

**ALTERAÇÕES DA FERTILIDADE DO
SOLO CULTIVADO COM MILHO E
CAUPI SUBMETIDOS À CALAGEM E
ADUBAÇÃO QUÍMICA, EM IRITUIA-PA**

REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL

Presidente

Fernando Henrique Cardoso

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E DO ABASTECIMENTO

Ministro

Marcus Vinícius Pratini de Moraes

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA

Presidente

Alberto Duque Portugal

Diretores

**Dante Daniel Giacomelli Scolari
Elza Ângela Battaggia Brito da Cunha
José Roberto Rodrigues Peres**

Chefia da Embrapa Amazônia Oriental

**Emanuel Adilson Souza Serrão - Chefe Geral
Jorge Alberto Gazel Yared - Chefe Adjunto de Pesquisa e Desenvolvimento
Antonio Carlos Paula Neves da Rocha - Chefe Adjunto de Comunicação, Negócios e Apoio
Antonio Ronaldo Teixeira Jatene - Chefe Adjunto de Administração**

**ALTERAÇÕES DA FERTILIDADE DO
SOLO CULTIVADO COM MILHO E
CAUPI SUBMETIDOS À CALAGEM E
ADUBAÇÃO QUÍMICA, EM IRITUIA-PA**

Raimundo Freire de Oliveira
Exedito Ubirajara Peixoto Galvão



Exemplares desta publicação podem ser solicitados à:

Embrapa Amazônia Oriental

Trav. Dr. Enéas Pinheiro, s/n

Telefones: (91) 276-6653, 276-6333

Fax: (91) 276-9845

e-mail: cpatu@cpatu.embrapa.br

Caixa Postal, 48

66095-100 – Belém, PA

Tiragem: 200 exemplares

Comitê de Publicações

Leopoldo Brito Teixeira – Presidente

Antonio de Brito Silva

Antonio Pedro da S. Souza Filho

Exedito Ubirajara Peixoto Galvão

Joaquim Ivanir Gomes

Maria do Socorro Padilha de Oliveira

Maria de N. M. dos Santos – Secretária Executiva

Revisores Técnicos

João Elias Lopes Fernandes Rodrigues – Embrapa Amazônia Oriental

Oscar Lameira Nogueira – Embrapa Amazônia Oriental

Expediente

Coordenação Editorial: Leopoldo Brito Teixeira

Normalização: Rosa Maria Melo Dutra

Revisão Gramatical: Maria de Nazaré Magalhães dos Santos

Miguel Simão Neto (texto em Inglês)

Composição: Euclides Pereira dos Santos Filho

OLIVEIRA, R.F. de; GALVÃO, E.U.P. **Alterações da fertilidade do solo cultivado com milho e caupi submetidos à calagem e adubação química, em Irituia-PA.** Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 1999. 26p. (Embrapa Amazônia Oriental. Boletim de Pesquisa, 13).

ISSN 1517-2228

1. Fertilidade do solo – Brasil – Pará – Irituia. 2. Solo degradado – Recuperação. 3. Relação solo-planta. 4. Cultivo seqüencial. 5. NPK. 6. Calagem. 7. Consorciação de cultivo. 8. Feijão-de-porco. 9. Milho. 10. Caupi. I. Galvão, E.U.P., colab. II. Embrapa. Centro de Pesquisa Agroflorestal da Amazônia Oriental (Belém, PA). III. Título. IV. Série.

CDD: 631.42098115

AGRADECIMENTOS

Aos integrantes da Associação de Pequenos e Microprodutores Rurais do Panela, localizada no município de Irituia-PA, pela cessão da área, fornecimento de insumos e mão-de-obra, durante a realização da pesquisa-participativa.

S U M Á R I O

INTRODUÇÃO.....	9
MATERIAL E MÉTODOS	10
RESULTADOS E DISCUSSÃO	13
CONCLUSÕES	24
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA.....	24

ALTERAÇÕES DA FERTILIDADE DO SOLO CULTIVADO COM MILHO E CAUPI SUBMETIDOS À CALAGEM E ADUBAÇÃO QUÍMICA, EM IRITUIA-PA

Raimundo Freire de Oliveira¹
Exedito Ubirajara Peixoto Galvão¹

RESUMO: Avaliaram-se as modificações na fertilidade de um Latossolo Amarelo, textura média, onde foram aplicados tratamentos para recuperação da fertilidade em área de produtores familiares da Associação de Pequenos e Microprodutores Rurais do Panela, localizada no município de Irituia-PA, cujo preparo com trator-de-esteira arrastou grande parte da camada agricultável. A partir do segundo ano de cultivo, os tratamentos se resumiram em (+A) – milho consorciado com feijão-de-porco, com calagem e adubação e (-A) - milho sem calagem e sem adubação e não consorciado com feijão-de-porco. Além da amostragem de solo efetuada em maio de 1995, depois do preparo da área, foram efetuadas outras amostragens, sendo uma em junho de 1997, depois do cultivo de milho, e mais três no mês de janeiro de 1997, 1998 e 1999, antes do plantio de milho. Essas amostras foram coletadas nas camadas de 0-20 cm, 20-40 cm e 40-60 cm. Na amostragem de janeiro 1999 foram retiradas amostras também nas camadas de 0-5 cm, 5-10 cm e 10-20 cm, mas apenas no tratamento (+A). Ao longo de cada bloco foram coletadas amostras em 15 pontos para formar uma amostra composta. As determinações efetuadas para essas amostras foram: fósforo, potássio, cálcio+magnésio, Al, pH e matéria orgânica. Constatou-se que a calagem e a adubação NPK melhoraram a fertilidade do solo, pela eliminação do alumínio, aumento de pH e dos teores de cálcio+magnésio, potássio e fósforo, com reflexos no aumento da produtividade de grãos de milho. Após três anos de cultivo foi notório o declínio do efeito residual da calagem. Constatou-se, também, a ocorrência de lixiviação de potássio até a camada de 20-40 cm.

Termos para indexação: calagem, lixiviação, feijão-de-porco, adubação verde, agricultura familiar, NPK e leguminosa.

¹Eng.-Agr., M.Sc., Pesquisador da Embrapa Amazônia Oriental, Caixa Postal 48, CEP 66017-970, Belém, PA.

