

**EFEITO DE FONTES, DOSES E GRANULOMETRIAS
DE CALCÁRIOS
NA FIXAÇÃO DO N₂ E NO ESTADO NUTRICIONAL
DE CAUPI (1)**

**JOSÉ PAULO VIEIRA DA COSTA(2) & NEWTON PEREIRA
STAMFORD(3)**

RESUMO

Foi conduzido um experimento em casa de vegetação em um solo Podzólico Vermelho Amarelo latossólico para verificar o efeito dos calcários Megaó, Magnecal e Cambucá, usados nas doses de 3,0; 6,0 e 9,0t/ha com três granulometrias (comercial, 200 e 400 malhas/pol), na atividade das enzimas nitrogenase e redutase do nitrato e no estado nutricional de caupi (*Vigna unguiculata* - cv "Pitiúba"). Todos os tratamentos receberam inoculação com a estirpe J-01, selecionada anteriormente. A atividade enzimática, bem como a concentração do nitrogênio nas folhas, nas formas nítrica e amoniacal, não sofreram influências consideráveis da adição dos calcários. A absorção do nitrogênio, do fósforo, do cálcio e do magnésio aumentou com a calagem e os teores desses nutrientes foram maiores quando os tratamentos receberam o calcário com maior teor de magnésio. As fontes, as doses e as granulometrias dos calcários não exerceram influência na acumulação do potássio pela planta.

Termos para indexação: calcário, caupi, fixação do N₂

(1) Parte da Dissertação de Mestrado do primeiro autor, apresentada à UFRPE. Aceito para publicação em 21 de fevereiro de 1991.

(2) Prof. Assistente, Departamento de Agronomia - CECA/UFAL - 57.080 - Maceió - AL

(3) Prof. Adjunto, Departamento de Agronomia - UFRPE - 52071 - Recife - PE

ABSTRACT

EFFECT OF SOURCES, LEVELS AND LIMES PARTICLES SIZE ON N₂ FIXATION AND NUTRITIONAL STATUS.

A greenhouse experiment was carried out to study the effects of regional limes on N₂ fixation and cowpea nutritional status in a Red-Yellow Podzolic soil. Negaó, Magnecal and Cambucá limes were used in three crescent rates (3.0, 6.0 and 9.0 t/ha) and different particle size (comercial, 200 mesh and 400 mesh). All treatments were inoculated with J-01, a local *Bradyrhizobium* strain. Enzyme activity as well as N-NH₄ and N-NO₃ concentration on leaves were not influenced by lime addition. Nitrogen, phosphorus, calcium and magnesium accumulated by cowpea leaves increased with liming and highest concentration were obtained with cambucá lime that has more magnesium content. Potassium accumulation was not influenced by sources, rates and particles size.

Index terms: lime, cowpea, N₂ fixation.

INTRODUÇÃO

A fixação simbiótica do nitrogênio, o processo de nodulação e o rendimento das culturas estão condicionados aos efeitos da acidez do solo.

Os resultados de aumentos na produção das culturas obtidos pelo emprego de calcário são os mais diversos possíveis, talvez devido à sua granulometria, ao valor de neutralização da acidez ou até à metodologia para cálculo da dose a ser usada (RIOS, 1968).

O emprego de calcário no Brasil ainda é muito limitado, embora o seu uso seja um dos mais importantes fatores do aumento da produtividade. Isto se deve ao desconhecimento dos benefícios dessa prática e, em parte, às idéias alarmistas sobre os perigos de excesso de calagem em solos tropicais, divulgadas nos anos passados e que persistem até hoje (RAIJ, 1980).

PURCINO et alii (1981) desenvolveram estudos num Latossolo Vermelho Escuro do Brasil Central com duas cultivares de feijão alado para verificar o crescimento e parâmetros nodulares e encontraram efeitos positivos da adição do cálcio ao solo na fixação do nitrogênio nas plantas.

Testando vinte e uma estirpes de *Bradyrhizobium* quanto à eficiência em nodular três cultivares de caupi, KEYSER & MUNNS (1979) observaram que as estirpes do grupo caupi apresentaram grande variação quanto à tolerância a acidez.

SCHOLES et alii (1981), trabalhando com cinco leguminosas, verificaram que a inoculação com *Bradyrhizobium* foi fundamental para a obtenção de altos níveis de nitrogênio fixado apenas para uma espécie, o mesmo não sendo observado para aplicação de calcário que foi eficiente para a maioria das leguminosas estudadas.

FRANÇA et alii (1973) estudaram os efeitos de magnésio, micronutrientes e calagem em soja. A calagem aumentou significativamente os teores de nitrogênio, de fósforo, de cálcio e de magnésio na parte aérea. Apenas a absorção de potássio não aumentou com a calagem.

