

Sistema Plantio Direto de Meloeiro com Coquetéis Vegetais em Vertissolo no Semiárido



ISSN 1808-9968

Dezembro, 2014

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

Embrapa Semiárido

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 117

Sistema Plantio Direto de Meloeiro com Coquetéis Vegetais em Vertissolo no Semiárido

Vanderlise Giongo

Sheila da Silva Brandão

Mônica da Silva Santana

Nivaldo Duarte Costa

Alessandra Monteiro Salviano

Jony Eishi Yuri

Ciro Petrere

Embrapa Semiárido

Petrolina, PE

2014

Esta publicação está disponibilizada no endereço: www.cpatosa.embrapa.br

Embrapa Semiárido

BR 428, km 152, Zona Rural

Caixa Postal 23

CEP 56302-970 Petrolina, PE

Fone: (87) 3866-3600

Fax: (87) 3866-3815

cpatosa.sac@embrapa.br

Comitê de Publicações da Unidade

Presidente: Maria Auxiliadora Coêlho de Lima

Secretário-Executivo: Sidinei Anunciação Silva

Membros: Aline Camarão Telles Biasoto

Anderson Ramos de Oliveira

Ana Cecília Poloni Rybka

Ana Valéria Vieira de Souza

Fernanda Muniz Bez Birolo

Flávio de França Souza

Gislene Feitosa Brito Gama

José Mauro da Cunha e Castro

Juliana Martins Ribeiro

Welson Lima Simões

Supervisão editorial: Sidinei Anunciação Silva

Revisão de texto: Sidinei Anunciação Silva

Normalização bibliográfica: Sidinei Anunciação Silva

Tratamento de ilustrações: Nivaldo Torres dos Santos

Editoração eletrônica: Nivaldo Torres dos Santos

Foto(s) da capa: Vanderlise Giongo

1ª edição (2014): formato digital

Todos os direitos reservados

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei no 9.610).

É permitida a reprodução parcial do conteúdo desta publicação desde que citada a fonte.

CIP. Brasil. Catalogação na Publicação Embrapa Semiárido

Sistema plantio direto de meloeiro com coquetéis vegetais em Vertissolo no Semiárido / Vanderlise Giongo [et al.]... Petrolina: Embrapa Semiárido, 2014.

26 p. (Embrapa Semiárido. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 117).

1. Adubação verde. 2. Coquetel vegetal. 3. Matéria orgânica. 4. Manejo do solo. I. *Cucumis melo* L. II. Giongo, Vanderlise. III. Brandão, Sheila da Silva. IV. Santana, Mônica da Silva. V. Costa, Nivaldo Duarte. VI. Salviano, Alessandra Monteiro. VII. Yuri, Jony Eishi. VIII. Petrere, Ciro. IX. Título. X. Série.

CDD 635.61

© Embrapa 2014

Sumário

Resumo	4
Abstract	6
Introdução	7
Material e Métodos	10
Resultados e Discussão	15
Conclusões	23
Referências	24

Sistema Plantio Direto de Meloeiro com Coquetéis Vegetais em Vertissolo no Semiárido

*Vanderlise Giongo¹, Sheila da Silva Brandão²,
Mônica da Silva Santana³, Nivaldo Duarte Costa⁴,
Alessandra Monteiro Salviano Mendes⁵, Jony Eishi
Yuri⁶, Ciro Petreire⁷*

Resumo

O melão (*Cucumis melo* L.) é uma cultura de grande importância econômica para o Brasil, sendo a terceira fruta fresca mais exportada no país. O cultivo do meloeiro está em expansão nos estados de Pernambuco e Bahia. Entretanto, o sistema de cultivo atualmente preconizado envolve o intensivo preparo do solo com a utilização de arações, gradagens e o preparo de camalhões. Tais práticas de manejo aceleram o processo de degradação do solo e favorecem a salinização das áreas de cultivo. Práticas conservacionistas como a

¹Engenheira-agrônoma, D.Sc. em Ciência do Solo, pesquisadora da Embrapa Semiárido, Petrolina, PE, vanderlise.giongo@embrapa.br.

²Bióloga e Mestranda em Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Vale do São Francisco, UNIVASF, campus Juazeiro, Av. Antônio Carlos Magalhães, 510, Santo Antônio, 48902-300, Juazeiro, Bahia, Brasil. + 55 74 9105 1854,shbrandaocf@hotmail.com

³Bióloga, Mestranda em Tecnologias Energéticas e Nucleares, Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Recife, PE.

⁴Engenheiro-agrônomo, M.Sc. em Olericultura, pesquisador da Embrapa Semiárido, Petrolina, PE, nivaldo.duarte@embrapa.br.

⁵Engenheira-agrônoma, D.Sc. em Solos e Nutrição de Plantas, pesquisadora da Embrapa Semiárido, Petrolina, PE, alessandra.salviano@embrapa.br.

⁶Engenheiro-agrônomo, D.Sc. em Fitotecnia, pesquisador da Embrapa Semiárido, Petrolina, PE, jony.yuri@embrapa.br.

⁷Engenheiro-agrônomo, M.Sc. em Ciência do Solo, analista em Desenvolvimento Regional Codevasf - 6ª SR, Juazeiro-BA, ciro.petreire@codevasf.gov.br.

utilização de culturas de cobertura e o reduzido revolvimento do solo são incorporadas ao conceito de sistema plantio direto. Para ajustar um modelo tecnológico de sistema plantio direto de meloeiro, em Vertissolos para o Vale do São Francisco, e para compor o sistema de rotação de cultivos para esta hortaliça, estão sendo conduzidos experimentos de longa duração, utilizando-se coquetéis vegetais e dois sistemas de preparo do solo. Para monitorar as alterações no sistema solo-planta, avaliaram-se atributos de solo e de planta. A fase inicial do experimento permite inferir que a adoção do sistema plantio direto não alterou a produtividade, com indicação de se tornar uma tecnologia promissora para o cultivo sustentável da cultura do melão.

