

Crescimento Inicial e Correlação com Produtividade em Diferentes Genótipos de Milho e Doses de Nitrogênio¹

João Paulo Moraes¹, Leandro Lopes Cancellier¹, Flávio Sérgio Afférr², Edmar Vinícius de Carvalho², Alex Camilo¹ e Joaquim Vicente Uate¹

¹Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, jaopmroaes@hotmail.com, leandroc@dag.ufla.br, alexcamilo.agro@gmail.com, quimlwate@yahoo.com.br, ²Universidade Federal do Tocantins, Gurupi, TO, flavio@uft.edu.br, ed.vinicius_carvalho@hotmail.com

RESUMO - A busca de genótipos mais eficientes na utilização de nitrogênio é uma das principais alternativas para diminuir o custo de produção. O trabalho possui como objetivo avaliar o crescimento de genótipos de milho no Estado de Tocantins, em diferentes situações, fornecendo ou removendo o nitrogênio disponível durante a semeadura. Na casa de vegetação foram colocados em vasos de cinco dm³, um com dosagem de 150 kg ha⁻¹ de N, e outro na ausência de N. Durante os 49 dias seguintes da realização da semeadura (DAS) o experimento foi irrigado. Apresentando, assim, um aumento de aproximadamente 66% na massa verde da parte área, 34% na massa seca da parte área e, 25 e 24% no diâmetro de colmo e altura de planta, todos avaliados aos 49 DAS, com a utilização de nitrogênio na semeadura. Em condições de estresse de nitrogênio, o crescimento inicial dos genótipos mostrou-se correlacionada com a eficiência agrônômica do uso do nitrogênio em condições similares a campo.

Palavras-chave: *Zea mays* L, estresse nutricional, casa de vegetação, melhoramento.

Introdução

Dentre os fatores limitantes do crescimento vegetal, o nitrogênio aparece como um dos mais importantes, sendo considerado fundamental no aumento da produção agrícola (ZOTARELLI et al., 2008), como evidenciado no trabalho de Oliveira et al. (2009) e Evans et al. (2003) com a cultura do milho.

Pesquisas como a de Bastos et al. (2008) demonstram que em determinadas condições o aumento da produtividade de grãos de milho está linearmente relacionado com o aumento da quantidade de nitrogênio aplicado à cultura. Além desta resposta ao uso do nitrogênio, dentro da cultura do milho existe grande fonte de germoplasma, sendo possível encontrar diferenças de produtividade entre os genótipos em diversos ambientes.

A busca de genótipos eficientes justifica-se por vários motivos, dentre deles está a tônica mundial, que prima pelo uso eficiente de fertilizantes na produção agrícola, sendo essencial na diminuição dos impactos ambientais (ZOTARELLI et al., 2008), e a isto, se dá por pesquisas, as quais podem ter como objetivo, a elucidação de maneira mais clara da eficiência do uso do

¹ Trabalho realizado com o apoio financeiro da CAPES, CNPq e FAPEMIG

nitrogênio, como encontrado no trabalho de Chen et al. (2010), que buscaram uma nova ferramenta para a predição da eficiência do nitrogênio na cultura do milho e do trigo.

No entanto estas pesquisas nem sempre tem custos baratos, pela quantidade de material necessário para a sua realização, pois conforme relato de Duarte et al. (2005) na avaliação dos genótipos, a quantidade de materiais é bastante onerosa. Solução da redução dos custos (redução de materiais) seria avaliação prévia do crescimento inicial de genótipos em casa de vegetação, para levar a campo somente o necessário. Isto, quando houver características de fácil mensuração, como a altura de plantas, que tenham correlação com a produtividade (KATSVAIRO et al., 2003), e que apresentem diferença entre os genótipos.

Diante do exposto, o objetivo da presente pesquisa foi avaliar características no crescimento inicial de genótipos de milho em casa de vegetação, com ou sem nitrogênio na semeadura e, a correlação destas com a produtividade e eficiência do uso do nitrogênio a campo em alto e baixo nitrogênio, na safra verão 2009/2010, no município de Gurupi-Tocantins.

