



ISSN:1984-2295

# Revista Brasileira de Geografia Física

Homepage: [www.ufpe.br/rbgfe](http://www.ufpe.br/rbgfe)



## Coquetéis vegetais e sistemas de manejo alterando a qualidade do solo e produtividade da mangueira

Sheila da Silva Brandão<sup>1</sup>, Vanderlise Giongo<sup>2</sup>, Nelci Olszewski<sup>3</sup>, Alessandra Monteiro Salviano<sup>4</sup>

<sup>1</sup>MSc. em Engenharia Agrícola, Bióloga. [sbrandaocef@hotmail.com](mailto:sbrandaocef@hotmail.com). <sup>2</sup>DSc. Pesquisadora, Embrapa Semiárido, BR 428, Km 152, Zona Rural - Caixa Postal 23, CEP 56302-970, Petrolina, Pernambuco. (87) 3866-3600. [vanderlise.giongo@embrapa.br](mailto:vanderlise.giongo@embrapa.br) (autor correspondente). <sup>3</sup>Professor Associado, Colegiado de Engenharia Agrícola, Unidade Federal do Vale do São Francisco, Av. Antônio Carlos Magalhães, 510, Country Club, CEP 48902-300, Juazeiro, Bahia. (74) 2102-7621. [Nelci.olszewski@univasf.edu.br](mailto:Nelci.olszewski@univasf.edu.br). <sup>4</sup>DSc. Pesquisadora, Embrapa Semiárido, BR 428, Km 152, Zona Rural - Caixa Postal 23, CEP 56302-970, Petrolina, Pernambuco. (87) 3866-3600. [alessandra.salviano@embrapa.br](mailto:alessandra.salviano@embrapa.br).

Artigo recebido em 12/04/2017 e aceito em 05/08/2017

### RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar alterações em características químicas e na estabilidade estrutural do solo e, na produtividade da mangueira após cinco cultivos de dois tipos de coquetéis vegetais e manutenção da vegetação espontânea em dois sistemas de manejo do solo. O experimento foi conduzido no delineamento em blocos casualizados com quatro repetições, com os tratamentos dispostos em esquema de parcelas subdivididas. As parcelas foram constituídas por 2 sistemas de manejo (com e sem revolvimento do solo) e, as subparcelas por 3 tipos de adubação verde (CV1 - 75% leguminosas + 25% gramíneas e oleaginosas; CV2 - 25% leguminosas + 75% gramíneas e oleaginosas e uma vegetação espontânea (VE)). Em cada unidade experimental foram coletadas, nas entrelinhas das mangueiras, amostras indeformadas para avaliação da estabilidade de agregados e amostras deformadas para determinação dos teores de MO, Ca, Mg e K trocáveis, P assimilável e N total. As amostras foram coletadas nas profundidades 0-5, 5-10, 10-20, 20-40 cm. Foi avaliada também a produtividade da mangueira ( $t\ ha^{-1}$ ). Os cinco ciclos de cultivo sucessivos de coquetéis vegetais e de manutenção da vegetação espontânea alteraram os teores de P, MO e N. Os coquetéis vegetais promoveram maiores produtividades de manga em relação à vegetação espontânea, mas não alteraram a qualidade dos frutos.

Palavras-chave: adubação verde, estabilidade de agregados, fertilidade do solo.

### Plant mixture and soil management systems changing soil quality and mango productivity

### ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate changes in chemical characteristics, soil structural stability and productivity of mango tree after five crops of two plant mixture types and maintenance of spontaneous vegetation in two soil management systems. The experiment was carried out in a randomized block design with four replications, with the treatments arranged in a split plot. The plot was set by two management systems (tillage and no tillage) and the subplots by 3 types of green manure (PM1 - 75% + leguminous 25% grasses and oilseeds; PM2 - 25% leguminous + 75% of grasses and oilseeds and spontaneous vegetation (SV)). In each experimental unit were collected between the lines of mango tree, undisturbed soil samples to assess the stability of misfolded aggregates and samples for determination of OM, Ca, Mg, K exchangeable, P assimilable and total N. The samples were collected from depths of 0-5, 5-10, 10-20, 20-40 cm. It also evaluated the productivity of mango tree ( $t\ ha^{-1}$ ). The five cycles of successive cultivation of plants mixture types and on spontaneous vegetation maintenance changed only the P, MO and N levels. The plants mixture promoted major mango productivity compared to spontaneous vegetation, but didn't change the quality of the fruit.

Keywords: green manure, aggregate stability, soil fertility.

### Introdução

O Brasil possui 76.391 hectares cultivados com mangueira (*Mangifera indica* L.), gerando uma produção superior a 1,24 milhões de toneladas. A região Nordeste é responsável por 66,54% do total produzido (IBGE, 2014). No Nordeste as mangueiras são monocultivos

irrigados e colaboram efetivamente com o desenvolvimento sócio-econômico regional. Entretanto, para o desenvolvimento da Mangicultura sustentável, o aspecto ambiental deve ser fortalecido, por meio de tecnologias e processos que mitiguem os impactos das

mudanças climáticas globais, e melhorem a resiliência e a qualidade do ambiente e do solo.

Estudos indicam que o uso da terra, os sistemas de manejo de solo e a cobertura vegetal influenciam propriedades químicas e físicas dos solos (Hassler et al., 2011; Scheffler et al., 2011) que por sua vez, estão diretamente relacionadas com a qualidade do mesmo. Assim, a utilização de adubos verdes e o manejo do solo contribuem para o aumento da produção de biomassa (Scopel et al., 2013), para ciclagem de nutrientes e estruturação física do solo, caracterizando-se como tecnologias importantes para compor agroecossistemas resilientes e sustentáveis diante dos cenários de mudanças climáticas globais. Porém, os impactos dos adubos verdes nas características químicas e físicas do solo são muito variáveis devido às espécies utilizadas, ao manejo da fitomassa e à interação entre esses fatores e as características edafoclimáticas locais, alterando o teor de matéria orgânica, a capacidade de troca de cátions, a ciclagem, mobilização e disponibilidade de nutrientes (Hernani e Padovan, 2014) e a formação e estabilidade de agregados (Higashi et al., 2014; Poeplau e Don, 2015; Yang et al., 2014). Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar alterações de características químicas e na estabilidade estrutural do solo e, na produtividade da mangueira após cinco cultivos de dois tipos de coquetéis vegetais e da manutenção da vegetação espontânea em dois sistemas de manejo do solo, verificando a viabilidade de tais tecnologias para compor sistemas sustentáveis de produção de manga.

### Material e métodos

O estudo foi realizado em experimento de longa duração instalado no Campo Experimental de Bebedouro, da Embrapa Semiárido, localizado no município de Petrolina, estado de Pernambuco, cujas coordenadas geográficas são 09°09' de latitude Sul, 40°22' de longitude Oeste e altitude 365,5 m. A vegetação nativa é classificada como caatinga hiperxerófila de porte arbóreo/arbustivo.

