

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Meio-Norte
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

**Estratégias de Desenvolvimento
Rural e Alternativas Tecnológicas
para a Agricultura Familiar na Região
Meio-Norte**

*Francisco das Chagas Oliveira
Valdemício Ferreira de Sousa
José Oscar Lustosa de Oliveira Júnior
Editores Técnicos*

Embrapa Meio-Norte
Teresina, PI
2008

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Meio-Norte

Av. Duque de Caxias, 5.650, Bairro Buenos Aires

Caixa Postal: 01

CEP: 64006-220 Teresina, PI

Fone: (86) 3089-9100

Fax: (86) 3089-9130

Home page: www.cpamn.embrapa.br

E-mail: sac@cpamn.embrapa.br

Supervisão editorial: *Lígia Maria Rolim Bandeira*

Revisão de texto: *Francisco David da Silva e Lígia Maria Rolim Bandeira*

Normalização bibliográfica: *Orlane da Silva Maia*

Editoração eletrônica: *Erlândio Santos de Resende*

Capa: *Erlândio Santos de Resende*

1ª edição

1ª impressão (2008): 500 exemplares

Todos os direitos reservados.

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

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Embrapa Meio-Norte**

Estratégias de desenvolvimento rural e alternativas tecnológicas para a agricultura familiar na Região Meio-Norte / Francisco das Chagas Oliveira, Valdemício Ferreira de Sousa e José Oscar Lustosa de Oliveira Júnior (eds.) ; Antônio Carlos Reis de Freitas ... [et al.]. - Teresina : Embrapa Meio-Norte, 2008. 376 p. ; 25 cm.

ISBN 978-85-88388-14-7

1. Agricultura familiar. 2. Desenvolvimento rural. 3. Desenvolvimento sustentável. 4. Inovação tecnológica. 5. Agroecossistema. I. Oliveira, Francisco das Chagas, *ed.* II. Sousa, Valdemício Ferreira de, *ed.* III. Oliveira Júnior, José Oscar Lustosa de, *ed.* IV. Freitas, Antônio Carlos Reis de. V. Embrapa Meio-Norte.

CDD 307.141 2 (21. ed.)

© Embrapa 2008

Capítulo 4

Manejo Sustentável de Agroecossistemas de Base Ecológica para a Agricultura Familiar

*Francisco das Chagas Oliveira
Luiz Fernando Carvalho Leite
Sandra Santana de Lima
José Oscar Lustosa de Oliveira Júnior*

Introdução

A região Meio-Norte do Brasil, compreendida pelos Estados do Piauí e Maranhão, é possuidora de grande diversidade de recursos naturais, fato atribuído à sua localização geográfica na confluência entre a Caatinga, a Floresta Amazônica e os Cerrados (NASCIMENTO; RENVOIZE, 2001).

Os principais tipos vegetacionais são as florestas, que, de acordo com os diferentes níveis de umidade, tipo de solo e relevo, dividem-se nos subtipos caducifólia, subcaducifólia e dicótilo-palmácea, que são comuns nos dois Estados; subperenifólia (tropical), subperenifólia (equatorial) e florestas de várzeas, que ocorrem somente no Maranhão; cerrados, que dominam nas chapadas, ocorrendo no Maranhão em uma mancha na Região Nordeste e na grande área que se estende da fronteira com o Tocantins até o limite com o Piauí, onde neste, dominam em toda a região sul e avançam em direção ao norte; caatingas, onde as mais extensas e mais características áreas ocorrem na região sudeste do Piauí, nos limites com a Bahia, Pernambuco e Ceará, região de menor precipitação do Estado, onde daí avançam para o norte, acompanhando a porção oriental do Estado, e até mesmo estendendo-se ao centro e noroeste, apresentando áreas de transição com outros tipos de vegetação, transições que ocorrem porém, em pequena escala no Maranhão.

Em ambos os Estados, nas áreas de transição com outros tipos de vegetação, ocorrem as formações floresta/cerrado, cerrado/floresta, cerrado/caatinga e caatinga/cerrado.

No Piauí e no Maranhão, a classe de solo predominante é o Latossolo Vermelho-Amarelo, que constitui cerca de 45 % e 35 % da área total de cada Estado respectivamente (REATTO et al., 1997). Outras classes de solo comumente encontradas são, na ordem de ocorrência: Argissolo Vermelho-Amarelo, Neossolos Litólicos, Argissolo Vermelho-Escuro e Neossolos Quartzarênicos no Maranhão; no Piauí, Neossolos Litólicos, Argissolo Vermelho-

Amarelo, Argissolo Vermelho-Escuro, Neossolos Litólicos e Plintossolo.

Com exceção dos Neossolos Litólicos, que ocorrem em áreas de relevo suave-ondulado até montanhoso, os demais se verificam em áreas planas a suavemente onduladas e são caracterizados pela baixa fertilidade natural, altos teores de alumínio e elevada acidez.

Nessa região, concentra-se um grande número de famílias que vivem do extrativismo, da agropecuária e que cultivam a terra utilizando os métodos tradicionais de cultivo e de subsistência, intensificando a pressão sobre os recursos naturais, em consequência de novas demandas e do aumento da população.

No caso da exploração pecuária, o superpastoreio tem modificado a composição florística do estrato herbáceo, quer pela época quer pela pressão de pastejo. A exploração agrícola, com práticas de agricultura itinerante que constam do desmatamento e da queimada desordenados, tem modificado tanto o estrato herbáceo como o arbustivo -arbóreo. E, por último, a exploração madeireira que já tem causado mais danos à vegetação lenhosa da Caatinga do que a própria agricultura migratória.