Termos para indexação: culturas de cobertura, adubação verde, nutrientes, carbono; matéria orgânica.

No Tillage Melon Crop System With Plant Mixture in Semi-Árid Vertisol

Abstract

Melon (*Cucumis melo* L.) is a crop of great economic importance for Brazil and for many other countries, making it the third most exported fresh fruit in the country. The melon cultivation is expanding in the states of Pernambuco and Bahia. However, the cropping system currently recommended involves the use of plowing, harrowings and chameleons preparation. Such practices accelerate the process of land degradation, including the salinization of croplands. Conservational practices such as the use of green manures and not revolving soil are incorporated into the concept no tillage. To adjust a technological model of no tillage melon crop in Vertissolo, to the São Francisco Valley and to compose the rotation system of this crop, are being conducted long-term experiments, using plants mixture, and two soil tillage systems. To monitor changes in soil-plant system was evaluated soil and plant attributes. The soil tillage system did not affect the productivity of melon. The initial phase of the experiment can be inferred that adoption of no tillage system did not affect productivity and could be a promising technology for sustainable cultivation of the melon crop.

Index terms: green manure; nutrients, carbon, organic matter.

Introdução

O Melão (*Cucumis melo* L.) é uma cultura de grande importância econômica em muitos países, o que o torna a oitava fruta mais produzida no mundo. No Brasil, ocupa a terceira colocação entre as principais frutas frescas exportadas, sendo o Nordeste, principalmente os estados do Ceará e Rio Grande do Norte, responsável por 94% da produção nacional dessa olerácea (AGRIANUAL, 2013). O cultivo do meloeiro está em expansão nos estados de Pernambuco e da Bahia, mais especificamente na região no Submédio do Vale do São Francisco, por causa das altas produtividades obtidas pela interação das potencialidades edafoclimáticas locais e genotípicas.

O preparo excessivo do solo, por meio de arações e gradagens, provoca a desagregação do mesmo. Esse procedimento associado à ausência de resíduos vegetais, mantidos na superfície ou incorporados, também colaboram para a redução da qualidade biológica, física e química do solo, sendo prejudicial ao desenvolvimento do meloeiro. O excessivo revolvimento e a ausência de cobertura do solo favorecem os processos erosivos, de decomposição e mineralização, bem como, de salinização e/ou sodificação. Ressalta-se que, em conjunto com esses processos, constata-se uma redução do teor de matéria orgânica do solo (RAMOS et al., 2011), naturalmente baixo em regiões Semiáridas, com consequente redução da produtividade da cultura.

Os produtores do Vale do Submédio do São Francisco têm investido no cultivo do meloeiro, substituindo o sistema de irrigação por sulco pelo de gotejamento, antigas cultivares por híbridos promissores e utilizando técnicas de conservação de solo. Estes investimentos são justificados pela necessidade de qualificar os cultivos, melhorando a eficiência de uso dos recursos água e solo do Semiárido. Assim, o sistema plantio direto, composto por sistemas de culturas que contemplem cobertura morta de resíduos vegetais, pode ser uma tecnologia viável para o cultivo do meloeiro em áreas irrigadas do Semiárido.

A área ocupada com o sistema plantio direto de hortaliças é relativamente pequena quando comparada às de culturas anuais de soja, milho e feijão (MADEIRA, 2009). Porém, quando conduzido adequadamente, utilizando-se culturas de coberturas com grande potencial de adição de fitomassa aérea e radicular, fixação biológica de nitrogênio, ciclagem de nutrientes e adaptados para as condições da região (FACTOR et al., 2010), esse sistema permite o estabelecimento de cultivos comerciais sustentáveis.

Segundo Denardin et al. (2012), “sistema plantio direto” é um termo genuinamente brasileiro. Surgiu em meados dos anos 1980, em consequência da percepção de que a viabilidade do “plantio direto”, de modo contínuo e ininterrupto, nas regiões subtropical e tropical, requeria um conjunto de tecnologias ou de preceitos da agricultura conservacionista mais amplo do que simplesmente a redução ou supressão da mobilização do solo e a manutenção dos resíduos culturais na superfície do solo. O “plantio direto” precisa ser entendido e praticado como “sistema de manejo” e não como simples prática ou método alternativo de preparo reduzido do solo. Neste contexto, o desenvolvimento de modelos de produção para o sistema produtivo do meloeiro em áreas irrigadas do Semiárido, contemplando os preceitos do “Sistema plantio direto”, apresenta desafios peculiares à região, tanto relacionado ao sistema climático quanto ao sistema solo.

Em relação ao sistema climático, segundo a classificação climática de Köppen, a região apresenta clima do tipo BSW_h’, semiárido, e valores médios anuais das variáveis climatológicas: temperatura do ar = 26,5 °C, precipitação pluvial = 541,1 mm, umidade relativa do ar = 65,9%, evaporação do tanque classe “A” = 2.500 mm ano⁻¹ e velocidade do vento = 2,3 m s⁻¹. A precipitação é irregularmente distribuída no espaço e no tempo, concentrando-se nos meses de dezembro a abril e a insolação anual é superior a 3.000 h (AZEVEDO et al., 2003). Se, de um lado, a irregularidade das chuvas não permite o planejamento de um modelo de produção dependente das precipitações

durante o ciclo de desenvolvimento, por outro lado, a adição de água, por meio de irrigação, em qualquer sistema de produção em ambiente semiárido quente, acelera a velocidade das reações dos processos físico-químicos e biológicos do solo. Assim, a gestão eficiente do recurso água assume grande importância para mediar as relações solo-planta-ambiente de forma favorável para compor um sistema produtivo que garanta sustentabilidade no Semiárido. Neste contexto, o sistema plantio direto, com a cobertura do solo por meio do uso de cultura de cobertura com adubos verdes e a manutenção de resíduos da própria cultura em superfície pode alterar a temperatura do solo bem como a taxa de evapotranspiração, promovendo maior eficiência do uso de água e maior produtividade da mesma.

