

APLICAÇÃO DE CALCÁRIO CALCÍTICO E DOLOMÍTICO A FORRAGENS II – EFEITO NAS PROPRIEDADES QUÍMICAS DO SOLO

Ana Luísa Pires (1)

C. L. Rhykerd (2)

J. Ahlrichs (2)

RESUMO

Este trabalho teve como objectivo determinar, ao longo do perfil, o efeito residual do calcário em algumas propriedades químicas do solo, assim como estudar o efeito das diferentes espécies forrageiras nessas mesmas propriedades. Os tratamentos apenas aumentaram o pH (H₂O) nos primeiros 20 cm de solo. O aumento devido à aplicação de calcário calcítico foi, em média, 0,2 unidades superior ao devido calcário dolomítico. O aumento do pH foi acompanhado por um decréscimo do A1 de troca e por um aumento da C.T.C.. A alteração do Ca e Mg de troca dependeu do tipo e nível de calcário utilizado. Observou-se um movimento descendente do Ca e Mg ao longo do perfil, sendo o Mg maior que o do Ca. Este movimento de Ca e Mg não foi acompanhado por uma diminuição da acidez. A espécie forrageira alterou significativamente as propriedades químicas do solo, o que foi atribuído à diferente absorção de nutrientes pelas espécies estudadas.

PALAVRAS CHAVE: Calcário calcítico, calcário dolomítico, azevém híbrido, ervilhaca, centeio, pH, bases de troca, A1 de troca.

ABSTRACT

The objectives of this experiment were to study the influence of lime on soil profile chemical properties and to evaluate the effect of species on those properties.

1) U.T.A.D. Dep. de Geociências, 5000 Vila Real

2) Agronomy Dep., Purdue Univ., W. Lafayette, IN 47906, USA.

Lime treatments increased pH (H_2O) in the upper 20 cm of soil and the increase due to calcitic lime was in average 0.2 units higher than the one due to dolomitic lime. The increase in pH was accompanied by a decrease in the levels of exchangeable Al and an increase in C.E.C.. The effect to lime on exchangeable Ca and Mg was dependent on the type of lime and on the rate used. Downward movement of Ca and Mg were observed and the movement of Mg was greater than Ca movement through soil profile, but their movement was not accompanied by decrease in acidity. Species had a significant effect on soil chemical properties which was attributed to a differential nutrient uptake.

INTRODUÇÃO

O principal efeito da adição de calcário a um solo é a correcção da acidez, efeito esse que se faz sentir não só no ano em que o calcário foi aplicado mas também em anos subsequentes (Alves e Tavares, 1976). Embora seja mais importante a correcção da acidez da camada superficial de solo, visto que é onde ocorre a absorção da maior parte dos nutrientes (Adams, 1981), é conveniente que a acidez do subsolo seja também neutralizada a fim de evitar que o crescimento das raízes seja efectado.

O efeito da aplicação de quantitativos idênticos de calcário a culturas diferentes pode não ser necessariamente o mesmo porque, as espécies ao terem necessidades minerais diferentes (Fleming, 1973), tendem a afectar de forma diversa as propriedades químicas dos solos. de uma maneira geral, a absorção activa de um catião resulta na excreção, para a solução do solo de H^+ , enquanto a absorção activa de um anião causa a excreção de OH^-/HCO_3^- (Haynes, 1983). A proporção de H^+ ou OH^-/HCO_3^- excretada, determina o sentido de alteração das propriedades químicas do solo, nomeadamente do pH. As leguminosas tendem a acidificar o solo porque ao obterem a maior parte do N através da simbiose com o rizóbio e ao terem maiores necessidades em Ca e Mg que a maior parte das gramíneas (Fleming, 1973), absorvem maiores quantidades de catiões que de aniões o que resulta na excreção de um excesso de H^+ (Haynes, 1983). Por sua vez, as gramíneas têm tendência a absorver maiores quantidades de aniões que catiões, o que resulta na excreção de um excesso de OH^-/HCO_3^- (Haynes, 1983).