O clima da local é classificado como Bsw<sup>h</sup>, segundo a classificação proposta por Köppen, com período chuvoso entre janeiro e abril e medias de temperatura e pluviosidade de 26,2°C e 550 mm. Os dados climáticos coletados durante o período de condução desse trabalho, fevereiro de 2009 a junho de 2014, estão apresentadas na Figura 1.

O solo da área experimental é classificado como Argissolo Vermelho Amarelo Eutrofico plúntico, textura média/argilosa, relevo plano, cuja composição química e composição granulométrica estão apresentadas na Tabela 1.

O experimento foi conduzido em esquema de parcelas subdivididas, tendo nas parcelas dois sistemas de manejo de solo (com revolvimento do solo (R) e sem revolvimento do solo (NR)) e, nas subparcelas dois coquetéis vegetais (CV1 - 75% leguminosas + 25% gramíneas e oleaginosas; CV2 - 25% leguminosas + 75% gramíneas e oleaginosas) e uma vegetação espontânea (VE), no delineamento em blocos casualizados, com quatro repetições. As parcelas experimentais apresentam área de 1080 m<sup>2</sup> (45 x 24 m), tendo cada subparcela 360 m<sup>2</sup> (15 x 24 m), com área útil de 320 m<sup>2</sup>. O revolvimento do solo consistiu na realização de uma gradagem e sulcamento na semeadura dos adubos verdes e aração seguida de gradagem ao final do ciclo de cultivo para a incorporação da fitomassa (20 cm do solo). Nos tratamentos sem revolvimento do solo, a semeadura dos adubos verdes foi realizada por meio do sulcamento e ao final do ciclo de cultivo a fitomassa foi cortada rente ao solo e depositada na superfície. O corte das plantas foi realizado por meio de roçadeira portátil.

Os coquetéis vegetais foram compostos pela mistura de espécies leguminosas, gramíneas e oleaginosas. As leguminosas foram calopogônio (*Calopogonium mucunoide* Desv.), mucuna preta (*Stizolobium aterrimum* Piper & Tracy), mucuna cinza (*Mucuna cochinchinensis* (Lour.) A. Chev.), crotalárias (*Crotalaria juncea* L. e *Crotalaria spectabilis* Roth), feijão de porco (*Canavalia ensiformis* (L.) DC.), guandu (*Cajanus cajan* (L.) Millsp.) e Lab-lab (*Dolichos lablab* L.). As gramíneas foram milho (*Zea mays* L.), milheto (*Pennisetum americanum* (L.) Leake) e sorgo (*Sorghum vulgares* Pers.). As oleaginosas foram gergelim (*Sesamum indicum* L.), mamona (*Ricinus communis* L.) e girassol (*Helianthus annuus* L.). Na vegetação espontânea foram identificadas como espécies predominantes: trapoeraba (*Commelina benghalensis* L.), siratro (*Macroptilium atropurpureum* Urb.), carrapicho (*Desmodium tortuosum* (Sw.) DC.) e carrapicho de carneiro (*Acanthorpermum hispidum* DC.).

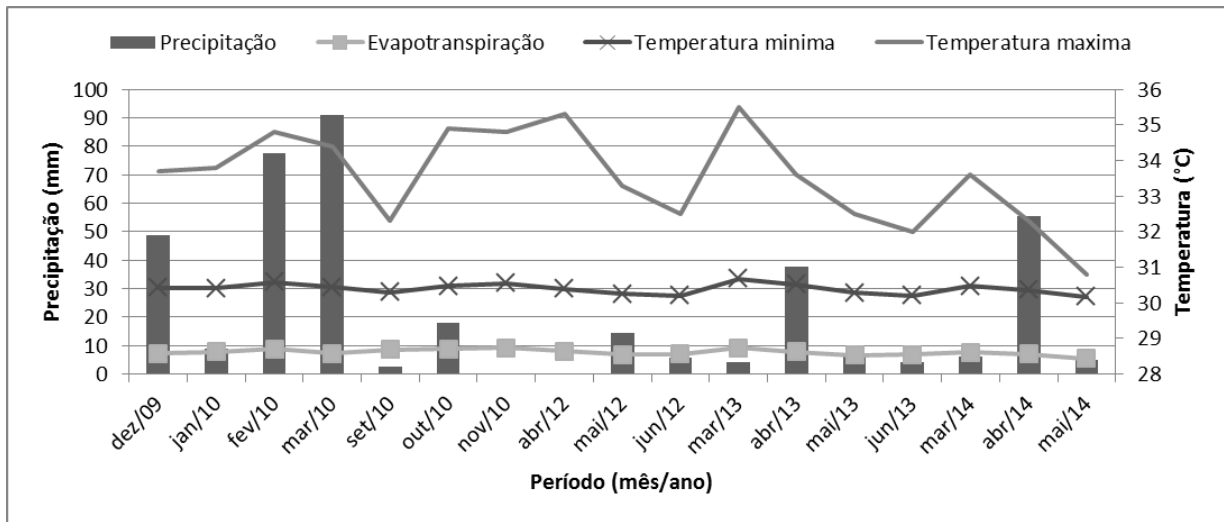


Figura 1. Médias anuais de precipitação pluviométrica (P), evapotranspiração de referência (ET), temperatura mínima (T min) e temperatura máxima (T máx), no período de 2009 a 2014, Petrolina, PE, 2014. Fonte: <http://www.cpatsa.embrapa.br:8080/index.php?op=eabeb>

Tabela 1. Caracterização química e granulometria do ARGISSOLO VERMELHO AMARELO Eutrofico plúntico antes da implantação do experimento. Petrolina, PE, 2008.

| Prof. (cm) | pH   | MO (g kg <sup>-1</sup> ) | P (mg dm <sup>-3</sup> ) | K (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> ) | Ca (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> ) | Mg (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> ) | S (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> ) | CTC (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> ) | Areia (g kg <sup>-1</sup> ) | Silte (g kg <sup>-1</sup> ) | Argila (g kg <sup>-1</sup> ) |
|------------|------|--------------------------|--------------------------|---|--|--|---|---|-----------------------------|-----------------------------|------------------------------|
| 0-5        | 7,05 | 10,52                    | 50,79                    | 0,45                                    | 2,38                                     | 1,03                                     | 3,86                                    | 4,24                                      | 868,45                      | 77,90                       | 53,65                        |
| 5-10       | 6,85 | 7,17                     | 37,88                    | 0,34                                    | 1,96                                     | 0,94                                     | 3,27                                    | 3,88                                      | 869,24                      | 65,11                       | 65,66                        |
| 10-20      | 6,75 | 4,83                     | 32,96                    | 0,29                                    | 1,62                                     | 0,80                                     | 2,73                                    | 3,34                                      | 871,67                      | 63,48                       | 65,58                        |
| 20-40      | 6,49 | 1,86                     | 29,54                    | 0,24                                    | 1,33                                     | 0,70                                     | 2,30                                    | 2,97                                      | 868,83                      | 50,58                       | 80,80                        |

Prof.-Profundidade; MO- Matéria Orgânica; P- Fósforo; K-Potássio; Ca-Cálcio; Mg-Magnésio; S-Soma de bases; CTC-Capacidade de Troca de Cátions;

A semeadura dos coquetéis vegetais foi realizada por cinco anos consecutivos: dezembro de 2009; setembro de 2010; abril de 2012; março de 2013 e março de 2014. O espaçamento das linhas de semeadura foi de 50 cm, sendo a primeira linha localizada a 100 cm da base do caule da mangueira, totalizando 13 linhas de coquetéis vegetais nas entrelinhas das mangueiras. Para garantir a uniformidade de germinação das sementes, inicialmente foram semeadas as de maior tamanho, na profundidade de 4 cm, e, posteriormente, as de menor tamanho, na profundidade de 2 cm. As quantidades de sementes por espécie, em cada coquetel vegetal, estão descritas na Tabela 2.