SOIL FERTILITY CHANGES UNDER LIMING AND FERTILIZATION OF CORN AND COWPEA CROP IN IRITUIA-PA

ABSTRACT: Soil fertility changes were evaluated in a Yellow Latosol, medium texture, where it was applied treatments for reclaiming soil fertility in a private farm of the Small Rural Producers Association of "Panela", Irituia County, Pará State. The initial and preparation was carried out with a chain tractor, which take off the arable soil. From the second year onwards soil cultivation treatments were: (+A) – corn associated with pigbeans (*Canavalia ensiformes*) (-A) - corn without liming and fertilization and not associated with pigbeans(*Canavalia ensiformes*). Besides the soil sampling performed in May 1995, after land preparation, other samples were taken, in June 1997, after corn cultivation, and in January 1997, 1998 and 1999, before seeding the corn. The samples were collected in layers of 0 – 20 cm, 20 - 40 cm and 40 - 60 cm. In January 1999 samples were also taken in layers of 0 - 5 cm, 5 - 10 cm and 10 - 20 cm, but only in treatment but only in treatment (+A). In each block it was taken samples in 15 points to obtain a composed sample. Samples were analyzed for phosphorus, potash, calcium + magnesium, Al^{+++} , pH and organic matter. Liming and fertilization improved soil fertility, through Al^{+++} elimination, pH increase and increased levels of phosphorus, potash and calcium + magnesium, with positive effects in corn productivity. During four years of cultivation on treatment (+A) the corn productivity average was 2,909.75 kg/ha. It represented a 241% increament of treatment (-A). After three years of cultivation, liming effects declined and potash lixiviation occurred in the layer of 20 – 40 cm.

Index terms: liming, lixiviation, *Canavalia ensiformes* green manure, small farmers NPK and legumes.

INTRODUÇÃO

Vários fatores contribuem para a degradação do solo, entre os quais estão o desmatamento, as atividades agrícolas, envolvendo diversas práticas, tais como: a utilização insuficiente ou excessiva de adubos, o uso inadequado de máquinas agrícolas e a não-utilização de práticas conservacionistas de solo (Oldeman, 1994, citado por Dias & Griffith, 1998).

A agricultura tradicional praticada no nordeste do Estado do Pará, como em outras partes da Amazônia, que segue a seqüência, derruba/queima/cultivo/pousio, tende a degradar o solo à medida que o processo se repete, com tempo de pousio cada vez mais curto. Uma grande quantidade de cinzas é depositada no solo com a queima da vegetação de mata e de capoeira (Dantas & Matos, 1981), com efeito benéfico sobre as propriedades químicas do solo e a produtividade das culturas, mas, com duração passageira (Smyth & Bastos, 1984). Esse sistema tem-se mostrado viável enquanto a fronteira agrícola dentro da propriedade suporta a pressão de uso da terra pela família, porém à medida que em uma mesma área essa pressão de uso aumenta, a família passa a enfrentar sérios problemas provocando, conseqüentemente, uma crise de sustentação dentro das propriedades.

Segundo Vera Filho & Tollini (1979), o grande instrumento de transformação da situação dos pequenos produtores é o progresso tecnológico e somente através dele é que os pequenos produtores terão condições de alcançar junto aos seus familiares o progresso econômico-social.

Dias & Griffith (1998) conceituam a recuperação de área degradada "como um conjunto de ações idealizadas e executadas por especialistas das mais diferentes áreas do conhecimento humano, que visam proporcionar o restabelecimento de condições de equilíbrio e sustentabilidade existentes anteriormente em um sistema natural."

Poucos trabalhos de pesquisa têm sido conduzidos na região amazônica, no sentido de acompanhar as modificações da fertilidade do solo em áreas de cultivo com a utilização de calagem e adubação. Entre esses trabalhos se encontra o de Cravo & Smith (1997) conduzido no Estado da Amazonas. Estes autores enfatizam a importância do cultivo contínuo na mesma área, com utilização adequada de calagem e adubação, como forma de aumentar a produtividade e reduzir a necessidade do desflorestamento.

A necessidade de informações sobre essas modificações se torna cada vez maior à medida que vem crescendo o número de produtores de culturas anuais que se utilizam de fertilizantes e corretivos. Em várias comunidades de pequenos produtores da região nordeste paraense, essa prática tem sido associada ao preparo do solo com a utilização de trator, o que tem possibilitado a exploração contínua de uma mesma área por muito mais tempo que no processo tradicional (Conto et al. 1996).

Este trabalho teve como objetivo acompanhar as modificações da fertilidade de um Latossolo Amarelo degradado, cultivado com milho consorciado com feijão-de-porco, com utilização de calcário e de adubação NPK, com cultivo sucessivo de caupi.

MATERIAL E MÉTODOS

Esta pesquisa foi efetuada utilizando-se quatro blocos de um ensaio destinado a testar tratamentos para a recuperação da capacidade produtiva do solo. O ensaio foi conduzido no município de Irituia, na Comunidade do Panela, situada às margens da rodovia BR-010 (Belém - Brasília), em solo classificado como Latossolo Amarelo, textura média (Galvão et al. 1998). Os blocos mediam 10m x 70m e correspondiam aos seguintes tratamentos: A) milho adubado e consorciado com feijão-de-porco; B) milho adubado e consor-

ciado com mucuna preta; C) milho solteiro adubado; e D) milho solteiro e não adubado. Em todos os tratamentos, após cultura do milho e da incorporação da leguminosa, foi efetuado o cultivo do caupi em rotação.

Tendo em vista que no primeiro ano a mucuna preta não apresentou bom desenvolvimento vegetativo, bem como que no tratamento C o milho solteiro necessitava de uma capina a mais que no tratamento A, optou-se por consorciar a partir no segundo ano, o milho com feijão-de-porco nos tratamentos A, B e C, ficando apenas o tratamento D com milho solteiro e sem adubação.

A área onde o ensaio foi instalado tinha como cobertura anterior uma capoeira fina de aproximadamente três anos, que foi removida com o emprego de trator-de-esteira com lâmina, que ocasionou arraste de parte da camada arável (Horizonte A).

