

FUNDAÇÃO ABC PARA ASSISTÊNCIA E DIVULGAÇÃO TÉCNICA AGROPECUÁRIA
SETOR DE FERTILIDADE DE SOLOS

CAMAG E EFEITO NO pH DO SOLO

Relatório final de pesquisa
Engº Agrº M.Sc. Volnei Pauletti
Tecº. Agrº. Luiz Carlos Costa

Castro, outubro 2006.

CAMAG E EFEITO NO pH DO SOLO

O pH do solo tem efeito na forma química dos nutrientes, influenciando na sua disponibilidade para as plantas. Em pH baixo, a disponibilidade de zinco, cobre e manganês aumenta, enquanto que a disponibilidade de fósforo (P) e de molibdênio, diminuem.

Apesar de solos ácidos geralmente apresentarem teores médios a altos de P total, o teor disponível para as plantas é baixo. Isto ocorre devido a adsorção específica do P nas superfícies dos óxidos de ferro e alumínio em condições ácidas. Em casos de excesso de calagem ou em solos alcalinos, também pode ocorrer reação do P com o carbonato de cálcio ou com o cálcio, formando complexos insolúveis e indisponíveis para as plantas. Portanto, alterações no pH do solo podem influenciar no aproveitamento pelas plantas cultivadas do P aplicado como adubo.

Este projeto foi desenvolvido para avaliar o efeito do produto CaMag na neutralização da acidez proporcionada pela aplicação de adubos no sulco de semeadura das culturas. O CaMag apresenta em sua composição carbonatos e óxidos de Ca e Mg. Num primeiro ensaio (Projeto 1), foram aplicadas doses de CaMag e de Superfosfato Simples (SSP) e mistura destes produtos, simulando doses crescentes de fósforo (P). Neste ensaio foi utilizado e uréia e cloreto de potássio como fonte de nitrogênio (N) e potássio (K). Num segundo ensaio (Projeto 2), em função dos resultados obtidos no primeiro ensaio, procurou-se isolar o efeito de cada produto e também a uréia foi substituída pelo sulfato de amônio (SA).

Para os cálculos das dosagens, considerou-se o espaçamento entre-linhas de 0,8 m e uma área de influência química do adubo de 0,03 x 0,03 m. Esta escolha foi baseada na cultura do milho que apresenta o maior espaçamento entre fileiras de semeadura entre as culturas graníferas cultivadas na região dos Campos Gerais – PR. Com isso buscou-se proporcionar a maior concentração de adubo por metro de sulco de semeadura, otimizando os efeitos dos produtos aplicados.

1. PROJETO 1

1.1 OBJETIVO

- Avaliação temporal do efeito da aplicação de Macroforte com Camag, sobre o pH do solo.

1.2 MATERIAL E MÉTODOS

1.2.1 Local: Laboratório de solos da Fundação ABC, Castro.

1.2.2 Delineamento: Inteiramente ao acaso e 04 repetições.

1.2.3 Avaliações:

- Análise inicial de solo (rotina e textura).
- Determinação de pH após 48(2), 120(5), 240(10), 480(20), 720(30), 960(40), 1440(60), horas(dias) da incubação, que corresponderam as seguintes datas, respectivamente: 7/3, 10/3, 15/3, 25/3, 4/4, 14/4 e 4/5 de 2006.

1.2.4 Descrição dos tratamentos:

Aplicaram-se 12 tratamentos (Tabela 1), sendo três tratamentos adicionais sem aplicação de P (testemunha sem adubo, nitrogênio (N) + potássio (K) e CaMag + N + K) e nove tratamentos obtidos da combinação de três adubos (superfosfato simples, CaMag e Macroforte) aplicados em 3 doses equivalentes de P (40, 80 e 160 kg de P_2O_5 ha⁻¹). A definição das doses de CaMag basearam-se na composição do produto Macroforte, que apresentou 16,1% de CaMag em sua composição (Tabela 1). As doses de uréia e cloreto de potássio (KCl), com exceção do tratamento 1 no qual não foi aplicado estes produtos, foram constantes, simulando a aplicação de 30 kg ha⁻¹ de N e 80 kg ha⁻¹ de K₂O.