Ao delinear-mos este ensaio com centeio, azevém e ervilhaca, podemos avaliar ao longo do perfil do solo, não só o efeito residual do calcário no pH e teores de Al, Ca e Mg de troca mas também o efeito das espécies nestas mesmas propriedades.

MATERIAL E MÉTODOS

Os materiais e métodos utilizados neste ensaio foram previamente referidos por Pires *et al.*, (1990).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A aplicação do calcário originou subidas no valor de pH que, no 1º ano foram significativas apenas quando se utilizaram as doses mais elevadas de calcário calcítico e dolomítico (Quadro 1). Dois anos após a calagem a aplicação de 1,25 e 2,5 t ha⁻¹ aplicadas no Alvão provocaram aumentos de pH de 0,15 e 0,30 unidades, respectivamente, enquanto que na Campeã a adição de 4,5 e 9 t aumentaram o pH de 0,35 e 0,7 unidades e em V. Real as subidas originadas pelas 2,7 e 5,4 t de calcário foram de 0,4 e 0,8 unidades, respectivamente.

Quando a mesma dose de calcário foi utilizada, a subida de pH devido ao calcário dolomítico foi, em média, 0,2 unidades inferior à causada pelo calcário calcítico. Tem-se verificado que, no mesmo período de tempo, o calcário dolomítico tem menor efeito no pH que o calcítico devido à sua menor solubilidade (Meyer e Volk, 1952; Shaw, 1960; Adams *et al.*, 1967; Haby *et al.*, 1979).

QUADRO 1 – Efeito dos tratamentos no pH (H₂O) (1) (2) (3)

| Tratamentos | Alvão | | Campeã | | V. Real | |
|--------------------|--------|--------|--------|---------|---------|--------|
| | 1987 | 1988 | 1987 | 1988 | 1987 | 1988 |
| 00-20 cm | | | | | | |
| L(0) | 5.3Abc | 5.4Acd | 5.0Ab | 5.1Ac | 5.1Ab | 5.2Ab |
| L(C ₁) | 5.4Ab | 5.6Bab | 5.3Ab | 5.5Aab | 5.2Aab | 5.7Ba |
| L(C ₂) | 5.6Aa | 5.7Aa | 5.6Aa | 6.0B | 5.5A | 6.2B |
| L(D ₁) | 5.4Ab | 5.5Abc | 5.2Ab | 5.4Aabc | 5.1Ab | 5.5B |
| L(D ₂) | 5.6Aa | 5.7Aa | 5.5Aa | 5.6Aa | 5.3Aa | 5.8Ba |
| 20-40 cm | | | | | | |
| L(0) | 5.2Acd | 5.2Aef | 5.1Ab | 5.3Abc | 4.8acd | 5.0Abc |
| L(C ₁) | 5.2Acd | 5.4Acd | 5.1Ab | 5.2Abc | 4.8Acd | 5.1Bb |
| L(C ₂) | 5.2Acd | 5.4Acd | 5.1Ab | 5.2Abc | 4.9Ac | 5.1Ab |
| L(D ₁) | 5.2Acd | 5.3Ade | 5.2Ab | 5.2Abc | 4.8Acd | 5.0Abc |
| L(D ₂) | 5.2Acd | 5.4Acd | 5.2Ab | 5.3Abc | 4.8Acd | 5.0Abc |
| 40-60 cm | | | | | | |
| L(0) | 5.1Ad | 5.1Af | 5.1Ab | 5.2Abc | 4.6Ad | 4.7Ad |
| L(C ₁) | 5.2Acd | 5.1Af | 5.1Ab | 5.2Abc | 4.7Acd | 4.8Acd |
| L(C ₂) | 5.2Acd | 5.2Aef | 5.1Ab | 5.2Abc | 4.7Acd | 4.8Acd |
| L(D ₁) | 5.1Ad | 5.1Af | 5.2Ab | 5.1Ac | 4.7Acd | 4.8Acd |
| L(D ₂) | 5.1Ad | 5.2Aef | 5.2Ab | 5.3Abc | 4.8Acd | 4.8Acd |

(1) Média de 9 valores: 3 repetições x 3 espécies; (2) Médias seguidas pela mesma letra maiúscula, em cada tratamento e local, não são diferentes ($P \leq 0.05$); (3) Médias seguidas pela mesma letra minúscula, na coluna, não são diferentes ($P \leq 0.05$).

