



## Alterações na fertilidade dos solos em áreas de produção familiar de mandioca no Território do Alto Sertão de Alagoas

Marcelo Ferreira Fernandes<sup>1</sup>  
Sérgio de Oliveira Procópio<sup>2</sup>

### Introdução

O Território do Alto Sertão de Alagoas, também conhecido como Xingó, é formado por oito municípios (Água Branca, Canapi, Delmiro Gouveia, Inhapi, Mata Grande, Olho D'Água do Casado, Pariconha e Piranhas). Esse território possui uma população estimada de 167.660 habitantes (IBGE, 2007), faz divisa com os estados de Sergipe, Bahia e Pernambuco, perfazendo uma área de 3.905,4 km<sup>2</sup>. A vegetação predominante é a caatinga hiperxerófila, contudo, nos municípios de Água Branca, Mata Grande e Pariconha existem locais de maior altitude (serras), onde se concentram áreas de floresta subcaducifólia (Parahyba et al., 2007). A importância econômica e social da agricultura familiar no território é inquestionável, visto que, das 18.101 propriedades existentes no território 17.596 (97,2%) se enquadram neste conceito (Siqueira, 2004).

A mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) é uma das principais culturas do Território; seu produto mais comum, a farinha de mandioca, é largamente consumido e o processo de beneficiamento, de domínio da população rural. Essa cultura vem sendo cultivada ao longo dos anos nessa região, predominantemente sem nenhum tipo de mecanização e sem reposição de nutrientes, seja por fontes orgânicas ou químicas. De acordo com Lopes et al. (2005), a alta exportação de nutrientes promovida pela mandioca

pode não assegurar produtividades econômicas desta cultura com o passar dos anos de cultivo, caso não haja reposições adequadas, principalmente quando cultivada em solos de baixa fertilidade natural.

Objetivou-se no trabalho quantificar as alterações na fertilidade do solo em resposta ao cultivo de mandioca em áreas de produção familiar no Território do Alto Sertão de Alagoas.

Doze propriedades rurais de produção familiar de mandioca foram selecionadas nos municípios de Pariconha, Água Branca e Olho D'Água do Casado, no Território do Alto Sertão de Alagoas. A localização, descrição de paisagens e tempo de cultivo de mandioca nesses sítios são apresentadas na Tabela 1. Nessas propriedades as operações agrícolas para o preparo do solo e cultivo da mandioca são realizadas manualmente e sem uso de insumos químicos ou orgânicos, sendo cultivadas variedades de mandioca desenvolvidas no próprio Território.

Em cada propriedade, amostras de solo foram coletadas em áreas pareadas de produção de mandioca e vegetação nativa, localizadas na mesma posição da paisagem e a menos de 30 m entre si. As amostras foram coletadas na profundidade de 0 a 20 cm e enviadas para o laboratório para análise de pH, matéria orgânica (MO), cálcio (Ca),

<sup>1</sup> Embrapa Tabuleiros Costeiros, Av. Beira Mar, 3250, Aracaju, SE, 49025-040, e-mail: marcelo@cpatc.embrapa.br.

<sup>2</sup> Embrapa Tabuleiros Costeiros, Av. Beira Mar, 3250, Aracaju, SE, 49025-040, e-mail: procopio@cpatc.embrapa.br.

magnésio (Mg), potássio (K) e fósforo extraído por resina (P). A capacidade de troca catiônica total (CTC) foi calculada como o somatório entre a soma de bases e a acidez potencial (Al + H).

Modelos de regressão múltipla foram utilizados para descrever as mudanças nas variáveis em função do tempo

de cultivo, acrescentando-se, como co-variável, os valores iniciais destas variáveis. O modelo utilizado foi  $\log(V_t) = \hat{\alpha}_0 + \hat{\alpha}_1 V_0 + \hat{\alpha}_2 t$ , onde  $V_t$  representa o valor da variável química no tempo de cultivo  $t$ ;  $V_0$ , o valor da variável sob vegetação nativa ( $t = 0$ ) e  $t$ , o tempo de cultivo com mandioca expresso em anos.  $\hat{\alpha}_0$ ,  $\hat{\alpha}_1$  e  $\hat{\alpha}_2$  são os valores do intercepto e dos coeficientes para  $V_0$  e  $t$ , respectivamente.

