



Formas de N na parte aérea de cultivares de *Brachiaria brizantha* cultivadas em solução nutritiva com doses de silício

LEILSON ANTÔNIO DE FARIA JÚNIOR⁽¹⁾, GREICIELLI SANCHES⁽²⁾, CARLOS RIBEIRO RODRIGUES⁽³⁾, JANICE GUEDES DE CARVALHO⁽⁴⁾

RESUMO – O Si não é um elemento essencial às plantas. No entanto, as plantas que acumulam Si apresentam maior eficiência fotossintética devido à maior captação de luz e conseqüentemente maior eficiência na assimilação de carbono e nitrogênio. Objetivou-se no presente trabalho avaliar o absorção e acúmulo de Si e as formas de N na parte aérea de cultivares de *Brachiaria brizantha* cultivadas em solução nutritiva com concentrações crescentes de Si. O experimento foi realizado em casa-de-vegetação do Departamento de Ciência do Solo (DCS) da Universidade Federal de Lavras (UFLA), Lavras-MG. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial 4x3 sendo, quatro concentrações de Si na solução nutritiva (0, 25, 50 e 100 mg L⁻¹ de Si) e três épocas de avaliação (15, 30 e 60 dias após o transplantio - DAT), com quatro repetições cada, sendo cada repetição uma parcela. Em cada dia da coleta as plantas foram coletadas a parte aérea, lavadas com água destilada e secas em estufa com circulação de ar forçada a 65-70°C até peso constante. Em seguida o matéria seco foi moído e destinado à análise química de tecido para determinação dos teores de Si, N-total, de N-NO₃⁻ e N-NH₄⁺. A cv. Marandu apresentou menor absorção e acúmulo de Si em relação à cv. MG05. A cv. Marandu não alterou os teores de N-total com o aumento das concentrações de Si no meio, no entanto, aumentou os teores de N-NO₃⁻ e N-NH₄⁺. Já, a cv. MG05 aumentou os teores de N total e N-NH₄⁺ na parte aérea e reduziu os teores de N-NO₃⁻. Com os resultados pode-se concluir que a cv. MG05 foi mais eficiente em absorver e acumular Si e somente nessa variedade foi observada incremento nos teores de N-total com redução da forma nítrica.

Introdução

A pecuária é uma das principais atividades agrícolas do Brasil, o que fez com que mais de 70

milhões de hectares de vegetação nativa fossem substituídos por pastagens de gramíneas, basicamente do gênero *Brachiaria*, [1,2] dentre as quais se destaca a *Brachiaria brizantha* conhecida com braquiarião, que demonstra alta adaptabilidade e resistência [3].

Esta resistência pode estar ligada a sua capacidade de absorver e acumular o nutriente Si na epiderme das folhas [4,5], cuja função bioquímica ainda não foi bem esclarecida, entretanto a sua absorção traz inúmeros benefícios para a planta e interage positivamente com o fósforo, potássio e nitrogênio [6].

O N é o nutriente que mais limita a produção das culturas, devido ao grande requerimento pela planta. A absorção pelas plantas é feita sob as formas de NO₃⁻ e NH₄⁺ embora as plantas possam também absorver NO₂ e N-orgânico [7]. O metabolismo do N nas plantas está diretamente associado à biossíntese da clorofila sendo que o glutamato, metabólito intermediário da assimilação primária do N, é o precursor primário da biossíntese da clorofila [8].

No entanto, o excesso de nitrogênio faz com que as folhas fiquem flácidas [9]. Assim plantas bem supridas em N reduzem a eretibilidade das folhas, reduzindo a interceptação de luz e conseqüentemente o teor de clorofila e a produção de matéria seca [7]. Assim, o suprimento adequando de silício para as plantas aumenta a eretibilidade das folhas e conseqüentemente a eficiência do uso do N [9].

Tendo em vista a positiva interação entre a adubação nitrogenada e o suprimento de silício às plantas, este trabalho teve como objetivo avaliar as formas de N na parte aérea de cultivares de *Brachiaria brizantha* cultivadas em solução nutritiva com doses de silício.