Em relação ao sistema solo, deve-se considerar que o Semiárido apresenta uma grande variação litológica. Assim, associado ao clima, à vegetação e ao relevo faz com que a cobertura pedológica seja bastante variada. Ocorrem solos das classes dos Latossolos, Argissolos, Vertissolos, Cambissolos, Neossolos, Planossolos e Luvisolos. Dentre estas classes, os Latossolos, Argissolos, Vertissolos, Cambissolos e Neossolos são os mais aptos a comportar sistemas produtivos irrigados. Elevada proporção dos solos do Semiárido, aproximadamente 80% da área, apresenta solos de baixo potencial produtivo, seja por limitações de fertilidade, de profundidade do perfil, de drenagem, pelos elevados teores de sódio (Na) trocável ou baixos teores de matéria orgânica (MO) (SILVA, 2000).

Em relação aos Vertissolos, é importante salientar que estes ocorrem em áreas planas, suavemente onduladas, depressões e locais de antigas lagoas, principalmente em Juazeiro e Baixo de Irecê, na Bahia, e no Município de Souza, na Paraíba e outras áreas distribuídas esparsamente nos demais estados que compõem o Semiárido. Entre as principais características destacam-se os elevados valores de soma de bases (SB) e de capacidade de troca de cátions (CTC), presença de grandes quantidades de minerais facilmente intemperizáveis,

apresentando, assim, um grande potencial nutricional às plantas e uma tendência para acumular sais e bases. Possui uma drenagem deficiente por causa da textura muito argilosa associada à presença de argilominerais 2:1. Em decorrência destas características, apresenta elevada pegajosidade, quando molhados, e alta dureza, quando secos, restringindo a mecanização dessas áreas, no preparo do solo e a operação de semeadura.

Para ajustar um modelo tecnológico de sistema plantio direto de meloeiro, em Vertissolos, para o Vale do São Francisco, e para compor um sistema de rotação de cultivos dessa hortaliça, estão sendo conduzidos experimentos de longa duração utilizando-se coquetéis vegetais como adubos verdes. Para monitorar as alterações no sistema solo-planta avaliaram-se atributos de solo e de planta.

O objetivo desse trabalho foi ajustar um modelo de produção de meloeiro no Semiárido, incluindo espécies de leguminosas, oleaginosas e gramíneas como adubos verdes para compor um sistema agrícola sustentável dessa cultura.

Material e Métodos

O experimento foi instalado em área comercial, localizada em Juazeiro, BA, no período de março de 2011 a dezembro de 2012. O solo do local é classificado como VERTISSOLO HÁPLICO Órtico salino, cujas características físicas e químicas nas camadas de 0-20 cm e de 20-40 cm de profundidade podem ser observadas na Tabela 1. O clima da região se enquadra como BSw^h, segundo a classificação proposta por Köppen, relevo plano, e vegetação nativa de Caatinga hiperxerófila.

Tabela 1. Características químicas e físicas do Vertissolo Háplico Órtico salino utilizado no experimento com coquetéis vegetais e cultivo de melão (*Cucumis melo* L.), Petrolina, PE, 2013.

pH H ₂ O	M.O.	P	Ca + 2	Mg + 2	Na +	K +	H + Al	SB	CTC	V	Areia	Silte	Argila
(1:2,5)	g dm-3	mg dm-3	-----cmolc dm-3-----								%	-----g kg-1-----	
0-20 cm													
7,4	7,76	199,5	22,6	3,0	0,21	0,62	0,99	26,43	27,42	96	392,53	166,44	441,03
20-40 cm													
7,7	4,97	15,45	23,8	6,2	0,25	0,2	0,66	30,45	31,11	98	310,82	195,38	493,80

M.O.= matéria orgânica; P= fósforo disponível extraído por Mehlich-1; Ca2+ = cálcio trocável; Mg2+ = magnésio trocável; Na+ = sódio trocável; K+ = potássio trocável; H + Al: acidez potencial; SB= soma de bases; CTC= capacidade de troca de cátions a pH 7,0; V= saturação por bases.

O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, com três repetições, em esquema fatorial 3x2, compreendendo três sistemas de culturas intercalares (vegetação espontânea, coquetel vegetal 1 (composto por 75% de leguminosas + 25% de gramíneas e oleaginosas) e coquetel vegetal 2 (composto por 75% de gramíneas e oleaginosas + 25% de leguminosas) e dois sistemas de preparo (com revolvimento e sem revolvimento). Os tratamentos foram: T1 – 75% de leguminosas + 25% de gramíneas e oleaginosas, sem revolvimento; T2 – 75% de gramíneas e oleaginosas + 25% de leguminosas, sem revolvimento; T3 – vegetação espontânea, sem revolvimento; T4 – 75% de leguminosas + 25% de gramíneas e oleaginosas, com revolvimento; T5 – 75% de gramíneas e oleaginosas + 25% de leguminosas, com revolvimento e T6 – vegetação espontânea, com revolvimento.

As espécies utilizadas nos coquetéis vegetais foram as gramíneas: milho (*Zea mays* L.), milheto (*Penisetum americanum* L.) e sorgo (*Sorghum vulgare* Pers.); as oleaginosas: gergelim (*Sesamum indicum* L.), mamona (*Ricinus communis* L.) e girassol (*Chrysanthemum peruvianum*); e as leguminosas: feijão-de-porco (*Canavalia ensiformes*), lab-lab (*Dolichos lablab* L.), mucuna-cinza (*Mucuna pruriens* L.) DC), mucuna-preta (*Mucuna atterima*), guandu (*Cajanus cajan* L.), calopogônio (*Calopogonium mucunoides*), *Crotalaria juncea* e *Crotalaria spectabilis*. A vegetação espontânea era composta pelas espécies predominantes *Andropogon arundinaceum*, *Cenchrus echinatus* L., *Eragrostis* sp e *Amaranthus deflexus* L. Como sistemas de preparo de solo e manejo dos coquetéis vegetais e vegetação espontânea foram utilizadas duas condições: com revolvimento (uma aração e gradagem) e sem revolvimento.

