

## **PARÂMETROS CINÉTICOS DE ABSORÇÃO DE NITROGÊNIO PARA A CULTURA DA BANANA**

MARCOS ANTONIO CAMACHO<sup>1\*</sup>; MARLI DE OLIVEIRA ALVES CORREA<sup>2</sup>;  
ANNE CAROLINE DA ROCHA SILVA<sup>3</sup>; DANIEL MAKOTO KUSANO<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Dr. em Agronomia, UEMS, Aquidauana-MS, camacho@uems.br;

<sup>2</sup>Mestranda em Agronomia (Produção Vegetal), UEMS, Aquidauana-MS;

<sup>3</sup>Mestre em Agronomia (Produção Vegetal), UEMS, Aquidauana-MS;

<sup>4</sup>Doutorando em Agronomia (Produção Vegetal), UEMS, Aquidauana-MS

Apresentado no

Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC'2018  
21 a 24 de agosto de 2018 – Maceió-AL, Brasil

**RESUMO:** A caracterização dos parâmetros cinéticos de absorção ( $V_{max}$ ,  $K_m$ ,  $C_{min}$ ) elucidam as causas de distintos comportamentos de cultivares sob diferentes concentrações de determinado nutriente, permitindo assim selecionar genótipos mais eficientes na absorção. A presente pesquisa teve por objetivo caracterizar os parâmetros cinéticos de absorção de N em mudas de bananeira cultivadas em solução nutritiva. Para classificar os parâmetros cinéticos de absorção de nitrogênio (N) utilizamos a cultivar Grand Naine, a qual foi submetida a um período de 48 horas sob omissão de N. Logo após a solução depletiva foi substituída e então foram realizadas as coletas num período de 72 horas. A partir destes dados foram obtidos os valores das constantes cinéticas de absorção, taxa de influxo e poder de absorção. A cultivar Grand Naine apresentou baixos valores para  $V_{max}$  e  $I$ , indicando que esta cultivar será mais responsivo na absorção de N em soluções com altas concentrações deste nutriente, evidenciando que esta cultivar possui menor afinidade entre os carregadores e o nutriente. Os parâmetros cinéticos de absorção permitem identificar e caracterizar um cultivar quanto à sua eficiência de absorção.  
**PALAVRAS-CHAVE:** Musa spp., adubação nitrogenada, solução nutritiva.

### **KINETIC NITROGEN UPTAKE PARAMETERS FOR BANANA**

**ABSTRACT:** The characterization of the kinetic parameters of absorption ( $V_{max}$ ,  $K_m$ ,  $C_{min}$ ) elucidate the causes of different behaviors of cultivars under different concentrations of a certain nutrient, allowing to select genotypes more efficient in the absorption. The present research aimed to characterize the kinetic parameters of N uptake in banana seedlings grown in nutrient solution. In order to classify the kinetic parameters of nitrogen absorption (N) we used the cultivar Grand Naine, which was submitted to a period of 48 hours under omission of N. Immediately after the depletion solution was replaced and then the collections were carried out in a period of 72 hours. From these data the values of the kinetic constants of absorption, rate of inflow and power of absorption were obtained. The cultivar Grand Naine presented low values for  $V_{max}$  and  $I$ , indicating that this cultivar will be more responsive in the absorption of N in solutions with high concentrations of this nutrient, evidencing that this cultivar has less affinity between the loaders and the nutrient. The kinetic parameters of absorption allow to identify and characterize a cultivar as to its absorption efficiency.  
**KEYWORDS:** Musa spp, nitrogen fertilization, nutritive solution.

### **INTRODUÇÃO**

A bananeira (*Musa* spp.) é originária do continente asiático pertencente à família Musaceae, sendo classificada como planta herbácea (Cronquist, 1981). A banana é a fruta mais consumida no Brasil, consistindo em um produto estratégico no mercado frutícola por favorecer a exportação, visto que esta cultura não possui períodos de safra e entressafra devido ao contínuo fluxo de produção (CAMPOS e GONÇALVES, 2002).

