upload/downloads/dow\\_5.pdf](http://ccpran.com.br/upload/downloads/dow_5.pdf). Acesso em: 15 set. 2021.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Portal de Informações Agropecuárias**: safra – série histórica de grãos. 2021. Disponível em: <https://portaldeinformacoes.conab.gov.br/safra-serie-historica-graos.html>. Acesso em: 15 set. 2021.
- CORTEZ, J. W.; FURLANI, C. E. A.; SILVA, R. P. da. Sistemas de adubação e consórcio de culturas intercalares e seus efeitos nas variáveis de colheita da cultura do milho. **Engenharia Agrícola**, v. 29, n. 2, p. 277-287, abr./jun. 2009. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-69162009000200011>.
- COSTA, N. R.; ANDREOTTI, M.; GAMEIRO, R. de A.; PARIZ, C. M.; BUZETTI, S.; LOPES, K. S. M. Adubação nitrogenada no consórcio de milho com duas espécies de braquiária em sistema plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 47, n. 8, p. 1038-1047, ago. 2012. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2012000800003>.
- COSTA, S. E. V. G. de A.; SOUZA, E. D. de; FLORES, J. P. C.; ANDRIGUETTI, M. H. Distribuição de potássio e de raízes no solo e crescimento de milho em sistemas de manejo do solo e da adubação em longo prazo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 33, n. 5, p. 1291-1301, set./out. 2009. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-06832009000500022>.
- CRUZ, S. C. S.; PEREIRA, F. R. da S.; SANTOS, J. R.; ALBUQUERQUE, A. W. de; PEREIRA, R. G. Adubação nitrogenada para o milho cultivado em sistema de plantio direto, no estado do Alagoas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 12, n. 1, p. 62-68, fev. 2008. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1415-43662008000100009>.
- CRUZ, J. C.; PEREIRA FILHO, I. A.; SIMÃO, E. de P. **Quatrocentas e setenta e sete cultivares de milho estão disponíveis no mercado de sementes do Brasil para a safra 2015/16**. Sete Lagoas, MG: Embrapa Milho e Sorgo, 2015. 28 p.
- DUIKER, S. W.; BEEGLE, D. B. Soil fertility distributions in long-term no-till, chisel/disk and moldboard plow/disk systems. **Soil Tillage Research**, v. 88, N. 1/2, p. 30-41, July 2006. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.still.2005.04.004>.



- FERREIRA, A. C. de B.; ARAÚJO, G. A. de A.; PEREIRA, P. R. G.; CARDOSO, A. A. Características agrônômicas e nutricionais do milho adubado com nitrogênio, molibdênio e zinco. **Scientia Agricola**, v. 58, n. 1, p. 131-138, Mar. 2001. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-90162001000100020>.
- FOLONI, J. S. S.; ROSOLEM, C. A. Produtividade e acúmulo de potássio na soja em função da antecipação da adubação potássica no sistema de plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, n. 4, p. 1549-1561, ago. 2008. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-06832008000400019>.
- GOES, R. J.; RODRIGUES, R. A. F.; VILELA, R. G. Nitrogênio em cobertura para o milho (*Zea mays* L.) em sistema plantio direto na safrinha. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 11, n. 2, p. 169-177, 2012. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/104299/1/Nitrogenio-cobertura.pdf>. Acesso em: 15 set. 2021.
- GOMES, F. G.; SILVA, A. G. da; ASSIS, R. L. de; PIRES, F. R. Nitrogênio nos caracteres agrônômicos da cultura do milho sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 30, n. 5, p. 931-938, out. 2007. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-06832007000500010>.
- IBGE. Produção Agrícola Municipal 2020. **Tabela 839**: área plantada, área colhida, quantidade produzida e rendimento médio do milho, 1ª e 2ª safras. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/839#resultado>. Acesso em: 12 nov. 2020.
- KANASHIRO, R. K.; MINGOTTE, F. L. C.; FORNASIERI FILHO, D. Desempenho fenológico, morfológico e agrônômico de cultivares de milho em Jaboticabal-SP. **Científica**, v. 41, n. 2, p. 226-234, 2013. DOI: <http://dx.doi.org/10.15361/1984-5529.2013v41n2p226-234>.
- KAPPES, C.; ARF, O.; BEM, E. A. D.; PORTUGAL, J. R.; GONZAGA, A. R. Manejo do nitrogênio em cobertura na cultura do milho em sistema de plantio direto. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 13, n. 2, p. 201-217, 2014. DOI: <https://doi.org/10.18512/1980-6477/rbms.v13n2p201-217>.
- MATEUS, G. P.; CRUSCIOL, C. A. C.; PARIZ, C. M.; COSTA, N. R.; BORGHI, E.; COSTA, C.; MARTELLO, J. M.; CASTILLO, A. M.; FRANZLUEBBERS; CANTARELLA, H. Corn intercropped with tropical perennial grasses as affected by sidedress nitrogen application rates. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, v. 116, n. 2, p. 223-244, Mar. 2020. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10705-019-10040-1>.
- MORTATE, R. K.; NASCIMENTO, E. F.; GONÇALVES, E. G. de S.; LIMA, M. W. de P. Resposta do milho (*Zea mays* L.) à adubação foliar e via solo de nitrogênio. **Revista de Agricultura Neotropical**, v. 5, n. 1, p. 1-6, jan./mar. 2018. DOI: <https://doi.org/10.32404/rean.v5i1.2202>.
- NEUMANN, M.; HORST, E. H.; SOUZA, A. M. de; VENANCIO, B. J.; STADLER JUNIOR, E. S.; KARPINSKI, R. A. K. Avaliação de doses crescentes de nitrogênio em cobertura em milho para silagem. **Agrarian**, v. 12, n. 44, p. 156-164, 2019. DOI: <https://doi.org/10.30612/agrarian.v12i44.7195>.
- PARENTE, T. de L.; LARAZINI, E.; CAIONI, S.; SOUZA, L. G. M. de; PIVETTA, R. S.; BOSSOLANI, J. W. Potássio em cobertura no milho e efeito residual na soja em sucessão. **Revista Agro@ambiente Online**, v. 10, n. 3, p. 193-200, jul./set. 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.18227/1982-8470ragro.v10i3.3258>.
- PETTER, F. A.; ANDRADE, F. R.; ZUFFO, A. M.; MONTEIRO, M. M. de S.; PACHECO, L. P.; ALMEIDA, F. A. de. Doses e épocas de aplicação de potássio no desempenho agrônômico do milho no cerrado piauiense. **Comunicata Scientiae**, v. 7, n. 3, p. 372-382, 2016. DOI: <https://doi.org/10.14295/cs.v7i3.1218>.
- PETTER, F. A.; SILVA, J. A. da; PACHECO, L. P.; ALMEIDA, F. A. de; ALCÂNTARA NETO, F. de; ZUFFO, A. M.; LIMA, L. B. de. Desempenho agrônômico da soja a doses e épocas de aplicação de potássio no cerrado piauiense. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 55, n. 3, p. 190-196, jul./set. 2012. DOI: <http://dx.doi.org/10.4322/rca.2012.057>.

