

Efeito de Diferentes Doses de Nitrogênio em Cobertura no Desenvolvimento e Atividade da Redutase do Nitrato em Diferentes Híbridos de Milho Cultivados em Segunda Safra

Reidner Faria de Freitas¹, Cristian Palharini¹, Lara Comar Riva¹, Tássia Tuane Moreira dos Santos¹, Felipe Francisco da Silva Leite¹, Lucielle Januário de Oliveira², Antônio Paulino da Costa Netto³, Vilmar Antonio Ragagnin³ e Fernando Simões Gilefi³

¹Acadêmicos da Universidade Federal de Goiás – Campus Jataí, Jataí, Goiás, reidnerffreitas@gmail.com, cristianpalharini@hotmail.com, Lara-comar@hotmail.com, tassiatuane@hotmail.com, ffsleite@gmail.com

²Técnico Administrativo da Universidade Federal de Goiás – Campus Jataí, Goiás, lucielle.januario@hotmail.com ³Docentes da Universidade Federal de Goiás – Campus Jataí, Jataí, Goiás, apcnetto@gmail.com, vilmar.ragagnin@gmail.com e fgielfi@yahoo.com.br.

RESUMO - Com o objetivo de avaliar a influência de diferentes doses de nitrogênio no desenvolvimento inicial e na assimilação de nitrogênio na cultura do milho de segunda safra, conduziu-se um ensaio na Fazenda Escola da Universidade Federal de Goiás - Campus Jataí no ano agrícola de 2012, onde foram avaliados 6 híbridos de milho de seis diferentes empresas, bases genéticas, ciclos e tipos de grão para compor o ensaio. Quando as plantas atingiram entre V₄ e V₆, foi realizada a primeira coleta de material vegetal para a determinação da atividade da redutase do nitrato, sendo em seguida realizada a adubação de cobertura com aplicação de três doses diferentes de cada uma das três fontes de nitrogênio estudadas (Polyblen, Sulfato de amônio e Uréia com, 49, 91 e 126 Kg ha⁻¹ de N respectivamente). Pela interpretação dos resultados, foi verificado que a dose intermediária de N estudada demonstrou maior altura de plantas e maior altura de inserção da primeira espiga, além disso também observamos que nenhuma das doses testadas promoveu alterações significativas na atividade da redutase do nitrato em plantas jovens e na maior dose de N os híbridos Geneze 9626 e Agromem 30A16 demonstraram maior capacidade de assimilação.

Palavras-chave: assimilação de nitrato, *Zea mays*, safrinha.

Introdução

O milho é um dos principais cereais cultivados no mundo, fornecendo produtos para a alimentação humana, animal e para a indústria. A cultura está presente em todas as regiões do Brasil sendo cultivada por pequenos, médios e grandes produtores que adotam sistemas de produção variados. Segundo a Conab (2012), a lavoura do milho em segunda safra foi favorecida pelo clima nas principais regiões produtoras, sendo que nos estados de Mato Grosso e Goiás a maior parte da lavoura ultrapassou o período crítico da floração com umidade adequada para a fecundação e enchimento de grãos.

Por possuir grande demanda no mercado, este cereal é alvo de várias pesquisas visando sua melhoria em diferentes aspectos agrônômicos, entre esses Argenta (2001), destaca a densidade entre plantas, a eficiência do uso da radiação fotossinteticamente ativa, água e nutrientes, incrementando a produtividade.

Nesse contexto, o cultivo do milho de segunda safra tem sido viável economicamente

para o produtor (Casagrande e Fornasieri Filho, 2002), pois além do retorno financeiro, outros benefícios são observados, como a rotação de culturas, aumento da palhada e do controle de pragas e doenças da lavoura de verão. Segundo Coelho & França (1995), para uma produtividade média de 5.800 kg ha⁻¹ de grãos, são extraídos pela planta cerca de 100 kg ha⁻¹ de Nitrogênio (N), sendo que, dessa quantidade, 75% são exportados para os grãos.

