

## ALTERAÇÕES NA QUALIDADE FÍSICA DOS SOLOS EM ÁREAS DE PRODUÇÃO FAMILIAR DE MANDIOCA NO TERRITÓRIO DO ALTO SERTÃO DE ALAGOAS

Marcelo Ferreira FERNANDES<sup>1</sup>; Sergio de Oliveira PROCÓPIO<sup>1</sup>; Thadeu Nascimento MACHADO<sup>2</sup>;

Diego Fernandes de BASTOS<sup>2</sup>

**RESUMO:** Objetivou-se no trabalho identificar alterações na qualidade física dos solos (QFS) em resposta ao cultivo de mandioca em áreas de produção familiar no Território do Alto Sertão de Alagoas. Coletaram-se amostras de solo pareadas em sítios cultivados com mandioca e sob vegetação nativa em 12 propriedades dos municípios de Água Branca, Pariconha e Olho D'Água do Casado. Avaliaram-se diâmetro médio de agregados (DMA), porcentagem de agregados estáveis (PAE), macroporosidade, microporosidade, água disponível e densidade do solo. Essas variáveis foram analisadas conjuntamente, de modo a compor a variável resposta multivariada QFS. Variações na QFS foram observadas entre propriedades e entre usos da terra (mandioca x vegetação nativa), sendo a primeira fonte de variação preponderante. Diferenças na QFS entre propriedades foram associadas à textura. Efeito significativo do uso da terra foi observado apenas para as variáveis de agregação, DMA e PAE, que foram reduzidas pelo cultivo da mandioca. Essa redução foi correlacionada com o tempo de cultivo do solo. O cultivo familiar da mandioca na região afeta a QFS pela redução da estabilidade e tamanho de agregados. A relevância destas alterações para a sustentabilidade desses sistemas necessita ser estimada.

**Palavras-chave:** agregados do solo, água disponível, densidade do solo, porosidade, *Manihot esculenta*.

**SUMMARY:** SHIFTS IN SOIL PHYSICAL QUALITY IN FAMILY-BASED CASSAVA CROPPING AREAS IN THE ALTO SERTÃO DE ALAGOAS TERRITORY. The objective of this work was to identify changes in soil physical quality (SPQ) in response to cassava cropping in family-based production areas of the Alto Sertão Alagoano macroregion, Alagoas, Brazil. Paired soil samples were taken from sites under cassava and native vegetation in 12 properties in the municipalities of Agua Branca, Pariconha and Olho D'Água do Casado. Six soil variables were analyzed: aggregate weighted mean diameter (WMD), percentage of water stable aggregates (PWSA), macroporosity, microporosity, available water and bulk density. These variables were jointly analyzed as a multivariate response describing SPQ. Shifts in SPQ were associated with both agricultural properties and land-uses (cassava vs. native

---

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

<sup>2</sup> Graduando do Departamento de Engenharia Agrônômica, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, SE, 49100-000, e-mail: thadeu\_agro07@hotmail.com; diegofe.ufs@gmail.

vegetation), but the first factor was more prominent. Between-property differences in SPQ were associated with soil texture. A significant effect of land use was observed only for MWD and PWSA, which were reduced under cassava. This response was correlated with the time of land cultivation. Cassava cropping in family-based production areas affects SPQ by decreasing soil aggregate stability and size. The relevance of these changes for the sustainability of these production systems needs to be evaluated.

**Keywords:** soil aggregates, soil available water, soil bulk density, soil porosity, *Manihot esculenta*.

## INTRODUÇÃO

O Território do Alto Sertão de Alagoas é formado por oito municípios (Água Branca, Canapi, Delmiro Gouveia, Inhapi, Mata Grande, Olho D'água do Casado, Pariconha e Piranhas). O Território faz divisa com Sergipe, Bahia e Pernambuco, perfazendo uma área de 3.905 km<sup>2</sup>. A vegetação predominante é a caatinga hiperxerófila; contudo em 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, já que, das 18.101 propriedades do território, 17.596 (97%) se enquadram neste conceito (Siqueira, 2004). A cultura da mandioca tem sido cultivada ao longo dos anos, predominantemente, sem mecanização e sem reposição de nutrientes por fontes orgânicas ou químicas. A remoção de restos culturais em cultivos de mandioca da região e a baixa cobertura do solo durante o crescimento inicial da cultura podem contribuir para a degradação da estrutura física do solo. Objetivou-se neste trabalho identificar alterações na qualidade física dos solos (QFS) em resposta ao cultivo de mandioca em áreas de produção familiar no Território do Alto Sertão de Alagoas.