Foram realizados dois ciclos de cultivo do coquetel vegetal, sendo o primeiro no período de maio de 2011 a agosto de 2011 e o segundo de maio de 2012 a agosto de 2012.

Em cada parcela de 6x8 m foram semeadas, manualmente, 12 linhas de coquetéis vegetais. O espaçamento das linhas de semeadura dos coquetéis vegetais foi de 50 cm. Para garantir a uniformidade de

distribuição das sementes nas linhas, inicialmente foram distribuídas as sementes de menor tamanho, seguida da distribuição de sementes de tamanho intermediário e, posteriormente, as maiores, evitando-se assim o efeito de segregação. As quantidades de sementes utilizadas em cada tratamento são apresentadas na Tabela 2. A irrigação dos adubos verdes foi realizada por gotejamento, utilizando-se fitas gotejadoras espaçadas a cada 1 m e com 0,5 m entre gotejadores, com uma lâmina calculada com base na evaporação de tanque Classe A e no coeficiente de cultura, aplicada três vezes por semana.

Tabela 2. Quantidade de sementes (g) das espécies plantadas em cada parcela, por tratamento.

Espécies	75% de L + 25% de NL	25% de L + 75% de NL
Leguminosas		
Calopogônio	61,5	20,5
<i>Crotalaria juncea</i>	195,0	65,0
<i>Crotalaria spectabilis</i>	286,5	95,5
Feijão-de-porco	3589,5	1196,5
Guandu	204,0	68,0
Lab-lab	980,0	320,0
Não Leguminosas		
Gergelim	16,0	48,0
Girassol	50,0	150,0
Mamona	552,5	1657,5
Milheto	16,0	48,0
Sorgo	40,0	120,0

L – leguminosas; NL – não leguminosas.

Após 70 dias da semeadura, no mês de agosto, em ambos os ciclos, as plantas foram cortadas na altura do colo e determinada a massa da matéria fresca e seca utilizando-se uma área de 1m², em cada parcela do experimento. Nos tratamentos sem revolvimento do solo, foi utilizada uma roçadora com lâmina de 2 mm de espessura e o material vegetal ficou sobre o solo, como cobertura morta. Nos tratamentos

com revolvimento, a fitomassa aérea foi incorporada a 20 cm do solo, por meio de uma grade aradora constituída de 14 discos e, em seguida, foi utilizada uma grade niveladora constituída de 28 discos. Foram realizadas análises químicas nos tecidos vegetais da parte aérea das plantas dos coquetéis vegetais e vegetação espontânea para a determinação dos teores de Ca, Mg, P, K e S (SILVA, 2009). Os teores totais de carbono orgânico (C) e nitrogênio (N) foram quantificados por oxidação via seca em um analisador elementar.

A partir dos dados de massa da matéria seca e dos teores de C e nutrientes foram calculados os estoques dos mesmos.

O acúmulo de cada nutriente foi quantificado por meio da expressão matemática:

$$Acúmulo = (MS \times T) / 100.$$

Onde:

Acúmulo: acúmulo de nutrientes na parte aérea das plantas (kg ha^{-1} e g ha^{-1}).

MS: massa da matéria seca das plantas (kg).

T: teor no nutriente no compartimento das plantas (%).

A semeadura do melão foi realizada no mês de setembro, em ambos os ciclos de cultivo, nos anos de 2011 e 2012, utilizando-se bandejas de poliestireno expandindo para 128 mudas, preenchidas com substrato comercial, as quais permaneceram em casa de vegetação por período de 12 dias até o transplântio, realizado 20 dias após o manejo do coquetel vegetal. O espaçamento entre fileiras foi de 2 m e entre plantas de 0,4 m. O sistema de irrigação utilizado foi o gotejamento, sendo constituído de uma linha lateral por fileira de plantas com gotejadores, tipo autocompensante, com vazão média de $1,5 \text{ L h}^{-1}$, espaçados de 0,40 m e distância entre linhas de 2 m. As irrigações foram realizadas diariamente e as lâminas determinadas com base na evapotranspiração da cultura (ALLEN et al., 1998). O controle fitossanitário foi realizado de acordo com as recomendações técnicas adotadas na região para a cultura de melão.

Aos 65 dias após o transplântio do meloeiro foram realizadas a colheita e a avaliação dos frutos. Foram determinados o teor de sólidos solúveis totais (°Brix) e a produtividade (kg ha^{-1}). Após a colheita foi realizada a amostragem do solo nas camadas de 0-20 cm e 20-40 cm e analisado os teores de matéria orgânica (MO), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), ferro (Fe), cobre (Cu) e manganês (Mn), conforme Silva (2009).

Para cada ciclo de cultivo, os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias de todas as variáveis foram comparadas, em cada profundidade, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando-se o software Assistat 7.6 (SILVA; AZEVEDO, 2006).

Resultados e Discussão

A produção de massa da matéria seca da parte aérea dos coquetéis vegetais foi significativamente superior em relação à vegetação espontânea (Tabela 3). Comparando-se a composição dos dois coquetéis vegetais, o uso de maior proporção de não leguminosas (NL) – gramíneas e oleaginosas – (25% L + 75% NL) alterou a produção de massa da matéria seca da parte aérea (Tabela 2). Heinrichs e Fancelli (1999) observaram que, no cultivo consorciado entre leguminosas e gramíneas na adubação verde de inverno, as gramíneas, geralmente, propiciam maior produção de fitomassa.

