

|                                                                                             |   |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|---|
| INTERAÇÃO ENTRE NUTRIENTES: nitrogênio, fósforo, potássio, enxofre, cálcio e magnésio ..... | 2 |
| A interação do nitrogênio com outros nutrientes .....                                       | 2 |
| A interação do Fósforo com outros nutrientes .....                                          | 2 |
| Interação do Potássio com outros nutrientes.....                                            | 4 |
| A interação do cálcio com outros nutrientes .....                                           | 6 |
| A interação do magnésio com outros nutrientes .....                                         | 6 |

MCA-PRIMEIRO BORRADOR

# INTERAÇÃO ENTRE NUTRIENTES: nitrogênio, fósforo, potássio, enxofre, cálcio e magnésio

Moacir José Sales Medrado<sup>1</sup>

## A interação do nitrogênio com outros nutrientes

A interação mais comum se dá entre N e K. Um desbalanceamento entre esses dois elementos ocasionado pela adição de N, por exemplo, pode levar a uma deficiência de K por efeito diluição ocasionado pelo crescimento da planta e vice-versa. A interação N e S também é importante e não deve ser esquecida nos programas de adubação CANTARELLA, 2007; p. 439).

Sintomas de deficiência de K podem ocorrer em plantas sob nutrição amoniacal devido a exsudação e não pela perda de K nas raízes (MAGALHÃES et al 2006; p; 238)<sup>2</sup>. Para Wilkinson et al. (2000<sup>3</sup> apud CANTARELLA, 2007; p. 439), a absorção de N pode promover a alteração do pH na região da rizosfera, alcalinizando-a quando absorvido na forma de NO<sub>3</sub><sup>-</sup> ou acidificando-a quando absorvido na forma de NH<sub>4</sub><sup>+</sup>. Este mecanismo pode afetar a absorção de outros nutrientes. Esse tipo de interação pode ser relevante com alguns micronutrientes, especialmente em solos cujos altos valores de pH limitam a disponibilidade de micronutrientes metálicos.

## A interação do Fósforo com outros nutrientes

O fósforo tem participação essencial no metabolismo do N. O N e o P interagem de forma sinérgica, em que ambos os nutrientes em doses adequadas, promovem aumentos na produção vegetal maiores do que aqueles obtidos com aplicação de cada nutriente isoladamente (Shuman, 1994<sup>4</sup> apud ARAUJO; MACHADO, 2006).

### Com nitrogênio

De acordo com Araujo; Machado (2006) são identificados pelo menos três tipos de efeitos gerais do suprimento limitado de P na assimilação de N:

---

<sup>1</sup> Pesquisador em Sistemas Agroflorestais na Embrapa por 33 anos, Doutor em Agricultura pela Universidade de São Paulo/Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiróz na área de Sistemas de Produção. Diretor Geral da Medrado & Consultores Agroflorestais Associados Ltda.

<sup>2</sup> SOUZA, FERNADES. Capítulo IX, p.215-252. In: FERNANDES, M.S (Ed.) Nutrição Mineral de Plantas. – Viçosa, MG : Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006. 432 p.

<sup>3</sup> WILKINSON, S.R.; GRUNES, D.L.; SUMNER, M.E. Nutrient interaction in soil and plant nutrition. In: SUMNER, M.E., ed. Handbook of soil science. Boca Raton, CRC Press, 2000p. D89-D112

<sup>4</sup> SHUMAN, L.M. **Mineral nutrition**. In: WILKINSON, R.E., ed. Plant-environment interactions, New York, Marcel Dekker, 1994, p. 149-182; e <sup>4</sup> MACHADO, C.T.T. Caracterização de genótipos de milho quanto a parâmetros morfológicos fisiológicos e microbiológicos associados á eficiência de absorção e uso de fósforo. Seropédica, Univeersidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2000. 365p. (Tesar de Doutorado)