A bananicultura brasileira é um setor que apresenta particularidades em relação a outras regiões produtoras, isso ocorre em função da diversidade climática em que é explorada, bem como em sua forma

de comercialização. Segundo Ganga (2002) a banana possui alto valor nutritivo, além de ser uma cultura que apresenta grande importância socioeconômica, permitindo retorno rápido ao produtor gerando assim divisas ao país.

De acordo com Lichtemberg & Lichtemberg (2011), este é um setor na economia brasileira que mostrou grande evolução nas últimas décadas, devido à geração, adaptação, difusão de tecnologia, melhoria na organização dos bananicultores, abertura de polos de bananicultura irrigada e também devido à maior exigência do mercado nacional.

Os parâmetros cinéticos  $V_{max}$ ,  $K_m$  e  $C_{min}$  são fatores que causam variações na absorção de nutrientes, isto é decorrente de características como sistema radicular, a idade da planta, espécies e genótipos, concentração do nutriente no solo e na planta, sendo os mesmos imprescindíveis na seleção de cultivares responsivas à absorção de N (COMETTI et al., 2000; DIONISIO et al., 1995).

Pesquisas vêm sendo desenvolvidas para determinar os parâmetros cinéticos de absorção de N em diferentes culturas como alface (Cometti et. al., 2000), eucaliptos (Grespan et. al., 1998), girassol (Rocha et. al., 2014), milho (Borges et. al. 2009) dentre outras. No entanto, em relação à fruticultura nota-se escassez de trabalhos que caracterizem tais parâmetros principalmente para a absorção de N.

A presente pesquisa teve por objetivo a caracterização dos parâmetros cinéticos de absorção de N em mudas de bananeira cv. Grande Naine cultivadas em solução nutritiva.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido no Setor de Produção Vegetal da Universidade do Estadual do Mato Grosso do Sul (UEMS), Unidade Universitária de Aquidauana localizada no município de Aquidauana-MS. A instalação do experimento ocorreu em casa de vegetação, em setembro de 2013, permanecendo até setembro de 2014.

Foram utilizadas mudas de bananeira micropropagadas da cultivar Grand Naine (AAA) as quais foram mantidas por dois meses em vasos com substrato de cultivo até atingirem porte (quatro folhas) recebendo solução nutritiva completa para o seu desenvolvimento. Após o período para o desenvolvimento das mudas, cada repetição foi composta por uma planta com porte similar quanto ao desenvolvimento da parte aérea e do sistema radicular, sendo assim quatro plantas foram transferidas para vasos plásticos (10 L) que continham cinco litros de solução nutritiva modificada de Hoagland e Arnon (1950).

A solução nutritiva foi trocada semanalmente sendo instalado um sistema de aeração por compressor para que houvesse homogeneização da mesma. Foram realizados orifícios na tampa de cada vaso com diâmetro superior aos do pseudocaule, garantindo assim a sustentação das plantas.

Às vésperas das mensurações cinéticas, substituiu-se a solução completa por uma solução com omissão de N, perdurando nessas condições por um período de 48 h. Após o período depletivo realizou-se uma nova substituição da solução contendo 50  $\mu\text{mol L}^{-1}$  de N, e imediatamente coletou-se alíquotas de 5 mL para medida real da concentração inicial de N.

A partir desse momento, realizou-se mais 24 coletas de alíquotas de 5 mL em 72 h, sendo 4 coletas a cada 15 min (0 a 1 h), 4 coletas a cada 30 min (1.5 a 3 h), 3 coletas a cada 1 h (4 a 6 h), 3 coletas a cada 2 h (8 a 12 h), 4 coletas a cada 3 h (15 a 24 h), 4 coletas a cada 6 h (30 a 48 h) e 2 coletas a cada 12 h (60 a 72 h), as alíquotas foram acondicionadas em recipientes de plástico e mantidas refrigeradas até a determinação das concentrações de N.