Palavras-Chave: cv. Marandu, cv. MG05, silicato de potássio

Material e métodos

O experimento foi realizado em casa-de-vegetação do Departamento de Ciência do Solo (DCS) da Universidade

⁽¹⁾ Primeiro Autor é Professor Adjunto do Departamento de Solos, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Av. Bento Gonçalves, 9500, prédio 43423, sala 209, Porto Alegre, RS, CEP 91501-970. E-mail: autor@instituição.br (apresentador do trabalho)

⁽²⁾ Segundo Autor é Professor Adjunto do Departamento de Solos, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Av. Bento Gonçalves, 9500, prédio 43423, sala 209, Porto Alegre, RS, CEP 91501-970.

⁽³⁾ Terceiro Autor é Doutorando do PPG Ciência do Solo, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Av. Bento Gonçalves, 9500, prédio 43423, sala 209, Porto Alegre, RS, CEP 91501-970.

Apoio financeiro: CAPES e CNPq.

Federal de Lavras (UFLA). As cultivares Marandu e MG05 de *Brachiaria brizantha* foram cultivadas em solução nutritiva em vasos com capacidade para quatro litros.

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial 4x3 sendo, quatro concentrações de Si na solução nutritiva (0, 25, 50 e 100 mg L⁻¹ de Si) e três épocas de avaliação (15, 30 e 60 dias após o transplantio - DAT), com quatro repetições cada, sendo cada repetição uma parcela.

As sementes foram semeadas separadamente em bandejas com vermiculita e irrigadas com água deionizada para manter a umidade e solução de sulfato de cálcio 0,1 mmol L⁻¹. Depois de germinadas e emissão da primeira folha definitiva as mudas foram selecionadas pela uniformidade e em seguida transplantadas para vasos contendo quatro litros de solução nutritiva de Hoagland adaptada por Taiz & Zeiger (2004) [8] com os tratamentos (Tabela 1) com 25% de sua força iônica para adaptação para vasos. Após dez dias de adaptação a solução foi trocada mantendo-se 100% de força iônica. A adição do silício na solução foi feita através de solução de silicato de potássio concentrada K₂SiO₃ (12,2% de Si solúvel e 15% K₂O).

O pH da solução nutritiva foi mantido entre 5,5 e 6,0 através da adição de NaOH 0,1 mol_c L⁻¹ ou HCl 0,1 mol_c L⁻¹, quando necessário. Diariamente o volume de solução nutritiva dos vasos era completado com água deionizada e medida a condutividade. A solução nutritiva dos tratamentos era trocada quando a condutividade elétrica atingia o valor de 70% da inicial.

No período de cada coleta, 15, 30 e 60 DAT, das quatro plantas de cada vaso, duas foram coletadas, separadas em parte aéreas e raiz, lavadas em água destilada, secas em papel toalha, acondicionadas em sacos de papel e levadas a estufa de circulação forçada de ar a 65-70°C até peso constante e em seguida foram moídas e destinadas à análise química de tecido para a determinação dos teores foliares de Si segundo metodologia descrita por Bataglia *et al.* [10], N total segundo Malavolta *et al.* [11] e N-nitrato (N-NO₃⁻) e N-amônio (N-NH₄⁺) segundo Tedesco *et al.* [12].

As variáveis analisadas foram submetidas a análise de variância e regressão, em função das concentrações de Si na solução nutritiva, com auxílio do programa SISVAR [13].

Resultados

As variáveis teores de Si, N-total, N-NH₄⁺ e N-NO₃⁻ na parte aérea, tanto da c. marandu quanto da cultivar MG05, apresentou variação significativa (teste de F) com as fontes de variação, concentração de silício na solução nutritiva, época de coleta e a interação entre essas variáveis.

Para os teores foliares de Si observa-se que tanto a cultivar Marandu quanto a MG05, apresentaram aumentos nos valores com o aumento da concentração no meio (Figuras 1 A e B). Com exceção da cv.