Material e Métodos

Os experimentos foram realizados em casa de vegetação no Campus Universitário de Gurupi da Universidade Federal do Tocantins, na safra verão 2009/2010. Utilizaram amostras de solo de “barranco”, caracterizado por ser de baixa fertilidade.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com duas repetições, com unidades experimentais compostas por dois vasos com capacidade de 05 dm³. Avaliaram-se 25 genótipos de milho, sendo 24 populações experimentais e uma população de polinização aberta comercial (testemunha), em dois experimentos. Cada experimento correspondeu a um nível de nitrogênio, sendo de 0 kg.ha⁻¹ de N (0 N) e 150 kg.ha⁻¹ de N (150 N) na semeadura.

Cada vaso recebeu 05 dm³ de solo, mais 3,5 g de Super Simple e 0,6 g de Cloreto de Potássio, que corresponderam aproximadamente a 280 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 160 kg ha⁻¹ de K₂O na semeadura. Nos vasos do experimento 150 N, foram adicionados 1,5 g de Sulfato de Amônia, o que correspondeu a aproximadamente 150 kg ha⁻¹ de N.

Foram semeadas cinco sementes por vaso, e após seis dias, feito desbaste, deixando três plantas por vaso. A irrigação foi mantida desde a semeadura até o final da condução dos experimentos, com intervalo de um dia, sempre irrigando até a capacidade de campo do solo utilizado. O controle de daninhas foi efetuado assim que necessário, bem como os demais tratamentos culturais.

Durante a condução dos experimentos, foram realizadas seis medições de altura de planta com régua milimétrica (em cm), a partir dos seis dias após a semeadura (DAS) até aos 16 DAS, com intervalo de dois dias entre cada avaliação. Estes dados foram utilizados na análise de crescimento por meio de regressão linear simples, com auxílio do programa computacional SISVAR (FERREIRA, 2008), obtendo-se os parâmetros a (coeficiente linear) e b (coeficiente de regressão).

Ao final dos experimentos, 49 DAS, foram avaliadas as seguintes características: comprimento de raiz – mm; diâmetro do caule – em mm; massa verde da folha, caule, parte aérea, raiz e total – em g.planta⁻¹; massa seca da folha, caule, parte aérea, raiz e total, obtida após obtenção de peso constante em estufa a 72 °C – em g.planta⁻¹ e; altura de planta – em cm.

Na análise dos dados, realizou-se análise de variância individual e posteriormente análise conjunta quando houve homogeneidade da variância dos erros experimentais das análises individuais e aplicado o teste de agrupamento Scott-Knott, às variáveis quando ocorreram diferenças significativas pelo teste F a 5 e 1%. Por fim, foi realizada correlação dos dados de 22 genótipos (21 populações e uma testemunha comercial) avaliados nestes experimentos (0 N; 150 N) com os dados de produtividade de grãos e eficiência do uso do nitrogênio destes mesmos genótipos, obtidos em dois experimentos (de alto e baixo nitrogênio) a nível de campo por Cancellier et al. (2011) na mesma safra e região de estudo. Com os dados apresentados em cada condição de suprimento de nitrogênio.

Resultados e Discussão

Foram constatadas influências significativas dos genótipos pelo teste F, na massa seca da folha (MS F), massa seca caule (MS C), massa seca da parte aérea (MS PA), altura de planta aos 49 DAS (AP-49DAS) e aos 10 DAS (AP-10DAS). Não sendo encontrado o mesmo com relação ao nitrogênio nas características massa seca da raiz (MS R) e AP-10DAS (Tabela 1). Zhao et al. (2003) também encontraram alturas de planta semelhantes entre as doses de nitrogênio utilizadas, em medições feitas próximas aos 10 dias após a emergência das plantas, porém após este período, encontraram diferenças da altura de plantas entre as doses. Fato que pode demonstrar que o efeito do nitrogênio na altura de plantas de milho, somente pode ser perceptível após 10 DAS.