As concentrações de N da solução nutritiva foram determinadas pelo método de destilação por arraste a vapor utilizando microdestilador Kjeldahl, utilizando  $\text{H}_3\text{BO}_3$  para a fixação de N, sendo posteriormente realizado titulação com solução de HCL (JONES JÚNIOR, 1991).

Para o cálculo dos parâmetros cinéticos de absorção foram estimados os valores referentes à perda de água por evapotranspiração ao longo do experimento, bem como a diminuição do volume da solução nutritiva pela retirada de alíquotas, a fim de ajustar o volume a concentração de N de acordo com metodologia proposta por Claassen & Barber (1974).

Os dados da concentração de N na solução de exaustão em cada tempo de amostragem foram utilizados para calcular os parâmetros cinéticos ( $V_{max}$ ,  $K_m$ ,  $C_{min}$ ,  $I$  e  $\alpha$ ), onde  $V_{max}$  e  $K_m$  foram determinados de acordo com o procedimento proposto por Claassen & Barber (1974) utilizando as seguintes equações:

$$V_{max} = \frac{b_1}{M} \quad \text{e} \quad K_m = \frac{Q_m}{v_m}$$

Em que  $b_1$  = valor da declividade na equação de regressão linear,  $M$  = massa fresca da raiz,  $Q_m$  = quantidade de íons para a qual a velocidade de absorção equivale à metade de  $V_{max}$ ,  $v_m$  = volume de solução correspondente.

Com a junção dos valores de  $V_{max}$  e  $K_m$  na equação de Nielsen e Barber (1978), calculou-se a taxa de influxo de N:

$$I = \frac{V_{max} (C_{L0} - C_{Lmin})}{K_m + (C_{L0} - C_{Lmin})}$$

Em que:

$C_{min}$  foi estimado utilizando a média dos valores da concentração de N na solução de exaustão a partir do ponto onde estes tenderam a permanecer constantes. Já os valores para  $\alpha$  foram obtidos mediante a relação entre  $V_{max}$  e  $K_m$ , assim como a taxa de influxo  $I$  foi determinada de acordo com a equação de Nielsen e Barber (1978).

Já para a determinação do poder de absorção este foi obtido a partir da equação:

$$\alpha = \frac{V_{max}}{K_m}$$

Onde o poder de absorção concilia a eficiência em absorver em função da razão entre os dois parâmetros.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As concentrações de N diminuíram drasticamente nas primeiras horas, mostrando que após 8 horas do início do ensaio ocorreu a estabilização da concentração de N na solução (Figura 1).

A  $V_{max}$ ,  $I$  e  $\alpha$  foram caracterizados como apresentando baixos valores (0,027645  $\mu\text{mol g}^{-1} \text{h}^{-1}$ ), (0,02109 N  $\mu\text{mol g raiz fresca}^{-1} \text{h}^{-1}$ ) e (0,007412) respectivamente. Enquanto  $K_m$  apresentou 3,72957  $\mu\text{mol L}^{-1}$  e  $C_{min}$  6,66  $\mu\text{mol L}^{-1}$ , caracterizados como sendo valores elevados para estes dois parâmetros (Figura 2).

Com base nos dados obtidos para  $V_{max}$  a cultivar em estudo apresentou valores baixos para este parâmetro, o oposto segundo Lima et. al. (2005) caracteriza uma planta com maior eficiência em relação à absorção de um dado nutriente em uma condição de alta disponibilidade do mesmo na solução.

De acordo com Wang et al. (1993), valores distintos de  $K_m$  estão diretamente correlacionados com a alta e baixa afinidade entre carregadores e íons, sendo este o parâmetro mais relevante em relação ao sistema de transporte de íons. Horn et. al. (2006), expõem que quanto menor o  $K_m$  maior será a eficiência em absorver o nutriente em condições de baixa e média concentração na solução, no entanto, a constante de Michaelis-Menten ( $K_m$ ) apresentou alto valor, conferindo que a cultivar Grand Naine possui baixa afinidade entre carregador e nutriente.