Tabela 1. Tratamentos, descrição e doses das matérias primas utilizadas.

Trat	Descrição	Uréia	CaMag ⁽¹⁾	SSP	KCl
Kg ha ⁻¹					
1	Test	0	0	0	0
2	NK	67	0	0	134
3	NK+CaMag	67	28	0	134
4	Super simples	67	0	222	134
5	Super simples	67	0	444	134
6	Super simples	67	0	888	134
7	CaMag	67	55	0	134
8	CaMag	67	111	0	134
9	CaMag	67	222	0	134
10	Macroforte ⁽²⁾	67	55	222	134
11	Macroforte ⁽²⁾	67	111	444	134
12	Macroforte ⁽²⁾	67	222	888	134

⁽¹⁾ A dose de CaMag foi calculada baseando-se na seguinte composição do Macroforte: 25,00 kg de Camag; 16,10 kg de STP (superfosfato triplo) - 46%; 58,90 kg de SSP (superfosfato simples) - 18% - Teor final médio de P₂O₅ = 18%.

1.2.5. Procedimentos:

- Coleta, homogeneização e secagem do solo;
- Cálculo das doses de adubo por volume de solo (linha de semeadura – 0,03 x 0,03 x 12500 m) conforme os tratamentos e mistura com parte do solo coletado;
- Colocação do solo misturado com o adubo (tratamentos) em copos de plástico de 200 g;
- Após preencher os copos com solo previamente misturado aos adubos, a umidade foi mantida aproximadamente na capacidade de campo;
- Para cada tratamento foram preparados 24 copos, que foram utilizados para determinação do pH nas seis datas após incubação (item 1.2.3), com quatro repetições por coleta. O total de copos foi de 576;
- Após decorrido o tempo de incubação, o solo foi levado à estufa para secagem;
- Após a secagem, foram separados manualmente do solo os grânulos de adubo visíveis, para posterior determinação do pH em CaCl₂.

1.2.6. Procedimentos estatísticos:

Os dados foram analisados individualmente por data de coleta, através da análise de variância e posteriormente, em caso de significância, pelo teste de Tukey para a comparação de médias. Para a comparação de médias, foi utilizado o delineamento de blocos ao acaso em esquema fatorial 3 x 3, sendo considerado os três adubos nas três doses. Os tratamentos 1, 2 e 3 não foram incluídos na análise estatística, mas utilizados na comparação gráfica.

1.3 RESULTADOS

A aplicação de NK ou NK+CaMag aumentou o pH do solo já nos primeiros 2 a 5 dias da incubação (Figura 1), modificando o pH inicial de 5,0 para valores próximos a 7,0. Este efeito possivelmente é devido a aplicação de uréia que após sua hidrólise aumenta o pH ao redor do local de deposição do adubo. Após o aumento inicial, ocorre diminuição dos valores de pH. Este comportamento também é esperado pois após a elevação do pH pela hidrólise da uréia, também ocorre liberação de prótons (H^+), o que tende no final da reação, a retornar aos valores iniciais de acidez do solo.