Parece que não existe correlação entre o pH e os processos simultâneos de absorção do amônio e redução do acetileno. A influência do pH na absorção do amônio é contraditória: ora aumenta, ora diminui levemente com o aumento da acidez. Isso pode resultar de interações de idade da planta, espécie da planta, temperatura, ânion acompanhante na absorção do amônio (MARCUS-WINER & RAINS, 1982).

O objetivo deste trabalho foi obter informações no que concerne à aplicação de diferentes fontes, doses e granulometrias de calcário na fixação do N₂ e no estado nutricional de caupi.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, utilizando-se amostras de um solo Podzólico Vermelho Amarelo latossólico (BRASIL, 1973), coletado à profundidade de 20cm no município de Goiana-PE, e cuja análise química foi a seguinte: pH em (H₂O 1:2,5)=4,5; Al³⁺ + (KCl 1N)=0,5 meq/100ml de solo; Ca²⁺+ Mg²⁺ (KCl 1N)=2,2 meq/100ml de solo; P(Mehlich - 1)=5ppm e K (Mehlich - 1)=5ppm. No trabalho, foram utilizados os calcários Megaó, Magnecal e Cambucá nas doses de 3,0; 6,0 e 9,0t/ha, usando como base o equivalente em CaCO₃. Para avaliar o efeito da granulometria de cada fonte, foram usados os graus de finura: o primeiro tal como o calcário se apresenta na sua forma comercial e os dois outros produzidos em laboratório, sendo um com partículas menores que 200 malhas/pol e o outro com partículas menores que 400 malhas/pol. A localização das jazidas e as características dos calcários encontram-se no Quadro 1. Os tratamentos foram dispostos num arranjo fatorial 3 X 3 X 3 (três fontes, três doses e três granulometrias de calcário), distribuídos em delineamento inteiramente ao acaso com três repetições.

A cultivar de caupi escolhida foi Pitiúba, tendo em vista que em ensaio preliminar a mesma comportou-se como a mais indicada, e também por ser uma das mais usadas na região.

QUADRO 1 — Caracterização dos calcários

| CALCÁRIO | LOCALIZAÇÃO JAZIDA | DA | CaO | MgO | PN | PRNT |
|----------|-----------------------|---------|-------|-------|--------|-------|
| | | | — % — | — % — | — % — | — % — |
| MEGAÓ | Surubim | | 42,3 | 7,4 | 93,79 | 93,53 |
| MAGNECAL | Paulista | | 30,0 | 11,0 | 80,90 | 45,81 |
| CAMBUCÁ | Stª Maria | Cambucá | 34,4 | 17,8 | 105,73 | 75,28 |

Todos os vasos receberam inoculação com *Bradyrhizobium* (estirpe J-01), isolada de caupi cultivado na Zona da Mata de Pernambuco.

Os calcários foram misturados com o solo, procurando-se promover a mais completa homogeneização.

A adubação básica foi efetuada nas doses equivalentes a 30 Kg/ha de N; 150 Kg/ha de P₂O₅ e 200 Kg/ha de K₂O. A adubação com micronutrientes foi feita através da adição de 1ml/Kg de solo de uma solução contendo por litro: 15,8g e CuSO₄; 20,0g de FeSO₄.7H₂O; 8,9g de ZnSO₄.7H₂O; 1,0g de H₃BO₃; 0,79 de NaMoO₄ e 20,0g de ácido cítrico.

Foram plantadas cinco sementes por vaso e, após a germinação, procedeu-se ao desbaste deixando-se duas plantas por vaso.

A atividade da redutase do nitrato foi determinada quarenta e quatro dias após o plantio, através da determinação do nitrito produzido após a incubação. Foi usado o método de colorimetria por reação com n-naftil etileno diamina e sulfanilamida ("kill twice").

Das mesmas folhas utilizadas na amostragem para determinação da atividade da redutase do nitrato, pesou-se um grama para o fracionamento do nitrogênio, compreendendo as determinações de N-NH₄⁺, N-NO₃⁻ e N-protéico. Com a finalidade de paralisar a atividade enzimática, as amostras foram colocadas em 20ml de etanol a 80%. Foram determinados amônio e nitrato pelo método de arraste a vapor descrito por BREMNER & KEENEY (1965) e nitrogênio protéico, no resíduo, após secagem a 65°C, como descrito por BREMNER (1965).

Quarenta e cinco dias após o plantio, realizou-se a colheita, separando-se o sistema radicular da parte aérea. O sistema radicular foi colocado em recipiente hermeticamente fechado. Fez-se a injeção de acetileno, correspondendo a 10% do volume do recipiente. Uma hora após, foi avaliada a atividade da nitrogenase, medindo-se, por cromatografia gasosa, a quantidade de etileno evoluído.