De acordo com Novais & Mello (2007), em tese plantas com alto  $V_{max}$  e baixo  $K_m$  são superiores tanto em baixa quanto em alta disponibilidade de nutriente no solo, quanto menor for o valor da  $K_m$  do genótipo para determinado nutriente, maior será sua eficiência de absorção do nutriente em baixas concentrações. O oposto ocorreu com a cultivar em estudo,  $V_{max}$  mostrou-se baixo indicando que a cultivar Grand Naine necessita de elevado aporte de N a fim de obter respostas em relação à adubação nitrogenada.

A absorção de N bem como sua assimilação são processos que estão intimamente ligados ao metabolismo da planta, onde a concentração deste nutriente é extremamente variável devido a fatores como a volatilização, nitrificação e desnitrificação, além da umidade do solo, tais quesitos nos permite comparar  $V_{max}$  e  $C_{min}$ , onde o primeiro pode ser o parâmetro mais importante no acúmulo de nutrientes pelas plantas.

O poder de absorção ( $\alpha$ ) é definido pela razão entre  $V_{max}$  e  $K_m$ , onde este é considerado como sendo a eficiência de absorção específica. Segundo denominação de Marschner (1995) quanto maior for o poder de absorção, maior será a taxa de absorção por unidade de raiz em concentrações muito baixas de determinado nutriente em solução.

A caracterização de tais parâmetros cinéticos evidencia que a cultivar Grand Naine não se adaptou as condições de estresse nutricional que lhe foram impostas, podendo isto ser atribuído ao seu sistema radicular que não elevou a taxa de influxo de N. Em pesquisa com arroz Baptista et al. (2000), relata

melhor adaptação da cultivar Bico Ganga ao estresse nutricional devido ao alto crescimento do sistema radicular, o que caracterizou uma eficiente absorção de amônio em baixas concentrações de N.

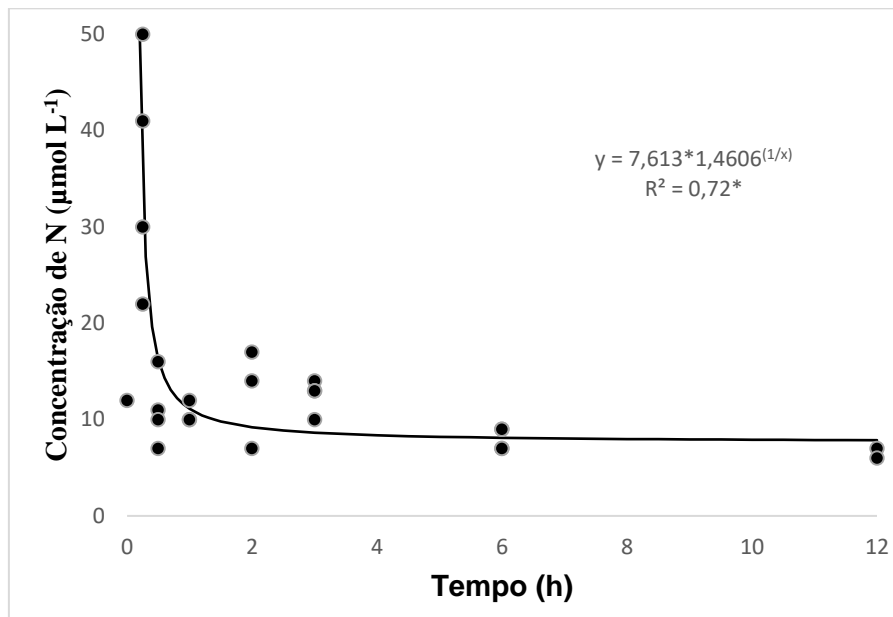


Figura 1. Curva de Cinética de Exaustão.