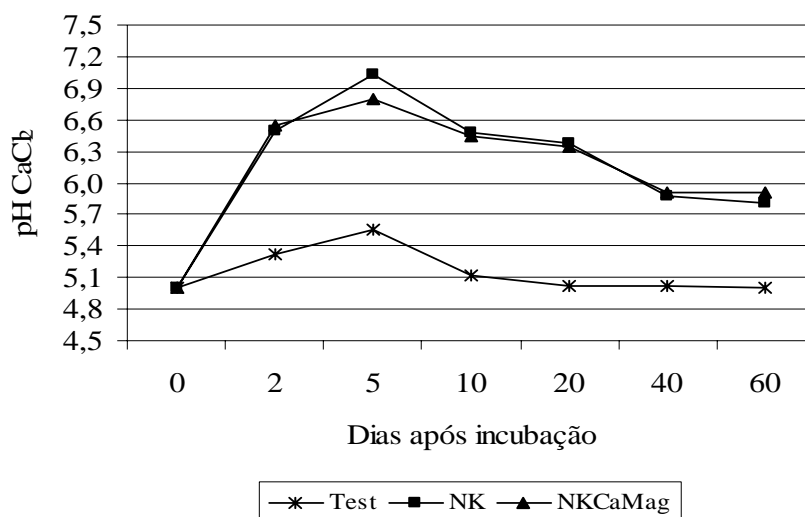


Figura 1. Variação do pH em função do tempo de incubação, de acordo com a ausência de aplicação de adubo (Test), com a aplicação de uréia mais cloreto de potássio (NK) e da mistura da uréia e cloreto de potássio com CaMag (NKCaMag).

Em relação aos tratamentos com aplicação de SSP e CaMag ou da mistura dos dois adubos, a ausência de adubação apresentou menor pH em todos os tempos de incubação, identificando que a elevação do pH proporcionada pela uréia se sobrepôs a reação ácida do SSP, considerando as doses utilizadas neste trabalho (Figuras 2, 3 e 4). Considerando as doses de P_2O_5 aplicadas, percebe-se que com 40 kg ha^{-1} praticamente não ocorre variação entre os tratamentos com SSP, CaMag ou com a mistura dos dois produtos (Figura 2), a única exceção foi aos 20 dias onde a presença isolada de CaMag proporcionou maior valor. A baixa dose de CaMag ou de SSP utilizada deve ser a principal causa desta ausência de variação no pH. Com o aumento das doses dos produtos, os efeitos dos tratamentos tornam-se mais visíveis. De maneira geral, com doses equivalentes a $80 \text{ kg de } P_2O_5 \text{ ha}^{-1}$ a presença de CaMag tende a proporcionar os maiores valores de pH, situação mais constante a partir dos 20 dias da incubação (Figura 2). Com doses equivalentes a $160 \text{ kg de } P_2O_5 \text{ ha}^{-1}$ (Figura 3), duas situações gerais são claras: a aplicação isolada de CaMag proporciona os maiores valores de pH e; a aplicação isolada de SSP os menores valores. Estes resultados se justificam pela reação básica do CaMag e pela reação ácida do SSP. Por outro lado, a mistura dos dois produtos tende a gerar valores intermediários de pH, mostrando que o CaMag pode sensivelmente neutralizar a acidez proporcionada pelo adubo fosfatado.

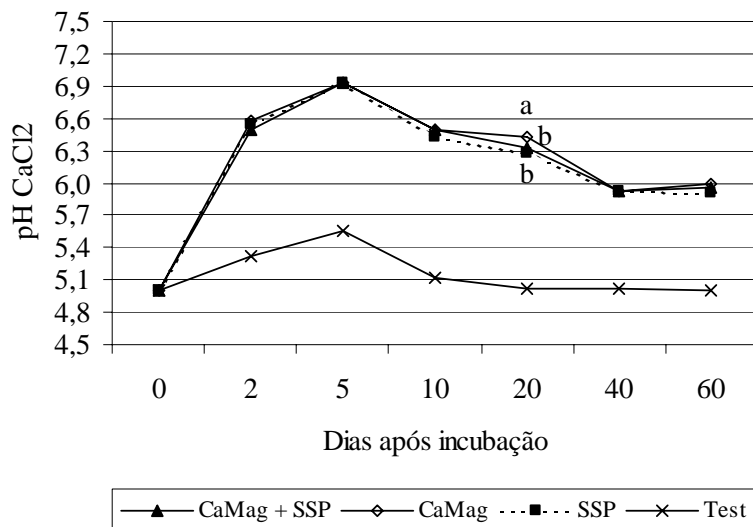


Figura 2. Variação do pH em função do tempo de incubação, de acordo com a ausência de adubação (Test), aplicação de superfosfato simples (SSP), CaMag e mistura dos dois produtos (CaMag + SSP), para doses equivalentes a 40 kg ha⁻¹ de P₂O₅. Letras iguais por período de incubação não diferem entre si – contraste 5%.