**Tabela 1.** Caracterização dos sítios amostrais

Sítio	Coordenadas/ Altitude	Município	Solo (textura <sup>1</sup> )	Vegetação original	Anos sob cultivo
A	9°14'48"S, 37°58'58"W/ 674 m	Pariconha	Cambissolo Háplico (fa)	FSC <sup>‡</sup>	1
B	9°15'00"S, 37°59'41"W/ 465 m	Pariconha	Neossolo Regolítico (fa)	FSC	10
C	9°14'53"S, 37°58'42"W/ 668 m	Pariconha	Cambissolo Háplico (fa)	FSC	10
D	9°15'18"S, 37°58'55"W/ 677 m	Pariconha	Neossolo Regolítico (fa)	FSC	20
E	9°14'45"S, 37°57'32"W/ 732 m	Água Branca	Cambissolo Háplico (fa)	FSC	25
F	9°14'45"S, 37°57'40"W/ 745 m	Água Branca	Cambissolo Háplico (fa)	FSC	30
G	9°15'42"S, 37°58'44"W/ 646 m	Pariconha	Cambissolo Háplico (fa)	FSC	35
H	9°14'21"S, 37°58'42"W/ 725 m	Água Branca	Cambissolo Háplico (fa)	FSC	40
I	9°29'33"S, 37°52'23"W/ 269 m	Olho D'Água do Casado	Neossolo Quartzarênico (a)	Caatinga	6
J	9°11'10"S, 37°51'56"W/ 428 m	Água Branca	Neossolo Regolítico (af)	Caatinga	20
K	9°11'43"S, 37°51'02"W/ 443 m	Água Branca	Neossolo Regolítico (af)	Caatinga	20
L	9°10'49"S, 37°51'48"W/ 415 m	Água Branca	Cambissolo Háplico (af)	Caatinga	40

<sup>1</sup>(a): areia; (af): areia franca; (fa): franco arenosa. As áreas sob vegetação nativa e produção de mandioca, dentro de cada propriedade, apresentaram a mesma textura. <sup>‡</sup> FSC: floresta subcaducifólia.

Para cada variável química, as amostras foram classificadas em cinco classes de interpretação de fertilidade do solo para culturas anuais (Alvarez V. et al.; 1999). Para o P, extraído por resina, os limites das classes foram os indicados por Raji (2001).

De modo geral, os valores de matéria orgânica das áreas originalmente sob floresta subcaducifólia (FSC) (média 25,4 g dm<sup>-3</sup>) foram maiores que os sob caatinga (17,5 g dm<sup>-3</sup>) (Figura 1). Os teores de matéria orgânica da maioria das amostras de FSC foram classificados como médios, de acordo com as classes de interpretação de fertilidade, ao

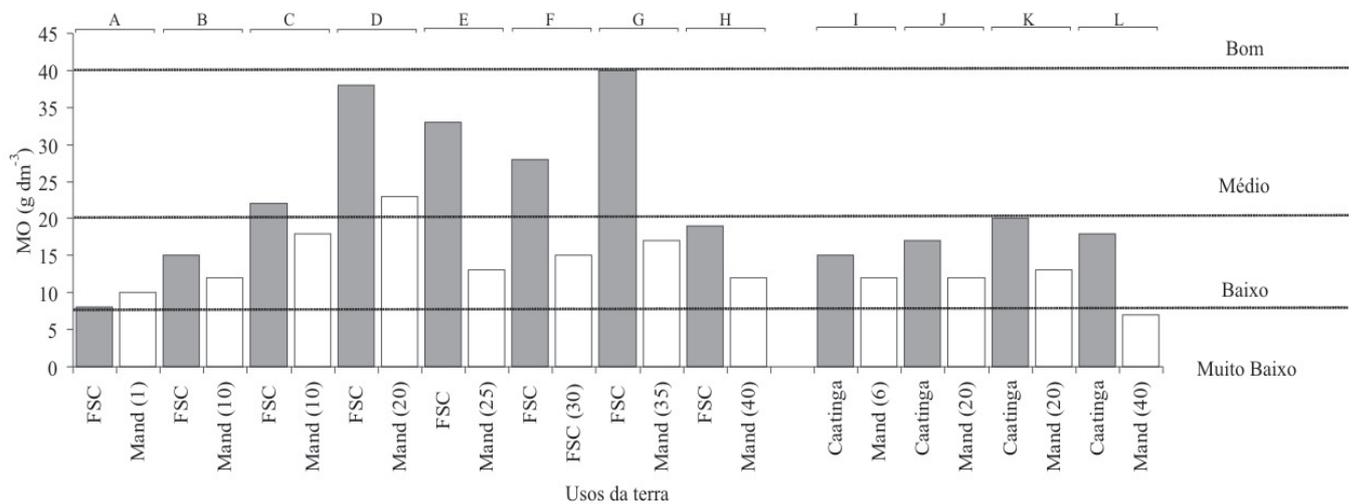
passo que os teores de todas as amostras de caatinga foram classificados como baixos. Estes resultados podem ser explicados pela maior produtividade primária das florestas e, conseqüentemente, do maior aporte de resíduos ao solo neste bioma, comparativamente à caatinga. O cultivo com mandioca resultou em redução dos teores de matéria orgânica em todas as áreas analisadas, exceto na área A. Esta área foi a que apresentou o menor tempo de cultivo na época da amostragem (1 ano), dentre todas as analisadas. Os decréscimos nos teores de matéria orgânica sob cultivo de mandioca foram mais expressivos em áreas originalmente ricas em matéria orgânica e cultivadas por