Como os riscos de perda da lavoura ou de redução na produtividade do milho na segunda safra são relativamente grandes, um dos dilemas dessa modalidade de cultivo é saber que fonte utilizar e a quantidade de N a aplicar, já que a deficiência hídrica altera a absorção e o metabolismo do N na planta (Ferreira et al., 2002), reduzindo a eficiência do fertilizante aplicado. Além disso, na cultura do milho, apesar de serem pequenas as exigências nutricionais nos estádios iniciais, altas concentrações de N, são benéficas na promoção de um maior desenvolvimento da planta (Varvel et al., 1997).

O papel das enzimas de assimilação do N como característica indicativa da eficiência de uso do N em milho ainda é polêmico. Purcino et al. (1994) observaram que genótipos com alta atividade da redutase do nitrato (NR) tendem a ser responsivos à adubação nitrogenada e eficientes no uso do N em ambientes com baixo teor deste nutriente, enquanto que genótipos que só produzem bem quando adubados tendem a ter baixa atividade da NR. Por outro lado, Machado e Magalhães (1995) verificaram que na variedade Nitrodente a atividade da NR não foi modificada pela seleção para baixos níveis de N e que em populações da cultivar Nitroflint houve uma tendência de diminuição na atividade da NR quando a seleção foi efetuada sob condições de estresse de N.

Nesse contexto, o objetivo desse trabalho foi o de estudar o efeito de diferentes doses de N e da atividade da RN no desenvolvimento inicial e no florescimento de diferentes híbridos de milho indicados para cultivo em segunda safra.

Material e Métodos

Foram avaliados 6 híbridos de milho de seis diferentes empresas, bases genéticas, ciclos e tipos de grão para compor o ensaio, como descritos a seguir: Agromem 30A16; Geneze 9626; Dow Agrosiences 707 Hx; Syngenta TRUCK; Sementes Sempre PRE2B678 Hx e Riber 9210. A escolha dos híbridos se deu em função de serem recomendados à região de Jataí – Sudoeste do estado de Goiás, para o cultivo do milho durante o período de segunda safra.

O ensaio para a avaliação dos cultivares foi conduzido na área experimental da Fazenda Escola da Universidade Federal de Goiás – Campus Jataí localizada a 17° 53' S e 52°43' W, e

670 m de altitude. O clima da região é AW, segundo a classificação de Köppen, ou seja, tropical de savana com chuva no verão e seca no inverno. O experimento foi instalado sob sistema de plantio direto, em fevereiro de 2012 e o delineamento experimental utilizado foi o de blocos completos inteiramente casualizados com parcelas subdivididas com três repetições e analisado pelo teste de médias de Tukey a 5 % de probabilidade.

As subparcelas foram constituídas de 5 fileiras de 6 metros, espaçadas de 0,45 metros e com uma densidade estabelecida pelas empresas, que variou de 58000 a 65000 plantas por hectare. No momento da semeadura foram aplicados 400 Kg ha⁻¹ da formulação 9:24:18. A adubação de plantio foi realizada de acordo com a recomendação técnica para a cultura do milho após interpretação de análise do solo. Posteriormente a aplicação da adubação de plantio, foi realizada a aplicação de uréia encapsulada (Polyblen ®) nas concentrações de 49, 91 e 126 Kg ha⁻¹ de N da mesma forma que para as demais fontes de N utilizadas em cobertura.

Quando as plantas atingiram entre quatro e cinco folhas, foi realizada a primeira coleta de material vegetal para a determinação da RN, sendo em seguida realizada a adubação de cobertura com aplicação de três doses de cada uma das fontes de N estudadas (49, 91 e 126 Kg ha⁻¹ de N) em uma só aplicação.

No início do florescimento, assim que se visualizou a emissão da inflorescência masculina, foi retirada uma amostra de tecido foliar da folha madura oposta a inserção da espiga, que após colhida foi imediatamente encaminhada ao Laboratório de Fisiologia Vegetal e Sementes para nova determinação da atividade da RN. Estas coletas foram realizadas em horário fixo, entre 9 e 10 h. Esse procedimento foi adotado, para permitir a comparação da ação enzimática nas diferentes condições do experimento, com o objetivo de minimizar a variação de irradiância ao longo do dia, sobre a atividade da enzima.

