

## EFEITOS DO CULTIVO DE ALGODÃO EM CONSÓRCIOS AGROECOLÓGICOS NA CONSERVAÇÃO DO SOLO NO SERTÃO DO CARIRI PARAIBANO

**Fábio dos Santos Santiago<sup>1</sup>; Felipe Tenório Jalfim<sup>2</sup>; Raíssa Rattes Lima de Freitas<sup>3</sup>;  
Ricardo Menezes Blackburn<sup>4</sup>; Fábio Aquino de Albuquerque<sup>5</sup>**

<sup>1</sup> Engenheiro Agrônomo, Especialista em Conservação do Solo, Mestre em Manejo e Conservação da Água e Solo e Doutorando em Engenharia Agrícola. Coordenador Técnico do Projeto Dom Helder Camara. Rua Francisco Alves, 84, Recife, PE, Brasil. Fone: (81) 3301-1355. fabiosantiago@dom.gov.br

<sup>2</sup> Médico Veterinário, Mestre e Doutorando em Agroecologia. Coordenador de Planejamento do Projeto Dom Helder Camara. Recife-PE. fjalfim@dom.gov.br

<sup>3</sup> Graduanda em Engenharia Agrícola e Ambiental (UFRPE). Estagiária do Projeto Dom Helder Camara. Recife-PE. raissarattes@dom.gov.br

<sup>4</sup> Médico Veterinário, Especialista em Gerenciamento de Projetos e Agroecologia. Consultor do Projeto Dom Helder Camara. Recife-PE. ricardo@dom.gov.br

<sup>5</sup> Fábio de Aquino Albuquerque, Engenheiro Agrônomo, Mestre e Doutor em Entomologia Agrícola. Pesquisador da Embrapa Algodão. Campina Grande - PB. fabio@cnpa.embrapa.br

Apresentado no

X Congresso Latinoamericano y del Caribe de Ingeniería Agrícola - CLIA 2012

XL Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2012

15 a 19 de julho de 2012 - Londrina - PR, Brasil

**RESUMO:** O cultivo do algodão no Nordeste brasileiro apresentava grande expressão pela sua adaptabilidade às condições edafoclimáticas, geração de renda na agricultura e na indústria têxtil. Na década de 80 do século passado diversos fatores contribuíram para o declínio desta cultura, destacando-se a diminuição e degradação das terras disponíveis para as práticas da criação e plantio. O Projeto Dom Helder Camara, em parceria com a Embrapa Algodão e o ESPLAR, apoia agricultores familiares na produção de algodão em consórcio agroecológico, objetivando geração de renda, produção de alimentos e sustentabilidade ambiental, com ênfase em práticas de conservação do solo. A pesquisa comparou área com cultivo de algodão em consórcio agroecológico a área de roçado convencional de sequeiro (testemunha), na comunidade Riachão Alto, município de Sumé-PB. A metodologia se baseia em aferições semestrais de erosão laminar, através de pinos cravados no solo, compreendendo os períodos seco e chuvoso, e análises anuais das características físicas, químicas e fertilidade do solo. Os resultados de dois anos de monitoramento demonstram que o cultivo de algodão em consórcio agroecológico promove melhorias significativas no teor de matéria orgânica e fertilidade do solo, diminuição da densidade aparente e redução das perdas por erosão, comparando-se ao roçado convencional de sequeiro.

**PALAVRAS-CHAVE:** Algodão em consórcio agroecológico, erosão laminar, características do solo.

## EFFECTS OF GROWING COTTON IN AGROECOLOGICAL INTERCROPPING FOR SOIL CONSERVATION IN THE CARIRI DRYLAND REGION, STATE OF PARAÍBA

**ABSTRACT:** The cultivation of cotton in Northeast Brazil showed strong expression for its adaptability to climatic conditions, income generation in agriculture and textiles. In the 80s of last century several factors contributed for the decline of this culture, especially the reduction and degradation of land available for animal raising and planting practices. The Dom Helder Camara Project, in partnership with Embrapa Cotton and and the Non-governmental organization ESPLAR, supports family farmers in cotton production in agroecological intercropping, aiming at income generation, food production and environmental sustainability, with emphasis on soil conservation practices. The research compared area under cotton in agroecological intercropping to area of conventional dryland farming (control), in the community of Riachão Alto, city of Sumé-PB. The methodology is based on measurements of semi-laminar erosion, through pins inserted into the soil, during the dry and rainy seasons, and annual reviews of the physical, chemical and soil fertility. The results of two years monitoring show that the cultivation of cotton in intercropping promotes agroecological improvements in organic matter content and soil fertility, decreased bulk density and reduced soil erosion losses compared to conventional dryland farming.

