

Teores de nutrientes em milho (*Zea mays L.*) e aplicação de nitrogênio em solo amazônico

A cultura do milho é de muita importância para a agricultura brasileira pela sua grande diversidade de utilização, tanto na alimentação animal como na indústria de alta tecnologia, dessa forma, objetivou-se avaliar as características agrônomicas e nos teores de nutrientes na cultura do milho, cultivados em solos de diferente textura. O experimento foi desenvolvido em casa de vegetação, no departamento de solos da Universidade Federal Rural da Amazônia, campus Belém, com o objetivo de avaliar os efeitos de doses de nitrogênio (0, 50, 100, 150, 200 kg há⁻¹) em solos de diferentes texturas (argilosa e arenosa). Foram avaliados a altura de planta, diâmetro do coleto, massa seca folha e teores de nutrientes (N, P, K, Ca e Mg) no tecido foliar na cultura do milho (*Zea mays L.*). Utilizou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado em esquema fatorial de 5x2 distribuídos em cinco repetições. O solo foi acondicionado em vasos plásticos com capacidade de 5 dcm³ onde com as duas texturas (arenosa e argilosa). Ocorreu efeito significativo ($P \leq 0,01$), para todas as variáveis analisadas. As doses de nitrogênio influenciaram positivamente na altura, diâmetro e massa seca das folhas do milho, com maiores incrementos no solo de textura argilosa. Os teores de nutrientes na cultura do milho no solo de textura média decresceram à medida que se aumentava a doses de N, exceto para o teor de Mg. Os teores de nutriente para o solo de textura argilosa, mostraram melhor resposta à aplicação das doses de N.

Palavras-chave: Adubação; macronutrientes; híbrido 30F35.

Nutrient contents in corn (*Zea mays L.*) and nitrogen application in amazon soil

Corn crop is very important for Brazilian agriculture because of its great diversity of use, both in animal feed and in the high-tech industry. Thus, the objective was to evaluate the agronomic characteristics and nutrient content in corn crop, grown in different texture soils. The experiment was carried out in a greenhouse, in the soil department of the Federal Rural University of Amazonia, Belém campus, with the objective of evaluating the effects of nitrogen doses (0, 50, 100, 150, 200 kg ha⁻¹) on soils of different textures (clay and sandy). Plant height, stem diameter, leaf dry mass and nutrient content (N, P, K, Ca and Mg) in leaf tissue in corn (*Zea mays L.*) were evaluated. A completely randomized experimental design was used in a 5x2 factorial scheme distributed in five replications. The soil was placed in plastic pots with a capacity of 5 dcm³ where with both textures (sandy and clayey). A significant effect ($P \leq 0.01$) occurred for all variables analyzed. Nitrogen rates had a positive influence on the height, diameter and dry mass of corn leaves, with larger increments in clayey soil. The nutrient content of corn crop in the medium textured soil decreased as N rates increased, except for Mg content. The nutrient content for clayey soil showed better response to N application.

Keywords: Fertilization; Macronutrients; 30F35 hybrid.

Topic: Ciências do Solo

Received: 02/10/2019

Approved: 26/11/2019

Reviewed anonymously in the process of blind peer.

Diego Correia Sodré
Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/5842343725901386>
diego_c_sodre@hotmail.com

Jessivaldo Rodrigues Galvão
Universidade Federal Rural da Amazônia, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/0013591065769741>
<http://orcid.org/0000-0003-4242-6555>
jessigalvao50@gmail.com

Mauro Junior Borges Pacheco
Universidade Federal Rural da Amazônia, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/0756046215703468>
<http://orcid.org/0000-0001-6024-7054>
mauro.ir720@gmail.com

Antônio Vinicius Corrêa Barbosa
Universidade Federal Rural da Amazônia, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/2429645188250592>
<http://orcid.org/0000-0001-9961-2485>
profvinibarbo@gmail.com

Antônia Benedita da Silva Bronze
Universidade Federal Rural da Amazônia, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/2194653905029618>
antonia.silva@ufra.edu.br

Nilvan Carvalho Melo
Universidade Federal Rural da Amazônia, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/9913175599352019>
<http://orcid.org/0000-0002-2971-0044>
nilvan.melo@ifap.edu.br

Illano Silva Braga do Nascimento
Universidade Federal Rural da Amazônia, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/2541665318167621>
p.ilano.nasc@gmail.com



DOI: 10.6008/CBPC2179-6858.2019.006.0002

Referencing this:

SODRÉ, D. C.; GALVÃO, J. R.; PACHECO, M. J. B.; BARBOSA, A. V. C.; BRONZE, A. B. S.; MELO, N. C.; NASCIMENTO, I. S. B.. Teores de nutrientes em milho (*Zea mays L.*) e aplicação de nitrogênio em solo amazônico. *Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais*, v.10, n.6, p.6-14, 2019. DOI: <http://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2019.006.0002>