O tecido vegetal da parte aérea foi moído, passando por peneira nº 20, e em seguida feita a digestão nitro-perclórica da maneira descrita por SARRUGE & HAAG (1974) para determinação dos nu-

trientes fósforo, potássio, cálcio e magnésio, e usou-se a digestão sulfúrica para determinação do nitrogênio.

A determinação do fósforo foi efetuada por colorimetria, a do potássio por fotometria de chama e a do cálcio e do magnésio por espectrofotometria de absorção atômica.

O nitrogênio total na planta foi determinado pelo método de Kjeldhal, de acordo com o procedimento descrito por BREMNER (1965).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As atividades total e relativa da nitrogenase não foram influenciadas pelas fontes de calcário utilizadas, conforme pode ser observado pelos dados do Quadro 2. Uma possível explicação para isto pode ser a sustentada por MORRIS (1967) de que a inexistência de resposta à calagem pelas leguminosas tropicais é devida à extrema capacidade que essas plantas possuem de extrair o cálcio necessário ao seu crescimento, entretanto FRANCO & DAY (1980) encontraram efeito positivo da calagem na atividade da nitrogenase em solo Podzólico Vermelho Amarelo.

Com relação à influência da granulometria na atividade total da nitrogenase (Quadro 6), verificou-se efeito significativo, particularmente para o calcário cambucá, o qual apresentou maior atividade na granulometria menor que 400 malhas/pol (Quadro 2).

A atividade da redutase do nitrato não sofreu efeito das fontes, doses e granulometrias dos calcários (Quadros 2 e 6). Os dados sugerem que provavelmente a época para avaliação da atividade dessa enzima em caupi é diferente da utilizada neste trabalho.

O efeito da calagem nos níveis de amônio e de nitrato na parte aérea não foi significativo. Os dados referentes ao nitrogênio protéico na parte (Quadro 3) mostraram efeitos significativos das fontes, das doses e das granulometrias, sendo as doses mais elevadas e a granulometria mais fina nos calcários megaó e magnecal os que promoveram melhores resultados. Dados coerentes com relação aos efeitos da calagem nos teores de nitrogênio protéico foram obtidos por SANTOS (1982), trabalhando com *Vigna unguiculata*.

O nitrogênio total acumulado na parte aérea (Quadro 4) seguiu a mesma tendência observada para o nitrogênio protéico. A ausência de efeito para amônio e nitrato parece realmente encontrar justificativo fato de que a maior parte do nitrogênio havia sido metabolizado.

QUADRO 2 — Efeitos de fontes, níveis e granulometrias dos calcários na atividade das enzimas nitrogenase e redutase do nitrato. (1)