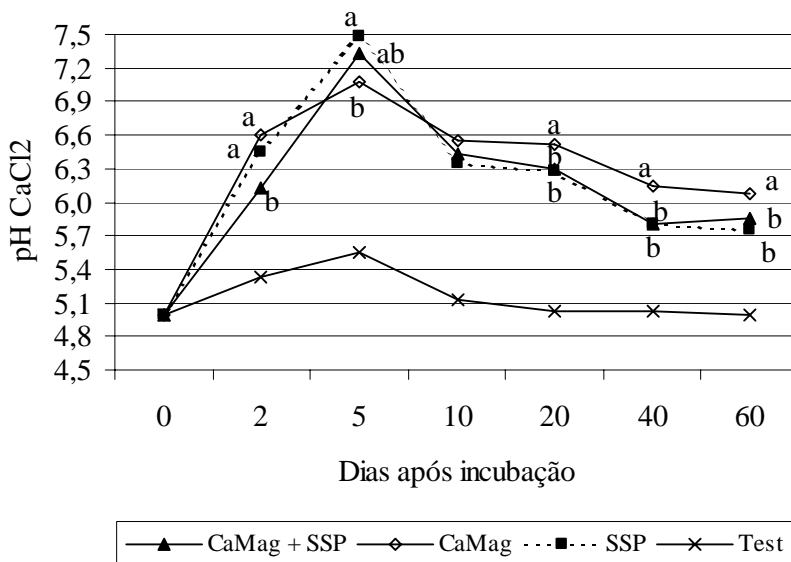


Figura 3. Variação do pH em função do tempo de incubação, de acordo com a ausência de adubação (Test), aplicação de superfosfato simples (SSP), CaMag e mistura dos dois produtos (CaMag + SSP), para doses equivalentes a 80 kg ha⁻¹ de P₂O₅. Letras iguais por período de incubação não diferem entre si – contraste 5%.

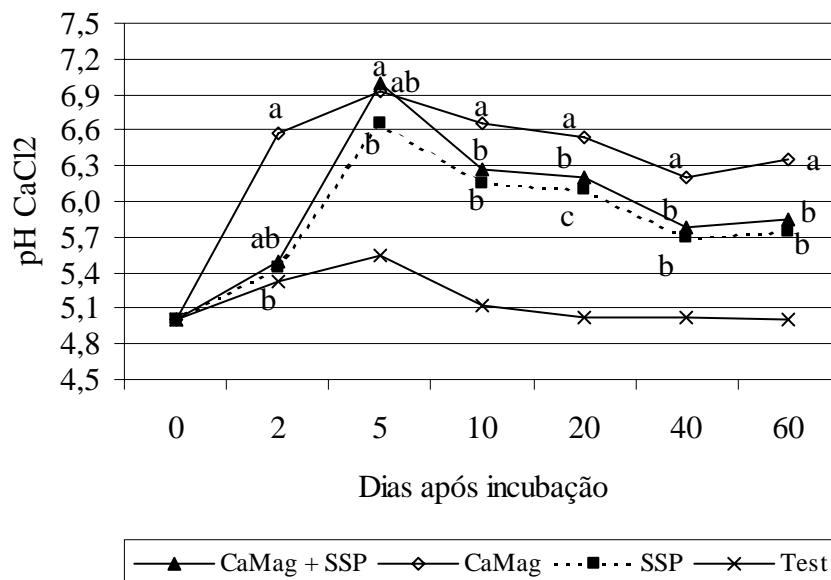


Figura 4. Variação do pH em função do tempo de incubação, de acordo com a ausência de adubação (Test), aplicação de superfosfato simples (SSP), CaMag e mistura dos dois produtos (CaMag + SSP), para doses equivalentes a 160 kg ha^{-1} de P_2O_5 . Letras iguais por período de incubação não diferem entre si – contraste 5%.