INTRODUÇÃO

A cultura do milho (*Zea mays* L.) ocupa lugar de destaque na agricultura brasileira importância econômica é caracterizada pelas diversas formas de utilização, que vão desde a alimentação animal, até a indústria de alta tecnologia. É uma cultura de grande e diversificada utilização e um dos produtos agrícolas de mais ampla distribuição mundial, tanto na produção quanto no consumo. O milho é o principal cereal produzido no Brasil e é cultivado em cerca de 15 milhões de hectares. Sua produtividade média estimada em 10,8 t ha⁻¹ de grãos, somando 1^o e 2^o safras (IBGE, 2015).

Embora a área cultivada com grãos no Estado do Pará ainda não seja tão expressiva (191 mil hectares), espera-se um aumento significativo, tanto em área plantada como em produtividade, uma vez que estão sendo viabilizadas grandes áreas com a cultura da soja e do milho, principalmente nas áreas de cerrado. Todavia, a produtividade média desse cereal ainda é muito baixa, em torno de 5,1 t ha⁻¹ de grãos (IBGE, 2015), dado o baixo índice de adoção de tecnologias modernas, principalmente de fertilizantes, corretivos e de cultivares adaptadas.

Os Latossolos e Argissolos, classes predominantes de solos na região amazônica, são caracterizados pela sua baixa fertilidade natural expressa pela reserva de nutrientes (MOREIRA et al., 2009; CAMPOS et al., 2012), sendo o processo de ciclagem de nutrientes importante no ecossistema da mata amazônica. Uma vez interrompido esse processo pela retirada da vegetação nativa, a reserva de nutrientes desses solos se exaure rapidamente (CUNHA et al., 2009).

Os Latossolos das regiões tropicais, a exemplo do Brasil, possuem baixos teores de matéria orgânica e elevada capacidade de fixação do P, devido principalmente aos altos teores de óxidos de Fe e Al na composição mineralógica desses solos (MALAVOLTA, 2006). Em sua grande maioria são solos ácidos, possuem baixa saturação por bases, elevados teores de alumínio trocável (PRADO, 2003), baixa fertilidade natural, principalmente na disponibilidade de nitrogênio e fósforo (RAIJ, 1991; NOVAIS et al., 2007). As atividades agrícolas, pecuárias e florestais, quando manejadas inadequadamente provocam alterações negativas nos diferentes ecossistemas amazônicos, quer seja pelo depauperamento do solo, quer seja pela extinção da flora e da fauna em determinadas áreas onde antes essas atividades ocorriam.

A exigência de N pelas plantas é consequência da sua função estrutural, pois ela faz parte da molécula de compostos orgânicos, como os aminoácidos e proteínas, sendo ainda ativador de muitas enzimas (MALAVOLTA, 2006). O vegetal também depende do N para realização de um ou mais processos vitais da planta, como síntese de proteína, absorção iônica, fotossíntese, respiração, multiplicação e diferenciação celular (MARSCHNER, 1995; MALAVOLTA, 2006).

Deve se ter cautela para recomendar a dose de N a ser utilizada, haja vista que se subestimada, ocorrerá a redução da produtividade e, quando superestimada, diminuem a rentabilidade do produtor pelo gasto desnecessário com fertilizantes, além de afetar o meio ambiente, em consequência das perdas de N em decorrência do excesso disponível (ARGENTA et al., 2003).

A produtividade das plantas cultivadas tem sido garantida pela utilização de quantidades substanciais

de fertilizantes nitrogenados, elevando custos e ocasionando contaminação ambiental. O suprimento inadequado de nitrogênio geralmente limita a produção do milho (*Zea mays* L.) na maioria dos países tropicais, estimando-se que os fertilizantes nitrogenados correspondam a 40% do custo total de produção desta cultura (MACHADO, 1997).

No Brasil, grande parte da produção de milho é realizada por pequenos e médios agricultores e com algum tipo de estresse ambiental (MACHADO et al., 1998). Um dos nutrientes exigidos em maiores quantidades pela cultura do milho a obtenção de altas produtividades de milho é diretamente dependente de elevadas doses de N (AMADO et al., 2002; SOUSA et al., 2004). As doses baixas e o manejo incorreto do nitrogênio (N) são fatores responsáveis por baixas produtividades nessa cultura (AMADO et al., 2002). Objetivou-se avaliar o efeito da aplicação de doses de nitrogênio nas características agronômicas e nos teores de nutrientes na cultura do milho, cultivados em solos de diferente textura.

MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no período compreendido entre abril e junho de 2014, em casa de vegetação, no Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal Rural da Amazônia - UFRA, localizada no município de Belém (PA). O solo utilizado no experimento foi o Latossolo Amarelo distrófico, classificado de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos (EMBRAPA, 2013). Deste solo foram avaliados no experimento duas texturas, arenosa (Belém) e argilosa (Paragominas). As amostras do solo foram coletadas nas profundidades de 0,0 a 0,20 m, para em seguida serem secos, posteriormente peneirados em peneiras de 5 mm, retirando-se amostras, posteriormente submetidas à análise química de acordo com metodologia proposta por Raij et al. (2001).

Tabela 1: Análise granulométrica e química do solo estudado nas suas diferentes texturas.

Textura	Prof. (cm)	N (%)	pH Agua	P	K	Na	Ca	Ca+Mg	Al
				-----mg/dm ³ -----			-----cmolc/dm ³ -----		
Media	0-20	0,04	4,2	37	3	3	0,6	0,8	0,8
Argilosa	0-20	0,04	5,5	2	89	10	3	4	0,1

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, arranjos em esquema fatorial 5 x 2, com cinco repetições, totalizando 50 unidades experimentais. Os fatores foram cinco doses de nitrogênio na forma de Ureia (0, 50, 100, 150 e 200 kg ha⁻¹ de N), distribuídas em solos de texturas media e argilosa. A cultura utilizada foi o milho (*Zea mays* L.) híbrido 30F35, sendo a semeadura realizada em vasos com capacidade de 5 dm³. Inicialmente, após o enchimento dos vasos, foi realizado a incubação do solo contido nos mesmos, com a finalidade de elevar o pH com a utilização de calcário dolomítico (1,5 t ha⁻¹) durante 30 dias.

Após a incubação, foi realizada a semeadura com 3 sementes/vaso e posteriormente sendo feito o desbaste se deixando duas plantas. Foi realizado uma adubação de sulco de semeadura de acordo com a recomendação da análise de solo. As doses de nitrogênio (0, 50, 100, 150 e 200 kg ha⁻¹ de N) foram aplicadas após período germinativo da cultura, na adubação de cobertura de uma só vez, como parte dos tratamentos realizados.

Os vasos contendo os solos de duas texturas, ou seja, textura arenosa e argilosa foram inicialmente saturados com água e drenados por aproximadamente 2 horas, até a obtenção da capacidade de campo para, em seguida serem pesados. As irrigações subsequentes do experimento foram efetuadas com base na pesagem diária dos vasos, onde se aplicou o volume de água obtido pela diferença entre a pesagem atual e a anterior. Após a determinação das necessidades de água, os tratamentos foram aplicados.

Ao fim do período experimental foi realizado a coleta dos dados biométricos de altura e diâmetro das plantas com o uso de fita métrica e paquímetro. A medição de altura foi feita a partir do solo até a porção final da folha mais longa. O diâmetro foi medido do centro do vaso até a altura de 10 cm. 45 dias após a semeadura, finalizou-se a coleta dos dados biométricos. Ao fim da biometria foi feito a coleta de material vegetal (raiz, colmo e folha), separando-os em saco de papel identificados e pesados, para obtenção massa úmida. Em seguida as amostras foram levadas para secagem em estufa de circulação forçada de ar, a 60°C, até atingirem peso constante, e determinado a fitomassa seca. Posteriormente se processou a moagem do material em moinho tipo Willey, e retiradas subamostras para determinação dos teores e de macronutrientes.

Para determinação de nitrogênio foi realizada através da solubilização sulfúrica seguida do método semi-micro Kjeldahl, no analisador elementar. Neste caso, é determinado o N total. Técnica de solubilização úmida, seguida por destilação a vapor e titulação para a quantificação do NH₄. A solubilização sulfúrica (H₂SO₄ + catalisadores) transforma proteína e aminoácidos do tecido vegetal em N-NH₄⁺ que é destilado e complexado em ácido bórico com indicador misto, e titulado com solução padronizada de H₂SO₄ diluído.

