

ORIGINAL PAPER

Alteração nos atributos físico-hídricos de um Neossolo flúvico sob manejo convencional e orgânico

Eduardo Santana Aires^{1*}; Lígia Borges Marinho²; Ítala Laiane Silva Gomes²; Jamilla Fiana Maia Silva²; Katiane da Conceição Santos²; Enéias de Araújo Andrade²; Jairton Fraga Araújo³

¹Programa de Pós-Graduação em Agronomia: Horticultura/ Departamento de Horticultura, Faculdade de Ciências Agrônomicas (FCA/UNESP), Botucatu; ²Programa de Pós-Graduação em Agronomia: Horticultura irrigada/ Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais, Universidade do Estado da Bahia, Juazeiro, BA, Brasil; ³Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais, Universidade do Estado da Bahia, Juazeiro, BA, Brasil. *Corresponding author: e.aires@unesp.br.

Resumo: Os sistemas de manejo de solos têm a finalidade de criar condições favoráveis ao desenvolvimento das culturas, e podem modificar as características físico-hídricas do solo. Diante disso, o objetivo da pesquisa foi determinar as características físico-hídricas de um solo sob diferentes sistemas de uso e manejo do solo. O estudo foi realizado na Universidade do Estado da Bahia - UNEB, a área de estudo possui solo classificado como Neossolo Flúvico sob dois tipos de manejo, o orgânico e o convencional, sendo utilizado o delineamento inteiramente casualizado, com quatro tratamentos: Cultivo de bananeira sob manejo orgânico (T1) e convencional (T2) e tomate sob manejo orgânico (T3) e convencional (T4), em 5 repetições. Avaliaram-se os seguintes atributos do solo: velocidade básica de infiltração (VIB), densidade do solo (ds) e das partículas (dp), porosidade total (Pt), micro (MIP) e macroporosidade (MAP), teor de matéria orgânica (M.O) e estoque de carbono (EC). Na cultivada com banana e sob manejo orgânico do solo observa-se que os valores da macroporosidade, da M.O. e do estoque de carbono são maiores em 233,77% e de 205%, 194%, respectivamente, do que quando comparada a área de bananeira sob manejo convencional do solo. O cultivo de bananeira sob manejo orgânico do solo apresentou maiores valores de VIB e de porosidade total, e os menores valores de densidade do solo. Ao comparar as áreas cultivadas com tomate sob diferentes manejos verifica-se que a DP, PT e MIP foram maiores em áreas orgânicas ($2,29 \text{ g cm}^{-3}$; 45,84% e 32,66%) do que na área convencional ($2,11 \text{ g cm}^{-3}$; 38,08% e 32,66%). A microporosidade não variou em função do manejo e/ou uso do solo, apesar de serem observadas diferenças nas médias dos tratamentos (banana convencional e tomate orgânico). A infiltração de água foi mais facilitada em sob cultivado com tomateiro e bananeira sob manejo orgânico. Diferentes cultivos e manejo do solo promovem alterações das características físico-hídricas do Neossolo Flúvico.

Palavras-chave: infiltração, irrigação, sistema de manejo de solo.

Alteration in the physical-water attributes of an Entisols under conventional and organic management

Abstract: Soil management systems are designed to create favorable conditions for the development of crops, and can modify the physical and water characteristics of the soil. Therefore, the objective of the research was to determine the physical-hydric characteristics of a soil under different land use and management systems. The study was carried out at the Universidade do Estado da Bahia - UNEB, the study area has soil classified as Entisols under two types of management, organic and conventional, using a completely randomized design with four treatments: Banana cultivation under organic (T1) and conventional (T2) management and tomato under organic (T3) and conventional (T4) management, in 5 repetitions. The following soil attributes were evaluated: basic infiltration speed (VIB), soil (ds) and particle density (dp), total porosity (Pt), micro (MIP) and macroporosity (MAP), organic matter content (MO) and carbon stock (EC). In cultivated with banana and under organic soil management it is observed that the values of macroporosity, M.O. and the carbon stock are 233.77% and 205%, 194% higher, respectively, than when compared to the banana area under conventional soil management. Banana cultivation under organic soil management showed higher values of VIB and total porosity, and lower values of soil density. When comparing the areas cultivated with tomatoes under different management, it appears that the DP, PT and MIP were higher in organic areas (2.29 g cm^{-3} ; 45.84% and 32.66%) than in the conventional area (2.11 g cm^{-3} ; 38.08% and 32.66%). Microporosity did not vary depending on the management and / or use of the soil, despite differences in the means of treatments (conventional bananas and organic tomatoes). The infiltration of water was easier in under cultivated with tomato and banana under organic management. Different crops and soil management promote changes in the physical-hydric characteristics of the Entisols.

Keywords: infiltration, irrigation, soil management system.

Introdução

O Vale do Submédio São Francisco é uma região importante no que tange à economia agrícola do Brasil, principalmente na produção de hortícolas anuais e perenes, irrigadas. De modo geral, nessa região o sistema de cultivo é basicamente convencional, que consiste em um elevado grau de revolvimento do solo por meio do uso de arado de discos e grade niveladora. A técnica de aração seguida de gradagem compactam o solo refletindo em alguns de seus atributos, a exemplo da VIB (Velocidade de Infiltração

Básica), deixando-a mais lenta e comprometendo a disponibilidade hídrica. Por outro lado, em um solo cultivado sob plantio direto, a compactação é menos agressiva, o que faz com que a VIB desse solo seja maior [19].