2. PROJETO 2

2.1 OBJETIVO

- Avaliação temporal do efeito da aplicação de CaMag, sobre a neutralização da acidez proporcionada pela aplicação de adubo no sulco de semeadura.

2.2 MATERIAL E MÉTODOS

2.2.1 Local: Laboratório de solos da Fundação ABC, Castro.

2.2.2 Delineamento: Inteiramente ao acaso e 02 repetições.

2.2.3 Avaliações:

- Determinação de pH após 48(2), 120(5), 240(10) e 960(40), horas(dias) da incubação, que corresponderam as seguintes datas, respectivamente: 30/4, 2/5, 7/5, 7/6 de 2006.

2.2.4 Descrição dos tratamentos:

Trat	CaMag	S. Simples (SSP)	Sulfato Amônio (SA)	KCl
1	-	Com	Com	Com
2	Com	Com	Com	Com
3	-	Com	Com	-
4	Com	Com	Com	-
5	-	Com	-	-
6	Com	Com	-	-
7	-	-	-	-
8	Com	-	-	-

Dose total de: $P_2O_5= 100 \text{ kg ha}^{-1}$; $K_2O= 80 \text{ kg ha}^{-1}$; $N= 30 \text{ kg ha}^{-1}$; $CaMag= 138,9 \text{ kg ha}^{-1}$.

2.2.5. Procedimentos:

- Coleta, homogeneização e secagem do solo;
- Cálculo das doses de adubos por volume de solo (linha de semeadura – 0,03 x 0,03 x 12500 m) conforme os tratamentos e mistura com parte do solo coletado;
- Colocação do solo misturado com o adubo (tratamentos) em copos de plástico de 200 g;
- Após preencher os copos com solo misturado aos adubos, a umidade foi mantida aproximadamente na capacidade de campo;
- Para cada tratamento foram preparados 8 copos, que foram utilizados para determinação do pH nas quatro datas após incubação, com duas repetições por coleta. O total de copos foi de 64;
- Após decorrido o tempo de incubação, o solo foi levado à estufa para secagem;
- Após a secagem, foram separados manualmente do solo os grânulos de adubo visíveis, para posterior determinação do pH em $CaCl_2$.

2.2.6. Procedimentos estatísticos:

Os dados foram analisados através de contraste, conforme a seguinte descrição (KCl= cloreto de potássio; SA= sulfato de amônio; SSP= superfosfato simples):

- Contraste 1: com versus sem KCl = tratamentos 1 e 2 versus tratamentos 3 e 4;
- Contraste 2: com versus sem SA = tratamentos 3 e 4 versus tratamentos 5 e 6;
- Contraste 3: com versus sem SSP = tratamentos 5 e 6 versus tratamentos 7 e 8;
- Contraste 4: com versus sem CaMag = tratamentos 2, 4, 6 e 8 versus tratamentos 1, 3, 5 e 7.

2.3. RESULTADOS

No tratamento sem aplicação de adubo, o pH aumentou aos 5 dias após a incubação (dai), diminuindo posteriormente para valores abaixo do inicial (Figura 5), possivelmente refletindo o efeito da liberação de ácidos orgânicos com a decomposição da matéria orgânica do solo. Na mesma Figura 5, observa-se que com a presença do adubo fosfatado superfosfato simples (SSP), o pH diminuiu acentuadamente, em todos os períodos avaliados após a aplicação. Estes dados confirmam a reação ácida proporcionada pelo SSP.

Para efeito de comparação visual, isolou-se os tratamentos sem adubação (tratamento 7), somente com SSP (tratamento 5) e somente com CaMag (tratamento 8) (Figura 6). Percebe-se que a aplicação de CaMag proporcionou acréscimo médio de 0,4 unidades de pH variando entre 0,2 e 0,6, enquanto que a aplicação de SSP proporcionou decréscimos dos mesmos valores em relação a ausência de aplicação de adubo, identificando claramente o efeito dos dois produtos na acidez do solo, especialmente no próximo a região de aplicação, como o sulco de semeadura.