Quanto aos teores de C e nutrientes na matéria seca das plantas (Tabelas 3 e 4), verifica-se que, no primeiro cultivo, não ocorreram diferenças significativas entre os três sistemas de cobertura avaliados. Resultados semelhantes foram observados no segundo cultivo, para os teores de P e S, que não apresentaram diferenças significativas.

Tabela 3. Produção de massa da matéria seca, teores de carbono e de nutrientes da parte aérea de coquetéis vegetais e da vegetação espontânea obtidos no primeiro cultivo – Embrapa Semiárido, Petrolina, PE, 2013.

Adubação verde	Massa da matéria seca	C	N	C/N	P	K	Ca	Mg	S
	Mg ha ⁻¹	----g kg ⁻¹ -----			-----g kg ⁻¹ -----				
75% L + 25% NL	8,84 b	383,50 a	13,70 a	29,38 a	2,52 a	29,31 a	20,77 a	4,52 a	2,92 a
25% L + 75% NL	11,59 a	376,70 a	17,60 a	22,89 a	2,20 a	30,81 a	20,63 a	5,10 a	3,09 a
Vegetação espontânea	3,04 c	387,20 a	16,20 a	25,86 a	2,41 a	30,48 a	16,81 a	5,76 a	3,81 a
Dms	0,96	32,90,	5,5	8,08	0,42	4,72	6,36	1,28	1,40
CV (%)	7,73	5,44	22,01	19,60	11,19	9,86	20,69	15,81	26,92

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 4. Acúmulo de carbono e de nutrientes da parte aérea de coquetéis vegetais e da vegetação espontânea obtidos no 1º cultivo. Petrolina, Embrapa Semiárido, 2013.

Adubação Verde	C	N	P	K	Ca	Mg	S
	-----kg ha ⁻¹ -----						
75% L + 25% NL	3397,87 b	121,23 b	22,20 a	260,43 b	182,13 b	39,84 b	25,76 a
25% L + 75% NL	4357,14 a	203,09 a	25,65 a	356,64 a	237,90 a	59,22 a	36,07 a
Vegetação Espontânea	1176,23 c	49,20 c	7,32 b	92,68 c	51,40 c	17,62 c	11,50 b
Dms	410,16	50,30	3,65	50,03	48,54	11,30	12,70
CV (%)	8,70	25,51	12,53	13,35	19,50	18,33	32,81

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A produção de fitomassa e os teores de C, Ca e K não diferiram para os dois coquetéis, sendo estes, entretanto, superiores aos valores observados para a vegetação espontânea. Todavia, neste cultivo, foram observadas diferenças estatisticamente significativas, entre os dois tipos de coquetéis, para os teores de N, Mg e, também, para a relação C/N. Rodrigues et al. (2012) comparando diferentes adubos verdes, verificaram que entre as espécies de leguminosas (mucuna, feijão-de-porco, guandú, crotalária) o teor de N variou mais de 55%, mas para algumas espécies não houve diferença significativa quando comparadas à gramínea (milheto).

Quando se observa as quantidades de C e nutrientes acumulados pela fitomassa aérea das plantas de cobertura (Tabelas 5 e 6), em função da produção de massa da matéria seca, o coquetel vegetal com predominância de gramíneas e oleaginosas (25% L + 75% NL) apresentou, no primeiro cultivo (Tabela 4), os maiores acúmulos de C, N, Ca, K e Mg, sendo estatisticamente superior ao coquetel vegetal com predomínio de leguminosas.

Salienta-se que o acúmulo de S e P foi equivalente em termos estatísticos ao do coquetel vegetal com predominância de leguminosa e superior à vegetação espontânea. No primeiro cultivo, a ordem da quantidade de nutrientes acumulada nos três tipos de adubos verdes foi $C > K > Ca > N > Mg > S > P$, enquanto no segundo cultivo a ordem entre os elementos K e Ca foi invertida. No segundo cultivo (Tabela 6), apenas os acúmulos de C e Mg foram significativamente superiores no coquetel vegetal com predominância de gramíneas e oleaginosas (25%L + 75%NL). Os demais nutrientes apresentaram valores estatisticamente similares entre os coquetéis vegetais, sendo ambos superiores à vegetação espontânea, com exceção para o N, que foi maior no coquetel com predomínio de leguminosas, em decorrência da possível fixação biológica.

Tabela 5. Produção de massa da matéria seca, teores de carbono e de nutrientes da parte aérea de coquetéis vegetais e da vegetação espontânea obtidos no 2º cultivo. Petrolina, Embrapa Semiárido, 2013.

Adubação Verde	Fitomassa seca	C	N	C/N	P	K	Ca	Mg	S
	Mg ha ⁻¹		-----g kg ⁻¹ -----				-----g kg ⁻¹ -----		
75% L + 25% NL	10,61 a	422,74 a	20,02 a	22,27 b	5,15 a	29,74 ab	12,55 ab	9,37 b	7,00 a
25% L + 75% NL	11,00 a	421,30 a	11,50 b	37,07 a	4,51 a	32,60 a	15,99 a	14,16 a	6,89 a
Vegetação Espontânea	3,99 b	392,00 b	19,72 a	20,41 b	5,53 a	26,53 b	10,59 b	9,50 b	7,41 a
Dms	2,93	8,80	3,95	5,20	1,54	5,43	3,47	3,33	1,04
Manejo do solo									
Não Revolvimento	8,10 a	411,60 a	16,90 a	27,13 a	5,26 a	28,61 a	12,17 a	10,36 a	6,91 a
Revolvimento	8,96 a	412,50 a	17,20 a	26,04 a	4,86 a	30,64 a	13,92 a	11,66 a	7,29 a
Dms	1,94	5,95	2,60	3,49	1,01	3,60	2,30	2,21	0,69
CV (%)	21,68	1,68	18,07	15,33	19,16	11,57	16,82	19,13	9,30

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 6. Acúmulo de carbono e de nutrientes da parte aérea de coquetéis vegetais e da vegetação espontânea obtidos no segundo cultivo – Embrapa Semiárido Petrolina, 2013.