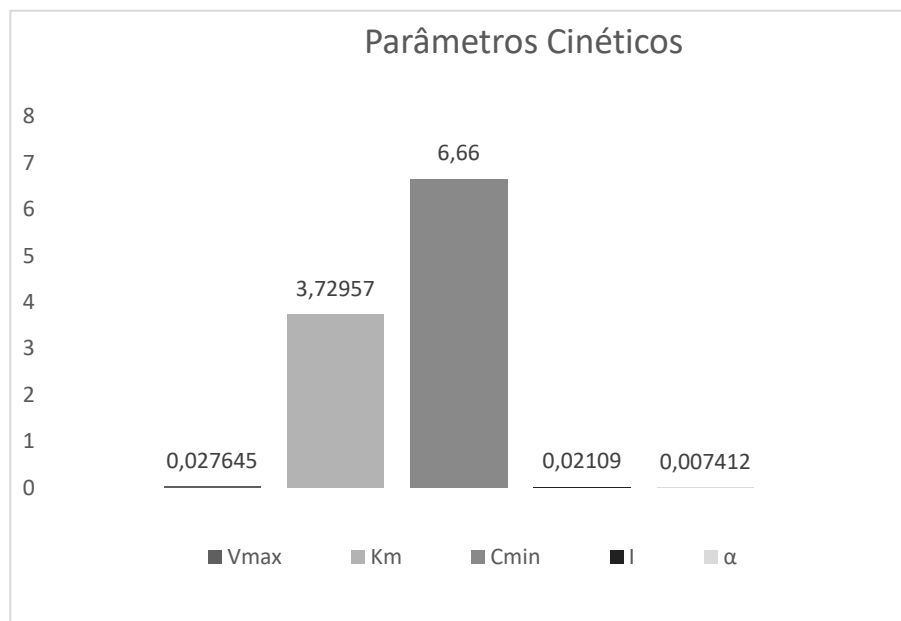


Figura 2 Parâmetros cinéticos de absorção [ $V_{max}$  ( $\mu\text{mol g}^{-1} \text{h}^{-1}$ ),  $K_m$  ( $\mu\text{mol L}^{-1}$ ),  $C_{min}$  ( $\mu\text{mol L}^{-1}$ ),  $I$  ( $\text{N } \mu\text{mol g raiz fresca}^{-1} \text{h}^{-1}$ ) e  $\alpha$ ] de absorção de N na cultura da bananeira cv. Grand Naine, após 2 dias de omissão de nitrogênio na solução nutritiva.

## CONCLUSÃO

A caracterização dos parâmetros cinéticos de absorção de N para a cultivar Grand Naine apresentou valores baixos para  $V_{max}$  conferindo menor eficiência na absorção de N em altas concentrações. Além disso, apresentou elevados valores para  $K_m$  e  $C_{min}$  indicando que esta variedade possui menor afinidade entre os carregadores e nutriente, bem como fator limitante elevado para a absorção.