| CALCÁRIO -granulometria (malhas/pol.) | *ATIV. TOTAL DA NITROGENASE | | | | ATIV. RELATIVA DA NITROGENASE | | | | **ATIV. DA REDUTASE DO NITRATO | | | |
|---|--|--------------|--------------|--------------|--|--------------|-------------|-------------|--------------------------------------|--------------|--------------|--------------|
| | Níveis de calcário | | | | Níveis de calcário | | | | Níveis de calcário (t/ha) | | | |
| | t/ha | | | | t/ha | | | | t/ha | | | |
| | 3 | 6 | 9 | | 3 | 6 | 9 | | 3 | 6 | 9 | |
| | — nmoles C ₂ H ₄ /vaso/h — | | | | — nmoles C ₂ H ₄ /mg nódulos/h — | | | | — nmoles NO ₂ /g.m.v./h — | | | |
| MEGAÓ | <u>35,3a</u> | <u>34,4a</u> | <u>32,4a</u> | <u>34,0a</u> | <u>5,4a</u> | <u>3,6b</u> | <u>2,2b</u> | <u>3,7a</u> | <u>1,07a</u> | <u>1,05a</u> | <u>1,05a</u> | <u>1,06a</u> |
| - comercial | 29,8 | 39,7 | 28,9 | <u>32,8a</u> | 3,9 | 5,6 | 1,6 | <u>3,7a</u> | 1,05 | 1,07 | 1,05 | <u>1,06a</u> |
| menor que 200 | 32,6 | 26,4 | 35,4 | <u>31,5a</u> | 5,1 | 1,9 | 3,5 | <u>3,5a</u> | 1,12 | 1,04 | 1,04 | <u>1,07a</u> |
| menor que 400 | 43,5 | 37,1 | 32,8 | <u>37,8a</u> | 7,1 | 3,2 | 1,6 | <u>4,0a</u> | 1,03 | 1,05 | 1,06 | <u>1,05a</u> |
| MAGNECAL | <u>37,0a</u> | <u>31,5a</u> | <u>30,2a</u> | <u>32,9a</u> | <u>4,4a</u> | <u>2,8b</u> | <u>2,0b</u> | <u>3,1a</u> | <u>1,04a</u> | <u>1,05a</u> | <u>1,04a</u> | <u>1,04a</u> |
| - comercial | 41,4 | 26,6 | 24,9 | <u>31,0a</u> | 5,4 | 1,5 | 1,9 | <u>2,9a</u> | 1,03 | 1,07 | 1,02 | <u>1,04a</u> |
| menor que 200 | 32,9 | 34,2 | 30,8 | <u>32,6a</u> | 4,0 | 4,8 | 2,4 | <u>3,7a</u> | 1,06 | 1,05 | 1,08 | <u>1,06a</u> |
| menor que 400 | 36,7 | 33,8 | 34,8 | <u>35,1a</u> | 3,8 | 2,1 | 1,6 | <u>2,5a</u> | 1,02 | 1,04 | 1,01 | <u>1,02a</u> |
| CAMBUCA | <u>29,0a</u> | <u>35,9a</u> | <u>31,6a</u> | <u>32,2a</u> | <u>2,2a</u> | <u>2,7a</u> | <u>2,0a</u> | <u>2,3a</u> | <u>1,02a</u> | <u>1,07a</u> | <u>1,06a</u> | <u>1,05a</u> |
| - comercial | 22,5 | 33,0 | 32,4 | <u>29,3b</u> | 1,3 | 2,5 | 2,4 | <u>2,1a</u> | 1,00 | 1,07 | 1,05 | <u>1,04a</u> |
| menor que 200 | 24,2 | 27,0 | 31,3 | <u>27,5b</u> | 1,8 | 1,5 | 1,8 | <u>1,7a</u> | 1,00 | 1,07 | 1,05 | <u>1,04a</u> |
| menor que 400 | 40,3 | 47,6 | 31,2 | <u>39,7a</u> | 3,6 | 4,0 | 1,8 | <u>3,1a</u> | 1,05 | 1,07 | 1,08 | <u>1,07a</u> |
| | <u>33,8a</u> | <u>33,9a</u> | <u>31,4a</u> | | <u>4,0a</u> | <u>3,0ab</u> | <u>2,1b</u> | | <u>1,04a</u> | <u>1,06a</u> | <u>1,05a</u> | |
| D.V. (2) | | | 13 | | | | 30 | | | | 5 | |
| D.M.S. (5%) | | | 6,9 | | | | 1,5 | | | | 0,06 | |

(1) Para fontes, níveis e granulometrias, os números com a mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

* Dados transformados em

$$\sqrt{\frac{X}{X+1}}$$

** Dados transformados em

QUADRO 3 — Efeitos de fontes, níveis e granulometrias dos calcários na quantidade de amônio, nitrato e nitrogênio protéico da parte aérea. (1)