Embora o efeito do calcário no pH fosse significativo apenas nos primeiros 20 cm de solo, verificou-se que o pH da camada de solo dos 20-40 cm era ligeiramente superior, cerca de 0,16 unidades, ao do ano em que se efectuou a calagem. Estes resultados sugerem que 2 anos não é um período de tempo suficiente para que as doses de calcário aplicadas alterassem significativamente o pH do

subsolo. Vários autores têm constatado que, mesmo quando se aplicam doses muito elevadas de calcário na camada superficial de solo, a alteração do pH do subsolo é sempre um processo demorado (Brown *et al.*, 1956; Bromfield *et al.*, 1987). Brown *et al.*, (1956) referem que a adição de 16 t ha⁻¹ de calcário dolomítico a um solo de textura franco-arenosa alterou significativamente o pH até 60 cm de profundidade somente 9 anos após a sua aplicação. O pH da camada de solo dos 60-76 cm só foi alterada após 23 anos de calcário ter sido aplicado.

O aumento de pH foi acompanhado por uma diminuição dos teores de Al de troca. Quando se aplicaram doses idênticas de calcário calcítico e dolomítico, este último foi menos efectivo na redução do Al de troca, embora na generalidade dos casos a diferença não fosse significativa (Quadro 2). Dois anos após a aplicação dos tratamentos, todos os tratamentos com calcário conduziram a teores de Al de troca inferiores ($P \leq 0,05$) ao das testemunhas, enquanto que no ano da calagem isso só ocorreu em V. Real, provavelmente devido ao facto de este ser o solo com menor poder tampão. Foi também apenas neste local que se verificaram diferenças significativas nos teores de Al de um ano para o outro, provavelmente porque a pedregosidade elevada do solo não permitiu uma boa mistura do calcário com o solo, tendo como consequência uma menor velocidade de actuação do calcário.

QUADRO 2 – Efeito dos tratamentos nos teores de Al de troca e saturação em Al, na camada superficial de solo (00-20 cm) (1) (2) (3)

| Tratamentos | Alvaão | | Campeã | | V. Real | |
|--------------------|--|--------|---------|---------|---------|--------|
| | 1987 | 1988 | 1987 | 1988 | 1987 | 1988 |
| | ----- Al ³⁺ (cmol _c Kg ⁻¹) ----- | | | | | |
| L(O) | 0.90Aa | 1.00Aa | 1.91Aa | 2.05A | 1.67A | 1.86A |
| L(C ₁) | 0.66Abc | 0.67Ab | 1.13Aab | 0.66Acd | 1.16Aa | 0.73Ba |
| L(C ₂) | 0.55Ac | 0.53Ab | 0.50Ac | 0.18Ab | 0.73A | 0.20Bb |
| L(D ₁) | 0.83Ab | 0.91Aa | 1.22Aab | 0.94Abc | 1.22Aa | 0.84Ba |
| L(D ₂) | 0.73Aabc | 0.56Ab | 0.75Abc | 0.58Acd | 1.10Aa | 0.43Bb |
| | ----- % Al ----- | | | | | |
| L(O) | 26Aa | 28Aa | 34Ab | 40A | 48A | 52A |
| L(C ₁) | 19Aab | 18Abc | 19Aabc | 10Aa | 30Aa | 20Aa |
| L(C ₂) | 15Ab | 14Ac | 7Ac | 2Aa | 16A | 5Bb |
| L(D ₁) | 25Aa | 25Aab | 21Aabcd | 18Aa | 36Aa | 24Ba |
| L(D ₂) | 21Aab | 15Ac | 13Acd | 10Aa | 30Aa | 12Bb |

(1) Média de 9 valores: 3 repetições x 3 espécies; (2) Médias seguidas pela mesma letra maiúscula, em cada tratamento e local, não são diferentes ($P \leq 0.05$); (3) Médias seguidas pela mesma letra minúscula, na coluna, não são diferentes ($P \leq 0.05$).

