

## *Análise de crescimento e assimilação de nitrogênio em plantas de milho (Zea mays L.)*

### *Analysis of growth and nitrogen assimilation in corn plants (Zea mays L.)*

Ernane N. Nunes<sup>1</sup>, Itacy N. de A. Montenegro<sup>1</sup>, Diego A. M. do Nascimento<sup>1</sup>, Dilma A. da Silva<sup>2</sup>, Ronaldo do Nascimento<sup>3</sup>

**Resumo:** Plantas de milho (*Zea mays* L.) apresentam elevada demanda por nitrogênio para seu crescimento e desenvolvimento. Neste trabalho objetivou-se avaliar respostas de crescimento em plantas de milho (*Z. mays* L.) submetidas a diferentes doses de nitrato e glutamina. Foram utilizadas sementes das cultivares BRS Planalto e BR5202 Pampa, semeadas em vasos de polietileno aclimatadas em casa de vegetação, onde aos 10 dias após a emergência iniciaram-se os tratamentos com nitrato e glutamina em diferentes doses (0,00; 0,10; 10,00 mM) fornecidas em cinco parcelas. Aos 30 dias após a emergência foi realizada uma única coleta do material. Utilizou-se o delineamento estatístico inteiramente ao acaso, com seis repetições. As características de crescimento analisadas demonstraram sempre maiores valores para as maiores concentrações das fontes de nitrogênio utilizadas. A cultivar BR5202 Pampa respondeu melhor em relação às características de crescimento analisadas.

**Palavras-chave:** *Zea mays* L., caracteres de crescimento, fontes de nitrogênio

**Abstract:** Corn plants (*Zea mays* L.) have high demand for nitrogen for their growth and development. In this study aimed to evaluate growth responses in corn plants (*Zea mays* L.) exposed to different doses of nitrate and glutamine. Were used seed of BRS Plateau and BR5202 Pampa, sown in polyethylene pots acclimatized in a greenhouse, where at 10 days after emergence began treatments with nitrate and glutamine in different doses (0.00, 0.10; 10.00 mM) provided in five installments. At 30 days after emergence was made a single collection of material. We used a completely randomized statistical delineation with six replications. Growth characteristics analyzed always showed higher values for higher concentrations of nitrogen sources used. The cultivar BR5202 Pampa responded better in relation to growth traits analyzed.

**Key words:** *Zea mays* L., growth characters, nitrogen fonts

## INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) é um dos principais cereais cultivados no mundo, fornecendo produtos para a alimentação humana e animal, além de matéria-prima para a indústria. Ocupa uma posição significativa na economia, em decorrência de seu alto valor agregado na produção agropecuária (BUSATO e BUSATO, 2011), no entanto a produção dessa cultura ainda deve se expandir devido à demanda por alimentos que cresce com o aumento populacional (NEGRI et al. 2012).

Pertencente à família *Poaceae* (antiga *Gramineae*) é uma monocotiledônea e faz parte de um grupo de plantas que realizam metabolismo fotossintético C4 (MARENCO & LOPES, 2009). Por apresentar alto potencial produtivo, excelente composição química e grande valor nutritivo é um dos mais importantes cereais cultivados e consumidos no mundo, sendo em muitos países da África, América

Latina e Ásia a base alimentar da população (CASTRO et al., 2009).

A cultura do milho necessita de grandes quantidades de nitrogênio e usualmente requer o uso de adubação nitrogenada (química e/ou orgânica) em cobertura, para complementar a quantidade fornecida pelo solo. Entretanto a eficiência na utilização do nitrogênio disponível no adubo é geralmente baixa, o que parece depender, dentre outros fatores, da concentração do mineral no solo e das perdas pelo processo de lixiviação (FIGUEIREDO et al., 2005).

De acordo com Maças (2008), o N é um dos nutrientes que mais limita o desenvolvimento, a produtividade e a biomassa da maioria das culturas, onde na agricultura, as principais fontes deste elemento são os fertilizantes derivados da amônia anidra, como a uréia, o sulfato de amônia e o nitrato de amônio.