| CALCÁRIO | AMÔNIO | | | | NITRATO | | | | NITROGÊNIO PROTÉICO NA PLANTA | | | |
|-----------------|--------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------------------------|--------------|--------------|--------------|-------------------------------|-------------|-------------|--------------|
| | NA PLANTA | | | | NA PLANTA | | | | NA PLANTA | | | |
| | Níveis de calcário (t/ha) | | | | Níveis de calcário (t/ha) | | | | Níveis de calcário (t/ha) | | | |
| (malhas/pol) | 3 | 6 | 9 | 3 | 6 | 9 | 3 | 6 | 9 | 3 | 6 | 9 |
| | nmoles NH_4^+ /g.m.v. | | | | nmoles NO_3^- /g.m.v. | | | | mg/vaso | | | |
| <u>MEGAL</u> | <u>33,1a</u> | <u>38,1a</u> | <u>37,2a</u> | <u>36,1a</u> | <u>38,2a</u> | <u>38,7a</u> | <u>37,4a</u> | <u>38,1a</u> | <u>165b</u> | <u>161b</u> | <u>209a</u> | <u>178b</u> |
| - comercial | 35,4 | 39,4 | 36,8 | <u>37,2a</u> | 38,0 | 38,2 | 43,9 | <u>40,0a</u> | 110 | 155 | 195 | <u>153b</u> |
| menor que 200 | 32,6 | 38,4 | 40,8 | <u>37,3a</u> | 35,2 | 37,0 | 33,0 | <u>35,1a</u> | 142 | 148 | 243 | <u>178ab</u> |
| menor que 400 | 31,4 | 36,6 | 34,1 | <u>36,0a</u> | 41,4 | 41,0 | 35,3 | <u>39,2a</u> | 242 | 180 | 190 | <u>204a</u> |
| <u>MAGNECAL</u> | <u>35,7a</u> | <u>35,9a</u> | <u>39,3a</u> | <u>37,0a</u> | <u>41,3a</u> | <u>39,0a</u> | <u>40,1a</u> | <u>40,1a</u> | <u>159b</u> | <u>173b</u> | <u>218a</u> | <u>184b</u> |
| - comercial | 41,0 | 40,6 | 39,8 | <u>40,5a</u> | 40,4 | 39,2 | 39,3 | <u>39,6a</u> | 162 | 170 | 162 | <u>165b</u> |
| menor que 200 | 29,0 | 36,6 | 35,8 | <u>33,8a</u> | 38,6 | 36,9 | 36,8 | <u>37,4a</u> | 158 | 147 | 195 | <u>167b</u> |
| menor que 400 | 37,0 | 30,4 | 42,4 | <u>36,6a</u> | 44,8 | 40,9 | 44,2 | <u>43,3a</u> | 158 | 202 | 297 | <u>219a</u> |
| <u>CANBUCA</u> | <u>34,4a</u> | <u>37,3a</u> | <u>31,8a</u> | <u>34,5a</u> | <u>35,8a</u> | <u>38,4a</u> | <u>31,9a</u> | <u>35,4a</u> | <u>220a</u> | <u>232a</u> | <u>232a</u> | <u>228a</u> |
| - comercial | 32,9 | 36,8 | 27,3 | <u>32,3a</u> | 39,8 | 40,3 | 28,8 | <u>36,3a</u> | 188 | 285 | 222 | <u>232a</u> |
| menor que 200 | 35,4 | 35,3 | 32,4 | <u>34,4a</u> | 39,4 | 38,0 | 34,2 | <u>37,2a</u> | 210 | 173 | 262 | <u>215a</u> |
| menor que 400 | 34,8 | 39,7 | 35,6 | <u>36,7a</u> | 28,2 | 36,9 | 32,8 | <u>32,6a</u> | 262 | 238 | 213 | <u>238a</u> |
| | <u>34,4a</u> | <u>37,1a</u> | <u>36,1a</u> | | <u>38,4a</u> | <u>38,7a</u> | <u>36,5a</u> | | <u>181a</u> | <u>189a</u> | <u>220a</u> | |
| C.V. (Z) | | | 12 | | | | 10 | | | | 13 | |
| D.M.S. (5%) | | | 7,1 | | | | 6,5 | | | | 40 | |

(1) Para fontes, níveis e granulometrias, os números com a mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

QUADRO 4 — Efeitos de fontes, níveis e granulometrias dos calcários na acumulação de nitrogênio, fósforo e potássio na parte aérea. (1)

| CALCÁRIO | N TOTAL NA PARTE AÉREA | | | | P TOTAL NA PARTE AÉREA | | | | K TOTAL NA PARTE AÉREA | | | |
|-----------------|---------------------------|-------------|-------------|--------------|---------------------------|-------------|------------|-------------|---------------------------|-------------|-------------|-------------|
| | Níveis de calcário (t/ha) | | | | Níveis de calcário (t/ha) | | | | Níveis de calcário (t/ha) | | | |
| | (malhas/pol) | | | | (malhas/pol) | | | | (malhas/pol) | | | |
| | 3 | 6 | 9 | | 3 | 6 | 9 | | 3 | 6 | 9 | |
| | mg/vaso | | | | mg/vaso | | | | mg/vaso | | | |
| <u>MEGÃO</u> | <u>373a</u> | <u>382a</u> | <u>402a</u> | <u>386b</u> | <u>35a</u> | <u>35a</u> | <u>36a</u> | <u>35b</u> | <u>118a</u> | <u>116a</u> | <u>131a</u> | <u>122a</u> |
| - comercial | 331 | 332 | 374 | <u>346b</u> | 30 | 31 | 28 | <u>30b</u> | 112 | 114 | 113 | <u>113a</u> |
| menor que 200 | 379 | 378 | 401 | <u>386ab</u> | 30 | 36 | 41 | <u>36ab</u> | 118 | 116 | 136 | <u>123a</u> |
| menor que 400 | 409 | 436 | 431 | <u>425a</u> | 46 | 38 | 38 | <u>41a</u> | 125 | 119 | 144 | <u>129a</u> |
| <u>MAGNECAL</u> | <u>396a</u> | <u>423a</u> | <u>463a</u> | <u>427ab</u> | <u>29b</u> | <u>39ab</u> | <u>42a</u> | <u>37ab</u> | <u>124a</u> | <u>120a</u> | <u>116a</u> | <u>120a</u> |
| - comercial | 333 | 381 | 402 | <u>372b</u> | 27 | 30 | 44 | <u>34a</u> | 104 | 119 | 100 | <u>108a</u> |
| menor que 200 | 405 | 422 | 482 | <u>436ab</u> | 32 | 39 | 41 | <u>37a</u> | 130 | 115 | 117 | <u>121a</u> |
| maior que 400 | 450 | 465 | 506 | <u>474a</u> | 28 | 49 | 40 | <u>39a</u> | 138 | 126 | 131 | <u>132a</u> |
| <u>CAMBUCA</u> | <u>415a</u> | <u>477a</u> | <u>480a</u> | <u>457a</u> | <u>42a</u> | <u>43a</u> | <u>52a</u> | <u>46a</u> | <u>111a</u> | <u>120a</u> | <u>125a</u> | <u>119a</u> |
| - comercial | 371 | 461 | 450 | <u>427a</u> | 39 | 37 | 49 | <u>42a</u> | 102 | 100 | 122 | <u>108a</u> |
| menor que 200 | 425 | 475 | 486 | <u>462a</u> | 42 | 44 | 51 | <u>46a</u> | 117 | 137 | 133 | <u>129a</u> |
| menor que 400 | 448 | 496 | 505 | <u>483a</u> | 46 | 48 | 55 | <u>50a</u> | 115 | 122 | 119 | <u>119a</u> |
| | <u>395a</u> | <u>427a</u> | <u>448a</u> | | <u>35a</u> | <u>39a</u> | <u>43a</u> | | <u>118a</u> | <u>119a</u> | <u>124a</u> | |
| C.V. (X) | | | 10 | | | | 15 | | | | 17 | |
| D.M.S. (5X) | | | 70 | | | | 10 | | | | 34 | |