- Diminuição na absorção de  $\text{NO}_3^-$ ;
- Diminuição na translocação do  $\text{NO}_3^-$  absorvido para a parte aérea, indicada por acumulação de  $\text{NO}_3^-$  nas raízes; e
- Acumulação de aminoácidos tanto nas folhas quanto nas raízes

#### Com o zinco

De acordo com Araújo; Machado (2006), resultados controversos têm sido publicados sobre a interação entre o P e o Zn. Na interação mais comum entre P e Zn, a adição de P diminui a concentração de Zn na parte aérea. Para o autor<sup>5</sup>, isto ocorre quando os dois nutrientes estão presentes na planta em teores limitantes e o fósforo adicionado dilui a quantidade de zinco induzindo deficiência deste elemento. De acordo com o autor, outra influência do P sobre o Zn parece indicar que o P reduz tanto a absorção do Zn pelas raízes quanto a translocação do Zn da raiz para a parte aérea. Ele também afirma com base em outros autores<sup>6</sup>, que o P pode induzir a imobilização do Zn nas raízes pela formação de fitatos de Zn, em condições de elevado suprimento deste nutriente.

#### Com a calagem

Em relação ao eucalipto uma preocupação que se deve ter é que em solos cultivados com eucalipto, é comum a aplicação de calcário para aumentar a saturação de bases para cerca de 50%, torna-se importante o estudo das relações de interdependência entre os níveis de calagem e a adubação fosfatada para que seja otimizada a adubação com P.

Estudo desenvolvido em Lavras, MG, por Silva et al. (2007)<sup>7</sup>, em solo proveniente de um Latossolo Vermelho distroférrico típico, textura argilosa, em área não cultivada sob floresta subcaducifolia, testou a interação calagem-adubação fosfatada e a influência da mesma nos níveis críticos de P e crescimento do eucalipto. Os autores extraíram as seguintes conclusões:

<sup>5</sup> Citando LONERAGAN, J.F.; GROVE, T.S.; ROBSON, A.D.; SNOWBALL, K. Phosphorus toxicity as a factor in zinc-phosphorus interaction in plants. Soil Sci. Soc. Am.J., v.42, p. 966-972, 1979; e SINGH, J.P.; KARAMANOS, R.E.; STEWART, J.W.B. The mechanism of phosphorus-induced zinc deficiency in bean (*Phaseolus vulgaris* L.). Can. J. Soil.Sci., 68: 345-358, 1988

<sup>5</sup> MACHADO, C.T.T. Caracterização de genótipos de milho quanto a parâmetros morfológicos fisiológicos e microbiológicos associados á eficiência de absorção e uso de fósforo. Seropédica, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2000. 365p. (Tese de Doutorado)

<sup>6</sup> LONERAGAN, J.F.; WEBB, M.J. Interactions between zinc and other nutrients affecting the growth of plants. In: ROBINSON, A.D., ed. Zinc in soils and plants. Dordrecht, Kluwer, 1993. p. 119-134

<sup>7</sup> SILVA, C.A.; RANGEL, O.J.P.; BELIZÁRIO, M.H. Interação calagem-adubação fosfatada e sua influência nos níveis críticos de P e crescimento do eucalipto. Scientia Forestalis, n. 73, p. 63-72, março 2007.

- A calagem visando elevar a saturação de bases a 50% proporcionou as maiores produções de matéria seca da parte aérea das mudas de eucalipto (*Eucalyptus urograndis*), quando as doses de P foram maiores ou iguais a 150 mg.dm<sup>-3</sup>;
- Os níveis críticos de P em solo variaram de 27,4 a 44,6 mg.dm<sup>-3</sup> (solução de Mehlich-1) e de 105,3 a 139,5 mg.dm<sup>-3</sup> (resina), sendo influenciados pelos níveis de saturação por bases;
- Na parte aérea, os níveis críticos de P variaram de 0,037 a 0,06 g. vaso<sup>-1</sup>, com o maior valor ocorrendo em função da elevação da saturação por bases a 50%;
- O extrator resina foi o mais eficiente em prever a disponibilidade de P no solo para mudas de *Eucalyptus urograndis*.