**KEYWORDS:** Cotton in agroecological intercropping, laminar erosion, soil characteristics

### INTRODUÇÃO

O cultivo do algodoeiro no Nordeste sempre teve papel de grande relevância, tanto como cultura de reconhecida adaptabilidade às condições edafoclimáticas da região, como na capacidade de gerar emprego e de matéria prima indispensável ao desenvolvimento regional (KOURI, 2006). Problemas ocasionados por políticas econômicas, surgimento da praga do bicudo (*Anthonomus grandis*) na região no início da década de 80 do século passado, mudanças na matriz tecnológica, e consequente aumento dos custos de produção promoveram a derrocada da cotonicultura do semiárido no Nordeste brasileiro (SILVA, 2009).

A cultura do algodão se caracterizava por ser uma atividade com pouca ou nenhuma preocupação conservacionista (OLIVEIRA, 2008). Porém, nos últimos anos várias iniciativas de pesquisa e extensão rural buscam resgatar o cultivo do algodão numa perspectiva sustentável e relacionada aos mercados justo e orgânico. Segundo BELTRÃO (2009), o semiárido possui condições favoráveis ao cultivo do algodão de base agroecológica, produzido em sistemas sustentáveis, mediante o manejo e a proteção ambiental.

O solo é um ambiente complexo, onde interagem inúmeros processos químicos, físicos e biológicos, os quais estão constantemente em fluxo e são de natureza heterogênea (TÓTOLA & CHAER, 2002). A qualidade do solo é um forte parâmetro de sustentabilidade dos agroecossistemas, portanto, é fundamental o domínio do seu conhecimento para a adoção do manejo sustentável (SANS, 2000). Os sistemas desenvolvidos em base ecológica melhoram a fertilidade do solo, favorecem o aumento da biodiversidade, proporcionam a ciclagem de nutrientes e o fluxo de energia de modo mais eficiente (GLIESSMAN, 2001).

O algodoeiro é uma das culturas que mais expõem o solo aos agentes erosivos no Nordeste (MEDEIROS, 2006). Segundo BERTONI & LOMBARDI NETO (1999) ao avaliar o efeito do tipo de cultura sobre as perdas por erosão concluíram que o algodão gera uma perda média de 24,8 t.ha<sup>-1</sup> de solo, que influência diretamente na produtividade e nos atributos

do solo.

O Projeto Dom Helder Camara, vinculado à Secretaria de Desenvolvimento Territorial do Ministério do Desenvolvimento Agrário (SDT/MDA), apoiado pelo Fundo Internacional para o Desenvolvimento da Agricultura (FIDA) e o Fundo Global para o Meio Ambiente (GEF), em parceria com a Embrapa Algodão, baseia-se nos princípios da agroecologia para assessorar as famílias agricultoras no cultivo de algodão em consórcios agroecológicos em quatro estados do semiárido da Região Nordeste do Brasil. O presente trabalho tem como objetivo avaliar os efeitos do cultivo do algodão agroecológico na qualidade do solo, por meio de análises física, química e matéria orgânica, e do comportamento dos processos erosivos.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O trabalho foi desenvolvido em uma área de atuação do Projeto Dom Helder Camara, na Comunidade de Riachão Alto, Município de Sumé, no Sertão do Cariri Paraibano. O clima da região é do tipo subdesértico quente de tendência tropical. A precipitação média anual é de 590 mm, temperatura média anual de 24°C e insolação média anual de 2.800 horas (SRINIVASAN, 2003). O experimento foi desenvolvido durante dois anos, entre agosto de 2009 e março de 2011.

Foi selecionada uma área de cultivo de algodão em consórcio de base agroecológica na Comunidade de Riachão Alto, denominada área de referência ou manejada (área R), de coordenadas S 07°39,918' e W 36°55,569'. Para efeito de comparação foi também selecionada uma área com cultivos de roçados convencionais das famílias na região, denominada área testemunha ou não manejada (área T), de coordenadas S 07°39,918' e W 36°55,569'.