## MATERIAL E MÉTODOS

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

Em cada propriedade, amostras deformadas e indeformadas de solo foram coletadas em áreas pareadas de produção de mandioca e vegetação nativa, localizadas na mesma posição da paisagem e

a menos de 50 m entre si. As amostras deformadas foram coletadas na profundidade de 0 a 20 cm. As amostras indeformadas foram tomadas de 7 a 13 cm de profundidade, utilizando-se anéis de 7 cm de diâmetro. As análises de diâmetro médio ponderado de agregados (DMA) e porcentagem de agregados estáveis em água (PAE) foram realizadas, conforme Kemper e Rosenau (1986), utilizando-se peneiramento úmido em aparelho de Yoder (5 min, 44 ciclos  $\text{min}^{-1}$ , período de 5 cm). As variáveis água disponível (AD), densidade do solo (DS), macroporosidade (MaP) e microporosidade (MiP) foram determinadas em amostras indeformadas (Embrapa, 1997). A técnica de “non-metric multidimensional scaling” (NMS, Kruskal, 1964) foi empregada para avaliar o impacto do uso da terra sobre a QFS, expresso como a resposta conjunta das seis variáveis físicas analisadas. Os eixos do gráfico de NMS foram caracterizados por correlações entre variáveis de solo e escores das amostras no espaço destas variáveis. Regressão múltipla foi utilizada para avaliar a mudança nas variáveis físicas com o tempo de cultivo, após considerar as diferenças entre os solos das doze propriedades rurais (covariável). ANOVA dos escores das amostras nos eixos 1 e 2 do NMS foi utilizada para avaliar mudanças na QFS associadas a uso do solo e às propriedades agrícolas.

Tabela 1. Caracterização dos sítios amostrais

Sítio	Coordenadas/ Altitude	Município	Solo (textura <sup>†</sup> )	Unidade litoestratigráfica <sup>‡</sup>	Vegetação original	Anos sob cultivo
A	9°14'48"S, 37°58'58"W/ 674 m	Pariconha	Cambissolo Háplico (fa)	NP3y3sh	FSC <sup>§</sup>	1
B	9°29'33"S, 37°52'23"W/ 269 m	Olho D'Água do Casado	Neossolo Quartzarênico (a)	St	Caatinga	6
C	9°15'00"S, 37°59'41"W/ 465 m	Pariconha	Neossolo Regolítico (fa)	NP3y3sh	FSC	10
D	9°14'53"S, 37°58'42"W/ 668 m	Pariconha	Cambissolo Háplico (fa)	NP3y3sh	FSC	10
E	9°15'18"S, 37°58'55"W/ 677 m	Pariconha	Neossolo Regolítico (fa)	NP3y3sh	FSC	20
F	9°11'10"S, 37°51'56"W/ 428 m	Água Branca	Neossolo Regolítico (af)	MP3bf	Caatinga	20
G	9°11'43"S, 37°51'02"W/ 443 m	Água Branca	Neossolo Regolítico (af)	MP3bf	Caatinga	20
H	9°14'45"S, 37°57'32"W/ 732 m	Água Branca	Cambissolo Háplico (fa)	NP3y3sh	FSC	25
I	9°14'45"S, 37°57'40"W/ 745 m	Água Branca	Cambissolo Háplico (fa)	NP3y3sh	FSC	30
J	9°15'42"S, 37°58'44"W/ 646 m	Pariconha	Cambissolo Háplico (fa)	NP3y3sh	FSC	35
K	9°14'21"S, 37°58'42"W/ 725 m	Água Branca	Cambissolo Háplico (fa)	NP3y3sh	FSC	40
L	9°10'49"S, 37°51'48"W/ 415 m	Água Branca	Cambissolo Háplico (af)	MP3bf	Caatinga	40