O uso e o manejo do solo influenciam em suas propriedades físico-hídricas, especialmente os processos de infiltração, retenção e disponibilidade de água. A determinação apropriada dessas propriedades do solo é fundamental para o correto manejo das culturas agrícolas e do manejo da

irrigação, refletindo na eficiência do uso da água [13]. Além disso, a velocidade com que a água infiltra em um perfil de solo é um atributo utilizado para mensurar o impacto da agricultura naquele solo, demonstrando sua condição atual [24].

Para fins de manejo de irrigação, é necessário que se conheça algumas propriedades físicas do solo como: a densidade do solo e de suas partículas, a porosidade total, a condutividade hidráulica e a textura. Tais características, quando afetadas negativamente a longo prazo, podem levar a compactação do solo, essa por sua vez, pode ocasionar a redução na infiltração de água, na distribuição dos gases no solo e maior impedimento ao desenvolvimento do sistema radicular das culturas, podendo gerar redução da produtividade [11].

Diferentes sistemas de manejo ocasionam modificações na estrutura do solo. A relação entre os sistemas de uso e o manejo do solo e sua estrutura físico-hídrica são abordados na literatura, como por exemplo em estudo realizado por Cunha et al. [3] em que observaram o efeito do manejo em um Latossolo Vermelho Distroférico sob plantio direto e convencional do milho. Neste estudo, o preparo convencional do solo atuou negativamente na condutividade hidráulica e na infiltração de água.

Entretanto, pouco se observa na literatura o efeito do uso e manejo do solo quando cultivado a partir dos preceitos estabelecidos para sistemas orgânicos, a exemplo da adubação verde, do pequeno grau de revolvimento do solo e das práticas culturais para hortícolas perenes e anuais, que preservam a matéria orgânica do solo, entre outras, especialmente no Vale do Submédio São Francisco.

Diante do exposto, objetivou-se avaliar atributos físico-hídricos de um Neossolo Flúvico, sob diferentes manejos do solo cultivado com tomateiro e bananeira no Vale Submédio do São Francisco, Bahia.

Material e Métodos

O estudo foi realizado no ano de 2017, na Universidade do Estado da Bahia - UNEB, Juazeiro - BA. A classificação climática local, segundo Köppen, é do tipo BSh, com precipitação pluvial total e a temperatura média anual de 422 mm e 24,8 °C, respectivamente.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado com quatro tratamentos, em cinco repetições. A área em estudo, possui solo classificado como Neossolo Flúvico sob dois tipos de manejo (orgânico e convencional) e duas culturas estabelecidas (banana e tomate). No manejo orgânico do solo, para o plantio da cultura anual foi efetuado o preparo do solo por escarificação, e para a cultura perene foi realizada a escarificação e a subsolagem. Já no manejo convencional no preparo de solo efetuou-se a aração e a gradagem, antes do plantio das culturas anual e perene.

No tratamento T1, a área cultivada com bananeira foi instalada em novembro de 2013 com a cultivar “Prata Rio”, espaçamento de 3x2 m, irrigada por microaspersão, recebendo adubação periódica (composto orgânico e biofertilizante líquido) e conduzida mantendo-se a planta mãe, filha e neta. No tratamento T2, a área cultivada com tomateiro foi instalada em junho de 2017 com a variedade do tipo “Italiano”, irrigada por gotejamento, com espaçamento de 1,0x0,2 m. Para o tratamento T3, a área de bananeira, foi instalada em abril de 2010, com a cultivar “Prata Anã”. Já para o tratamento T4, área cultivada com tomate do tipo “Cereja”, foi instalada em abril de 2017 em espaçamento 3x1 m, irrigada por microaspersão, com adubação de fundação (composto orgânico, hiperfosfato natural e cinza vegetal) e aplicação de pó de rocha. Já a área experimental cultivada sob manejo convencional, espaçamento 3x3 m, foram adotadas as seguintes práticas agrícolas: irrigação, controle de plantas daninhas através de capinas manuais, eliminação da inflorescência masculina e corte do pseudocaule após a colheita. A com-

Tabela 1: Composição granulométrica e caracterização textural de solos cultivados com culturas perenes e anuais sob diferentes manejos [4]

Área	Profundidade (cm)	Composição granulométrica (g kg ⁻¹)		
		AREIA	SILTE	ARGILA
Banana orgânica	0-20	805	168	27
Banana convencional	0-20	397	485	118
Tomate convencional	0-20	773	196	31
Tomate orgânico	0-20	835	124	41
		Argila dispersa em água (g kg ⁻¹)		Textura
Banana orgânica	11			Areia franca
Banana convencional	101			Franca
Tomate convencional	33			Areia franca
Tomate orgânico	55			Areia franca

posição granulométrica do solo das áreas em estudo está disposta na Tabela 1.

Em cada área foram coletadas amostras deformadas e indeformadas de solo, na camada de 0-20 cm, para a caracterização da densidade do solo e de partículas, porosidade total, macro e microporosidade, matéria orgânica e estoque de carbono do solo analisadas conforme EMBRAPA [4].

A densidade do solo foi determinada pelo método do anel volumétrico, a densidade de partículas pelo método do balão volumétrico. A microporosidade foi determinada em mesa de tensão de areia, com sucção de 60 cm e posterior secagem em estufa a 105 °C, com cálculo da porosidade total pela relação entre densidade do solo e de partículas, e da macroporosidade por diferença entre estas.

O teor de carbono orgânico total foi determinado pela oxidação da matéria orgânica, utilizando dicromato de potássio 0,2 mol L⁻¹, em meio sulfúrico, e titulação pelo sulfato ferroso amoniacal 0,1 mol L⁻¹. Os estoques de carbono (EC) foram calculados pela expressão [25]: $EC = (COS \times Ds \times h)/10$ em que EC = estoque de carbono orgânico em determinada profundidade (mg ha⁻¹); COS = teor de carbono orgânico total na profundidade amostrada

(g dm⁻³); Ds = densidade do solo da profundidade (kg dm⁻³); e h = espessura da camada considerada (cm).