Adubação verde	C	N	P	K	Ca	Mg	S
				-----kg ha ⁻¹ -----			
75% L + 25% NL	4485,27b	212,41a	55,47 a	319,31 a	770,14 a	100,00 b	74,87 a
25% L + 75% NL	4634,30a	126,50b	49,18 a	360,07 a	617,00 ab	155,85 a	75,76 a
Vegetação espontânea	1564,08c	78,68c	22,66 b	105,52 b	470,07 b	38,81 c	29,68 b
Dms	125,78	11,57	21,66	110,84	284,21	43,31	21,95
Manejo do solo							
Não revolvimento	3333,96b	136,89	40,48 a	236,07 a	750,14 a	84,48 a	55,59 a
Revolvimento	3696,00a	154,11	44,39 a	287,19 a	488,00 b	111,96 a	64,62 a
Dms	111,54	5,04	21,61	73,47	188,40	28,71	14,55
CV (%)	17,45	23,12	32,15	26,75	28,98	27,84	23,06

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Dois anos de cultivos de coquetéis vegetais, independente do sistema de manejo da fitomassa aérea, não alteraram significativamente os teores de MO e P do solo no cultivo de meloeiro (Tabela 7). As alterações químicas do solo ocorrem de forma lenta, gradativa, sendo necessários ciclos consecutivos de adições e decomposições de fitomassa para verificar alterações significativas nas camadas de solo, normalmente recomendadas para monitoramento pelos agricultores. Em estudos realizados com adubação verde no cultivo de mangueiras irrigadas em um Argissolo no Vale do Submédio do São Francisco, Giongo et al. (2012) e Pires et al. (2011) observaram aumento nos teores de MO e P com o uso de coquetéis vegetais.

Tabela 7. Efeitos dos fatores composição da adubação verde e manejo após o corte sobre os teores de matéria orgânica, fósforo, potássio, cálcio e magnésio do solo em diferentes profundidades em um Vertissolo Háplico Órtico salino, Petrolina-PE, 2013.

Fatores	M.O	P	K	Ca	Mg
	g kg ⁻¹	mg dm ⁻³	----- cmol _c dm ⁻³ -----		
Adubação verde			----- 0-20 cm -----		
75% L + 25% NL	13,51 a	175,24 a	1,33 a	20,60 a	6,13 a
25% L + 75% NL	13,53 a	153,58 a	0,78 c	21,05 a	4,55 a
Vegetação espontânea	14,53 a	162,91 a	1,05 b	20,80 a	4,80 a
Dms	2,51	34,14	0,20	1,92	2,16
Manejo do solo					
Não revolvimento	14,57 a	172,45 a	1,17 a	20,43 a	5,34 a
Revolvimento	13,14 a	155,37 a	0,93 b	21,20 a	4,97 a
Dms	1,66	22,63	0,13	1,27	1,43
CV%	11,47	13,15	12,47	5,83	26,49
Adubação verde			----- 20-40 cm -----		
75% L + 25% NL	11,20 a	125,86 a	0,37 a	20,81 a	4,88 a
25% L + 75% NL	9,13 a	109,79 a	0,35 a	20,91 a	5,16 a
Vegetação espontânea	9,36 a	136,46 a	0,26 a	21,31 a	5,18 a
Dms	3,25	54,15	0,15	4,68	2,26
Manejo do solo					
Não revolvimento	10,10 a	119,72 a	0,29 a	20,47 a	5,37 a
Revolvimento	9,70 a	128,36 a	0,36 a	21,55 a	4,77 a
Dms	2,15	35,89	0,10	3,10	1,50
CV%	20,73	27,56	29,31	14,06	28,20

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

É necessário manter e aumentar o teor de MO para garantir a fertilidade do solo e a qualidade no funcionamento de agroecossistemas produtivos (LOPES; GUILHERME, 2007).

Após dois ciclos de cultivo de adubos verde e de melão, o tratamento com coquetel vegetal com predominância de leguminosas (75% L + 25% NL) apresentou o maior teor de K no solo, na camada de 0-20 cm, seguido de vegetação espontânea e do coquetel vegetal com predominância de não leguminosas (25% L + 75% NL). No entanto, não houve diferenças nos teores de Ca e Mg (Tabela 7).

A fitomassa aérea dos coquetéis vegetais desempenha papel fundamental quando incorporada ao solo, pois estará disponibilizando, nas camadas superficiais, os nutrientes extraídos pelo sistema radicular das plantas (SANTANA et al., 2012). Considerando-se os sistemas de manejo de solo, na camada de 0-20 cm, os teores de K foram significativamente maiores nos tratamentos cuja fitomassa aérea dos coquetéis vegetais e da vegetação espontânea foi mantida na superfície (não revolvido) em relação aos tratamentos cujas biomassas foram incorporadas ao solo (revolvido) até a profundidade de 20 cm (Tabela 7). Não houve diferenças significativas entre os tratamentos dos fatores adubação verde e manejo do solo para os teores de K, Ca e Mg nas camadas de 20 a 40 cm (Tabela 7). Pires et. al. (2012), em um experimento com o cultivo de coquetéis vegetais na cultura de mangueira cv. Kent realizado em um Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico plântico utilizando diferentes proporções de leguminosas, oleaginosas e gramíneas, verificaram resultados semelhantes em relação aos teores de Mg e K. Eles apresentaram alterações equivalentes em função da adubação verde com predominância de leguminosas para os teores de Mg e K nas camadas de 0-5 cm e 10-20 cm, mas o revolvimento do solo diminuiu o teor de Mg, na profundidade de 0-5 cm e de K, na profundidade de 5-10 cm, por causa, possivelmente, à diluição no solo.