<sup>†</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> NP3y3sh: Suíte shoshonítica Salgueiro/Terra Nova, constituída por biotita-hornblenda, quartzo monzodiorítico a granito; MP3bf: Complexo Belém de São Francisco, constituído por leuco-ortognaisses tonalítico-granodioríticos migmatizados e enclaves supracrustais; St: Formações Tacaratu, constituídas de arenito fino a grosso e conglomerado. <sup>§</sup> FSC: floresta subcaducifólia.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com o NMS, 89% da variabilidade na QFS entre amostras foram representados em um gráfico de duas dimensões (Figura 1). A maior porção desta variabilidade (55%) foi representada no eixo 1, o qual se correlacionou significativamente às seis variáveis físicas analisadas. A distribuição das

amostras da esquerda para a direita deste eixo representa um gradiente parcial de QFS caracterizado por aumentos na AD, MIP, DS, PAE e DMA e diminuição na MAP, como observado pelas correlações entre estas variáveis e os escores das amostras no eixo 1 (Tabela 2). De acordo com a ANOVA desses escores, diferenças significativas na QFS representada no eixo 1 foram observadas entre as propriedades rurais, mas não entre usos do solo (Figura 1). Essas diferenças foram associadas a variações na textura dos solos entre as propriedades, como pode ser observado pela alta correlação entre o eixo 1 e os teores de argila, silte e areia (Tabela 2). Uma fração de 34% da variabilidade na QFS foi representada no eixo 2 (Figura 1). De acordo com a ANOVA dos escores das amostras, diferenças significativas na QFS parcial representada por este eixo foram associadas tanto ao uso da terra quanto às propriedades agrícolas (Figura 1). Este eixo foi positiva e significativamente associado às variáveis DMA e PAE, indicando um gradiente crescente de agregação a partir das amostras de solo de propriedades e usos da terra localizadas na parte inferior do gráfico em direção às da parte superior. Embora estas duas variáveis de agregação também tenham sido correlacionadas ao eixo 1 ( $p < 0,05$ ), a associação delas com o eixo 2 foi mais forte ( $p < 0,001$ ). Com exceção das propriedades A e B, referentes aos sítios com os menores tempos de cultivo de mandioca, observou-se ao longo do eixo 2 uma separação entre as áreas sob mandioca e vegetação nativa em cada uma das demais propriedades agrícolas (Figura 1), com as amostras sob vegetação nativa situando-se acima das de mandioca. De acordo com o modelo de regressão múltipla empregado, DMA e PAE decresceram com o tempo de cultivo de mandioca (coeficiente linear =  $-0,0059$ ,  $p < 0,01$  e  $R^2 = 0,88$ , para DMA; coeficiente linear =  $-0,0063$ ,  $p < 0,01$  e  $R^2 = 0,81$ , para PAE). As médias das variáveis analisadas, agrupadas de acordo com a classe textural e o uso da terra, são apresentadas na Tabela 3.

## CONCLUSÃO

O cultivo familiar da mandioca utilizado na região avaliada afeta negativamente a qualidade física do solo pela redução da estabilidade e do tamanho dos agregados. A relevância destas alterações para a sustentabilidade desses sistemas necessita ser estimada por estudos posteriores.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- EMBRAPA. **Manual de Métodos de Análise de Solos**. 2 ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 1997. 212p.
- KEMPER, W.D.; ROSENAU, R.C. 1986. Aggregate stability and size distribution. In A. Klute (ed.) **Methods of Soil Analysis. Part 1**. 2nd ed. ASA-SSSA, Madison, WI. pp.425-442.

KRUSKAL, J. Nonmetric multidimensional scaling: a numerical method. **Psycometrika**, v.29, p.1-27, 1964.

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.

SIQUEIRA, J. **Codificação de dados preliminares e diagnóstico territorial do Alto Sertão de Alagoas**. Delmiro Gouveia: MDA, 2004, 55p.