Agricultura familiar e uso do solo na região Meio-Norte

O tipo de agricultura praticada pelo pequeno produtor na região Meio-Norte, denominada de itinerante ou migratória ou de corte e queima, é caracterizada pela desmata, queima e plantio por um período de dois anos e subsequente pousio para recuperação da sua capacidade produtiva (Figura 1).

Foto: Francisco das Chagas Oliveira



Figura 1. Preparo de área com uso do fogo na região Meio-Norte. Jatobá do Piauí-PI, 2006.

As conseqüências desse modelo se fazem sentir, principalmente, nos recursos naturais, como perdas irrecuperáveis da biodiversidade, aceleração dos processos de erosão e declínio da fertilidade do solo, onde a desertificação já se faz presente em aproximadamente 15% da Região, e da qualidade da água pela sedimentação, que traz como conseqüência última o assoreamento de rios e açudes (ARAÚJO FILHO; CARVALHO, 1997).

Atualmente, o aumento da demanda por alimentos e a diminuição do tamanho das propriedades, exigindo menor período de repouso das áreas de plantio, têm resultado no uso mais intensivo da terra, tornando-se, dessa forma, insuficiente para que possa ocorrer o processo de recomposição natural da fertilidade do solo, que ocorre entre 6 a 10 anos de pousio.

Portanto, as práticas em uso não têm sustentabilidade ecológica e seus impactos e conseqüências socioeconômicos são sentidos pela aceleração da migração e degradação dos

ecossistemas, fazendo-se necessário o desenvolvimento de sistemas de produção sustentáveis como alternativas para o uso do solo, os quais propiciem a sustação da degradação ambiental e a recuperação da produtividade em níveis economicamente rentáveis e ecologicamente sustentáveis.

Sistemas de produção sustentáveis para a agricultura familiar

Consórcios em sistemas de produção

Em unidades de produção familiar, a utilização de consórcios envolvendo culturas anuais, como feijão-caupi, arroz, mandioca e milho, e culturas perenes, tem crescido nos últimos anos. Esses sistemas são empregados empiricamente há muito tempo com o intuito de melhorar a eficiência das culturas, bem como otimizar o uso da área.

Um dos principais fatores para a expansão do consórcio nos sistemas de produção de culturas anuais e culturas anuais com perenes, é a tentativa de se evitarem os riscos agrícolas, principalmente o fogo e a seca prolongada, promovendo o uso do solo de modo mais eficiente e melhorando a viabilidade econômica com grande variação de produtos.

Diversos são os tipos de consórcio que podem ser integrados dentro dos sistemas de produção: 1) cultivos mistos – onde se inseri o plantio simultâneo de duas ou mais culturas anuais na mesma área, sem organizá-las em fileiras distintas; 2) cultivos intercalares – plantio simultâneo de duas ou mais culturas na mesma área, com uma ou mais culturas plantadas em fileira, podendo a cultura plantada em fileira ser uma perene; 3) cultivo de substituição – plantio de duas ou mais culturas anuais na mesma área, em faixas diferentes, de modo que uma seja plantada depois que a cultura anterior alcançou a fase reprodutiva, sem o

ponto de colheita; 4) cultivo em faixas – plantio simultâneo de duas ou mais culturas na mesma área, em faixas diferentes, suficientemente amplas para permitir o manejo independente de cada cultura.

A implantação de sistemas de consórcio deve-se basear em estudos regionais e características peculiares dos pequenos produtores, procurando melhorar alguns aspectos que possam aumentar a rentabilidade dos sistemas.

Em estudos realizados com a finalidade de avaliar o comportamento produtivo de leguminosas para adubação verde no cultivo de milho nos Municípios de Monselhor Gil e Palmerais, no Médio Parnaíba Piauiense, foram conduzidos dois ensaios por Melo et al. (1997), em Latossolo Amarelo de baixa fertilidade, sem adubação química. Utilizaram-se quatro leguminosas: mucuna-preta (*Stizolobium aterrimum*), crotalária (*Crotalaria spectabilis*), feijão-bravo (*Canavalia obtusifolia*) e feijão-caupi (*Vigna unguiculata*), como cobertura verde, em sistema exclusivo e intercalado ao milho.

No sistema intercalado, o milho foi semeado no início da estação chuvosa, no espaçamento entre fileiras de 1,0 m e entre covas de 0,50 m, com uma planta por cova após desbaste. As leguminosas foram semeadas 30 dias depois do milho, em fileiras espaçadas de 0,50 m das fileiras do milho, com 50 sementes por metro linear para crotalária e duas sementes por cova (espaçadas de 0,50 m) para as demais leguminosas. No sistema exclusivo, as leguminosas foram semeadas no mesmo dia do milho, nos mesmos espaçamentos do sistema intercalado.

Nos dois municípios, não houve diferenças na produtividade de grãos de milho no sistema isolado e intercalado, mostrando que a cobertura verde não prejudicou seu desenvolvimento.

Em regiões onde as adversidades de clima são fatores limitantes para o desenvolvimento de culturas anuais em determinado período, o uso de sistemas de consórcio envolvendo

culturas anuais e perenes torna-se uma ferramenta importante para o manejo do solo, visto que a ocorrência de condições prejudiciais a uma cultura pode ser benéfica à outra.