PORTUGAL, J. R.; ARF, O.; PERES, A. R.; GITTI, D. de C.; GARCIA, N. F. S. Coberturas vegetais, doses de nitrogênio e inoculação do *Azospirillum brasilense* em milho no Cerrado. **Revista Ciência Agronômica**, v. 48, n. 4, p. 639-649, out./dez. 2017. DOI: <https://doi.org/10.5935/1806-6690.20170074>.

SANGOI, L.; ERNANI, P. R.; BIANCHET, P.; VARGAS, V. P.; PICOLI, G. J. Efeito de doses de cloreto de potássio sobre a germinação e o crescimento inicial do milho, em solos com textura contrastantes. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 8, n. 2, p. 187-197, 2009. DOI: <https://doi.org/10.18512/1980-6477/rbms.v8n02p%25p>.

SANTOS, L. P. D.; AQUINO, L. A.; NUNES, P. H. M. P.; XAVIER, F. O. Doses de nitrogênio na cultura do milho para altas produtividades de grãos. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 12, n. 3, p. 270-279, 2013. DOI: <https://doi.org/10.18512/1980-6477/rbms.v12n3p270-279>.

SHAPIRO, S. S.; WILK, M. B. An analysis of variance test for normality (complete samples). **Biometrika**, v. 52, n. 3-4, p. 591-611, Dec. 1965. DOI: <https://doi.org/10.2307/2333709>.

SILVA, D. V.; OLIVEIRA, T. K.; KUSDRA, J. F.; KOLLN, F. T.; LIMA, A. A.; COSTA, K. B. A. Decomposition of ground biomass of secondary forest and yield of annual crops in no tillage system. **Revista Ceres**, v. 62, n. 6, p. 568-576, dez. 2015. DOI: <https://doi.org/10.1590/0034-737X201562060009>.

SILVA, E. C. da; BUZZETTI, S.; GUIMARÃES, G. L.; LARANZINI, E.; SÁ, M. E. de. Doses e épocas de aplicação de nitrogênio na cultura do milho em plantio direto sobre Latossolo Vermelho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 29, n. 3, p. 353-362, June 2005. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-06832005000300005>.

SILVA, S. M. da; OLIVEIRA, L. J.; FARIA, F. P.; REIS, E. F. dos; CARNEIRO, M. A. C.; SILVA, S. M. da. Atividade da enzima nitrato redutase em milho cultivado sob diferentes níveis de adubação nitrogenada e potássica. **Ciência Rural**, v. 41, n. 11, p. 1931-1937, nov. 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-84782011005000136>.

SOUZA, J. A.; BUZZETTI, S.; TEIXEIRA FILHO, M. C. M.; ANDREOTTI, M.; SÁ, M. E. de; ARF, O. Adubação nitrogenada na cultura do milho safrinha irrigado em plantio direto. **Bragantia**, v. 70, n. 2, p. 447-454, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0006-87052011000200028>.

TAKASU, A. T.; HAGA, K. I.; RODRIGUES, R. A. F.; ALVES, C. J. Produtividade da cultura do milho em resposta à adubação potássica. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 13, n. 2, p. 154-161, 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.18512/1980-6477/rbms.v13n2p154-161>.

THOMAZINI, G.; REICHEMACK, M. P.; ARF, O.; GERLACH, G. A. X.; BUZZETTI, S.; RODRIGUES, R. A. F. Inoculação de sementes com *Azospirillum brasilense* e doses de nitrogênio mineral em milho cultivado em sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 18, n. 3, p. 396-407, 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.18512/1980-6477/rbms.v18n3p396-407>.

WADT, P. G. S.; CRAVO, M. S. Interpretação de resultados de análises de solos. In: WADT, P. G. S. (ed.) **Manejo do solo e recomendação de adubação para o estado do Acre**. Rio Branco, AC: Embrapa Acre, 2005. p. 245-252.