Para determinar fosforo e potássio, por meio da Espectrometria de chama o método é baseado na atomização das partículas da solução através da projeção da solução sobre uma chama. Há uma excitação dos átomos, isto é, o deslocamento dos elétrons para níveis energéticos mais elevados; quando os átomos voltam ao nível energético normal, há emissão da energia absorvida na forma de radiações. Os átomos excitados dos nutrientes potássio e sódio, emitem luz a certos comprimentos de onda que são característicos para aquele elemento, Como a intensidade da luz emitida por cada nutriente depende da concentração de seus átomos, a medida possibilita sua determinação quantitativa. Os resultados foram submetidos à análise de variância, com as texturas analisadas pelo teste de tukey, a 5% de probabilidade, e o efeito das doses de nitrogênio estudado por análise de regressão ao nível de significância de 5%, com dados submetidos ao programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2003).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observou-se efeitos significativos para todas às variáveis estudadas (altura, diâmetro, massa seca de folha e teores de nutrientes (N, P, K, Ca e Mg), tanto o fator isolado quanto a interação, entre as doses de nitrogênio e texturas do solo (tabela 2). A altura da planta (Figura 1), no solo de textura media, as doses de nitrogênio se ajustaram ao modelo linear de regressão, crescendo de acordo com as doses aplicadas até 200 kg ha⁻¹. Podemos atribuir este fato, por estes possuírem menor capacidade de reter cátions assim, deixando-os mais disponíveis a planta, porém, com maior capacidade de perda por lixiviação que os solos de textura

argilosa como foram descritos por Seidel (2005). Para o solo argiloso, este efeito foi quadrático, com a dose máxima de 168,83 kg ha⁻¹, para uma altura de 114,29 cm. Tal efeito pode ter relação com a disponibilidade do nutriente em solos de textura argilosa, pois a mesma possui alta capacidade de reter, nutrientes, disponibilizando de forma gradativa, evitando perdas por lixiviação (VIANA, 2007). Oliveira et al. (2009) Utilizando solo de textura media, em casa de vegetação, evidenciou-se efeito linear para as doses (0, 40, 80 e 120 kg há⁻¹de N), em resposta à altura do milho.

Tabela 2: Resumo da análise de variância para a altura (ALT), diâmetro (DIAM), massa seca das folhas (MSF) e teores de N, P, K, Ca e Mg da cultura do milho.

Fonte de variação	G.L	ALT	DIAM	MSF	P	K	N	Ca	Mg
Doses de N	4	**	**	**	**	**	**	**	**
Textura do solo	1	**	**	**	**	**	**	**	**
D x T	4	**	**	**	**	**	**	**	**
CV		1,84	6,37	4,58	3,89	1,49	8,83	3,21	2,88

(*) significativo à 5% de probabilidade ** : significativo à 1% de probabilidade; ns: não significativo.

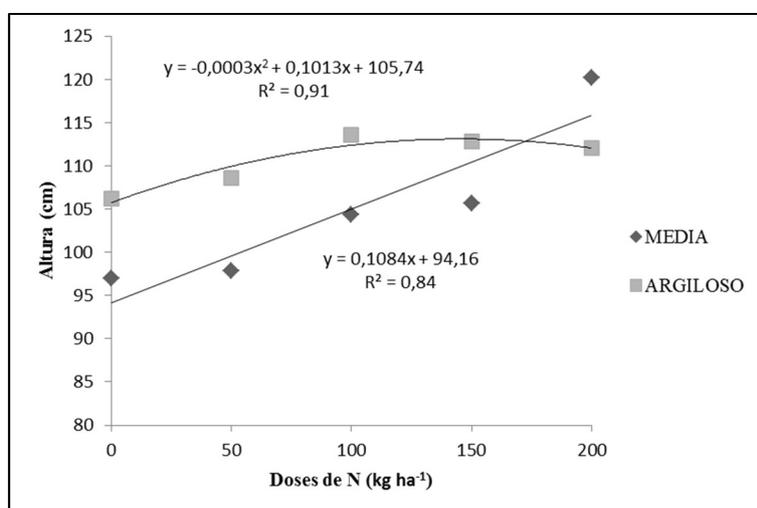


Figura 1: Altura das plantas em resposta a doses de nitrogênio em texturas de solos.

O diâmetro das plantas apresentou comportamento da altura linear para a solo textura media e quadrático para o argiloso (Figura 2). A altura das plantas apresentou um comportamento linear crescente, ou seja, se desenvolveu até a última dose estudada. Para a o argiloso, a dose considerada de máxima eficiência técnica, expressa pela equação de regressão foi de 190 kg ha⁻¹, para um diâmetro de 1,44 cm. Oliveira et al. (2009), trabalhando com a cultura do milho, observaram efeito linear nas médias de diâmetro do colmo até a última dose de N testada, que foi de 120 kg ha⁻¹, resultados inferiores aos obtidos no experimento. Plantas adequadamente nutrida em N tem maior desenvolvimento vegetativo, uma vez que o nutriente influencia diretamente a divisão e expansão celular e o processo fotossintético (BULL, 1993).