Estudos revelam respostas diferenciadas quanto à época de aplicação e fontes de nitrogênio (LARA

Recebido em 20 05 2013 aceito em 20 12 2013

<sup>1</sup> Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciência Agrárias, Campus II, PB-079, CEP:58397-000, Areia-PB, Brasil. E-mail: ernanenn@gmail.com; itacymontenegro@hotmail.com; damndiego33@hotmail.com

<sup>2</sup> Universidade Estadual do Mato Grosso, BR 174 Km 209 CEP:78250-000, Pontes e Lacerda-MT, Brasil. E-mail: dilmavet@hotmail.com

<sup>3</sup> Universidade Federal de Campina Grande, Rua Aprígio Veloso 882, Bairro Universitário, CEP:58429-900, Campina Grande-PB, Brasil. E-mail: ronaldon453@gmail.com

CABEZAS et al., 2005). As plantas de milho apresentam elevada demanda por nitrogênio nas fases iniciais de desenvolvimento (SILVA et al., 2005). Sangoi et al., (2009), relatam que o uso de quantidades elevadas de N na semeadura pode ocasionar falhas na germinação, reduzindo a densidade de plantas na lavoura.

A importância do nitrogênio é conhecida pelas funções exercidas no metabolismo das mesmas, participando como constituinte de proteínas, citocromos, clorofilas, dentre outros, além de ser considerado um dos fatores mais relevantes para o aumento da produção, por influenciar a taxa de emergência e expansão da área foliar, como é citado por Taiz & Zeiger (2009).

A produtividade primária do vegetal depende, em grande parte, da capacidade que a planta tem de adquirir, metabolizar e utilizar assimilados de carbono e nitrogênio. Para cereais em geral há uma relação carbono-nitrogênio de aproximadamente 30%, demonstrando a importância da atividade fotossintética durante o crescimento e desenvolvimento das plantas (FERREIRA et al., 2001).

Segundo Marenco & Lopes (2009) o nitrogênio é absorvido pelas raízes das plantas, preferencialmente nas formas de nitrato e amônia. O nitrato pode originar-se da mineralização da matéria orgânica que contendo os aminoácidos nitrogenados sofre diversas transformações bioquímicas, mas também pode ser de adubos contendo tal sal.

O amônio pode originar-se do adubo mineral, da passagem da amina para a nitrificação, ou através de simbiose em vegetais da família das leguminosas com bactérias fixadoras (SILVA, et al., 2009).

O objetivo do presente trabalho é avaliar respostas nos caracteres de crescimento em plantas de duas cultivares de milho (*Z. mays* L.) submetidas a diferentes doses de nitrato e glutamina.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Área de estudo

O experimento foi realizado em ambiente de casa de vegetação pertencente ao Departamento de Botânica - DB do Instituto de Biologia - IB da Universidade Federal de Pelotas-UFPel, Rio Grande do Sul, localizada a 31°46'19"S, 52°20'34"W, com 7 m de altitude. O clima, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Cfa, ou seja, clima temperado úmido com verão quente, tendo precipitação pluviométrica média de 1200 mm por ano. A temperatura média no mês mais quente de 23,3 °C e no mais frio de 12,2 °C, e a umidade relativa média aproximando-se dos 78%.

### Preparação do material

Para realização deste experimento foram utilizadas sementes de milho (*Zea mays* L.) cv. BRS Planalto e cv. BR5202 Pampa, fornecidas pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA, divisão Clima

Temperado, localizada na cidade de Pelotas, Rio Grande do Sul.

As sementes foram semeadas em vasos de polietileno com capacidade de 1 L, contendo areia lavada como substrato. Em cada vaso foram semeadas três sementes. Aos três dias após a emergência (DAE), foi realizado um desbaste, permanecendo apenas uma planta por vaso. As plantas permaneceram em casa de vegetação climatizada com temperatura média diária de 30±2 °C. As plantas foram irrigadas com água sempre que necessário até os 10 DAE.

O experimento foi constituído por seis tratamentos, sendo três concentrações diferentes de nitrato e três concentrações diferentes de glutamina a 0,00; 0,10; 10,00 mM, divididos em cinco parcelas, sendo aplicados 20 mL de cada solução em intervalos de três dias em cada tratamento. Como fonte de nitrato utilizou-se nitrato de potássio.

Entre as aplicações das soluções nitrogenadas, foi fornecida uma solução completa sem nitrogênio. Aos 30 DAE foi realizada uma única coleta do material, para a realização das avaliações dos caracteres de crescimento.

### Análise dos caracteres de crescimento

As plantas foram transferidas ao Laboratório de Fisiologia Vegetal, pertencente ao Departamento de Botânica, do Instituto de Biologia da Universidade Federal de Pelotas – UFPel, onde se determinou a altura das plantas com o auxílio de uma fita métrica e o diâmetro caulinar com o uso de paquímetro digital, sendo todas as informações expressas em milímetros (mm).