Foi instalado um sistema de irrigação por microaspersão, em área total, nas linhas de mangueiras e por gotejamento para suplementação hídrica nos coquetéis vegetais. A lâmina de irrigação foi calculada utilizando-se a média de precipitação dos últimos 30 anos, utilizando-se a diferença entre a precipitação esperada e a ocorrida. O manejo da irrigação da mangueira foi realizado por meio do monitoramento do potencial de água no solo e da demanda hídrica nas diferentes fases da cultura utilizando-se

tensiômetros instalados a 10 cm da base do caule das plantas nas profundidades de 20, 40, 60, 80 e 100 cm.

Tabela 2. Quantidade de sementes das espécies de adubos verdes utilizadas na composição dos coquetéis vegetais.

| Espécies         | CV1                                    | CV2 (g) |
|------------------|--|---------|
|                  | ----- g subparcela <sup>-1</sup> ----- |         |
| Girassol         | 183,39                                 | 550,19  |
| Mamona           | 2020,59                                | 6061,77 |
| Gergelim         | 58,50                                  | 175,50  |
| Milho            | 877,50                                 | 2632,50 |
| Milheto          | 58,50                                  | 175,50  |
| Sorgo            | 146,25                                 | 438,75  |
| Crotalária       |  |         |
| Spectabilis      | 300,10                                 | 100,03  |
| Crotaláriajuncea | 789,75                                 | 263,25  |
| Feijão de porco  | 13127,40                               | 4375,80 |
| Calopogônio      | 224,64                                 | 74,88   |
| Mucuna Preta     | 5928,39                                | 1976,13 |
| Guandu           | 745,875                                | 248,62  |
| Lab-lab          | 3510,00                                | 1170    |
| Mucuna Cinza     | 5928,39                                | 1976,13 |

CV1-75% leguminosas e 25% gramíneas e oleaginosas; CV2-75% gramíneas e oleaginosas e 25% leguminosas

Após 70 dias da semeadura dos coquetéis vegetais realizou-se o manejo do solo de acordo com os tratamentos. Após cinco ciclos de cultivo dos coquetéis vegetais, em cada unidade experimental, foram abertas trincheiras (40 x 60 cm) nas entrelinhas das mangueiras para coleta de amostras indeformadas nas profundidades 0-5, 5-10, 10-20, 20-40 cm para avaliação da estabilidade de agregados. A análise de estabilidade de agregados dos solos foi realizada por meio do tamisamento úmido utilizando o aparelho de oscilação vertical Yoder durante 15 minutos em conjunto de peneiras com malhas de 2,0, 1,0, 0,5, 0,25 e 0,125 mm. Realizou-se um pré-tratamento das amostras de agregados por umedecimento com água utilizando um borrifador, passando os agregados do solo em peneiras de malhas 4,0 e 2,0 mm de abertura. O material que ficou retido na peneira de 2,0 mm foi utilizado para o tamisamento e quantificação do solo retido em cada peneira (Yoder, 1936; Kemper, 1965; Kemper e Chepil, 1965). O material retido em cada peneira foi recolhido e levado para secagem em estufa por 48 h para a obtenção das proporções das classes de tamanho de agregados.

Em cada unidade experimental e nas mesmas profundidades também foram coletadas amostras deformadas para determinação dos teores de MO, de Ca, Mg e K trocáveis, P assimilável (Donagema et al., 2011) e de N total, por meio do Analisador Elementar modelo TruSpec CN Leco.

Para avaliação da produtividade foram contados, colhidos e pesados todos os frutos de cada planta da parcela útil, expressando-se os resultados em t ha<sup>-1</sup>. Os sólidos solúveis foram determinados por meio de um refratômetro digital, modelo PAL-1 (Atago, Tóquio, Japão), com compensação automática de temperatura e faixa de operação de 0 a 53 °Brix. As medições foram realizadas utilizando 1 mL de suco de cada fruta. Foram analisados 10 frutos por tratamento em cada repetição, totalizando 240 frutos. Os resultados foram expressos em °Brix (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008).

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância, ao nível de 5% de probabilidade e as médias comparadas pelo teste de Tukey (p < 0,05), utilizando-se o software SAS (versão 9.2).

## Resultados e discussão

### Características químicas

Não houve interação significativa entre os fatores adubação verde e manejo do solo para os

atributos químicos, nas entrelinhas do pomar de mangueira após cinco ciclos de cultivo de adubos verdes, exceto para o teor de P na profundidade de 5-10 cm (Tabela 3). O desdobramento dessa interação pode ser observado na Tabela 4.

Os teores de MO não foram alterados pela adubação verde nem pelo manejo do solo, exceto na camada de 20-40 cm, onde o uso do coquetel vegetal 1 (CV1), composto predominantemente por espécies leguminosas (75%), proporcionou maior teor desse atributo do solo em relação ao coquetel vegetal 2 (CV2) e a vegetação espontânea (VE) que, não diferiram entre si (Tabela 3). No entanto, observa-se uma tendência, em todas as profundidades, dos CVs proporcionarem maiores teores de MO em relação à VE fato que pode estar relacionado a maior produção de fitomassa pelos coquetéis. Em condições edafoclimáticas semelhantes ao presente estudo, Faria et al. (2007), avaliando atributos químicos de solo e produtividade do meloeiro, observaram que os adubos verdes exerceram efeito significativo sobre os teores de matéria orgânica na profundidade 0-10 cm em todos os tratamentos avaliados. Galvão et al. (2013) avaliando diferentes adubos verdes (aveia preta, ervilhaca peluda, nabo forrageiro, trevo vesiculoso e vegetação espontânea) observaram aumento nos teores de MO do solo em todos os tratamentos, sendo o maior incremento apresentado pelo uso da aveia preta. Em relação ao manejo, observa-se também tendência do revolvimento do solo proporcionar maiores teores de MO, exceto na camada mais superficial do solo (0-5 cm).

Os teores de N do solo não foram alterados pela adubação verde nem pelo manejo, exceto na camada de 5-10 cm, onde o uso do coquetel vegetal 1 (CV1), proporcionou maior teor desse atributo do solo em relação à vegetação espontânea (VE) (Tabela 3), provavelmente em função da composição predominante de leguminosas nesse coquetel (75%).