A área de cultivo de algodão em consórcio de base agroecológica (área de referência) é manejada com práticas que passam pelo preparo e cultivo solo com tração animal; plantio de algodão com culturas alimentares, tais como gergelim (*Sesamum indicum*), feijão caupi (*Vigna unguiculata (L.) Walp*), milho (*Zea mays*), amendoim (*Arachis hypogaea L.*), jerimum (*Cucurbita spp*) e sorgo (*Sorghum bicolor*), que servem a alimentação das famílias e de forragem para os animais; culturas plantadas em faixas alternadas; adubação orgânica com esterco; plantio em nível; adubação foliar com biofertilizante à base de esterco fermentado; manejo de pragas com técnicas de controle mecânico e biológico; manejo de caprinos e ovinos nas lavouras após a colheita; e controle da erradicação dos restos do algodoeiro após colheita e pastagem dos animais. A área de referência apresenta declividade semelhante à área testemunha, ou seja, 3%. Na área do roçado convencional (área testemunha) as práticas se restringem basicamente ao plantio de milho e feijão no início do período chuvoso do ano. Não é comum observar nestas áreas adoção de práticas de conservação do solo, tais como plantio em nível ou adição de matéria orgânica, mesmo contando com a disponibilidade de animais para suprimento de esterco.

A precipitação registrada na comunidade entre o período do presente estudo foi nula entre agosto (início da instalação dos pinos) a dezembro de 2009; de 216 mm em 2010; e de 657 mm de janeiro a março de 2011.

A metodologia consiste na análise dos efeitos das áreas de referência e da testemunha. Para análise dos parâmetros físicos, químicos, de salinidade e de matéria orgânica, adotou-se a coleta de cinco pontos georeferenciados de amostras de solo em duas profundidades (0 a 20 cm e 20 a 40 cm) nas áreas R e T. Para estas análises adotou-se a metodologia prescrita pela EMBRAPA (1997). Os parâmetros para classificar os atributos avaliados foram de acordo com EMATER (1979), MELLO (1983), RICHARDS (1954), EMBRAPA (1988) adaptado por CHAVES et. al (1998). Já a metodologia empregada para monitoramento da erosão laminar constituiu-se da distribuição de 6 pinos cravados no solo, distribuídos em transecto nas áreas R e T, com suas localizações devidamente georeferenciadas, e submetidas a

medições anuais.

Foi calculada a média das alterações das leituras nos seis pinos cravados em relação à superfície do solo. Este cálculo é realizado nas áreas de referência e testemunha através da equação:

$$P = h.A.Ds \quad (1)$$

Em que:

P - perda de solo em  $t.ha^{-1}$ ;

h - média de alteração do nível da superfície do solo medida por pinos, em m;

A - área considerada ( $10.000 m^2$ );

Ds - densidade do solo em  $t.m^{-3}$ .



FIGURA 1: Área de cultivo do algodão em consórcios em base agroecológica (área R).



FIGURA 2: Monitoramento e manejo do controle de pragas.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os solos das duas áreas estudadas, de referência e testemunha, possuem a mesma classe textural - franco argilo arenosa. Os resultados dessas duas áreas demonstraram que a salinidade do solo é classificada como normal, segundo classificação de Richards (1954). O pH do solo na área R apresentou variação entre 5,97 a 6,84, nos dois períodos de coleta e análise de solo, enquanto que na área T esta variação foi um pouco maior de 6,32 a 6,97. Estes valores de pH no solo são classificados entre moderadamente ácido a praticamente neutro.

Analisando a matéria orgânica (MO) nas duas profundidades e no período estudado, observa-se seu incremento tanto na área manejada quanto na área não manejada. Estes teores de MO na profundidade de 0-20 cm na área R foi de 1,86% (2009) e elevou-se para 2,51% em 2010. Já os teores de MO na profundidade de 20-40 cm apresentou também um acréscimo de 1,26%, em 2009 para 1,97% em 2010. Enquanto que na área T, em 2009, a MO na profundidade de 0-20 cm encontrou-se 1,49%, evoluindo para 1,87% em 2010. Para esta mesma área T, os teores de MO na profundidade de 20-40 cm foi de 1,24% (2009) e aumentou para 1,70% em 2010. Estes dados demonstram que a área manejada apresentou, nas duas profundidades, maior aporte de matéria orgânica quando comparada com a área não manejada (Tabela 1).