Marandu aos 15 DAT que apresentou ajuste quadrático para os teores foliares de Si em função das doses de Si na solução nutritiva, aos 30 e 60 DAT para a cv. Marandu e aos 15, 30 e 60 DAT para a cv. MG05, o ajuste foi linear. Na Figura 1 A, observa-se lue independente das doses de Si no meio, aos 60 DAT para a cv. Marandu foi observado os menores teores de Si no tecido das plantas, já para a cv. MG05 (Fig. 1 B) não houve diferença. Isso mostra, que mesmo trabalhando com o mesmo gênero há diferença entre cultivares em relação à absorção de Si. De maneira geral, os maiores valores de teor foliar de Si na folha, para ambas as espécies aos 60 DAT, 2,1 e 2,9% para a cv. Marandu e MG05, respectivamente, são superiores aos valores médios encontrados na literatura para trabalhos com plantas de *Brachiaria brizantha* (1,4%) [14]. O presente estudo foi realizado em solução nutritiva e o estudo apresentado por Melo [14] foi realizado em solo. Os maiores teores observados no presente trabalho pode estar relacionado com a maior disponibilidade desse nutriente no meio, devido o uso de fonte com o Si totalmente solúvel. Segundo Ma *et al.* [15] estudando a cinética de absorção de silício em plantas de arroz relata o silício é absorvido contra um gradiente de concentração, mostrando ser uma absorção ativa, e que com o aumento da concentração do Si no meio há um aumento da absorção. Segundo Ma *et al.* [15] o Si é absorvido contra um gradiente de concentração, sendo que os autores identificaram as proteínas de membrana responsáveis pela absorção de Si do meio externo para as células do córtex radicular (SIT 1 – transporte de silício 1 com km = 0,15 mmol L⁻¹) e para dentro do xilema (SIT 2 – transporte de silício 2 com km = 0,32 mmol L⁻¹).

O Si absorvido pelas plantas e acumulado e polimerizado formando uma dupla camada de sílica abaixo da cutícula, mantendo as folhas das plantas mais eretas aproveitando mais a luz, aumentando a taxa fotossintética, e com isso, aumentando a eficiência da assimilação primária de carbono (C) e nitrogênio (N) [9]. A assimilação do N pelas plantas é realizada em duas etapas sendo a primeira a redução do nitrato a amônia pelas enzimas nitrato redutase e nitrito redutase e a segunda é a assimilação propriamente dita da amônia ao α -cetoglutarato via desidrogenase glutâmica (GDH) ou ao glutamato via glutamina sintetase (GS) e α -cetoglutarato aminotransferase (GOGAT)[7,8].

Para os teores foliares de N-total observa-se que para a cv. Marandu os valores apresentaram variação significativa somente na coleta aos 15 DAT e para a cv. MG05 aos 30 DAT, apresentando ajuste quadrático e linear, respectivamente, para as concentrações de Si na solução nutritiva (Fig. 1 C e D).

Os teores de N-NH₄⁺ na parte aérea das plantas apresentou variação significativa com o aumento das concentrações de Si no meio aos 30 e 60 DAT para a cv. Marandu com ajuste linear e quadrático, respectivamente, e aos 60 DAT para a cv. MG05 com ajuste quadrático (Fig. 1 E e F). Os aumentos nos teores de N-NH₄⁺ na parte aérea das plantas com o aumento do suprimento de Si no meio pode estar relacionado com a maior eficiência na redução do nitrato em plantas que acumulam Si, já que plantas que

acumulam Si apresentam a maior eficiência fotossintética [9] e consequentemente maior eficiência na assimilação do N [7,8]. Aos 60 DAT, os maiores teores foliares de N-NH₄⁺ (1,65 e 1,52 g kg⁻¹) foram obtidos com 54,3 e 75 mg L⁻¹ de Si no meio para as cv.(s) Marandu e MG05, respectivamente (Fig. 1 E e F).

Em relação ao N-NO₃⁻ a cv. Marandu (Fig. 1 G) apresentou ajuste quadrático com as concentrações de Si no meio aos 15 e 60 DAT, com os máximos teores (6,3 e 7,6 g kg⁻¹) obtidos com 33,5 e 54 mg L⁻¹ de Si no meio, respectivamente. Para a cv. MG05 (Fig. 1 H) aos 30 e 60 DAT foi observada redução dos teores de N-NO₃⁻ com o aumento das concentrações de Si no meio. Esse resultado pode ser atribuído à maior eficiência dessa cv. Na redução do nitrato a amônia. Como as plantas que acumulam Si apresentam maior eficiência fotossintética em decorrência da maior interceptação de luz com as folhas mais eretas [9] e que a redução do nitrato a amônia utiliza poder redutor oriundo da fase clara da fotossíntese [8], pode-se inferir que a redução do N-NO₃⁻ com o aumento das concentrações de Si no meio na parte aérea da cv. MG 05 pode ser um indicativo dessa maior eficiência fotossintética. Resultado esse não observado para a cv. Marandu o que corrobora com os menores teores de Si observada na parte aérea dessa cultivar em relação a cv. MG05 (Figs. 1 A e B).