Não houve interação dos fatores adubação verde e manejo do solo para os teores de micronutrientes na camada superficial do solo. O cultivo de dois ciclos de coquetel vegetal com maior predominância de leguminosas (75% L + 25% NL) aumentou significativamente o teor de Mn na camada superficial do solo (0-20 cm), comparando com o coquetel com predominância de NL, sem diferir da vegetação espontânea. Nessa camada, o efeito do manejo do solo alterou significativamente o teor de Fe. A permanência da fitomassa aérea dos coquetéis vegetais e da vegetação espontânea sobre o solo promoveu um aumento significativo no teor de Fe em relação à incorporação da fitomassa até 20 cm de profundidade (Tabela 8).

Na camada subsuperficial de solo (20 a 40 cm de profundidade) não houve efeito da adubação verde e nem do manejo de solo nos teores de micronutrientes. Pereira Filho et. al. (2012) testando diferentes coquetéis vegetais no cultivo do meloeiro em um Argissolo Amarelo, no Submédio do Vale do São Francisco, observaram que os mesmos coquetéis vegetais utilizados neste estudo acumularam quantidades significativamente superiores de micronutrientes, quando comparado à vegetação espontânea. Os autores demonstraram o potencial de ciclagem de micronutrientes (boro, cobre, ferro, manganês e zinco) pelo uso de adubação verde em um agroecossistema de cultivo de meloeiro no Semiárido.

Tabela 8. Teores de cobre (Cu), ferro (Fe) e manganês (Mn) no Vertissolo Háplico Órtico salino após dois ciclos de cultivo do meloeiro (*Cucumis melo* L.) com diferentes composições de adubação verde e manejo de solo – Embrapa Semiárido, Petrolina, 2013.

Fatores	Cu	Fe	Mn
	-----mg dm ⁻³ -----		
Adubação verde	0-20		
75% L + 25% NL	3,50 a	10,01 a	73,13 a
25% L + 75% NL	3,15 a	8,80 a	55,51 b
Vegetação Espontânea	3,08 a	9,23 a	57,90 ab
Dms	1,00	1,84	15,90

Continua...

Continuação.

Fatores	Cu	Fe	Mn
Manejo do solo			
Não Revolvimento	3,30 a	10,33 a	66,76 a
Revolvimento	3,21 a	8,36 b	57,60 a
Dms	0,66	1,22	10,54
CV%	19,49	12,44	16,15
Adubação verde	20-40		
75% L + 25% NL	3,57 a	8,50 a	43,60 a
25% L + 75% NL	3,13 a	7,30 a	29,02 a
Vegetação Espontânea	2,73 a	8,00 a	35,10 a
Dms	1,01	1,61	16,09
Manejo do solo			
Não Revolvimento	3,28 a	7,90 a	34,00 a
Revolvimento	3,00 a	7,82 a	38,00 a
Dms	0,67	1,07	10,66
CV%	20,34	12,99	28,31

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Após o cultivo dos coquetéis vegetais, não houve interação significativa entre os fatores composição da adubação verde e manejo do solo, bem como efeito dos fatores isolados para a produtividade comercial, a produtividade total e sólidos solúveis do melão (Tabela 9).

A produtividade comercial do meloeiro variou de 26,59 Mg ha⁻¹ a 28,00 Mg ha⁻¹ e a total de 31,01 Mg ha⁻¹ a 32,36 Mg ha⁻¹, valores próximos à média nacional e nordestina, que são de 25,37 Mg ha⁻¹ e 28,00 Mg ha⁻¹, respectivamente (AGRIANUAL, 2013). A utilização de práticas de manejo adequadas como o uso do coquetel vegetal torna-se importante, pois contribuem para o depósito contínuo de material vegetal ao solo, incorporando ao longo do tempo compostos orgânicos que mantêm os nutrientes na zona de absorção, transportados para as raízes, mantendo o bom desenvolvimento das plantas (PEGORARO et al., 2006). Embora 2 anos de cultivo caracterizem a fase inicial de um experimento de longa duração para estudos de manejo do solo, já estão bem consolidadas as informações a respeito dos serviços ecossistêmicos prestados pelos adubos verdes ou culturas de cobertura. Entre estes,

destaca-se a redução da erosão e compactação, ciclagem de nutrientes, aumento da matéria orgânica do solo e da atividade de organismos benéficos do solo e melhoria da saúde do solo (WANG et al., 2008) e aumenta, também, a produtividade das culturas.

Tabela 9. Produtividade (Mg ha^{-1}) comercial, total e sólidos solúveis do cultivo de meloeiro (*Cucumis melo* L.) após dois ciclos de adubação verde. Petrolina, Embrapa Semiárido, 2013.

Adubação verde	Produtividade Comercial	Produtividade Total	Sólidos solúveis
	----- Mg ha^{-1} -----		Brix°
75% L + 25% NL	27,00 a	31,01 a	8,29 a
25% L + 75% NL	28,00 a	32,36 a	8,45 a
Vegetação espontânea	26,59 a	31,32 a	8,54 a
Dms	8,59	8,16	0,99
Manejo do solo			
Não revolvimento	27,02 a	31,50 a	8,65 a
Revolvimento	27,37 a	31,62 a	8,20 a
Dms	5,69	5,41	0,65
CV%	19,95	16,32	7,42

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Conclusões

Após dois ciclos de cultivo, tanto de adubação verde como de melão, com ou sem revolvimento de solo, constatou-se que não houve diferenças quanto aos teores de MO nas duas profundidades avaliadas. Dentre os nutrientes, para a profundidade de 0-20 cm, no comparativo entre as adubações verdes e a vegetação espontânea, P, Ca, Mg, Cu e Fe não apresentaram diferenças entre os tratamentos. Apenas os teores de K e de Mn foram superiores no tratamento constituído pela adubação verde com predominância de leguminosas. Em relação

ao revolvimento ou não do solo, com exceção do K e do Fe, que apresentaram maiores teores em situação de não revolvimento, os demais nutrientes analisados não diferiram significativamente. Nas camadas de 20-40 cm, não foram verificadas diferenças estatísticas nos teores de MO e de nutrientes.

