



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA**

SHEILA DA SILVA BRANDÃO

**COQUETÉIS VEGETAIS NO CULTIVO DE MANGUEIRA NO
SEMIÁRIDO**

JUAZEIRO/BA

2016



UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA

SHEILA DA SILVA BRANDÃO

COQUETÉIS VEGETAIS NO CULTIVO DE MANGUEIRA NO SEMIÁRIDO

Trabalho apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Vale do São Francisco, como requisito para a obtenção do título de mestre em Engenharia Agrícola.

Orientadora: Prof^a. DSc. Alessandra Monteiro Salviano

Coorientadora: DSc. Vanderlise Giongo

JUAZEIRO/BA

2016

B821c Brandão, Sheila da Silva.
Coquetéis vegetais no cultivo de mangueira no Semiárido /
Sheila da Silva Brandão. -- Juazeiro-BA, 2016.

65 f. : il. ; 29 cm.

Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade
Federal do Vale do São Francisco, Campus Juazeiro, Juazeiro-BA,
2016.

Orientadora: Profª. DSc. Alessandra Monteiro Salviano.
Co-orientadora: DSc. Vanderlise Giongo.

1. Adubação verde. 2. Solo - Manejo. I. Título. II. Salviano,
Alessandra Monteiro, (Orient). III. Universidade Federal do Vale do
São Francisco

CDD 631.874

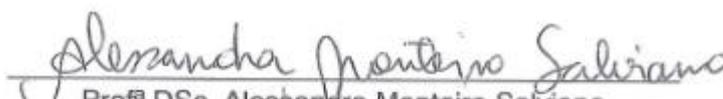
**UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA**

FOLHA DE APROVAÇÃO

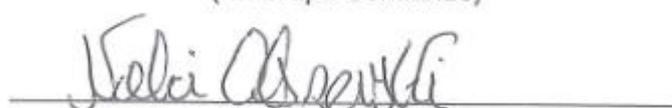
Sheila da Silva Brandão

COQUETÉIS VEGETAIS NO CULTIVO DE MANGUEIRA NO SEMIÁRIDO

Trabalho apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Vale do São Francisco, como requisito para a obtenção do título de mestre em Engenharia Agrícola.


Profª DSc. Alessandra Monteiro Salviano
(CPGEA- UNIVASF/Embrapa Semiárido)


DSc. Vanderlise Giongo
(Embrapa Semiárido)


Profª. DSc. Nelci Olszewski
(CPGEA/UNIVASF)

Juazeiro, 29 de janeiro de 2016

AGRADECIMENTOS

A Deus por ter me concedido o dom da vida, graças Vos dou, Senhor, por serdes a fonte que dimana todo o bem que me sucede.

Aos meus pais Ivanete e Rogério por estarem sempre ao meu lado em todas as decisões tomadas, me ajudando a cada dia a me tornar uma pessoa melhor, obrigada por tudo.

Aos meus queridos irmãos Suane e Rogério Filho pelo apoio, amor e confiança, por sempre acreditarem em meus ideais.

Aos meus avós Elvira e Rosalvo, por TUDO, por ter me criado como uma filha e ter me ensinado a ser uma pessoa melhor.

Aos meus tios por estarem sempre presentes em minha vida e aos meus primos que são como irmãos, me deixando mais feliz em todos os momentos de minha vida.

Aos meus colegas de mestrado Henrique, Cíntia, Saulo, Roberto, Vitor, Willis por todos os momentos vivenciados, por todo conhecimento compartilhado e principalmente pela amizade.

Aos meus colegas de Embrapa Mônica, Larissa, Tamires, Tarcisio, Maria, Mariana e Lincoln pela companhia e principalmente por toda ajuda que recebi durante esse período, sem vocês não teria conseguido. MUITO OBRIGADA.

A Marcelo Schuler pelo apoio, carinho e companheirismo sempre me dando forças para continuar.

À Vanderlise Giongo pela orientação, apoio, e por me ensinar que pesquisa se faz com humildade.

À professora Alessandra Monteiro Salviano pela orientação e disposição em me ajudar.

A todos os meus amigos que estiveram ao meu lado nessa jornada e todas as pessoas que me acrescentaram algo.

BRANDÃO, S.S. **Coquetéis vegetais no cultivo de mangueira no Semiárido**. 2016. 65f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal do Vale do São Francisco- UNIVASF.

RESUMO

O Vale do São Francisco um dos importantes polos agrícolas da região Nordeste vem sofrendo com o uso intensivo de máquinas pesadas e a utilização excessiva de insumos agrícolas causando cada vez mais a degradação dos solos. Nesse sentido é importante que se busque uma alternativa que diminuam os impactos negativos causados no solo. Sendo assim, o uso dos coquetéis vegetais pode se tornar uma estratégia viável para o manejo adequado dos solos. O objetivo desse trabalho foi avaliar os efeitos do uso de coquetéis vegetais e dos sistemas de preparo do solo nas características químicas e estabilidade estrutural do solo, bem como o impacto destes sobre a produção da manga em condições Semiáridas. O estudo foi realizado num experimento permanente instalado no Campo Experimental da Embrapa Semiárido, localizado no município de Petrolina, estado de Pernambuco. O experimento foi conduzido em esquema de parcelas subdivididas, tendo nas parcelas dois sistemas de manejo de solo, com revolvimento e sem revolvimento, e nas subparcelas dois coquetéis vegetais (CV1 - 75% leguminosas + 25% gramíneas e oleaginosas; CV2 - 25% leguminosas + 75% gramíneas e oleaginosas) e vegetação espontânea (VE). O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados, com quatro repetições. O revolvimento do solo consiste 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. Nos tratamentos sem revolvimento do solo, a semeadura dos adubos verdes é realizada por meio do sulcamento e ao final do ciclo de cultivo a fitomassa é cortada rente ao solo e depositada na superfície. Após cinco ciclos de cultivo e um ano da última semeadura foram abertas trincheiras nas entrelinhas das mangueiras para amostragem do solo nas seguintes profundidades 0-5, 5-10, 10-20, 20-40 cm. Para coleta das amostras indeformadas foram abertas trincheiras nas entrelinhas das mangueiras nas mesmas profundidades. Para avaliação da produtividade foram contados, colhidos e pesados todos os frutos de cada planta da parcela útil. Os coquetéis vegetais cultivado, independentes da sua composição, produziram maiores quantidades de fitomassa seca em relação à vegetação espontânea e, conseqüentemente, acumulou maiores quantidades de nutrientes. Os teores de N e P foram menores na fitomassa da vegetação espontânea e no coquetel vegetal com predominância de gramíneas e oleaginosas, respectivamente, quando se utilizou a prática de incorporação dos resíduos vegetais. Os teores de Ca foram superiores na fitomassa do coquetel vegetal com predomínio de gramíneas e oleaginosas (CV2); e de Mg no coquetel com predomínio de leguminosas (CV1) e na vegetação espontânea (VE). Os cinco ciclos de cultivo sucessivos de coquetéis vegetais e manutenção da vegetação espontânea alteraram somente 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: qualidade física do solo, qualidade química do solo, adubação verde, preparo do solo

BRANDÃO, S.S. **Vegetable cocktails in the mango cultivation in semi-arid region**. 2016. 65f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal do Vale do São Francisco- UNIVASF.

ABSTRACT

The São Francisco Valley, one of the main agricultural centers of the Northeast region, has suffered from the intensive use of heavy machines and the excessive use of agricultural inputs causing more soil degradation. In this way, it is important to seek an alternative to reduce the negative impacts on soil. Thus, the use of plants mixture can become a viable strategy for the proper soils management. The aim of this study was to evaluate the effects of plant mixture and tillage systems on the chemical characteristics and soil structural stability, as well as their impact on the mango production in Semi-arid conditions. The study was conducted in a permanent experiment installed in the experimental field of Embrapa Semi-Arid, located in Petrolina, Pernambuco state. The experiment was carried out in a split plot, within the plots two soil management systems with tillage and no tillage, and in the subplots two plants mixture (CV1 - 75% leguminous + 25% grasses and oilseeds; CV2 - 25% leguminous + 75% grasses and oilseeds) and spontaneous vegetation (VE). The experimental design used was a randomized block with four replications. The soil tillage is the achievement of a harrowing and plowing in green manure sowing and plowing followed by harrowing at the end of the crop cycle for the incorporation of phytomass. In the treatments without soil tillage, the green manures sowing, is done through the plowing and at the end of crop cycle the phytomass is cut close to the ground and deposited on the surface. After five cycles of cultivation and year of the last sowing trenches were opened between the lines of mango trees for soil sampling in the following depths 0-5, 5-10, 10-20, 20-40 cm. To collect the soil samples were opened trenches between mango trees lines in the same depths. To evaluate the productivity were counted, harvested and weighed all the fruits of each plant per plot. The cultivated plants mixture, independent of their composition, produced higher amounts of dry phytomass compared to spontaneous vegetation and consequently accumulated greater amounts of nutrients. The N and P contents were lower in the phytomass spontaneous vegetation and plant mixture with a predominance of grasses and oilseeds, respectively, when using the practice of incorporation of crop residues. The Ca levels were higher in phytomass of the plant mixture with a predominance of grasses and oilseeds (CV2); and Mg in the mixture with a predominance of leguminous (CV1) and spontaneous vegetation (VE). The five successive crop cycles of plant mixture and maintenance on spontaneous vegetation only altered the levels of P, MO and N. The plants mixture promoted larger mango productivity compared to spontaneous vegetation, but didn't change the quality of the fruit.

Keywords: soil physical quality, chemical soil quality, green manure

LISTA DE FIGURAS

3.ARTIGO 1:	18
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.....	21
Figura 2. Produtividade média de fitomassa seca ao longo de 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, Petrolina, PE.....	27
Figura 3. Teores médios, de cinco ciclos de cultivo, de macronutrientes na fitomassa da parte aérea de coquetéis vegetais (CV1- 75% leguminosas + 25% gramíneas e oleaginosas; CV2 - 25% leguminosas + 75% gramíneas e oleaginosas) e na vegetação espontânea, cultivadas nas entrelinhas de um pomar de mangueira independente do tipo de preparo do solo.	33
Figura 4. Acúmulo médio de macronutrientes ao longo de cinco ciclos de cultivo de coquetéis vegetais (CV1- 75% leguminosas + 25% gramíneas e oleaginosas; CV2 - 25% leguminosas + 75% gramíneas e oleaginosas) e da vegetação espontânea nas entrelinhas de um pomar de mangueira, independente do tipo de preparo do solo	34
4.ARTIGO 2 :	39
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.cpatia.embrapa.br:8080/index.php?op=eabeb	42
Figura 2. Percentagem de agregados no solo, por classe de diâmetro, após cinco ciclos de cultivo de coquetéis e manutenção da vegetação espontânea em pomar de mangueira, independente do tipo de preparo do solo.	50
Figura 3. Médias da percentagem de agregados no solo, por classe de diâmetro, coletadas nas entrelinhas de um pomar de mangueira em dois sistemas de manejo, independente dos tipos de adubos verdes. NR - Não Revolvido; R-Revolvido.	51

LISTA DE TABELAS

3.ARTIGO 1:	18
Tabela 1. Caracterização química do ARGISSOLO VERMELHO AMARELO Eutrofico plântico antes da implantação do experimento. Petrolina, PE, 2008.	22
Tabela 2. Quantidade de sementes das espécies de adubos verdes utilizadas na composição dos coquetéis vegetais.	23
Tabela 3. Médias de produção de fitomassa seca, teores de K e S e acúmulo de N, P, K, Mg e S de cinco ciclos de cultivos de coquetéis vegetais e manutenção de vegetação espontânea nas entrelinhas de pomar de mangueiras.....	24
Tabela 4. Médias dos teores de N, P, Ca, Mg na fitomassa seca da parte aérea dos coquetéis vegetais e da vegetação espontânea, após cinco ciclos de cultivo nas entrelinhas de pomar de mangueiras.	25
4.ARTIGO 2 :	39
Tabela 1. Caracterização química e granulometria do ARGISSOLO VERMELHO AMARELO Eutrofico plântico antes da implantação do experimento. Petrolina, PE, 2008.....	42
Tabela 2. Quantidade de sementes das espécies de adubos verdes utilizadas na composição dos coquetéis vegetais.	44
Tabela 3. Teores de MO, N, P, K, Ca e Mg no solo após cinco ciclos de cultivo de coquetéis vegetais e manutenção da vegetação espontânea nas entrelinhas de um pomar de mangueira, em dois sistemas de preparo do solo.....	46
Tabela 4. Teor de P do solo na profundidade de 5-10 cm, após cinco ciclos de cultivo de coquetéis vegetais e manutenção da vegetação espontânea nas entrelinhas de um pomar de mangueira, em dois sistemas de preparo do solo.....	48
Tabela 5. Produtividade Comercial, total e sólidos solúveis totais dos frutos de mangueiras cultivadas em um ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico plântico, 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.	53

SUMÁRIO

1.INTRODUÇÃO	9
2.REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	10
2.1. Cultura da Mangueira	10
2.2. Adubação verde.....	11
2.2.1. Adubação verde no Semiárido	13
2.2.2. Acúmulo de nutrientes na fitomassa de adubos verdes	14
2.2.3. Manejo de resíduos vegetais.....	15
2.2.4. Alterações na qualidade do solo e adubação verde	16
3.ARTIGO 1: Produção de fitomassa seca e acúmulo de nutrientes por adubos verdes cultivados nas entrelinhas de mangueiras.....	18
Introdução	19
Material e Métodos.....	21
Resultados e Discussão	24
Conclusões	35
Referências Bibliográficas.....	35
4.ARTIGO 2 : Qualidade do solo e produtividade da mangueira após cinco cultivos de coquetéis vegetais em dois sistemas de manejo	39
INTRODUÇÃO	40
MATERIAL E MÉTODOS.....	41
RESULTADOS E DISCUSSÃO	45
CONCLUSÕES	53
LITERATURA CITADA.....	53
5.CONCLUSÃO GERAL.....	57
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	58

1. INTRODUÇÃO

A Mangueira é uma das culturas mais importantes para economia do Brasil, e a maior parte da sua produção se concentra nas regiões Nordeste e Sudeste do país. No Nordeste, o principal polo é o Vale do São Francisco que tem na fruticultura irrigada uma das atividades econômicas mais importantes para a região.

Porém a substituição da vegetação natural e o uso intensivo dos solos pela agricultura tem causado cada vez mais o rompimento do equilíbrio entre seus atributos químicos e físicos, contribuindo para a degradação. Isso ocorre por meio do uso de máquinas pesadas, monocultivo, manejo inadequado de fertilizantes e de água, manutenção de solos descobertos, favorecendo a erosão e o arraste de nutrientes das camadas superficiais do solo. Nesse sentido, na região, torna-se importante a utilização de técnicas de manejo que mitiguem os impactos ambientais negativos da atividade agrícola e contribuam para o aumento da sustentabilidade.

Dentre esses recursos, a utilização de adubos verdes é uma alternativa que vem sendo estudada por vários pesquisadores. As espécies mais usadas são leguminosas que apresentam a capacidade de acumular N pela fixação biológica e, gramíneas que por meio de seu sistema radicular podem melhorar a estrutura física do solo. Gramíneas e leguminosas possuem diferentes relações C/N e a associação entre elas pode ser uma alternativa viável para as condições edafoclimáticas da região semiárida. As gramíneas possuem relação C/N mais alta e, conseqüentemente, uma taxa de decomposição mais lenta, enquanto as leguminosas possuem relação C/N mais baixa e, uma taxa de decomposição mais rápida, permitindo uma manutenção da palhada na superfície do solo por maior espaço de tempo.

O manejo do solo adotado também pode influenciar para melhorar as características físicas e químicas do solo. O não revolvimento do solo mantém os resíduos na superfície, contribuindo para o controle a erosão, manutenção da umidade do solo, aumentar o teor de matéria orgânica e ciclagem de nutrientes. Assim, o objetivo desse trabalho foi avaliar os efeitos do uso de coquetéis vegetais e dos sistemas de preparo do solo nas características químicas e estabilidade estrutural do solo, bem como o impacto destes sobre a produção da manga em condições Semiáridas.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Cultura da Mangueira

A mangueira (*Mangifera indica* Linn.), pertencente à família Anacardiaceae (WU et al., 2014), é nativa da Ásia e adaptou-se bem ao Brasil devido suas condições climáticas, desenvolvendo-se bem em regiões de climas tropicais e subtropicais (PORTELA et al., 2008).

A introdução da manga no Brasil foi realizada pelos portugueses por volta de 1700, no estado da Bahia (SILVA, 1999). A produção de manga no Brasil era realizada em pequenas propriedades, principalmente em áreas esparsas e quintais. Apenas nas décadas de 80 e 90 é que a exploração da cultura tomou grandes extensões, principalmente pela utilização de técnicas modernas, como irrigação e indução floral, associadas a variedades americanas de alta produção, como a Tommy Atkins, Haden, Keitt, Kent, Palmer e Van Dike (SILVA e CORREIA, 2004).

A manga é uma das frutas tropicais mais consumidas em todo o mundo e uma das mais importantes espécies frutíferas produzidas no Brasil (OLIVEIRA et al., 2002). O maior produtor de manga do mundo é a Índia, seguidos pela China, Tailândia, Indonésia, Paquistão e México. O Brasil é o sétimo maior produtor mundial de manga, representando 2,15% da produção mundial. Sendo o quarto maior exportador, com 133 mil toneladas (FAO, 2013), estando sua produção mais concentrada nas regiões Nordeste e Sudeste do Brasil. A área cultivada com mangueira no país está estimada em 70.668 hectares, gerando uma produção superior a 1,13 milhões de toneladas (IBGE, 2014).

A mangicultura na região do Submédio São Francisco é uma das mais importantes culturas para a economia devido a exportação do fruto e também ao mercado interno. No Vale do Submédio São Francisco a área destinada ao plantio dessa cultura superou os 35.000 hectares no ano de 2013, e juntamente com as demais áreas do Nordeste representa aproximadamente 69,19% da produção nacional de manga (IBGE, 2013).

A mangueira, por possuir um sistema radicular pivotante e profundo com enraizamento podendo chegar de 100 a 150 cm, é uma planta que se adapta bem a

vários tipos de solos desde que sejam bem drenados, profundos e que não tenham problemas como salinidade (TEIXEIRA et al., 2008). Devido à distribuição irregular das chuvas e baixa pluviosidade, os mangicultores recorrem aos sistemas de irrigação como alternativa para suprir as necessidades hídricas.

Nesse sentido a produção de manga é fortemente influenciada pelas características físicas e químicas do solo, sendo que, o Vale do Submédio São Francisco apresenta, de modo geral, solos arenosos e pobres em matéria orgânica, em razão disto possuem baixos teores de N e baixa CTC (FARIA et al., 2007).

Dessa forma é importante inserir sistemas sustentáveis para a manutenção da qualidade dos solos, e o uso de adubação verde/culturas de cobertura pode ser uma estratégia para fins de recuperação do solo, principalmente para repor o nitrogênio, adicionar matéria orgânica e carbono ao solo.