Em seguida as plantas foram cuidadosamente desfolhadas, separando-se assim a parte aérea das raízes. A área foliar foi determinada pelo medidor de área Li-Cor 3000 e expressa em milímetros quadrados (mm<sup>2</sup>). O volume de raízes foi medido com proveta graduada e expresso em milímetros cúbicos (mm<sup>3</sup>).

Posteriormente todo o material vegetal (folhas, caule e raízes) foi transferido para uma estufa de ventilação por ar forçado, com temperatura ajustada a 75 °C, onde permaneceu por 72 horas, até atingir peso constante. Para posteriormente ser determinada a massa seca da parte aérea (MSPA), das raízes (MSR) e total (MST), onde os valores foram verificados em balança analítica de precisão Shimadzu - AUW e os valores expressos em gramas (g).

### Análises estatísticas

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente ao acaso – DIC, com seis repetições. A unidade experimental foi constituída de um vaso contendo uma planta. Os efeitos dos níveis de nitrogênio foram analisados pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade, pelo programa ESTAT<sup>®</sup> (UNESP – FCAV – Campus de Jaboticabal) versão 2.0 for Windows<sup>®</sup>. Foi utilizado teste de normalidade e regressão múltipla pelo programa ESTATÍSTICA 98 para Windows<sup>®</sup>, sendo constatado em

pré-testes que os dados são normais e que não houve interação entre as variáveis analisadas.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dois genótipos demonstraram aumento significativo dos caracteres de crescimento analisados com o aumento

de 0,1 para 10 mM das doses de glutamina (GLN) e de nitrato (Tabela 1), ou seja, as plantas de milho responderam positivamente ao aumento das doses. Isto evidencia que estes caracteres são bons indicadores do estado nutricional das plantas (JAKELAITIS et al., 2005).

Tabela 1 – Altura de plantas, diâmetro de caule, volume de raízes, área foliar e matéria seca total (MST) de plantas de milho cv. BRS Planalto e cv. BR 5202 Pampa em função de diferentes fontes e doses de nitrogênio

Tratamentos (mM)	Altura (mm)		Diâmetro do caule (mm)		Volume radicular (mm <sup>3</sup> )		Área Foliar (mm <sup>2</sup> )		MST (g)	
	Planalto	Pampa	Planalto	Pampa	Planalto	Pampa	Planalto	Pampa	Planalto	Pampa
Controle	211Ba	274Ba	31Ba	39Ba	2,5Bb	4,6Ba	2630Bb	4680Ba	0,3Bb	0,5Ba
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> 0,1	261Ba	284Ba	30Ba	35Ba	3,5Bb	6,0Ba	2480Bb	4760Ba	0,3Bb	0,6Ba
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> 10	367Aa	407Aa	41Aa	46Aa	5,6Ab	7,9Aa	4960Ab	7710Aa	0,7Ab	1,0Aa
GLN 0,1	228Ba	291Ba	26Bb	36Ba	2,5Bb	5,0Ba	2770Ba	3350Ca	0,3Bb	0,5Ba
GLN 10	361Aa	367Aa	30Bb	46Aa	4,6Ab	7,2Aa	4390Ab	7240Aa	0,6Ab	0,9Aa

Médias seguidas de mesma letra maiúscula em cada coluna ou de uma mesma letra minúscula em cada linha e para cada variável, não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade

Na variável altura de planta (ALT) verificou-se que as maiores médias para o milho BRS Planalto foram diagnosticadas nos tratamentos com NO<sub>3</sub><sup>-</sup> 10 e GLN 10, com valores médios de 36,7 e 36,1 cm, respectivamente. Resultado semelhante foi verificado para o milho BR5202 Pampa, onde as maiores doses de nitrogênio foram responsáveis pelas maiores médias de ALT, com valores de 40,7 cm para os tratamentos NO<sub>3</sub><sup>-</sup> 10 e 36,7 cm para o GLN 10. Ambos os cultivares não diferiram entre si, quando comparado o desempenho dentro do tratamento. Resultado inferior na altura de planta de milho foi encontrado em trabalho realizado por Busato e Busato (2011), quando avaliaram o crescimento inicial da cultura do milho em sistema de consórcio com capim braquiarião, pepino e abóbora.

