

APLICAÇÃO DE NITROGÊNIO COMPLEMENTAR VIA FOLIAR NA CULTURA DO MILHO SUBMETIDO AO DESPENDOAMENTO

CRIZ RENÊ ZANOVELLO¹, FABIANO PACENTCHUK², JAQUELINE HUZAR-NOVAKOWISKI³,
GUILHERME ZAMBONIN⁴, ANTHONY HASEGAWA SANDINI⁵ e ITACIR ELOI SANDINI⁶

¹Eng. Mecânico, Mestre em Agronomia, Universidade Estadual do Centro-Oeste, UNICENTRO/Campus Cedeteg
Rua Simeão Camargo Varela de Sá, 03 - Vila Carli/CEP 85040-080, e-mail: reacruz@hotmail.com

²Eng. Agrônomo, Doutorando em Agronomia, Universidade Estadual do Centro-Oeste, e-mail: fabianopacentchuk@gmail.com*

³Eng^a. Agrônoma, Professora Doutora da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Passo Fundo – UPF, e-mail: jaquehuzar@gmail.com.

⁴Eng. Agrônomo, mestrando em Produção Vegetal, / Universidade Estadual do Centro-Oeste, e-mail: gzambonin01@gmail.com

⁵Acadêmico do curso de Agronomia / Universidade Federal de Santa Catarina/Campus Curitibanos,
e-mail: anthony.sandini@hotmail.com

⁶Eng. Agrônomo, Professor Doutor do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Estadual do Centro-Oeste,
e-mail: isandini@hotmail.com.

Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v.18, n.1, p. 123-132, 2019

RESUMO – O milho é uma planta monoica, e a geração de novos híbridos exige a remoção do pendão das plantas. Sabe-se que a remoção do pendão possui efeito negativo na produtividade da cultura. Contudo, a aplicação de N complementar, via foliar, poderia minimizar essas perdas. Assim, o objetivo deste estudo foi avaliar como o N complementar afeta a produtividade e os componentes de rendimento da cultura do milho submetida ao despendoamento. O estudo foi conduzido em delineamento de blocos casualizados em esquema fatorial 2 x 3 x 5, sendo duas safras (2014/15 e 2015/16), três momentos de despendoamento (sem despendoamento, arranquio de 2-3 folhas e arranquio de 4-5 folhas antes do pendoamento) e cinco doses de N complementar (0, 5, 10, 15, 20 L ha⁻¹) aplicadas no estágio de pré-pendoamento (VT). Não foi verificada interação N complementar X despendoamento para nenhuma das variáveis estudadas. A menor produtividade foi verificada no despendoamento de 4-5 folhas. A aplicação de N complementar aumentou a produtividade da cultura do milho, e a aplicação de 11,5 L ha⁻¹ incrementou a produtividade em 448 kg ha⁻¹. O despendoamento diminuiu a produtividade da cultura do milho, quanto mais precoce o despendoamento, mais negativo é o efeito na produtividade.

Palavras-chave: Melhoramento genético, N complementar, pendoamento, produção de sementes, *Zea mays*.

FOLIAR APPLICATION OF COMPLEMENTARY NITROGEN, IN MAIZE SUBJECTED TO DETASSELING

ABSTRACT – Maize is a monoic plant and the generation of new hybrids requires the removal of the tassel from the plants, which has a negative effect on crop yield. However, the use of complementary leaf nitrogen (N) fertilization, could minimize the yield losses. Therefore, the objective of this study was to evaluate the effect of the application of complementary N on yield of the maize crop subjected to detasseling. The study was carried out in a randomized complete block design, with a 2 x 3 x 5 factorial scheme and four replications. Two growing seasons (2014/15 and 2015/16), three detasseling moments (without detasseling, detasseling of 2-3 leaves, and detasseling of 4-5 leaves) and five doses of complementary N (0, 5, 10, 15, 20 L ha⁻¹) applied at the VT stage. There was no interaction between complementary N and detasseling for any of the variables studied. The lowest yield was verified with the detasseling of 4-5 leaves. The application of complementary N showed a positive effect on maize yield, and the application of 11.5 L ha⁻¹ of complementary N provided yield increase of 448 kg ha⁻¹. The detasseling technique had negative effects on maize crop yield, the earlier is the detasseling, the more negative is the effect on yield.

Keywords: Genetic improvement, Seed production, tasseling, *Zea mays*.

O milho é a segunda cultura de grãos com maior área semeada no Brasil, correspondendo a 16,7 milhões de hectares na safra 2017/18 (Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos, 2018). É uma das culturas com maiores rendimentos por unidade de área e pode ser utilizada para alimentação humana e animal (Marcondes et al., 2016).