2.2. Adubação verde

A utilização de adubos verdes consiste em associar plantas em rotação, sucessão ou consorciação de culturas, deixando-as na superfície, visando à proteção superficial (STEINER et al., 2011), ou incorporando-as ao solo, visando à melhoria das características físicas, químicas e biológicas do solo. Antigas civilizações, já utilizavam a prática dos adubos verdes com sucesso, como romanos, gregos, chineses e outros povos da antiguidade (FLORENTÍN et al., 2011).

Os adubos verdes sejam isolados ou na forma de coquetéis (misturas) já foram testados e validados nos mais diversos sistemas de produção, contribuindo favoravelmente para aumento da biodiversidade (ALTIERI et al., 2007; PRIMAVESI, 2002), sendo que seu uso em consórcio, uma alternativa para aproveitar os benefícios promovidos por cada uma das espécies utilizadas (SUMMERS et al., 2014).

As espécies de plantas mais utilizadas como adubo verde são as leguminosas e as gramíneas. As primeiras desempenham papel importante por se associarem simbioticamente com bactérias capazes de transformar o N_2 atmosférico em NH_3 no processo de fixação biológica de N (FBN) (PERIN et al., 2003). Vários estudos confirmam a eficiência dos adubos verdes, principalmente sobre as leguminosas, no

aumento da disponibilidade de N às culturas subsequentes (CALEGARI et al., 1993; CARVALHO et al., 2008). Já as gramíneas, por apresentarem sistema radicular fasciculado, contribuem para aumento da agregação do solo (RAGASSI et al., 2009; AMADO et al., 2002).

Dessa forma, o cultivo e a subsequente decomposição dos resíduos dos adubos verdes proporciona a ciclagem de nutrientes das camadas mais profundas do solo para a mais superficial (BERNARDES et al., 2010; LEITE et al., 2010), movimentando elementos importantes como potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e fósforo (P). Assim, permite a melhoria das características químicas do solo, tornando estes elementos mais disponíveis às culturas.

Nesse sentido, muitos estudos se concentram no efeito da cobertura morta na mobilização e na conservação de nutrientes no solo. Rodrigues et al. (2012) avaliando leguminosas e uma gramínea, plantadas isoladas e em consórcio, verificaram que a combinação mucuna + milho proporcionou as maiores produções de massa fresca e seca. Também verificaram que o consórcio gramínea/leguminosa proporciona maiores quantidades de matéria fresca e seca, exceto o cultivo isolado de milho.

Guilherme et al. (2007) avaliando coquetéis vegetais, compostos por 11 espécies de adubos verdes, obtiveram 45 t ha⁻¹ de fitomassa fresca, em plantio de tomate cereja, incrementando o teor de matéria orgânica ao solo à curto prazo. Gama-Rodrigues et al. (2007) relataram que a utilização de leguminosas como adubos verdes elevou a qualidade de resíduos, através do maior fornecimento de nitrogênio, fósforo e cálcio ao solo. Sendo assim, a introdução de adubos verdes em sistemas de cultivo intensivo pode contribuir para a manutenção eficiente de nutrientes no solo e da produtividade das culturas (COLLANGE et al., 2014). Manter esses resíduos vegetais na forma de cobertura morta, sob a superfície do solo, contribui para o aumento dos teores de matéria orgânica (D'HAENE et al., 2009), de nitrogênio (SALINAS-GARCIA et al., 2002) e demais nutrientes em longo prazo, aumentando os estoques desses elementos no solo.

Práticas de manejo e conservação do solo estão entre os fatores mais importantes que influenciam às mudanças em concentrações de carbono orgânico (COS) e nitrogênio (N) do solo (DIKGWATLHE et al., 2014). Como as leguminosas e gramíneas possuem diferentes relações C/N, a proporção destas influenciarão a dinâmica de nutrientes. Segundo Steiner et al. (2011), o estoque de carbono

orgânico do solo tem relação direta com o manejo de culturas. Segundo os autores, para promover maior sustentabilidade dos cultivos, deve-se associar um sistema de rotação e de sucessão de culturas diversificadas, produzindo adequada quantidade de resíduos vegetais na superfície do solo durante todo o ano. A cobertura morta sob a superfície do solo tem como função, também, a regulação da temperatura e da umidade do solo, contribuindo para o aumento de matéria orgânica e controle da erosão (BRAZ et al., 2010).

2.2.1. Adubação verde no Semiárido

No Vale do Submédio São Francisco a atividade agrícola é responsável pela maior parte da economia gerada na região, porém a exploração contínua e de forma inadequada do solo vem causando a sua degradação. Nesse sentido, o uso de adubos verdes está entre as práticas mais viáveis para garantir a sustentabilidade do solo na região.

Faria et al. (2004) com o objetivo de avaliar o efeito da adubação verde nas características químicas do solo e na produtividade e qualidade da uva conduziram dois experimentos, com as leguminosas crotalária e feijão de porco, consorciadas com a cultura, durante onze ciclos de leguminosas e nove safras de uva. A adubação verde proporcionou uma melhoria nas características químicas do solo, aumentando os teores de MO e Ca^{2+} , bem como valor da CTC, na camada de 0–10 cm de profundidade, mas não houve alteração na produtividade e qualidade da uva. Faria et al. (2007) observaram que os tratamentos com adubos verdes influenciaram maior número de atributos químicos do solo na profundidade de 0–10 cm do que na de 10–20 cm em relação aos tratamentos com calagem e a adubação mineral.

Ferreira et al. (2007) avaliando diferentes composições de coquetéis vegetais, no Perímetro Irrigado Senador Nilo Coelho, Petrolina - PE, observaram que o uso de misturas entre espécies (75% leguminosas e 25% não leguminosas; 50% leguminosas e 50% não leguminosas e 25% leguminosas e 75% não leguminosas) apresentaram maior produção de fitomassa fresca e seca quando comparados aos tratamentos compostos predominantemente por uma espécie (100 % não leguminosas e 100% leguminosas).

Pires et al. (2011) no estado de Pernambuco, constataram que houve aumento da matéria orgânica nas profundidades superficiais, até 10 cm quando a fitomassa aérea dos coquetéis vegetais foi depositada na projeção da copa das mangueiras. Também observaram maiores teores de MO do solo na profundidade 0 - 2,5 cm nos tratamentos com maior proporção de espécies não leguminosas.

Giongo et al. (2012) em um experimento com adubos verdes e vegetação espontânea, em Petrolina-PE, verificaram aumento do teor de MO na camada superficial do solo por meio da maior adição de fitomassa dos coquetéis vegetais, aliado ao não revolvimento do solo. Pires et al. (2012) observaram que o coquetel vegetal com maior proporção de leguminosas aumentou os teores de Ca, Mg e K no solo comparado a vegetação espontânea.

Brandão et al. (2011) observaram que os coquetéis vegetais produziram maiores quantidades de fitomassa assim como adicionaram maiores proporções de CO₂ equivalente ao solo em relação à vegetação espontânea.

2.2.2. Acúmulo de nutrientes na fitomassa de adubos verdes

A inclusão de adubos verdes em sistemas agrícolas pode contribuir de forma positiva para a manutenção e melhoria das características químicas e físicas do solo. Os adubos verdes podem ser cultivados por meio de espécies solteiras ou diferentes consórcios, sendo as leguminosas e gramíneas as espécies mais utilizadas. O uso dessas misturas com diferentes proporções de gramíneas e leguminosas influenciam a dinâmica de nutrientes, devido, principalmente, a diferentes relações C/N (GIACOMINI et al., 2003). Por isso, a importância de se conhecer a capacidade destas espécies em acumularem nutrientes e a dinâmica de liberação durante sua decomposição (AITA et al., 2014). Segundo Favero et al. (2000) a quantidade de nutrientes acumulada é proporcional à quantidade de fitomassa produzida, diversificando, entre as espécies, a eficiência de absorção. Segundo Rodrigues et al. (2012) o uso de consórcios permite o maior acúmulo de nutrientes no sistema, devido a maior quantidade de fitomassa seca produzida, proporcionando elevada ciclagem de nutrientes disponibilizando-os às culturas sucessoras aumentando a produtividade das mesmas.

Nesse sentido, Almeida e Câmara (2011) estudando cultivos solteiros e consorciados de adubos verdes observaram que os consórcios contemplando gramínea e leguminosas apresentaram produção fitomassa fresca duas vezes superior, com produção aproximada de 18 t ha^{-1} , acumulando maiores quantidades de K, Ca, Mg e S. Oliveira et al. (2010) observaram que a fitomassa da mucuna preta e mucuna cinza apresentaram maiores acúmulos de N e P, 110,2; 96,1; 14,7; 13,9 kg ha^{-1} , respectivamente, em relação ao lab - lab 75,6; 6,9 kg ha^{-1} . Enquanto o maior acúmulo de K foi observado para o lab - lab (59,1 kg ha^{-1}). Miranda et al. (2010), em experimento com adubos verdes na região de Mossoró – RN, observaram que o lab – lab apresentou maior quantidade de nutrientes acumulados em relação às demais espécies avaliadas (feijão de porco, guandu, crotalária juncea, crotalária spectabilis, caupi, e vegetação espontânea) para todos os elementos avaliados (P, K, Ca, Mg e N). Giongo et al. (2013), em estudo desenvolvido no estado de Pernambuco, observaram que o coquetel vegetal com predominância de espécies gramíneas e oleaginosas produziram maiores quantidades de fitomassa seca em relação ao coquetel vegetal com predominância de leguminosas e da vegetação espontânea e, conseqüentemente, acumularam maiores quantidades de C, K, Ca, N, Mg, S e P.

2.2.3. Manejo de resíduos vegetais

A eficiência da adubação verde também está relacionada com o sistema de preparo do solo associado ao seu uso. O manejo pode ser realizado por meio da incorporação dos resíduos vegetais, utilizando-se arados ou grades, ou da deposição na superfície do solo, por meio da dessecação, corte ou rolagem da parte aérea. Quando depositados na superfície do solo, os resíduos apresentam menor taxa de decomposição, em relação aos incorporados, e promovem maior proteção ao solo (PECHE FILHO et al., 2014).

Zotarelli et al. (2012) com o objetivo de avaliar se o sistema plantio direto para a soja e outras leguminosas, aumentaria as taxas de fixação biológica de nitrogênio (FBN), com hipótese que um incremento de N traria efeitos positivos sobre o estoque de carbono no solo, montou experimento com duração de 12 meses, sendo: rotações de culturas compostas de soja (cultura principal), milho, trigo, aveia-preta e

tremoço branco, com dois sistemas de preparo do solo: preparo convencional (PC) e plantio direto (PD). Assim os autores observaram que o rendimento dos grãos para cultura principal (soja) foi maior em PD, enquanto que para o milho em rotação com leguminosas, o rendimento foi maior em PC. A dependência de FBN foi maior em PD (76%) para soja, e em PC (68%) para tremoços. O uso desta última espécie proporcionou um incremento de nitrogênio no solo, cerca de 300 kg por hectare, contribuindo para o equilíbrio positivo de N no sistema. Não foi observado significativos ganhos no estoque de carbono orgânico no solo em PD, mas verificou-se perda de C após 12 anos em PC. Já Alcântara et al. (2000) observaram maiores benefícios dos adubos verdes quando estes foram incorporados, melhorando a fertilidade do solo.

2.2.4. Alterações na qualidade do solo e adubação verde

Uma das principais causas de declínio da qualidade do solo no Vale do Submédio São Francisco está associada à retirada da vegetação nativa em substituição por áreas irrigadas com o cultivo de frutícolas, causando a degradação, de um modo geral, da estrutura original do solo. Com o uso intensivo dos solos estes tendem a perder sua estrutura original, por meio do rompimento dos agregados maiores, diminuindo a quantidade de macroporos e conseqüentemente aumentando a quantidade de microporos e a densidade (CARPENEDO e MIELNICZUK, 1990). Em razão das alterações nos tamanhos de poros e compactação do solo, há uma maior resistência mecânica reduzindo a continuidade dos poros e, conseqüentemente, restringindo o desenvolvimento radicular (LIPIEC et al., 2012) o que afeta a absorção de nutrientes e água pelas plantas (CAI et al., 2014).

Da Ros et al. (1996) observaram aumento nas percentagens de agregados (>2,00 mm) em relação ao tempo de adoção do sistema plantio direto, sendo de 20,3%, 58,72% e 69,51% nas áreas com um, seis e nove anos de uso, respectivamente. Jiang et al. (2010) também constataram que o uso de adubos verdes poderia ajudar a aumentar a estabilidade de agregados em água e o tamanho dos agregados do solo.

O uso de rotação de culturas pode amenizar esses problemas, quando se tem o intuito de restaurar a estrutura do solo (LACERDA et al., 2005), pois segundo

Albuquerque et al. (1995) a estrutura é uma das propriedades mais sensíveis ao manejo do solo. Assim, a utilização do consórcio de gramíneas e leguminosas, em relação à semeadura de leguminosas ou gramíneas isoladas, pode ser um sistema eficiente para recuperar a estrutura do solo (ALLISON, 1973; WOHLBERG et al., 2004).

Outro fator importante de degradação dos solos é ocasionado pela erosão em solo descoberto. Os impactos das gotas de chuva na superfície causam o rompimento da estrutura assim como perdas de biodiversidade (WILLEKENS et al., 2014), diminuindo a sustentabilidade dos solos à longo prazo (VALARINI et al. 2002) e o conteúdo de matéria orgânica, uma das principais responsáveis pela capacidade de troca catiônica e importante fonte de nutrientes para as culturas, principalmente de nitrogênio (SILVA et al., 2014).

A utilização de adubos verdes contribui para o aumento da produção de biomassa e diminui os impactos do preparo do solo (SCOPEL et al., 2013). O não revolvimento do solo, mantém esses resíduos na superfície e ajuda na manutenção do material orgânico melhorando sua estrutura. O uso destes adubos verdes tem desempenhado papel fundamental tanto para produção de alimento quanto para melhoria da fertilidade do solo (YANG et al., 2014).

Os adubos verdes apresentam diferentes capacidades de ciclagem de nutrientes e de FBN (no caso das leguminosas) dessa forma, o teor de nutrientes no tecido vegetal e a quantidade de matéria seca produzida influenciarão na ciclagem de nutrientes no solo (SILVA et al., 2014).

A decomposição/mineralização dos resíduos dos adubos verdes contribui para a ciclagem dos nutrientes como P, K, Ca e Mg, tornando estes elementos mais disponíveis às culturas comerciais (SILVA et al., 2014). A adubação verde pode otimizar a disponibilidade de P nos solos estimulando a ocorrência de microrganismos envolvidos na liberação de enzimas que promovem a solubilização de fosfatos e a liberação de enzimas em exsudatos (CARNEIRO et al., 2004).

Portanto, é de suma importância o desenvolvimento de pesquisas que possibilitem avaliar a eficiência dos adubos verdes na melhoria das características físicas e químicas do solo, e conseqüentemente no aumento de produtividade das culturas, diminuindo o uso de fertilizantes minerais e contribuindo para uma agricultura sustentável.

3. ARTIGO 1:

Produção de fitomassa seca e acúmulo de nutrientes por adubos verdes cultivados nas entrelinhas de mangueiras¹

Dry matter production and macronutrients accumulation by cover crops cultivated in the inter-rows mango orchard

RESUMO - Os coquetéis vegetais cultivados nas entrelinhas de pomares podem contribuir para formação de palhada e ciclagem de nutrientes. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar a produção de fitomassa seca e o acúmulo de nutrientes da parte aérea de dois tipos de coquetéis vegetais e da vegetação espontânea cultivados nas entrelinhas de um pomar de mangueira, em dois sistemas de manejo do solo, durante cinco ciclos de produção. Os experimentos foram conduzidos 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% de espécies leguminosas + 25% de gramíneas e oleaginosas); CV2 - (75% de espécies gramíneas e oleaginosas + 25% de leguminosas) e VE - vegetação espontânea. As avaliações dos ensaios utilizaram as variáveis: fitomassa seca, teores e acúmulos de N, P, K, Ca, Mg e S. Os coquetéis vegetais cultivado, independentes da sua composição, produziram maiores quantidades de fitomassa seca em relação à vegetação espontânea e, conseqüentemente, acumulou maiores quantidades de nutrientes. Os teores médios de N e P foram menores na fitomassa da vegetação espontânea e no coquetel vegetal com predominância de gramíneas e oleaginosas, respectivamente, quando se utilizou a prática de incorporação dos resíduos vegetais. Os teores de Ca foram superiores na fitomassa do coquetel vegetal com predomínio de gramíneas e oleaginosas (CV2); e de Mg no coquetel com predomínio de leguminosas (CV1) e na vegetação espontânea (VE).

Palavras-chave: Adubação verde. Ciclagem de nutrientes. Manejo de solo. Sustentabilidade agrícola.

¹ Artigo nas normas da Revista Ciência Agronômica

30 **ABSTRACT** - The plants mixture, cultivated in the inter-rows of orchards, can contribute to
31 mulch formation and nutrient cycling. The aim of this work was to evaluate the dry
32 phytomass production and the shoot nutrient accumulation of two types of plant mixture and
33 spontaneous vegetation cultivated in the inter-rows mango orchard in two soil management
34 systems for five production cycles. The experiments were conducted in a randomized block
35 design with four replications, with the treatments arranged in a split plot. The plot were set by
36 two management systems (tillage and no tillage), and the subplots by 3 types of green manure
37 CV1 - (75% of leguminous species + 25% of grasses and oilseeds); CV2 - (75% of grasses
38 and oleaginous species + 25% leguminous) and VE - spontaneous vegetation. The evaluations
39 of the trials used the variables: dry phytomass, content and accumulation of N, P, K, Ca, Mg
40 and S. The cultivated plants mixture, independent of their composition, produced higher
41 amounts of dry phytomass compared to spontaneous vegetation and, consequently
42 accumulated greater amounts of nutrients. The average levels of N and P were lower in the
43 phytomass on spontaneous vegetation and plant mixture with a predominance of grasses and
44 oilseeds, respectively, when it was used the practice of incorporation of crop residues. The Ca
45 levels were higher in phytomass of the plant mixture with a predominance of grasses and
46 oilseeds (CV2); and Mg in the mixture with a predominance of legumenous (CV1) and
47 spontaneous vegetation (VE).

48 **Key words:** Green manure. Nutrient cycling. Soil management. Agricultural sustainability.

49

50

Introdução

51

52 A mangueira (*Mangifera indica* L.) é uma frutícola de grande importância no mercado
53 mundial, estando sua produção mais concentrada nas regiões Nordeste e Sudeste do Brasil.
54 Na região nordeste destaca-se o Submédio do Vale do São Francisco com uma área destinada
55 ao plantio dessa cultura superando os 35.000 hectares em 2013 (IBGE, 2013). No entanto, o
56 sistema produtivo está fundamentado no monocultivo e no uso intensivo de máquinas e
57 insumos agrícolas, provocando processos de degradação do solo por erosão, salinização e
58 contaminação por metais pesados e pesticidas (SILVA *et al.*, 2012).