Observaram-se diferenças nos teores de P nas camadas de 10-20 e 20-40 cm proporcionadas pelo uso da adubação verde (Tabela 3). Na camada de 10-20 cm, a VE e o CV2 proporcionaram os maiores teores desse elemento, enquanto na camada 20-40 cm os maiores teores foram observados nas parcelas com a VE e CV1. Galvão et al. (2013) avaliando diferentes adubos verdes (aveia preta, ervilhaca peluda, nabo forrageiro, trevo vesiculoso e vegetação espontânea) observaram que o nabo forrageiro incrementou os teores de P no solo, na profundidade 0-20 cm, provavelmente devido a

sua elevada capacidade de absorção em camadas mais profundas.

Tabela 3. Teores de MO, N, P, K, Ca e Mg no solo após cinco ciclos de cultivo de coquetéis vegetais (CV1- 75% leguminosas + 25% gramíneas e oleaginosas; CV2 - 25% leguminosas + 75% gramíneas e oleaginosas) e manutenção da vegetação espontânea nas entrelinhas de um pomar de mangueira, em dois sistemas de preparo do solo.

| Adubação verde (AV) | MO<br>.....g kg <sup>-1</sup> ..... | N                  | P<br>mg dm <sup>-3</sup> | K<br>..... cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> ..... | Ca                  | Mg                 |
|---------------------|-------------------------------------|--------------------|--------------------------|---|---------------------|--------------------|
| 0-5 cm              |                                     |                    |                          |   |                     |                    |
| CV1                 | 9,67                                | 0,60               | 28,41                    | 0,36  | 2,37                | 0,71               |
| CV2                 | 10,17                               | 0,59               | 29,30                    | 0,34  | 2,35                | 0,75               |
| VE                  | 9,51                                | 0,60               | 32,97                    | 0,36  | 2,14                | 0,69               |
| Manejo(M)           |                                     |                    |                          |   |                     |                    |
| NR                  | 10,48                               | 0,63               | 32,42                    | 0,38  | 2,51                | 0,74               |
| R                   | 9,08                                | 0,56               | 28,04                    | 0,32  | 2,06                | 0,69               |
| F                   |                                     |                    |                          |   |                     |                    |
| AV                  | 0,18 <sup>ns</sup>                  | 0,02 <sup>ns</sup> | 0,43 <sup>ns</sup>       | 0,09 <sup>ns</sup>                                  | 1,78 <sup>ns</sup>  | 0,91 <sup>ns</sup> |
| M                   | 0,33 <sup>ns</sup>                  | 0,54 <sup>ns</sup> | 4,19 <sup>ns</sup>       | 0,30 <sup>ns</sup>                                  | 10,55 <sup>ns</sup> | 1,37 <sup>ns</sup> |
| AV x M              | 0,78 <sup>ns</sup>                  | 0,79 <sup>ns</sup> | 2,19 <sup>ns</sup>       | 2,10 <sup>ns</sup>                                  | 0,43 <sup>ns</sup>  | 0,77 <sup>ns</sup> |
| CV%                 | 32,74                               | 23,36              | 34,38                    | 30,31   | 16,30               | 18,81              |
| 5-10 cm             |                                     |                    |                          |   |                     |                    |
| CV1                 | 6,70                                | 0,51 a             | -                        | 0,35  | 1,58                | 0,58               |
| CV2                 | 6,52                                | 0,44 ab            | -                        | 0,45  | 1,58                | 0,60               |
| VE                  | 5,75                                | 0,41 b             | -                        | 0,47  | 1,54                | 0,59               |
| Manejo (M)          |                                     |                    |                          |   |                     |                    |
| NR                  | 6,21                                | 0,47               | -                        | 0,38  | 1,45                | 0,57               |
| R                   | 6,44                                | 0,43               | -                        | 0,47  | 1,68                | 0,61               |
| F                   |                                     |                    |                          |   |                     |                    |
| AV                  | 1,11 <sup>ns</sup>                  | 0,00**             | 0,14 <sup>ns</sup>       | 0,43 <sup>ns</sup>                                  | 0,04 <sup>ns</sup>  | 0,08 <sup>ns</sup> |
| M                   | 0,10 <sup>ns</sup>                  | 0,55 <sup>ns</sup> | 0,06 <sup>ns</sup>       | 0,75 <sup>ns</sup>                                  | 1,60 <sup>ns</sup>  | 0,28 <sup>ns</sup> |
| AV x M              | 0,20 <sup>ns</sup>                  | 0,52 <sup>ns</sup> | 9,51*                    | 0,85 <sup>ns</sup>                                  | 1,34 <sup>ns</sup>  | 0,05 <sup>ns</sup> |
| CV%                 | 30,21                               | 11,99              | 18,02                    | 62  | 23,39               | 24,35              |
| 10-20 cm            |                                     |                    |                          |   |                     |                    |
| CV1                 | 4,00                                | 0,36               | 12,99b                   | 0,34  | 1,17                | 0,46               |
| CV2                 | 4,17                                | 0,35               | 16,98 <sup>a</sup>       | 0,32  | 1,31                | 0,53               |
| VE                  | 3,69                                | 0,36               | 18,03 <sup>a</sup>       | 0,29  | 1,24                | 0,51               |
| Manejo              |                                     |                    |                          |   |                     |                    |
| NR                  | 3,97                                | 0,35               | 15,95                    | 0,35  | 1,17                | 0,46               |
| R                   | 3,94                                | 0,36               | 16,05                    | 0,28  | 1,31                | 0,55               |
| F                   |                                     |                    |                          |   |                     |                    |
| AV                  | 0,93 <sup>ns</sup>                  | 0,25 <sup>ns</sup> | 6,62*                    | 0,31 <sup>ns</sup>                                  | 0,73 <sup>ns</sup>  | 1,38 <sup>ns</sup> |
| M                   | 0,00 <sup>ns</sup>                  | 0,32 <sup>ns</sup> | 0,02 <sup>ns</sup>       | 2,84 <sup>ns</sup>                                  | 1,09 <sup>ns</sup>  | 3,23 <sup>ns</sup> |
| AV x M              | 0,33 <sup>ns</sup>                  | 1,72 <sup>ns</sup> | 3,61 <sup>ns</sup>       | 0,48 <sup>ns</sup>                                  | 0,27 <sup>ns</sup>  | 0,63 <sup>ns</sup> |
| CV%                 | 25,34                               | 13,08              | 18,24                    | 39,55   | 24,74               | 26,12              |
| 20-40 cm            |                                     |                    |                          |   |                     |                    |
| CV1                 | 4,04 a                              | 0,36               | 18,71 <sup>a</sup>       | 0,28  | 1,29                | 0,54               |
| CV2                 | 3,23 b                              | 0,33               | 7,48b                    | 0,23  | 1,18                | 0,50               |
| VE                  | 3,19 b                              | 0,32               | 15,98 <sup>a</sup>       | 0,26  | 1,32                | 0,52               |
| Manejo              |                                     |                    |                          |   |                     |                    |
| NR                  | 3,38                                | 0,35               | 14,95                    | 0,30  | 1,26                | 0,52               |
| R                   | 3,60                                | 0,32               | 13,16                    | 0,21  | 1,32                | 0,51               |
| F                   |                                     |                    |                          |   |                     |                    |
| AV                  | 4,18*                               | 0,79 <sup>ns</sup> | 7,80*                    | 0,82 <sup>ns</sup>                                  | 0,09 <sup>ns</sup>  | 0,27 <sup>ns</sup> |
| M                   | 0,33 <sup>ns</sup>                  | 0,45 <sup>ns</sup> | 0,95 <sup>ns</sup>       | 2,21 <sup>ns</sup>                                  | 5,49 <sup>ns</sup>  | 0,08 <sup>ns</sup> |
| AV x M              | 1,86 <sup>ns</sup>                  | 0,39 <sup>ns</sup> | 0,39 <sup>ns</sup>       | 0,83 <sup>ns</sup>                                  | 0,56 <sup>ns</sup>  | 0,12 <sup>ns</sup> |
| CV%                 | 26,65                               | 23,53              | 42                       | 30,48   | 22,94               | 25,31              |