Alguns estudos associando métodos de preparo de solo, citado por OTUTUMI et al (2004), e sistemas de cultura com maior adição de resíduos sólidos destacam incrementos nos teores de carbono orgânico total (COT), principalmente nas camadas superficiais. Ainda OTUTUMI et al (2004), estudando a qualidade do solo em Tauá – CE, observou a semelhança nos teores de COT nas áreas de algodão em cultivo agroecológico com a vegetação de caatinga.

A matéria orgânica cumpre um papel fundamental entre as propriedades do solo, pois

influencia positivamente na porosidade, na capacidade de troca cátions (CTC), retenção de água e atividade biológica. Conforme os resultados do estudo demonstram, em geral a MO diminui com o aumento da profundidade (BURGOS, 1998).

TABELA 1. Resultados das análises de solo da área referência e testemunha em 2009 e 2010.

Atributos do solo	Unidade	Área referência ou área R				Área testemunha ou área T			
		2009	2010	2009	2010	2009	2010	2009	2010
		Profundidade 0-20 (cm)	Profundidade 20-40 (cm)	Profundidade 0-20 (cm)	Profundidade 20-40 (cm)	Profundidade 0-20 (cm)	Profundidade 20-40 (cm)	Profundidade 0-20 (cm)	Profundidade 20-40 (cm)
CTC	(cmol+)/Kg	16,85	18,31	21,63	24,39	10,77	18,57	13,03	15,30
Matéria orgânica	(%)	1,86	2,51	1,26	1,97	1,49	1,87	1,24	1,70
CE	dS/m a 25°C	0,25	1,21	0,22	1,32	0,57	1,66	0,49	1,51
PST	%	0,51	0,35	0,46	0,47	2,28	0,47	1,55	0,58
pH (Relação 1:25)		6,14	5,97	6,84	6,01	6,53	6,32	6,97	6,43
Densidade do solo	g/cm <sup>3</sup>	1,37	1,33	1,38	1,30	1,37	1,47	1,38	1,55
Porosidade	%	46,66	49,66	45,65	50,35	45,08	44,30	44,66	41,36

A densidade do solo (Ds) e a porosidade (P) (Figura 1) são atributos diretamente relacionados e seus valores são inversamente proporcionais. Os resultados demonstram que na camada mais superficial do solo da área R a Ds diminuiu e a P aumentou, evidenciando uma melhoria nos atributos físicos. Já os resultados obtidos na área T não demonstraram evolução nos atributos físicos do solo nas duas profundidades estudadas, ou seja, a Ds aumentou e a P diminuiu. Este comportamento da Ds encontrado na área T provoca diminuição do volume total de poros, reduz a permeabilidade e a infiltração de água, quebra os agregados e aumenta da resistência mecânica à penetração do solo (EFFGEN, 2006).