O cultivar BR5202 Pampa apresentou maiores médias para o volume radicular (VOL) quando comparado ao cultivar BRS Planalto, com médias que demonstraram valores de 7,9 mm<sup>3</sup>. Negri et al. (2012) avaliando o sistema radicular de linhagens recombinantes endogâmicas de milho verificaram média de 0,83 cm<sup>3</sup>.

A mesma tendência que foi verificada para a ALT, foi seguida na peculiaridade diâmetro de caule (DIA), haja vista que os cultivares BRS Planalto e BR5202 Pampa apresentaram valores máximos quando submetidos às doses de NO<sub>3</sub><sup>-</sup> 10 e GLN 10, não diferindo entre si estatisticamente. Busato e Busato (2011), estudando o comportamento inicial da cultura do milho nas condições do município de João Neiva-ES, diagnosticaram que o

diâmetro do caule correspondeu a médias que variaram de 5 a 6 mm.

No caráter diâmetro do caule (DIA) o tratamento NO<sub>3</sub><sup>-</sup> 10 correspondeu a maior média para a cultivar BRS Planalto (41 mm), ao passo que o tratamento GLN 0,1, apresentou a menor média (26 mm), não diferindo dos demais. No milho BR5202 Pampa os tratamentos NO<sub>3</sub><sup>-</sup> 10 e GLN 10 diferiram dos demais, ao apresentar as maiores médias na variável DIA, correspondendo ambos ao valor de 46 mm. Neste caráter os tratamentos não diferiram quando submetido à avaliação de contraste entre os cultivares, com exceção apenas para o tratamento GLN 0,1.

Seguindo a propensão dos caracteres ALT e VOL, a característica área foliar (ARE) apresentou os maiores valores nos tratamentos NO<sub>3</sub><sup>-</sup> 10 e GLN 10 para ambas as cultivares. No entanto, nesta variável o cultivar BR5202 Pampa se sobre saiu em relação ao BRS Planalto com médias máximas de 7710 e 4960 mm<sup>2</sup>, com exceção no tratamento com GLN a 0,1 mM (Tabela 1), que diferiram entre si (p<0,05).

O cultivar BR5202 Pampa exibiu acúmulo de matéria seca total (MST) das plantas de milho superior ao cultivar BRS Planalto em todos os tratamentos, como pode ser visualizado na tabela 2. Contudo as doses dos tratamentos NO<sub>3</sub><sup>-</sup> 10 e GLN 10 estimaram as maiores médias para ambos as cultivares. Os valores para esta variável variaram de 0,5 a 1,0 g para o BR5202 Pampa e 0,3 a 0,7 g no BRS Planalto.

Tabela 2 – Relação de matéria seca entre parte aérea e raiz de plantas de milho cv. BRS Planalto e cv. BR 5202 Pampa em função de diferentes fontes e doses de nitrogênio

Tratamentos	BRS Planalto	BR 5202 Pampa
Controle	0,70b	0,71b
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> 0,1 mM	0,81b	0,88b
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> 10 mM	1,22 <sup>a</sup>	1,33 <sup>a</sup>
GLN 0,1 mM	0,76b	0,81b
GLN 10 mM	0,91b	0,75b

Médias seguidas de mesma letra em cada coluna não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade

Sangoi et al., (2009) avaliando o efeito de fontes e doses de fertilizantes nitrogenados sobre no crescimento inicial de plântulas de milho, verificaram médias que variaram de 3 a 156 mg planta<sup>-1</sup> de matéria seca da parte aérea e 1,9 a 110 mg planta<sup>-1</sup> de matéria seca do sistema radicular. Maças (2008), estudando o crescimento da parte aérea de milho na presença de nitrogênio nítrico, amoniacal e amídico observou médias que variaram de 15,19 a 20,06 g planta<sup>-1</sup>.

Em geral não houve grande diferença entre as soluções de N utilizadas. A eficiência do uso de nitrogênio é comandada por um grande número de genes que atuam juntos ou individualmente, dependendo do carbono e nitrogênio disponível (SCHEIBLE et al., 1997). Desta forma é possível encontrar variabilidade fenotípica e genética para que se compreenda a base genética da eficiência do uso de nitrogênio como componente chave para a produtividade do milho (HIREL et al. 2001).