A velocidade de infiltração básica (VIB) de água no solo, foi realizada conforme descrito por Bernardo et al. [1], em cada um dos locais de estudo, utilizando cilindro infiltrômetro duplo com 30 cm de altura e 25 e 50 cm de diâmetro para os anéis interno e externo, respectivamente. O anel externo tem como finalidade reduzir o efeito da dispersão lateral da água infiltrada do anel interno. Assim, a água do anel interno infiltra no perfil do solo em direção predominante vertical, o que evita super estimativa da taxa de infiltração. Os dois cilindros foram posicionados a 15 cm de profundidade e durante a realização dos testes dentro do cilindro interno foi mantida uma carga de água constante, a qual mantida por controle manual. Os testes foram realizados até que a taxa de infiltração, observada no anel interno, tornasse aproximadamente constante com o tempo. O critério adotado neste trabalho para condição de taxa de infiltração constante foi quando o valor de leitura da carga de água no cilindro interno se repetiu pelo menos três vezes.

Foram realizadas análises multi e univariadas, para VIB. Os resultados de den-

sidade do solo e de partículas, porosidade total, macro e microporosidade, matéria orgânica e estoque de carbono foram submetidos à análise de variância, utilizando-se o teste de Tukey a 5% de probabilidade no software ASSISTAT®.

Para análise de agrupamentos os atributos físico-hídricos do solo foram determinados em unidades de medidas diferentes, sendo assim, foi necessário fazer a padronização desses dados, visto que a análise de agrupamento (AA) é influenciada pelas unidades de medida dos atributos. Esta foi realizada com base nas características físico-hídricas estudadas, visando agrupar as áreas que mais se assemelham no comportamento destes atributos. Para representar o agrupamento, foi construído um dendograma utilizando a distância euclidiana como medida de dissimilaridade. Além disso, considerou-se o nível máximo de dissimilaridade entre os grupos o ponto de corte (linha de corte) em 30% do valor máximo da distância de formação dos grupos, ou seja, os indivíduos pertencentes a um determinado grupo possuem grau de parença acima de 70%.

Results and Discussion

Estão apresentados na Figura 1 os resultados da velocidade de infiltração em função das áreas avaliadas. Observa-se variação significativa entre os valores de velocidade de infiltração da água no solo em função do tipo de uso do solo e do sistema de manejo, sendo que a área com uso de cultivo bananeira e manejo orgânico destacou-se com maior VIB que as demais áreas. Segundo [8], a infiltração de água reflete as condições físicas do solo, como a estrutura, a porosidade e a ausência de camadas compactadas. Portanto, as diferenças encontradas para os diferentes tratamentos são decorrentes dos usos e manejos.

Segundo Bernardo et al. [1], o solo é classificado de acordo com a sua velocidade de infiltração, assim, considerando a infiltração básica em: $> 3 \text{ cm h}^{-1}$ (VIB muito alta), de $1,5\text{-}3,0 \text{ cm h}^{-1}$ (VIB alta), $0,5\text{-}1,5 \text{ cm h}^{-1}$

(VIB média) e $< 0,5 \text{ cm h}^{-1}$ (VIB baixa). Considerando essa classificação, observa-se que o cultivo de bananeira e tomateiro sob cultivo orgânico apresentam maiores valores de VIB, que sob o sistema de manejo convencional, sendo considerados valores muito altos de VIB. Santos et al. [21], trabalhando com cobertura vegetal afirma que a deposição de resíduos vegetais aumenta a infiltração de água no solo, a técnica de cobertura do solo foi utilizada nos tratamentos sob cultivo orgânico, dessa forma tal técnica aumentou a infiltração nas áreas estudadas.

Ponderando que a infiltração de água no solo relaciona-se com as propriedades físicas do solo, como: a porosidade, a estrutura e a compactação das camadas do solo, infere-se que os solos estudados foram modificados tanto em função do sistema de produção quanto a cultura implantada. Sendo que a menor infiltração da água no solo foi verificada para os tratamentos sob cultivo convencional, tais resultados corroboram com os encontrados por Brasil Neto et al. [2], analisando os atributos físico-hídricos de um Latossolo sob diferentes sistemas de manejo na região da Amazônia, onde o uso convencional do solo provocou uma redução da taxa infiltração de água $15,55 \text{ cm h}^{-1}$ para $2,33 \text{ cm h}^{-1}$, comparando mata nativa e área silvopastoril composto por seringueira, capim braquiária.

Para o manejo convencional, não foi observada diferença significativa entre o cultivo anual e perene, entretanto esses foram inferiores aos cultivos manejados organicamente. A área manejada convencionalmente e cultivada com bananeira obteve a menor taxa de infiltração $0,35 \text{ cm h}^{-1}$, e sua VIB foi classificada como baixa, isso se deve a formação de uma camada de selamento superficial provocada pelo manejo e gênese do solo da área, e constantes limpezas manuais descobrindo o solo, que aumenta o impacto das gotas. Observa-se que a velocidade de infiltração básica (VIB) está relacionada com os atributos físicos estudados (densidade do solo, de partícula e porosi-