O perigo do fogo é eminente quando se desenvolve o monocultivo em áreas potencialmente de risco, em razão da grande formação de material vegetal pela cultura, bem como do seu manejo inicial para sua implantação. O uso do fogo, repetido anualmente como prática natural do homem do campo, propicia diversos malefícios à qualidade do solo e do ambiente, como a aceleração do processo de mineralização da matéria orgânica do solo, emitindo maior quantidade de CO₂ na atmosfera, a destruição da microbiota do solo, o aumento da compactação, a volatilização de nutrientes essenciais, e a destruição de inimigos naturais. Quando se consorciavam culturas anuais com culturas perenes, uma barreira física contra o fogo é criada, visto que, durante o ciclo de vida da cultura perene não se requer o manejo com fogo para limpeza da área e melhoria da nutrição das plantas.

Apesar de se trabalhar no sistema de consorciação com culturas de características fisiológicas e morfológicas diferentes, podem-se empregar técnicas durante o ciclo das culturas que estão inseridas nos sistemas de consorciação, tais como, plantio direto, rotação de culturas, principalmente leguminosas com incorporação ao final do seu ciclo, manejo adequado de plantas daninhas por meio de cobertura vegetal densa e cobertura morta, melhoria da retenção da umidade do solo, bem como o aumento da disponibilidade de nutrientes para as plantas do sistema econômico.

Atualmente os consórcios são praticados obedecendo a critérios que seguem a orientação técnica do produtor, mercado, distância do centro consumidor, culturas econômicas (principais e secundárias), épocas de plantio e, principalmente, disponibilidade de mão-de-obra na região. Por ser um sistema de manejo adotado na agricultura há muito tempo, encontra-se solidificado e atendendo a objetivos específicos, que tem acrescentado muito ao desenvolvimento do agricultor familiar.

Sistemas de produção vegetal e animal integrados

A Embrapa Meio-Norte tem desenvolvido trabalhos de pesquisa-ação junto a comunidades rurais visando à construção de alternativas tecnológicas adequadas às condições socioeconômicas dos agricultores familiares da região Meio-Norte de forma participativa com os agricultores. Com esse enfoque, os sistemas de produção vegetal e animal existentes são baseados nas atividades desenvolvidas na própria comunidade visando ao seu fortalecimento para a produção de alimento de melhor qualidade, garantindo a segurança alimentar das famílias, e de produtos voltados para o mercado para atender a outras necessidades. As premissas para viabilização dessas tecnologias são baseadas em princípios agroecológicos visando à manutenção da capacidade produtiva dos solos, como o aproveitamento dos recursos endógenos por meio da integração entre os sistemas de produção, com interação entre plantas e animais, o uso da adubação verde, a fixação biológica de nitrogênio, a reciclagem de nutrientes, a rotação e consorciação de culturas e o uso de plantas mais eficientes.

Na Comunidade Boi Manso, no Município de Regeneração, na microrregião do Médio Parnaíba Piauiense, considerada referência para o desenvolvimento da região a partir de trabalhos desenvolvidos pela Embrapa Meio-Norte, há agroecossistemas manejados ecologicamente, com a adoção da adubação verde, obtida por meio da rotação de culturas com leguminosas. Essa prática favorece a reciclagem de nutrientes do solo, além de permitir a fixação biológica de nitrogênio atmosférico. Nessa Comunidade, está sendo utilizado o feijão-guandu (*Cajanus cajan* (L.) Mills.) (Figura 2), que apresenta boa tolerância ao déficit hídrico, além de possuir elevada capacidade de produzir biomassa rica em nitrogênio (Figura 3), resultando em melhoria das condições químicas e, sobretudo, físicas do solo.



Figura 2. Rotação de culturas com feijão-guandu. Comunidade Boi Manso, Regeneração- PI, 2005.



Figura 3. Cobertura do solo produzida pelo feijão-guandu. Comunidade Morrinhos, Santa Rosa do Piauí, 2006.

Além da rotação de culturas com leguminosas, os sistemas de produção propostos são desenvolvidos de forma integrada com a criação de animais, permitindo que os dejetos devidamente compostados sejam utilizados na adubação do solo destinado ao cultivo vegetal, aumentando a eficiência na interação entre animais e plantas e melhorando as condições de fertilidade do solo.

Avaliação do manejo e da fertilidade do solo

Mesmo considerando a importância dos sistemas com base agroecológica, são escassos ainda na região Meio-Norte trabalhos de pesquisa que visem quantificar os efeitos desses sistemas sobre as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo. No Município de Regeneração-PI, Araújo et al. (2005) avaliaram as propriedades químicas de um Argissolo Vermelho-Amarelo em sistemas de manejo alternativos, com rotação e sucessão de culturas e convencional, com corte e queima. Os sistemas estudados foram: 1) floresta nativa de Cerrado, 2) área desmatada e queimada (sistema convencional) com três anos de cultivo; 3) área com mandioca + arroz com um ano de cultivo; 4) área de mandioca + arroz /pousio/ mandioca + arroz + feijão-guandu com três anos de cultivo; 5) área de mandioca + arroz + feijão-guandu com cinco anos de cultivo. Os teores de P disponível na camada de 0-5 cm foram maiores ($p < 0,05$) na floresta nativa de Cerrado (FN) ($26,83 \text{ mg dm}^{-3}$) quando comparados aos demais sistemas (Tabela 1), o que está associado aos processos de reciclagem e mineralização de compostos orgânicos especialmente ocorrentes em camadas superficiais.