períodos mais prolongados. Após consideradas as diferenças nos teores iniciais de matéria orgânica, as reduções anuais estimadas de matéria orgânica em função do cultivo de mandioca foram de 2,13% (Tabela 2).

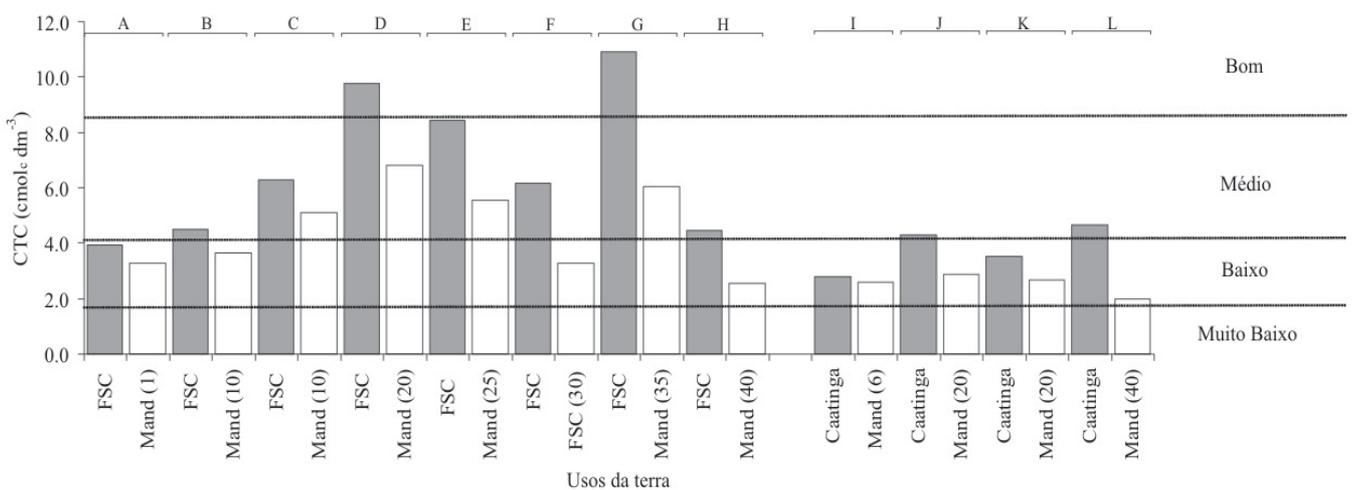
A CTC também foi maior nas áreas nativas de FSC do que nas de caatinga (Figura 1). As variações na CTC entre as áreas e em função do cultivo de mandioca foram similares às observadas para a matéria orgânica. Estes resultados estão em consonância com os observados por outros autores (Raij, 1969; Bortoluzzi et al., 2006). Esta similaridade de respostas entre as duas variáveis reflete a importante contribuição da matéria orgânica para a CTC destes solos. Esta importância foi observada por Raij (1969), que estimou que cerca de 56 a 82% da CTC de solos tropicais

está associada à matéria orgânica. No entanto, além da perda de CTC associada aos decréscimos na matéria orgânica, ressalta-se que a perda de argila por erosão também pode contribuir para o decréscimo na CTC. Avaliações de variáveis físicas do solo realizadas nestas mesmas áreas indicaram que o cultivo de mandioca reduziu o tamanho e a estabilidade dos agregados do solo, o que possibilitaria a ocorrência de maior quantidade de argila dispersa e, conseqüentemente, o aumento na propensão de perda destas partículas por processos de erosão hídrica e/ou eólica nas áreas cultivadas. A taxa estimada de decréscimo da CTC em função do cultivo de mandioca foi de 1,76% (Tabela 2), após consideradas as diferenças iniciais entre a CTC das áreas.