Abaixo de 20 cm de profundidade, o efeito do calcário no Al de troca foi praticamente nulo, razão porque não são apresentados os valores determinados a maiores profundidades. Quando se utilizam doses moderadas de calcário, dois anos é um espaço de tempo demasiadamente curto para que alterações nos teores de Al de troca do subsolo possam ser detectadas, tal como referido por Adams (1981) e Messick *et al.*, (1984).

O efeito do calcário nos teores de Ca de troca dependeu não só do tipo de calcário mas também das doses utilizadas. O calcário calcítico, uma vez que contém maior percentagem de Ca que o dolomítico, aumentou ($\leq 0,05$) mais o Ca de troca que a mesma dose de dolomítico (Quadro 3). No 2º ano, todos os talhões que receberam calcário tinham teores de Ca de troca significativamente mais altos que a testemunha, enquanto que no 1º ano o aumento só foi significativo nos talhões que receberam a dose mais elevada de calcário calcítico.

Para profundidades abaixo de 20 cm, o efeito do calcário nos teores de Ca não foi significativo. No entanto, no Alvão e V. Real detectou-se um ligeiro aumento de Ca na camada dos 20-40 cm de profundidade. Na Campeã, este movimento descendente do Ca não ocorreu, provavelmente porque foi neste solo que o calcário originou maiores aumentos da C.T.C. (83% versus 14 e 27% no Alvão e V. Real, respectivamente nos primeiros 20 cm de solo, ficando assim o Ca essencialmente absorvido na camada superficial do solo. Aliás, era de esperar que o maior aumento da C.T.C. ocorresse na Campeã, porque como era o solo com maior teor de M.O. houve um maior acréscimo de número de cargas negativas dependentes do Ph.

Em relação ao Mg de troca, verificou-se que na camada superficial de solo, ambos os níveis de calcário dolomítico aumentaram ($p \leq 0,05$) os seus teores para níveis considerados médios ou altos (Bolton, 1972) logo no ano da calagem (Quadro 4). O aumento devido ao tratamento L(D₂) foi superior ($\leq 0,05$) ao causado por L(D₁), nos três locais e nos dois os anos.

QUADRO 3 – Efeito dos tratamentos nos teores de Ca de troca (1) (2) (3)

| Tratamentos | Alvão | | Campeã | | V. Real | |
|--|--------|--------|----------|---------|---------|---------|
| | 1987 | 1988 | 1987 | 1988 | 1987 | 1988 |
| ----- cmol _c Kg ⁻¹ ----- | | | | | | |
| 00-20 cm | | | | | | |
| L(0) | 2.10Aa | 2.13A | 2.79Aabc | 2.52Ade | 0.99Abc | 0.91Acd |
| L(C ₁) | 2.43Aa | 2.70Aa | 4.17Aa | 5.09Aa | 2.15A | 2.38Aa |
| L(C ₂) | 2.80A | 3.11B | 6.65A | 8.79B | 3.22A | 3.86B |
| L(D ₁) | 2.04Aa | 2.29A | 3.28Aab | 3.53Abc | 1.25Aab | 1.76Ab |
| L(D ₂) | 2.20Aa | 2.64Ba | 3.82Aa | 4.16Aab | 1.51Aa | 2.03Bab |
| 20-40 cm | | | | | | |
| L(0) | 0.88Ab | 1.05Ab | 2.99Aabc | 2.90Ad | 0.81Ac | 0.91Acd |
| L(C ₁) | 1.18Ab | 1.36Ab | 2.85Aabc | 2.31Ade | 0.81Ac | 0.99Acd |
| L(C ₂) | 1.02Ab | 1.26Ab | 2.81Aabc | 2.39Ade | 0.95Ac | 1.31Ac |
| L(D ₁) | 0.90Ab | 1.17Ab | 3.29Aab | 2.82Ad | 0.73Ac | 0.85Acd |
| L(D ₂) | 0.98Ab | 1.35Ab | 2.94A | 3.02Acd | 0.82Ac | 0.79Acd |
| 40-60 cm | | | | | | |
| L(0) | 0.34Ac | 0.37Ac | 1.89Abc | 1.35Ae | 0.52Ac | 0.44Ad |
| L(C ₁) | 0.42Ac | 0.44Ac | 1.54Ac | 1.16Ae | 0.55Ac | 0.52Ad |
| L(C ₂) | 0.39Ac | 0.44Ac | 1.50Ac | 1.33Ae | 0.60Ac | 0.50Ad |
| L(D ₁) | 0.48Ac | 0.37Ac | 1.83Abc | 1.20Ae | 0.55Ac | 0.43Ad |
| L(D ₂) | 0.38Ac | 0.40Ac | 1.74Ac | 1.41Ae | 0.63Ac | 0.50Ad |