O colmo funciona como estrutura de reserva, ocorrendo translocação de fotoassimilados do colmo para os grãos (MAGALHÃES et al., 1990). Assim, maiores diâmetros de colmo normalmente, se correlacionam positivamente com maiores produtividades de grãos. Além disso, acamamento muitas vezes causa a ruptura dos tecidos, o que interrompe a vascularização do colmo e impede a recuperação da planta; afeta a estrutura anatômica essencial para o transporte de água e nutrientes. Quanto mais cedo a planta apresentar resistência ao acamamento e a quebra do colmo, maior será o rendimento e a qualidade dos grãos.

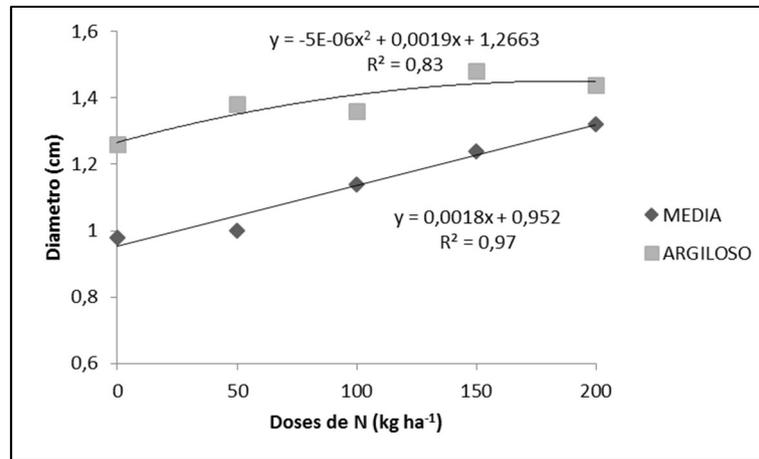


Figura 2: Diâmetro de caule cm em resposta a doses de nitrogênio em texturas de solos.

Com relação massa seca das folhas (MSF), o comportamento seguiu linear para solo de textura média e quadrático para o argiloso. Para o solo arenoso o comportamento foi linear, crescendo até a dose máxima aplicada (200 kg ha⁻¹). O solo argiloso apresentou, de acordo com a equação de regressão, efeito quadrático atingindo a dose máxima de 188,17 kg ha⁻¹ de N com produção de 530,39 kg ha⁻¹. As doses de N aplicadas promoveram incremento produtivo da matéria seca das folhas, porém, esse aumento na produção poderia ter sido maior se o fornecimento destes elementos não tivesse sido em dose única, no início do experimento, no solo de textura arenosa. Mesmo em cultivo em sistema fechado o fornecimento de altas doses de nutrientes em um solo muito arenoso, como do experimento, pode haver perdas por volatilização de N.

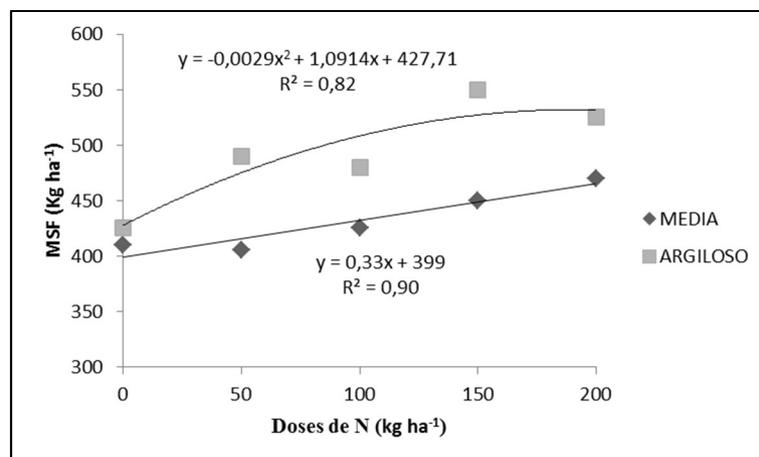


Figura 3: Massa seca de folha (kg ha⁻¹), sob diferentes doses de nitrogênio (kg ha⁻¹).

Os teores de N no tecido vegetal da cultura do milho (Figura 4A), em relação aos tratamentos utilizados, sofreram efeitos significativos para suas interações. As doses de N aplicadas proporcionaram efeitos quadráticos para as duas texturas de solo utilizadas. Os efeitos no solo de textura média, as dosagens aplicadas, proporcionaram crescimento até a dose máxima de 119,75 kg ha⁻¹ e teores de 11,85 g kg⁻¹ com pequenos decréscimos a partir dessa dose.