(1) Para fontes, níveis e granulometrias, os números com a mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Para o fósforo, observou-se que os calcários magneçal e cambucá apresentaram comportamento semelhante e estatisticamente superior ao megaó (Quadro 4). O calcário cambucá mostrou resultados melhores que o megaó, indicando a influência do magnésio na absorção do fósforo. Efeitos positivos da calagem na absorção desse nutriente também foram encontrados por JONES & FREITAS (1970) em soja e LOVADINI et alii (1977) em leguminosas tropicais.

A absorção de potássio não foi influenciada pela calagem, como encontrado por STAMFORD et alii (1980).

A calagem, como era de se esperar, influenciou a absorção do cálcio e do magnésio pelas plantas (Quadro 5). O magnésio acumulado na parte aérea apresentou resposta mais pronunciada do que o cálcio, tanto para fotes como para doses e granulometrias, o que evidencia o efeito daquele nutriente (Quadros 5 e 6).

QUADRO 5 — Efeitos de fontes, níveis e granulometria dos calcários na quantidade de cálcio e de magnésio da parte aérea. (1)

| CALCÁRIO | CÁLCIO TOTAL NA PARTE AÉREA | | | | MAGNÉSIO TOTAL NA PARTE AÉREA | | | |
|-----------------|-----------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------------------------|------------|------------|------------|
| | Níveis de calcário (t/ha) | | | | Níveis de calcário (t/ha) | | | |
| | 3 | 6 | 9 | | 3 | 6 | 9 | |
| -granulometria | | | | | | | | |
| (malhas/pol) | | | | | | | | |
| | mg/vaso | | | | mg/vaso | | | |
| <u>MEGAÓ</u> | <u>165a</u> | <u>165a</u> | <u>174a</u> | <u>168b</u> | <u>63b</u> | <u>68b</u> | <u>82a</u> | <u>71b</u> |
| - comercial | 151 | 149 | 154 | 151b | 56 | 62 | 71 | 63b |
| menor que 200 | 151 | 154 | 179 | 161ab | 64 | 64 | 83 | 70ab |
| menor que 400 | 194 | 192 | 190 | 192a | 70 | 78 | 91 | 80a |
| <u>MAGNECAL</u> | <u>164a</u> | <u>154a</u> | <u>177a</u> | <u>165b</u> | <u>65b</u> | <u>79a</u> | <u>84a</u> | <u>76b</u> |
| - comercial | 137 | 142 | 158 | 146b | 48 | 67 | 72 | 62b |
| menor que 200 | 177 | 139 | 173 | 163ab | 72 | 76 | 84 | 77a |
| menor que 400 | 178 | 182 | 199 | 186a | 74 | 93 | 95 | 87a |
| <u>CAMBUCA</u> | <u>174b</u> | <u>209a</u> | <u>220a</u> | <u>201a</u> | <u>70b</u> | <u>91a</u> | <u>95a</u> | <u>85a</u> |
| - comercial | 148 | 151 | 192 | 164b | 66 | 83 | 82 | 77b |
| menor que 200 | 180 | 241 | 241 | 221a | 69 | 89 | 96 | 85ab |
| menor que 400 | 194 | 234 | 226 | 218a | 76 | 101 | 107 | 95a |
| | <u>168a</u> | <u>176a</u> | <u>190a</u> | | <u>66b</u> | <u>79a</u> | <u>87a</u> | |
| C.V. (%) | 10 | | | | 8 | | | |
| D.M.S. (5%) | 31 | | | | 10 | | | |