(1) Média de 9 valores: 3 repetições x 3 espécies; (2) Médias seguidas pela mesma letra maiúscula, em cada tratamento e local, não são diferentes ($P \leq 0,05$); (3) Médias seguidas pela mesma letra minúscula, na coluna, não são diferentes ($P \leq 0,05$).

Os tratamentos com calcário dolomítico conduziram também a uma subida dos teores de Mg de troca na camada de solo dos 20-40 cm, sendo significativo o aumento causado pelo nível mais elevado de calcário dolomítico, L(D₂), nos 3 locais. Este tratamento aumentou também ligeiramente o Mg de troca na camada dos 40-60 cm. Os resultados indicam, assim, que o movimento descendente do Mg foi maior que o do Ca, facto que poderá ser atribuído à absorção preferencial do Ca pela M.O. e também à absorção selectiva dos minerais de argila (Pleysier e Juo, 1981; Messick *et al.*, 1984).

Uma vez que o movimento ascendente do Ca e Mg não foi acompanhado por um decréscimo de acidez, admitimos que se moveram na forma de sais neutros. Provavelmente estes catiões moveram-se juntamente com NO₃⁻, proveniente dos adubos azotados aplicados ou proveniente da mineralização da M.O., ou com Cl⁻, proveniente do cloreto de potássio aplicado na adubação de fundo. Tem sido referido na literatura que a NO₃⁻ (Adams e Pearson, 1969; Pleysier e Juo, 1981) e Cl⁻ (Pleysier e Juo, 1981) facilitam o movimento do Ca e do mg ao longo do perfil.

QUADRO 4 – Efeito dos tratamentos nos teores de Mg de troca (1) (2) (3)