A planta de milho apresenta caráter monoico, com a inflorescência masculina ou pendão localizada no ápice da planta, enquanto as inflorescências femininas ou a espiga estão localizadas na parte média da planta. Do ponto de vista fisiológico, o ápice da planta representa um dreno para onde se destina grande parte dos nutrientes, fotoassimilados e água (Taiz et al., 2017). Para a formação de grãos é necessário que os óvulos, presentes na inflorescência feminina, sejam fecundados pelo pólen proveniente do pendão. Os óvulos que não forem fecundados não formarão o grão, sendo degenerados como consequência (Sangoi et al., 2006; Moreira et al., 2010).

O caráter monoico possibilita a interação genética entre as plantas por causa da necessidade de fecundação cruzada, o que contribui para uma grande diversidade genética de plantas. Dentro de tal conceito, a hibridação no melhoramento genético de plantas, possibilita realizar uma seleção de plantas que se destaquem em uma ou mais características almejadas e então promove-se uma interação genética entre elas a fim de obter plantas superiores, sendo de extrema importância na cultura (Borém et al., 2009).

O melhoramento genético adota técnicas que permitem identificar quais genótipos são mais favoráveis à adaptação e, por meio de intercruzamento de plantas, promover uma elevação no potencial genético do fruto do cruzamento, partilhando características fisiológicas que agregarão valor à nova planta (Pace et al., 2015). Quando bem aplicado, promovem au-

mento no ganho genético juntamente com a seleção dos melhores pais (Nardino et al., 2016).

O melhoramento genético do milho passa por uma série de etapas até chegar no produto final, por exemplo, a técnica do despendoamento. Neste caso, o pendão é removido da planta antes que o pólen seja liberado (Moreira et al., 2010). Com a remoção da inflorescência masculina, a planta não irá mais receber pólen de si mesma para a produção do grão, sendo então necessária outra planta com o pendão intacto para sua fecundação. Por causa desse processo de fecundação cruzada, o grão produzido terá informações de ambas as plantas envolvidas no processo e, como consequência, este grão irá carregar consigo as informações genéticas para as gerações futuras (Magalhães et al., 1999).

Diversas técnicas podem ser adotadas no processo de despendoamento; as mais habituais são a manual, que consiste na quebra manual do pendão; a mecânica, que adota uma ferramenta para retirada do pendão, e o arranquio do cartucho, em que é removido o pendão que ainda está enrolado junto às últimas folhas da planta (Magalhães et al., 1999). Estes processos são bastante práticos, de fácil e rápida aplicação, porém, resultam em perdas na produtividade das plantas (Silva et al., 2012). Entretanto, em trabalhos anteriores foi demonstrada queda na produtividade de grãos de milho quando há o despendoamento (Magalhães et al., 1999; Komatuda et al., 2006).

Assim, para a maximizar a produtividade de sementes de híbridos de milho, é de fundamental importância a busca por técnicas que minimizem as perdas de produtividade ocasionadas pela técnica do despendoamento. Entre os diversos fatores que podem ser afetados, pode-se destacar a nutrição da planta. Para a obtenção de elevadas produtividades, a cultura exige aplicação de nitrogênio (N) exógeno, e este nu-

triente desempenha papel importante na produtividade, aumentando a massa e a concentração de óleo nos grãos (Fancelli & Dourado Neto, 2008). As doses e épocas de aplicação de N afetam a eficiência de metabolização do N na planta (Sandini et al., 2011), além disso, o N é um nutriente extremamente dinâmico e que pode ser perdido dos sistemas de produção por diversas maneiras, como a volatilização (Sangoi et al., 2003; Mota et al., 2015).

Assim, a aplicação de N complementar, via foliar, em complemento à adubação nitrogenada de cobertura, é uma alternativa que pode ser utilizada para trazer incrementos de produtividade na cultura do milho pelo aumento da taxa de enchimento de grãos e ampliação do período fotossintético efetivo (Mahmoodi et al., 2011). Deste modo, a aplicação de N foliar pode ser uma alternativa para compensar a perda de produtividade ocasionada pela remoção das folhas no processo de despendoamento.

nada pela remoção das folhas no processo de despendoamento.

Assim, o objetivo desse estudo foi avaliar como o N complementar afeta a produtividade e os componentes de rendimento da cultura do milho submetida ao despendoamento.