a



b



**Figura 1.** Variações no teor de matéria orgânica do solo (MO) (a) e na capacidade de troca catiônica (CTC) (b) do solo nas áreas amostradas (A a L) em função do uso da terra (vegetação natural e tempo de cultivo de mandioca). FSC corresponde a áreas nativas sob floresta subcaducifólia. As classes de interpretação de fertilidade do solo são indicadas à direita das figuras. As linhas horizontais representam os limites entre as classes de interpretação de fertilidade. Os valores entre parênteses sob as barras das áreas com mandioca (Mand) indicam o período de cultivo da cultura em anos.

Com exceção da amostra I, todas as áreas não-cultivadas apresentaram teores de K classificados acima do nível crítico para culturas anuais (limite superior da classe médio) (Figura 2). De fato, a grande maioria das áreas nativas, especialmente aquelas sob FSC, apresentou teores de K classificados como muito bons. O cultivo de mandioca resultou em grande redução deste nutriente nas áreas agrícolas. Embora os solos cultivados em áreas previamente cobertas por floresta subcaducifólia ainda apresentem teores de K acima do nível crítico para culturas anuais, muitos destes solos já se encontram no limite inferior deste nível; por isso, Souza et al. (2007) chamam atenção do agricultor sobre o risco de esgotamento do nutriente e necessidade de reposição após cultivo continuado de mandioca. Dos solos cultivados originalmente sob caatinga, observou-se que a maioria já se encontra abaixo do nível crítico. O decréscimo anual estimado nos teores de K trocável no solo em função do cultivo de mandioca foi de 2,13% (Tabela 2).

Do mesmo modo observado para o K, a amostra I foi a que apresentou os menores teores de Mg (Figura 2). Os teores de Mg em todas as outras áreas nativas foram classificados como médios ou superiores a esta classe. Cinco das oito amostras de áreas sob FSC apresentaram níveis de Mg acima do nível crítico, enquanto todas as áreas sob caatinga apresentaram valores subcríticos deste nutriente. Com exceção da área A, cultivada há apenas um ano, o cultivo da mandioca resultou em forte decréscimo nos teores de Mg no solo. Seis áreas cultivadas com mandioca, incluindo todas as originalmente sob caatinga e duas sob FSC, apresentaram teores baixos ou muito baixos. De acordo com nossas estimativas, a taxa de decréscimo anual nos teores de Mg foi de 2,39% (Tabela 2).

Todas as áreas sob caatinga e metade das áreas sob FSC apresentaram teores de Ca abaixo do nível crítico (Figura 2). Os teores de Ca foram classificados como muito bons em apenas três áreas sob FSC. As amostras A, sob FSC, e I, sob caatinga, apresentaram teores de Ca baixo e muito baixo, respectivamente. Com exceção destas duas áreas, correspondentes às mais recentemente cultivadas, os teores de Ca disponíveis foram reduzidos pelo cultivo da mandioca. A taxa estimada de decréscimo anual destes teores em função do tempo de cultivo de mandioca foi de 1,83% (Tabela 2).

Os teores de P em todas as áreas sob vegetação de caatinga foram expressivamente menores do que o nível crítico (Figura 3). Em três das quatro amostras coletadas neste ecossistema os teores de P foram classificados como baixos ou muito baixos. De modo geral, os solos sob vegetação de FSC apresentaram maiores teores de P que os de caatinga. Das oito amostras de solo coletadas sob FSC, apenas uma apresentou teores inferiores ao da classe média; duas apresentaram teores médios; três, teores considerados bons; e duas, teores muito bons. Com exceção das áreas em que os teores de P no solo já eram baixos ou muito baixos sob a vegetação natural (amostras

A, I, J e K), um forte decréscimo na disponibilidade deste nutriente foi observado em resposta ao cultivo da mandioca. Observou-se que nas áreas cultivadas com mandioca por menos de 25 anos a redução dos teores de P no solo foi menos acentuada que nas com mais de 25 anos. No primeiro caso estas reduções se deram da classe de fertilidade original para a classe imediatamente abaixo, ao passo que nas cultivadas por mais de 25 anos, os teores de P das áreas cultivadas foram localizadas duas classes abaixo da classe original.