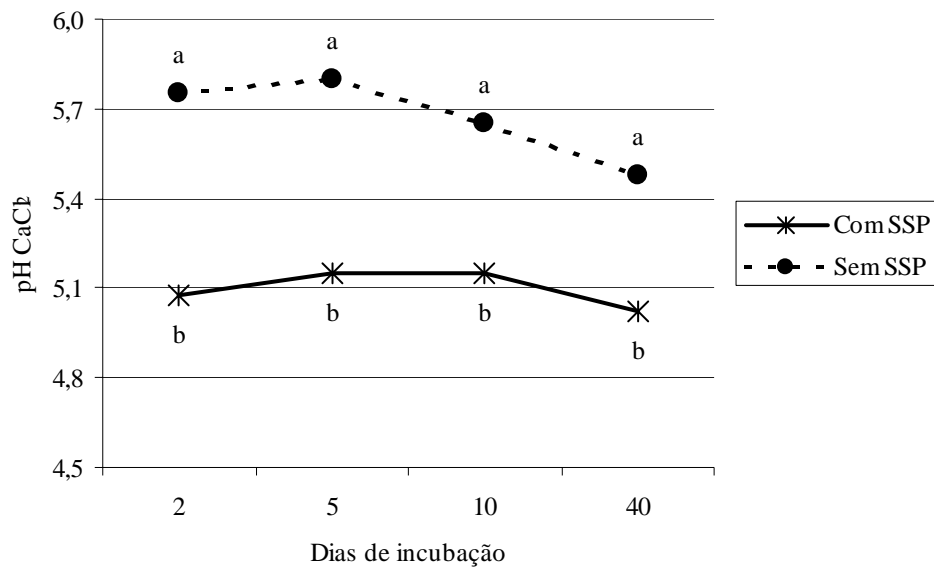


Figura 5. Variação do pH em função da ausência de adubação (Test) e presença (com) ou ausência (sem) de superfosfato simples (SSP) na adubação, em função do tempo de incubação. Letras iguais por período de incubação não diferem entre si – contraste 5%.

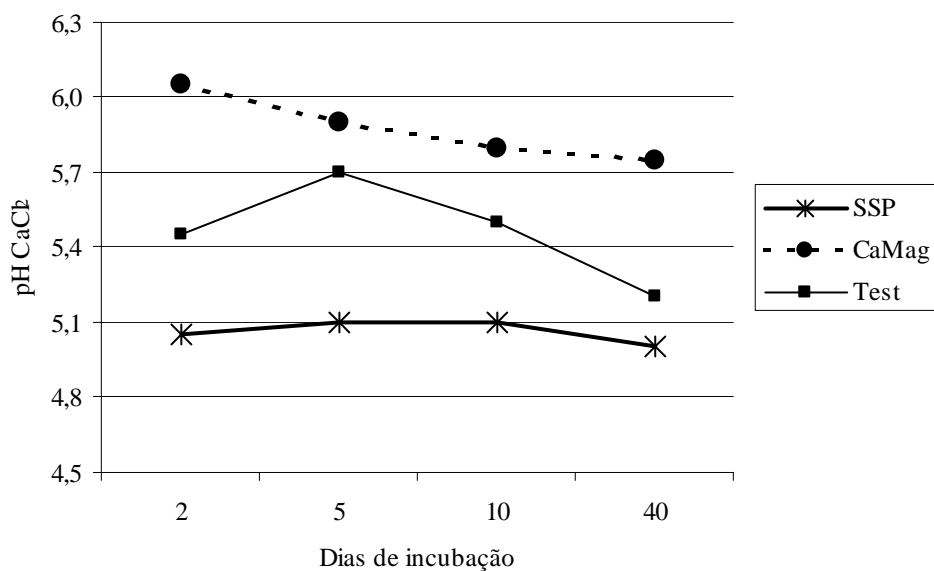


Figura 6. Variação do pH em função da ausência de adubação (Test), da aplicação isolada de superfosfato simples (SSP) e de CaMag, em função do tempo de incubação.