Material e Métodos

O experimento foi realizado durante as safras agrícolas 2014/15 e 2015/16 na Fazenda Modelo no município de Candói-PR. A área experimental está localizada na latitude 25°30'11"S e longitude 54°48'25"O. O clima da região, segundo Köppen (Maak, 1968) é classificado como Cfb, sem estações secas definidas, verões frescos e inverno moderado com temperaturas médias anuais entre 12,7 °C e 23,5 °C, e precipitação pluvial média de 1.944 mm por ano.

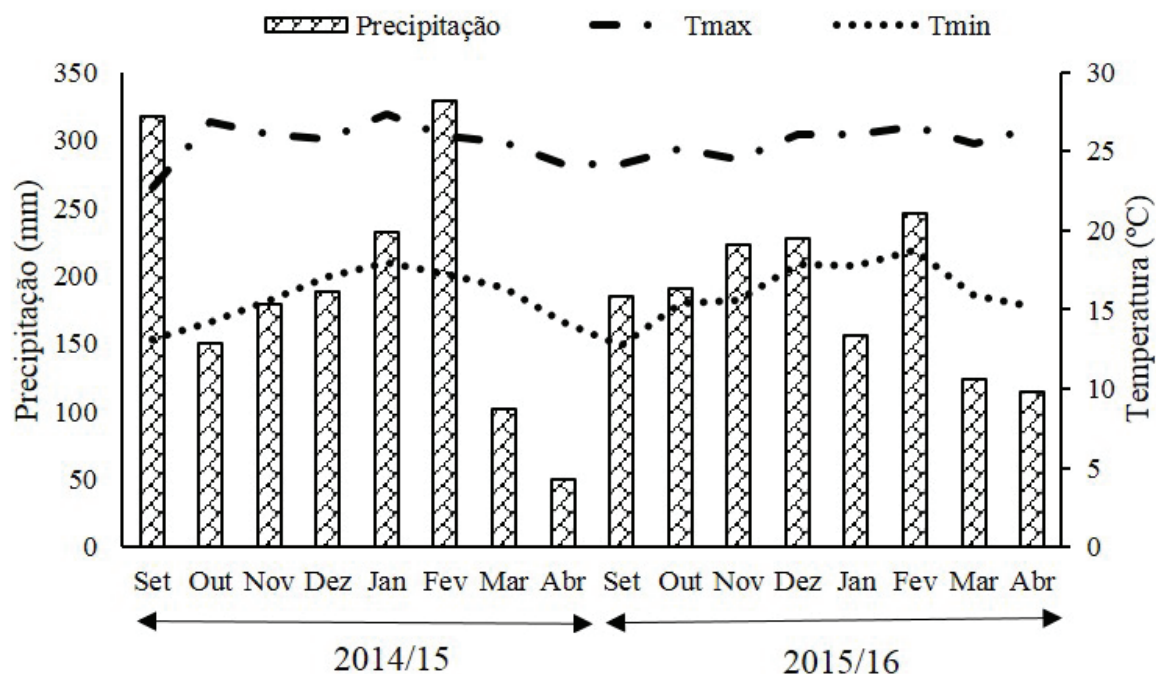


Figura 1. Precipitação acumulada, temperatura máxima e temperatura mínima para cada mês durante a condução do experimento nas safras 2014/15 e 2015/16.

Os dados de temperatura máxima, temperatura mínima e de precipitação para cada safra estão demonstrados na Figura 1. O solo é classificado como Latossolo Bruno Distroférico Típico (Santos et al., 2013).

O estudo foi conduzido em delineamento de blocos casualizados em esquema fatorial 2 x 3 x 5, sendo duas safras (2014/15 e 2015/16), três momentos de despendoamento (controle sem despendoamento; arranquio do cartucho com 2-3 folhas antes do pendoamento; arranquio do cartucho com 4-5 folhas antes do pendoamento) e cinco doses de N complementar (0, 5, 10, 15, 20 L ha⁻¹) aplicadas no estádio VT (pendoamento). A parcela experimental foi composta de cinco linhas, espaçadas em 0,425 m e com 5 metros de comprimento. A população utilizada foi de 70.000 plantas ha⁻¹.

O despendoamento foi realizado com o arranquio do cartucho, o momento do arranquio foi dependente do tratamento (Tabela 1). A aplicação do N complementar foi realizada por meio de um pulverizador costal elétrico com pressão constante, resultando numa taxa de aplicação de 160 L ha⁻¹. A fonte de N complementar utilizada em ambas as safras foi o produto comercial Nitamin® (33% de N) fornecido pela empresa Agrichem do Brasil. A escolha do híbrido utilizado em cada safra (Tabela 1) levou em consideração a representatividade da área de cultivo na região; portanto, o híbrido com maior área semeada naquela determinada safra foi escolhido para ser usado no ensaio.