Destaca-se ainda que as características AP-49DAS e AP-10DAS apresentaram menor coeficiente de variação (CV) em relação às demais características avaliadas. Já as características relacionadas à massa das raízes (secas ou verdes) tiveram os maiores CV. Fato

que demonstra a precisão na determinação da altura das plantas tanto no início do crescimento, quanto num estágio intermediário, em relação às demais características, devido à classificação do CV ser baixa e média, respectivamente, segundo Pimentel-Gomes (1985). Nas demais características houve o efeito do nitrogênio, sendo encontrado aumento dos valores das seguintes características com a adubação de nitrogênio: diâmetro de caule (DC); massa verde de folha, caule, raiz, parte aérea e total. Ou seja, no início do crescimento dos genótipos de milho, o uso do nitrogênio influenciou com maior destaque a massa verde, posteriormente a massa seca, e por fim, o diâmetro de caule e a altura de planta.

Os dados da regressão linear da altura de plantas dos genótipos (Tabela 1) mostram que o genótipo 35-5 teve coeficiente de regressão (\bullet) de 8,50, sendo o valor máximo obtido, no experimento 150 N, o que representa crescimento médio de altura da planta de 8,50 cm entre cada avaliação. No experimento 0 N, o genótipo 12-3 obteve o maior valor de \bullet , 8,64, ou seja incremento na altura de planta de em média 8,64 cm entre cada avaliação.

Cabe destacar ainda que o genótipo 12-3 obteve valores de AP-49DAS e AP-10DAS classificados no grupo estatístico superior, com 110,13 e 29,23 cm, respectivamente, reforçando a ideia de crescimento inicial superior aos demais, quanto à altura da planta.

Na tabela 2 estão dispostas as médias dos genótipos quanto a MS F, MS C, MS PA, AP-49DAS e AP-10DAS. Na MS F, 12 genótipos foram classificados no estatístico superior, com genótipos apresentando média de 10,71 g planta⁻¹ (25-1) a 12,14 g planta⁻¹ (1-3). Na MS C, o grupo estatístico superior apresentou 13 genótipos, 9,80 g planta⁻¹ (12-6) a 11,48 g.planta⁻¹ (15-3). Na MS PA, 14 genótipos, 20,84 g planta⁻¹ (15-1) a 22,63 g planta⁻¹ (1-5). Na AP-49DAS, 14 genótipos, 110,13 cm (12-3) a 123,00 cm (1-5). Por fim, na AP-10DAS, 14 genótipos, 27,50 cm (11-3) a 33,03 cm (25-2).

Conclusões

O efeito do nitrogênio no crescimento inicial somente foi perceptível após 10 dias da semeadura dos genótipos de milho.

A mensuração de altura de plantas foi mais precisa na determinação do crescimento inicial dos genótipos de milho do que as demais características avaliadas.

O crescimento inicial dos genótipos de milho em condições de estresse correlacionou-se com a eficiência agronômica do uso do nitrogênio em situação similar a campo.

Literatura Citada

BASTOS, E.A.; CARDOSO, M.J.; MELO, F.B.; RIBEIRO, V.Q.; ANDRADE JÚNIOR, A.S. Doses e formas de parcelamento de nitrogênio para a produção de milho sob plantio direto. *Revista Ciência Agronômica*, v.39, p.275-280, 2008.

CHEN, P.; HABOUDANE, D.; TREMBLAY, N.; WHANG, J.; VIGNEAULT, P.; LI, B. New spectral indicator assessing the efficiency of crop nitrogen treatment in corn and wheat. *Remote Sensing of Environment*, v.114, p.1987-1997, 2010.

Cancellier, L.L.; Afférri, F.S.; Carvalho, E.V.; Dotto, M.A.; Leão, F.F. Eficiência no uso de nitrogênio e correlação fenotípica em populações tropicais de milho no Tocantins. *Revista Ciência Agronômica*, v.42, n.1, p.139-148, 2011.

DUARTE, A.P.; MANSON, S.C.; JACKSON, D.S.; KIEHL, C. Grain Quality of Brazilian Maize Genotypes as Influenced by Nitrogen Level. *Crop Science*, v.45, p.1958-1964, 2005.

FERREIRA, D.F. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. *Revista Symposium*, v.6, p.36-41, 2008.

KATSVAIRO, T.W.; COX, W.J.; VAN ES, H.M. Spatial Growth and Nitrogen Uptake Variability of Corn at Two Nitrogen Levels. *Agronomy Journal*, v.95, p.1000-1011, 2003.