Em novembro de 1995, procedeu-se a gradagem com trator-de-roda, seguida da aplicação do calcário dolomítico (3,3 t/ha), e sua incorporação. Essa dose de calcário foi calculada com base no teor de cálcio+magnésio, subtraindo-se o teor dado pela análise de solo ($10 \text{ mmol}_e \text{ dm}^{-3}$) do valor $25 \text{ mmol}_e \text{ dm}^{-3}$ (considerado médio). A diferença ($15 \text{ mmol}_e \text{ dm}^{-3}$) correspondeu à quantidade de 1,5 t/ha de calcário, que foi corrigida em função do PRNT do calcário utilizado, que era de 45%. Essa calagem não foi efetuada para o tratamento D.

As doses de adubos usados pelas culturas seguiram as recomendações do Laboratório de Solo da Embrapa Amazônia Oriental, em função dos resultados das análises.

A cultivar de milho utilizada nos dois primeiros anos de cultivo foi a BR-5102, enquanto que nos dois últimos foi plantada o híbrido AG 405.

Nos dois primeiros anos, o milho foi adubado com 40 kg/ha de N, 60 kg/ha de P_2O_5 e 40 kg/ha de K_2O , na forma de uréia, superfosfato triplo e cloreto de potássio. O nitrogênio foi aplicado 1/3 por ocasião do plantio, misturado com as quantidades totais de fósforo e de potássio, e o restante, em cobertura após 45 dias. O feijão-de-porco recebeu a adubação de 4 kg/ha de N, 50 kg/ha de P_2O_5 e 50 kg/ha de K_2O , por ocasião do plantio. A adubação para o caupi foi de 50 kg/ha de P_2O_5 e 50 kg/ha de K_2O , também por ocasião do plantio.

No terceiro ano de cultivo, o milho recebeu no plantio 300 kg/ha da formulação NPK 10-28-20 e mais 56 kg de N/ha, em cobertura, 34 dias após o plantio. A adubação para o feijão-de-porco foi de 200 kg/ha da formulação NPK 4-20-20 + Zn. No caupi foram aplicados 267 kg/ha desta mesma formulação. Neste ano, esta mesma quantidade de adubo também foi aplicada no caupi do tratamento testemunha.

A adubação aplicada no milho, no quarto cultivo, foi a mesma do terceiro cultivo e mais 15 kg de K_2O /ha, juntamente com a segunda parcela de nitrogênio. O feijão-de-porco e o caupi não receberam adubação neste quarto cultivo, em função das análises de solo revelarem uma melhoria da fertilidade da área em comparação aos anos anteriores.

A semeadura do milho foi efetuada em janeiro, no espaçamento de 1,00 m x 0,40 m, deixando-se duas plantas/cova, após o desbaste, enquanto o feijão-de-porco foi semeado três semanas após, no espaçamento de 0,40 m x 0,30 m, com duas sementes/cova. No início da floração, o feijão-de-porco era cortado e deixado entre as linhas de milho. Após a colheita do milho era efetuada a incorporação dos restos culturais juntamente com a leguminosa, e efetuada a semeadura do caupi (cv. BR-3 - Tracuateua), no espaçamento de 0,50 m x 0,30 m, utilizando-se três sementes/cova.

Além da amostragem de solo efetuada em maio de 1995, depois do preparo da área, foram efetuadas outras amostragens, sendo uma em junho de 1997, depois do cultivo de milho, e mais três no mês de janeiro de 1997, 1998 e 1999, antes do plantio de milho. Essas amostras foram coletadas nas camadas de 0-20 cm, 20-40 cm e 40-60 cm. Na amostragem de janeiro de 1999 foram retiradas amostras também nas camadas de 0-5 cm, 5-10 cm e 10-20 cm, mas apenas no tratamento (+A). Ao longo de cada bloco, foram coletadas amostras em 15 pontos para formar uma amostra composta.

As determinações efetuadas para as amostras de solo foram: fósforo, potássio, cálcio, magnésio, alumínio, pH e matéria orgânica.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A diferença de cultivo entre os tratamentos A, B e C existiu somente no primeiro ano, quando o milho não foi consorciado com leguminosa no tratamento C. Considerando-se a semelhança entre esses tratamentos a partir do segundo ano de cultivo, optou-se por trabalhar com a média dos resultados analíticos de solo desses tratamentos. Desse modo, os resultados serão apresentados como provenientes dos tratamentos (+A) - milho consorciado com feijão-de-porco, com calagem e adubação e (-A) - milho não consorciado com feijão-de-porco, sem calagem e sem adubação.

Os dados de análises de solo referentes à amostragem geral da área experimental antes da implantação dos tratamentos, bem como das amostragens efetuadas durante os três anos de cultivo são mostrados nas Figs. 1 a 7. Esses dados evidenciaram em maio de 1995, antes da implantação dos tratamentos, a baixa fertilidade natural do solo, que se caracteriza pelos baixos teores de matéria orgânica, fósforo, potássio, cálcio + magnésio e baixo valor de pH.

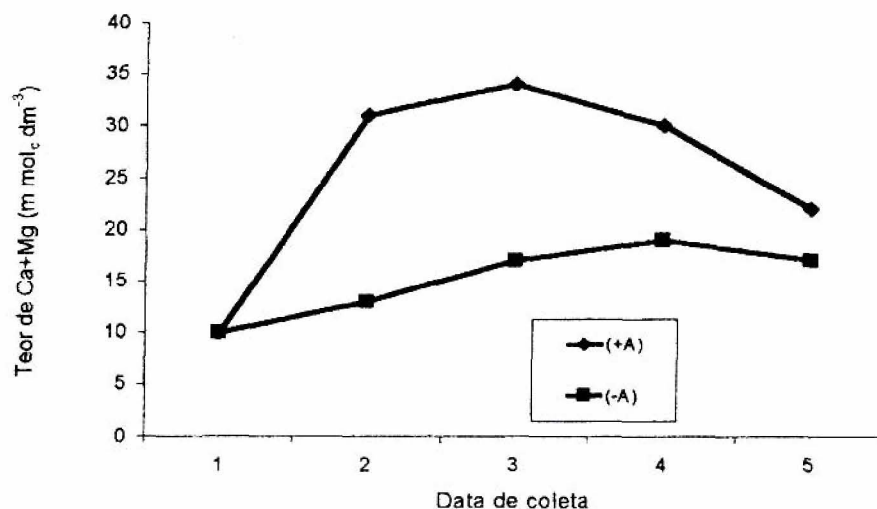


FIG. 1. Teor de Ca+Mg no solo (0-20 cm) em cultivo de milho consorciado com feijão-de-porco com calagem + NPK (+A) e milho solteiro sem calagem e sem NPK (-A), em maio de 1995 (1), janeiro de 1997 (2), junho de 1997 (3), janeiro de 1998 (4) e janeiro de 1999 (5). Irituia-PA.