As informações de manejo de cada safra estão demonstradas na Tabela 1. Os demais tratamentos culturais foram realizados em conformidade com as recomendações técnicas para a cultura. As áreas estão sendo manejadas no sistema de plantio direto há mais de 10 anos. No período de inverno que antecedeu a im-

plantação dos experimentos, a área foi cultivada com aveia-preta (*Avena strigosa*) para cobertura do solo. A dessecação foi realizada 30 dias antes da semeadura.

As variáveis estudadas foram produtividade, massa de mil grãos (MMG) e números de grãos por espiga. Para a produtividade procedeu-se a colheita manual de duas linhas da área útil de cada parcela, desprezando-se 0,50 m de cabeceira de cada linha, permanecendo 4 m de cada linha para colheita. Posteriormente, as espigas foram trilhadas e os grãos, submetidos à pesagem, obtendo-se assim o peso por parcela e posteriormente extrapolados para kg ha⁻¹ com correção para 14% de umidade. A estimativa da massa de mil grãos foi realizada com base na avaliação de uma amostra de 300 grãos. O número de grãos por espiga foi obtido por meio da contagem direta em 10 espigas coletadas na área útil das parcelas.

Os dados foram submetidos à análise de variância. Quando verificada diferença, as médias do fator safra foram submetidas ao teste *t* e as médias do fator despendoamento foram submetidas ao teste de Tukey, e os valores do fator quantitativo (dose de N complementar) foram submetidos à análise de regressão. Todas as análises foram realizadas com auxílio do software SISVAR 5.6.

Resultados e Discussão

De acordo com a Figura 1, os dados climáticos observados foram semelhantes aos observados na média histórica da região; portanto, não houve nenhum evento que afetou significativamente as variáveis avaliadas no estudo.

A produtividade foi significativamente afetada por safra, despendoamento e N complementar, mas não foi verificada interação entre essas fontes de variação (Tabela 2). No entanto, a massa de mil grãos

foi influenciada por despendoamento, safra e pela interação despendoamento x safra. O número de grãos por espiga teve efeito significativo do despendoamento e da safra.

A safra 2014/15 apresentou maior produtividade e massa de mil grãos quando comparada com a safra 2015/16 (Tabela 3). A produtividade média foi de 15.610 kg ha⁻¹ e 12.750 kg ha⁻¹, para as safras 2014/15 e 2015/16, respectivamente. Isto representa uma diferença de 2.860 kg ha⁻¹ entre as safras. O maior número de grãos por espiga e a menor MMG foram verificados na safra 2015/16. A diferença entre as safras pode ser atribuída à diferença entre os genótipos de milho utilizados. Diferenças na produtividade e componentes de rendimento têm sido relatadas previamente por outros autores (Torres et al., 2013; Pias et al., 2018). As condições climáticas entre as safras foram semelhantes (Figura 1), todavia, algumas mínimas diferenças climáticas entre as safras podem ter contribuído para as diferenças de produtividade observadas.

A maior produtividade foi obtida no tratamento sem despendoamento, que diferiu dos demais tratamentos (Tabela 4). Verificou-se ainda que a produtividade obtida quando foi realizado o arranquio de 4-5 folhas foi inferior ao arranquio de 2-3 folhas. Os resultados desse estudo corroboram com Heidari (2013), que também verificou redução na produtividade por causa da remoção de folhas acima da espiga de plantas de milho. De acordo com Magalhães et al. (1999), o arranquio do cartucho envolve também a retirada de folhas, o que prejudica a produção fotossintética da planta, afetando de maneira significativa e negativa a produtividade final. Esses dados corroboram com Moreira et al. (2010), que observaram queda na produtividade quando o milho foi despendado no estágio de VT.

A produtividade está intimamente relacionada à atividade fotossintética que é afetada pela conservação das folhas fotossinteticamente ativas. O N é um constituinte da molécula de clorofila e como consequência é essencial para a fotossíntese e manutenção da vida vegetal (Gazola et al., 2014). Logo, quanto mais folhas a planta perder, maior será o impacto negativo na produtividade da cultura. Isso justifica a menor diferença encontrada entre os tratamentos com arranquio de 2-3 folhas e o sem despendoamento, que apresenta menor remoção de folhas quando comparado com o arranquio de 4-5 folhas e o sem despendoamento.