LIU, K.; WIATRAK, P. Corn (*Zea mays* L.) plant characteristics and gran yield response to N fertilization programs in No-Tillage system. *American journal of agricultural and biological sciences*, v.6, n.2, p.279-286, 2011.

NOBRE, R.G.; GHEYI, H.J.; CORREIA, K.G.; SOARES, F.A.L.; ANDRADE, L.O. Crescimento e floração do girassol sob estresse salino e adubação nitrogenada. *Revista Ciência Agronômica*, v.41, p.358-365, 2010.

OLIVEIRA, F.A.; CAVALCANTE, L.F.; SILVA, I.F.; PEREIRA, W.E.; OLIVEIRA, J.C.; FILHO, J.F.C. Crescimento de milho adubado com nitrogênio e fósforo em um Latossolo Amarelo. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, v.4, n.3, p.238-244, 2009.

SOWINSKI, P.; RUDZINSKA-LANGWALD, A.; ADAMCZYK, J.; KUBICA, I.; FRONK, J. Recovery of maize seedling growth, development and photosynthetic efficiency after initial growth at low temperature. *Journal of Plant Physiology*, v.162, p.67-80, 2005.

ZOTARELLI, L.; SHCOLBERG, J.M.; DUKES, M.D.; MUÑOZ-CAPRNENA, R. Fertilizer Residence Time Affects Nitrogen Uptake Efficiency and Growth of Sweet Corn. *Journal of Environmental of Quality*, v.37, p.1271-1278, 2008.

Tabela 1 - Coeficientes da regressão linear (• e •) de altura plantas de 25 genótipos de milho sob adubação ou não de nitrogênio (150 N; 0 N, respectivamente) em casa de vegetação, Gurupi-TO, 2010

| Genótipos | • | | | • | | |
|-----------|-------|------|-------|-------|------|-------|
| | 150 N | 0 N | Média | 150 N | 0 N | Média |
| PO | 7,43 | 7,16 | 7,29 | 3,22 | 5,10 | 4,16 |
| BR106 | 6,23 | 5,89 | 6,07 | 1,86 | 3,00 | 2,43 |
| 11-3 | 8,07 | 7,30 | 7,68 | 2,63 | 3,80 | 3,22 |
| 30-4 | 7,38 | 7,09 | 7,23 | 3,03 | 4,06 | 3,55 |
| 25-1 | 7,22 | 7,36 | 7,29 | 4,49 | 3,85 | 4,17 |
| 28-5 | 6,45 | 6,45 | 6,45 | 1,74 | 4,04 | 2,89 |
| 12-4 | 7,98 | 7,57 | 7,77 | 2,32 | 4,00 | 3,16 |
| 32-3 | 7,72 | 7,18 | 7,45 | 1,86 | 3,38 | 2,63 |
| 15-1 | 8,42 | 7,31 | 7,87 | -0,04 | 1,38 | 0,66 |
| 35-5 | 8,50 | 7,85 | 8,18 | 1,07 | 4,26 | 2,65 |
| 25-5 | 7,36 | 8,42 | 8,07 | 4,08 | 1,93 | 3,00 |
| 12-6 | 8,16 | 7,42 | 7,79 | 4,22 | 4,07 | 4,14 |
| 2-5 | 7,37 | 7,09 | 7,23 | 3,04 | 3,11 | 3,07 |
| 26-1 | 8,28 | 7,89 | 8,09 | 1,49 | 0,24 | 0,86 |
| 1-3 | 7,17 | 6,99 | 7,08 | 4,48 | 4,38 | 4,43 |
| 1-5 | 7,20 | 6,98 | 7,09 | 5,56 | 5,13 | 5,35 |
| 25-2 | 8,16 | 8,01 | 8,09 | 7,18 | 6,31 | 6,74 |
| 12-2 | 7,79 | 7,41 | 7,60 | 4,90 | 5,57 | 5,23 |
| 15-3 | 7,75 | 6,71 | 7,23 | 3,90 | 4,22 | 4,06 |
| 16-1 | 8,11 | 6,68 | 7,39 | 2,02 | 4,74 | 3,38 |
| 30-3 | 8,45 | 7,30 | 7,89 | 1,00 | 1,81 | 1,40 |
| 21-5 | 7,29 | 6,48 | 6,88 | 3,71 | 4,68 | 4,20 |
| 12-5 | 7,56 | 6,39 | 6,97 | 3,76 | 5,21 | 4,48 |
| 12-3 | 7,91 | 8,64 | 8,28 | 3,84 | 0,94 | 2,39 |
| 10-1 | 7,34 | 6,82 | 7,08 | 4,21 | 2,93 | 3,57 |