Do mesmo modo, as produtividades comercial e total e o teor de sólidos solúveis também não foram afetados pelos tratamentos. Todavia, apesar de os rendimentos produtivos e a qualidade do fruto não terem sido, até o momento, beneficiados, vale salientar que, é de extrema importância buscar manter o solo saudável, com qualidade, para que sejam mantidas as características essenciais para a vida, incluindo o bom desenvolvimento das plantas, a supressão natural de pragas pela dinâmica de populações, o processos de ciclagem de nutrientes do solo, a biodiversidade e o equilíbrio dinâmico entre atributos biológicos, físicos e químicos.

Referências

- AGRIANUAL 2013: Anuário da Agricultura Brasileira. São Paulo: FNP, Consultoria e Comércio, 2013. 360 p.
- ALLEN, R.G.; PEREIRA, L.S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration**: guidelines for computing crop water requirements. Rome: FAO, 1998. 300 p. (Irrigation and Drainage Paper, 56).
- AZEVEDO, P. V.; SILVA, B. B.; SILVA, V. P. R. Water requirements of irrigated mango orchards in Northeast Brazil. **Agricultural Water Management**, Amsterdam, v. 58, n. 1, p. 241-254, 2003.
- DENARDIN, J. E.; KOCHHANN, R. A.; FAGANELLO, A.; SANTI, A.; DENARDIN, N. D.; WIETHÖLTER, S. **Diretrizes do sistema plantio direto no contexto da agricultura conservacionista**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2012. 15 p. (Embrapa Trigo. Documentos, 141). Disponível em: < <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/91357/1/2012-documentosonline-141.pdf> > . Acesso em: 14 nov. 2014.
- FACTOR, T. L.; LIMA, J. R. S.; PURQUERIO, L. F. V.; BREDA JÚNIOR, J. M.; CALORI, A. H. C. Produção de beterraba em plantio direto sob diferentes palhadas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 50., 2010, Guarapari. **Anais...** Brasília, DF: ABH: 2010. 1 CD-ROM.

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: SBSCS, 2012. 1 CD-ROM.

HEINRICHS, R.; FANCELLI, A. L. Influência do cultivo consorciado de aveia preta (*Avena strigosa* Schieb.) e ervilhaca comum (*Vicia sativa* L.) na produção de fitomassa e no aporte de nitrogênio. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 56, p. 27-31, 1999.

LOPES, A. S.; GUILHERME, L. R. G. Fertilidade do solo e produtividade agrícola. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V., V. H.; BARROS, N. F. de; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. (Ed.). **Fertilidade do solo**. Viçosa, MG: SBSCS, 2007. p. 1-64.

MADEIRA, N. R. Sistema de plantio direto chega às hortaliças. **Revista Campo e Negócios**, Uberlândia, v. 5, p. 18-23, 2009.

PEGORARO, R. F.; SILVA, I. R.; NOVAIS, R. F.; MENDONÇA, E. de S.; ALVAREZ, V. V. H.; NUNES, F. N.; GEBRIM, F. O. Fluxo difusivo de micronutrientes catiônicos afetado pelo tipo, dose e época de incorporação de adubos verdes ao solo. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Viçosa, MG, v. 30, n. 6, p. 997-1.006, 2006.

PEREIRA FILHO, A.; GIONGO, V.; BRANDÃO, S. da S.; SANTANA, M. da S. Acúmulos de micronutrientes em coquetéis vegetais utilizados na rotação com a cultura do melão amarelo no Semiárido. 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: SBSCS, 2012. 1 CD-ROM.

PIRES, W. N.; BRANDAO, 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 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: SBSCS, 2011. 1 CD-ROM.

RAMOS, M. E.; ROBLES, A. B.; SANCHEZ-NAVARRO, A.; GONZALEZ-REBOLLAR, J. L. Soil responses to different management practices in rainfed orchards in semiarid environments. **Soil and Tillage Research**, Amsterdam, v. 112, p. 85-91, 2011.

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

SANTANA, M. da S.; GIONGO, V.; MENDES, A. M. S.; COSTA, N. D.; JESUS, T. S. de. Fitomassa seca e teor de nitrogênio total em coquetéis vegetais utilizados no cultivo de melão no Semiárido pernambucano. 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: SBSCS, 2012. 1 CD-ROM.

SILVA, J. R. C. Erosão e produtividade do solo no Semi-Árido. In: OLIVEIRA, T. S.; ASSIS, JÚNIOR, R. N.; ROMERO, R. E; SILVA, J. R. C. (Ed.). **Agricultura, sustentabilidade e os Semi-Árido**. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, 2000. p. 168-213.

SILVA, F. de A. S.; AZEVEDO, C. A.V. A new version of the assistat - statistical assistance software. In: WORLD CONGRESS ON COMPUTERS IN AGRICULTURE, 4., 2006, Orlando. **Proceedings...** St. Joseph: ASAE, 2006. p. 393- 397.

SILVA, F. C. da. (Ed.). **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2009. 627 p.

WANG, L. K.; WU, Z.; SHAMMAS, N. K. Rotating biological contactors. In: WANG, L. K.; PEREIRA, N. C.; HUNG, Y. T. (Ed.). **Biological treatment processes**. Heidelberg: Springer-Verlag, 2008. p. 435-458.



Ministério da
**Agricultura, Pecuária
e Abastecimento**



CGPE 11926