A determinação obedeceu ao método descrito por Meguro e Magalhães (1982), onde as amostras de tecido fresco de folhas foram coletadas e lavadas com água destilada. Em seguida 200 mg de massa fresca foram colocados em tubos de ensaio contendo 5 ml de solução tampão fosfato de potássio, pH 7,4, 50 mM, e foram incubados em câmara termostática tipo B.O.D a 30° C por 1 hora ao abrigo da luz, envoltas com folha de alumínio. A paralisação da reação foi feita com a adição de 1 ml de sulfanilamida a 1 % em HCl 2 N e, a seguir, adicionou-se 1 ml de •-naftilenodiamino 0,05 %. A leitura foi realizada em espectrofotômetro a 540 nm, sendo a atividade da enzima determinada pela quantidade de nitrito (NO₂⁻) produzida, comparando os valores obtidos com uma curva padrão para esse íon, previamente estabelecida. Os resultados obtidos dessa variável foram expressos em µmol NO₂⁻

g⁻¹ MF h¹.

Também foram avaliadas no campo as seguintes características agronômicas no início do florescimento masculino: diâmetro do caule a 10 cm do nível do solo (cm), altura de plantas (m), altura de inserção da primeira espiga (m) e número de espigas por planta. Os tratos culturais, como controle de plantas daninhas e controle de pragas, foram efetuados de acordo com a necessidade da cultura.

Resultados e Discussão

Os resultados obtidos para as características agronômicas diâmetro do caule a 10 cm do nível do solo (cm), altura de plantas (m), altura de inserção da primeira espiga (m) e número de espigas por planta, são apresentados na tabela abaixo (Tabela 1).

Tabela 1) Resultados médios dos 6 híbridos de milho, para as características agronômicas diâmetro do caule (cm), altura de plantas (m), altura de inserção da primeira espiga (m) e número de espigas por planta.

Doses Kg N ha ⁻¹	Diâmetro do Caule (cm)	Altura da Planta (m)	Altura de Inserção da Primeira Espiga (m)	Número de Espigas por Planta
49	1,896 a	2,488 b	95,728 ab	1,372 a
91	1,948 a	2,587 a	99,520 a	1,356 a
126	1,918 a	2,524 b	94,261 b	1,428 a

Podemos observar pelos resultados apresentados na tabela 1, que a característica de diâmetro do caule e número de espigas por planta não foi alterado significativamente por nenhuma das doses de N estudadas.

Segundo Demétrio et al. (2008), ao comparar o desempenho de espécies de milho submetidos a diferentes espaçamentos e densidades populacionais, foi observado que quanto maior a densidade, menor o diâmetro do colmo. Para Gross et al. (2006), isso é resultado de um decréscimo de matéria seca individual, em virtude da competição pelos recursos do meio, o que não foi constatado no presente trabalho, uma vez que o incremento de N não gerou um maior crescimento da parte aérea da planta.

Quanto ao número de espigas por planta, essa característica agronômica indica a prolificidade, sendo um bom indicativo da capacidade produtiva do híbrido de milho onde um aumento da população de plantas tende a diminuir o número de espigas por planta evidenciando que a competição por luz e a compensação da planta que são presentes mesmo nas fases de diferenciação e emissão das espigas, segundo Merotto Junior et al., (1997). Nesse

contexto, as diferentes doses de N estudadas para o espaçamento usado parece não ter capacidade de influenciar a produtividade uma vez que não constatamos menos de uma espiga por planta.

Quando analisamos os resultados para a característica agrônômica de altura de plantas observamos diferença significativa nesse quesito na comparação entre as diferentes doses de N utilizadas, onde a dose intermediária de N demonstrou plantas maiores que as demais doses estudadas, que não diferiram significativamente entre si.