A presença de cloreto de potássio (KCl) e de sulfato de amônio (SA) exerceram pouca influência sobre o pH do solo, com variações apenas aos 10 dai para o KCl (Figura 7) e aos 40 dai para o SA (Figura 8). A aplicação de SA diminui o pH do solo pela liberação de prótons (H^+) com a transformação de amônio (NH_4) em nitrato (NO_3) em solos drenados. Este efeito não foi percebido neste trabalho, possivelmente pela baixa dose de adubo utilizado.

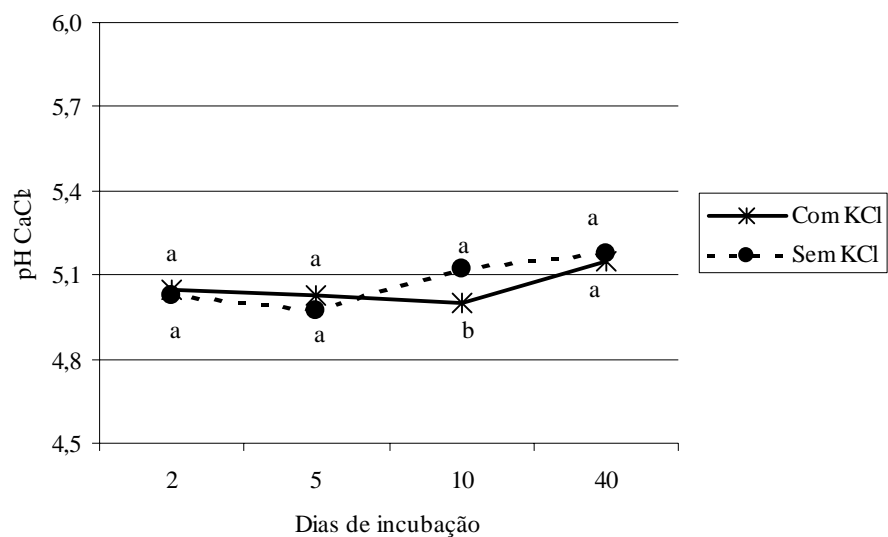


Figura 7. Variação do pH em função da presença (com) ou ausência (sem) de cloreto de potássio (KCl) na adubação, em função do tempo de incubação. Letras iguais por período de incubação não diferem entre si – contraste 5%.