Embora o K seja reconhecidamente o elemento mais exportado pela mandioca, o decréscimo estimado deste nutriente em função do cultivo foi menor que os estimados para outros nutrientes, como o P e o Mg, e ligeiramente maiores que o de Ca. Este reduzido decréscimo relativo de K deve estar relacionada à capacidade de reposição deste nutriente a partir do intemperismo de minerais primários e secundários presentes nos solos das áreas analisadas, excetuando-se o Neossolo Quartzarênico da área I.

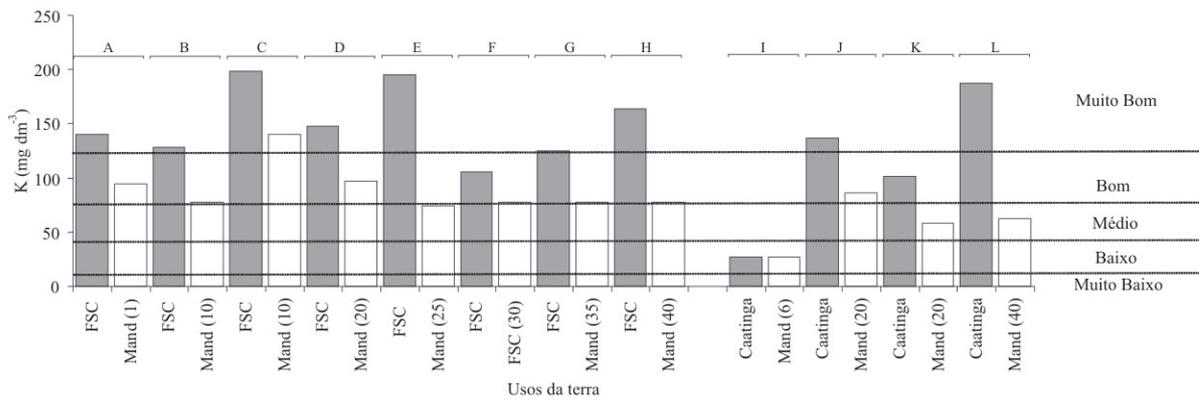
De modo geral, as mudanças no pH em função do cultivo foram pequenas e não apresentaram uma direção consistente de variação (Figura 4). Em apenas quatro sítios amostrais os valores médios de pH das áreas cultivadas com mandioca não se encontram em níveis adequados. Destes, três são classificados como de baixo pH, enquanto o outro, o sítio I, localizado em área de caatinga, apresentou pH muito baixo. No entanto, este nível muito baixo não está associado ao cultivo da mandioca, já que a área nativa adjacente apresentou níveis muito similares de pH.

Variações na fertilidade do solo estão associadas a fatores naturais inerentes dos solos e ao tempo de cultivo das áreas com mandioca. Mesmo nos sítios cultivados em áreas de fertilidade natural média a alta, o cultivo com mandioca resultou em decréscimos acentuados nos teores de P, Mg, K e Ca. Decréscimos significativos também foram observados nos teores de MO e na CTC das áreas cultivadas.

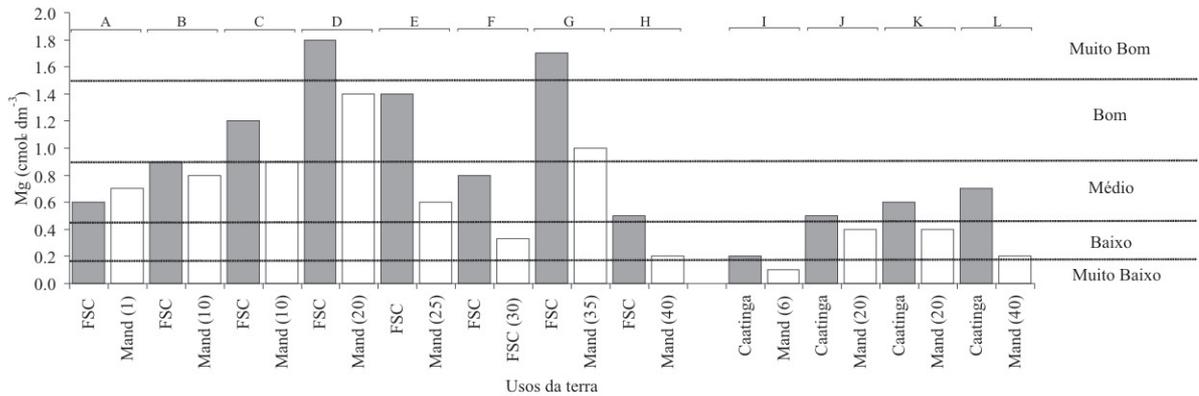
A partir destes resultados, recomenda-se que análises químicas dos solos das regiões amostradas sejam realizadas antes do plantio, de modo a diagnosticar deficiências nutricionais e possibilitar sua correção por meio de fertilizantes minerais ou orgânicos, caso estes últimos sejam disponíveis nas propriedades produtoras.