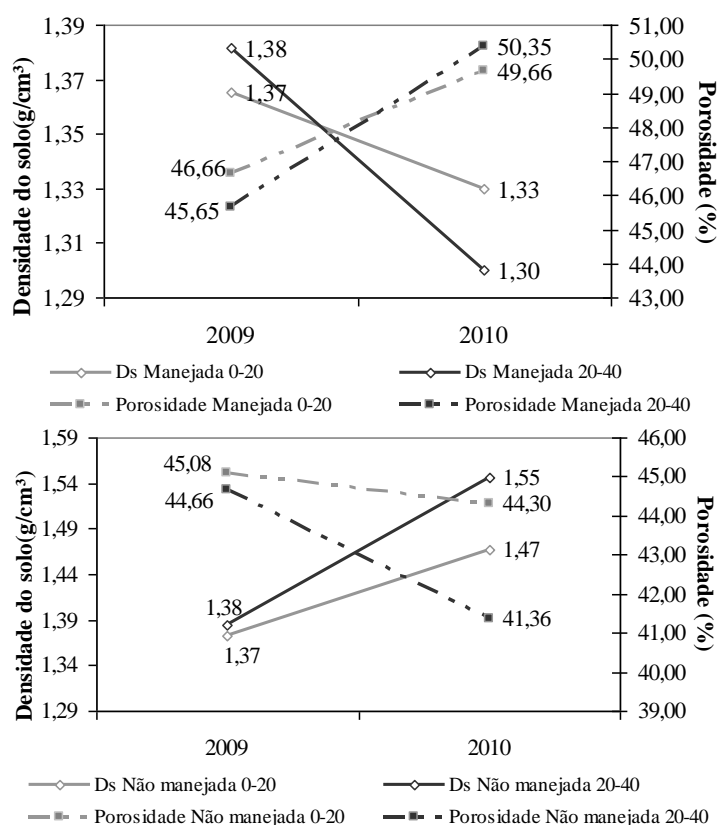


FIGURA 3. Densidade e porosidade do solo na área manejada e não manejada.

A CTC nas áreas R e T aumentou nas duas profundidades (Figura 4). O aumento na CTC é de extrema importância, pois quanto maior, melhor a capacidade do solo de reter e trocar cátions, prevenir a lixiviação de nutrientes e fornecer nutrição adequada às plantas (GLIESSMAN, 2000). O húmus é a fase final da decomposição da matéria orgânica, tem tamanho coloidal e estabilidade, e importante papel na CTC do solo em função da grande superfície de troca e de cargas elétricas (BURGOS, 1998).

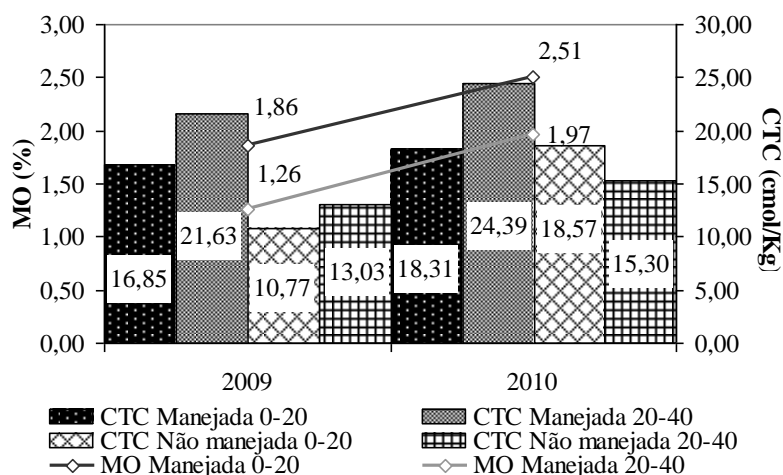


FIGURA 4. Análise da matéria orgânica e CTC do solo na área manejada e não manejada.

O teor de matéria orgânica aumentou nas áreas R e T durante o mesmo período. De acordo com KIEHL (1979), horizontes de solos ricos em MO geralmente são bem estruturados. As densidades do solo em até 20 cm de profundidade nas áreas R e T eram equivalentes ( $1,37 \text{ g/cm}^3$ ) em 2009 (Figura 5). Já em 2010, este atributo se comportou diferente nas duas áreas, ou seja, na área R reduziu a densidade do solo ( $1,33 \text{ g/cm}^3$ ), enquanto que na área T apresentou aumento da Ds ( $1,47 \text{ g/cm}^3$ ). Vale ressaltar que apesar da matéria orgânica ser o principal favorecedor da estruturação do solo, a mesma não é fator independente. Segundo KIEHL (1979) o sistema de manejo é também um fator que interfere na estrutura do solo, o preparo do solo em más condições de umidade e com implementos pesados (grades aradoras), cultivos continuados, solos desnudos e uso de fertilizantes químicos de alta solubilidade são condições de manejo que provocam a destruição da estrutura do solo.