Tabela 1. Características químicas de um Argissolo Vermelho-Amarelo nas camadas de 0-5, 5-10, 10-20 e 20-40 cm, em diferentes sistemas de manejo e floresta nativa de Cerrado (Araújo et al., 2005).

Sistema	pH H ₂ O	P -----mg dm ³ -----	K	Ca ⁺² -----c mol _c dm ³ -----	Mg ⁺²	Al ⁺³	H + Al	COT -----Mg ha ⁻¹ -----	NT
0-5 cm									
FN	4,9ab	26,83a	0,11a	1,50ab	0,97ab	0,74a	6,44a	20,79a	1,79a
SC	5,60a	12,20b	0,11a	3,28a	1,89a	0,35a	4,68ab	20,27a	1,74a
M + A	5,04ab	11,59b	0,26a	1,46b	0,71b	0,60a	4,22b	19,50a	1,68a
M + A/P/FG	4,81ab	8,52b	0,16a	1,57ab	1,01ab	0,54a	3,99b	15,54b	1,33b
M + A + FG	4,8b	10,33b	0,25a	1,15b	1,16ab	0,70a	4,71ab	20,07a	1,73a
5-10 cm									
FN	4,79a	8,82a	0,05a	0,80ab	0,64a	1,12a	3,78a	20,91a	1,64a
SC	5,01a	5,97ab	0,08a	1,51a	0,69a	0,55b	4,13a	19,06a	1,57a
M + A	4,78a	5,95ab	0,03a	1,06ab	0,61a	0,61b	4,24a	18,28a	1,38a
M + A/P/FG	4,40a	6,49ab	0,06a	0,74ab	0,52a	0,86ab	4,64a	16,04a	1,42a
M + A + FG	4,49a	4,43b	0,02a	0,25b	0,44a	0,86ab	4,95a	16,51a	1,80a
10-20 cm									
FN	4,78a	4,97a	0,03a	0,40a	0,54a	0,75a	4,58a	13,94a	1,14a
SC	4,70a	2,84b	0,06a	0,82a	0,31ab	0,70a	4,26a	13,25a	1,36a
M + A	4,48a	1,66b	0,04a	0,30a	0,26ab	0,80a	4,23a	15,86a	1,06a
M + A/P/FG	4,31a	4,35a	0,04a	0,42a	0,38a	0,83a	4,45a	12,29a	1,27a
M + A + FG	4,35a	2,03b	0,02a	0,28a	0,04b	0,73a	4,07a	14,78a	1,20a
20-40 cm									
FN	4,44a	1,94b	0,02a	0,20b	0,56a	0,68a	3,82a	12,45a	0,85a
SC	4,58a	3,08a	0,05a	0,44a	0,31a	0,73a	3,87a	9,86a	1,16a
M + A	4,32 a	0,36c	0,02a	0,21b	0,25a	0,67a	3,13a	13,44a	1,00a
M + A/P/FG	4,32a	1,79b	0,02a	0,14b	0,19a	0,60a	3,95a	11,74a	0,80a
M + A + FG	4,48a	1,21b	0,02a	0,28b	0,22a	0,61a	4,09a	9,15a	1,07a

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

FN: Floresta Nativa; SC: Sistema Convencional; M + A: Mandioca + Arroz; M + A/P/FG: Mandioca + Arroz/Pousio/Feijão-Guandu; M + A + FG: Mandioca + Arroz + Feijão-Guandu.

Na profundidade de 0-5 cm, os teores de cálcio trocável foram maiores ($p < 0,05$) no sistema convencional (SC) ($3,28 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$) quando comparados aos sistemas Mandioca + Arroz (M + A) ($1,46 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$) e Mandioca + Arroz + Feijão-guandu (M + A + FG) ($1,15 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$). Isso pode ter sido decorrente do processo de queima da biomassa e a conseqüente disponibilização de nutrientes contidos nas cinzas.

Os estoques de carbono orgânico total (COT) e nitrogênio total (NT) não diferiram nos sistemas de manejos estudados em relação à floresta nativa de Cerrado, exceto aqueles obtidos na camada de 0-5 cm, em que o sistema de terceiro ano diferiu das demais, apresentando valores abaixo dos obtidos pelos outros sistemas. Essa diferença pode estar relacionada ao fato de que essa área passou um ano em pousio, sem que houvesse aporte de material orgânico no solo.

Os sistemas de manejos alternativos não promoveram aumento significativo nos teores de nutrientes e nos estoques de COT e NT em relação à floresta nativa de Cerrado, havendo, portanto, a necessidade de se utilizarem na adubação verde espécies que apótem maior quantidade de resíduos ao solo. Além disso, verificou-se que o sistema convencional, com corte e queima, apresentou maiores valores de nutrientes, quando comparado aos sistemas de cultivo estudados, em razão da mineralização da matéria orgânica catalizada pelo fogo. No entanto, em médio e longo prazos, a tendência é que se esgote a matéria orgânica do solo, diminuindo a sua qualidade.

No sistema de manejo proposto, com o uso da rotação de culturas e adubação verde, destaca-se como prática muito importante a eliminação do processo de queima da biomassa após o período de pousio. Nesse caso, evita-se fazer a derruba e a queima da vegetação da capoeira que se formaria na área e utiliza-se o corte ou ainda a trituração da biomassa da leguminosa, que é deixada para decompor-se no solo. Esse processo expõe muito menos o solo à erosão e evita as perdas de vários nutrientes durante a queima da biomassa, principalmente nitrogênio e enxofre.