Além disto, práticas que promovam a melhor cobertura do solo nas entrelinhas de mandioca e o incremento do aporte de resíduos vegetais ao solo devem ser consideradas para minimizar ou mesmo reverter a perda de matéria orgânica e, conseqüentemente, de propriedades do solo associadas a esta como, por exemplo, a capacidade de troca catiônica. O uso de consórcios com culturas de crescimento rápido e de uso tradicional na região, como é o caso do feijão, pode constituir-se em uma alternativa para minimizar este problema.

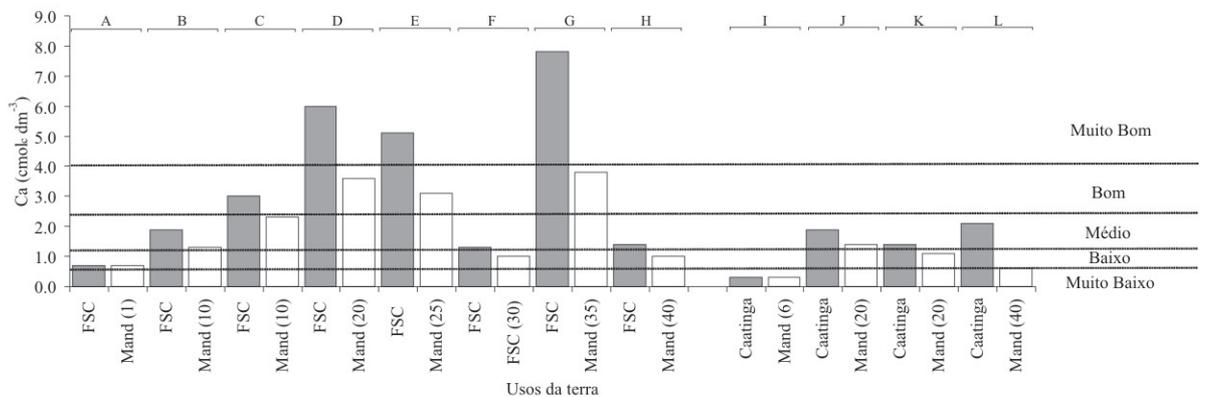
a



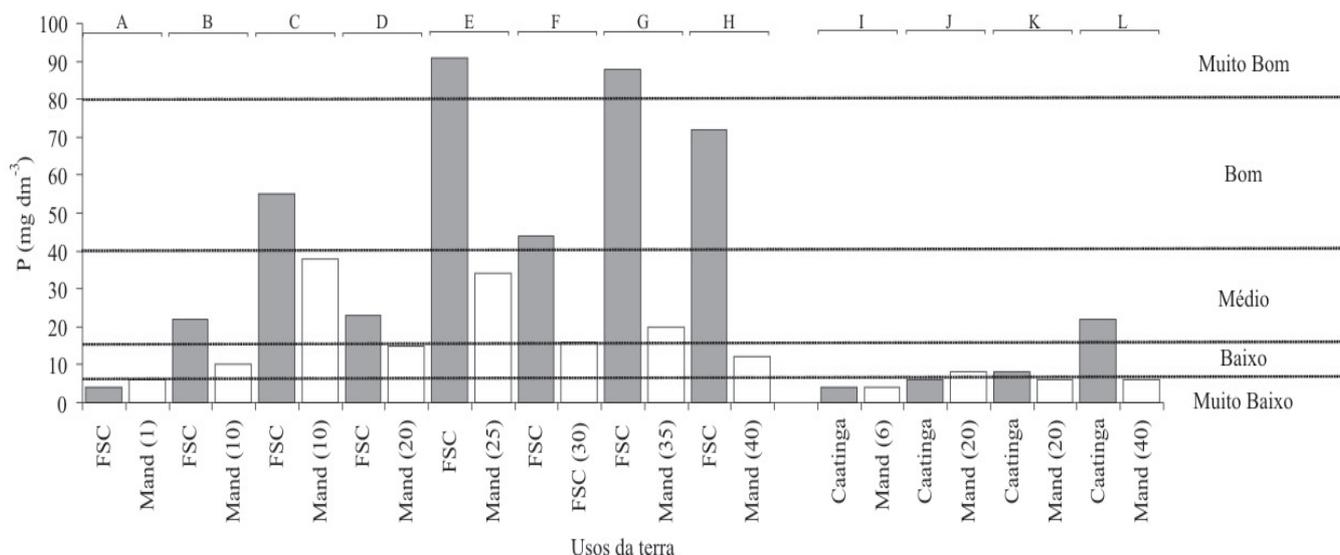
b



c



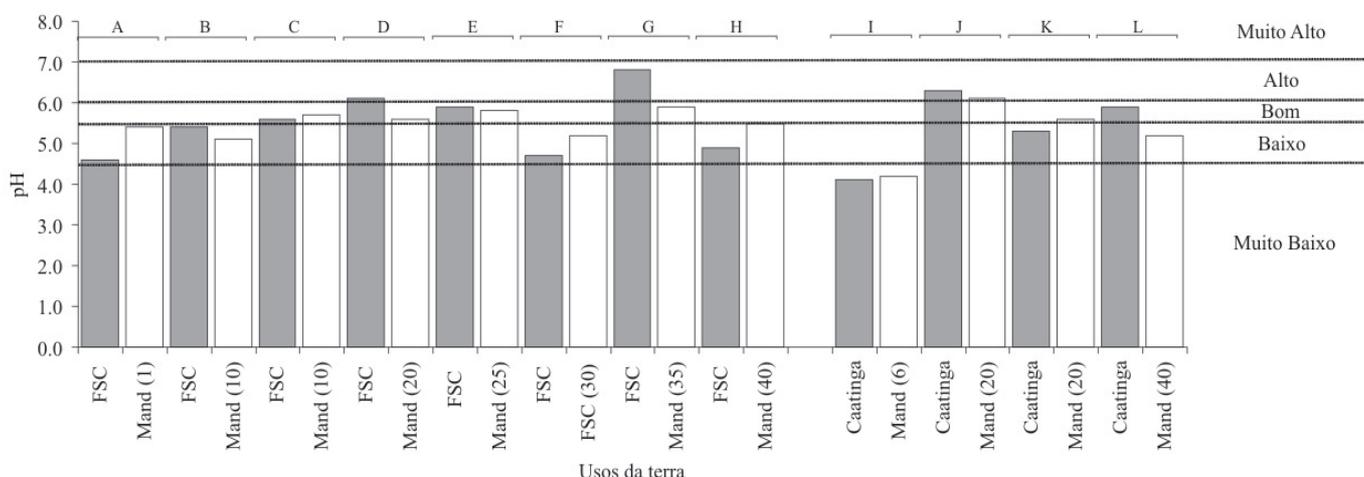
**Figura 2.** Variações nos teores de potássio (K) (a), magnésio (Mg) (b) e cálcio (Ca) (c) disponíveis no solo das áreas amostradas (A a L) em função do uso da terra (vegetação natural e tempo de cultivo de mandioca). FSC corresponde a áreas nativas sob floresta subcaducifólia. As classes de interpretação de fertilidade do solo são indicadas à direita das figuras. As linhas horizontais representam os limites entre as classes de interpretação de fertilidade. Os valores entre parênteses sob as barras das áreas com mandioca (Mand) indicam o período de cultivo da cultura em anos.



**Figura 3.** Variações nos teores de fósforo (P) disponível no solo das áreas amostradas (A a L) em função do uso da terra (vegetação natural e tempo de cultivo de mandioca). FSC corresponde a áreas nativas sob floresta subcaducifólia. As classes de interpretação de fertilidade do solo são indicadas à direita das figuras. As linhas horizontais representam os limites entre as classes de interpretação de fertilidade. Os valores entre parênteses sob as barras das áreas com mandioca (Mand) indicam o período de cultivo da cultura em anos.