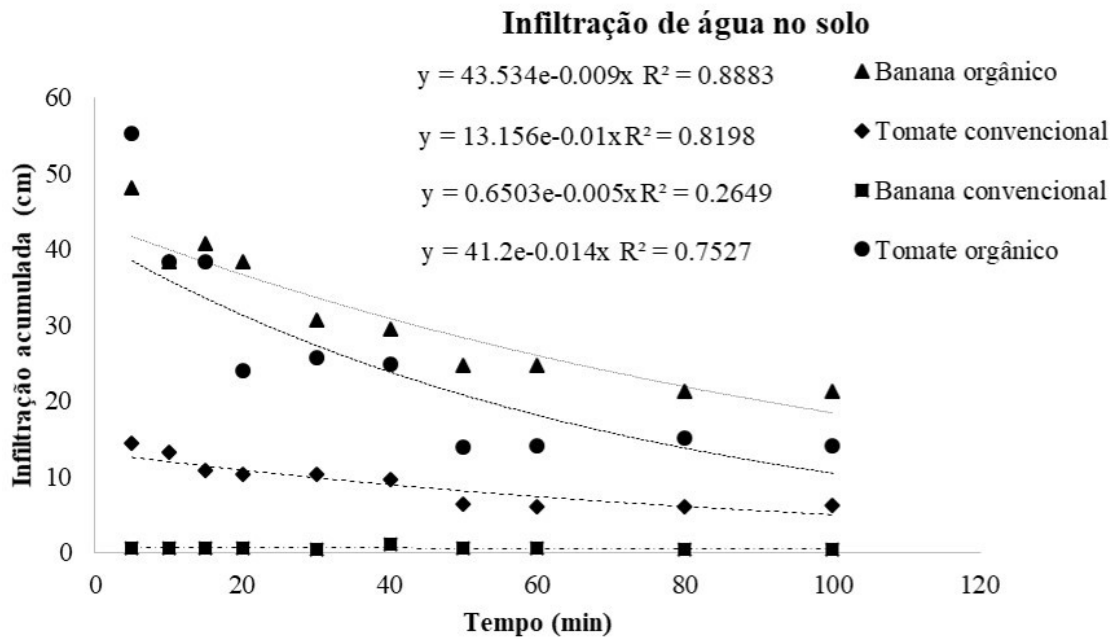


Figura 1: Velocidade de infiltração de água no solo em função de diferentes usos e manejo do solo.

dade total), a densidade do solo (Tabela 2), nos tratamentos sob manejos convencionais verifica-se menor estabilidade da estrutura do solo e maior compactação, que reduzem a taxa de infiltração do solo, justificando assim os resultados encontrados nesta pesquisa (Figura 1). Também pode ser associado a esse resultado a redução da macroporosidade no cultivo de bananeira e tomate convencional, diminuindo a capacidade de infiltração e a redistribuição que modificam a velocidade de infiltração água sob solo, além da elevada intensidade de aplicação de água do sistema de irrigação.

A taxa de infiltração da água no solo variou em função dos tratamentos, pelos diferentes manejos e cultivos, com ajuste exponencial e elevado coeficiente de determinação, exceto para a bananeira cultivada sob manejo convencional, o cultivo anual orgânico apresentou taxa final de infiltração de 15 cm h^{-1} enquanto o anual convencional de 5 cm h^{-1} , ou seja o efeito do uso intensivo do solo é constatado pela diminuição na taxa de infiltração de cerca de três vezes, essa variável acompanha os resultados de porosidade total que também diminuiu no

solo cultivado anualmente sob manejo convencional, devido diminuição da macroporosidade pelo preparo de solo nesse tipo de manejo. As maiores taxas de infiltração foram encontradas nos sistemas de produção orgânica (Figura 1), principalmente no cultivo de banana, e pode ser explicada pela alta atividade biológica, o manejo orgânico permite a deposição dos restos da cultura na área, melhorando as condições de aeração pela ação da macro e microfauna do solo.

Tal cobertura do solo permite o predomínio de bioporos (canais biológicos), esse tipo de poro proporciona uma maior taxa de infiltração por permitir a manutenção da continuidade dos poros. Semelhante ao trabalho de Santos et al. [20], que evidencia correlação positiva entre os bioporos e porosidade total, macroporosidade, infiltração de água de solo, e destaca a importância desse atributo para estruturação do solo. Santos et al. [19] trabalhando com diferentes manejos do solo encontraram maior VIB sob semeadura direta, confirmando que a presença de resíduos na camada superficial afeta de forma positiva a infiltração de água no solo.

Tabela 2: Valores médios de Densidade do solo em g cm^{-3} (DS), Densidade da partícula em g cm^{-3} (DP), Porosidade total (PT), Macroporosidade (MAP) e Microporosidade (MIP) expressas em porcentagem (%), Matéria orgânica em g kg^{-1} (MO) e Estoque de carbono (EC) dos solos cultivados com culturas perenes e anuais sob diferentes manejos.

Tratamentos	Características físico-hídricas						
	DS	DP	PT	MAP	MIP	M.O	E.C
Banana convencional	1,47 a	2,13 b	36,50 c	9,06 b	29,02 ab	2,37 b	6,20 b
Banana orgânica	1,32 ab	2,19 ab	42,56 ab	21,18 a	21,38 b	4,86 a	12,07 a
Tomate convencional	1,30 ab	2,11 b	38,08 bc	13,88 b	24,20 b	4,13 a	11,19 a
Tomate orgânico	1,24 b	2,29 a	45,84 a	13,18 b	32,66 a	2,68 b	6,75 b
cv (%)	6,80	3,31	5,71	16,86	13,96	11,70	11,81

Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

A diferença encontrada entre os cultivos perene e anual manejado de forma orgânica, também pode ser explicada pela camada de material orgânico depositada sob o solo da cultura perene que elevou a VIB dessa área, outro fato importante é o recente trabalho no preparo do solo para implantação da cultura anual (tomateiro), mesmo que somente realizada a escarificação, esse manejo quebrou a continuidade dos poros.