Tabela 2 - Médias de massa seca da folha (MS F), massa seca do caule (MS C), massa seca da parte aérea (MS PA), altura de plantas aos 49 dias após a semeadura (AP-49DAS) e aos dez dias após a semeadura (AP-10DAS) em 25 genótipos de milho sob adubação ou não de nitrogênio, em casa de vegetação, Gurupi-TO, 2010

| Genótipos | MS F | | MS C (g planta ⁻¹) | | MS PA | | AP-49DAS | | AP-10DAS | |
|-----------|-------|---|-----------------------------------|---|-------|---|----------|---|----------|---|
| | | | | | | | | | | |
| PO | 11,64 | A | 9,36 | B | 21,00 | A | 107,00 | B | 28,43 | A |
| Test. | 10,86 | A | 8,66 | B | 19,53 | B | 101,13 | B | 21,30 | B |
| 11-3 | 10,74 | A | 9,34 | B | 20,08 | B | 107,25 | B | 27,50 | A |
| 30-4 | 7,86 | B | 8,68 | B | 16,54 | B | 107,13 | B | 25,75 | B |
| 25-1 | 10,71 | A | 9,28 | B | 19,99 | B | 120,13 | A | 28,53 | A |
| 28-5 | 9,64 | B | 8,14 | B | 17,78 | B | 98,88 | B | 23,55 | B |
| 12-4 | 11,01 | A | 10,23 | A | 21,24 | A | 114,63 | A | 25,58 | B |
| 32-3 | 10,18 | B | 9,01 | B | 19,19 | B | 103,50 | B | 26,28 | B |
| 15-1 | 10,00 | B | 10,84 | A | 20,84 | A | 107,63 | B | 24,93 | B |
| 35-5 | 9,86 | B | 8,51 | B | 18,38 | B | 95,75 | B | 30,40 | A |
| 25-5 | 10,54 | B | 10,54 | A | 21,08 | A | 115,88 | A | 28,40 | A |
| 12-6 | 11,85 | A | 9,80 | A | 21,65 | A | 111,75 | A | 29,55 | A |
| 2-5 | 9,63 | B | 10,13 | A | 19,75 | B | 115,88 | A | 26,53 | B |
| 26-1 | 11,53 | A | 10,93 | A | 22,45 | A | 119,88 | A | 26,75 | B |
| 1-3 | 12,14 | A | 8,96 | B | 21,10 | A | 103,13 | B | 27,93 | A |
| 1-5 | 11,74 | A | 10,89 | A | 22,63 | A | 123,00 | A | 29,73 | A |
| 25-2 | 11,01 | A | 10,45 | A | 21,46 | A | 111,50 | A | 33,03 | A |
| 12-2 | 10,46 | B | 10,75 | A | 21,21 | A | 113,50 | A | 30,48 | A |
| 15-3 | 10,29 | B | 11,48 | A | 21,76 | A | 113,75 | A | 28,20 | A |
| 16-1 | 9,56 | B | 8,49 | B | 18,05 | B | 97,13 | B | 27,70 | A |
| 30-3 | 10,49 | B | 10,68 | A | 21,16 | A | 113,75 | A | 26,18 | B |
| 21-5 | 11,40 | A | 10,51 | A | 21,91 | A | 112,25 | A | 27,13 | B |
| 12-5 | 11,76 | A | 9,88 | A | 21,64 | A | 115,88 | A | 28,00 | A |
| 12-3 | 10,10 | B | 9,31 | B | 19,41 | B | 110,13 | A | 29,23 | A |
| 10-1 | 10,36 | B | 8,39 | B | 18,75 | B | 98,25 | B | 26,28 | B |

Médias seguidas de mesmas letras maiúsculas na coluna apresentam diferença significativa a 5% pelo teste Scott-knott. Test. = Testemunha comercial.