(1) Para fontes, níveis e granulometrias, os números com a mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

QUADRO 6 — Efeitos das granulometrias nos parâmetros da planta (1).

| GRANULOMETRIA (malhas/pol.) | Nível de calcário (t/ha) | NODULAÇÃO | | | ATIVIDADE ENZIMÁTICA | | | ABSORÇÃO DE NUTRIENTES | | | | | FRACIONAMENTO | | | RENDIMENTO | |
|--------------------------------|--------------------------------|-------------|---------------|---------------|----------------------|------|--------|------------------------|-----|------|-------|------|------------------------------|------------------------------|------------|-------------|-------|
| | | Peso Nº | Peso total | Peso médio | Nitrogenase | | ARN 3/ | N | P | K | Ca | Mg | NH ₄ ⁺ | NO ₃ ⁻ | N-proteico | parte aérea | raiz |
| | | — mg/vaso — | | | | | | — mg/vaso — | | | | | — µmoles/g m.v. — | | | — g — | |
| Comercial | | 104a | 397a | 3,84a | 31,0a | 8,7a | 1,05a | 382b | 35a | 110a | 153b | 68b | 36,6a | 38,6a | 183a | 12,9b | 2,14a |
| | 3 | 95 | 323 | 3,44 | 31,2 | 10,6 | 1,03 | 345 | 32 | 106 | 145 | 57 | 36,4 | 39,4 | 153 | 11,6 | 2,14 |
| | 6 | 114 | 404 | 3,56 | 33,1 | 9,6 | 1,07 | 391 | 33 | 111 | 147 | 71 | 38,9 | 39,2 | 203 | 13,1 | 2,09 |
| | 9 | 104 | 463 | 4,52 | 28,7 | 5,9 | 1,04 | 409 | 40 | 112 | 168 | 75 | 34,6 | 37,3 | 193 | 13,8 | 2,20 |
| Menor que 200 | | 101a | 406a | 4,06a | 30,5a | 8,9a | 1,06a | 428ab | 40a | 125a | 182ab | 77ab | 35,1a | 35,4a | 186a | 14,2ab | 2,29a |
| | 3 | 86 | 330 | 3,87 | 29,9 | 10,9 | 1,06 | 403 | 35 | 122 | 169 | 68 | 32,3 | 35,7 | 170 | 13,9 | 2,22 |
| | 6 | 103 | 409 | 4,02 | 29,2 | 8,2 | 1,05 | 425 | 40 | 123 | 178 | 76 | 36,8 | 37,3 | 156 | 14,0 | 2,19 |
| | 9 | 113 | 478 | 4,29 | 32,5 | 7,7 | 1,06 | 456 | 44 | 129 | 198 | 88 | 36,3 | 33,3 | 233 | 14,8 | 2,46 |
| Menor que 400 | | 114a | 524a | 4,59a | 37,5a | 9,6a | 1,04a | 461a | 43a | 126a | 189a | 87a | 35,8a | 38,4a | 220a | 15,5a | 2,38a |
| | 3 | 92 | 359 | 3,89 | 40,2 | 14,5 | 1,03 | 436 | 40 | 126 | 180 | 73 | 34,4 | 38,1 | 221 | 15,1 | 2,28 |
| | 6 | 125 | 550 | 4,48 | 39,5 | 9,3 | 1,05 | 466 | 45 | 122 | 183 | 91 | 35,6 | 39,6 | 207 | 15,5 | 2,24 |
| | 9 | 124 | 663 | 5,41 | 32,9 | 5,0 | 1,05 | 481 | 44 | 131 | 205 | 98 | 37,4 | 37,4 | 233 | 15,8 | 2,61 |
| C.V. (Z) | 23 | 33 | 18 | 13 | 30 | 5 | 10 | 15 | 17 | 10 | 8 | 12 | 10 | 13 | | | |
| D.H.S. (5Z) | 42 | 250 | 1,22 | 6,9 | 1,5 | 0,06 | 70 | 10 | 34 | 31 | 10 | 7,1 | 6,5 | 40 | | | |

(1) Os números com a mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

1/ nmoles C₂H₄/vaso/h

2/ nmoles C₂H₄/mg nódulo s/h

3/ ARN (Atividade da redutase do nitrato — nmoles NO₂ /g mat. verde/h)

CONCLUSÕES

As atividades enzimáticas não sofreram influência pronunciada da calagem, talvez devido à época em que se procedeu à colheita (início da floração), ou ao acúmulo de N-NH_4^+ no solo, promovendo inibições na atividade da nitrogenase e da redutase do nitrato.

As fontes e doses de calcário não mostraram efeito no nitrogênio amoniacal e nítrico, na época da colheita, a maior parte do nitrogênio mineral provavelmente tendo sido metabolizado antes da floração.