Com os resultados obtidos pode-se concluir que a cv. MG05 foi mais eficiente em absorver Si e apresentou redução dos teores de N-NO₃⁻ com o aumento da concentração de Si na solução nutritiva. A cv. Marandu, mesmo apresentando teores de Si acima do mínimo para plantas classificadas como acumuladoras de Si, apresentou aumento dos teores de N-NO₃⁻ e N-NH₄⁺ na parte aérea das plantas, mesmo com o aumento dos teores de Si no meio. Com o aumento da concentração de Si no meio foi observada alteração nas formas de N na planta, principalmente para a cv. Que apresentou maiores teores foliares desse nutriente.

Agradecimentos

Agradeço a grupo de alunos da disciplina Nutrição Mineral de Plantas do segundo semestre de 2005 do Programa de Pós-Graduação em Solos e Nutrição de Plantas do Departamento de Ciência do Solo (DCS) da Universidade Federal de Lavras (UFLA).

Referências

[1] LASCANO, C.E.; EUCLIDES, V.P. Nutritional quality and animal production of Brachiaria pastures. In: MILES, J.W.; MAASS, B.L.; VALLE, C.B. Brachiaria: biology, agronomy, and improvement. Cali: CIAT, 1996. cap. 7, p. 106-123.

[2] PIZARRO, E.A.; VALLE, C.B.; KELLER-GREIN, G. et al. Regional experience with Brachiaria: Tropical America-Savannas. In: MILES, J. W.; MAASS, B. L.; VALLE, C. B. Brachiaria: biology, agronomy, and improvement. Cali: CIAT, 1996. cap. 15, p. 225-246.

[3] ALCÂNTARA, P.B.; ALCÂNTARA, G.B. Plantas forrageiras: gramíneas e leguminosas. São Paulo: Nobel, 1980.150 p.

[4] MIYAKE, Y.; TAKAHASHI, E. Effect of silicon on the growth of solution cultured cucumber plant. Soil Science and Plant Nutrition, Tokyo, v. 29, p. 71-83, 1983.

[5] KORNDÖRFER, G.H.; COELHO, N.M.; SNYDER, G.H.; MIZUTANI, C.T. Avaliação de métodos de extração de silício para solos cultivados com arroz de sequeiro. Revista Brasileira de Ciências do Solo, Viçosa, v. 23, n. 1, p. 101-106, jan./mar. 1999.

[6] EPSTEIN, E. Silicon. Annual Review of Plant Physiology and plant Molecular Biology. n.50, p. 641-664, 1999.

[7] MARSCHNER, H. Mineral nutrition of higher plants. 2ed. London: Academic Press, 1995. 889p.

[8] TAIZ, L.; ZEIGER, E. Fisiologia vegetal. Tradução: SATARÉM, E.R., [et al.]. 3ed. Porto Alegre: ARTMED, 2004. 719p.

[9] YOSHIDA, S.; NAVASERO, S.A.; RAMIREZ, E.A. Effects of silica and nitrogen supply on some leaf characters of the rice plant, Plant and Soil, v.31, p.48-56,1969.

[10] BATAGLIA, O.C.; TEIXEIRA, J.P.F.; FURLANI, P.R. et al. Análise química de plantas. Campinas: IAC, 1978. p.21-24 (Circular, 87).

[11] MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. de. Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. 2ª ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319p.

[12] TEDESCO, M.J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C.A.; BOHNEN, H.; VOLKWEISS, S.J. Análise de solo, plantas e outros materiais. Porto Alegre: Departamento de Solos, UFRGS. 174p. (Boletim Técnico n.5)

[13] FERREIRA, D.F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4.0. In...45a Reunião Anual da Região Brasileira da Sociedade internacional de Biometria. UFSCar, São Carlos, SP, Julho de 2000. p.255-258.