## REFERÊNCIAS

- Baptista, J.A.; Fernandes, M.S.; Souza, S.R. Cinética de absorção de amônio e crescimento radicular das cultivares de arroz Agulha e Bico Ganga. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. v.35, p.1325-1330, 2000.
- Borges, A. L.; Oliveira, A.M.G. Nutrição, calagem e adubação. In: CORDEIRO, Z.J.M. (org.). *Banana produção: aspectos técnicos*. Brasília: Embrapa Comunicação para transferência de tecnologia, 2000, p.47-59.
- Borges, E.A.; Loss, A.; Silva, E.E.; Souza, S.R.; Fernandes, M.S. Cinética de absorção de amônio e efluxo de prótons em variedades de milho. *Semina Ci. Agr.*, 30:513-526,2009.
- Campos, R.T.; Gonçalves, J.E. Panorama geral da fruticultura brasileira: desafios e perspectivas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 40, 2002, Passo Fundo. *Anais... Passo Fundo: SOBER*, 2002.
- Claassen N, Barber S A (1974). A method for characterizing the relation between nutrient concentration and flux into roots of intact plants. *Plant Physiol*, 54:564-568
- Epstein, E.; Hagen, C.E. A kinetic study of the absorption of alkali cations by barley roots. *Plant Physiology*, v.27, n.3, p.457-472, 1952.
- Ganga, R.M.D. Resultados parciais sobre o comportamento de seis cultivares de banana (*Musa spp*) em Jaboticabal. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 17., 2002, Belém. *Anais... Belém Embrapa/DDT*, 2002. CD- ROM.
- Grespan, S.L.; Dias, L.E.; Novais, R.F. Crescimento e parâmetros cinéticos de absorção de amônio e nitrato por mudas de *Eucalyptus spp* submetidas a diferentes relações amônio/nitrato na presença e ausência de fósforo. *R. Bras. Ci. Solo*, 22:667-674, 1998
- Hoagland, D.R.; Arnon, D. I. The water culture method for growing plants without soils. Berkeley: California Agricultural Experimental Station, 1950, 347p.
- Horn, D.; Ernani, P.R.; Sangoi, L.; Schweitzer, C.; Cassol, P.C. Parâmetros cinéticos e morfológicos da absorção de nutrientes em cultivares de milho com variabilidade genética contrastantes. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.30, p.77-85, 2006.
- Jones Junior, J. B. Kjeldahl method for nitrogen (N) determination. Madison: Micro-Macro, 1991.
- Jungk, A.O. Dynamics of nutrient movement at the soil-root interface. In: Waisel, Y.; Kafkafi, U. (Eds.). *Plant roots: the hidden half*. New York: Marcel Dekker, 1991. p.455-481.
- Lichtemberg, L.A.; Lichtemberg, P.S.F. Avanços na Bananicultura Brasileira. *Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal - SP, Volume Especial*, E. 029-036, 2011.
- Lima, A.M.N.; Neves, J.C.L.; Silva, I.R.; Leite, F.P. Cinética de absorção e eficiência nutricional de K<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup> e Mg<sup>2+</sup> em plantas jovens de quatro clones de eucalipto. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.29, p.903-909, 2005.
- Machado, C.T.T.; Furlani, A.M.C. Kinetics of phosphorus uptake and root morphology of local and improved varieties of maize. *Scientia Agricola*, v.61, p.69-76, 2004.
- Marschner, H. Mineral nutrition of higher plants. 2 ed. London: A. P., 1995, 889.
- Michaelis, L.; Menten, M. Die kinetik der invertinwirkung. *Biochemische Zeitschrift*, Berlin, York, v.49, p.333-369, 1913.
- Nielsen, N.E.; Barder, S.A. Difference among genotypes of corn in the kinetics of P uptake. *Agronomy Journal*, Madison, v.70, p.695-698, 1978.
- Rocha, J.G; Ferreira, L.M; Tabares, O.C.H; Santos, A. M; Souza, S. R. Cinética de absorção de nitrogênio e acúmulo de frações solúveis nitrogenadas e açúcares em girassol. *Pesq. Agropec. Trop.*, Goiânia, v. 44, n. 4, p. 381-390, 2014.
- Silva, J. T. A. Adubação e nutrição da bananeira para o Norte de Minas. Belo Horizonte-MG: EPAMIG, 1994,.24p. ( Boletim Técnico, 46).
- Vahl, L.C.; Anghinoni, I.; Volkweiss, S.J. Cinética de absorção de potássio afetada por ferro, cálcio e magnésio em genótipos de arroz de diferentes sensibilidades à toxicidade de ferro. *R. Bras. Ci. Solo*, 17:269-273, 1993.
- Von Wirén, N.; Gazzarrini, S.; Frommer, W. Regulation of mineral nitrogen uptake in plants. *Plant and Soil*, v. 196, p. 191- 199, 1997. <http://dx.doi.org/10.1023/A:1004241722172>
- Wang, M. Y.; Siddiqi, M. Y.; Ruth, T. J.; Glass, A. D. M. Ammonium uptake by rice roots. II. Kinetics of <sup>13</sup>NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-influx across the plasmalemma. *Plant Physiology*, Bethesda, v.103, n. 1, p.1259-1267, 1993.