Com relação à necessidade de maior aporte de carbono, a mistura de espécies, além de melhorar as características físicas do solo (agregação e estruturação), produz resíduos com relação C/N intermediária, favorecendo a mineralização paulatina do nitrogênio e promovendo, ao longo dos anos, um maior equilíbrio e acúmulo de carbono no perfil do solo (CALEGARI et al., 1998).

Sistemas agroflorestais (SAFs)

O termo sistemas agroflorestais (SAFs) refere-se a um conjunto de tecnologias e sistemas de uso da terra em que espécies lenhosas perenes (árvores, arbustos, palmeiras, bambus, etc.) são utilizadas numa mesma área em conjunto com cultivos agrícolas e/ou animais, dentro de um arranjo espacial e/ou seqüência temporal. Nos sistemas agroflorestais existem interações ecológicas e econômicas entre os diferentes componentes (TAVARES et al., 2003).

O objetivo principal dos sistemas agroflorestais é otimizar o uso da terra, conciliando a produção florestal com a produção de alimentos, conservando o solo e diminuindo a pressão pelo uso da terra para produção agrícola (ENGEL, 2003). A influência que exercem no processo de ciclagem de nutrientes e no aproveitamento da energia solar são considerados os elementos estruturais básicos e a chave para a estabilidade do sistema (RIBASKI; MONTOYA; RODIGHIERI, 2002).

Esses sistemas podem ser empregados tanto como estratégia metodológica de restauração, com o objetivo de reduzir os custos dos produtos agrícolas e florestais por meio da compensação financeira em curto e médio prazos, quanto para a constituição de agroecossistemas sustentáveis, com produtos orgânicos e saudáveis (AMADOR, 2003). Os SAFs podem ainda promover a integração de áreas rurais, considerando-se a participação das comunidades locais na procura de soluções

comuns e negociadas para o desenvolvimento sustentado, assegurando o acesso e a utilização racional dos recursos naturais (COSTA; ARRUDA; OLIVEIRA, 2002), assim como garantir à natureza uma resposta ecológica e proporcionar à sociedade possibilidades de retorno da qualidade ambiental (CAMPELO ; FRANCO; FARIA, 2005).

Os principais benefícios são: aporte de matéria orgânica (produção de biomassa); fixação biológica de nitrogênio atmosférico; adição de nutrientes via escoamento e precipitação pelos troncos; redução de perdas de solo e nutrientes (MACEDO ; VENTURIN; TSUKAMOTO FILHO, 2000); ciclagem de nutrientes; melhoria das propriedades físicas do solo e desenvolvimento da biota dos solos (NAIR, 2006). Os SAF's também se apresentam como eficientes reservatórios de gás carbônico (CO₂) e se constituem em fonte renovável de energia, além de evidenciarem a importância do estrato herbáceo e da serapilheira como agentes reguladores das condições térmicas no solo da floresta (RIBASKI; MONTOYA; RODIGHIERI, 2002).

A presença de árvores diminui o impacto das chuvas sobre o solo, aumenta a capacidade de absorção e de infiltração de água, reduzindo o risco de erosão, um aspecto importante para a conservação dos solos, especialmente em áreas onde o declive é acentuado (RICCI, 2005). Suas copas afetam a radiação solar, a precipitação e o movimento do ar, enquanto seus extensos sistemas radiculares preenchem grandes volumes do solo. A absorção de água e a redistribuição desses nutrientes como restos vegetais com a queda das folhas que favorecem a formação da serapilheira (ALTIERI, 1989).

Os sistemas agroflorestais são classificados de diferentes maneiras, segundo sua estrutura no espaço, seu desenho através do tempo, sua importância relativa e a função dos diferentes componentes, assim como os objetivos da produção e suas características sociais e econômicas. Oliveira et al. (2005) classificam, de forma geral, segundo a natureza dos componentes e os tipos de combinações entre eles, em:

Sistemas silviagrícolas ou agrossilviculturais: caracterizados pelo consórcio de espécies arbóreas com cultivos agrícolas e/ou perenes.

Sistemas silvipastoris: preconizam a inserção de espécies arbóreas na atividade pecuária ou a criação de animais em povoamentos florestais. De forma bem simplificada, é o consórcio de espécies arbóreas e pastagens.

Sistemas agrossilvipastoris: caracterizados pelo consórcio do componente arbóreo com cultivos agrícolas e animais.

Manejo da fertilidade do solo

Os sistemas agroflorestais devem ser manejados para que o próprio sistema produza ou mantenha boa parte dos recursos dos quais a produção depende, já que sua implantação visa atingir maior grau de sustentabilidade em relação aos sistemas de produção convencionais (agrícolas, pecuários e florestais). Em parte, esse elevado grau de auto-sustentabilidade deriva de três características principais associadas aos sistemas agroflorestais: maior aporte de matéria orgânica ao solo, maior grau de diversidade biológica e intensificação dos processos naturais de ciclagem biogeoquímica.

Experiências com SAFs vêm sendo desenvolvidas no norte do Estado do Piauí, no Município de Esperantina, em área de Cerrados (Figura 4). Em virtude de toda a complexidade, da gama de situações e interações possíveis, será feita uma abordagem direcionada para o recurso solo em sistemas agroflorestais, com ênfase especial no manejo da fertilidade.

Foto: Francisco das Chagas Oliveira



Figura 4. Sistema agroflorestal com 9 anos de idade. Comunidade Vereda dos Anacleto, Município de Esperantina-PI, 2006.