59 Para mitigar os impactos desse cultivo intensivo, uma das alternativas pode ser a
60 adubação verde. A Manutenção de resíduos vegetais na forma de cobertura morta, sobre a
61 superfície do solo, contribui para o aumento dos teores de matéria orgânica (D'HAENE *et al.*,
62 2009), de nitrogênio (SALINAS-GARCIA *et al.*, 2002) e demais nutrientes.

63 Além disso, o uso consorciado de adubos verdes, também denominado coquetel vegetal,
64 é uma alternativa para aproveitar os benefícios promovidos por cada espécie (SUMMERS *et*
65 *al.*, 2014). Sendo que as mais utilizadas nos consórcios são leguminosas e gramíneas. Apesar
66 de poucos estudos, podem ser incluídas as oleaginosas, como, por exemplo, o girassol
67 (*Helianthus annuus* L.), (família das asteraceas), que possui potencial de produção de
68 fitomassa seca variando de 6 a 12 t ha⁻¹ e potencial de acúmulo de 25 a 150 kg ha⁻¹ de
69 nitrogênio (ZOBIOLE *et al.*, 2010) a mamona (*Ricinus communis* L.), (família das
70 euforbiáceas), que pode produzir 7,0 a 8,6 Mg ha⁻¹ de fitomassa seca e acumular 155 a 180
71 Kg ha⁻¹ de nitrogênio (CRUSCIOL *et al.*, 2012; NASCIMENTO *et al.*, 2012). A inclusão de
72 diferentes espécies também é importante para a manutenção da biodiversidade e
73 sustentabilidade efetiva de qualquer atividade agrícola (WUTKE *et al.*, 2014).

74 As espécies de adubos verdes utilizadas nos coquetéis vegetais devem apresentar
75 elevada produção de fitomassa, alta ciclagem de nutrientes e manutenção do solo coberto
76 durante a maior parte do ano (GIONGO *et al.*, 2011; NETO *et al.*, 2011). Para algumas
77 regiões já foram definidas quantidades mínimas que devem ser adicionadas anualmente para
78 que ocorra um balanço positivo de adição e acúmulo de material vegetal no solo. No entanto,
79 no Semiárido brasileiro ainda não foram definidas essas taxas de adição, sendo relatados
80 quantidades de fitomassa adicionada variando de 1,7 até 11 Mg ha⁻¹ (MASSAD *et al.* 2013).
81 Salientando que tanto a quantidade de fitomassa adicionada quanto o acúmulo de resíduos
82 vegetais podem variar em função da espécie, da fertilidade do solo, das condições climáticas,
83 das relações C/N e lignina/N total dentre outros (PARIZ *et al.*, 2011; TEIXEIRA *et al.*, 2011).

84 O manejo da fitomassa dos adubos verdes, envolvendo ou não a sua incorporação dos
85 resíduos ao solo, é outro fator que influencia a dinâmica da ciclagem e liberação de nutrientes.
86 Segundo Peche Filho *et al.* (2014), a manutenção dos resíduos na superfície permite máxima
87 proteção ao solo e proporciona menor taxa de decomposição em relação à incorporação.

88 Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar a produção de fitomassa seca e
89 acúmulo nutrientes da parte aérea de dois tipos de coquetéis vegetais cultivados e da
90 vegetação espontânea mantida nas entrelinhas de um pomar de mangueira, sob dois sistemas
91 de manejo do solo.

92

93

94

95

Material e Métodos

96

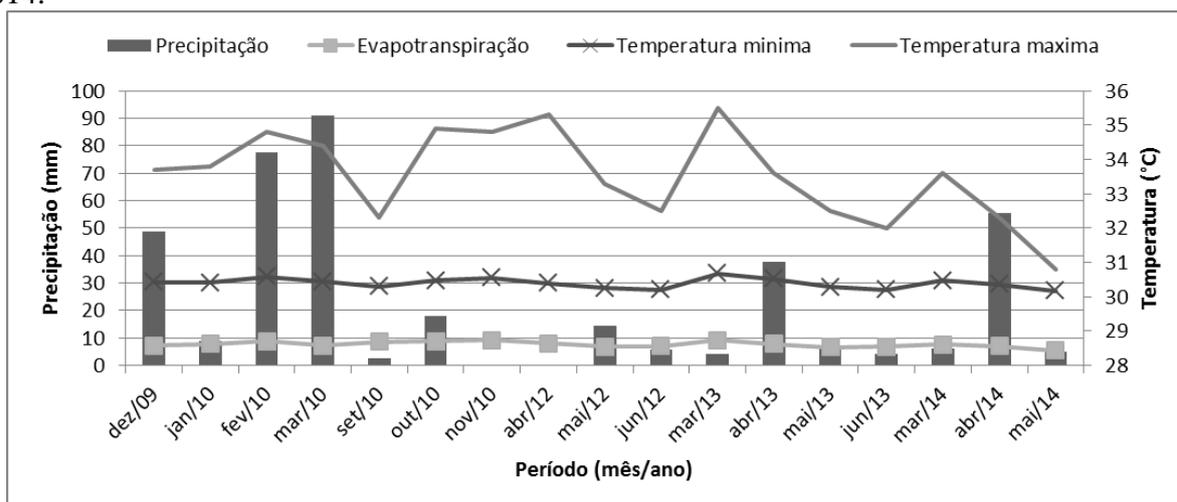
97

98 O estudo foi realizado num experimento permanente instalado no Campo Experimental
99 da Embrapa Semiárido, localizado no município de Petrolina, estado de Pernambuco,
100 coordenadas geográficas são 09°09' de latitude Sul, 40°22' de longitude Oeste e altitude
101 365,5 m. Os dados foram coletados no período de fevereiro de 2009 a junho de 2014.

102 O clima do local é classificado como Bswb', segundo a classificação proposta por
103 Köppen, com período chuvoso entre janeiro e abril. A vegetação nativa é classificada como
104 caatinga hiperxerófila de porte arbóreo/arbustivo. As médias de precipitação,
105 evapotranspiração potencial de referência, temperatura mínima e máxima durante os cinco
106 anos de experimento estão apresentadas na (Figura 1).

107

108 **Figura 1.** Médias anuais de precipitação pluviométrica (P), evapotranspiração de referência
109 (ET), temperatura mínima (T min) e temperatura máxima (T máx), no período de 2009 a
110 2014.



Fonte: <http://www.cpatas.embrapa.br:8080/index.php?op=eabeb>

111 O solo da área experimental é classificado como ARGISSOLO VERMELHO-
112 AMARELO Eutrófico plúntico, textura média/argilosa, relevo plano, com a composição
113 química apresentada na Tabela 1.

114

115

116

117

118

119 **Tabela 1.** Caracterização química do ARGISSOLO VERMELHO AMARELO Eutrofico
 120 plúntico antes da implantação do experimento. Petrolina, PE, 2008.

Prof. (cm)	pH	MO g kg ⁻¹	P mg dm ⁻³	K.....cmol _c dm ⁻³	Ca	Mg	S	CTC	V %	Areia.....g kg ⁻¹	Silte	Argila
0-5	7,05	10,52	50,79	0,45	2,38	1,03	3,86	4,24	91,32	868,45	77,90	53,65
5-10	6,85	7,17	37,88	0,34	1,96	0,94	3,27	3,88	84,81	869,24	65,11	65,66
10-20	6,75	4,83	32,96	0,29	1,62	0,80	2,73	3,34	82,73	871,67	63,48	65,58
20-40	6,49	1,86	29,54	0,24	1,33	0,70	2,30	2,97	79,49	868,83	50,58	80,80

121 Prof.-Profundidade; MO- Matéria Orgânica; P- Fosforo; K-Potassio; Ca-Calcio; Mg-Magnésio; S- Soma de bases; CTC-
 122 Capacidade de Troca de Cátions; V%-Saturação por bases.

123

124 O experimento foi conduzido em esquema de parcelas subdivididas, tendo nas parcelas
 125 dois sistemas de manejo de solo, com revolvimento (CR) e sem revolvimento (SR) e, nas
 126 subparcelas, dois coquetéis vegetais CV1 - (75% leguminosas + 25% gramíneas e
 127 oleaginosas) CV2 - (25% leguminosas + 75% gramíneas e oleaginosas) e vegetação
 128 espontânea (VE), no delineamento em blocos casualizados, com quatro repetições. As
 129 parcelas experimentais apresentam área de 1080 m² (45 x 24 m), tendo cada subparcela 360m²
 130 (15 x 24 m), com área útil de 320 m². O revolvimento do solo consiste na realização de uma
 131 gradagem e sulcamento na semeadura dos adubos verdes e aração seguida de gradagem, ao
 132 final do ciclo de cultivo para a incorporação da fitomassa em profundidade. Nos tratamentos
 133 sem revolvimento do solo, a semeadura dos adubos verdes foi realizada por meio do
 134 sulcamento e, ao final do ciclo de cultivo a fitomassa foi cortada rente ao solo e depositada na
 135 superfície. O corte das plantas foi realizado por meio de roçadeira portátil.

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

147 A semeadura dos coquetéis vegetais foi realizada por cinco anos consecutivos:
 148 dezembro de 2009; setembro de 2010; abril de 2012; março de 2013 e março de 2014. O
 149 espaçamento das linhas de semeadura foi de 50 cm, sendo a primeira linha localizada a 100

150 cm da base do caule da mangueira, totalizando 13 linhas de coquetéis vegetais nas entrelinhas
 151 das mangueiras. Para garantir a uniformidade de germinação das sementes, inicialmente,
 152 foram semeadas as de maior tamanho, na profundidade de 4 cm, e, posteriormente, as de
 153 menor tamanho, na profundidade de 2 cm. As quantidades de sementes por espécie, em cada
 154 coquetel vegetal, estão descritas na Tabela 2.

155
 156 **Tabela 2.** Quantidade de sementes das espécies de adubos verdes utilizadas na composição
 157 dos coquetéis vegetais.

Espécies	CV1	CV2 (g)
	----- g subparcela ⁻¹ -----	
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
Crotalária juncea	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

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

159
 160 Foi instalado um sistema de irrigação por microaspersão, em área total, nas linhas de
 161 mangueiras e, gotejamento para suplementação de água nos coquetéis vegetais, na ausência de
 162 chuva. A lâmina de irrigação foi calculada utilizando-se a média de precipitação dos últimos
 163 30 anos, utilizando-se a diferença entre a precipitação esperada e a ocorrida. O manejo da
 164 irrigação da mangueira foi realizado por meio do monitoramento do potencial de água no solo
 165 e da demanda hídrica nas diferentes fases da cultura utilizando-se tensiômetros instalados a 10
 166 cm da base do caule das plantas nas profundidades de 20, 40, 60, 80 e 100 cm.

167 Após 70 dias da semeadura dos coquetéis vegetais realizou-se o manejo do solo de
 168 acordo com os tratamentos. A avaliação da produção de fitomassa aérea, em cada subparcela,
 169 foi realizada em três quadrantes de 1m². A determinação da fitomassa seca foi realizada por
 170 meio de secagem em estufa de circulação forçada de ar (65-70°C) até atingir peso constante.
 171 Após secagem, as amostras foram moídas em moinho do tipo Willey (peneira com malha de 1

172 mm) e submetidas à digestão por via úmida (nitríco-perclórica) para determinação dos teores
 173 de fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S). O P foi determinado
 174 por colorimetria, o S por turbidimetria, o K por fotometria de chama, o Ca e o Mg por
 175 espectrofotometria de absorção atômica. Todas as análises foram realizadas conforme
 176 Donagema *et al.* (2011). O teor de N foi determinado via combustão seca utilizando
 177 analisador elementar modelo LECO, TruSpec CHN-900. Para determinação da quantidade de
 178 nutrientes acumulados na parte aérea dos coquetéis vegetais e da vegetação espontânea,
 179 multiplicou-se a concentração dos nutrientes na parte aérea pela produção de fitomassa seca,
 180 sendo os dados expressos em kg ha⁻¹.

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

184

185 Resultados e Discussão

186

187 As variáveis que não apresentam interação significativa entre os fatores manejo de solo
 188 e adubos verdes foram produtividade de fitomassa seca, teores de K e de S e, acúmulos de N,
 189 P, K, Mg e S (Tabela 3). No entanto, há interação significativa entre os fatores para as
 190 variáveis teores de N, P, Ca e Mg e acúmulo de Ca (Tabela 4).

191

192 **Tabela 3.** Médias de produção de fitomassa seca, teores de K e S e acúmulo de N, P, K, Mg e
 193 S de cinco ciclos de cultivos de coquetéis vegetais e manutenção de vegetação espontânea nas
 194 entrelinhas de pomar de mangueiras.

	Fitomassa seca	K	S	N	P	K	Mg	S
AV	Mg ha ⁻¹	.....g kg ⁻¹.....				.....kg ha ⁻¹		
CV 1	8,73 a	23,40 b	3,21 a	300,24 a	28,81 a	203,68 a	30,30 a	27,60 a
CV 2	8,51 a	25,54 ab	3,72 a	268,11 b	30,32 a	214,55 a	31,25 a	30,90 a
VE	4,09 b	26,60 a	2,55 b	103,66 c	15,15 b	111,27 b	16,70 b	9,70 b
Manejo								
NR	7,20	25,35	3,18	224,17	25,78	178,80	27,00	23,00
R	7,02	25,01	3,14	223,84	23,73	174,21	25,16	22,50
Fatores	F							
AV	290,45**	6,80*	13,09*	178,38**	114,95**	49,00**	163,68**	90,54**
M	0,25 ^{ns}	2,06 ^{ns}	0,4 ^{ns}	0,0 ^{ns}	1,81 ^{ns}	0,30 ^{ns}	2,49 ^{ns}	0,14 ^{ns}
AV x M	0,94 ^{ns}	0,95 ^{ns}	2,33 ^{ns}	2,95 ^{ns}	1,65 ^{ns}	0,24 ^{ns}	0,08 ^{ns}	0,78 ^{ns}
CV (%)	6,09	7,03	14,41	9,96	8,90	12,99	6,90	14,92

195 As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.
 196 AV – Adubação verde; CV 1– coquetel vegetal 1 (75% Leguminosas e 25% gramíneas e oleaginosas); CV 2 - coquetel vegetal 2
 197 (25% Leguminosas e 75% gramíneas e oleaginosas); VE-Vegetação Espontânea; N. R.-Não Revolvido; R.-Revolvido.

198 **Tabela 4.** Médias dos teores de N, P, Ca, Mg na fitomassa seca da parte aérea dos coquetéis vegetais e da vegetação espontânea, após cinco
 199 ciclos de cultivo nas entrelinhas de pomar de mangueiras.

AV	N		P		Ca		Mg		Ca	
	g.kg ⁻¹									
Manejo										
	N. R.	R.	N. R.	R.	N. R.	R.	N. R.	R.	N. R.	R.
CV 1	33,05aA	35,17aA	3,33bA	3,10Ba	16,01aA	15,40bA	3,35bB	3,72bA	142,58aA	131,57 bA
CV 2	30,74aA	32,26aA	3,70aA	3,37Ab	16,00aB	19,00aA	3,70abA	4,00bA	131,80aB	160,71 aA
VE	28,66 aA	22,30aB	3,44abA	3,55aA	18,05aA	18,33aA	4,00aB	4,34aA	76,04bA	71,82 cA
Fatores										
	C V		M		CV x M		F		CV (%)	
	22,16**		11,67*		8,39*		26,85**		160,40**	
	6,68 ^{ns}		40,88*		2,57 ^{ns}		18,85*		0,34 ^{ns}	
	6,59*		5,09*		4,94*		4,93*		11,80*	
	8,74		4,18		7,13		3,80		7,38	

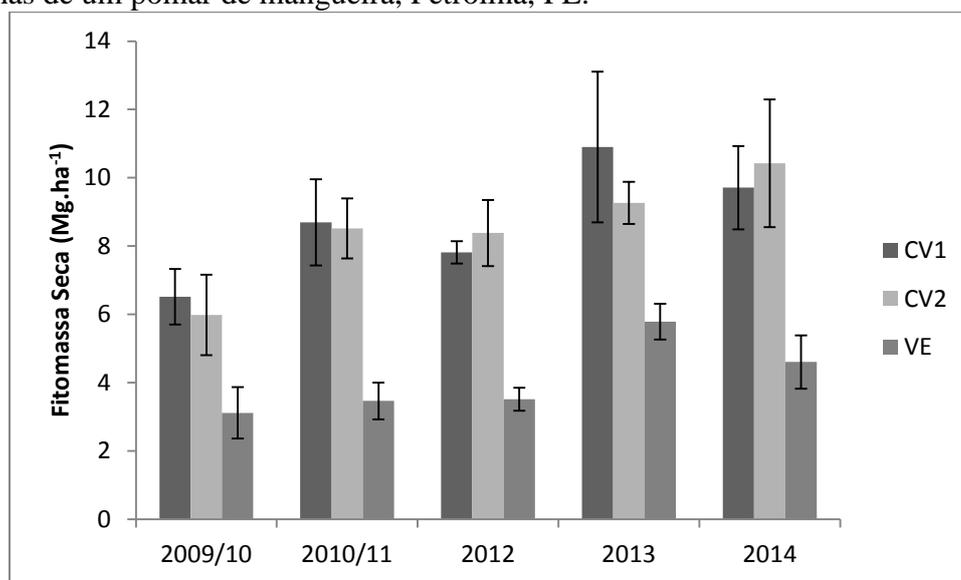
200 As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Letras minúsculas classificam as colunas e maiúsculas as linhas. CV
 201 1- coquetel vegetal 1 (75% Leguminosas e 25% gramíneas e oleaginosas); CV 2 - coquetel vegetal 2 (25% Leguminosas e 75% gramíneas e oleaginosas); VE-Vegetação Espontânea; N.R.-Não
 202 Revolvido; R.-Revolvido; AV-Adubação Verde.
 203

1 Considerando a média de cinco anos de cultivo, os coquetéis vegetais (CV1 e CV2),
2 independente de sua composição, produziram maior quantidade de fitomassa em relação à
3 vegetação espontânea (VE). A manutenção dessa vegetação, nas entrelinhas do pomar de
4 mangueira, permite acúmulo de $4,09 \text{ Mg ha}^{-1}$ de fitomassa, enquanto que o cultivo conjunto
5 de espécies leguminosas, gramíneas e oleaginosas, como adubo verde, apresenta
6 produtividade duas vezes maior (Tabela 3). Nesse sentido, os adubos verdes cultivados
7 apresentam capacidade de produzir maior quantidade de fitomassa seca que, de acordo com
8 Suzuki e Alves (2006), permitem maior cobertura do solo e, em contrapartida, também maior
9 teor de matéria orgânica, proporcionando benefícios como aumento da infiltração, do
10 armazenamento de água, e da aeração, além de redução da resistência mecânica do solo. A
11 quantidade de fitomassa seca produzida assemelha-se aos cultivos realizados em outras
12 regiões do país. Lima *et al.* (2012), no estado de São Paulo, obtiveram produção de fitomassa
13 seca dos adubos verdes superiores à vegetação espontânea ($7,7 \text{ Mg ha}^{-1}$), tendo as
14 leguminosas, crotalária, mucuna e guandu produzido $18,1$; $9,9$; $13,7 \text{ Mg ha}^{-1}$,
15 respectivamente. Menezes *et al.* (2009), no estado de Goiás, em experimento avaliando a
16 produção de fitomassa seca em cultivos solteiros e consorciados observaram que os
17 consórcios milho + crotalária e milho + feijão guandú produziram $9,18$ e $6,69 \text{ Mg ha}^{-1}$,
18 respectivamente. No mesmo trabalho os pesquisadores observaram produção de fitomassa da
19 vegetação espontânea de $4,86 \text{ Mg ha}^{-1}$, semelhante à média observada no presente estudo.
20 Perin *et al.* (2010), no estado de Minas Gerais, observaram que a crotalária produziu $9,34 \text{ Mg}$
21 ha^{-1} , o milho $7,12 \text{ Mg ha}^{-1}$, o consórcio crotalária + milho $8,04 \text{ Mg ha}^{-1}$ e a vegetação
22 espontânea $4,49 \text{ Mg ha}^{-1}$ de fitomassa seca aérea. Enquanto Cavalcante *et al.* (2012), em um
23 estudo na região de transição entre a Zona da Mata e o Sertão Alagoano, constataram que a
24 produção de fitomassa aérea da vegetação espontânea ($7,2 \text{ Mg ha}^{-1}$) assemelhou-se às
25 leguminosas feijão guandú arbóreo ($8,7 \text{ Mg ha}^{-1}$), crotalária júncea ($3,0 \text{ Mg ha}^{-1}$), crotalária
26 *espectabilis* ($2,5 \text{ Mg ha}^{-1}$), labe-labe ($3,2 \text{ Mg ha}^{-1}$), feijão-de-porco ($3,0 \text{ Mg ha}^{-1}$), feijão
27 guandú anão ($4,0 \text{ Mg ha}^{-1}$) e mucuna-preta ($4,2 \text{ Mg ha}^{-1}$). Segundo os pesquisadores isso
28 acontece porque a vegetação espontânea é composta por plantas adaptadas às condições
29 edafoclimáticas da região e, segundo Perin *et al.* (2010), as condições edafoclimáticas
30 predominantes em cada local, também, podem influenciar a produção de fitomassa das
31 espécies de adubos verdes.