**Tabela 2.** Decréscimos nas variáveis químicas do solo em função de tempo de cultivo de mandioca (anos)

Variáveis respostas	Taxa de decréscimo anual (%)
MO	2,13
P	3,33
K	2,15
Ca	1,83
Mg	2,39
CTC total	1,76



**Figura 4.** Variações no pH do solo das áreas amostradas (A a L) em função do uso da terra (vegetação natural e tempo de cultivo de mandioca). FSC corresponde a áreas nativas sob floresta subcaducifólia. As classes de interpretação de fertilidade do solo são indicadas à direita das figuras. As linhas horizontais representam os limites entre as classes de interpretação de fertilidade. Os valores entre parênteses sob as barras das áreas com mandioca (Mand) indicam o período de cultivo da cultura em anos.

## Agradecimentos

Agradecemos a Engenheira Agrônoma Evanilza Siqueira Rodrigues.

## Referências Bibliográficas

- ALVAREZ, V.H.V.; NOVAIS, R.F.; BARROS, N.F.; CANTARUTTI, R.B.; LOPES, A.S. Interpretação dos resultados das análises de solo. In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ, V.H.V. (eds). **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais – 5ª aproximação**. Viçosa, 1999. p. 25-36.
- BORTOLUZZI, E.C.; TESSIER, D.; RHEINHEIMER, D.S. & JULIEN, J.L. The cation exchange capacity of a sandy soil in southern Brazil: An estimation of permanent charge and pH-dependent charges. **European Journal of Soil Science**, v.57, p.356-364, 2006.
- IBGE. **Cidades @**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat>>. Acesso em: 18 out. 2007.
- LOPES, C.A.; POLIDORO, J.C.; ABOUD, A.C.S.; PEREIRA, M.B. Acumulação e exportação de nitrogênio, fósforo e potássio pela cultura da mandioca consorciada com leguminosas em sistema orgânico de produção. In.: XI CONGRESSO BRASILEIRO DE MANDIOCA. **Anais...** 2005. Campo Grande, MS.
- PARAHYBA, R.V.; LEITE, A.P.; OLIVEIRA NETO, M.B.; OLIVEIRA, A.C. Solos do Município de Água Branca, Estado de Alagoas, Brasil. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v.2, p.1398-1401, 2007.
- RAIJ, B. van. A capacidade de troca de cátions das frações orgânica e mineral dos solos. **Bragantia**, v.28, p.85-112, 1969.
- RAIJ, B. van; ANDRADE, J.C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A. **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas: IAC, 2001. 285p.
- SIQUEIRA, J. **Codificação de dados preliminares e diagnóstico territorial do Alto Sertão de Alagoas**. Delmiro Gouveia: MDA, 2004. 55p.
- SOUZA, L.S.; GOMES, J.C.; ANJOS, J.L.; SOBRAL, L.F. Tabelas com recomendações de adubação para culturas com experimentos realizados no Estado de Sergipe – Mandioca. In: SOBRAL, L.F., VIEGAS, P.R.A.; SIQUEIRA, O.J.W.; ANJOS, J.L.; BARRETO, M.C.V.; GOMES, J.B.V. **Recomendações para o Uso de Corretivos e Fertilizantes no Estado de Sergipe**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2009. p.198-199.

**Comunicado  
Técnico, 89**

Ministério da  
Agricultura, Pecuária  
e Abastecimento



Exemplares desta edição podem ser adquiridos na:

**Embrapa Tabuleiros Costeiros**

Endereço: Avenida Beira Mar, 3250, CP 44,  
CEP 49025-040, Aracaju - SE.

Fone: (79) 4009-1344

Fax: (79) 4009-1399

E-mail: [sac@cpatc.embrapa.br](mailto:sac@cpatc.embrapa.br)

Disponível em <http://www.cpatc.embrapa.br>

1ª edição (2009)

**Comitê de  
publicações**

Presidente: *Ronaldo Souza Resende.*

Secretária-Executiva: *Raquel Fernandes de Araújo Rodrigues*

Membros: *Semíramis Rabelo Ramalho Ramos, Julio Roberto  
Araujo de Amorim, Ana da Silva Lédo, Flávia Karine Nunes, Ana  
Veruska Cruz da Silva Muniz, Hymerson Costa Azevedo.*

**Expediente**

Supervisora editorial: *Raquel Fernandes de Araújo Rodrigues*

Tratamento das ilustrações: *Bryene Santana de Souza Lima*

Editoração eletrônica: *Bryene Santana de Souza Lima*