Com o objetivo de avaliar a qualidade do solo, realizou-se um trabalho buscando quantificar as alterações nos teores de nutrientes e nos estoques de carbono e nitrogênio em sistemas agroflorestais (SAF's) de diferentes idades e comparados com o sistema tradicional de agricultura de corte e queima (ACQ), tendo como referência de um estado de equilíbrio, uma área sob floresta nativa de Cerrado (FN) (SOUSA et al., 2006).

Esse estudo tem por referência o trabalho desenvolvido na região norte do Estado do Piauí pelo Centro de Educação Popular Esperantinense (CEPES), Organização não governamental que tem como um de seus objetivos o desenvolvimento de agricultores familiares a partir do fomento de tecnologias agroecológicas.

O solo da área é classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo. Foram estudados, além da floresta nativa de Cerrado, dois sistemas de manejo: agricultura de corte e queima com três anos de adoção e pousio de dois a três anos, e sistema agroflorestal com nove anos de adoção, constituído pelas culturas do milho,

banana e abobrinha associadas com espécies florestais nativas da região como babaçu, mandacaru, jatobá, gonçalo alves e ipê, além de espécies frutíferas como goiaba, banana e pinha.

Com exceção da camada de 0 - 5 cm, os valores do pH foram maiores nos solos sob SAF e FN do que naqueles sob ACQ; os teores de Al trocável foram maiores nos solos sob ACQ nas camadas de 5 - 10 cm ($0,40 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$) e 10 - 20 cm ($1,10 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$) (Tabela 2). Isso pode ser atribuído aos maiores estoques de carbono presente em solos sob FN e SAF (Tabela 3) complexando com maior eficiência o Al, diminuindo, portanto, sua atividade na solução do solo.

Tabela 2. Características químicas de um Latossolo Vermelho-Amarelo sob floresta nativa, agricultura de corte e queima e sistema agroflorestal com nove anos de adoção em áreas do Cerrados do norte do Piauí.

Sistema em	pH H ₂ O	Característica química			
		Al ⁺³	Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺
		----- cmol _c dm ⁻³ -----			
		0 – 5 cm			
FN	6,01b	0,00a	6,78a	1,27b	0,30b
ACQ	7,22a	0,00a	7,91a	1,76 ^a	0,23b
SAF	6,04b	0,00a	5,25b	1,09b	0,68a
		5 – 10 cm			
FN	6,15a	0,00b	3,80a	0,43a	0,16a
ACQ	5,45b	0,40a	1,64b	0,26a	0,22a
SAF	5,93a	0,00b	4,26a	0,78a	0,33a
		10 – 20 cm			
FN	5,76a	0,10b	3,23a	0,37a	0,10a
ACQ	4,93b	1,10a	0,84b	0,10a	0,11a
SAF	5,74a	0,10b	2,89a	0,50a	0,16a

Médias seguidas da mesma letra nas colunas, dentro de cada camada de solo, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. FN: floresta nativa; ACQ: agricultura de corte e queima; SAF: sistema agroflorestal.

Na camada de 0 - 5 cm, o teor de Ca foi maior nos sistemas FN e ACQ (Tabela 2). Por outro lado, nas camadas de 5 - 10 cm e 10 - 20 cm, os maiores teores foram observados nos sistemas FN e SAF. Os maiores valores desse elemento na camada superficial no sistema ACQ podem ser decorrentes das cinzas presentes, as quais podem atuar como corretivo, conforme estabelecido por Vieira, Ferreira e Homma (2006).

O Mg apresentou teores maiores no sistema ACQ ($1,76 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$) na profundidade de 0 - 5 cm, não diferindo significativamente dos tratamentos FN e SAF nas demais profundidades (Tabela 2). Quanto aos teores de K, o SAF apresentou valores superiores aos demais tratamentos em todas as profundidades, sendo significativo apenas na profundidade de 0 - 5 cm (Tabela 2).

Na camada 0 - 5 cm, os teores de P disponível foram maiores no solo sob ACQ do que naquele sob FN e SAF (Tabela 3). De outro lado, na camada de 10 - 20 cm, o SAF apresentou teores maiores ($5,95 \text{ mg dm}^{-3}$) do que os demais sistemas. Os teores superiores apresentados pelo sistema ACQ na profundidade de 0 - 5 cm em relação aos demais, se deu em consequência da utilização da capoeira que estava em pousio, cujo principal objetivo é o acúmulo de biomassa e nutrientes além da fertilização natural do solo após o corte e a queima da sua biomassa vegetal. O tratamento FN apresentou maiores valores com relação ao estoque de COT ($12,45 \text{ Mg ha}^{-1}$) e NT ($1,12 \text{ Mg ha}^{-1}$) apenas na camada de 0 - 5 cm. Isso ocorreu provavelmente em razão do acúmulo de material vegetal, como folhas, ramos e raízes em decomposição, existente nas florestas e mais significativo do que nas áreas cultivadas (Tabela 3). Já nas outras camadas, esse tratamento só diferiu significativamente nos estoques de COT na profundidade 5 - 10 cm do tratamento ACQ ($4,56 \text{ Mg ha}^{-1}$).

Quanto aos estoques de NT nas camadas de 5 - 10 cm e 10 - 20 cm, os maiores valores foram observados nos tratamentos FN e SAF (Tabela 3). Maiores valores de C e N no solo sob SAF, em relação à ACQ são associados ao maior aporte de resíduos de

forma contínua, e à maior eficiência do processo de ciclagem de nutrientes, o que tem tornado esse sistema, após 9 anos de adoção, excelente alternativa para melhoria da qualidade do solo e do ambiente da região sob estudo.