Para a característica agrônômica altura da inserção da primeira espiga se observou um comportamento similar a altura de plantas, onde na dose intermediária foi constatada as maiores alturas de inserção de espigas, no entanto, não houve diferença significativa desta dose quando comparada com a dose 49 kg ha⁻¹ de N. Essa característica somada a característica de altura de plantas onde foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos poderá refletir em uma menor manutenção do estande inicial devido a uma maior possibilidade de tombamento/quebra de plantas adultas após o período enchimento de grãos e senescência das plantas principalmente na dose intermediária, onde encontramos as maiores plantas em altura e inserção da primeira espiga.

Para a atividade da RN (Tabela 2), observamos que no desenvolvimento inicial dos híbridos de milho estudados não foram observadas diferenças significativas entre as doses empregadas no estudo, exceto para o híbrido Syngenta TRUCK, que possuiu menor atividade da RN na menor dose estudada. Esses resultados indicam que a menor dose aplicada seja suficiente para maximizar a atividade da assimilação do nitrato nesse período.

Tabela 2 – Atividade da Redutase do Nitrato ($\mu\text{mol NO}_2^- \text{ g}^{-1} \text{ MF h}^{-1}$) em plantas jovens de milho sob diferentes fontes de nitrogênio para 6 híbridos de milho cultivados em segunda safra. Teste de Tukey a 5% de probabilidade. Média seguidas por mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Doses Kg N ha ⁻¹	Agromem 30A16	Geneze 9626	Dow Agrosc. 707 Hx	Syngenta TRUCK	Sem. Sempre PRE2B678 Hx	Riber 9210
49	25,18 AB a	29,26 AB a	26,93 AB a	20,78 B a	27,96 AB a	33,41 A a
91	24,68 A a	28,66 A a	24,73 A a	23,46 A a	23,28 A a	29,23 A a
126	23,12 A a	28,41 A a	22,19 A a	22,42 A a	27,50 A a	31,78 A a

Para a atividade da RN no florescimento (Tabela 3), observamos que para as menores doses estudadas não foram encontradas diferenças significativas entre os diferentes híbridos

analisados (49 e 91 Kg N ha⁻¹). No entanto, na maior dose aplicada 126 Kg N ha⁻¹ observamos que os híbridos Geneze 9626 e Agromem 30A16 possuem maior capacidade de assimilação quando comparados com os demais híbridos estudados. Os híbridos Dow Agrosc. 707 Hx, Syngenta TRUCK e Riber 9210, possuíram menores capacidade de assimilar N via RN. Também observamos que os híbridos Agromem 30A16 e Geneze 9626, aumentaram sua capacidade de assimilar N a medida que as doses foram aumentadas, fato esse não observado nos demais híbridos de milho estudados.

Tabela 3 – Atividade da Redutase do Nitrato ($\mu\text{mol NO}_2^- \text{g}^{-1} \text{MF h}^{-1}$) no início do florescimento masculino para 6 híbridos de milho cultivados em segunda safra sob diferentes fontes de nitrogênio. Teste de Tukey a 5% de probabilidade. Médias seguidas por mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Doses Kg N ha ⁻¹	Agromem 30A16	Geneze 9626	Dow Agrosc. 707 Hx	Syngenta TRUCK	Sem. Sempre PRE2B678 Hx	Riber 9210
49	576,73 A b	496,54 A c	563,54 A a	542,79 A a	477,84 A a	492,23 A a
91	616,00 A b	631,54 A b	440,19 A ab	551,23 A a	497,73 A a	468,46 A a
126	756,59 AB a	794,08 A a	516,53 C a	478,20 C a	577,38 BC a	544,59 C a

A RN é a primeira enzima na cadeia de redução do N dentro do processo de assimilação do N nas plantas. Por causa desse seu papel regulador, a atividade da RN pode estar relacionada indiretamente com a produtividade das culturas. Isso com base na pressuposição de que plantas com alta atividade da RN possuem maior capacidade de assimilar o nitrato disponível e, em consequência, maior capacidade em responder à adubação nitrogenada como descrito por Machado e Magalhães (1995) e Purcino et al., (1994).