Para massa de mil grãos, os tratamentos sem despendoamento e o despendoamento no estágio de 2-3 folhas não apresentaram diferença significativa entre si, mas diferiram do tratamento com remoção do cartucho quando as plantas apresentavam de 4-5 folhas. Isso foi refletido no menor valor de MMG (Tabela 4). A produção de fotoassimilados, que tende a elevar a MMG, é resultado do processo fotossintético da planta, Taiz et al. (2017), e com a remoção das folhas, juntamente com o pendão, esta produção fica comprometida e pode ocorrer decréscimo no acúmulo de massa seca no grão. O despendoamento também afetou negativamente o número de grãos por espiga. O maior valor de grãos por espiga foi obtido no tratamento sem despendoamento, que diferiu dos tratamentos com o arranquio com 2-3 folhas e 4-5 folhas (Tabela 4). Assim, as variáveis MMG e número de grãos por espiga estão relacionadas com o decréscimo na produtividade, uma vez que quanto maior a remoção do número de folhas, menor o valor destas variáveis pela menor produção de fotoassimilados. Para Gazola et al. (2014), a massa de mil grãos e o número de grãos por espiga são as variáveis que mais afetam a produtividade final de grãos.

Tabela 1. Informações sobre o manejo da cultura do milho utilizado no presente estudo das safras 2014/15 e 2015/16.

Atividade	Safr	
	2014/15	2015/16
Semeadura	14/09/2014	24/09/2015
Híbrido de milho	DKB 290 PRO III	AS 1656 PRO III
Espaçamento (m)	0,425	0,425
Adubação de base (kg ha ⁻¹)		
N	49,4	49,4
P ₂ O ₅	133	133
K ₂ O	38	38
Adubação N de cobertura		
V3 (100 kg ha ⁻¹)	11/10/2014	16/10/2015
V5 (100 kg ha ⁻¹)	24/10/2014	28/10/2015
Despendoamento		
4-5 folhas	24/11/2014	30/11/2015
2-3 folhas	29/11/2014	05/12/2015
Aplicação N complementar em VT	06/12/2014	12/12/2015

Tabela 2. Resumo da análise de variância com os valores dos quadrados médios para as variáveis produtividade, massa de mil grãos e número de grãos por espiga da cultura do milho.

FV	GL	Quadrados Médios		
		Produtividade	Massa de mil grãos	Grãos por espiga
Bloco	3	183852 ^{ns}	52 ^{ns}	1887*
Despendoamento (D)	2	25402270**	1326**	3658**
N Complementar (N)	4	902467 *	168 ^{ns}	311 ^{ns}
Safr (S)	1	244936328**	7024**	208692*
N x D	8	230909 ^{ns}	119 ^{ns}	659 ^{ns}
D x S	2	604441 ^{ns}	1655**	1315 ^{ns}
N x S	4	130569 ^{ns}	7 ^{ns}	579 ^{ns}
D x N x S	8	215098 ^{ns}	102 ^{ns}	226 ^{ns}
Erro	87	336466	110 ^{ns}	654 ^{ns}
CV (%)	-	4,09	2,72	5,02
Média geral	-	14.180 kg ha ⁻¹	385 g	509

FV – Fonte de variação; GL – Graus de liberdade; ns – Não significativo; ** – Significativo a 1%; * – Significativo a 5%; CV – Coeficiente de variação.

Tabela 3. Produtividade, massa de mil grãos (MMG) e número de grãos por espiga de milho em função das diferentes safras em que os experimentos foram realizados.

Safra	Produtividade (kg ha ⁻¹)	MMG (g)	Número de grãos por Espiga
2014/15	15610 a	392 a	467 b
2015/16	12750 b	377 b	551 a

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste *t* a 5% de probabilidade.

Tabela 4. Produtividade, massa de mil grãos (MMG) e número de grãos por espiga da cultura do milho em função de tratamentos de despendoamento.

Tratamento	Produtividade (kg ha ⁻¹)	MMG (g)	Número de grãos por espiga
4-5 folhas	13320 c	379 b	502,71 b
2-3 folhas	14320 b	387 a	505,12 b
Sem Despendoamento	14900 a	390 a	520,34 a

Médias seguidas de mesma letra não se diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Na média das safras e dos tratamentos de despendoamento (Figura 2), pode-se observar que houve aumento de produtividade até a dose de 11,5 L ha⁻¹ de N complementar, com uma produtividade de 14.355 kg ha⁻¹, ou seja, incremento de 448 kg ha⁻¹ em relação à ausência da aplicação de N complementar.