O nitrogênio protéico foi influenciado pela calagem, e o calcário cambucá promoveu os maiores teores dessa forma de nitrogênio, mostrando a influência do magnésio.

A calagem aumentou a absorção dos nutrientes nitrogênio, fósforo, cálcio e magnésio e, em todos os casos, ficou provado o efeito do magnésio, tendo em vista que a maior absorção ocorreu sempre com os calcários com maiores teores desse nutriente.

LITERATURA CITADA

- BRASIL. **Levantamento Exploratório - reconhecimento de solos do Estado de Pernambuco.** Recife: EMBRAPA, Centro de Pesquisas Pedológicas, 1973. 359p. (Boletim técnico, 26).
- BREMNER, J.M. Total nitrogen. In: BLACK, C.A. **Methods of soil analysis.** Part II. Madison: American Society of Agronomy, p. 1149-1176, 1965.
- _____ & KEENEY, D.R. Steam distillation methods of determination of ammonium, nitrate and nitrite. **Anal. Chem. Acta**, Amsterdam, v.32, p. 1149-1176, 1965.
- FRANÇA, G.E. de, BAHIA FILHO, A.F.C., CARVALHO, M.M. Influência de magnésio, micronutrientes e calagem no desenvolvimento e fixação simbólica de nitrogênio na soja perene var. Tinarco **Glycine wightii** em solo de cerrado. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v.8, n.8, p. 197-202, 1973.
- FRANCO, A.A. & DAY, J.M. Effects of lime and molybdenum on nodulation and nitrogen fixation of **Phaseolus vulgaris** L. in acid soils of Brazil. **Turrialba**, Costa Rica, v.30, n.1, p. 99-105, 1980.
- JONES, J.B. & FREITAS, L.M.M. de. Respostas de quatro leguminosas tropicais a fósforo, potássio e calcário num Latossolo Vermelho Amarelo de campo cerrado. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v.5, p. 91-99, 1970.
- KEYSER, H.H. & MUNNS, D.N. Tolerance of rhizobia to acidity, aluminum and phosphate. **Soil Sci. Soc. Am. J.**, Madison, v.43, n.4, p. 519-523, 1979.

- LOVADINI, L.A.C., BULISANI, E.A., MASCARENHAS, H.A.A. Efeito de níveis de calagem, fósforo e potássio na produção de matéria seca de soja perene *Glycine wightii*, em solos de cerrado. **R. bras. Ci. Solo**, Campinas, v.1, n.1, p. 31-34, 1977.
- MARCUS-WYNER, L. & RAINS, D.W. Simultaneous measurement of NH_4^+ absorption and N_2 fixation by *Glycine max* L. **PI. Physiol.**, Bethesda, v. 69, n., p. 460-464, 1982.
- MORRIS, D.O. The intelligent use of inoculants and lime pelleting for tropical legumes. **Trop. Grassl.**, Oxford, v.1, p. 107-121, 1967.
- PURCINO, H.M.A., PURCINO, A.A.C., LYND, J.Q. Efeitos da fertilidade do solo comandando o crescimento e parâmetros nodulares à ântese de duas cultivares de feijão-alado num Latossolo Vermelho Escuro (Entrustox) de Minas Gerais, Brasil, **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v.16, n.5, p. 633-644, 1981.
- RAIJ, B. van. O calcário e a calagem. In: UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS. Escola de Agronomia e Veterinária. **Curso de Atualização em Fertilidade do Solo**. Goiás: 1980. s.p.
- RIOS, V., MARTINI, J.A., TEIXEIRA, R. Effect of liming on acidity and contents of extractable aluminum and iron in Mine Panama soils. **Turrialba**, Costa Rica, v.18, n.2, p. 139-146, 1968.
- SANTOS, T.M.B.R. dos. **Efeito de alguns nutrientes no metabolismo nitrogenado de *Vigna unguiculata* (L.) Walp.** Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco, 1982. 101 p. (Dissertação de mestrado)
- SARRUGE, J.R. & HAAG, H.P. **Análises químicas em plantas**. Piracicaba: ESALQ, 1974. 56p.
- SCHOLS, D., KOLLING, J., FREIRE, J.R.J. Necessidade de inoculação e aplicação de calcário em leguminosas forrageira tropicais em solos ácidos. **R. bras. Ci. Solo**, Campinas, v.5, n.2, p.97-102, 1981.
- STAMFORD, N.P., NEPTUNE, A.M.L., SILVA, I.P. Efeito do potássio em presença de N-meneral na nodulação, crescimento e absorção de nutrientes por *Vigna unguiculata* (L.) Walp. **R. bras. Ci. Solo**, Campinas v.4, n.2, p. 99-103, 1980.