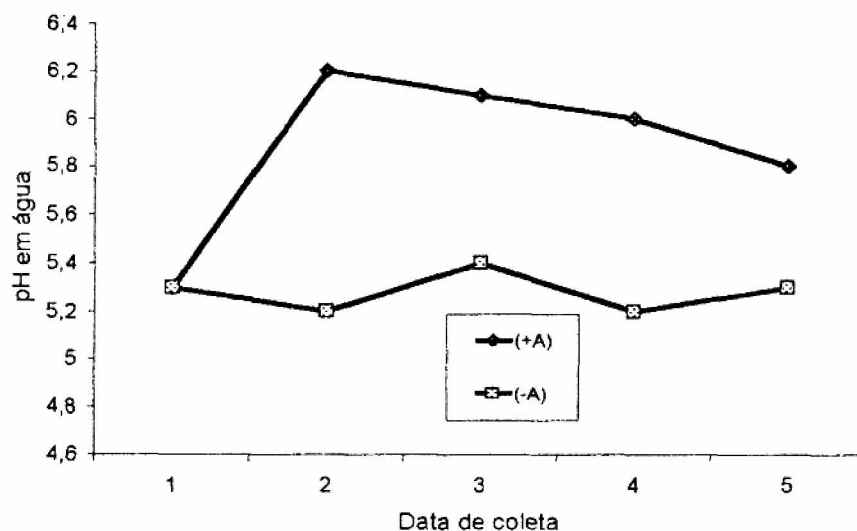


FIG. 2. pH no solo (0-20 cm) em cultivo de milho consorciado com feijão-de-porco com calagem + NPK (+A) e milho solteiro sem calagem e sem NPK (-A), em maio de 1995 (1), janeiro de 1997 (2), junho de 1997 (3), janeiro de 1998 (4) e janeiro de 1999 (5). Irituia-PA.

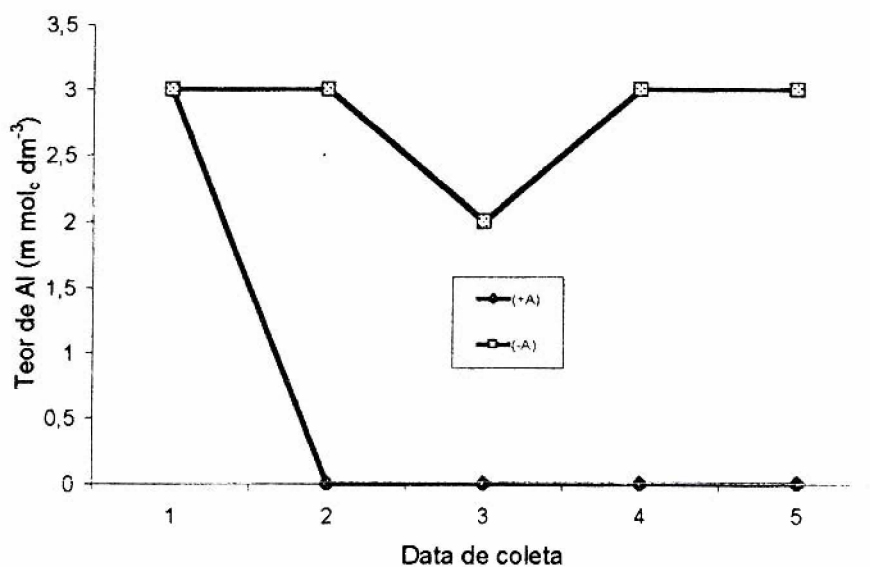


FIG. 3. Teor de Al no solo (0-20 cm) em cultivo de milho consorciado com feijão-de-porco com calagem + NPK (+A) e milho solteiro sem calagem e sem NPK (-A), em maio de 1995 (1), janeiro de 1997 (2), junho de 1997 (3), janeiro de 1998 (4) e janeiro de 1999 (5). Irituia-PA.

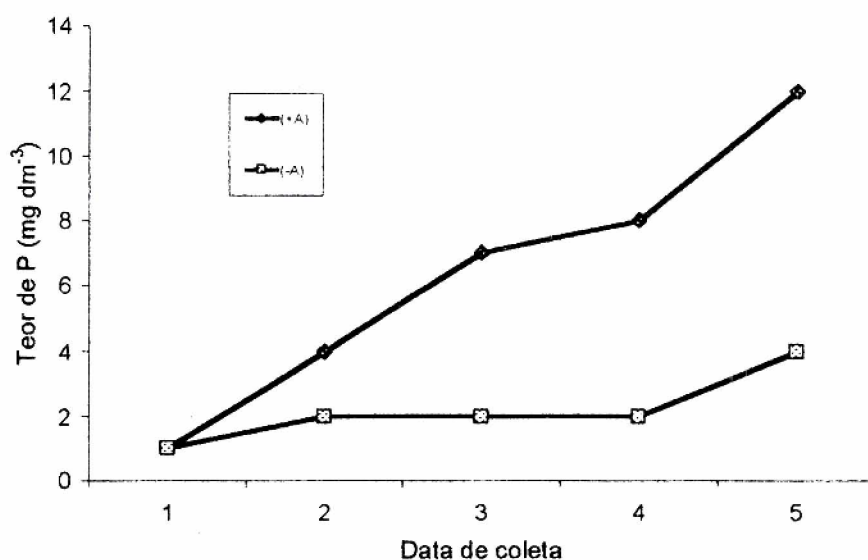


FIG. 4. Teor de Fósforo no solo (0-20 cm) em cultivo de milho consorciado com feijão-de-porco com calagem + NPK (+A) e milho solteiro sem calagem e sem NPK (-A), em maio de 1995 (1), janeiro de 1997 (2), junho de 1997 (3), janeiro de 1998 (4) e janeiro de 1999 (5). Irituia-PA.