Valores superiores de densidade do solo foram registrados nas áreas de cultivo anual e perene sob manejo convencional podendo ser resultantes do manejo do solo que é baseado na aração e gradagem, que tem como base o revolvimento de camadas superficiais. Essas ações têm por finalidade revolver e inverter as camadas do solo, entretanto a pressão das máquinas agrícolas utilizadas pode causar diminuição na densidade do solo.

Desta forma acredita-se que o comportamento da macroporosidade esteja relacionado aos valores de ds observados neste estudo, onde esses dois atributos apresentaram relação inversamente proporcional. Os dados de macroporosidade obtidos no presente trabalho obtiveram diferença estatística, com menor média para o cultivo de bananeira sob cultivo convencional, com o valor, 9,06%, inferior ao limite crítico de

10% do volume total de poros, valor mínimo adequado para as trocas gasosas entre o ambiente externo e o solo [18]. O que indica prováveis limitações no fluxo de gases bem como o movimento de água no solo e bom desenvolvimento radicular, que estão intimamente relacionados ao seu volume de macroporos, ou seja, a garantia da oxigenação radicular bem como a capacidade de infiltração e redistribuição de água no perfil dependem dessa propriedade e desta forma provavelmente estão sendo prejudicados. Tal prejuízo na infiltração de água do solo para esse tratamento é visto nos dados de VIB, onde o cultivo de bananeira convencionalmente proporcionou a menor velocidade de infiltração quando comparado aos demais usos e manejos da presente pesquisa.

Dentre os tratamentos estudados, somente o solo cultivado com bananeira sob manejo convencional possui classe textural diferente (Franca) como observado na Tabela 1, pois este possui maior quantidade de silte e argila quando comparado aos demais solos. Essa diferente distribuição das frações granulométricas afeta a infiltração e redistribuição de água no solo. A soma da fração silte e areia fina promove o ajuste das partículas, reduzindo a porosidade e permitindo a maior cimentação pela argila dispersa proporcionando forte

agregação quando seco (coesão) e alta fragilidade quando úmido [6]. Embora essas características sejam limitantes quanto ao suprimento de água para as plantas, elas podem ser melhoradas a partir de um correto manejo cultural e do solo.

Ainda sobre as diferenças granulométricas observadas, principalmente, os maiores teores de silte argila na área cultivada com banana e manejo convencional pode estar ligado a ocorrência de algum entulhamento ou a ação antrópica, sendo a essa a principal. Esse incremento nos teores de silte e argila também foi observado por Sousa et al. [23] avaliando a matéria orgânica e textura do solo em veredas conservadas e antropizadas no bioma Cerrado, esses autores observaram aumento no teor de argila nas áreas de lavoura e pasto quando comparadas com a área conservada no terço inferior, do mesmo modo o silte também aumentou na área mais intensiva de cultivo (lavoura). Do mesmo modo que Silva e Cabeda [22], estudando as modificações na matriz de um Argissolo sob diferentes sistemas de manejo de cana de açúcar, concluíram que os solos cultivados com cana de açúcar (intensivo) apresentam aspecto maciço, com orientação de partículas de argila, evidenciando um estado mais denso em relação aos agregados do solo sob mata nativa.

Desse modo, a área cultivada com bananeira sob manejo convencional pode ter passado por um processo de antropização intensa além de fatores de formação do solo, e isso atrelado a reorganização das partículas o solo tornou-se mais denso, menos poroso, e com menor velocidade de infiltração de água. Assim, o manejo e uso do solo nessa área alterou suas características físico-hídricas.

Os dados de microporosidade se apresentaram superior aos da macroporosidade em todos os tratamentos. Sendo este um indício de degradação estrutural do solo. A compactação do solo (aumento da d_s) pode reduzir a macroporosidade e consequente-

mente elevar a micro. Fica evidente por meio da redução da macroporosidade e aumento da microporosidade no cultivo de bananeira convencional, que o solo de área de manejo convencional pode apresentar as maiores limitações quanto ao arranjo dos poros e desenvolvimento das raízes das plantas.

Quanto aos valores observados de porosidade total, observa-se valores superiores a 42% para o solo cultivado sob manejo orgânico, enquanto para o manejo convencional esses resultados foram inferiores a 38%. Ribeiro et al. [16], estudando as características físicas de um Chernossolo sob diferentes cultivos de soja, observaram maiores valores de Pt (45%) nas áreas oriundas de mata nativa, enquanto as que já haviam sido cultivadas anteriormente apresentaram valores limitantes ao desenvolvimento das raízes. Dessa forma, o manejo do solo que impõe o revolvimento frequentemente pode reduzir a porosidade do solo, e prejudicar a aeração e infiltração da água.

Ainda segundo Ribeiro et al. [16], é importante também considerar a relação entre macro e microporosidade, e esta por sua vez deve ser de 1:1 a 2:1. Levando em consideração esse atributo, nota-se na presente pesquisa que o tratamento banana orgânica foi o que mais se aproximou da relação 1:1, o que revela que sob esse uso e manejo, o solo tem espaços semelhantes para aeração e infiltração, melhorando o crescimento radicular e o armazenamento de água no solo.