| Tratamentos | Alvão | | Campeã | | V. Real | |
|--|-----------|----------|---------|--------|---------|----------|
| | 1987 | 1988 | 1987 | 1988 | 1987 | 1988 |
| ----- cmol _c Kg ⁻¹ ----- | | | | | | |
| 00-20 cm | | | | | | |
| L(0) | 0.11Aabc | 0.10Aabc | 0.13Ab | 0.09Aa | 0.12Ab | 0.09Ac |
| L(C ₁) | 0.12Aab | 0.10Aabc | 0.17Ab | 0.11Aa | 0.13Ab | 0.10Abc |
| L(C ₂) | 0.13Aa | 0.10Aabc | 0.14Ab | 0.11Aa | 0.14Ab | 0.10Abc |
| L(D ₁) | 0.17A | 0.22B | 0.58A | 0.77B | 0.37A | 0.41A |
| L(D ₂) | 0.28A | 0.41B | 1.24A | 1.42B | 0.47A | 0.70B |
| 20-40 cm | | | | | | |
| L(0) | 0.08Abcd | 0.08Abc | 0.15Ab | 0.08Aa | 0.17Aab | 0.15Abc |
| L(C ₁) | 0.11Aabc | 0.11Aab | 0.14Ab | 0.09Aa | 0.14Ab | 0.12Abc |
| L(C ₂) | 0.11Aabc | 0.10Aabc | 0.14Ab | 0.07Aa | 0.18Aab | 0.17Aabc |
| L(D ₁) | 0.09Aabcd | 0.10Aabc | 0.24Aab | 0.22Aa | 0.19Aab | 0.20Aabc |
| L(D ₂) | 0.11Aabc | 0.13Aa | 0.33Aa | 0.34A | 0.24Aa | 0.25Aa |
| 40-60 cm | | | | | | |
| L(0) | 0.07Acd | 0.07Abc | 0.11Ab | 0.06Aa | 0.13Ab | 0.12Abc |
| L(C ₁) | 0.06Ad | 0.07Abc | 0.10Ab | 0.06Aa | 0.12Ab | 0.10Abc |
| L(C ₂) | 0.06Ad | 0.06Ac | 0.11Ab | 0.06Aa | 0.14Ab | 0.10Abc |
| L(D ₁) | 0.06Ad | 0.06Ac | 0.11Ab | 0.08Aa | 0.15Aab | 0.13Abc |
| L(D ₂) | 0.08Abcd | 0.07Abc | 0.14Ab | 0.13Aa | 0.19Aab | 0.17Aabc |

(1) Média de 9 valores; 3 repetições x 3 espécies; (2) Médias seguidas pela mesma letra maiúscula, em cada tratamento e local, não são diferentes ($P \leq 0.05$); (3) Médias seguidas pela mesma letra minúscula, na coluna, não são diferentes ($P \leq 0.05$).

Efeito das espécies

O efeito do mesmo tratamento no pH, Al, Ca e Mg de troca variou consoante a espécie a que esse tratamento foi aplicado (Quadro 5). Em relação ao pH verificou-

-se que, nos três locais e em todos os tratamentos o pH dos talhões cultivados com centeio foi o mais alto. Admitimos que esta variação no pH se deve ao facto de a ervilhaca ter obtido a maior parte do N através da fixação simbiótica aliada à absorção de maiores quantidades de Ca e Mg, tal como referido na parte I deste artigo (Pires, 1990). A absorção de maior quantidade de cationes que anions, terá levado a que as raízes da ervilhaca excretassem um excesso de H^+ para a solução do solo (Haynes, 1983) e conseqüentemente a um menor pH. O efeito das espécies no pH acentua-se nos tratamentos em que se aplicaram as maiores doses de calcário calcítico e dolomítico. Nestes tratamentos, a diferença de pH entre os talhões cultivados com ervilhaca e centeio é de 0,5 unidades ($P \leq 0,05$) na Campeã, 0,3 unidades ($P \leq 0,05$) em V. Real e 0,15 unidades no Alvão. Este efeito das espécies no pH, levou a que a adição de mesma dose de calcário diminuísse mais os teores de Al de troca nos talhões com centeio que nos cultivados com azevém ou ervilhaca.

QUADRO 5 – Efeito das espécies e tratamentos no pH, Al, Ca e Mg de troca na camada superficial de solo (00-20 cm) ⁽¹⁾