## CONCLUSÕES

1. As características de crescimento analisadas aumentaram com o incremento nas concentrações de nitrogênio para ambas as fontes, não mostrando diferença significativa entre as mesmas.
2. A cultivar BR5202 Pampa obtém melhores respostas em relação às características de crescimento analisadas.
3. Este estudo abre caminho para que outros ocorram com outras fontes e/ou doses diferentes.
- 4.

## LITERATURA CITADA

- FERREIRA, A. C. B.; ARAÚJO, G. DE A.; PEREIRA, P. R. G.; CARDOSO, A. A. Características agronômicas e nutricionais do milho adubado com nitrogênio, molibdênio e zinco. *Revista Scientia Agrícola*, v.58, p.131-138, 2001.
- FIGUEIREDO, C. C.; RESCK, D. V. S.; GOMES, A. C.; URQUIAGA, S. Sistemas de manejo na absorção de nitrogênio pelo milho em um Latossolo Vermelho no Cerrado. *Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.40, p.279-287, 2005.
- HIREL, B.; BERTIN, P.; QUILLERE, I.; BOURDONCLE, W.; ATTAGNANT, C.; DELLAY, C.; GOUY, A.; CADIOU, S.; RETAILLIAU, C.; FAÇQUE, M.; GALLAIS, A. Towards a better understanding of the genetic and physiological basis for nitrogen use efficiency in maize. *Plant Physiology*, v.125, p.1258-1270, 2001.
- JAKELAITIS, A.; SILVA, A. A. DA; FERREIRA, L. R. Efeitos do nitrogênio sobre o milho cultivado em consórcio com *Brachiaria brizantha*. *Acta Scientiarum Agronomy*, v.27, p.39-46, 2005.
- LIVARA CABEZAS, W. A. R.; ARRUDA, M. R.; CANTARELLA, H.; PAULETTI, V.; TRIVELIN, P. C. O.; BENDASSOLLI, J. A. Imobilização de nitrogênio da uréia e do sulfato de amônio aplicado em pré-semeadura ou cobertura na cultura do milho no sistema plantio direto. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.29, p.215-226, 2005.
- MAÇÃS, J. E. S. **Nitrogênio nítrico e amoniacal no desenvolvimento da parte aérea de milho cultivado em argissolo**. 2008. 72f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo), Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008
- BUSATO, C.; BUSATO, C.C.M. Crescimento inicial da cultura do milho em cultivo consorciado. **Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer**, Goiânia, v.7, n.13, p.307-316, 2011
- CASTRO, M. V. L. DE; NAVES, M. M. V.; OLIVEIRA, J.M.PARENCO, R. A.; LOPES, N. F. Fisiologia vegetal: DE; FROES, L. de O. Rendimento industrial e composição química de milho de alta qualidade proteica em relação a híbridos comerciais. *Revista Pesquisa Agropecuária Tropical*, v.39, p.233-242, 2009.
- NEGRI, B. F.; AZEVEDO, G. C.; MATOS, F. M.; MAGALHÃES, K. S.; GUIMARÃES, C. T.; SOUSA, S.

- M. Análise de linhagens recombinantes endogâmicas de milho visando à relação entre a eficiência da aquisição de fósforo e a morfologia do sistema radicular. Congresso Nacional de Milho E Sorgo, 29. **Resumo...** Águas de Lindóia, 2012. p.168-175.
- SANGOI, L.; ERNANI, P. R.; BIANCHET, P. Desenvolvimento inicial do milho em função de doses e fontes de nitrogênio aplicadas na semeadura. **Revista Biotemas**, Florianópolis, v.22, n.4, p. 53-58, 2009.
- SCHEIBLE, W. R.; GONZÁLEZ-FONTES, A.; LAUERER, M.; MÜLLER-RÖBER, B.; CABOCHE, M.; STITT, M. Nitrate acts as a signal to induce organic acid metabolism and repress starch metabolism in tobacco. *Plant Cell*, v. 9, p.783-798, 1997.
- SILVA, E. F. DA.; MARCHETTI, M. E.; SOUZA, L. C. F. DE.; MERCANTE, F. M.; RODRIGUES, E. T.; VITORINO, A. C. T. Inoculação do feijoeiro com *Rhizobium tropici* associada á exsudato de *Mimosa flocculosa* com diferentes doses de nitrogênio. *Revista Bragantia*, v.68, p.443-451, 2009.
- SILVA, E. C.; BUZETTI S.; GUIMARÃES, G. L.; LAZARINI, 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, p.353-362, 2005.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. *Fisiologia vegetal*.4.ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.848p.