[14] MELO, S.P. 2005. Silício e fósforo para estabelecimento de capim-marandu num LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO. Tese de Doutorado, Curso de Pós-Graduação em Ciência do Solo e Nutrição de Plantas, USP/ESALQ, Piracicaba.

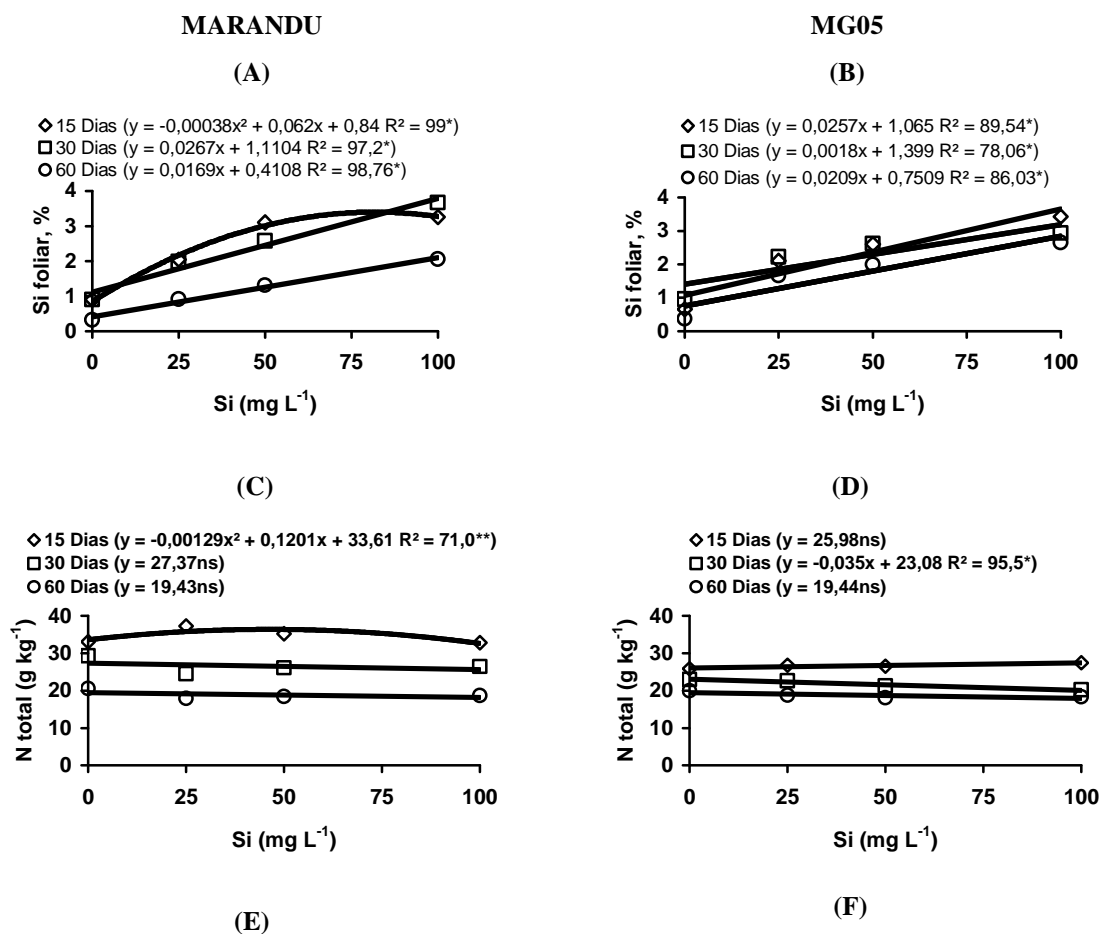
[15] MA, J.F.; MITANI, N.; NAGAO, S.; KONISHI, S.; TAMAI, K.; IWASHITA, T.; YANO, M. 2004. Characterization of the silicon uptake system and molecular mapping of the silicon transporter gene in rice. *Plant Physiology*, 136:3284-3289.

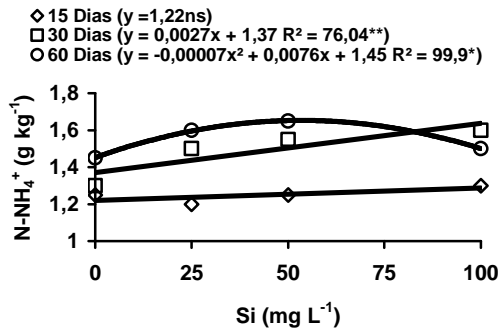
TABELA 1 Volume de solução estoque (mL L⁻¹) necessário para a elaboração dos tratamentos com as concentrações de Si na solução nutritiva.