Os valores de d_s , em todas as áreas estudadas (Tabela 2), não apresentaram limitação ao crescimento e desenvolvimento dos cultivos. O menor valor foi observado para o tratamento tomate orgânico, isso pode ser explicado pela eficiência do manejo solo aplicado, onde a escarificação realizada a um curto período de tempo foi suficiente para reduzir a compactação quando comparado ao revolvimento provocado pela aração e gradagem dos tratamentos com manejo convencional. Essa observação também foi feita por Freitas et al. [5], em trabalho ava-

liando os atributos físicos do solo em diferentes manejos e aplicação de gesso. O referido autor, afirma que a eficiência da escarificação está relacionada com a forma de ação das varetas do subsolador, que têm a função de quebrar os blocos compactados do solo em seus pontos de fraqueza, isso quando utilizado em pequena frequência.

A densidade de partícula (d_p) expressa a relação entre a quantidade de massa de solo seco por unidade de volume de sólido do solo, portanto, não inclui a porosidade do solo e não varia com o manejo do solo. Depende primariamente da composição química e composição mineralógica do solo. Os componentes que predominam em solos minerais apresentam valores de d_p que variam entre os limites de 2,3 a 2,9 g cm^{-3} , em média, exceção quando tem teor de matéria orgânica ou óxidos de Fe e Al altos. A matéria orgânica reduz a d_p , ao contrário da presença de óxidos que aumenta a D_p . Os valores de d_p (Tabela 2) encontrados no presente trabalho foram inferiores a 2,3 g cm^{-3} para todos os cultivos e formas de manejo, segundo Reinert et al. [15] possivelmente exista influência da matéria orgânica nesse solo o que caracteriza essa baixa densidade de partícula.

Os teores de matéria orgânica apresentaram diferenças significativas entre as áreas de cultivo manejadas orgânica e convencionalmente (Tabela 2). A banana orgânica e o tomate convencional apresentaram maiores médias não diferindo entre si com 4,86 g kg^{-1} e 4,03 g kg^{-1} , respectivamente.

Em curto prazo, o conteúdo total de matéria orgânica no solo não é muito sensível às mudanças no uso e manejo do solo [7]. Assim, identificar diferenças na quantidade de nutrientes em áreas sob cultivo orgânico recentemente implantadas, como é o caso do tratamento tomate orgânico, nem sempre é fácil, pois o teor de matéria orgânica no solo aumenta lentamente, podendo levar anos para ser percebido. Razão pela qual, mesmo sob o manejo orgânico, a bananeira apresentou mai-

ores teores de M.O quando comparado com o cultivo de tomate.

Os valores do estoque de carbono se comportaram semelhante aos de matéria orgânica (Tabela 2). Nesse contexto, as considerações de Parron [14] auxiliam na explicação dos resultados obtidos, ao destacarem que os estoques de EC variam em função do tipo de solo, profundidade, clima, bioma e, principalmente, uso e manejo do solo.

Apesar do menor estoque de carbono ser verificado no tomate orgânico, cabe ressaltar que o manejo orgânico em cultivos perenes, têm grande potencial para elevar o EC, pois apresentam diversidade, já que não há eliminação de plantas espontâneas entre linhas. Portanto, existe a tendência de os estoques de carbono serem semelhantes aos ecossistemas naturais [17].

Em termos gerais, observa-se uma tendência para os atributos físicos possuírem melhores valores para o cultivo orgânico, como: d_s , Pt e MAP. Entretanto, para os teores de MO e estoque de carbono a bananeira cultivada organicamente e o tomateiro convencionalmente obtiveram os maiores resultados. Dessa forma, nota-se que as características físico-hídricas do solo podem ser influenciadas tanto de acordo com o uso como também do manejo do solo.

Marchini et al. [10] afirmam que baixos valores de infiltração de água no solo, estão relacionados com a degradação e compactação do solo. Em termos gerais, é importante a adoção de práticas de manejo que favoreçam a infiltração de água no solo. Portanto o manejo orgânico estudado na presente pesquisa favoreceu o aumento da VIB, assim práticas desse manejo devem ser reiteradas para as condições de cultivo do Vale do Submédio São Francisco.

Na análise do dendograma de similaridade (Figura 2), considerando-se a densidade do solo, densidade de partícula, porosidade total, microporosidade, macroporosidade, teor de matéria orgânica, estoque de