No solo argiloso, o comportamento foi inverso. Com o aumento das doses, observou-se redução nas concentrações de N no tecido foliar até a dose de 137,62 kg de N ha⁻¹, observando-se a partir desta um crescimento nas concentrações de N. Salienta-se, contudo, que a variação existente nos teores foliares de N, apesar de significativos estatisticamente, apresentaram relevância limitada em termos nutricionais, tendo-

se em vista que a faixa de valores observada (entre 8,61 e 32,11 g kg⁻¹ de N) encontra-se muito próxima aos limites da faixa de suficiência (entre 27,5 e 32,5 g kg⁻¹ de N) estabelecida para a cultura do milho, conforme Coelho et al. (1995).

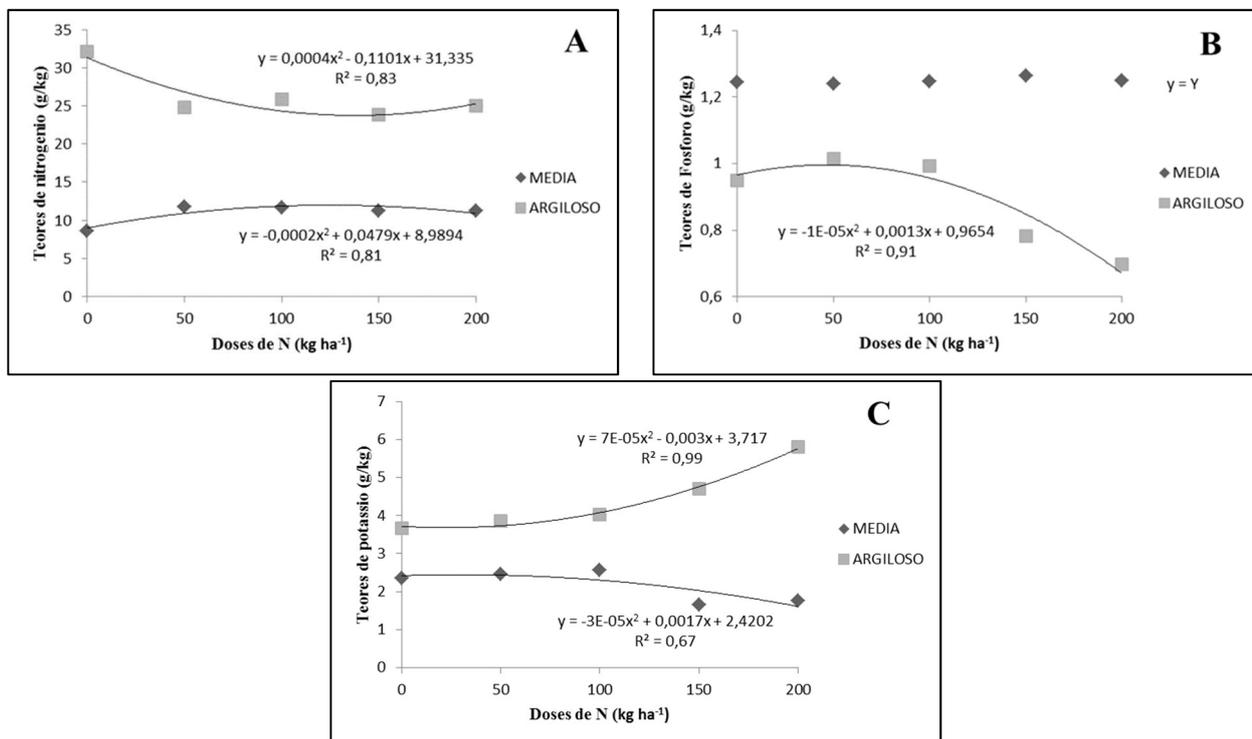


Figura 4: Os teores de N, P e K no tecido foliar da cultura do milho.

Os teores de P apresentaram efeito significativo apenas para o solo de textura argilosa (Figura 4B). O teor de P obtido no tecido foliar do milho (Figura 4B) foi inferior aos teores considerados adequados (2,5 a 4,5 g kg⁻¹), estabelecidos por Malavolta et al. (1997), possivelmente, em decorrência da baixa concentração de P no solo de textura argilosa, esses solos possuem maior superfície de contato onde tendem a ter maior capacidade de adsorção, principalmente em solos predominantemente ácidos, sendo que o P pode ser disponibilizado lentamente conseqüentemente também a sua absorção pela planta, tal que a medida que se aumentou as doses de nitrogênio não houve incremento na absorção de fósforo. A aplicação das doses de N proporcionou uma dose considerada máxima de 65 kg ha⁻¹ com teores de 1,00 g kg⁻¹. Enquanto, para o solo de textura média não houve efeito significativo, provavelmente, pelo fato do mesmo se encontrar altas concentrações de fósforo, conforme apresentado na tabela 1.