Tabela 3. Teores e estoques de carbono orgânico total (COT) e nitrogênio total (NT), teores de fósforo disponível (P) e a relação C/N em Latossolo Vermelho-Amarelo sob floresta nativa, agricultura de corte e queima e sistema agroflorestal com nove anos de adoção em áreas de Cerrado no norte do Piauí.

Sistema	Teor			Estoque total		Relação C/N
	COT dag kg ⁻¹	NT mg dm ⁻³	P Mg ha ⁻¹	COT	NT	
			0 – 5 cm			
FN	2,26a	0,20a	3,13c	12,45a	1,12a	11,3
ACQ	1,1c	0,11b	32,52a	6,05c	0,61b	10,0
SAF	1,5b	0,17a	8,52b	8,25b	0,92b	6,8
			5 – 10 cm			
FN	1,13b	0,15a	1,76b	6,21a	0,84a	7,53
ACQ	0,83c	0,07b	3,75a	4,56b	0,40b	11,86
SAF	1,41a	0,17a	4,69a	7,75a	0,95a	8,29
			10 – 20 cm			
FN	0,7a	0,12a	1,56b	3,87a	0,68a	5,83
ACQ	0,7a	0,08b	1,91b	3,87a	0,44b	8,75
SAF	0,89a	0,13a	5,95a	4,88a	0,70a	6,85

Médias seguidas da mesma letra nas colunas, dentro de cada camada de solo, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. FN: floresta nativa; ACQ: agricultura de corte e queima; SAF: sistema agroflorestal.

Os SAF's propiciaram aumento dos teores de nutrientes e dos estoques de carbono e nitrogênio. Esses sistemas têm melhorado, portanto, a qualidade dos solos e podem ser considerados excelentes alternativas para áreas de cerrados do norte piauiense.

Plantio direto na palha da carnaúba

Plantio direto é a tecnologia que consiste em plantar as lavouras sem fazer o revolvimento ou preparo do solo, como tradicionalmente se faz, e com a presença de cobertura morta ou palha. A essência é ter palha ou cobertura no momento do plantio. As vantagens são diversas: a palha contribui para o aumento da proteção do solo contra a erosão, promove maior infiltração de água no solo, reduz a temperatura do solo, aumenta a quantidade de matéria orgânica e, conseqüentemente, melhora seus atributos físicos e biológicos, além de reduzir a ocorrência de plantas invasoras. Ela leva o produtor a proteger sua área para que não ocorra a queimada.

Iniciativa dessa forma de produção vem sendo realizada em unidades familiares de produção na microrregião de Campo Maior, no norte do Estado do Piauí, onde agricultores familiares desenvolvem trabalhos com base em princípios agroecológicos, tendo a cultura da melancia como principal produto comercial, cujo sistema de produção é apoiado em tecnologias de cobertura do solo, com a utilização de palha da palmeira carnaúba (*Copernicia prunifera*), e fertilização dos solos com esterco de animais, principalmente de caprinos e ovinos, em rotação com culturas anuais de milho e feijão-caupi (Figura 5). A utilização desse sistema permitiu-se uma redução brusca do uso do fogo para o preparo de áreas de plantio, proporcionando melhor conservação do solo. Além disso, possibilita a manutenção da capacidade produtiva do solo, criando alternativas sustentáveis à agricultura itinerante e reduzindo a necessidade de se realizar a derruba anual de novas áreas de mata.

Foto: Francisco das Chagas Oliveira



Figura 5. Cobertura do solo no cultivo de melancia em sistema plantio direto, em roça de agricultor familiar. Município de Jatobá do Piauí-PI, 2006.

No Município de Jatobá do Piauí, norte do Estado do PI, Leite et al. (2007) realizaram um trabalho em áreas sob agricultura com base ecológica e convencional, utilizadas há cerca de 10 anos com o cultivo da melancia. Foram estudados os seguintes sistemas: plantio direto com uso da palha de carnaúba, adubação orgânica (esterco de caprino, $40 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$) e em sequeiro (PD/ORG/SEQ); plantio direto com uso da palha de carnaúba, adubação química ($120, 120$ e $100 \text{ kg ha}^{-1} \text{ N-P}_2\text{O}_5\text{-K}_2\text{O}$ respectivamente) e em sequeiro (PD/QUI/SEQ); plantio direto com uso da palha de carnaúba, adubação química ($120, 120$ e $100 \text{ kg ha}^{-1} \text{ N-P}_2\text{O}_5\text{-K}_2\text{O}$) e orgânica (esterco de caprino, $40 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$) e irrigada por gotejamento (PD/QUI/ORG/IRR); plantio convencional com adubação química ($120, 120$ e $100 \text{ kg ha}^{-1} \text{ N-P}_2\text{O}_5\text{-K}_2\text{O}$) e em sequeiro (PC/QUI/SEQ), além de uma área de floresta nativa transicional Cerrado-Caatinga, considerada em estado de equilíbrio. Em cada sistema, foram coletadas amostras de solo nas profundidades de 0-10 e 10-20 cm para determinação do carbono orgânico total e seus compartimentos.