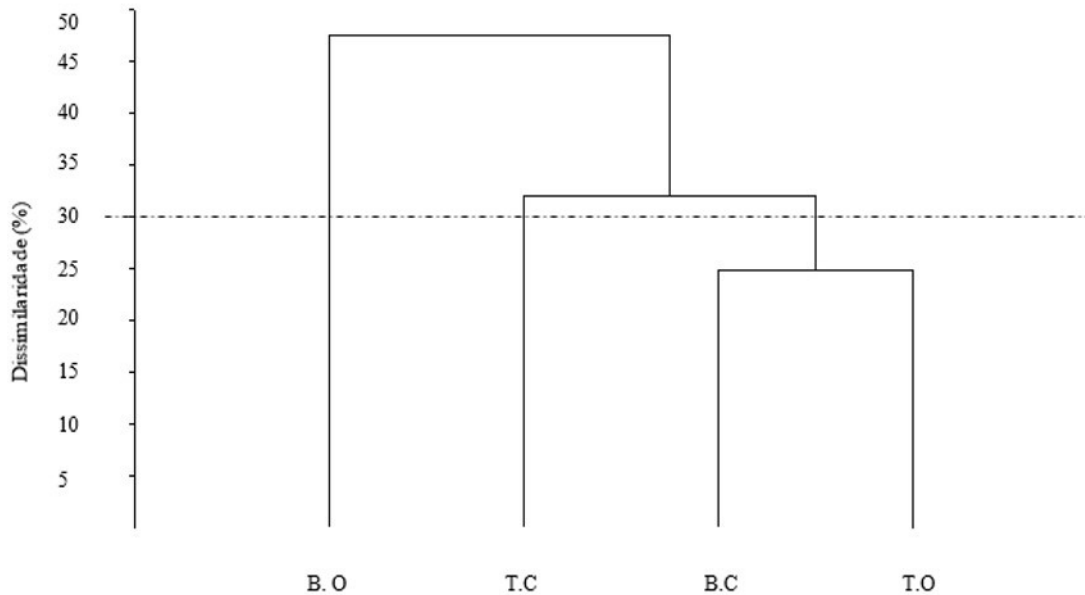


Figura 2: Dendrograma de agrupamento dos cultivos de bananeira orgânica (B.O), tomate convencional (T.C), banana convencional (B.C), tomate orgânico (T.O), mostrando a medida de dissimilaridade com a linha de corte a 30% desta, de acordo com os atributos físicos e físico-hídricos do solo.

carbono e velocidade de infiltração básica, o cultivo orgânico de bananeira foi o sistema que se diferenciou dos demais. Em um segundo nível agrupamento o tomate convencional se diferiu dos demais. Enquanto os cultivos de bananeira convencional e tomate orgânico ficaram agrupados em um mesmo nível.

Manfré et al. [9], estudando os atributos de qualidade do solo sob dois diferentes tipos de manejo, encontrou similaridade dos cultivos orgânico e convencional quanto a atributos físicos (densidade do solo e de partícula), entretanto os autores não especificam a cultura das áreas em questão, e o tipo de cultura influencia nos atributos do solo, como evidenciado neste trabalho. Tal autor também observou a grande similaridade entre vegetação nativa e o cultivo orgânico no que tange ao carbono orgânico e atributos microbiológicos, pode-se inferir então que o solo do cultivo orgânico se assemelha mais ao de uma situação ideal que os solos sob cultivo convencional. Diante disso, nos sistemas de cultivo onde o aporte

de matéria orgânica é maior e não há um frequente revolvimento do solo, a qualidade desse pode ser melhorada. Portanto, de acordo com o dendrograma (Figura 2) o solo do cultivo de bananeira orgânica assemelha-se ao ideal quando comparado com os demais estudados.

Mesmo com o recente revolvimento do solo da área de tomate orgânico, essa área encontra-se agrupada com a de banana convencional o que significa que estas possuem características semelhantes, ou seja, a operação de aração seguida de gradagem desestrutura o solo fazendo que seus efeitos sejam prejudiciais por anos.

Entretanto, Nicodemo et al. [12], observaram que o sistema agrosilvipastoril apresentou características físicas do solo semelhantes a mata nativa, ainda que utilizando o manejo convencional do solo (Aração e gradagem semestral). Embora nem sempre os efeitos prejudiciais do recorrente revolvimento do solo sejam observados, pois algumas técnicas podem minimizá-los, a diferença entre a presente pesquisa e o tra-

balho do referido autor pode ser explicada pela classe de solo distinta onde o comportamento das características físico-hídricas de um Neossolo foi diferente do Latossolo.

Conclusions

O tipo de uso e manejo provocam diferenças das características físico-hídricas do Neossolo Flúvico. O manejo orgânico promove melhoria na qualidade físico-hídrica do solo. O cultivo de bananeira manejado organicamente destacou-se quanto aos atributos: físico-hídricos do solo.

Agradecimentos

Ao laboratório de análise de solo, água e calcário – LASAC do Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais DTCS/UNEB, pela oportunidade de realização das análises físicas do solo, na pessoa do coordenador prof. Dr. Emanuel Ernesto Fernandes Santos.

Referências

- [1] S. Bernardo, A. A. Soares e E. C. Mantovani. *Manual de irrigação*. Viçosa: UFV, 2008, p. 625.
- [2] A. B. Brasil Neto, C. R. Costa dos Santos, N. C. Noronha, M. A. P. Gama, E. J. M. Carvalho, A. R. Silva, I. V. P. Guimarães e P. I. A. de Souza. “Matéria orgânica e atributos físico-hídricos de um latossolo sob diferentes sistemas de manejo”. Em: *Revista Agroecossistemas* 10.2 (2018), pp. 147–164.
- [3] Fernando Nobre Cunha, Nelmício Furtado da Silva, Luciana Minerina de Freitas Moura, Marconi Batista Teixeira, José Joaquim de Carvalho e Rogerio Teixeira da Silva. “Influência da difusividade e condutividade hidráulica na infiltração de água em um latossolo vermelho sob diferentes sistemas de cultivo”. Em: *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada-RBAI* 9.3 (2015), pp. 102–112.
- [4] EMBRAPA. *Manual de métodos de análise de solo*. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 1997, p. 212.
- [5] L. A. Freitas, L. M. M. Mello, M. Andreotti, É. H. Yano, D. Asevedo Soares e D. S. Pereira. “Soil physical and phenological attributes of soybean in different management systems and gypsum”. Em: *Brazilian Journal of Agricultural Sciences* 12.4 (2017), pp. 508–515.
- [6] Pedro Luiz Freitas, J. C. Polidoro, H. G. dos Santos, R. B. Prado, S. B. Calderano, G. Gregoris, C. V. Manzatto, I. Dowich e A. C. C. Bernardi. “Identificação e caracterização físico-química de latossolos de textura arenosa e média da região oeste da Bahia”. Em: *Cadernos de Geociências* 1-2 (2014), pp. 83–93.
- [7] D. V. Guimarães, M. L. N. Silva, A. Beiniach, D. F. A. Bispo, J. G. Contins e N. Curi. “Relationship between soil organic matter fractions and cover plants in Olive post planting”. Em: *Revista Brasileira de Fruticultura* 40.6 (2018).
- [8] H. M. F. Leite, L. S. Andrade, S. S. de Oliveira, J. Oliveira Birimba, R. H. Boldt e L. H. D. S. Oliveira. “Propriedades físicas de um solo sob diferentes uso e manejo em Cruzeiro do Sul–Acre”. Em: *Revista Científica Eletrônica de Agronomia* 12.28 (2015), pp. 256–265.
- [9] L.A. Manfré, A.M. Silva e R.C. Urban. “Soil quality attributes under two different managements in the municipality of Ibiuna, SP, Brazil”. Em: *Revista Interciência* 36.10 (2011), pp. 757–763.
- [10] D.C. Marchini, T.C. Ling, M.C. Alves, S. Crestana, S.N. Souto Filho e O. G. Arruda. “Matéria orgânica, infiltração e imagens tomográficas de Latossolo em recuperação sob diferentes