A aplicação das doses de N em interação com as diferentes texturas de solo, mostrou efeitos significativos para os teores de K no tecido vegetal do milho (Figura 4 C). Em ambos os casos os efeitos foram quadráticos. No solo de textura argilosa, observa-se maiores incrementos a partir da dose de 100 kg ha⁻¹, isso condiz com o efeito que o nitrogênio exerce sobre o potássio, causando efeito sinérgico em sua absorção com a textura arenosa, foi observado crescimento até a dose máxima de 28,33 kg ha⁻¹, e teores de 2,44 g kg⁻¹, dados esses que divergem de IPA (2008), onde o teor de potássio no tecido foliar de plantas de milho deve estar entre 17,5 e 22,5 g kg⁻¹, podendo estar relacionado com outros trabalhos feitos com a cultura do solo (FRANCHINI et al., 2000).

Os teores de Ca (Figura 5A) no tecido foliar do milho, se ajustaram ao modelo quadrático de regressão, tanto para os solos de textura argilosa como arenosa na interação dos tratamentos realizados. As doses máximas atingidas para alcançarem maiores teores de Ca, foram de 68,33 e 111,42 kg ha⁻¹, respectivamente para os solos de textura argilosa e arenosa, alcançando teores de 6,92 g kg⁻¹ para o argiloso e 3,84 g kg⁻¹ para o arenoso. Casagrande (2000) observou efeito depressivo nos teores de Ca em função do aumento das doses de N, o que pode ter ocorrido em função de maior produção de massa favorecendo o efeito de diluição.

Os teores de Mg, assim como os de Ca, sofreram efeitos quadráticos, em relação a interação das doses com as texturas analisadas. A dose máxima atingida com a textura média foi de 150 kg ha⁻¹ e teores de 5,58 g kg⁻¹. Com relação ao solo de textura argilosa, a dose máxima foi verificada em 136,6 kg ha⁻¹ e teores de 5,57 g kg⁻¹ de Mg no tecido foliar do milho. Trabalhando com a cultura do milho, Belasque (2000) e Casagrande (2000) não observaram efeito das doses de N sobre os teores foliares de Mg na cultura do milho, resultados diferentes dos encontrados na pesquisa onde os efeitos das doses foram significativos.

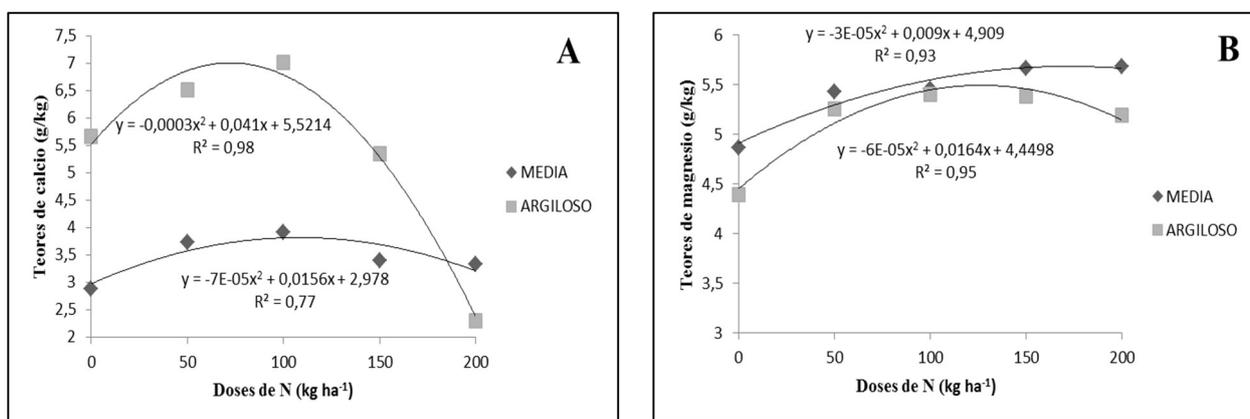


Figura 7: Teores de Ca e Mg, no tecido foliar em resposta a doses de nitrogênio em texturas de solos

CONCLUSÕES

As doses de nitrogênio influenciaram positivamente na altura, diâmetro e massa seca das folhas do milho, com maiores incrementos no solo de textura argilosa. Os teores de nutrientes na cultura do milho, no solo de textura média, decresceram à medida que se aumentava a doses de N, exceto para o teor de Mg. Os teores de nutriente para o solo de textura argilosa, mostraram melhor resposta às doses de N.

REFERÊNCIAS

AMADO, T. J. C.; MILNICZUK, J.; AITA, C.. Recomendação de adubação nitrogenada para o milho no RS e SC adaptada ao uso de culturas de cobertura do solo, sob sistema plantio direto. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.26, n.1, p.241-248, 2002.