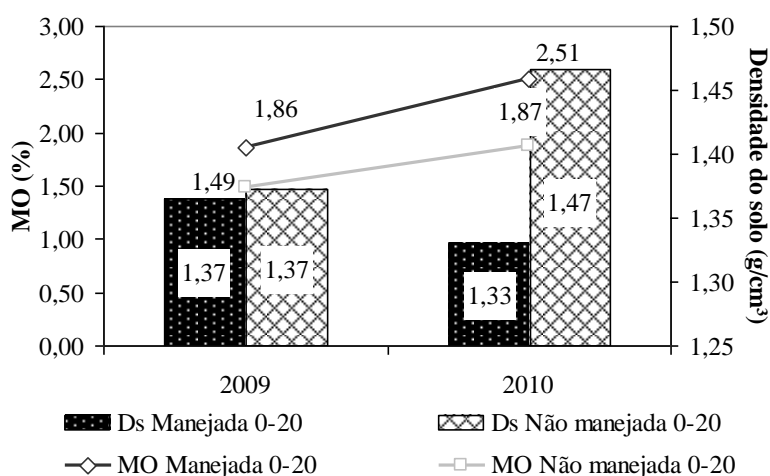


FIGURA 5. Análise temporal da MO e densidade do solo na área manejada e não manejada.

Neste mesmo período, no monitoramento da erosão laminar do solo observou-se uma oscilação média na superfície do solo na área R de - 0,12 cm, equivalente a perda de solo de 16,2 t.ha<sup>-1</sup> ou 8,1 t.ha<sup>-1</sup>ano<sup>-1</sup>. Neste mesmo período na área T a oscilação média na superfície do solo foi de - 0,30 cm, correspondente a 42,6 t.ha<sup>-1</sup> ou 21,3 t.ha<sup>-1</sup>ano<sup>-1</sup> (Tabela 2). Estes resultados demonstram que a área de referência apresentou uma perda de solo 61,97% menor que a área testemunha.

A chuva é um dos elementos do clima mais importante no processo erosivo. A erosão laminar é pouco visível e, portanto particularmente perigosa. Sua presença afeta a capacidade do solo de reter umidade e reduz sua fertilidade (PIRES, 2006). O impacto da precipitação no cultivo do algodão é intenso, pois a planta oferece pequena proteção ao solo e aos seus elementos nutritivos facilitando o transporte de sedimentos (GROHMANN, 1949).

O manejo na área R foi fundamental para redução de erosão em relação à área T. Comparando-se ainda com outros estudos, verifica-se que a área manejada apresentou perda de solo 16,2 t ha<sup>-1</sup>, valor bem inferior aos 24,8 t ha<sup>-1</sup> encontrados em experimento por BERTONI E LOMBARDI NETO (1999). Isto demonstra uma boa resposta das práticas de manejadas para controle da erosão do solo.

TABELA 2. Leituras dos pinos da área referência e testemunha no período estudado.

	Pinos	Ciclo 1(cm)	Ciclo 2(cm)	Ciclo 3(cm)	Resultado acumulado (cm)
Área R	1	10	10,1	10,6	-0,6
	2	10	10,2	9,8	0,2
	3	10	9,8	10,2	-0,2
	4	10	9,8	10,1	-0,1
	5	10	10,3	9,8	0,2
	6	10	10,1	10,2	-0,2
	Média:	10	10,05	10,12	-0,12
	DP:	0	0,21	0,30	
CV(%):	0	2,06	2,96		
	Pinos	Ciclo 1(cm)	Ciclo 2(cm)	Ciclo 3(cm)	Resultado acumulado (cm)
Área T	1	10	10,4	10,3	-0,30
	2	10	9,9	9,9	0,10
	3	10	10,2	10,8	-0,80
	4	10	10	10,3	-0,30
	5	10	9,5	10,6	-0,60
	6	10	9,7	9,9	0,1
	Média:	10	9,95	10,30	-0,30
	DP:	0	0,33	0,36	
CV(%):	0	3,29	3,53		



## CONCLUSÕES

Conclui-se que a o cultivo de algodão em consórcios agroecológicos (área de referência) apresentou melhoria nos atributos do solo, quando comparado a uma área de cultivo convencional (área testemunha). Isto reflete na melhoria da qualidade do solo.

As práticas de base agroecológica influenciaram para o aumento da matéria orgânica, melhoria das propriedades físicas e químicas do solo na área cultivada com algodão em consórcios agroecológicos.

Ainda conclui-se que o manejo do cultivo de algodão em consórcios de base agroecológica (área de referência) contribui para redução da erosão do solo, e por sua vez na conservação do solo e água.