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. CV 1 coquetel vegetal 1 - 75% Leguminosas e 25% gramíneas e oleaginosas; CV 2 – coquetel vegetal 2 - 25% Leguminosas e 75% gramíneas e oleaginosas; VE - vegetação espontânea; NR - Não Revolvido; R-Revolido.

Na camada de 0-5 cm, apesar de não se observar diferenças estatisticamente significativas, há tendência de a VE proporcionar os maiores teores de P do solo. Alguns pesquisadores observaram boa capacidade de acúmulo de P por espécies de vegetação espontânea. Cavalcante et al. (2012), avaliando a extração de nutrientes por adubos verdes e por vegetação espontânea na região Agreste de Alagoas, observaram acúmulo de P de 24,7 kg ha<sup>-1</sup> no tecido vegetal da vegetação espontânea, alcançando, em média, duas vezes o valor acumulado pelas espécies leguminosas testadas.

Na camada de 5-10 cm, houve interação entre os fatores de estudo (Tabela 4). Observa-se que o coquetel vegetal com predominância de leguminosas, quando revolvido reduz a disponibilidade de P do solo. Para os demais tratamentos não houve diferença estatística. Vance et al. (2003) discutem o mecanismo de mobilização de P devido a liberação de exsudatos das raízes. Entretanto, no presente estudo, o arcabouço analítico utilizado não permitiu estabelecer quais mecanismos estão atuando; somente foi possível verificar que há indicativo que as espécies dos adubos verdes estão alterando a disponibilização de fósforo. Um motivo pode ser o maior contato do P com a matriz sólida do solo favorecendo sua fixação.

Tabela 4. Teor de P do solo na profundidade de 5-10 cm, após cinco ciclos de cultivo de coquetéis vegetais (CV1- 75% leguminosas + 25% gramíneas e oleaginosas; CV2 - 25% leguminosas + 75% gramíneas e oleaginosas) e manutenção da vegetação espontânea nas entrelinhas de um pomar de mangueira, em dois sistemas de preparo do solo.

| Adubação verde | Manejo                         |         |
|----------------|--------------------------------|---------|
|                | N.R.                           | R.      |
|                | -----mg dm <sup>-3</sup> ----- |         |
| CV1            | 25,54aA                        | 15,70aB |
| CV2            | 20,41aA                        | 22,85aA |
| VE             | 18,15aA                        | 24,11aA |

As médias seguidas pela mesma letra, minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. CV 1 coquetel vegetal 1 - 75% Leguminosas e 25% gramíneas e oleaginosas; CV 2 – coquetel vegetal 2 - 25% Leguminosas e 75% gramíneas e oleaginosas; VE - vegetação espontânea; NR - Não Revolvido; R-Revolvido.

O uso de diferentes adubos verdes, bem como dos dois sistemas de manejo, com e sem revolvimento, também não alteraram os teores de K, Ca e Mg do solo, independente da profundidade de coleta (Tabela 3). Trabalhos científicos realizados para diferentes culturas e condições edafoclimáticas demonstram que os

cultivos solteiros ou consorciados de adubos verdes alteram diferentes atributos relacionados à fertilidade do solo, entre os quais o aumento dos teores de nutrientes e de matéria orgânica (Nascimento et al., 2003; Faria et al., 2007; Rufato et al., 2007). Souza et al. (2013), realizando estudos em Cambissolo Húmico, no estado de Santa Catarina, verificaram que o cultivo de adubos verdes (vegetação espontânea; aveia-preta; centeio; nabo- forrageiro; nabo-forrageiro + centeio; e nabo-forrageiro + aveia-preta) em pré-cultivo de cebola não alteraram os atributos químicos do solo, exceto os teores de potássio, fósforo e valores da CTC a pH7. Da mesma forma, Souza et al. (2015), avaliando o impacto de adubos verdes (crotalaria e tremoço branco) em Latossolo Vermelho Amarelo localizado no estado do Espírito Santo, em pré-cultivo de repolho e milho-verde, associada a compostos orgânicos com distintos níveis de N, observaram que a presença da adubação verde não alterou os valores de Ca, SB, T e MO, entretanto aumentou os teores de P e H+Al e, reduziu os teores de K e Mg e o pH do solo. Por outro lado, Cunha et al. (2011), realizando estudos com adubos verdes nos cultivos de feijão e milho, não observaram, após quatro anos de cultivo, efeitos dos adubos verdes nos teores de MO, P, K, Ca e Mg do solo nas camadas de 0,00-0,10 m e 0,10-0,20 m, tanto no preparo convencional quanto na semeadura direta.