ARGENTA, G.; SILVA, P. R. F.; FOSTHOFER, E. L.; STRIEDER, M. L.; SUHRE, E.; TEICHMANN, L. L.. Adubação nitrogenada em milho pelo monitoramento do nível de nitrogênio na planta por meio do clorofilômetro. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.27, n.1, p.109-119, 2003.

BELASQUE, J. J.. **Doses e épocas de aplicação de Nitrogênio**

sobre dois híbridos de milho cultivados na safrinha.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Jaboaticabal, 2000.

BÜLL, L. T.. Nutrição mineral do milho. In: BÜLL, L. T.; CANTARELLA, H.. **Cultura do milho: fatores que afetam a produtividade**. Piracicaba: POTAFOS, 1993. p.63-145.

CAMPOS, M. C. C.; SANTOS, L. A. C.; SILVA, D. M. P.; MANTOVANELLI, B. C.; SOARES, M. D. R.. Caracterização física e química de terras pretas arqueológicas e de solos não antropogênicos na região de Manicoré, Amazonas. *Revista Agro@ambiente On-line*, v.6, n.2, p.102-109, 2012.

CASAGRANDE, J. J. R.. **Efeito da adubação nitrogenada nas culturas de milho (*Zea mays L.*) e sorgo (*Sorghum bicolor L.*) na safrinha**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2000.

COELHO, A. M.; FRANÇA, G. E.. Seja o doutor do seu milho: nutrição e adubação. Informações Agronômicas. **Arquivo do Agrônomo**, Piracicaba, v.71, n.2, p.1-9, 1995.

CUNHA, T. J. F.; MADARI, B. E.; CANELLAS, L. P.; RIBEIRO, L. P.; BENITES, V. M.; SANTOS, G. A.. Soil organic matter and fertility of anthropogenic dark earths (Terra Preta de Índio) in the Brazilian Amazon basin. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.33, n.1, p.85-93, 2009. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832009000100009>

FRANCHINI, J. C.; BORKERT, C. M.; FERREIRA, M. M.; GAUDÊNIO, C. A.. Alterações na fertilidade do solo em sistemas de rotação de culturas em semeadura direta. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.24, n.2, p.459-467, 2000.

IBGE. **Levantamento sistemático da produção agrícola**. Rio de Janeiro: IBGE, 2015.

IPA. Instituto Agronômico de Pernambuco. **Recomendações de adubação para o Estado de Pernambuco**. Recife: IPA, 2008.

MACHADO, A. T.. **Perspectiva do melhoramento genético em milho (*Zea mays L.*) visando eficiência na utilização do nitrogênio**. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1997.

MACHADO, A. T.; PEREIRA, M. B.; PEREIRA, M. E.; MACHADO, C. T. T.; MEDICI, L. O.. Avaliação de variedades locais e melhoradas de milho em diferentes regiões do Brasil. In: SOARES, A. C.; MACHADO, A. T.; SILVA, B. M.; VON DER WEID, J. M.. **Milho Crioulo: conservação e uso da biodiversidade**. Rio de Janeiro: Rede Projetos Tecnologias Alternativas, 1998. p.93-106.

MAGALHÃES, P. C.; JONES, R.. Aumento de foto assimilados na taxa de crescimento e peso final dos grãos de milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.25, n.12, p.1747-1754, 1990.

MALAVOLTA, E.. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Ceres, 2006.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A.. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1997.

MARSCHNER, H.. **Mineral nutrition of higher plants**. London: Academic Press, 1995.

MOREIRA, A.; FAGERIA, N. K.. Soil Chemical Attributes of Amazonas State, Brazil. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v.40, n.17-18, p.2912-2925, 2009. DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/00103620903175371>

NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V. V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L.. **Fertilidade do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007.

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

PRADO, R. M. A.. A calagem e as propriedades físicas de solos tropicais: Revisão de literatura. **Revista Biociência**, v.9, n.3, p.7-16, 2003.

RAIJ, B. V.. Nitrogênio. In: **Fertilidade do solo e adubação**. Piracicaba: Potafós, 1991. p.163-179.

SEIDEL, P. E.. **Dinâmica do nitrogênio e disponibilidade de cobre em latossolo vermelho estrófico tratado com dejetos de suíno**. Dissertação (Doutorado) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2005.

SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E.. Adubação com nitrogênio. In: SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E.. **Cerrado: correção do solo e adubação**. 2 ed. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2004. p.129-144.

VIANA, E. M.. **Interação de nitrogênio e potássio, na nutrição, no teor de clorofila e na atividade da redutase do nitrato em plantas de trigo**. Dissertação (Mestrado) - Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.