32 Na figura 2 é apresentada a produtividade média de fitomassa aérea dos coquetéis
 33 vegetais e da vegetação espontânea dos cinco ciclos de cultivo.

34

35 **Figura 2.** Produtividade média de fitomassa seca ao longo de cinco ciclos de cultivo de
 36 coquetéis vegetais (CV1- 75% leguminosas + 25% gramíneas e oleaginosas; CV2 - 25%
 37 leguminosas + 75% gramíneas e oleaginosas) e manutenção da vegetação espontânea nas
 38 entrelinhas de um pomar de mangueira, Petrolina, PE.



39

40 Observa-se uma tendência à elevação da produtividade de fitomassa, em todos os
 41 adubos verdes, ao longo dos ciclos de cultivo. Isso se deve, provavelmente, à melhoria da
 42 qualidade do solo (SUZUKI; ALVES, 2006) pela deposição ou incorporação ao solo da
 43 fitomassa dos ciclos de cultivo anteriores. Assim, como já mostrado na tabela 2, ao longo dos
 44 ciclos, também não há diferença de produtividade entre os coquetéis vegetais utilizados, ou
 45 seja, a proporção entre espécies leguminosas, gramíneas e oleaginosas não influencia a
 46 quantidade de fitomassa produzida. No entanto, em todos os ciclos, estas formas de adubação
 47 verde produziram praticamente o dobro da quantidade de fitomassa, em comparação à
 48 vegetação espontânea.

49 Não foram observadas diferenças estatísticas significativas para os teores de N em
 50 função do tipo de adubo verde avaliado (Tabela 4), no entanto, o acúmulo deste nutriente na
 51 fitomassa aérea foi diferente entre os mesmos (Tabela 3). Isso se deve, provavelmente, ao
 52 efeito de diluição pelo maior crescimento vegetativo dos coquetéis vegetais. Todavia, é
 53 importante destacar que os coquetéis vegetais (CV1 e CV2) possuem oleaginosas na sua
 54 composição. Como estas espécies absorvem quantidades significativas de N compensam a

55 maior presença de leguminosas no CV1. Zobiolo *et al.* (2010) no estabelecimento de curvas
56 de acúmulo de macronutrientes na cultura do girassol, no estado do Paraná, observaram que o
57 N é o segundo nutriente mais acumulado por esta cultura, extraindo cerca de 150 kg ha⁻¹.
58 Houve maior acúmulo de N no CV1, composto por maior proporção de espécies leguminosas,
59 seguido do CV2 com maior predomínio de espécies gramíneas e oleaginosas e da vegetação
60 espontânea (Tabela 3). Considerando que os teores de N na fitomassa aérea são muito
61 similares, a quantidade de fitomassa produzida por cada adubo verde foi fator determinante
62 para o maior acúmulo deste nutriente. Segundo Gama-Rodrigues *et al.* (2007), as leguminosas
63 fixam, biologicamente, o N atmosférico por associação simbiótica com bactérias do gênero
64 *Rhizobium* aumentando a concentração deste nutriente no solo e, conseqüentemente, a
65 disponibilidade deste nutriente para os cultivos subsequentes. Perin *et al.* (2004), avaliando os
66 efeitos dos cultivos isolado e consorciado dos adubos verdes de verão crotalária (*Crotalaria*
67 *juncea*) e milheto (*Pennisetum americanum*) na produção de fitomassa, nos teores e acúmulo
68 de nutrientes e na fixação biológica de N (FBN) também observaram teor desse elemento na
69 vegetação espontânea semelhante ao da crotalária. No entanto, Lima *et al.* (2012) avaliando a
70 composição química da biomassa produzida por adubos verdes no Vale do Ribeira - SP
71 observaram que os adubos verdes crotalária, guandu e mucuna preta apresentaram teores mais
72 altos de N na biomassa do que a vegetação espontânea. Duarte Júnior e Coelho (2008)
73 avaliaram os adubos verdes feijão de porco, crotalária e mucuna preta e seus efeitos no
74 rendimento da cana-de-açúcar em sistema de plantio direto (SPD), no estado do Rio de
75 Janeiro. Os autores observaram teor de N na parte aérea dos adubos verdes feijão-de-porco
76 (88%), mucuna (80%) e crotalária (44%) superior ao da vegetação espontânea. Os
77 pesquisadores atribuíram o menor teor de N da vegetação espontânea à predominância de
78 espécies gramíneas e cyperáceas. As diferenças observadas nos trabalhos quanto aos teores de
79 N da vegetação espontânea, podem estar relacionadas às diferentes condições edafoclimáticas
80 dos locais dos experimentos, bem como à composição fitossociológica da vegetação
81 espontânea, como ressaltaram Duarte Júnior e Coelho (2008).

82 Cavalcante *et al.* (2012) também observaram que o teor de N nas leguminosas foi
83 superior ao da vegetação espontânea. Destaca-se, entretanto, que todas as coberturas vegetais,
84 incluindo as espontâneas possuem leguminosas que mesmo em proporções distintas fixam N
85 atmosférico.

86 Os coquetéis vegetais acumularam, cerca de, três vezes mais N do que a vegetação
87 espontânea, alcançando 300 kg ha⁻¹. No entanto, observou-se que a quantidade de N

88 acumulado na vegetação espontânea no presente estudo foi superior às observadas por Duarte
89 Júnior e Coelho (2008) (43 kg ha^{-1}) e Espíndola *et al.* (2006), em vegetação espontânea com
90 predomínio de capim-colonião (*Panicum maximum* Jacq.), ($36,2$ e $47,2 \text{ kg ha}^{-1}$). As
91 quantidades acumuladas pelos CV1 e CV2 são semelhantes aos observados por Duarte Júnior
92 e Coelho (2008) que avaliaram as leguminosas Crotalária (320 kg ha^{-1}), Feijão-de-porco (297
93 kg ha^{-1}) e Mucuna preta (230 kg ha^{-1}) e superiores às observadas por Espíndola *et al.* (2006)
94 avaliando amendoim forrageiro ($96,9$ e $99,3 \text{ kg ha}^{-1}$), cudzu tropical ($125,8$ e $126,1 \text{ kg ha}^{-1}$) e
95 siratro ($65,2$ e $90,3 \text{ kg ha}^{-1}$), consorciados com bananeira, cultivados na estação seca e
96 chuvosa, respectivamente.

97 O manejo com revolvimento do solo, incorporando-se os resíduos vegetais, reduziu o
98 teor de N na parte aérea da vegetação espontânea, mas não alterou nos coquetéis vegetais
99 (CV1 e CV2) (Tabela 4). Esse resultado, considerando a complexidade do ciclo
100 biogeoquímico do N no sistema solo-planta, pode ser atribuído ao balanço deste elemento,
101 considerando também o processo de imobilização pela microbiota. Assim, Cantarella (2007)
102 afirma que os processos de mineralização-imobilização representam um subciclo dentro do
103 ciclo de N no solo e, portanto, a prevalência de um sobre o outro, define a disponibilidade de
104 N inorgânico para as plantas. Segundo o mesmo autor, as adições de materiais orgânicos ao
105 solo, como os adubos verdes, afetam o equilíbrio entre estes dois processos. Entretanto,
106 adições continuadas de material orgânico vegetal pelos adubos verdes, ao longo do tempo,
107 tendem a formar novos equilíbrios, permitindo uma liberação constante e estável deste
108 elemento para as plantas.

109 Há interação significativa para os fatores adubação verde e manejo do solo para o teor
110 de P (Tabela 4) na fitomassa aérea. O coquetel vegetal composto predominantemente por
111 espécies leguminosas (CV1) apresenta menor teor de P, independente do sistema de manejo.
112 Todavia, a prática de revolvimento do solo reduz o teor de P na fitomassa do coquetel vegetal
113 com predominância de gramíneas (CV2). Mesmo assim, este coquetel vegetal apresenta o
114 maior teor de P entre os adubos verdes, em ambos os sistemas de manejo do solo (Tabela 4).
115 Os teores de P observados no presente trabalho estão no intervalo observado por outros
116 pesquisadores em estudos com adubos verdes. Duarte Júnior e Coelho (2008) observaram
117 teores de P superiores, variando de $4,8$ a $6,2 \text{ g kg}^{-1}$ em leguminosas e, menor ($2,3 \text{ g kg}^{-1}$) na
118 vegetação espontânea. Em estudo de extração de nutrientes por plantas de cobertura,
119 Cavalcante *et al.* (2012) observaram teores de P variando de $2,0$ a $3,5 \text{ g kg}^{-1}$ nas espécies
120 leguminosas avaliadas, sendo o maior teor observado na vegetação espontânea ($4,0 \text{ g kg}^{-1}$).

121 Considerando o acúmulo desse elemento, os coquetéis vegetais (CV1 e CV2),
122 independente de sua composição, acumularam maiores quantidades de P em relação à VE
123 (Tabela 3), extraindo 28,81; 30,32 e 15,15 kg ha⁻¹, respectivamente. Quantidades semelhantes
124 foram relatadas por Perin *et al.* (2010), cujo o acúmulo de P foi maior na crotalária (32,48 kg
125 ha⁻¹) em relação a vegetação espontânea (16,84 kg ha⁻¹), embora não tenha diferido do
126 acúmulo do milheto (28,84 kg ha⁻¹) ou do consórcio entre eles (28,85 kg ha⁻¹). Duarte Júnior e
127 Coelho (2008) observaram que as leguminosas crotalária juncea, feijão-de-porco e mucuna-
128 preta acumularam maiores quantidades de P do que a vegetação espontânea. No entanto,
129 ressalta-se que as quantidades de P acumuladas pelas leguminosas foram superiores, variando
130 de 49 a 85 kg.ha⁻¹, enquanto a vegetação espontânea acumulou em torno de 50% da observada
131 no presente estudo. Os adubos verdes desempenham um papel importante na ciclagem de P e
132 no presente estudo, a maior quantidade acumulada desse nutriente está mais relacionada à
133 produção de fitomassa seca aérea dos coquetéis vegetais do que ao teor desse elemento na
134 fitomassa.

135 A VE apresenta maior teor de K na fitomassa seca da parte aérea quando comparada ao
136 CV1, com predominância de leguminosas, não diferindo do CV2, com predominância de
137 gramíneas e oleaginosas (Tabela 3). Duarte Júnior e Coelho (2008), Fávero *et al.* (2000) e
138 Perin *et al.* (2004) observaram que algumas espécies de vegetação espontânea podem
139 apresentar maiores teores de K em relação às leguminosas estudadas.

140 Os coquetéis vegetais CV1 e CV2 acumulam maiores quantidades de K quando
141 comparados à VE (Tabela 3). Em contrapartida, Perin *et al.* (2010) observaram que, mesmo a
142 vegetação espontânea (277,70 kg ha⁻¹) apresentando menor produção de fitomassa seca, esta
143 acumulou quantidades de K similares às da crotalária (293,28 kg ha⁻¹), do milheto (325,06 kg
144 ha⁻¹) e do consórcio (336,80 kg ha⁻¹), devido ao elevado teor deste elemento na fitomassa
145 aérea da vegetação espontânea. Segundo os mesmos pesquisadores, esse tipo de vegetação
146 pode ciclar quantidades de K similares às espécies empregadas como adubos verdes. Santos *et*
147 *al.* (2008) enfatizaram que a contribuição do K liberado pelos resíduos vegetais para a cultura
148 subsequente é, em torno, de 80% para espécies gramíneas e 90% para leguminosas, tendo
149 assim importante papel na ciclagem desse nutriente no sistema

150 Quando não há incorporação dos adubos verdes ao solo, não se observa diferença para o
151 teor de Ca na fitomassa. Todavia, o CV2 e a VE apresentam os maiores teores de Ca quando
152 cultivados no tratamento com revolvimento do solo, devido à presença de maior proporção de
153 gramíneas (Tabela 4). A incorporação do coquetel vegetal e também da vegetação espontânea,

154 com a maior proporção de gramíneas, pode disponibilizar maior quantidade deste elemento
155 para o cultivo subsequente dos mesmos adubos verdes. Já Duarte Júnior e Coelho (2008)
156 observaram que os teores de Ca na parte aérea das leguminosas crotalária, mucuna, feijão-de-
157 porco foram 6,9; 9,5; 15,4 g kg⁻¹, respectivamente, e superiores à vegetação espontânea (3,4 g
158 kg⁻¹).

159 Verifica-se maior acúmulo de Ca na fitomassa da parte aérea das coberturas vegetais
160 cultivadas (CV1 e CV2), independente da sua composição, quando não há revolvimento do
161 solo (Tabela 4). Quando se utiliza o manejo com revolvimento do solo, ou seja, a cobertura
162 vegetal é cortada e incorporada, a CV2, com predominância de espécies gramíneas e
163 oleaginosas, apresentam maiores acúmulos de Ca, seguido pela CV1 e pela vegetação
164 espontânea (Tabela 4). Duarte Júnior e Coelho (2008) observaram maior acúmulo de Ca no
165 feijão-de-porco que obteve o equivalente a 197 kg ha⁻¹ deste elemento, enquanto a crotalária
166 (123 kg ha⁻¹) e a mucuna (95 kg ha⁻¹) não diferiram entre si significativamente. Porém, essas
167 duas últimas citadas acumularam em média nove vezes mais Ca do que a fitomassa da
168 vegetação espontânea. A concentração de Ca nas plantas depende das condições de
169 crescimento, da espécie e órgão avaliado, variando de 1 a 50 g kg⁻¹. A quantidade requerida
170 deste elemento para o crescimento das monocotiledôneas é inferior à das dicotiledôneas
171 (HAWKESFORD *et al.*, 2012). Assim, no presente estudo, para interpretar o efeito do manejo
172 do solo e dos tipos de consórcios de adubos verdes é importante realizar uma análise dos
173 teores e quantidades de Ca acumulados por cada espécie que os compõem.

174 A fitomassa aérea do coquetel vegetal com predomínio de espécies leguminosas
175 apresentou o menor teor de Mg, enquanto a vegetação espontânea o maior, quando não há
176 incorporação dos resíduos vegetais. No solo revolvido, o teor de Mg é maior na VE do que
177 nos coquetéis vegetais, sendo que estes não diferem entre si. Os adubos verdes cultivados em
178 solo revolvido apresentam maior teor de Mg quando comparados aos cultivados em solo não
179 revolvido. A necessidade de Mg em relação ao crescimento das plantas varia entre 1,5 - 3,5 g
180 kg⁻¹ em partes vegetativas (HAWKESFORD *et al.*, 2012), sendo que os teores de Mg na
181 fitomassa aérea dos três tipos de cobertura vegetal foram superiores aos valores considerados
182 ideais para o crescimento das plantas.

183 Os coquetéis vegetais apresentam teores médios de S no tecido vegetal superiores à VE,
184 sendo 3,21; 3,72 e 2,55 g kg⁻¹ para a CV1, CV2 e VE, respectivamente. Os coquetéis vegetais
185 também apresentam maior acúmulo de Mg e S em relação à vegetação espontânea (Tabela 3).
186 Duarte Junior e Coelho (2008) observaram que o acúmulo de Mg foi superior nas

187 leguminosas *Crotalaria juncea*, Feijão de Porco, *Mucuna* preta 57; 35; 29 kg ha⁻¹;
188 respectivamente em relação a vegetação espontânea 7 kg ha⁻¹.

189 Segundo Hawkesford *et al.* (2012), para um bom crescimento de plantas o teor de S
190 pode variar entre 1 a 5 g kg⁻¹ do peso seco das mesmas, podendo ocorrer diferenças em
191 relação à exigência deste elemento em função da família a qual a espécie pertence. Segundo
192 os mesmos autores, a exigência é maior para gramíneas seguida por leguminosas e crucíferas.
193 Duarte Júnior e Coelho (2008) relataram maior acúmulo de S nas leguminosas *Crotalaria*
194 *juncea*, Feijão de Porco, *Mucuna* preta 69; 53; 41 kg ha⁻¹; respectivamente em relação à
195 vegetação espontânea 6 kg ha⁻¹.