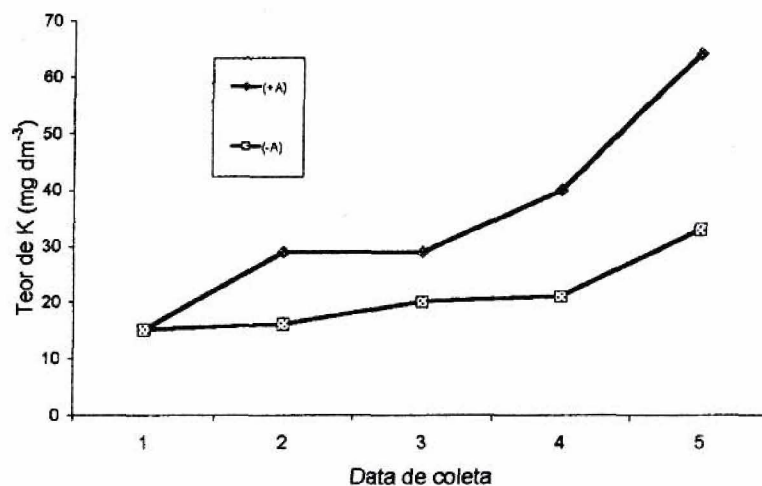


FIG. 5. Teor de Potássio no solo (0-20 cm) em cultivo de milho consorciado com feijão-de-porco com calagem + NPK (+A) e milho solteiro sem calagem e sem NPK (-A), em maio de 1995 (1), janeiro de 1997 (2), junho de 1997 (3), janeiro de 1998 (4) e janeiro de 1999 (5). Irituia-PA.

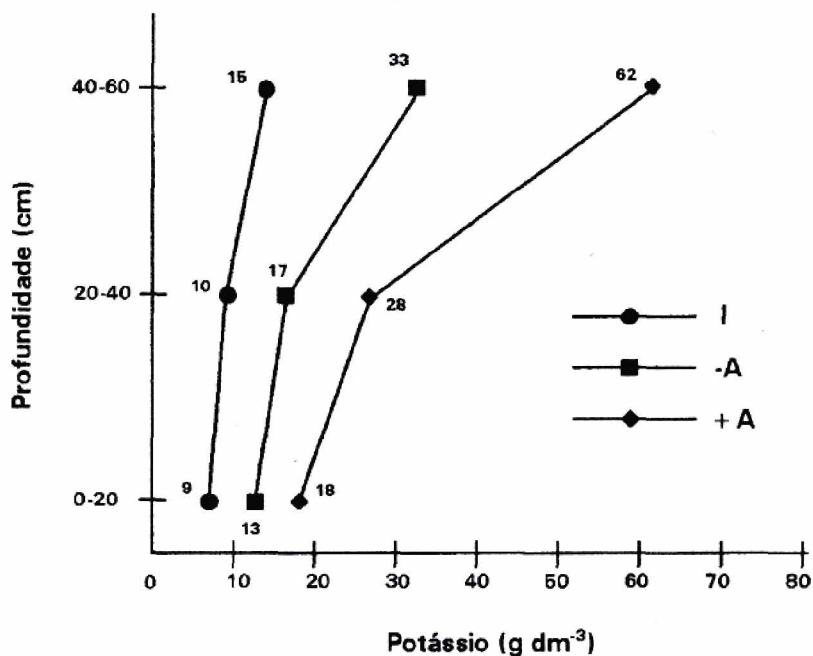


FIG. 6. Distribuição dos teores de potássio no perfil de um Latossolo Amarelo, antes da implantação do ensaio (I) e após três anos de cultivo com adubação (+A) e sem adubação (-A). Irituia-PA, 1999.

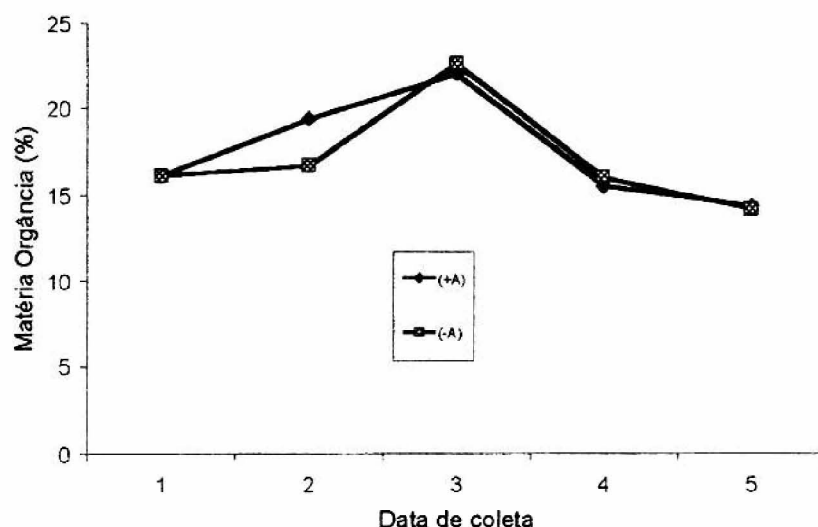


FIG. 7. Matéria orgânica no solo (0-20 cm) em cultivo de milho consorciado com feijão-de-porco com calagem + NPK (+A) e milho solteiro sem calagem e sem NPK (-A), em maio de 1995 (1), janeiro de 1997 (2), junho de 1997 (3), janeiro de 1998 (4) e janeiro de 1999 (5). Irituia-PA.

A calagem, efetuada em novembro de 1995 teve por objetivo maior a elevação do teor de cálcio+magnésio, uma vez que o Al apresentava-se com valor baixo.

Na camada de 0-20 cm, a calagem elevou os teores de cálcio+magnésio para valores médios, a partir do primeiro ano de cultivo, mantendo-se no tratamento (+A) com concentrações iguais ou superiores a $30 \text{ mmol}_e \text{ dm}^{-3}$ até o início do terceiro ano de cultivo. Em janeiro de 1999, 38 meses após a calagem, as análises indicaram uma queda nos teores desses nutrientes, cujo valor ficou em $22 \text{ mmol}_e \text{ dm}^{-3}$, enquanto no tratamento (-A), que não recebeu calagem, esse valor foi de $17 \text{ mmol}_e \text{ dm}^{-3}$ (Fig. 1). Muito embora os teores de cálcio+magnésio no tratamento que levou calcário estejam bem acima da testemunha, a Fig. 1 mostra que houve um aumento gradativo dos teores destes nutrientes no trata-

mento (-A), na camada de 0-20 cm. Acredita-se que este aumento poderia, em parte, ser atribuído à decomposição do material orgânico deixado sobre o solo após cada cultivo, aliado à contaminação da parcela testemunha pelo calcário aplicado no tratamento (+A). Observa-se que a curva segue a mesma tendência daquela correspondente à aplicação de calcário, o que faz supor que parte deste tenha sido levado pelo vento ou até mesmo por arraste superficial, para o tratamento (-A), por ocasião da aplicação.