Soluções Estoque	Concentrações de Si na solução nutritiva [mg L ⁻¹]			
	0	25	50	100
Ca(NO ₃) ₂ ·4H ₂ O - [1 mol L ⁻¹]	5,0	5,0	5,0	5,0
KNO ₃ - [1 mol L ⁻¹]	5,0	4,5	4,0	3,0
MgSO ₄ ·7H ₂ O - [1 mol L ⁻¹]	2,0	2,0	2,0	2,0
KH ₂ PO ₄ - [1 mol L ⁻¹]	1,0	1,0	1,0	1,0
K ₂ SiO ₃ [202,6 mL L ⁻¹]	-	1,0	2,0	4,0
NH ₄ NO ₃ - [1 mol L ⁻¹]	-	0,25	0,5	1,0
Micro ¹	1,0	1,0	1,0	1,0
Fe-EDTA ²	1,0	1,0	1,0	1,0

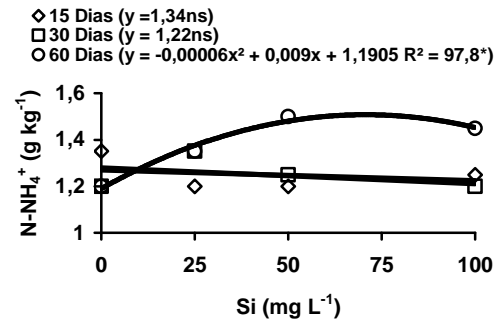
¹ Solução coquetel completa de micronutrientes: será dissolvido separadamente 2,86 g H₃BO₃; 1,81 g MnCl₂·4H₂O; 0,22 g ZnSO₄·7H₂O; 0,08 g CuSO₄·5H₂O e 0,02 g H₂MoO₄·H₂O, e após misturar e completar o volume para 1000 mL.

² Solução Fe-EDTA: (a) Solução A - dissolver 33,3 g de Na₂-EDTA em 500 mL de água destilada a 30°C contendo 100,4 mL de NaOH 1 mol_e L⁻¹; (b) Solução B - dissolver 24,9 g de FeSO₄·7H₂O em 300 mL de água destilada a 70°C, contendo 4 mL de HCl 1 mol_e L⁻¹; misturar as Soluções A e B, completar o volume para 1000 mL com água destilada e colocar sob aeração constante por 12 horas. A solução será acondicionada em vasilhames âmbar recobertos por papel alumínio para a proteção contra a luz.





(G)



(H)

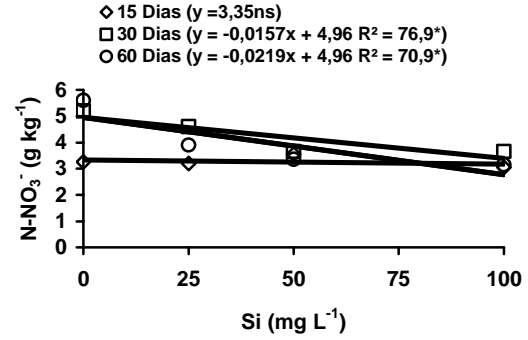
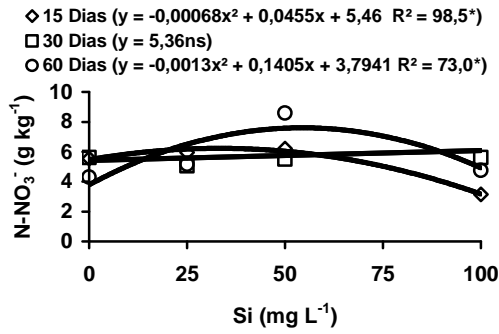


Figura 1. Teores de Si (A e B), N-total (C e D), N-NH₄⁺ (E e F), N-NO₃⁻ (G e H) na parte aérea das cultivares Marandu e MG05 de *Brachiaria brizantha*, respectivamente, cultivadas em solução nutritiva com diferentes concentrações de Si.