| Tratamentos | Alvão | | | Campeã | | | V. Real | | |
|-----------------|--|--------|-------|--------|-------|-------|---------|-------|-------|
| | Cent. | Az. | Erv. | Cent. | Az. | Erv. | Cent. | Az. | Erv. |
| | ----- pH (H ₂ O) ----- | | | | | | | | |
| L(0) | 5.5A | 5.4A | 5.3A | 5.1A | 5.1A | 4.9A | 5.1A | 5.2A | 5.1A |
| LC ₁ | 5.7A | 5.5AB | 5.4B | 5.6A | 5.5A | 5.2A | 5.5Aa | 5.5A | 5.4A |
| LC ₂ | 5.7AB | 5.8A | 5.6B | 6.1A | 5.9AB | 5.6B | 6.0A | 5.9AB | 5.7B |
| LD ₁ | 5.5A | 5.5A | 5.5A | 5.4A | 5.4A | 5.2A | 5.4A | 5.4A | 5.2A |
| LD ₂ | 5.7A | 5.7A | 5.5A | 5.8A | 5.6AB | 5.3B | 5.7A | 5.6AB | 5.4B |
| | ----- Al ³⁺ (cmol _c Kg ⁻¹) ----- | | | | | | | | |
| L(0) | 0.87A | 1.00A | 0.97A | 2.10A | 2.02A | 1.82A | 1.72A | 1.80A | 1.76A |
| LC ₁ | 0.51B | 0.64AB | 0.85A | 0.68A | 0.98A | 2.03A | 0.97A | 0.99A | 0.87A |
| LC ₂ | 0.49A | 0.36A | 0.77A | 0.20A | 0.37A | 0.44A | 0.35A | 0.49A | 0.57A |
| LD ₁ | 0.79A | 0.84A | 0.98A | 0.88A | 1.09A | 1.27A | 0.84A | 1.04A | 1.21A |
| LD ₂ | 0.62A | 0.54A | 0.76A | 0.34A | 0.59A | 1.07A | 0.58A | 0.68A | 1.03A |
| | ----- Ca ²⁺ (cmol _c Kg ⁻¹) ----- | | | | | | | | |
| L(0) | 2.18A | 2.18A | 1.99A | 2.44A | 2.77A | 2.76A | 1.10A | 1.02A | 0.74A |
| LC ₁ | 2.71A | 2.63A | 2.36A | 5.31A | 4.32A | 4.26A | 1.15A | 2.16A | 2.50A |
| LC ₂ | 3.03AB | 3.31A | 2.53B | 9.16A | 7.91B | 6.10C | 3.79A | 3.44A | 3.39A |
| LD ₁ | 2.11A | 2.41A | 1.97A | 3.66A | 3.36A | 3.21A | 1.59A | 1.62A | 1.30A |
| LD ₂ | 2.40A | 2.66A | 2.21A | 4.54A | 4.31A | 3.12A | 1.82A | 1.96A | 1.53A |
| | ----- Mg ²⁺ (cmol _c Kg ⁻¹) ----- | | | | | | | | |
| L(0) | 0.13A | 0.12A | 0.08A | 0.10A | 0.10A | 0.13A | 0.12 | 0.10A | 0.09A |
| LC ₁ | 0.13A | 0.11A | 0.10A | 0.14A | 0.14A | 0.13A | 0.14A | 0.09A | 0.11A |
| LC ₂ | 0.11A | 0.12A | 0.12A | 0.14A | 0.12A | 0.12A | 0.15A | 0.12A | 0.10A |
| LD ₁ | 0.19A | 0.23A | 0.17A | 0.74A | 0.70A | 0.58A | 0.37A | 0.43A | 0.37A |
| LD ₂ | 0.35A | 0.33A | 0.35A | 1.84A | 1.20B | 0.96C | 0.58B | 0.67A | 0.51B |

(1) Médias seguidas da mesma letra, em cada tratamento e local, não são diferentes ($P \leq 0.05$).

A absorção de maiores quantidades de Ca e Mg pela ervilhaca do que pelo centeio ou azevém levou a que os teores de Ca e Mg de troca nos talhões cultivados

com estas espécies fossem mais elevados que nos cultivados com ervilhaca. Tal como aconteceu em relação ao pH, as maiores diferenças na Campeã e quando se aplicaram os tratamentos L(C₂) e L(D₂). No tratamento L(C₂), o Ca de troca nos talhões sob ervilhaca foi 3,06 cmolc Kg⁻¹ (P≤0,05) inferior ao verificado nos talhões sob centeio, enquanto que o Mg de troca, na tratamento L(D₂) foi 0,88 cmolc Kg⁻¹ mais abaixo (P≤0,05) nos talhões cultivados com ervilhaca que nos cultivados com centeio. O efeito das espécies fez-se notar de forma significativa apenas na camada superficial de solo. Para maiores profundidades, os valores de pH, Ca e Mg de troca foram semelhantes. Estes resultados sugerem que a absorção de maior parte dos nutrientes ocorreu nos primeiros 20 cm de solo.