196 Os teores e acúmulos de N, P, K, Ca, Mg e S dos coquetéis vegetais e da vegetação
197 espontânea dos cinco ciclos consecutivos de cultivo são apresentados nas figuras 3 e 4. Os
198 teores de N foram maiores no terceiro e no quinto ciclo, entretanto observou-se que o
199 acúmulo crescente deste elemento nos coquetéis vegetais ao longo dos ciclos. Em relação ao
200 fósforo, os maiores teores foram observados no quarto ciclo, em todos os adubos verdes,
201 refletindo também na quantidade acumulada. Por outro lado, os maiores teores de K foram
202 observados nos quatro primeiros ciclos e o menores teores no quinto ciclo, entretanto o
203 acúmulo deste elemento foi maior nos coquetéis vegetais em relação a vegetação espontânea,
204 destacando-se o quarto, ciclo com as maiores quantidades acumuladas deste elemento. Já os
205 teores e acúmulos de Ca e Mg apresentaram o mesmo padrão ao longo dos cinco ciclos,
206 destacando-se para ambos o terceiro ciclo com os maiores teores destes elementos para todos
207 os adubos verdes, não havendo diferenças entre os coquetéis vegetais e a vegetação
208 espontânea. Embora o acúmulo de Ca e Mg também tenha sido maior no terceiro ano, houve
209 diferença significativa entre os adubos verdes, os coquetéis vegetais acumularam, neste ciclo,
210 quantidades significativamente superiores destes elementos quanto comparados à vegetação
211 espontânea. Não houve diferença nos teores de S ao longo dos cinco ciclos consecutivos de
212 cultivos dos adubos verdes, entretanto destaca-se o segundo ciclo com os maiores teores deste
213 elemento, entretanto, em todos os ciclos os coquetéis vegetais acumularam maiores
214 quantidade de S do que a vegetação espontânea.

215

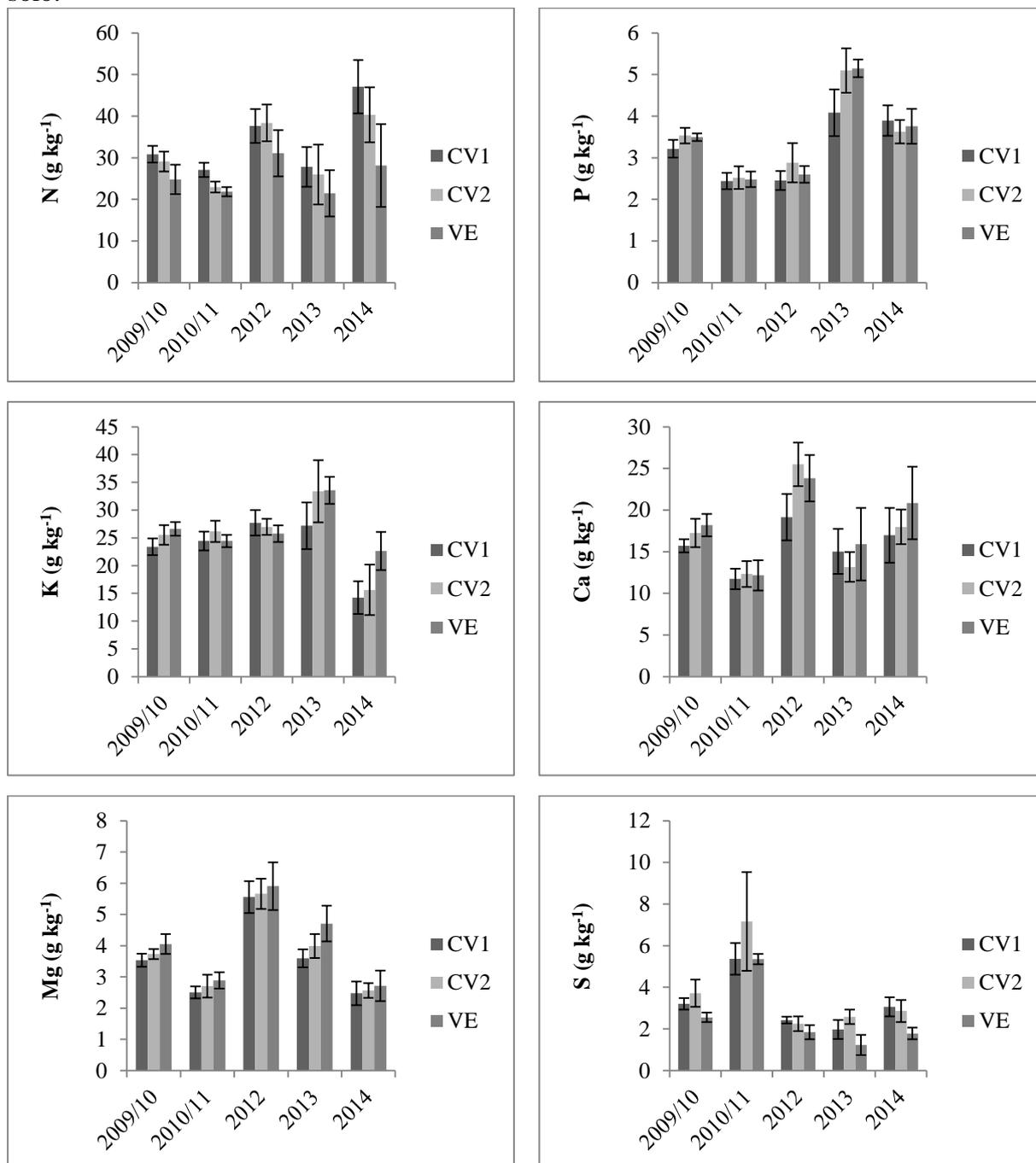
216

217

218

219

220 **Figura 3.** Teores médios, de cinco ciclos de cultivo, de macronutrientes na fitomassa da
 221 parte aérea de coquetéis vegetais (CV1- 75% leguminosas + 25% gramíneas e oleaginosas;
 222 CV2 - 25% leguminosas + 75% gramíneas e oleaginosas) e na vegetação espontânea,
 223 cultivadas nas entrelinhas de um pomar de mangueira independente do tipo de preparo do
 224 solo.



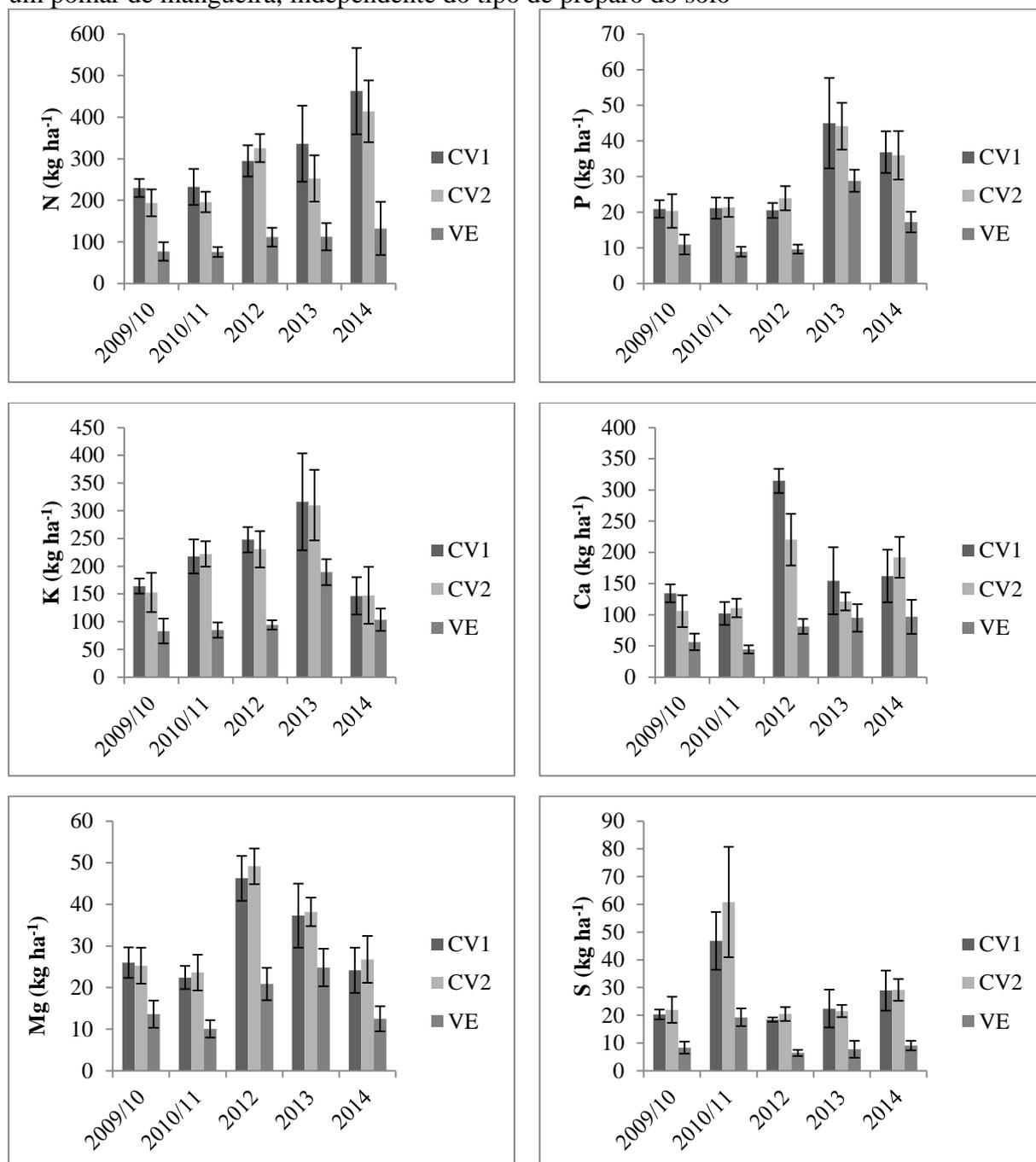
225

226

227

228

229 **Figura 4.** Acúmulo médio de macronutrientes ao longo de cinco ciclos de cultivo de
 230 coquetéis vegetais (CV1- 75% leguminosas + 25% gramíneas e oleaginosas; CV2 - 25%
 231 leguminosas + 75% gramíneas e oleaginosas) e da vegetação espontânea nas entrelinhas de
 232 um pomar de mangueira, independente do tipo de preparo do solo



233

234 Neste estudo foram cultivadas simultaneamente espécies recomendadas como adubos
 235 verdes, que por sua vez apresentam diferenças na dinâmica de nitrogênio e demais nutrientes
 236 refletindo na qualidade do tecido vegetal. Isso ocorre porque há diferenças na capacidade
 237 simbiótica, na profundidade do sistema radicular e na eficiência de absorção de nutrientes.

238 Segundo Carvalho *et al.* (2014), essa diversidade de ações demonstra a importância da
239 semeadura simultânea de mais de uma espécie ou uma mistura destas.

240

241

Conclusões

242

243 1. Os coquetéis vegetais cultivados, independentes da sua composição, produziram
244 maiores quantidades de fitomassa seca em relação à vegetação espontânea e,
245 conseqüentemente, acumularam maiores quantidades de nutrientes.

246 2. Os teores de N e P foram menores na fitomassa da vegetação espontânea e no coquetel
247 vegetal com predominância de gramíneas e oleaginosas, respectivamente, quando se
248 utilizou a prática de incorporação dos resíduos vegetais.

249 3. Os teores de Ca foram superiores na fitomassa do coquetel vegetal com predomínio de
250 gramíneas e oleaginosas (CV2); e de Mg no coquetel com predomínio de leguminosas
251 (CV1) e na vegetação espontânea (VE).

252

253

Referências Bibliográficas

254

255 CANTARELLA, H. Nitrogênio. In: NOVAES, R.F.; ALVAREZ, V.H.; BARROS, N.F.;
256 FONTES, R.L.F.; CANTARUTTI, R.B.; NEVES, J.C.L. (Eds). **Fertilidade do solo**. Viçosa:
257 Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p.375-470.

258

259 CARVALHO, J. E. B. de; SOUZA, L. S. da; AZEVEDO, C. L. L.; OLIVEIRA, A. A. R.
260 Adubação verde em fruteiras tropicais. In: LIMA FILHO, O. F.; AMBROSANO, E. J.;
261 ROSSI, F.; CARLOS, J. A. D. (Ed). **Adubação verde e plantas de cobertura:
262 Fundamentos e Prática**. 2 ed. Brasília: Embrapa, 2014. cap. 18, 161-200p.

263

264 CAVALCANTE, V. S. *et al.* Biomassa e extração de nutrientes por plantas de cobertura.
265 **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.16, p.521–528, 2012.

266

267 CRUSCIOL, C.A.C. *et al.* Extração e exportação de nutrientes pelo híbrido de mamona
268 Savana: I – Macronutrientes. **Ciências Agrárias**, Londrina, v. 33, p. 2619-2636, 2012.

269

- 270 D'HAENE, K. *et al.* The effect of reduced tillage agriculture on carbon dynamics in silt loam
271 soils. **Nutrient Cycling Agroecosystems**, v. 84, p. 249–265, 2009.
- 272
- 273 DONAGEMA, G. K.; *et al.* **Manual de métodos de análise de solos**. Rio de Janeiro:
274 Embrapa Solos, 2011. 230 p. (Documentos, 132).
- 275
- 276 DUARTE JÚNIOR, J. B.; COELHO, F. C. Adubos verdes e seus efeitos no rendimento da
277 cana-de-açúcar em sistema de plantio direto. **Bragantia**, Campinas, v. 67, p.723-732, 2008.
- 278
- 279 ESPÍNDOLA, J. A. A. *et al.* Decomposição e liberação de nutrientes acumulados em
280 leguminosas herbáceas perenes consorciadas com bananeira. **Revista Brasileira de Ciência**
281 **do Solo**, v. 30, 321-328, 2006.
- 282
- 283 FÁVERO, C. *et al.* Crescimento e acúmulo de nutrientes por plantas espontâneas e por
284 leguminosas utilizadas para adubação verde. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.24,
285 p.171-177, 2000.
- 286
- 287 GAMA-RODRIGUES, A.C. *et al.* Decomposição e liberação de nutrientes de resíduos
288 culturais de plantas de cobertura em Argissolo Vermelho-Amarelo na região Noroeste
289 Fluminense (RJ). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.31, p.1421-1428, 2007.
- 290
- 291 GIONGO, V. *et al.* Decomposição e liberação de nutrientes de coquetéis vegetais para
292 utilização no Semiárido brasileiro. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 42, n. 3, p.
293 611-618, 2011.
- 294
- 295 HAWKESFORD, M. *et al.* Functions of Macronutrients. In: Marschner, P. (Ed).
296 **Marschner's Mineral Nutrition of Higher Plants**. 3 ed. 2012. cap. 6, p. 135-189.
- 297
- 298 IBGE - **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. 2013. Disponível em:
299 <<http://www.ibge.gov.br/>>. Acesso em: fev de 2016.
- 300
- 301 LIMA, J. D. *et al.* Produção de biomassa e composição química de adubos verdes cultivados
302 no Vale do Ribeira. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 28, n. 5, p. 709-717, 2012.

303 MASSAD, M. D. *et al.* Comportamento de leguminosas anuais utilizadas como adubos verdes
304 na região semiárida mineira. *Rev. Acad., Ciênc. Agrár. Ambient., Curitiba*, v. 11, Supl. 2, p.
305 S121-S127, 2013.

306
307 MENEZES, L. A. S. *et al.* Produção de fitomassa de diferentes espécies, isoladas e
308 consorciadas, com potencial de utilização para cobertura do solo. **Bioscience Journal**,
309 Uberlândia, v. 25, n. 1, p. 7-12, 2009.

310
311 NASCIMENTO, M. D. do *et al.* Nutrient extraction and exportation by castor bean hybrid
312 Iyra. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 36; p.113-124, 2012.

313
314 NETO, J. F. *et al.* Plantas de cobertura, manejo da palhada e produtividade da mamoneira no
315 sistema plantio direto. **Revista Ciência Agronômica**, v. 42, n. 4, p. 978-985, 2011.

316
317 PARIZ, C. M. *et al.* Straw decomposition of nitrogen-fertilized grasses intercropped with
318 irrigated maize in an integrated crop livestock system. **Revista Brasileira de Ciência do**
319 **Solo**, v. 35, p. 2029-2037, 2011.

320
321 PECHE FILHO, A. *et al.* Semeadura e manejo de adubos verdes. In: LIMA FILHO, O. F.;
322 AMBROSANO, E. J.; ROSSI, F.; CARLOS, J. A. D. (Ed). **Adubação verde e plantas de**
323 **cobertura: Fundamentos e Prática**. 1 ed. Brasília: Embrapa, 2014. cap. 4, 169-188p.

324
325 PERIN, A. *et al.* Acúmulo e liberação de P, K, Ca e Mg em crotalária e milheto solteiros e
326 consorciados. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 57, p. 274-281, 2010.

327
328 PERIN, A. *et al.* Produção de fitomassa, acúmulo de nutrientes e fixação biológica de
329 nitrogênio por adubos verdes em cultivo isolado e consorciado. **Pesquisa Agropecuária**
330 **brasileira**, Brasília, v.39, n.1, p.35-40, 2004.

331
332 SALINAS-GARCIA, J. R. *et al.* Tillage effects on microbial biomass and nutrient distribution
333 in soils under rain-fed corn production in central-western Mexico. **Soil & Tillage Research**,
334 v. 66, p. 143–156, 2002.

335

- 336 SANTOS, F. C. *et al.* Modelagem da recomendação de corretivos e fertilizantes para a cultura
337 da soja. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v. 32, p. 1661-1674, 2008.
338
- 339 SILVA, J. P. S. *et al.* Heavy metals in soils and plants in mango orchards in Petrolina,
340 Pernambuco, Brazil. ***Revista Brasileira de Ciência do Solo***, v. 36, p. 1343-1353, 2012.
341
- 342 SUMMERS, C. F. *et al.* Single season effects of mixed-species cover crops on tomato health
343 (cultivar Celebrity) in multi-state field trials. ***Applied Soil Ecology***, v. 77, p. 51–58, 2014.
344
- 345 SUZUKI, L. E. A. S.; ALVES, M. C. Fitomassa de plantas de cobertura em diferentes
346 sucessões de culturas e sistemas de cultivo. ***Bragantia***, v.65, p.121-127, 2006.
347
- 348 TEIXEIRA, M.B. *et al.* Decomposição e liberação de nutrientes da parte aérea de plantas de
349 milho e sorgo. ***Revista Brasileira de Ciência do Solo***, v. 35, p. 867-876, 2011.
350
- 351 ZOBIOLE, L. H. S. *et al.* Marcha de absorção de macronutrientes na cultura do girassol.
352 ***Revista Brasileira de Ciência do Solo***, v. 34, p. 425-433, 2010.
353
- 354 WUTKE, E.B. *et al.* Espécies de adubos verdes e plantas de cobertura e recomendações para
355 seu uso. In: LIMA FILHO, O.F. de; AMBROSANO, E.J.; ROSSI, F.; CARLOS, J.A.D. (Ed.).
356 **Adubação verde e plantas de cobertura no Brasil: Fundamentos e Prática**. 1 ed. Brasília:
357 Embrapa, 2014. cap. 3, p.59-168.
358
359

1 **4. ARTIGO 2 :**
2 **Qualidade do solo e produtividade da mangueira após cinco cultivos de coquetéis**
3 **vegetais em dois sistemas de manejo**²
4

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

21
22 **Palavras-chave:** adubação verde, estabilidade de agregados, fertilidade do solo

23
24 **Soil quality and mango productivity after five vegetable cocktails crops in two**
25 **management systems**
26

27 **Abstract:** The aim of this study was to evaluate changes in chemical characteristics, soil
28 structural stability and productivity of mango tree after five crops of two plant mixture types
29 and maintenance of spontaneous vegetation in two soil management systems. The experiment
30 was carried out in a randomized block design with four replications, with the treatments
31 arranged in a split plot. The plot was set by two management systems (tillage and no tillage)

² Artigo nas normas da Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental

32 and the subplots by 3 types of green manure (CV1 - 75% + leguminous 25% grasses and
33 oilseeds; CV2 - 25% leguminous + 75% of grasses and oilseeds and spontaneous vegetation
34 (VE)). In each experimental unit were collected between the lines of mango tree, undisturbed
35 soil samples to assess the stability of misfolded aggregates and samples for determination of
36 OM, Ca, Mg , K exchangeable, P assimilable and total N. The samples were collected from
37 depths of 0-5, 5-10, 10-20, 20-40 cm. It also evaluated the productivity of mango tree (t ha⁻¹).
38 The five cycles of successive cultivation of plants mixture types and on spontaneous
39 vegetation maintenance changed only the P, MO and N levels. The plants mixture promoted
40 major mango productivity compared to spontaneous vegetation, but didn't change the quality
41 of the fruit.