Outra constatação importante observada foi que a calagem também elevou o pH, mantendo-o durante os três anos de cultivo, igual ou superior a 5,8, enquanto no solo sem calagem o valor médio do pH, durante o mesmo período, foi de 5,3 (Fig. 2). O alumínio foi neutralizado e manteve-se assim até a última amostragem, na camada de 0-20 cm, onde foi efetuada a incorporação do calcário (Fig. 3).

A duração do efeito residual da calagem é função das doses aplicadas e do tipo de solo (Cruz & Stammel, 1978). Os resultados obtidos neste trabalho são coerentes com a literatura, que mostra a diminuição do efeito da calagem normalmente a partir do segundo ou terceiro ano após a aplicação do corretivo (Oliveira et al. 1997; Silva et al. 1987; Camargo et al. 1982). Por outro lado, não foi constatada lixiviação de cálcio + magnésio, como encontrado por outros autores quando aplicaram doses de duas a três vezes maiores do que as que foram empregadas nesta pesquisa (Silva et al. 1987; Quaggio et al. 1982). A perda de cálcio e magnésio, além de ser favorecida pela aplicação de doses mais altas de calcário pode ocorrer também em solos com altos teores de matéria orgânica, pela formação de compostos solúveis a partir da reação do calcário com o nitrato produzido pela nitrificação da matéria orgânica. Cruz et al. (1978), constataram perdas acentuadas de cálcio e magnésio para a camada de 15-25 cm em solo com teor de matéria orgânica de 59 g dm^{-3} . No caso deste estudo, nem a dose aplicada nem o teor de matéria orgânica do solo estariam favorecendo a perda desses nutrientes.

Para o fósforo, foi registrado um aumento gradativo de seus teores no tratamento com adubação, e alcançou valor médio no final dos três anos de cultivo (Fig. 4). No tratamento testemunha, esse nutriente manteve-se com valores muitos baixos, mas sofreu um pequeno aumento na última amostragem de solo, atribuído ao efeito da adubação aplicada no cultivo de caupi no ano de 1998.

O fósforo é um dos nutrientes que mais deixa efeito residual no solo, como tem sido constatado por outros trabalhos conduzidos nas condições amazônicas. Oliveira et al. (1995) observaram que depois de cinco cultivos sucessivos com culturas de ciclo curto, em solo Podzólico Vermelho-Amarelo distrófico, no município de Capitão Poço-PA, o teor de fósforo da camada de 0-20 cm, que era de 1 mg dm^{-3} , passou para 16 mg dm^{-3} , com a aplicação de $120 \text{ kg de P}_2\text{O}_5/\text{ha}$ em cada cultivo.

Na Fig. 5 observa-se que o potássio também sofreu um aumento gradativo de seus teores no solo, atingindo valores médios, na camada de 0-20 cm, no final do terceiro ano de cultivo, no tratamento com adubação. De modo semelhante ao que ocorreu com o fósforo, o potássio manteve-se com valores sempre baixos no tratamento sem adubação, sendo o aumento verificado na última amostragem atribuído à adubação, que foi fornecida ao caupi no terceiro ano de cultivo.

Verificou-se ainda, na última amostragem, indícios de lixiviação desse nutriente. A Fig. 6 mostra que houve um aumento do teor de potássio nas camadas de 20-40 cm e de 40-60 cm no tratamento com adubação (+A), em comparação com o tratamento testemunha (-A).

No que diz respeito aos teores de matéria orgânica, os dados não evidenciaram diferenças entre o tratamento com leguminosa e a testemunha, assim como não indicaram tendência de aumento dessa em função do tempo de cultivo (Fig. 7). Nas regiões tropicais, torna-se difícil o aumento dos

teores de matéria orgânica no solo, porque as altas temperaturas e os altos índices de umidade aumentam as taxas de decomposição da matéria orgânica. Essa decomposição é ainda mais acelerada quando os restos culturais são incorporados ao solo (Bayer & Bertol, 1999). A Fig. 7 mostra um ligeiro aumento do teor de matéria orgânica em junho de 1997, na amostragem de solo efetuada pouco tempo depois da incorporação dos restos culturais de milho e de feijão-de-porco, o que indica que parte da matéria orgânica incorporada ainda não havia sofrido a decomposição.

A Tabela 1 apresenta os dados da análise de solo no tratamento com adubação, em amostra coletada em cinco camadas, após três anos de cultivo.

TABELA 1. Resultados analíticos do solo, em cinco profundidades, no ensaio de recuperação de área degradada, após três anos de cultivo de milho consorciado com feijão-de-porco, com cultivo sucessivo de caupi, no tratamento com calagem e adubação. Irituia-PA, 1999.

Prof. (cm)	M.O. g dm ⁻³	PH (água)	P mg dm ⁻³	K mg dm ⁻³	Ca + Mg mmolc dm ⁻³	Al mmolc dm ⁻³
0-5	16,4	5,9	18	56	31	0
5-10	15,9	6,0	15	77	28	0
10-20	12,8	6,0	8	61	23	0
20-40	10,3	5,3	2	29	13	3
40-60	5,6	4,8	1	17	6	7

Nessa tabela verifica-se que na camada de 0-5 cm se encontram os maiores teores para matéria orgânica, fósforo e cálcio+magnésio, cujos teores vão diminuindo gradativamente com o aumento da profundidade. No caso do potássio, são encontrados maiores teores nas camadas de 5-10 cm e de 10- 20 cm do que na camada de 0-5 cm. Na

camada de 5-10 cm, o teor de potássio é cerca de 38% superior àquele encontrado na camada superficial, o que indica ocorrência de lixiviação deste nutriente.