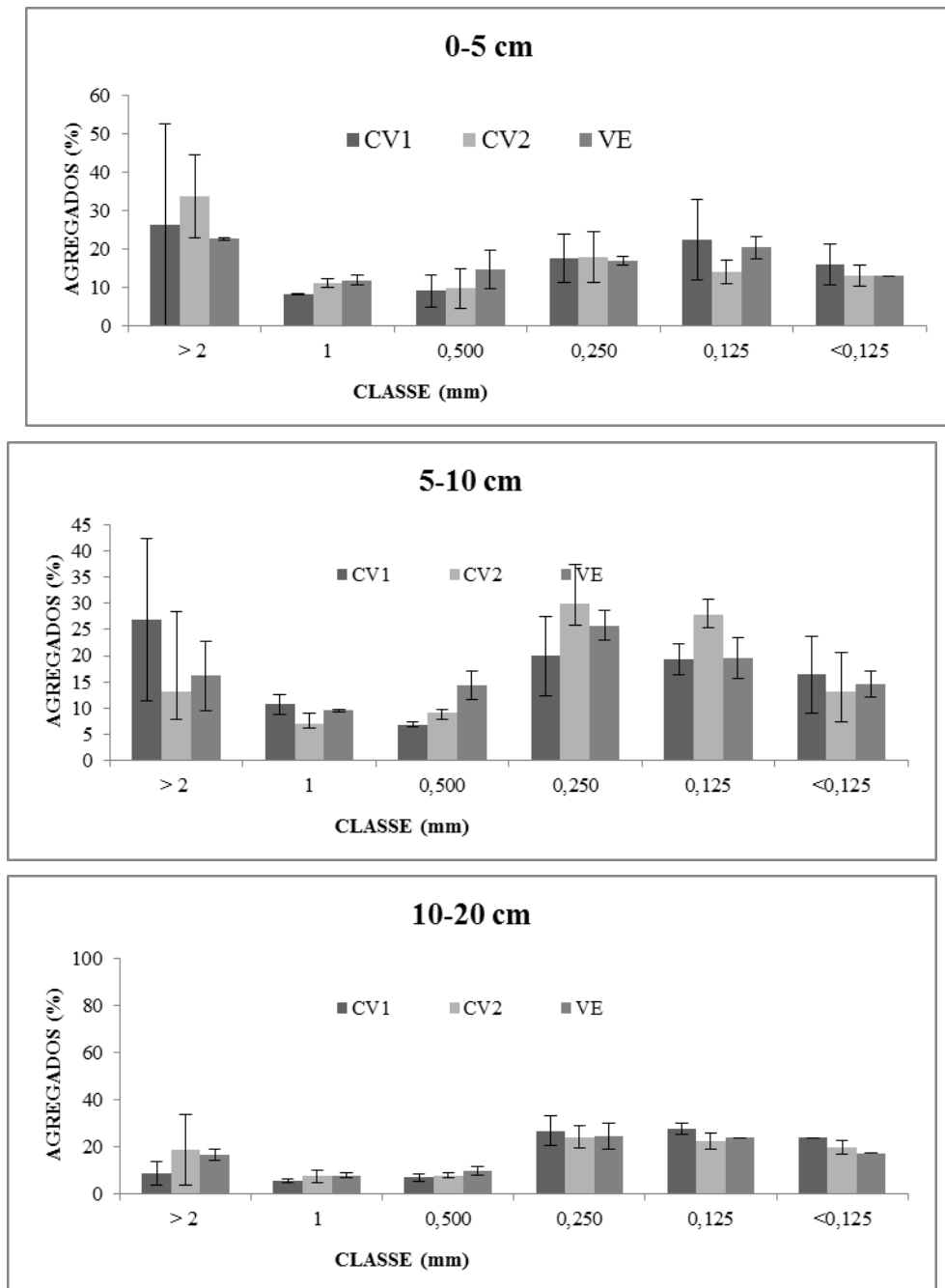
#### Estabilidade Estrutural

As médias da distribuição de agregados do solo, por classes de tamanho, em cada profundidade de coleta, para cada um dos adubos verdes utilizados estão apresentadas na Figura 2. Nas profundidades de 0-5 cm e 5-10 cm, há um predomínio da classe de agregados de maior tamanho (>2,00 mm), sendo que essa proporção é reduzida em profundidade. No entanto, deve-se salientar que o experimento foi instalado no ano de 2009, em área intensamente utilizada pela atividade agrícola. Provavelmente, o tempo de condução do experimento ainda não tenha sido suficiente para incrementar o processo de agregação do solo, tendo em vista, principalmente a textura arenosa do solo.

Sanclémente-Reyes et al. (2015), em estudo realizado na Colombia, em Neossolo com percentagens de areia, silte e argila, respectivamente, 61,6%, 2,7% e 15,7%, verificando o impacto da adubação verde, aplicação de fertilizantes orgânicos e sintéticos nos atributos físicos e na produção de milho, observaram que o tratamento contendo somente adubo verde favoreceu a formação de

microagregados (< 0,25 mm), diminuindo a estabilidade de agregados (0,13 mm). Os melhores resultados, em relação aos parâmetros físicos, foram obtidos nos tratamentos que contemplaram adubação verde e adubação orgânica ou sintética. As médias da distribuição de agregados, por classes de tamanho, em cada profundidade de coleta, para cada sistema de manejo do solo são apresentadas na Figura 3. Observa-se que no sistema de manejo com

revolvimento do solo e incorporação dos resíduos vegetais, não há redução da proporção de macroagregados (>2 mm) em profundidade. Provavelmente, a incorporação de resíduos vegetais favorece o processo de agregação em subsuperfície, enquanto a manutenção dos resíduos sobre a superfície do solo intensifica o processo de formação de macroagregados apenas na primeira camada amostrada (0-5 cm).



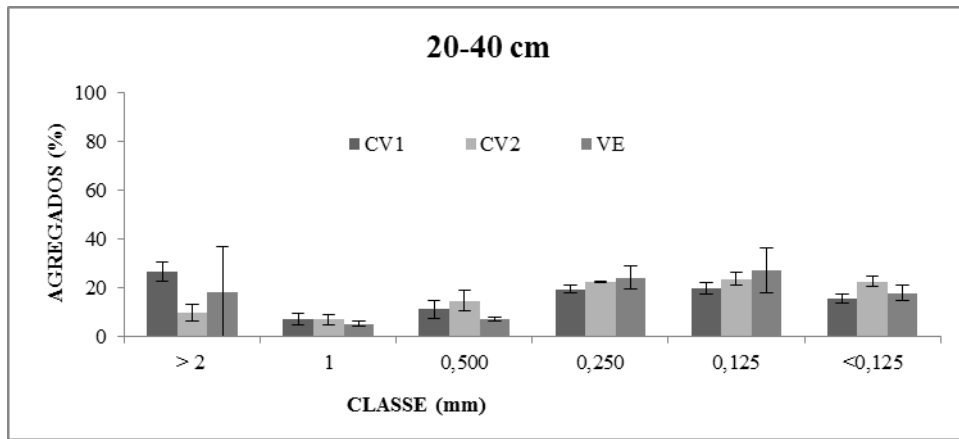


Figura 2. Percentagem de agregados no solo, por classe de diâmetro, após cinco ciclos de cultivo de coquetéis vegetais (CV1- 75% leguminosas + 25% gramíneas e oleaginosas; CV2 - 25% leguminosas + 75% gramíneas e oleaginosas) e manutenção da vegetação espontânea em pomar de mangaueira, independente do tipo de preparo do solo.