42

43 **Keywords:** green manure, aggregate stability, soil fertility

44

45

46

INTRODUÇÃO

47

48 O Brasil possui área estimada cultivada com mangueira (*Mangifera indica* L.) de
49 aproximadamente 76.391 hectares, gerando uma produção superior a 1,24 milhões de
50 toneladas (IBGE, 2013), tendo a região Nordeste como responsável por 66,54% do total
51 produzido (IBGE, 2014).

52 No entanto, em geral, as produtividades alcançadas nessa região demonstram baixa
53 eficiência de produção e, dentre os fatores que podem ocasionar essa baixa produtividade, as
54 alterações na qualidade do solo relacionadas às características químicas e físicas merecem
55 destaque. Estas, por sua vez, podem ser alteradas pelos sistemas de preparo e pela quantidade
56 de resíduos adicionados e, estudos indicam que o uso da terra, os sistemas de manejo e a
57 cobertura vegetal influenciam propriedades químicas e físicas dos solos (Hassler et al., 2011;
58 Scheffler et al., 2011) e, que a utilização de adubos verdes contribui para o aumento da
59 produção de biomassa e diminuição dos impactos do preparo do solo (Scopel et al., 2013). Os
60 impactos dos adubos verdes nas características químicas do solo são muito variáveis devido
61 às espécies utilizadas, ao manejo da fitomassa e à interação entre esses fatores e as
62 características edafoclimáticas locais, alterando o teor de matéria orgânica, a capacidade de
63 troca de cátions, a ciclagem, a mobilização e a disponibilidade de nutrientes (Hernani &
64 Padovan, 2014).

65 Nesse sentido, os adubos verdes tem desempenhado papel fundamental tanto para
66 produção de alimento quanto na melhoria da fertilidade do solo, contribuindo também na
67 formação de agregados e na sua estabilidade (Higashi et al., 2014; Poeplau & Don, 2015;
68 Yang et al., 2014). Além disso, a influência de sistemas de preparo pode variar de acordo com
69 a profundidade do solo, os sistemas de cultivo e as características específicas do local e clima
70 (Du et al., 2010; Mishra et al., 2010).

71 A utilização de adubos verdes, bem como, a manutenção dos seus resíduos em superfície
72 constituem-se alternativas potenciais para a melhoria da qualidade dos solos em sistemas
73 irrigados de cultivo de mangueiras.

74 Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar alterações em características químicas e na
75 estabilidade estrutural do solo e, na produtividade da mangueira após cinco cultivos de dois
76 tipos de coquetéis vegetais e de manutenção da vegetação espontânea em dois sistemas de
77 manejo do solo.

78

79

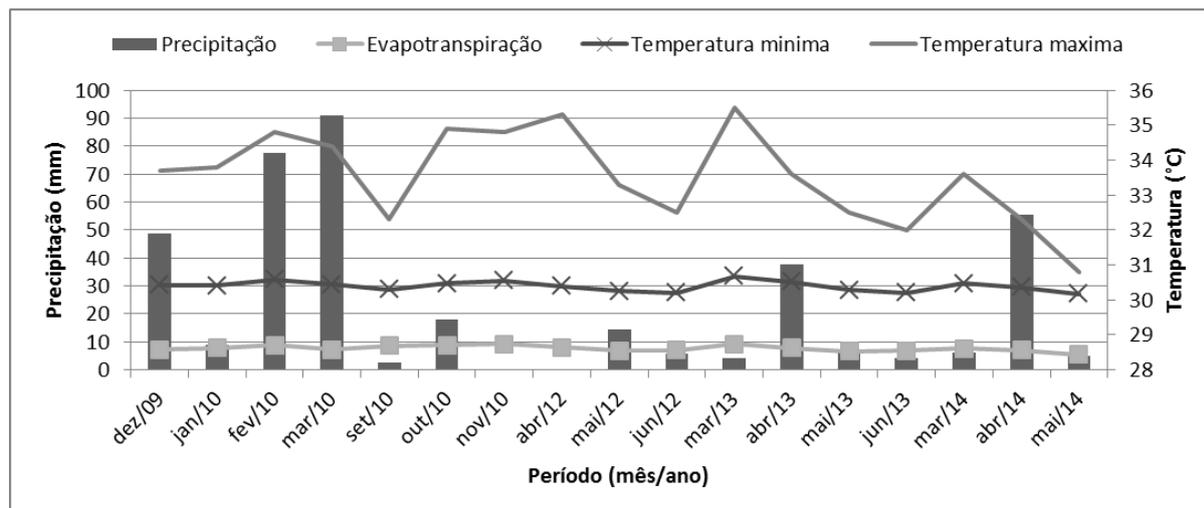
80

MATERIAL E MÉTODOS

81

82 O estudo foi realizado em experimento permanente instalado no Campo Experimental da
83 Embrapa Semiárido, localizado no município de Petrolina, estado de Pernambuco,
84 coordenadas geográficas são 09°09' de latitude Sul, 40°22' de longitude Oeste e altitude
85 365,5 m. A vegetação nativa é classificada como caatinga hiperxerófila de porte
86 arbóreo/arbustivo.

87 O clima da local é classificado como Bsw^h, segundo a classificação proposta por Köppen,
88 com período chuvoso entre janeiro e abril e medias de temperatura e pluviosidade de 26,2°C e
89 550 mm. Os dados climáticos coletados durante o período de condução desse trabalho,
90 fevereiro de 2009 a junho de 2014, estão apresentadas na Figura 1.



91
92 Figura 1. Médias anuais de precipitação pluviométrica (P), evapotranspiração de referência
93 (ET), temperatura mínima (T min) e temperatura máxima (T máx), no período de 2009 a
94 2014, Petrolina, PE, 2014. Fonte: <http://www.cpatasa.embrapa.br:8080/index.php?op=eabeb>
95

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

99

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

Prof. (cm)	pH	MO g kg ⁻¹	P mg dm ⁻³	K.....cmol _c dm ⁻³	Ca.....cmol _c dm ⁻³	Mg.....cmol _c dm ⁻³	S.....cmol _c dm ⁻³	CTC	Areia.....g kg ⁻¹	Silte.....g kg ⁻¹	Argila.....g kg ⁻¹
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

102 Prof.-Profundidade; MO- Matéria Orgânica; P- Fosforo; K-Potássio; Ca-Calcio; Mg-Magnésio; S-Soma de
103 bases; CTC-Capacidade de Troca de Cátions;

104

105 O experimento foi conduzido em esquema de parcelas subdivididas, tendo nas parcelas
106 dois sistemas de manejo de solo (com revolvimento do solo (R) e sem revolvimento do solo
107 (NR)) e, nas subparcelas dois coquetéis vegetais (CV1 - 75% leguminosas + 25% gramíneas e
108 oleaginosas; CV2 - 25% leguminosas + 75% gramíneas e oleaginosas) e uma vegetação
109 espontânea (VE), no delineamento em blocos casualizados, com quatro repetições. As
110 parcelas experimentais apresentam área de 1080 m² (45 x 24 m), tendo cada subparcela 360
111 m² (15 x 24 m), com área útil de 320 m². O revolvimento do solo consistiu na realização de
112 uma gradagem e sulcamento na semeadura dos adubos verdes e aração seguida de gradagem

113 ao final do ciclo de cultivo para a incorporação da fitomassa (20 cm do solo). Nos tratamentos
114 sem revolvimento do solo, a semeadura dos adubos verdes foi realizada por meio do
115 sulcamento e ao final do ciclo de cultivo a fitomassa foi cortada rente ao solo e depositada na
116 superfície. O corte das plantas foi realizado por meio de roçadeira portátil.

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

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

136

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

Espécies	CV1	CV2 (g)
	----- g subparcela ⁻¹ -----	
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

139 CV1-75% leguminosas e 25% gramíneas e oleaginosas; CV2-75% gramíneas e oleaginosas e 25% leguminosas
 140

141 Foi instalado um sistema de irrigação por microaspersão, em área total, nas linhas de
 142 mangueiras e por gotejamento para suplementação hídrica nos coquetéis vegetais. A lâmina
 143 de irrigação foi calculada utilizando-se a média de precipitação dos últimos 30 anos,
 144 utilizando-se a diferença entre a precipitação esperada e a ocorrida. O manejo da irrigação da
 145 mangueira foi realizado por meio do monitoramento do potencial de água no solo e da
 146 demanda hídrica nas diferentes fases da cultura utilizando-se tensiômetros instalados a 10 cm
 147 da base do caule das plantas nas profundidades de 20, 40, 60, 80 e 100 cm.

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

159 1965). O material retido em cada peneira foi recolhido e levado para secagem em estufa por
160 48 h para a obtenção das proporções das classes de tamanho de agregados.

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

165 Para avaliação da produtividade foram contados, colhidos e pesados todos os frutos de
166 cada planta da parcela útil, expressando-se os resultados em t ha⁻¹. Os sólidos solúveis foram
167 determinados por meio de um refratômetro digital, modelo PAL-1 (Atago, Tóquio, Japão),
168 com compensação automática de temperatura e faixa de operação de 0 a 53 °Brix. As
169 medições foram realizadas utilizando 1 mL de suco de cada fruta. Foram analisados 10 frutos
170 por tratamento em cada repetição, totalizando 240 frutos. Os resultados foram expressos em
171 °Brix (Instituto Adolfo Lutz, 2008).

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

175

176

RESULTADOS E DISCUSSÃO

177

178 **Características químicas**

179

180 Não houve interação significativa entre os fatores adubação verde e manejo do solo para os
181 atributos químicos, nas entrelinhas do pomar de mangueira após cinco ciclos de cultivo de
182 adubos verdes, exceto para o teor de P na profundidade de 5-10 cm (Tabela 3). O
183 desdobramento dessa interação pode ser observado na Tabela 4.

184

185

186

187

188

189

190

191

192 Tabela 3. Teores de MO, N, P, K, Ca e Mg no solo após cinco ciclos de cultivo de coquetéis
 193 vegetais e manutenção da vegetação espontânea nas entrelinhas de um pomar de mangueira,
 194 em dois sistemas de preparo do solo.

Adubação verde (AV)	MO	N	P	K	Ca	Mg
	.....g kg ⁻¹.....	.....	mg dm ⁻³	.....	cmol _c dm ⁻³.....	.....
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 ^{ns}	0,02 ^{ns}	0,43 ^{ns}	0,09 ^{ns}	1,78 ^{ns}	0,91 ^{ns}
M	0,33 ^{ns}	0,54 ^{ns}	4,19 ^{ns}	0,30 ^{ns}	10,55 ^{ns}	1,37 ^{ns}
AV x M	0,78 ^{ns}	0,79 ^{ns}	2,19 ^{ns}	2,10 ^{ns}	0,43 ^{ns}	0,77 ^{ns}
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 ^{ns}	0,00 ^{**}	0,14 ^{ns}	0,43 ^{ns}	0,04 ^{ns}	0,08 ^{ns}
M	0,10 ^{ns}	0,55 ^{ns}	0,06 ^{ns}	0,75 ^{ns}	1,60 ^{ns}	0,28 ^{ns}
AV x M	0,20 ^{ns}	0,52 ^{ns}	9,51 [*]	0,85 ^{ns}	1,34 ^{ns}	0,05 ^{ns}
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 ^a	0,32	1,31	0,53
VE	3,69	0,36	18,03 ^a	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 ^{ns}	0,25 ^{ns}	6,62 [*]	0,31 ^{ns}	0,73 ^{ns}	1,38 ^{ns}
M	0,00 ^{ns}	0,32 ^{ns}	0,02 ^{ns}	2,84 ^{ns}	1,09 ^{ns}	3,23 ^{ns}
AV x M	0,33 ^{ns}	1,72 ^{ns}	3,61 ^{ns}	0,48 ^{ns}	0,27 ^{ns}	0,63 ^{ns}
CV%	25,34	13,08	18,24	39,55	24,74	26,12
20-40 cm						
CV1	4,04 a	0,36	18,71 ^a	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 ^a	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 ^{ns}	7,80 [*]	0,82 ^{ns}	0,09 ^{ns}	0,27 ^{ns}
M	0,33 ^{ns}	0,45 ^{ns}	0,95 ^{ns}	2,21 ^{ns}	5,49 ^{ns}	0,08 ^{ns}
AV x M	1,86 ^{ns}	0,39 ^{ns}	0,39 ^{ns}	0,83 ^{ns}	0,56 ^{ns}	0,12 ^{ns}
CV%	26,65	23,53	42	30,48	22,94	25,31

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

199
 200 Os teores de MO não foram alterados pela adubação verde nem pelo manejo do solo,
 201 exceto na camada de 20-40 cm, onde o uso do coquetel vegetal 1 (CV1), composto

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

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

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

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

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

244

245 Tabela 4. Teor de P do solo na profundidade de 5-10 cm, após cinco ciclos de cultivo de
 246 coquetéis vegetais e manutenção da vegetação espontânea nas entrelinhas de um pomar de
 247 mangueira, em dois sistemas de preparo do solo.

Adubação verde	Manejo	
	N.R.	R.
	-----mg dm ⁻³ -----	
Coquetel vegetal 1 (CV1)	25,54aA	15,70aB
Coquetel vegetal 2 (CV2)	20,41aA	22,85aA
Vegetação espontânea (VE)	18,15aA	24,11aA

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

252

253 O uso de diferentes adubos verdes, bem como dos dois sistemas de manejo, com e sem
 254 revolvimento, também não alteraram os teores de K, Ca e Mg do solo, independente da
 255 profundidade de coleta (Tabela 3). Trabalhos científicos realizados para diferentes culturas e
 256 condições edafoclimáticas demonstram que os cultivos solteiros ou consorciados de adubos
 257 verdes alteram diferentes atributos relacionados à fertilidade do solo, entre os quais o aumento
 258 dos teores de nutrientes e de matéria orgânica (Nascimento et al., 2003; Faria et al., 2007;
 259 Rufato et al., 2007). Souza et al. (2013) realizando estudos em Cambissolo Húmico, no estado
 260 de Santa Catarina, verificaram que o cultivo de adubos verdes (vegetação espontânea; aveia-
 261 preta; centeio; nabo- forrageiro; nabo-forrageiro + centeio; e nabo-forrageiro + aveia- preta)
 262 em pré-cultivo de cebola não alteraram os atributos químicos do solo, exceto os teores de
 263 potássio, fósforo e valores da CTC a pH7. Da mesma forma, Souza et al. (2015) avaliando o
 264 impacto de adubos verdes (crotalária e tremoço branco) em Latossolo Vermelho Amarelo
 265 localizado no estado do Espírito Santo, em pré-cultivo de repolho e milho-verde, associada a

266 compostos orgânicos com distintos níveis de N, observaram que a presença da adubação
 267 verde não alterou os valores de Ca, SB, T e MO, entretanto aumentou os teores de P e H+Al
 268 e, reduziu os teores de K e Mg e o pH do solo. Por outro lado, Cunha et al. (2011) realizando
 269 estudos com adubos verdes nos cultivos de feijão e milho, não observaram, após quatro anos
 270 de cultivo, efeitos dos adubos verdes nos teores de MO, P, K, Ca e Mg do solo nas camadas
 271 de 0,00-0,10 m e 0,10-0,20 m, tanto no preparo convencional quanto na semeadura direta.