A aplicação de N complementar, via foliar, é uma alternativa para aumentar a produtividade da cultura do milho, de acordo com Mahmoodi et al. (2011), o N aplicado via foliar, mantém a folha fotosinteticamente ativa por mais tempo, o que contribui para aumento de produtividade. Com a remoção de folhas, como é o caso do despendoamento, a produção de fotoassimilados da planta pode ser prejudicada (Taiz et al., 2017). Todavia, a aplicação de N foliar, de forma complementar, é uma alternativa para aumentar a produtividade da cultura do milho submetida ao despendoamento, pois aumenta o teor de N na folha (Deuner et al., 2008), o que pode ampliar o tempo

de produção de fotoassimilados (Pacentschuk et al., 2018), e maximizar o rendimento da cultura (Fageria et al., 2009), o que compensa, em partes, a produtividade que foi afetada negativamente pela remoção das folhas. Resultados semelhantes foram obtidos em experimentos realizados por Biscaro et al. (2013), em que os autores demonstraram que houve incremento na produtividade pela adubação foliar com N. Pacentschuk et al. (2014) também verificaram incremento de produtividade por causa da aplicação de N complementar via foliar, em que a dose de máxima produtividade foi de 11,2 L ha⁻¹, semelhante ao valor encontrado no presente trabalho.

Mais estudos devem ser realizados para analisar o impacto do despendoamento e da aplicação de N complementar, via foliar, na produtividade do milho e também na qualidade das sementes produzidas. Novos estudos devem ser realizados com outros materiais genéticos e em outras condições edafoclimáticas.

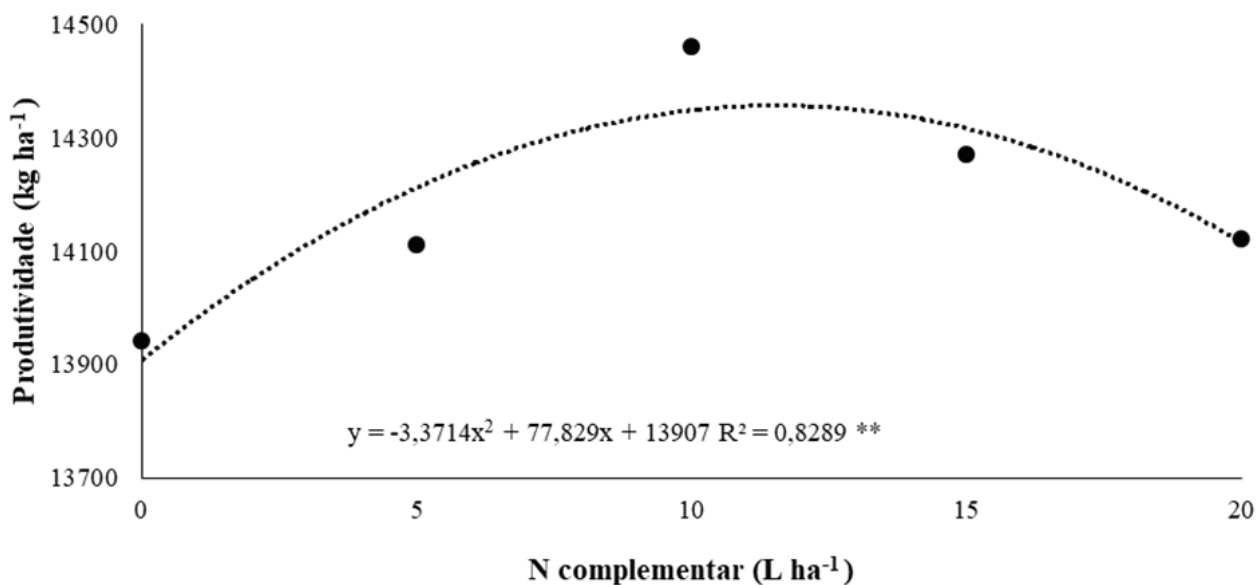


Figura 2. Produtividade (kg ha⁻¹) da cultura do milho, na média de duas safras (2014/15 e 2015/16) e dos tratamentos de despendoamento (sem despendoamento, com despendoamento no estágio de 2-3 folhas, e despendoamento no estágio de 4-5 folhas), em função de doses crescentes de N complementar aplicado via foliar. ** Significativo a 1% de probabilidade pela análise de regressão.

Conclusões

O despendoamento, por meio do arranquio do cartucho, é uma técnica necessária no melhoramento genético da cultura do milho. Entretanto, afeta negativamente a produtividade da cultura, de maneira que, quanto mais precoce é realizado o despendoamento mais negativo é o impacto na produtividade da cultura do milho. O arranquio de 4-5 folhas proporciona diminuição na massa de mil grãos e no número de grãos por espiga no milho. A aplicação de N complementar até a dose de 11,5 L ha⁻¹ proporciona acréscimo de produtividade na cultura.