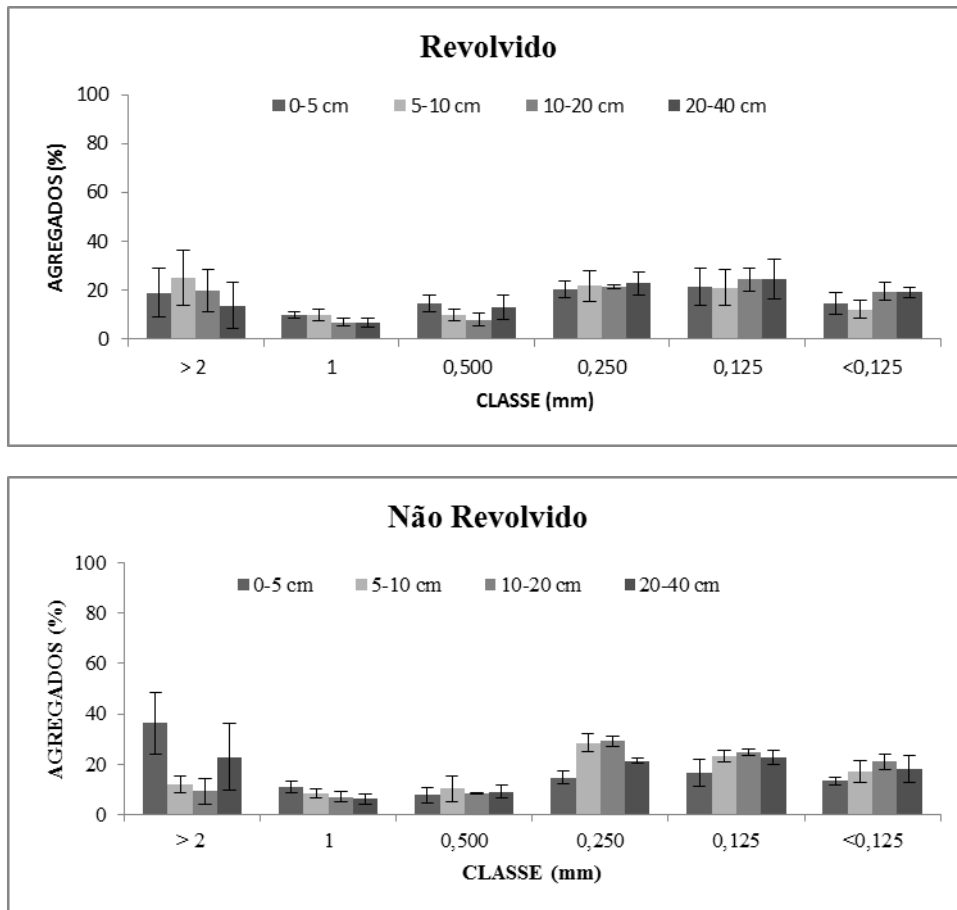


Figura 3. Médias da percentagem de agregados no solo, por classe de diâmetro, coletadas nas entrelinhas de um pomar de mangaueira em dois sistemas de manejo, independente dos tipos de adubos verdes.

Em trabalho comparando plantio direto com solo arado, Chung et al. (2008) observaram que os macroagregados ocuparam a maior proporção de peso ambos os sistemas de preparo. A proporção de macroagregados foi significativamente menor nos solos em que se Brandão, S.S., Giongo, V., Olzevski, N., Salviano, A.M.

utilizou arado de aiveca. Kabiria et al. (2015), comparando o impacto de quatros sistemas de preparo do solo sobre características físicas e químicas de solo, após seis anos de cultivo, observaram que conforme diminuía a intensidade de revolvimento aumentava a proporção de



macroagregados concluindo que a menor perturbação do solo e quantidade moderada de resíduos de culturas são importantes para aumentar a qualidade física e estabilização da MO dentro de macroagregados.

#### Produtividade

Não houve interação significativa entre os fatores de estudo para as produtividades comercial e total e para o teor de sólidos solúveis dos frutos (Tabela 5). A adubação alterou a produtividade, tendo os CV1 e CV2 proporcionado maiores produções de manga em relação à VE.

As produtividades comercial e total variaram de 9,84 a 7,14 e 9,96 a 7,21 t ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Essas produtividades estão abaixo da média observada na região do Vale do Submédio São Francisco, que é em torno de 23,5 t ha<sup>-1</sup> (IBGE/PAM, 2014). No entanto, deve-se salientar que essa é a primeira produção do

pomar, não representando ainda o potencial produtivo médio de um pomar em plena produção.

A adubação verde e o manejo do solo não alteraram a qualidade dos frutos, tendo o brix variado de 20,92 a 21,62°, estando dentro da faixa esperada para essa variedade. Verifica-se que os valores médios de sólidos solúveis na colheita da manga do presente estudo estão acima do limite mínimo de 7,4 °Brix estabelecido por Alves et. al. (2002) para mangas Kent. Silva et al. (2009), avaliando as características físicas e químicas de 15 variedades de mangueira na Zona da Mata mineira, verificaram para a cultivar Kent valor médio de sólidos solúveis totais de 16,8 °Brix, sendo que os maiores e menores valores foram encontrados, respectivamente, para as cultivares Amarelinha (20,9 °Brix) e Haden (12,1 °Brix).

Tabela 5. Produtividade Comercial, total e sólidos solúveis totais dos frutos de mangueiras cultivadas em um ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico plúntico, após cinco ciclos de cultivo de coquetéis vegetais (CV1- 75% leguminosas + 25% gramíneas e oleaginosas; CV2 - 25% leguminosas + 75% gramíneas e oleaginosas) e manutenção da vegetação espontânea nas entrelinhas de um pomar de mangueira.

| Adubação verde (AV)       | Produtividade                 | Produtividade Total | Sólidos solúveis   |
|---------------------------|-------------------------------|---------------------|--------------------|
|                           | Comercial                     |                     |                    |
|                           | .....t ha <sup>-1</sup> ..... |                     | °Brix              |
| Coquetel Vegetal 1 (CV1)  | 9,84 a                        | 9,96 a              | 21,30 a            |
| Coquetel Vegetal 2 (CV2)  | 9,57 a                        | 9,64 a              | 20,92 a            |
| Vegetação Espontânea (VE) | 7,14 b                        | 7,21 b              | 21,62 a            |
| Manejo (M)                |                               |                     |                    |
| Não Revolvido (NR)        | 9,17 a                        | 9,27 a              | 21,21 a            |
| Revolvido (R)             | 8,53 a                        | 8,60 a              | 21,12 a            |
| Fatores                   | F                             |                     |                    |
| AV                        | 7,52**                        | 8,02**              | 0,05 <sup>ns</sup> |
| M                         | 2,33 <sup>ns</sup>            | 3,05 <sup>ns</sup>  | 0,90 <sup>ns</sup> |
| AV x M                    | 1,06 <sup>ns</sup>            | 1,12 <sup>ns</sup>  | 1,21 <sup>ns</sup> |
| CV (%)                    | 17,33                         | 16,79               | 2,90               |

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. CV1 – coquetel vegetal 1 – 75% Leguminosas e 25% gramíneas e oleaginosas; CV2 – coquetel vegetal 2 - 25% Leguminosas e 75% gramíneas e oleaginosas; VE - vegetação espontânea

#### Conclusões

O cultivo de adubos verdes, independente da sua composição, é uma alternativa viável para adicionar nutrientes ao solo em cultivos intercalares de mangueira em condições semiáridas, proporcionando aumentos de produtividade. Após cinco ciclos de cultivo sucessivos de adubos verdes alteraram a qualidade química do solo, em relação aos teores de P, MO e N. A qualidade física do solo e a qualidade dos

frutos não foram alteradas em função do cultivo de coquetéis vegetais e manejo do solo.