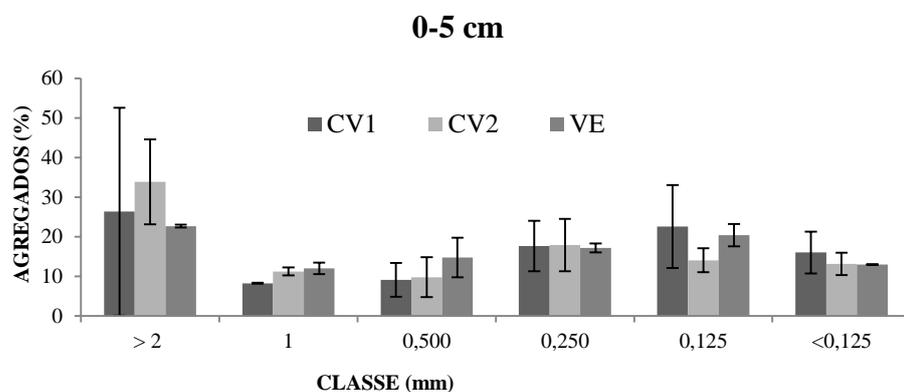
272

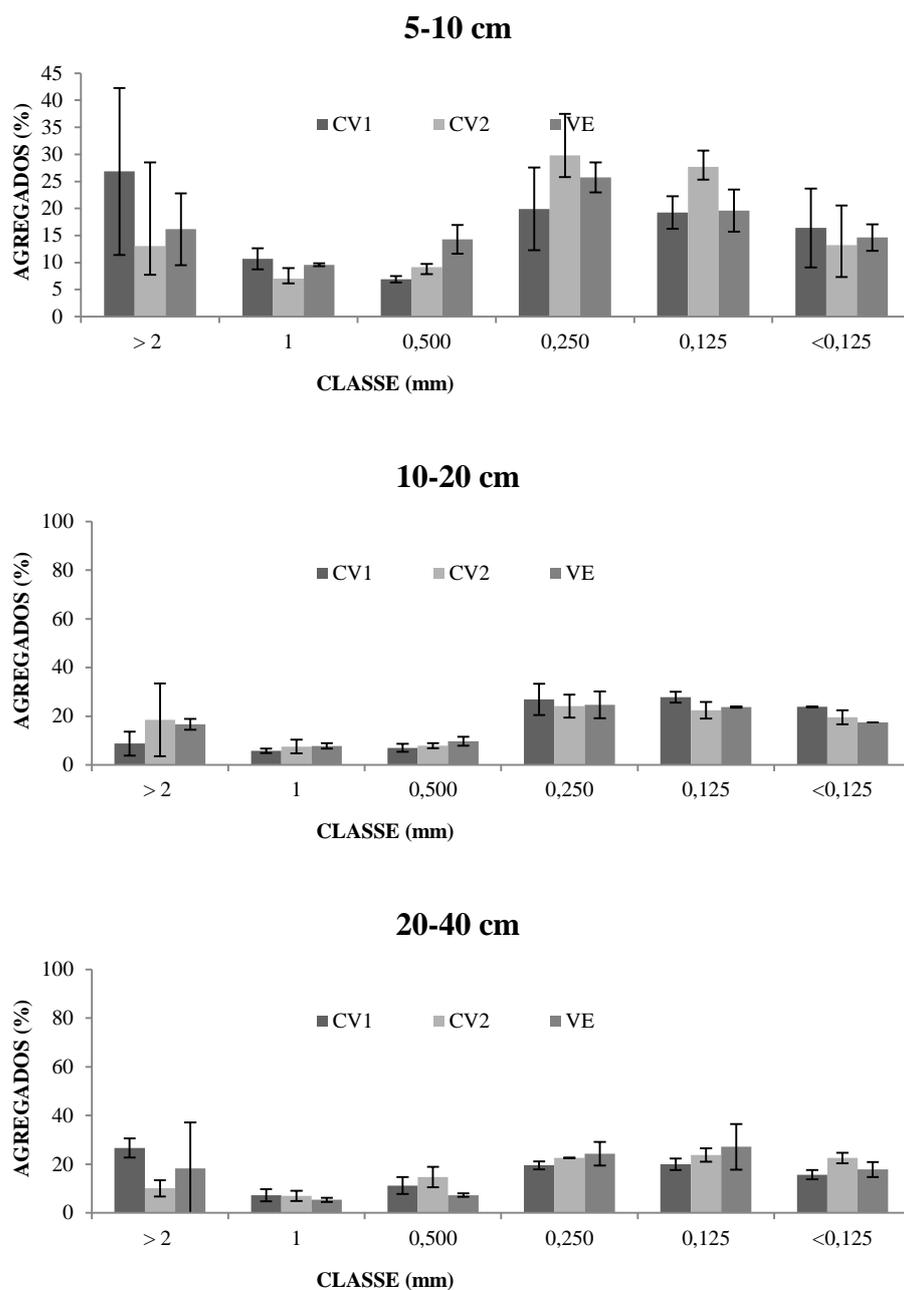
273 **Estabilidade Estrutural**

274

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

283

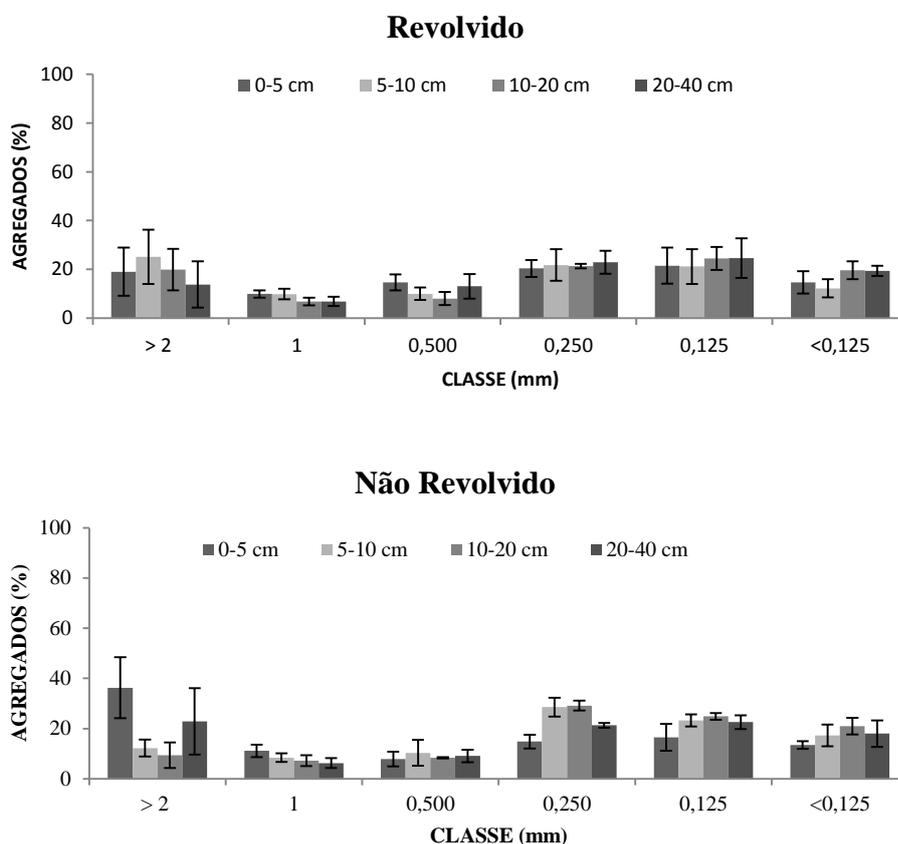




284 Figura 2. Percentagem de agregados no solo, por classe de diâmetro, após cinco ciclos de
 285 cultivo de coquetéis e manutenção da vegetação espontânea em pomar de mangueira,
 286 independente do tipo de preparo do solo.
 287 CV 1 coquetel vegetal 1 - 75% Leguminosas e 25% gramíneas e oleaginosas; CV 2 – coquetel vegetal 2 - 25%
 288 Leguminosas e 75% gramíneas e oleaginosas; VE - vegetação espontânea.
 289

290 Sanclemente-Reyes et al. (2015) em estudo realizado na Colombia, em Neossolo com
 291 percentagens de areia, silte e argila, respectivamente, 61,6%, 22,7% 15,7%, verificando o
 292 impacto da adubação verde, aplicação de fertilizantes orgânicos e sintéticos nos atributos
 293 físicos e na produção de milho, observaram que o tratamento contendo somente adubo verde

294 favoreceu a formação de microagregados (< 0,25 mm), diminuindo a estabilidade de
 295 agregados (0,13 mm). Os melhores resultados, em relação aos parâmetros físicos, foram
 296 obtidos nos tratamentos que contemplaram adubação verde e adubação orgânica ou sintética.
 297 As médias da distribuição de agregados, por classes de tamanho, em cada profundidade de
 298 coleta, para cada sistema de manejo do solo são apresentadas na Figura 3. Observa-se que no
 299 sistema de manejo com revolvimento do solo e incorporação dos resíduos vegetais, não há
 300 redução da proporção de macroagregados (>2 mm) em profundidade. Provavelmente, a
 301 incorporação de resíduos vegetais favorece o processo de agregação em subsuperfície,
 302 enquanto a manutenção dos resíduos sobre a superfície do solo intensifica o processo de
 303 formação de macroagregados apenas na primeira camada amostrada (0-5 cm).
 304



305 Figura 3. Médias da percentagem de agregados no solo, por classe de diâmetro, coletadas
 306 nas entrelinhas de um pomar de mangueira em dois sistemas de manejo, independente dos
 307 tipos de adubos verdes. NR - Não Revolvido; R-Revolido.
 308

309 Em trabalho comparando plantio direto com solo arado, Chung et al. (2008) observaram
 310 que os macroagregados ocuparam a maior proporção de peso ambos os sistemas de preparo .

311 A proporção de macroagregados foi significativamente menor nos solos onde se utilizou
312 arado de aiveca. Kabiria et al. (2015) comparando o impacto de quatros sistemas de preparo
313 do solo sobre características físicas e químicas de solo, após seis anos de cultivo, observaram
314 que conforme diminuía a intensidade de revolvimento aumentava a proporção de
315 macroagregados concluindo que a menor perturbação do solo e quantidade moderada de
316 resíduos de culturas são importantes para aumentar a qualidade física e estabilização da MO
317 dentro de macroagregados.

318

319 **Produtividade**

320

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

325 As produtividades comercial e total variaram de 9,84 a 7,14 e 9,96 a 7,21 t ha⁻¹,
326 respectivamente. Essas produtividades estão abaixo da média observada na região do Vale do
327 Submédio São Francisco, que é em torno de 23,5 t ha⁻¹ (IBGE/PAM, 2014). No entanto, deve-
328 se salientar que essa é a primeira produção do pomar, não representando ainda o potencial
329 produtivo médio de um pomar em plena produção.

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

338

339

340

341

342

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

Adubação verde (AV)	Produtividade	Produtividade	Sólidos solúveis
	Comercial	Total	
	.....t ha ⁻¹		°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 ^{ns}
M	2,33 ^{ns}	3,05 ^{ns}	0,90 ^{ns}
AV x M	1,06 ^{ns}	1,12 ^{ns}	1,21 ^{ns}
CV (%)	17,33	16,79	2,90

348 As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de
 349 probabilidade. CV1 – coquetel vegetal 1 – 75% Leguminosas e 25% gramíneas e oleaginosas; CV2 – coquetel
 350 vegetal 2 - 25% Leguminosas e 75% gramíneas e oleaginosas; VE - vegetação espontânea
 351

352

353 CONCLUSÕES

354

355 1. Os cinco ciclos de cultivo sucessivos de coquetéis vegetais e manutenção da vegetação
 356 espontânea alteraram somente os teores de P, MO e N.

357

358 2. Os coquetéis vegetais promoveram maiores produtividades de manga em relação à
 359 vegetação espontânea, mas não alteraram a qualidade dos frutos.

360

361 LITERATURA CITADA

362

363 Alves, R. E.; Filgueiras, H. A. C.; Menezes, J. B.; Assis, J. S. de; Lima, M. A. C. de; Amorim,
 364 T. B. F.; Martins, A. G. Colheita e Pós-colheita. In: Genú, P. J. C.; Pinto, A. C. Q. A cultura
 365 da mangueira. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. p. 383-405.

366 Cavalcante, V. S.; Santos, V. R.; Santos Neto, A. L. dos.; Santos, M. A. L. dos.; Santos, C. G.

367 DOS.; Costa, L. C. Biomassa e extração de nutrientes por plantas de cobertura. Revista

368 Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.16, p.521–528, 2012.

- 369 Chung, H.G.; Grove, J.H.; Six, J. Indications for soil carbon saturation in a temperate
370 agroecosystem. *Soil Science Society of American Journal*, v. 72, p. 1132-1139, 2008.
- 371 Cunha, E. de Q.; Stone, L. F.; Didonet, A. D.; Ferreira, E. P. de B.; Moreira, J. A. A.;
372 Leandro, W. M. Atributos químicos de solo sob produção orgânica influenciados pelo preparo
373 e por plantas de cobertura. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* v.15,
374 p.1021–1029, 2011.
- 375 Donagema, G. K.; Campos, D. V. B. de; Calderano, S. B.; Teixeira, W. G.; Viana, J. H. M.
376 (Org.). *Manual de métodos de análise de solo*. 2. ed. rev. Rio de Janeiro: Embrapa Solos,
377 2011. 230 p. (Embrapa Solos. Documentos, 132).
- 378 Du, Z.; Ren, T.; Hu, C. Tillage and residue removal effects on soil carbon and nitrogen
379 storage in the North China Plain. *Soil Science Society of American Journal*, v.74, p. 196–202,
380 2010.
- 381 Faria, C. M. B. DE.; Costa, N. D.; Faria, A. F. Atributos químicos de um argissolo e
382 rendimento de melão mediante o uso de adubos verdes, calagem e adubação. *Revista*
383 *Brasileira de Ciência do Solo*, v. 31 p. 299-307, 2007.
- 384 Galvão, A. G.; Resende, J. T. V. de; Morales, R. G. F.; Lustosa, S. B. C.; M DIAS, D. M.;
385 Marodin, J.C. Tomato yield and soil chemical attributes depending on previous cover crops.
386 *Horticultura Brasileira*, v.31 p. 68-73, 2013.
- 387 Hassler, S. K.; Zimmermann, B.; Van Breugel, M.; Hall, J. S.; Elsenbeer, H. Recovery of
388 saturated hydraulic conductivity under secondary succession on former pasture in the humid
389 tropics. *Forest Ecology and Management*, v. 261, p. 1634-1642, 2011.
- 390 Hernani, L. C.; Padovan, M. P. Adubação verde na recuperação de solos degradados. In: Lima
391 Filho, O. F.; Ambrosano, E. J.; Rossi, F.; Carlos, J. A. D. Adubação verde e plantas de
392 cobertura no Brasil: fundamentos e práticas. Brasília, DF: Embrapa, 2014. p. 371-398.
- 393 Higashi, T.; Yunghui, M.; Komatsuzaki, M.; Miura, S.; Hirata, T.; Araki, H.; Kaneko, N.;
394 Ohta, H. Tillage and cover crop species affect soil organic carbon in Andosol, Kanto, Japan.
395 *Soil & Tillage Research*, v. 138, p. 64–72, 2014.
- 396 IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2013. <<http://www.ibge.gov.br/>>. jul de
397 2015.
- 398 IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2014. <<http://www.ibge.gov.br/>>. jul de
399 2015.

400 IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Sistema de Recuperação Automática –
401 Sidra: Pesquisa Agropecuária Municipal (PAM). Disponível em: <<http://goo.gl/sb6YeE>>.
402 Acesso em: Acesso em: outubro de 2014.

403 Instituto Adolfo Lutz. Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. Métodos físico-químicos
404 para análise de alimentos. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz. 4ª edição, 2008. 1020p.

405 Kabiria, V.; Raiesia; F.; Ali Ghazavi, M. Six years of different tillage systems affected
406 aggregate-associated SOM in a semi-arid loam soil from Central Iran. *Soil & Tillage
407 Research*, v. 154, p. 114-125, 2015.

408 Kemper, W. D. Aggregate stability. In: Black, C.A., ed. *Methods of soil analysis*. Madison,
409 American Society of Agronomy, 1965. p.511-519.

410 Kemper, W.D.; Chepil, W. S. Size distribution of aggregates. In: BLACK, C.A., ed. *Methods
411 of soil analysis*. Madison, American Society of Agronomy, 1965. p.499-510.

412 Mishra, U.; Ussiri, D.A.N.; Lal, R. Tillage effects on soil organic carbon storage and
413 dynamics in Corn Belt of Ohio USA. *Soil & Tillage Research*, v. 107, p. 88–96, 2010.

414 Nascimento, J. T.; Silva, I. F.; Santiago, R. D.; Silva Neto, L. F. Efeito de leguminosas nas
415 características químicas e matéria orgânica de um solo degradado. *Revista Brasileira de
416 Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v.7, p.457-462, 2003.

417 Poeplau, C.; Don, A. Carbon sequestration in agricultural soils via cultivation of cover crops –
418 a meta-analysis. *Agriculture Ecosystem Environment*. v. 200, p.33–41, 2015.

419 Rufato, L.; Rufato, A. R.; Kretschmar, A. A.; Picolotto, L.; Fachinello, J. C. Coberturas
420 vegetais no desenvolvimento vegetativo de plantas de pessegueiro. *Revista Brasileira de
421 Fruticultura*, Jaboticabal, v. 29, p. 107-109, 2007.

422 Sanclemente-Reyes, O. E.; Patino-Torres, C.O. Efecto de *Mucuna pruriens* como abono verde
423 y cobertura, sobre algunas propiedades físicas Del suelo. *Entramado*, Cali ,v. 11, p. 206-211,
424 2015.

425 Scheffler, R.; Neill, C.; Krusche, A. V.; Elsenbeer, H. Soil hydraulic response to land-use
426 change associated with the recent soybean expansion at the Amazon agricultural frontier.
427 *Agriculture, Ecosystems & Environment*, v. 144, p. 281-289, 2011.

428 Scopel, E.; Triomphe, B.; Affholder, F.; da Silva, F.A.M.; Corbeels, M.; Xavier, J.H.V.;
429 Lahmar, R.; Recous, S.; Bernoux, M.; Blanchart, E.; Mendes, I.D.; DE Tourdonnet, S.
430 Conservation agriculture cropping systems in temperate and tropical conditions, performances
431 and impacts. *Agronomy Sustainable Development*, v. 33, p. 113-130, 2013.

- 432 Silva, D.F.P. da; Siqueira, D. L. de; Pereira, C. S; Salomão, L.C.C; Struiving, T.B.
433 Caracterização de frutos de 15 cultivares de mangueira na Zona da Mata mineira. Revista
434 Ceres, Viçosa, v. 56, p. 783-789, 2009.
- 435 Souza, J.L.; Guimarães, G.P.; Favarato, L.F. Desenvolvimento de hortaliças e atributos do
436 solo com adubação verde e compostos orgânicos sob níveis de N. Horticultura Brasileira,
437 v.33, p.019-026; 2015.
- 438 Souza, M.; Comin, J.J.; Leguizamón, E.S.; Kurtz, C.; Brunetto, G.; Junior, V.M.; Ventura, B.;
439 Camargo, A.P. Matéria seca de plantas de cobertura, produção de cebola e atributos químicos
440 do solo em sistema plantio direto agroecológico. Ciência Rural, v. 43, p.21-27, 2013.
- 441 Vance, C.P.; Uhde-Stone, C.; Allan, D.L. Phosphorus acquisition and use: critical adaptations
442 by plants for securing a nonrenewable resource. New Phytologist, Oxford, v. 157, p.423-447,
443 2003.
- 444 Yang, Z.-P.; Zheng, S.X.; Nie, J.; Liao, Y.-L.; Xie, J. Effects of long-term winter planted
445 green manure on distribution and storage of organic carbon and nitrogen in water-stable
446 aggregates of reddish paddy soil under a double-rice cropping system. Journal of Integrative
447 Agriculture, v. 13 p. 1772-1781, 2014.
- 448 Yoder, R. E. A direct method of aggregate analysis of soils and a study of the physical nature
449 of erosion losses. Journal American Society of Agronomy, v. 28, p.337-351, 1936.

450

5. CONCLUSÃO GERAL

O cultivo de adubos verdes, independente da sua composição, é uma alternativa viável para adicionar fitomassa e nutrientes ao solo em cultivos intercalares de mangueira em condições semiáridas, proporcionando aumentos de produtividade. Entretanto, cinco ciclos de cultivo sucessivos de adubos verdes não foram suficientes, em geral, para alterar a qualidade física e química do solo nas condições edafoclimáticas do estudo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AITA, C.; GIACOMINI, S. J.; CERETTA, C.A. **Decomposição e liberação de nutrientes dos resíduos culturais de adubos verdes**. In: LIMA FILHO, O. F.; AMBROSANO, E. J.; ROSSI, F.; CARLOS, J. A. D. (Ed). Adubação verde e plantas de cobertura: Fundamentos e Práticas. 1 ed. Embrapa, Brasília-DF, 2014. cap 6, 225-264p.

ALBUQUERQUE, J.A.; REINERT, D.J.; FIORIN, J.E.; RUEDELL, J. PETRERE, C.; FONTINELLI, F. Rotação de culturas e sistemas de manejo do solo: efeito sobre a forma da estrutura do solo ao final de sete anos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 19, p.115-119, 1995.