A perda de potássio por lixiviação é favorecida em solos de baixa CTC e tende a ser maior quanto maior for a dose aplicada. Trabalhos conduzidos em Latossolo Escuro, de cerrado, por Souza et al. (1979), evidenciaram alto percentual de retenção de potássio na camada de 0-15 cm para doses de até 150 kg K₂O/ha, mas constataram que houve perdas do nutriente com doses de 300 e 600 kg/ha.

A possibilidade de ocorrência de lixiviação valoriza o consórcio da cultura do milho com o feijão-de-porco, uma vez que o sistema radicular dessa leguminosa explora camadas mais profundas do solo do que o sistema radicular do milho. Os nutrientes recapturados e incorporados à biomassa dessa leguminosa são devolvidos à superfície do solo quando essa biomassa for aí depositada depois do corte.

Em 1997, a média de produção de matéria seca de feijão-de-porco no tratamento (+A) foi de 1.475 kg/ha, com concentrações médias de 30,3, 0,7, 13,1, 16,8 e 4,3 g kg⁻¹, para nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio, respectivamente. O nitrogênio foi o nutriente que mais se destacou em quantidade, equivalendo a 98 kg/ha de uréia, enquanto a equivalência do potássio foi de 32 kg/ha de cloreto de potássio. Segundo Calegari (1995), citado por Lopes (1998), a massa seca de feijão-de-porco, colocada sobre o solo como cobertura morta, durante a sua decomposição, equivale a uma aplicação de 2.438 kg/ha de matéria orgânica.

A Fig. 8 mostra a curva de produção de grãos de milho, nos tratamentos com adubação e calagem (+A) e na testemunha (-A). Observa-se que o rendimento cresceu até o segundo cultivo, manteve-se estável no terceiro cultivo e apresentou um decréscimo no quarto cultivo. Vale ressaltar que neste cultivo houve atraso na aplicação da segunda par-

cela da dose de nitrogênio, que pode ser responsável, em parte, pela queda do rendimento do milho. Por outro lado, a diminuição do efeito residual da calagem observada no início deste quarto cultivo, com decréscimo do pH e dos teores de cálcio + magnésio (Figs. 1 e 2), também pode ser apontada como causa da queda de rendimento da produção de milho.

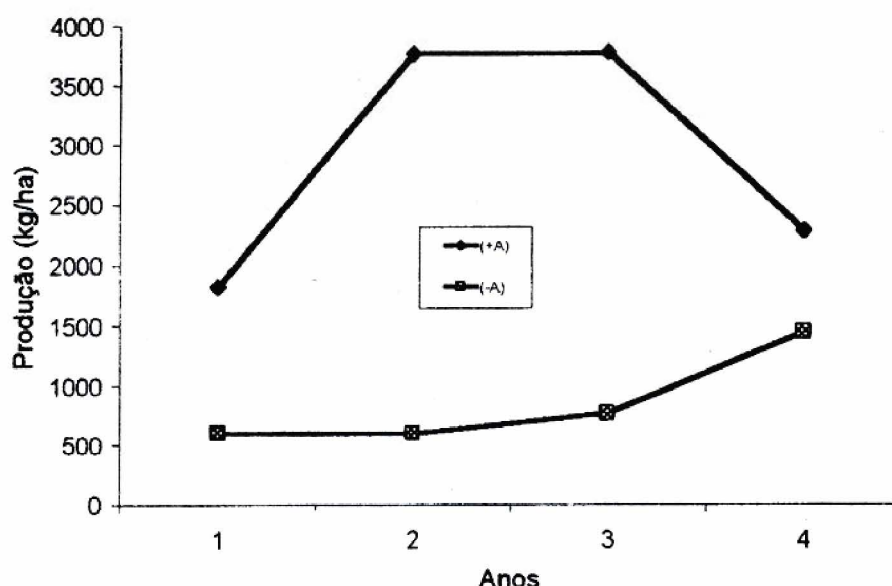


FIG. 8. Produção de milho em kg/ha em cultivo consorciado com feijão-de-porco com calagem + NPK (+A) e milho solteiro sem calagem e sem NPK (-A), em 1996 (1), 1997 (2), 1998 (3) e 1999 (4). Irituia-PA.

Os rendimentos de caupi também evidenciaram resposta ao aumento da fertilidade do solo (Fig. 9). Em 1997, o tratamento com adubação (+A) produziu mais de três vezes do que o tratamento com testemunha (-A). Em 1998, de modo semelhante ao que foi verificado para o milho, o tratamento com adubação manteve produção semelhante ao ano anterior. A produtividade da testemunha aumentou em 1998, porque neste ano também recebeu adubação. O efeito residual dessa adubação se refletiu no aumento de 686 kg/ha de grãos de milho no ano seguinte (Fig. 8). Oliveira et al. (1995) mencionam a habilidade do milho em se beneficiar do efeito residual de adubação aplicada no ano anterior, para cultivo de arroz.

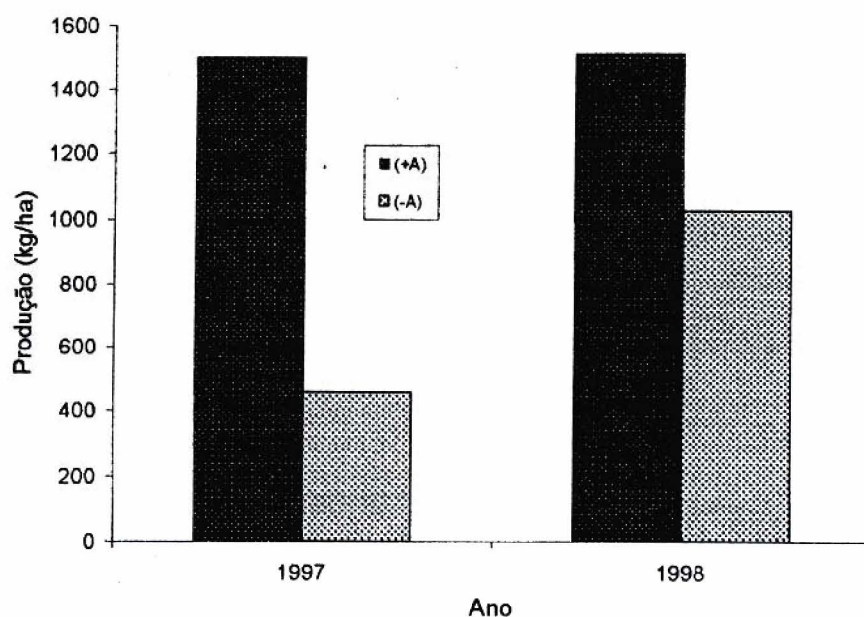


FIG. 9. Produção de feijão caupi em kg/ha em cultivo consorciado com feijão-de-porco com calagem + NPK (+A) e milho solteiro sem calagem e sem NPK (-A). Irituia-PA.