Referências

- ACOMPANHAMENTO DA SAFRA BRASILEIRA [DE] GRÃOS: safra 2017/18: oitavo levantamento. Brasília, DF: Conab, v. 5, n. 8, maio 2018. 140 p. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos/item/download/19461_3e293e81e81e05101ef167a494fe67dd6>. Acesso em: 28 maio 2018.
- BISCARO, G. A.; PRADO, E. A. F. D.; MOTOMIYA, A. V. D. A.; ROBAINA, A. D. Efeito de diferentes níveis de adubação foliar com NPK mais micronutrientes na produtividade do milho safrinha na região de Dourados/MS. **Semina:**

- Ciências Agrárias**, Londrina, v. 34, n. 5, p. 2169-2178, 2013.
DOI: [10.5433/1679-0359.2013v34n5p2169](https://doi.org/10.5433/1679-0359.2013v34n5p2169).
- BORÉM, A.; MIRANDA, G. V.; FRITSCHÉ-NETO, R. **Melhoramento de plantas**. 7. ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2009. 529 p.
- DEUNER, S.; NASCIMENTO, R. D.; FERREIRA, L. S.; BADINELLI, P. G.; KERBER, R. S. Adubação foliar e via solo de nitrogênio em plantas de milho em fase inicial de desenvolvimento. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 5, p. 1359-1365, 2008.
DOI: [10.1590/S1413-70542008000500001](https://doi.org/10.1590/S1413-70542008000500001).
- FAGERIA, N. K.; BARBOSA, M. P.; MOREIRA, A.; GUIMARÃES, C. M. Foliar fertilization of crop plants. **Journal of Plant Nutrition**, New York, v. 32, n. 6, p. 1044-1064, 2009.
DOI: [10.1080/01904160902872826](https://doi.org/10.1080/01904160902872826).
- FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. **Produção de milho**. 3. ed. Piracicaba: Livroceres, 2008. v.1, 360 p.
- GAZOLA, D.; ZUCARELI, C.; SILVA, R. R.; FONSECA, I. C. D. B. Aplicação foliar de aminoácidos e adubação nitrogenada de cobertura na cultura do milho safrinha. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 18, n. 7, p. 700-707, 2014.
DOI: [10.1590/S1415-43662014000700005](https://doi.org/10.1590/S1415-43662014000700005).
- HEIDARI, H. Yield, yield components and seed germination of maize (*Zea mays* L.) at different defoliation and tassel removal treatments. **Philippine Agricultural Scientist**, v. 96, n. 1, p. 42-47, 2013.
- KOMATUDA, A. S.; SANTOS, C. M.; SANTANA, D. G.; SOUZA, M. A.; BRITO, C. H. Influência de métodos de despendoamento na produtividade e na qualidade das sementes de milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 5, n. 3, p. 359-368, 2006.
DOI: [10.18512/1980-6477/rbms.v5n3p359-368](https://doi.org/10.18512/1980-6477/rbms.v5n3p359-368).
- MAAK, R. **Geografia física do Estado do Paraná**. Curitiba: Banco do Desenvolvimento do Paraná, 1968.
- MAGALHÃES, P. C.; DURÃES, F. O. M.; OLIVEIRA, A. C. D.; GAMA, E. E. G. Efeitos de diferentes técnicas de despendoamento na produção de milho. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 56, n. 1, p. 77-82, 1999.
DOI: [10.1590/S0103-90161999000100012](https://doi.org/10.1590/S0103-90161999000100012).
- MAHMOODI, P.; YARNIA, M.; AMIRNIA, R.; BENAM, M. B. K. Effect of nitrogen foliar application on grain filling rate and period in 3 cultivars of corn (*Zea mays* L.). **African Journal of Agricultural Research**, v. 6, n. 29, p. 6226-6231, 2011.
- MARCONDES, M. M.; FARIA, M. V.; MENDES, M. C.; GABRIEL, A.; NEIVERTH, V.; ZOCHE, C. Breeding potential of S₄ maize lines in topcrosses for agronomic and forage traits. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 38, n. 3, p. 307-315, 2016.
DOI: [10.4025/actasciagron.v38i3.28307](https://doi.org/10.4025/actasciagron.v38i3.28307).
- MOREIRA, J. N.; SILVA, P. S. L.; SILVA, K. M. B.; DOMBROSKI, J. L. D.; CASTRO, R. S. Effect of detasseling on baby corn, green ear and grain yield of two maize hybrids. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 28, n. 4, p. 406-411, 2010.
DOI: [10.1590/S0102-05362010000400005](https://doi.org/10.1590/S0102-05362010000400005).
- MOTA, M. R.; SANGOI, L.; SCHENATTO, D. E.; GIORDANI, W.; BONIATTI, C. M.; DALL'IGNA, L. Fontes estabilizadas de nitrogênio como alternativa para aumentar o rendimento de grãos e a eficiência de uso do nitrogênio pelo milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 39, n. 2, p. 512-522, 2015.
DOI: [10.1590/01000683rbcs20140308](https://doi.org/10.1590/01000683rbcs20140308).
- NARDINO, M.; SOUZA, V. Q. D.; BARETTA, D.; KONFLANZ, V. A.; CARVALHO, I. R.; FOLLMANN, D. N.; CARON, B. O. Association of secondary traits with yield in maize F₁'s. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 46, n. 5, p. 776-782, 2016.
DOI: [10.1590/0103-8478cr20150253](https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20150253).
- PACE, J.; YU, X.; LUBBERSTEDT, T. Genomic prediction of seedling root length in maize (*Zea mays* L.). **The Plant Journal**, v. 83, n. 5, p. 903-912, 2015.
DOI: [10.1111/tbj.12937](https://doi.org/10.1111/tbj.12937).