### **Interação do Potássio com outros nutrientes**

De acordo com Ernani et al. (2007), o potássio compete com vários cátions pelos sítios de absorção na membrana plasmática, principalmente com NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup> e Mg<sup>2+</sup>. A soma total dos cátions absorvidos por determinada espécie vegetal normalmente permanece relativamente pouco afetada pela variação na composição do meio na qual ela se desenvolve (Mengel; Kirkby, 1987<sup>8</sup> apud Ernani et al. 2007). Sendo assim, a diminuição na disponibilidade de determinado cátion resulta no aumento na absorção dos demais

#### Com magnésio

O efeito depressivo do K sobre o Mg é um exemplo clássico de interação negativa entre nutrientes (MEURER., 2006; p. 294)

#### Com o boro

Alguns trabalhos mostram que o aumento no suprimento de boro aumentou a absorção e a translocação de K em tomate (Davis et al., 2003<sup>9</sup> apud Ernani et al., 2007) e soja (Schon; Blevins, 1990<sup>10</sup> apud Ernani et al., 2007)

#### Com a gessagem

<sup>8</sup> MENGEL, K.; KIRKBY, E.A. Principles of plant nutrition. 4.ed. Bern, Potash International Institute, 1987.

<sup>9</sup> DAVIS, J.M.; SANDERS, D.C.; NELSON, P.V.; LENGNICK, L.; SPERRY, W.J. Boron improves growth, yield, quality and nutrient content of tomato. J. Am. Soc. Hortic. Sci., 128:441-446, 2003

<sup>10</sup> SCHON, M.K.; BLEVINS, D.G. Foliar boron applications increase the final number of branches and pools on branches of field-grown soybeans. Plant Physiol., 92:602-607, 1990

A aplicação de gesso agrícola também tem proporcionado lixiviação de K em alguns solos (Ritchey et al., 1980<sup>11</sup>; Ernani et al., 1993) uma vez que o K é deslocado das cargas negativas pelo cálcio. Entretanto, segundo aquele autor citando outros autores (Ernani, 1986<sup>12</sup>; Farina; Channon, 1988<sup>13</sup>; Ernani et al., 2006<sup>14</sup>) o K é lixiviado em menor proporção que o Ca e o Mg.

Com outros nutrientes

Ernani et al. (2007), relata que a lixiviação de K aumenta com a adição de outros fertilizantes ao solo, como consequência do deslocamento do K das cargas negativas pelos cátions adicionados (Ernani; Barber, 1993<sup>15</sup>; Mantovani et al., 2004<sup>16</sup>; Ernani et al., 2004<sup>17</sup> apud Ernani et al., 2007), e diminui com o aumento do pH (Chaves; Libardi, 1995<sup>18</sup>; Ernani et al., 2003<sup>19</sup> apud Ernani et al., 2007) pelo aumento das cargas negativas. P

### **A interação do enxofre com outros nutrientes**

Tratando desse assunto, Alvarez V. et al. (2007; p. 619-621) apontou os seguintes pontos como de importância geral:

Com fósforo e nitrogênio

A utilização de adubos concentrados com elevados teores de P e, ou, de N podem levar à deficiência de S, quando o teor nos solos é baixo;

O fornecimento apenas de S a um solo deficiente em P, pode-se levar, até mesmo, a uma resposta negativa da cultura;

---

<sup>11</sup> RITCHEY, K.D.; SOUZA, D.M.G.; LOBATO, E. Calcium leaching to increase rooting depth in Brazilian savannah Oxisol. *Agron. J.*, 72:40-44, 1980

<sup>12</sup> ERNANI, P.R. Alterações em algumas características químicas da camada arável do solo pela aplicação de gesso agrícola sobre a superfície de campos nativos. *R. Bras. Ci. Solo*, 3: 241-245, 1986