#### Agradecimentos

Os autores agradecem À Embrapa, ao BNB pela concessão de auxílio financeiro e a CAPES pela concessão de bolsa de PG.

#### Referências

Alves, R.E., Filgueiras, H.A.C., Menezes, J.B., Assis, J.S., Lima, M.A.C., Amorim, T.B.F., Martins, A.G. 2002. Colheita e Pós-colheita.

- In: Genú, P.J.C., Pinto, A.C.Q. (Eds.). A cultura da mangueira. Embrapa Informação Tecnológica, Brasília, pp. 383-405.
- Cavalcante, V.S., Santos, V.R., Santos Neto, A.L. dos, Santos, M.A.L. dos, Santos, C.G. dos S., Costa, L.C. 2012. Biomassa e extração de nutrientes por plantas de cobertura. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* 16, 521–528.
- Chung, H.G., Grove, J.H., Six, J. 2008. Indications for soil carbon saturation in a temperate agroecosystem. *Soil Science Society of American Journal* 72, 1132-1139.
- Cunha, E. de Q., Stone, L.F., Didonet, A.D., Ferreira, E.P. de, Moreira, J.A.A., Leandro, W.M. 2011. Atributos químicos de solo sob produção orgânica influenciados pelo preparo e por plantas de cobertura. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* 15, 1021-1029.
- Donagema, G.K., Campos, D.V.B. de, Calderano, S.B., Teixeira, W.G., Viana, J.H.M. (Org.). 2011. Manual de métodos de análise de solo. 2. ed. rev., Embrapa Solos, Rio de Janeiro.
- Faria, C.M.B., Costa, N.D., Faria, A.F. 2007. Atributos químicos de um argissolo e rendimento de melão mediante o uso de adubos verdes, calagem e adubação. *Revista Brasileira de Ciência do Solo* 31, 299-307.
- Galvão, A.G., Resende, J.T.V. de, Morales, R.G.F., Lustosa, S.B.C., Dias, D.M., Marodin, J.C. 2013. Tomato yield and soil chemical attributes depending on previous cover crops. *Horticultura Brasileira* 31, 68-73.
- Hassler, S.K., Zimmermann, B., Breugel, M.v., Elsenbeer, H. 2011. Recovery of saturated hydraulic conductivity under secondary succession on former pasture in the humid tropics. *Forest Ecology & Management* 261, 1634-1642.
- Hernani, L. C.; Padovan, M. P. 2014. Adubação verde na recuperação de solos degradados. In: Lima Filho, O.F., Ambrosano, E.J., Rossi, F., Carlos, J.A.D. (Eds.). Adubação verde e plantas de cobertura no Brasil: fundamentos e práticas. Embrapa Informação tecnológica, Brasília, pp. 371-398.
- Higashi, T., Yunghui, M., Komatsuzaki, M., Ohta, H. 2014. Tillage and cover crop species affect soil organic carbon in Andosol, Kanto, Japan. *Soil & Tillage Research* 138, 64–72.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2014. <<http://www.ibge.gov.br/>>. jul de 2015.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2014. Sistema de Recuperação Automática – Sidra: Pesquisa Agropecuária Municipal (PAM). Disponível: <http://goo.gl/sb6YeE>. Acesso: 13 out. 2014.
- Instituto Adolfo Lutz. 2008. Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. São Paulo.
- Kabiria, V., Raiesia; F., Ali Ghazavi, M. 2015. Six years of different tillage systems affected aggregate-associated SOM in a semi-arid loam soil from Central Iran. *Soil & Tillage Research* 154, 114-125.
- Kemper, W.D. 1965. Aggregate stability. In: Black, C.A. (Ed.) *Methods of soil analysis*. American Society of Agronomy, Madison, pp.511-519.
- Kemper, W.D., Chepil, W.S. 1965. Size distribution of aggregates. In: Black, C.A., (Ed.). *Methods of soil analysis*. American Society of Agronomy, Madison, pp.499-510.
- Nascimento, J.T., Silva, I. de F., Santiago, R.D., Silva Neto, L. de F. 2003. Efeito de leguminosas nas características químicas e matéria orgânica de um solo degradado. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* 7, 457-462.
- Poepplau, C., Don, A. 2015. Carbon sequestration in agricultural soils via cultivation of cover crops – a meta-analysis. *Agriculture Ecosystem Environment*. 200, 33-41.
- Rufato, L., Rufato, A., Kretzchmar, A.A., Fachinello, J.C. 2007. Coberturas vegetais no desenvolvimento vegetativo de plantas de pessegueiro. *Revista Brasileira de Fruticultura* 29, 107-109.
- Sanclémente-Reyes, O.E.; Patino-Torres, C.O. 2015. Efecto de *Mucuna pruriens* como abono verde y cobertura, sobre algunas propiedades físicas Del suelo. *Entramado* 11, 206-211.
- Scheffler, R., Neil, C., Krusche, A.V., Elsenbeer, H. 2011. Soil hydraulic response to land-use change associated with the recent soybean expansion at the Amazon agricultural frontier. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 144, 281-289.
- Scopel, E., Triomphe, B., Affholder, F., Silva, F.A.M. da, Corbeels, M., Xavier, J.H.V., Lahmar, R., Recous, S., Bernoux, M., Blanchart, E., Mendes, I. de C., Tourdonnet, S. de. 2013. Conservation agriculture cropping systems in temperate and tropical conditions, performances and impacts. A review. *Agronomy Sustainable Development* 33, 113-130.
- Silva, D.F.P., Siqueira, D.L., Pereira, C.S., Salomão, L.C.C., Struiving, T.B. 2009. Caracterização de frutos de 15 cultivares de mangueira na Zona da Mata mineira. *Revista Ceres* 56, 783-789.

- Souza, J.L., Guimarães, G.P., Favarato, L.F. 2015. Desenvolvimento de hortaliças e atributos do solo com adubação verde e compostos orgânicos sob níveis de N. *Horticultura Brasileira* 33, 19-26.
- Souza, M., Comin, J.J., Leguizamón, E.S., Kurtz, C., Brunetto, G., Müller Júnior, V., Ventura, B., Camargo, A.P. 2013. Matéria seca de plantas de cobertura, produção de cebola e atributos químicos do solo em sistema plantio direto agroecológico. *Ciência Rural* 43, 21-27.
- Vance, C.P., Uhde-Stone, C., Allan, D.L. 2003. Phosphorus acquisition and use: critical adaptations by plants for securing a nonrenewable resource. *New Phytologist* 157, 423-447.
- Yang, Z., ZHENG, S., NIE, J., LIAO, Y., XIE, J. 2014. Effects of long-term winter planted green manure on distribution and storage of organic carbon and nitrogen in water-stable aggregates of reddish paddy soil under a double-rice cropping system. *Journal of Integrative Agriculture* 13, 1772-1781.
- Yoder, R.E.A. 1936. Direct method of aggregate analysis of soils and a study of the physical nature of erosion losses. *Journal American Society of Agronomy* 28, 337-351.