- PACENTCHUK, F.; NOVAKOWISKI, J. H.; NOVAKOWISKI, J. H.; SANDINI, I. E. Nitrogênio complementar via foliar nas culturas do milho, soja e feijão: doses e estádios fenológicos de aplicação. **Revista Plantio Direto**, Passo Fundo, v. 142/143, p. 28-34, 2014.
- PACENTCHUK, F.; NOVAKOWISKI, J. H.; SANDINI, I. E. Complementary nitrogen fertilization and foliar fungicide on maize in southern Brazil In: RODRÍGUEZ, P. P.; SOTO-GÓMEZ, D.; DE LA CALLE, I. **Fungicides perspectives, resistance management and risk assessment**. New York: Nova Science Publishers, 2018.
- PIAS, O. H. D. C.; LOWE, M. A.; DAMIAN, J. M.; SANTI, A. L.; TREVISAN, R. Componentes de rendimento e produtividade de híbridos de milho em função de doses de NPK e de deficit hídrico em estádios fenológicos críticos. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 16, n. 4, p. 422-432, 2018.
DOI: [10.5965/223811711642017422](https://doi.org/10.5965/223811711642017422).
- SANDINI, I. E.; MORAES, A. D.; PELISSARI, A.; NEUMANN, M.; FALBO, M. K.; NOVAKOWISKI, J. H. Efeito residual do nitrogênio na cultura do milho no sistema de produção integração lavoura-pecuária. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 41, n. 8, p. 1315-1322, 2011.
DOI: [10.1590/S0103-84782011005000099](https://doi.org/10.1590/S0103-84782011005000099).
- SANGOI, L.; ERNANI, P. R.; LECH, V. A.; RAMPAZZO, C. Lixiviação de nitrogênio afetada pela forma de aplicação da uréia e manejo dos resotos culturais de aveia em dois solos com texturas contrastantes. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 33, n. 1, 2003.
DOI: [10.1590/S0103-84782003000100010](https://doi.org/10.1590/S0103-84782003000100010).
- SANGOI, L.; GUIDOLIN, A. F.; COIMBRA, J. L. M.; SILVA, P. R. F. Resposta de híbridos de milho cultivados em diferentes épocas à população de plantas e ao despendoamento. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 5, p. 1367-1373, 2006.
DOI: [10.1590/S0103-84782006000500004](https://doi.org/10.1590/S0103-84782006000500004).
- SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. A. de; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A. de; CUNHA, T. J. F.; OLIVEIRA, J. B. de. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2013. 353 p.
- SILVA, A. N.; LOPES, E. A.; VIEIRA, B. S.; ROCHA, L. A. Efeito da desfolha na produtividade de linhagens fêmeas de milho durante o despendoamento (*Zea mays* L.). **Revista do Centro Universitário de Patos de Minas**, Patos de Minas, v. 3, p. 1-9, 2012.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.
- TORRES, F. E.; LANGUI, G.; TEODORO, P. E.; RIBEIRO, L. P. Desempenho de híbridos de milho cultivados em diferentes espaçamentos na região do cerrado brasileiro. **Revista de Ciências Agrárias**, Lisboa, v. 36, n. 4, p. 411-416, 2013.