<sup>13</sup> FARINA, M.P.W.; CHANNON, P. Acid-Subsoil Amelioration: II. Gypsum effects on growth and subsoil chemical properties. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 52:175-180, 1988

<sup>14</sup> ERNANI, P.R.; MIQUELLUTI, D.J.; FONTOURA, S.M.V.; KAMINSKI, J.; ALMEIDA, J.A. Downward movement of soil cations in highly weathered soils caused by addition of gypsum. *Comm. Soil Sci. Plant Anal.*, 37:571-586, 2006

<sup>15</sup> ERNANI, P.R.; BARBER, S. Composição da solução do solo e lixiviação de cátions afetadas pela aplicação de cloreto e sulfato de cálcio em um solo ácido. *R. Bras. Ci. Solo*, 17:41-46, 1993

<sup>16</sup> MANTOVANI, A.; ERNANI, P.R.; SANGOI, L.; MOTTER, F.; GRACIETTI, M.A. Mobilidade de nitrogênio num solo ácido decorrente da aplicação de fertilizantes nitrogenados e superfosfato triplo. In: FERTIBIO, 2004, Lages, 2004. Resumos. Lages, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2004. CD-ROM

<sup>17</sup> ERNANI, P.R.; MANTOVANI, A.; SANGOI, L.; SCHMITT, A.; SCHNEITZER, C. Lixiviação de nitrogênio a partir da ureia influenciada pelo pH do solo e pela adição de superfosfato triplo. In: FERTIBIO, 2004, Lages, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2004. CD-ROM

<sup>18</sup> CHAVES, L.H.G.; LIBARDI, P.L. Lixiviação de potássio e cálcio mais magnésio influenciada pelo pH. *R. Bras. Ci. Solo*, 19:145-148, 1995,

<sup>19</sup> ERNANI, P.R.; MANTOVANI, A.; SCHEIDT, F.R.; NESI, C. Mobilidade de nutrientes em solos ácidos decorrentes da aplicação de cloreto de potássio e calcário. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, Ribeirão Preto, 2003. Resumos Expandidos. Ribeirão Preto, 2003. CD-ROM

A interação do P com S, afeta de maneira recíproca os níveis críticos desses elementos no solo;

O excesso de S pode comprometer algumas vias metabólicas na ausência de P;

A adição conjunta de P e de S apresenta elevada resposta positiva no crescimento e desenvolvimento das culturas

A interação entre P e S afeta, do modo recíproco os níveis críticos desses nutrientes no solo;

A importância do equilíbrio entre as concentrações de N e S no solo e na planta é refletida no crescimento e no estado nutricional do vegetal

### **A interação do cálcio com outros nutrientes**

O efeito do Ca como nutriente, depende intimamente do equilíbrio com os demais cátions, especialmente, K, Mg, Zn, Mn, B, Cu e Fe.

#### Com ferro

A primeira deficiência mineral verificada foi justamente a de ferro induzida por uma calagem (PRIMAVESI, 2002; 271).

#### Com magnésio, potássio e boro

Para o autor, a relação Ca/Mg, Ca/K e Ca/B é uma característica de cada solo e de cada planta (PRIMAVESI, 2002; p. 271)

A adição de grandes quantidades de Ca e Mg em solos deficientes em K, ou a aplicação de Ca em solo deficiente em Mg, tem grande chance de ocasionar um desequilíbrio nutricional na planta ocasionando uma redução no crescimento (VITTI et al., 2006)

### **A interação do magnésio com outros nutrientes**

#### Com potássio

Para Gomes et al. (2008) concentrações elevadas de magnésio disponível podem levar a uma deficiência induzida de potássio. Os autores afirmam, todavia, que concentrações muito baixas de Mg disponível podem sofrer inibição pelo potássio, o que evidencia a existência de uma forte competição iônica entre os dois elementos.