CONCLUSÕES

Os dois anos de duração deste estudo, não foram suficientes para que o calcário actuasse a profundidades superiores a 20 cm. Há por isso necessidades em continuar este ensaio, para determinar as doses moderadas de calcário que foram aplicadas, chegarão ou não a diminuir a acidez do subsolo. Dois anos foram no entanto suficientes para detectar que a mesma dose de calcário teve menor efeito na diminuição da acidez do solo e no aumento dos teores de Ca e Mg de troca quando aplicada à ervilhaca, do que quando aplicado ao azevém e centeio.

BIBLIOGRAFIA

- ADAMS, W. E.; A. W. WHITE, Jr. e R. N. DAWSON (1967). *Influence of Lime sources and rates on "coastal" Bermudagrass production, soil profile reaction, exchangeable Ca and Mg*. Agron. J., 59: 147-149.
- ADAMS, F. (1981). *Alleviating chemical toxicities: Liming acid soils*. pp. 270-301. In: "Modifying the root environment to reduce crop stress." ASA monograph n^o4.
- ADAMS, F e R.W. PEARSON (1969). *Neutralizing soil acidity under bermudagrass sod*. Soil Sci. Am Proc., 33: 737-742.
- ALVES, Almeida J. e M. M. S. TAVARES (1976). *Fertilização mineral e correcção do solo. II - A acidez do solo e a sua correcção*. Melhoramento, vol XXV (1973/74).
- BOLTON, J. (1972). *Effects of potassium, magnesium and sodium fertilizers and lime on the yield and composition of crops in a ten year experiment of Rothamsted*. Rep. Rothamsted Exp. Stn., 2: 102-110.
- BROMFIELD, S. M.; R. M. CUMMING; D. J. DAVID e C. H. WILLIAMS (1987). *Long-term effects of incorporated lime and topdressed lime on the pH in the surface and subsurface of pasture soils*. Aust. J. Exp. Agric., 27: 533-538.
- BROWN, B. A.; R. I. MUNSELL; R. F. HOLT e A. V. KING (1956). *Soil reactions at various depths as influenced by time since application and amounts of limestone*. Soil Sci. Soc. Proc., 20: 518-526.

- FLEMING, G. A. (1973). *Mineral composition of herbage*. In: "Chemistry and Biochemistry of Herbage". Ed. G.W. Butler e R.W. Bailey, Vol. 1, pp. 529-566.
- HABY, V. A.; W. B. ANDERSON e C. D. WELCH (1979). *Effect of limestone variables on amendment of acid soils and production of corn and coastal bermudagrass*. Soil Sci. Soc. Am. J., 43: 343-347.
- HAYNES, R. J. (1983). *Soil acidification induced by leguminous crops*. Grass and Forage Sci., 38: 1-11.
- MESSICK, D. L.; M. M. ALLEY e L. W. ZELAZNY (1984). *Movement of calcium and magnesium in ultisols from dolomitic limestone*. Soil Sci. Soc. Am. J., 48: 1096-1101.
- MEYER, T. A. e G. W. VOLK (1952). *Effect of particle size of limestones on soil reaction, exchangeable cations, and plant growth*. Soil Sci., 73: 37-52.
- PLEYSIER, J. L. e A. JUO (1981). *Leaching of fertilizer ions in an ultisol from the high rainfall tropics: Leaching through undisturbed soil columns*. Soil. Sci. Am. J., 45: 754-760.
- PIRES, A. L.; C. L. RHYKERD e J. L. AHLRICH (1990). *Aplicação de calcário e dolomítico a forragens. I – Efeito na produção de matéria seca e composição mineral*. Pastagens e Forragens, 11 (1).
- SHAW, W. M. (1960). *Rate of reaction of soils*, Univ. of Tenn. Agric. Exp. Stn. Bull., 319.