Em 1996, o caupi foi colhido sem levar em conta os tratamentos. A produtividade média dos quatro tratamentos, incluindo a testemunha, foi de 398 kg/ha, considerada muito abaixo da potencialidade da cultivar usada. Ocorreu neste cultivo uma diminuição do número de plantas ocasionado, provavelmente, pela fermentação da grande quantidade de massa verde incorporada pelo feijão-de-porco, já que a semeadura do caupi foi efetuada a menos de duas semanas dessa incorporação.

CONCLUSÕES

- O efeito residual da calagem no solo se manteve por dois anos;
- Constatou-se a ocorrência de lixiviação de potássio até a camada de 20-40 cm, indicando a necessidade de condução de pesquisas sobre parcelamento de aplicação deste elemento.
- O aumento de produtividade de grãos de milho e de caupi é um indicativo da melhoria da fertilidade do solo no tratamento com adubação e calagem.
- A média de produtividade do milho nos quatro anos de cultivo do tratamento (+A) foi de 2.909,75 kg/ha, e que representou um incremento de 241% em relação à testemunha (-A).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA

- BAYER, C.; BERTOL, I. Características químicas de um cambissolo úmico afetado por sistemas de preparo, com ênfase à matéria orgânica. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.23, p.687-694, 1999.
- CAMARGO, A.P. de; RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; ROCHA, T.R. da; NAGAI, V. MASCARENHAS, H.A.A. Efeito da calagem nas produções de cinco cultivares de milho, seguidos de algodão e soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.17, n.7, p.1007-1012, 1982.
- CONTO, A.J.; HOMMA, A.K.O.; GALVÃO, E.U.P.; FERREIRA, C.A.P.; CARVALHO, R. A. A mecanização na pequena propriedade na região nordeste do Estado do Pará. Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 34., Aracaju, SE, 1996. **Anais....Brasília: SOBER, 1996. v.1, p.385-410.**

- CRAVO, M.S.; SMYTH, T.J. Manejo sustentado da fertilidade de um latossolo da Amazônia central sob cultivos sucessivos. **Revista Brasileira Ciências do Solo**, Viçosa, v.21, p.607-616, 1997.
- CRUZ, E. de S.; STAMMEL, J. G. Efeito residual da calagem em solos de diferentes classes texturais. **Anuário Técnico do Instituto de Pesquisas Zootécnicas**, v.5, n.1, p.225-310, 1978.
- DANTAS, M.; MATOS, A. de O. **Estudo fito-ecológico do trópico úmido brasileiro. III. Conteúdo de nutrientes em cinzas de florestas e capoeira, Capitão-Poço**. Belém: Embrapa-CPATU, 1981. 23p. (Embrapa-CPATU. Boletim de Pesquisa, 24).
- DIAS, L.E.; GRIFFITH, J.J. Conceituação e caracterização de áreas degradadas. In: DIAS, E.L.; MELLO, J.W.V. de. **Recuperação de áreas degradadas**. Viçosa: UFV, 1998. p.1-7.
- GALVÃO, E.U.P.; OLIVEIRA, R.F. de; SOUZA, F.R.S. de; SILVA, J.F. de A. F. da; LOPES, O.M.N.; MENEZES, A. J.A. **Recuperação de área degradada com uso de adubação química e de leguminosa, em Irituia, PA**. Belém: Embrapa-CPATU, 1998. 23p. (Embrapa-CPATU. Boletim de Pesquisa, 187).
- LOPES, M.N. **Efeito do feijão-de-porco no solo cultivado com pimenta-do-reino**. Belém: Embrapa-CPATU, 1998. 15p. (Embrapa-CPATU. Circular Técnica, 74).
- OLIVEIRA, E.L. de; PARRA, M.S.; COSTA A. Resposta da cultura do milho, em um latossolo vermelho-escuro álico, à calagem. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.21, p.65-70, 1997.

- OLIVEIRA, R.F. de; CRUZ, E. de S.; ALVES, S. de M.; COSTA, M.P. da; FERREIRA, W. de. A. Cultivos de arroz, milho e caupi adubados com biofertilizante e superfosfato triplo. Belém: Embrapa-CPATU, 1995. 29p. (Embrapa-CPATU. Boletim de Pesquisa, 160).
- QUAGGIO, J.A.; MASCARENHAS, H.A.A.; BATAGLIA, O.C. Resposta da soja à aplicação de doses crescentes de calcário em Latossolo roxo distrófico de cerrado. II. Efeito residual. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.6, n.2, p. 111-124, 1982.
- SILVA, N.M. da; CARVALHO, L.H.; HIROCE, R.; QUAGGIO, J.A. A calagem na reação do algodoeiro à adubação com superfosfato simples. **Bragantia**, Campinas, v.46, n.2, p.381-396, 1987
- SMYTH, T.J.; BASTOS, J.B. Alterações na fertilidade de um latossolo amarelo álico pela queima da vegetação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.8, p.127-132, 1984.
- SOUZA, D.M.G.; RITCHEY, K.D.; LOBATO, E.; GOEDERT, W.J. Potássio em solo de Cerrado.II. Balanço no solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.3, p.3-6, 1979.
- VERA FILHO, F.; TOLLINI, H. Progresso tecnológico e desenvolvimento agrícola. In: VEIGA, A. **Ensaio sobre política agrícola brasileira**. São Paulo: Secretaria de Agricultura de São Paulo, 1979. 136p.



Amazônia Oriental

*Ministério da Agricultura e do Abastecimento
Trav. Dr. Enéas Pinheiro s/n, Caixa Postal 48,
Fax (91) 276-9845, Fone (91) 276-6333, CEP 66095-100
e-mail: cpatu@cpatu.embrapa.br*