No entanto, Fakorede e Mock (1978) e Eichelberg et al. (1989), não observaram aumentos de produtividade de híbridos de milho associados com aumentos na atividade da RN concluindo que a atividade da RN pode não ser um critério adequado como parâmetro no melhoramento genético, e tampouco como indicativo de alta eficiência na assimilação do N.

Conclusões

A dose intermediária de N estudada demonstrou maior crescimento de plantas e maior altura de inserção da primeira espiga.

Nenhuma das doses testadas promoveu alterações significativas na atividade da redutase do nitrato em plantas jovens de milho.

Na dose de 126 Kg N ha⁻¹ os híbridos Geneze 9626 e Agromem 30A16 demonstraram maior capacidade de assimilação.

Literatura Citada

- ARGENTA, G.; SILVA, P. R. F.; SANGOI, L. Arranjo de plantas em milho: análise do estado da arte. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 31, n. 5, p.1079-1084, 2001.
- CASAGRANDE, J. R. R.; FORNASIERI FILHO, D. Adubação nitrogenada na cultura do milho safrinha. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 37, p.33-40, 2002.
- COELHO, A. M.; FRANÇA, G. E. de. Seja o doutor do seu milho: nutrição e adubação. 2.ed. *Informações Agronômicas*, Piracicaba, n. 71. 1995. p.9.
- CONAB Companhia Nacional de Abastecimento (Conab). Oitavo acompanhamento da safra brasileira: grãos – Maio de 2012. Brasília, DF, 2012.
- DEMÉTRIO, C. S.; FORNASIERI FILHO, D.; CAZETTA, J. O.; CAZETTA, D. A. Desempenho de híbridos de milho submetidos a diferentes espaçamentos e densidades populacionais. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.43, p.1691-1697, 2008.
- EICHELBERG, K. D.; LAMBERT, R. J.; BELOW, F. E. Divergent phenotypic recurrent selection for nitrate reductase in maize. I. Selection and correlated responses. *Crop Science*, v.29, p.1393-1397, 1989.
- FAKOREDE, M. A. B., MOCK, J. J. Nitrate-reductase activity and grain yield of maize cultivar hybrids. *Crop Science*, v.18, p.680-682, 1978.
- FERREIRA, V. M.; MAGALHÃES, P. C.; DURÃES, F. O. M.; OLIVEIRA L. E. M.; PURCINO, A. A. C. Metabolismo do nitrogênio associado à deficiência hídrica e sua recuperação em genótipos de milho. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 32, p.13-17, 2002.
- GROSS, M. R.; PINHO, R. G.; BRITO, A. H. Adubação nitrogenada, densidade de semeadura e espaçamento entre fileiras na cultura do milho em sistema de plantio direto. *Ciência e Agrotecnologia*, v.30, p.387-393, 2006.
- MACHADO, A. T. & MAGALHÃES, J. R. Melhoramento de milho para uso eficiente de nitrogênio sob condições de estresse. In: *Anais do Simpósio Internacional sobre Estresse Ambiental: o milho em perspectiva* (A.T. Machado, R. Magnavaca, S. Pandey & A.F. Silva, eds.). p.321-343, 1995. Belo Horizonte, MG.
- MEGURO, N. E.; MAGALHÃES, A. C. Atividade da redutase de nitrato em cultivares de café. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.17, p.249-257, 1982.
- Merotto Junior, A.; Alneida, M. L.; Fuchs, O. Aumento do rendimento de grãos de milho através do aumento da população de plantas. *Ciência Rural*, v. 27, n. 4, p.1-9, 1997.
- PURCINO, A. A. C., MAGNAVACA, R., MACHADO, A. T., MARRIEL, I. E. Atividade da redutase do nitrato em genótipos antigos e modernos de milho, cultivados sob dois níveis de nitrogênio. *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal*, v.6, n.1, p.41-46, 1994.
- VARVEL, G. E.; SCHPERS, J. S. & FRANCIS, D. D. Ability for in season correction of

nitrogen deficiency in corn using chlorophyll meters. *Soil Sci. Am. J.*, v. 61, p.1233-1239, 1997.