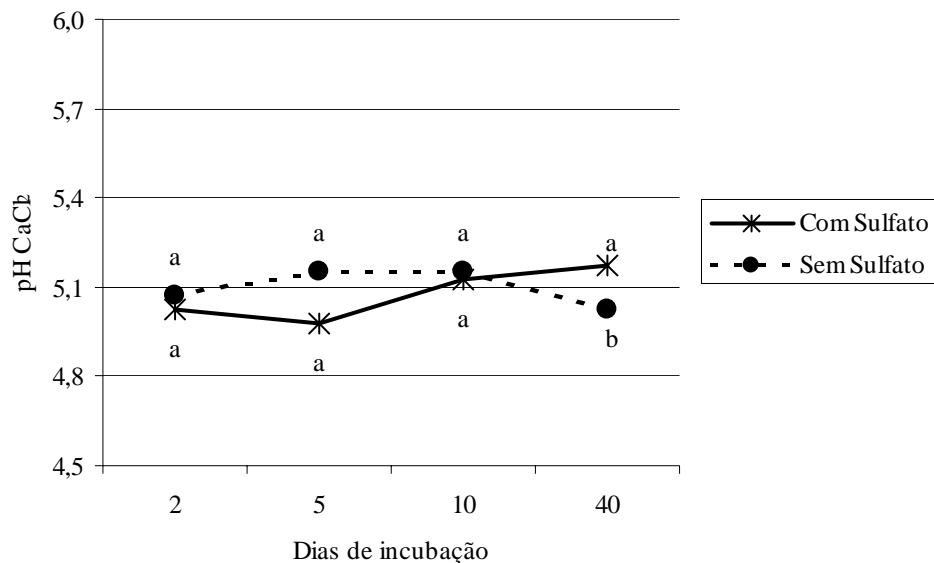


Figura 8. Variação do pH em função da presença (com) ou ausência (sem) de sulfato de amônio na adubação, em função do tempo de incubação. Letras iguais por período de incubação não diferem entre si – contraste 5%.

A aplicação de CaMag aumentou o pH do solo em todos os períodos de incubação, não ocorrendo diferença estatística somente aos 5 dai (Figura 9), identificando o efeito deste produto em diminuir a acidez no sulco de adubação. O pH passou de aproximadamente 5,1 nos tratamentos sem CaMag para aproximadamente 5,3 na média dos tratamentos com este produto. Como o CaMag é composto por carbonato e óxido de cálcio e magnésio, justifica-se o aumento do pH com a aplicação deste produto.

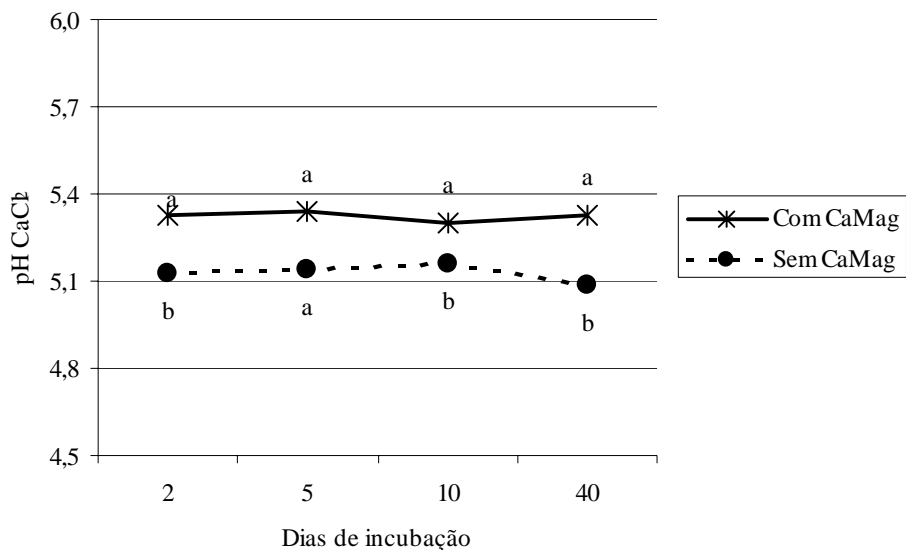


Figura 9. Variação do pH em função da presença (com) ou ausência (sem) de CaMag na adubação, em função do tempo de incubação. Letras iguais por período de incubação não diferem entre si – contraste 5%.

3 CONCLUSÕES

- O uso da uréia como fonte de N aumentou o pH do solo para valores próximos a 7,0;
- Somente em doses superiores a 80 kg ha⁻¹ de P₂O₅ foi percebido efeito da aplicação de superfosfato simples, que diminuiu o pH do solo;
- A aplicação de superfosfato simples diminuiu, enquanto que a aplicação de sulfato de amônio e de cloreto de potássio não interfere no pH do solo, considerando as doses de 100 kg ha⁻¹ de P₂O₅, de 80 kg ha⁻¹ de K₂O e de 30 kg ha⁻¹ de N;
- A aplicação de CaMag aumenta o pH do solo, bem como neutraliza parte da acidez gerada pelo superfosfato simples.

Eng. Agr. M.Sc. Volnei Pauletti
Fertilidade de Solos
CREA – 24.007-D

Eng. Agr. Eltje Jan Loman Filho
Diretor Técnico
CREA – 16.222-D