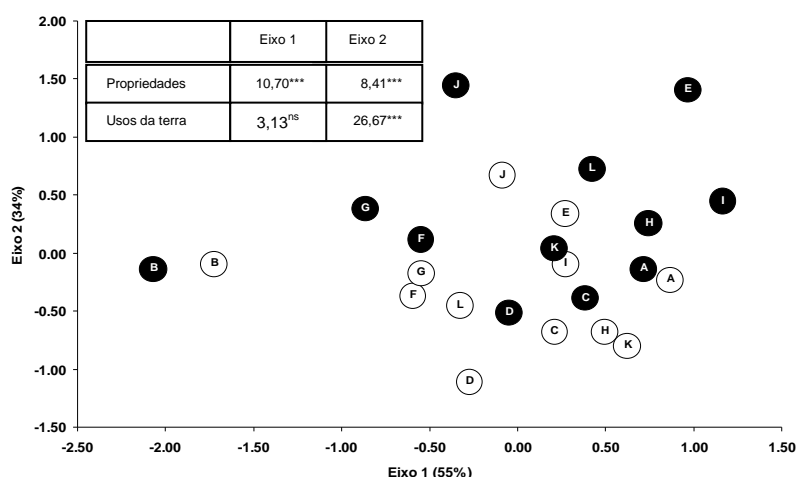


Figura 1. Similaridade entre a QFS de amostras de solo coletadas em 12 propriedades agrícolas (A a L) sob cultivos de mandioca e vegetação nativa representados por símbolos vazios e cheios, respectivamente. Os valores entre parênteses indicam a fração da variabilidade total da QFS representada ao longo de cada eixo. A dissimilaridade entre as amostras quanto a QFS foi medida pela distância Euclidiana com dados convertidos em unidades de desvio padrão em relação à média, dentro de cada variável. Na tabela são apresentados os valores *F* da ANOVA para QFS (escores das amostras nos eixos 1 e 2) em função das propriedades agrícolas e usos da terra (mandioca x vegetação nativa). \*\*\* indica *F* significativo a 0,1%; <sup>ns</sup> indica não significância a 5%.

Tabela 2. Coeficientes de correlação de Pearson entre as variáveis físicas analisadas, teores de argila, silte e areia e escores de QFS obtidos pela técnica de NMS

	Eixo 1	Eixo 2	AD	MiP	DS	PAE	DMA	MaP	Areia	Silte
AD	0,91***	-0,21 <sup>ns</sup>								
MiP	0,84***	0,12 <sup>ns</sup>	0,78***							
DS	0,56**	-0,39 <sup>ns</sup>	0,61***	0,33 <sup>ns</sup>						
PAE	0,49*	0,83***	0,22 <sup>ns</sup>	0,42*	-0,05 <sup>ns</sup>					
DMA	0,46*	0,82***	0,15 <sup>ns</sup>	0,34 <sup>ns</sup>	0,02 <sup>ns</sup>	0,74***				
MaP	-0,55**	-0,05 <sup>ns</sup>	-0,43*	-0,23 <sup>ns</sup>	-0,23 <sup>ns</sup>	-0,10 <sup>ns</sup>	-0,17 <sup>ns</sup>			
Areia	-0,77***	-0,19 <sup>ns</sup>	-0,69***	-0,92***	-0,29 <sup>ns</sup>	-0,49*	-0,37 <sup>ns</sup>	0,17 <sup>ns</sup>		
Silte	0,69***	0,32 <sup>ns</sup>	0,59**	0,80***	0,24 <sup>ns</sup>	0,53**	0,50*	-0,08 <sup>ns</sup>	-0,94***	
Argila	0,66***	-0,10 <sup>ns</sup>	0,64***	0,81***	0,28 <sup>ns</sup>	0,23 <sup>ns</sup>	0,00 <sup>ns</sup>	-0,30 <sup>ns</sup>	-0,78***	0,51*

\*, \*\*, \*\*\*: coeficientes de correlação significativos a 5%; 1; e 0,1% de probabilidade. <sup>ns</sup>: não significativo a 5%.

Tabela 3. Médias das variáveis componentes da QFS de acordo com a classe textural e o uso da terra

	PAE (%)	DMA	AD (ml ml <sup>-1</sup> )	DS (ml cm <sup>-3</sup> )	MaP (ml ml <sup>-1</sup> )	MiP (ml ml <sup>-1</sup> )
Uso da terra	Areia					
Mandioca	29	0,62	0,06	1,26	0,40	0,08
Veg. nativa	26	0,57	0,06	1,21	0,42	0,07
	Areia Franca					
Mandioca	27 (3,6) <sup>†</sup>	0,76 (0,036)	0,10 (0,012)	1,49 (0,055)	0,36 (0,020)	0,15 (0,004)
Veg. nativa	52 (7,0)	0,85 (0,135)	0,10 (0,021)	1,47 (0,100)	0,38 (0,050)	0,15 (0,016)
	Franco Arenosa					
Mandioca	40 (13,5)	0,72 (0,117)	0,15 (0,024)	1,50 (0,080)	0,38 (0,042)	0,26 (0,026)
Veg. nativa	52 (13,8)	0,89 (0,170)	0,15 (0,029)	1,47 (0,096)	0,36 (0,052)	0,27 (0,032)

<sup>†</sup> Valores entre parênteses correspondem a uma unidade de desvio-padrão (DP). Os valores de DP não foram apresentados para a textura arenosa, já que essa classe incluiu apenas um sítio amostrado.