ALCÂNTARA, F. A.; FURTINI NETO, A. E.; PAULA, M. B.; MESQUITA, H. A.; MUNIZ, J. A. Adubação verde na recuperação da fertilidade de um Latossolo Vermelho escuro degradado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.35, p.277-288, 2000.

ALLISON, F. E. **Soil organic matter and its role in crop production**. Amsterdam: Elsevier, 1973. p. 215-345.

ALMEIDA, K.; CAMARA, F.L.A. Produtividade de biomassa e acúmulo de nutrientes em adubos verdes de verão, em cultivos solteiros e consorciados. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v.2, p. 55-62, 2011.

ALTIERI, A. M.; PONTI, L.; NICHOLLS, C. I. **Melhorando o manejo de pragas através da saúde do solo: direcionando uma estratégia de manejo do habitat solo**. In: CONTROLE biológico de pragas através do manejo de agroecossistemas. Brasília, DF: Ministério do Desenvolvimento Agrário, Secretaria da Agricultura Familiar, p. 17-31, 2007.

AMADO, T. J. C.; MIELNICZUK, J.; AITA, C. Recomendação de adubação nitrogenada para o milho no RS e SC adaptada ao uso de culturas de cobertura do solo, sob sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 26, p 241-248, 2002.

BERNARDES, T. G.; SILVEIRA, P. M.; MESQUITA, M. A. M.; AGUIAR, R. A.; MESQUITA, G. M. Decomposição da biomassa e liberação de nutrientes dos capins braquiária e mombaça, em condições de cerrado. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 40, n. 3, p. 370-377, 2010.

BERTI, M.J.F. Balanço de uso e aplicação de fertilizantes e agrotóxicos em duas sub-bacias do município de Sorriso -MT. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIASANITÁRIA E AMBIENTAL. 22., Joinville, 2003. **Anais...Joinville**, 2003. CD ROM.

BRANDÃO, S. da S.; PIRES, W. N.; GIONGO, V.; CUNHA, T. J. F.; MENDES, A. M. S.; SILVA, D. J. Produção de fitomassa aérea de coquetéis vegetais cultivados nas entrelinhas de mangueiras. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 33, 2011, Uberlândia. Solos nos biomas brasileiros: sustentabilidade e mudanças climáticas: **Anais**. Uberlândia: SBCS: UFU: ICIAG, 2011.

BRAZ, A. J. B.P.; KLIEMANN, H. J.; SILVEIRA, P. M. **Produtividade de palhada de plantas de cobertura**. In: Silveira, P. M.; Stone, L. F. Plantas de cobertura dos solos do Cerrado. 2010. p.13-43.

CAI, H.; MA, W.; ZHANG, X.; PING, J.; YAN, X.; LIU, J.; YUAN, J.; WANG, L. REN, J. Effect of subsoil tillage depth on nutrient accumulation, root distribution, and grain yield in spring maize. **The Crop Journal**, v. 5, p.297-307, 2014.

CALEGARI, A.; MONDARDO, A.; BULISANI, E. A.; WILDNER, L. DO P.; COSTA, M. B. B. DA; ALCANTARA, P. B.; MIYASAKA, S.; AMADO, J.T. **Aspectos gerais da adubação verde**. In: Costa, m. b. b. (coord.) Adubação verde no Sul do Brasil. 2. Ed. Rio de Janeiro: AS-PTA, 1993. p. 1-55.

CARNEIRO, R. G.; MENDES, I. C.; LOVATO, E.; CARVALHO, A. M.; VIVALDI, L. J. Indicadores biológicos associados ao ciclo do fósforo em solos de Cerrado sob plantio direto e plantio convencional. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.39, n.7, p.661-669, jul. 2004.

CARPENEDO, V.; MIELNICZUK, J. Estado de agregação e qualidade de agregados de Latossolos roxos, submetidos a diferentes sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.14, n.1, p.99-105, 1990.

CARVALHO, A.; BUSTAMANTE, M. M. C.; GERALDO JUNIOR, J.; VIVALDI, L. J. Decomposição de resíduos vegetais em latossolo sob cultivo de milho e plantas de cobertura. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa MG, v. 32, p. 2831-2838, 2008.

COLLANGE, B.; NAVARRETE, M.; MONTFORT, F.; MATEILLE, T.; TAVOILLOT, J.; MARTINY, B.; TCHAMITCHIAN, M. Alternative cropping systems can have contrasting effects on various soil-borne diseases: relevance of a systemic analysis in vegetable cropping systems. **Crop Protection**, 55, 7–15, 2014.

DA ROS, C.O.; LOPES, C.E.L.; SECCO, D.; PASA, L. Influência do tempo de adoção no sistema de plantio direto nas características físicas de um Latossolo Vermelho-Escuro. In: REUNIÃO SUL-BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO, 1., 1996, Lages. **Resumos**. Pelotas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo - Núcleo Regional Sul, 1996. p.153-155.

D'HAENE, K.; SLEUTEL, S.; DE NEVE, S.; GABRIELS, D.; HOFMAN, G. The effect of reduced tillage agriculture on carbon dynamics in silt loam soils. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, V. 84, p. 249–265, 2009.

DIKGWATLHE, S. B.; CHEN, Z.; LAL, R.; ZHANG, H.; CHEN, F. Changes in soil organic carbon and nitrogen as affected by tillage and residue management under wheat–maize cropping system in the North China Plain. **Soil & Tillage Research**, v. 144, p. 110–118, 2014.

DU, Z.; REN, T.; HU, C. Tillage and residue removal effects on soil carbon and nitrogen storage in the North China Plain. **Soil Science Society of America Journal**, v. 74, p. 196–202, 2010.

FARIA, C. M. B. de.; SOARES, J. M.; LEÃO, P. C. S. Adubação verde com leguminosas em videira no submédio são francisco. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 28 p. 641-648, 2004

FARIA, C. M. B. DE.; COSTA, N. D.; FARIA, A. F. Atributos químicos de um argissolo e rendimento de melão mediante o uso de adubos verdes, calagem e adubação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 31 p. 299-307, 2007.

FAVERO, C.; JUCKSCH, I.; COSTA, L.M.; ALVARENGA, R.C.; NEVES, J.C.L. Crescimento e acúmulo de nutrientes por plantas espontâneas e por leguminosas utilizadas para adubação verde. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.24, p.171-177, 2000.

FERREIRA, G. B.; MENDONÇA, C. E. S.; CHAVES, V. C.; MOTTA, E. F.; RIBEIRO, F. N.; SILVA, S. dos A. B.; SILVA, M. S. L. da. Produção de fitomassa e composição química de plantas utilizadas em coquetéis vegetais para cobertura de solo e adubação verde no Vale do São Francisco. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 31., 2007, Gramado. Conquistas e desafios da ciência do solo brasileira: **Anais**. Porto Alegre: SBCS, 2007.

FLORENTÍN, M. A.; PENALVA, M.; CALEGARI, A.; DERPSCH, R. **Green manure/cover crops and crop rotation in conservation agriculture on small farms**. Rome FAO, p. 97, 2011.

GAMA-RODRIGUES, A.C.; GAMA-RODRIGUES, E.F.; BRITO, E.C. Decomposição e liberação de nutrientes de resíduos culturais de plantas de cobertura em Argissolo Vermelho-Amarelo na região Noroeste Fluminense (RJ). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.31, p.1421-1428, 2007.

GIACOMINI, S. J.; AITA, C.; VENDRUSCOLO, E. R. O. ; CUBILLA, M.; NICOLOSO, R. S.; FRIES, M. R. Matéria seca, relação C/N e acúmulo de nitrogênio, fósforo e potássio em misturas de plantas de cobertura de solo. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v. 27, p. 325-334, 2003.

GIONGO, V.; BRANDÃO, S. da S.; MENDES, A. M. S.; COSTA, N. D.; PETRERE, C. Produção de melão em Vertissolo cultivado com adubos verdes em dois sistemas de manejo de solo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS DO SOLO, 34., 2013. Florianópolis. **Anais...** Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2013.

GIONGO, V.; MENDES, A. M. S.; SILVA, D. J.; CUNHA, T. J. F.; BRANDÃO, S. da S. Sistemas de culturas intercalares e manejo de solo alterando as características químicas de argissolo cultivado com mangueiras. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 30.; REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE MICORRIZAS, 14.; SIMPÓSIO BRASILEIRO DE MICROBIOLOGIA DO SOLO, 12.; REUNIÃO BRASILEIRA DE BIOLOGIA DO SOLO, 9.; SIMPÓSIO SOBRE SELÊNIO NO BRASIL, 1., 2012, Maceió. A responsabilidade socioambiental da pesquisa agrícola: **Anais...** Viçosa, MG: SBCS, 2012.

GIONGO, V.; MENDES, A. M. S.; CUNHA, T. J. F.; GALVÃO, S. R. S. Decomposição e liberação de nutrientes de coquetéis vegetais para utilização no Semiárido brasileiro. **Revista Ciência Agronômica**, v. 42, n. 3, p. 611-618, 2011.

GUILHERME, D. O.; COSTA, C. A.; MARTINS, E. R.; SAMPAIO, R. A.; TELESFILHO, S. C.; CAVALCANTI, T. F. M.; MENEZES, J. B. C.; COELHO, D. A. P.; FERNANDES, S. G. M. Utilização de coquetel de plantas usadas na adubação verde na melhoria das condições físicas e químicas do solo. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Porto Alegre, v. 2, n. 2. p. 1445-1448, 2007.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2013. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/>>. Acesso em: fev de 2016.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2014. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/>>. Acesso em: fev de 2016.

JIANG C L, HE Y Q, LIU X L, CHEN P B, WANG Y L, LI H X. Effect of long-term application of organic manure on structure and stability of aggregate in upland red soil. **Acta Pedologica Sinica**, v. 47, p. 715-722, 2010.

LACERDA, N. B.; ZERO, V. M; BARILLI, J.; MORAES, M. H; BICUDO, S. J. Efeito de sistemas de manejo na estabilidade de agregados de um Nitossolo Vermelho. **Revista Engenharia Agrícola**, v. 25, p. 615-621, 2005.

LEITE, L. F. C.; FREITAS, R. C. A.; SAGRILO, E.; GALVÃO, S. R. S. Decomposição e liberação de nutrientes de resíduos vegetais depositados sobre Latossolo Amarelo no cerrado maranhense. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 41, n. 1, p. 29-35, 2010.

LIPIEC, J.; HORN, R.; PIETRUSIEWICZ, J.; SICZEK, A. Effects of soil compaction on root elongation and anatomy of different cereal plant species. **Soil & Tillage Research**, v. 121, p. 74–81, 2012.

MIRANDA, N.O.; GÓES, G.B.; ANDRADE NETO, R.C.; LIMA, A.S. Sorgo forrageiro em sucessão a adubos verdes na região de Mossoró, RN. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 5, n. 2, p. 202-206, 2010.

MISHRA, U.; USSIRI, D.A.N.; LAL, R. Tillage effects on soil organic carbon storage and dynamics in Corn Belt of Ohio USA. **Soil & Tillage Research**, v.107, p. 88–96, 2010.

OLIVEIRA, F. DAS C.; COELHO, E. F.; VASCONCELOS, L. F. L.; ARAÚJO, E. C. E. Produção de manga sob diferentes regimes de irrigação, em condições subúmidas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.6, p.390-396, 2002.

OLIVEIRA, F. L. DE; GOSCH, C. I. L.; GOSCH, M. S.; MASSAD, M. D. Produção de fitomassa, acúmulo de nutrientes e decomposição de leguminosas utilizadas para adubação verde. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 5, n. 4, p. 503-508, 2010.

PECHE FILHO, A.; AMBROSANO, E. J.; LUZ, P. H. DE C. **Semeadura e manejo de adubos verdes**. In: LIMA FILHO, O. F.; AMBROSANO, E. J.; ROSSI, F.; CARLOS, J. A. D. (Ed). Adubação verde e plantas de cobertura: Fundamentos e Práticas. 1 ed. Embrapa, Brasília-DF, 2014. cap 4, 169-188p.

PERIN, A.; GUERRA, J.G.M.; TEIXEIRA, M.G. Cobertura do solo e acumulação de nutrientes pelo amendoim forrageiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.38, p.791-796, 2003.

PIRES, W. N.; BRANDÃO, S. da S.; GIONGO, V.; MENDES, A. M. S.; SILVA, D. J.; CUNHA, T. J. F.; GAVA, C. A. T. Teores de matéria orgânica do solo após o uso coquetéis vegetais no sistema de produção orgânico de mangueiras. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 33, 2011, Uberlândia. Solos nos biomas brasileiros: sustentabilidade e mudanças climáticas: **Anais**. Uberlândia: SBCS: UFU: ICIAG, 2011.

PIRES, W. N.; GIONGO, V.; MENDES, A. M. S.; SILVA, D. J.; OLIVEIRA, I. V. M. Influência do Manejo do Solo e da Composição da Adubação Verde na Ciclagem de Nutrientes do Solo Cultivado com Mangueiras. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 30.; REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE MICORRIZAS, 14.; SIMPÓSIO BRASILEIRO DE MICROBIOLOGIA DO SOLO, 12.; REUNIÃO BRASILEIRA DE BIOLOGIA DO SOLO, 9.; SIMPÓSIO SOBRE SELÊNIO NO BRASIL, 1., 2012, Maceió. A responsabilidade socioambiental da pesquisa agrícola: **Anais**. Viçosa, MG: SBCS, 2012.

PORTELA, G. L. F.; LIMA, M. G. L.; PADUA, L. E. M.; SINIMBU NETO, F. A.; MARTINS, A. B. G. Zoneamento agroclimático da cultura da mangueira no estado do Piauí. **Revista Brasileira de Fruticultura**, jaboticabal, v. 30 p. 1036-1039, 2008.

PRIMAVESI, A. M. **Manejo ecológico do solo: a agricultura em regiões tropicais**. São Paulo: Nobel, p. 549, 2002.

RAGASSI, C. F.; SAKO, H.; MOITA, A. W.; SHIRAIISHI, F. A.; FAVARIN, J. L.; MELO, P. C. T. Adubação verde com gramíneas e preparo profundo de solo para cultura da batata. **Horticultura Brasileira**, v. 27, p. 47-53, 2009.

RODRIGUES, G. B.; SÁ, M. E. DE.; VALÉRIO FILHO, W. V.; BUZETTI, S.; BERTOLIN, D. C.; PINA, T. P. Matéria e nutrientes da parte aérea de adubos verdes em cultivos exclusivo e consorciado. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 59, p. 380-385, 2012.

SALINAS-GARCIA, J.R.; VELAZQUEZ-GARCIA, J.J.; GALLARDO-VALDEZ, M.; DIAZ-MEDEROS, P.; CABALLERO-HERNANDEZ, F.; TAPIA-VARGAS, L.M.; ROSALES-ROBLES, E. Tillage effects on microbial biomass and nutrient distribution in soils under rain-fed corn production in central-western Mexico. **Soil & Tillage Research**, v. 66, p. 143–156, 2002.

SCOPEL, E.; TRIOMPHE, B.; AFFHOLDER, F.; DA SILVA, F.A.M.; CORBEELS, M.; XAVIER, J.H.V.; LAHMAR, R.; RECOUS, S.; BERNOUX, M.; BLANCHART, E.; MENDES, I.D.; DE TOURDONNET, S. Conservation agriculture cropping systems in temperate and tropical conditions, performances and impacts. **A review. Agronomy Sustainable Development**, v. 33, p. 113– 130, 2013.

SILVA, E. C. DA.; AMBROSANO, E. J.; SCIVITTARO, W. B.; MURAOKA, T.; BUZETTI, S.; CARVALHO, A. M. DE. **Adubação verde como fonte de nutrientes às culturas**. In: LIMA FILHO, O. F.; AMBROSANO, E. J.; ROSSI, F.; CARLOS, J. A. D. (Ed). Adubação verde e plantas de cobertura: Fundamentos e Práticas. 1 ed. Embrapa, Brasília-DF, 2014. cap 7, 265-306 p.

SILVA, E. M. F. da (Coord.). **Estudos sobre o mercado de frutas** . Brasília: FIPE, 1999.

SILVA, J.P.S.; NASCIMENTO, C. W. A. do; BIONDI, C. M.; CUNHA, K. P. V. da. Heavy metals in soils and plants in mango orchards in Petrolina, Pernambuco, Brazil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 36, p. 1343-1353, 2012.

SILVA, P. C. G.; CORREIA, R. C. **Cultivo da mangueira**. 2004. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Manga/CultivodaMangueira/socioeconomia.htm>>. Acesso em: 02 dez. 2014.

STEINER, F.; PIVETTA L. A.; CASTOLDI, G.; COSTA, M. S. S. M.; COSTA, L. A. M. Carbono orgânico e carbono residual do solo em sistema de plantio direto, submetido a diferentes manejos. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 6, n. 3, p. 401-408, 2011.

TEIXEIRA, A.H. DE C.; BASTIAANSSEN, W.G.M.; MOURA, M.S.B. SOARES, J.M.; AHMAD, M.D.; BOS, M.G. Energy and water balance measurements for water productivity analysis in irrigated mango trees, Northeast Brazil. **Agricultural and Forest Meteorology**, v. 148, p. 1524 – 1537, 2008.

VALARINI, P.J., CRUZ DÍAZ ALVAREZ, M., GASCÓ, J.M., GUERRERO, F., TOKESHI, H. Integrated evaluation of soil quality after the incorporation of organic matter and microorganisms. **Brazilian Journal of Microbiology**, v. 33, p. 35–40, 2002.

YANG, Z.-P.; ZHENG, S.-X.; NIE, J.; LIAO, Y.-L.; XIE, J. 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**, v. 13 p. 1772-1781, 2014.

WILLEKENS, K.; VANDECASTEELE, B.; BUCHAN, D.; NEVE, S. Soil quality is positively affected by reduced tillage and compost in an intensive vegetable cropping system. **Applied Soil Ecology**, v. 82, p. 61–71, 2014.

WOHLENBERG, E. V.; REICHERT, J. M. REINERT, D. J. BLUME, E. Dinamica da agregação de um solo franco-arenoso em cinco sistemas de culturas em rotação e em sucessão. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 28, n. 5, p. 891-900, 2004.

WU, H-X.; JIA, H-M.; MA, X-W.; WANG, S-B.; YAO, Q-S.; XU, W-T.; ZHOU, Y-G.; GAO, Z-S.; ZHAN, R-L. Transcriptome and proteomic analysis of mango (*Mangifera indica* Linn) fruits. **Journal of proteomics**, v. 105, p. 19 – 30, 2014.

ZOTARELLI, L.; ZATORRE, N. P.; BODDEY, R. M.; URQUIAGA, S.; JANTALIA, C. P.; FRANCHINI, J. C.; ALVES, B. J. R. Influence of no-tillage and frequency of a green manure legume in crop rotations for balancing N outputs and preserving soil organic C stocks. **Field Crops Research**, v. 132, p.185–195, 2012.