- tipos de manejo”. Em: *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* 19.6 (2015), pp. 1807–1817.
- [11] Matilde Mur e Roberto Hernán Balbuena. “Compactación de un suelo argudol típico por tráfico en un sistema de producción de forrajes”. Em: *Ciencia del suelo* 32.1 (2014), pp. 1–12.
- [12] M. L. F. Nicodemo, W. L. B. Borges e I. M. D. Souza. “Atributos físicos do solo em quatro sistemas de uso da terra em São Carlos, SP”. Em: *Revista Brasileira de Ciências Agrárias* 13.2 (2018), pp. 5524–5531.
- [13] R. A. R. Padrón, H. M. C. de Moraes Nogueira, R. R. Cerquera, G. D. Albino e C. U. Nogueira. “Caracterização físico-hídrica do solo argissolo amarelo para estabelecimento de projeto e manejo da irrigação”. Em: *Acta Iguazu* 4.1 (2015), pp. 36–47.
- [14] L. M. Parron. “Estoques de carbono no solo como indicador de serviços ambientais”. Em: *Serviços ambientais em sistemas agrícola e florestais do Bioma Mata Atlântica*. Ed. por L. M. Parron. Brasília: Embrapa, 2015, pp. 71–83.
- [15] D. J. Reinert, J. Ad. Albuquerque, J. M. Reichert, C. Aita e M. M. C. Andrada. “Limites críticos de densidade do solo para o crescimento de raízes de plantas de cobertura em Argissolo Vermelho”. Em: *Revista Brasileira de Ciência do Solo* 32.5 (2008), pp. 1805–1816.
- [16] P. L. Ribeiro, A. L. Bamberg, R. J. Kunde, C. M. Stöcker, A. B. Monteiro e R. Martinazzo. “Condições físicas de Chernossolos cultivados com soja na bacia hidrográfica do Rio Santa Maria, RS.” Em: *Revista Brasileira de Ciências Agrárias* 13.3 (2018).
- [17] G. P. Rocha, L. A. Fernandes, C. D. Cabacinha, I. D. P. Lopes, J. M. Ribeiro, L. A. Frazão e R. A. Sampaio. “Estoque de carbono em sistemas agroflorestais no norte de Minas Gerais”. Em: *Ciência Rural* 44.12 (2014), pp. 1197–1293.
- [18] K. V. Rossetti e J. F. Centurion. “Sistemas de manejo e atributos físico-hídricos de um Latossolo Vermelho cultivado com milho”. Em: *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* 12.9 (2013), pp. 472–479.
- [19] Igor Leonardo Nascimento Santos, Clayton Moura Carvalho, Raimundo Rodrigues Gomes Filho, Ketylen Vieira Santos, D. T. B. Oliveira e L. G. Souza. “Velocidade de infiltração da água no solo cultivado por milho doce com cobertura de crotalária”. Em: *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada* 10.5 (2016), pp. 925–934.
- [20] K. F. dos Santos, F. T. Barbosa, I. Bertol, R. de Souza Werner, N. H. Wolschick e J. M. Mota. “Study of soil physical properties and water infiltration rates in different types of land use”. Em: *Semina: Ciências Agrárias* 39.1 (2018), pp. 87–98.
- [21] Maria Aparecida do Nascimento dos Santos, E. Panachuki, Teodorico Alves Sobrinho, Paulo Tarso Sanches de Oliveira e Dulce Buchala Bicca Rodrigues. “Water infiltration in an ultisol after cultivation of common bean”. Em: *Revista Brasileira de Ciência do Solo* 38.5 (2014), pp. 1612–1620.
- [22] A. J. N. Silva e M. S. V. Cabeda. “Modificações na matriz de um Argissolo Amarelo Coeso sob diferentes sistemas de manejo com cana-de-açúcar”. Em: *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* 10.3 (2006), pp. 554–562.

-
- [23] R. F. Sousa, J. L. Nascimento, E. P. Fernandes, W. M. Leandro e A. B. Campos. “Matéria orgânica e textura do solo em veredas conservadas e antropizadas no bioma Cerrado”. Em: *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* 15.8 (2011), pp. 861–866.
- [24] V. F. C. Souza, I. Bertol e N. H. Wolschick. “Effects of soil management practices on water erosion under natural rainfall conditions on a Humic Dystrudept”. Em: *Revista Brasileira de Ciência do Solo* 41.3 (2017).
- [25] E. Veldkamp. “Organic carbon turnover in three tropical soils under pasture after deforestation”. Em: *Soil Science Society of America Journal* 58.1 (1994), pp. 175–180.