## REFERÊNCIAS

BELTRÃO, N. E. de M.; SILVA, C. A. D.; SUINAGA, F. A.; ARRIEL, N. H. C.; RAMALHO, F. S. **Algodão agroecológico: opção de agronegócio para o Semi-árido do Brasil**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2009.38 p.

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. 4.ed. São Paulo: Ícone, 1999. 355p

BURGOS, N. et al. Recomendações de adubação para o estado de Pernambuco: 2ª Aproximação. Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária. 198 p. 1998.

EFFGEN, T. A. M. **Atributos do solo em função de tratos culturais em lavouras de cafeeiro conilon no sul do Estado do Espírito Santo**. 2006. 91p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Alegre, UFES. 2006.

EMBRAPA, Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro, 1997. 212 p

GLIESSMAN, S. R. **Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável**. Porto Alegre: UFRGS, 2000. 639p.

GROHMANN, F.; CATANI, R. A. **O empobrecimento causado pela erosão e pela cultura algodoeira no solo do arenito Bauru**. *Bragantia* vol.9 no.5-8 Campinas 1949

KIEHL, E. K. **Manual de edafologia: relações solo- planta**. São Paulo: Agronômica CERES, 1979

KOURI, J. **Cultivo do Algodão Herbáceo na Agricultura Familiar**. Embrapa Algodão. Sistemas de Produção, 1 - 2a. edição. Set/2006. Disponível em: [http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Algodao/AlgodaoAgriculturaFamiliar\\_2ed/importancia.html](http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Algodao/AlgodaoAgriculturaFamiliar_2ed/importancia.html) Acesso em 02 abr. de 2012.

MEDEIROS, J.C. **Cultivo do Algodão Herbáceo na Agricultura Familiar**. Embrapa Algodão. Sistemas de Produção, 1 - 2a. edição. Set/2006. Disponível em: [http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Algodao/AlgodaoAgriculturaFamiliar\\_2ed/importancia.html](http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Algodao/AlgodaoAgriculturaFamiliar_2ed/importancia.html). Acesso em 02 abr. de 2012.

OLIVEIRA, T.S; ARAÚJO, A.L. **Essa terra dá mais legume: construindo a qualidade do solo no Sertão Central do Ceará.** Agriculturas - v. 5 – n° 3 - setembro de 2008

OTUTUMI, A. T. et al. **Qualidade do solo em sistemas de cultivo agroecológicos no município de Tauá - CE.** Solo e Água: Aspectos de Uso e Manejo: com ênfase no semi-árido nordestino, Fortaleza -CE, p.1-30, 2004.

PIRES, F.R.; SOUZA, C.M. **Práticas mecânicas de conservação do solo e da água.** 2.ed. rev.e ampl.- Viçosa, 2006. 216 p.

RICHARDS, LA. **Diagnosis and improvement of saline and álcali soils,** washington, USDA, 1954. 160P. (USDA.Hand-book,60).

SANS, L.M.A. **Avaliação da qualidade do solo.** In: OLIVEIRA, T.S.; ASSIS JR, R.N.; ROMERO, R. E. & SILVA, J.R.C., eds. Agricultura, sustentabilidade e o semi-árido. Fortaleza, UFC, SBCS, 2000 . p 170 – 213.

SILVA, M.N.B.S. ALVES, G.S. JÚNIOR, J.S.A.W. **Manejo Cultural do Algodoeiro Agroecológico no Semiárido Brasileiro.** Circular técnica, Embrapa, Campina Grande –PB, 2009.

SRINIVASAN, V.S.; SANTOS, C.A.G.; GALVÃO, C.O. **Erosão hídrica do solo no Semi-árido Brasileiro: A experiência na Bacia Experimental de Sumé.** Revista Brasileira de Recursos Hídricos, v. 8, n. 2, Abr/Jun 2003. p. 57-73

TÓTOLA, M.R.; CHAER, G.M. **Microrganismos e processos microbiológicos como indicadores da qualidade dos solos.** In: ALVAREZ, V. H.; SCHAEFER, C. E. G. R.; BARROS, N. F.; MELLO, L. W. V; COSTA, L. M. Tópicos em ciência do solo. v. 2. 1.Ed. Viçosa, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2002. p 196-275