Na camada de 0-10 cm, os estoques de COT foram maiores ($p < 0,05$) nos sistemas em que se utiliza o plantio direto, especialmente quando associado à adubação orgânica em sequeiro (Tabela 4). Isso está relacionado ao aporte contínuo dos resíduos vegetais, sem revolvimento excessivo do solo, e ao uso permanente da palha de carnaúba, que atua como cobertura do solo e como fonte de carbono e nutrientes em médio e longo prazos. Similarmente, os estoques de C_{mic} na camada de 0-10 cm foram maiores ($p < 0,05$) nos sistemas PD/QUI/ORG/IRRI ($0,38 \text{ Mg ha}^{-1}$) e PD/ORG/SEQ ($0,31 \text{ Mg ha}^{-1}$), embora este último não tenha diferido do sistema PD/QUI/SEQ ($0,22 \text{ Mg ha}^{-1}$). Em ambas as profundidades, os estoques de C_{FL} apresentaram a mesma tendência do COT e C_{mic} e foram maiores ($p < 0,05$) nos sistemas com plantio direto, especialmente no sistema PD/ORG/SEQ ($4,25 \text{ Mg ha}^{-1}$). Maiores valores para sistemas com adubação orgânica estão associados às maiores produtividades (dados não mostrados), o que implica o aumento do retorno para o solo de substratos orgânicos, por meio da parte aérea, raízes e exsudatos, em relação àqueles sistemas sem a presença da adubação orgânica.

O Índice de Manejo de Carbono (IMC) aumentou com a adoção do plantio direto e com a presença da adubação orgânica (Tabela 5). Na camada de 0-10 cm, o IMC variou de 90 (PC/QUI/SEQ) a 910 (PD/ORG/SEQ) e na camada de 10-20 cm, a variação foi de 119 (PC/QUI/SEQ) a 640 (PD/ORG/SEQ). Valores inferiores a 100 são indicativos de impacto negativo das práticas de manejo sobre os estoques de carbono e qualidade do solo. O plantio direto com uso da palha de carnaúba e a adoção da adubação orgânica estão melhorando a qualidade do solo e podem ser considerados alternativas para o cultivo da melancia em áreas de agricultores familiares no norte do Piauí.

Tabela 4. Estoques de carbono orgânico total (COT), carbono da biomassa microbiana (C_{mic}) e carbono da fração leve (C_{FL}) em um Latossolo Vermelho-Amarelo sob sistemas agroecológicos e convencionais nas profundidades de 0-10 cm e 10-20 cm⁽¹⁾.

Sistema ⁽²⁾	COT	C _{mic} Mg ha ⁻¹	C _{FL}	C _{mic} /COT	C _{FL} /COT %	C _{mic} /C _{FL}
0-10 cm						
FN	8,65	0,18	0,60	2,08	6,95	0,31
PD/ORG/SEQ	13,06a	0,31ab	4,25a	2,03b	32,36a	0,08c
PD/QUI/SEQ	11,41ab	0,22bc	2,70ab	2,09b	23,95a	0,09bc
PD/QUI/ORG/IRRI	8,10bc	0,38a	2,30bc	4,71a	29,33a	0,17b
PC/QUI/SEQ	5,10c	0,15c	0,56b	2,92b	11,62b	0,27a
10-20 cm						
FN	6,47	0,33	0,45	5,30	7,53	0,75
PD/ORG/SEQ	7,32a	0,24a	2,29a	3,21a	32,36a	0,10b
PD/QUI/SEQ	7,22a	0,11b	1,67b	1,52c	23,95a	0,07b
PD/QUI/ORG/IRRI	6,25a	0,16ab	1,82ab	2,55b	29,33a	0,09b
PC/QUI/SEQ	5,72a	0,16ab	0,56c	2,79b	9,91b	0,30a

⁽¹⁾ Médias seguidas pela mesma letra nas colunas, em cada variável, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ⁽²⁾ FN: floresta nativa; PD/ORG/SEQ: plantio direto com adubação orgânica em sequeiro; PD/QUI/SEQ: plantio direto com adubação química em sequeiro; PD/QUI/ORG/IRRI: plantio direto com adubação química e orgânica e irrigada por gotejamento; PC/QUI/SEQ: plantio convencional com adubação química em sequeiro.

Fonte: Leite et al. (2007).

Tabela 5. Índice de manejo de carbono (IMC) em um Latossolo Vermelho-Amarelo sob sistemas agroecológicos e convencionais, nas profundidades de 0-10 cm e 10-20 cm.

Sistema ⁽¹⁾	ICC	L	IL	IMC
0-10 cm				
PD/ORG/SEQ	1,50	0,48	6,03	910a
PD/QUI/SEQ	1,31	0,30	3,87	511b
PD/QUI/ORG/IRRI	0,93	0,39	4,9	464b
PC/QUI/SEQ	0,58	0,12	1,5	90c
10-20 cm				
PD/ORG/SEQ	1,13	0,45	5,6	640a
PD/QUI/SEQ	1,11	0,30	3,7	419b
PD/QUI/ORG/IRRI	0,96	0,41	5,1	496b
PC/QUI/SEQ	0,88	0,10	1,3	119c

ICC: Índice de compartimento de carbono; L: labilidade; IL: Índice de Labilidade. ⁽¹⁾ FN: floresta nativa; PD/ORG/SEQ: plantio direto com adubação orgânica em sequeiro; PD/QUI/SEQ: plantio direto com adubação química em sequeiro; PD/QUI/ORG/IRRI: plantio direto com adubação química e orgânica e irrigada por gotejamento; PC/QUI/SEQ: plantio convencional com adubação química em sequeiro.

Fonte: Leite et al. (2007).

Considerações finais

A sociedade brasileira vive um momento histórico marcado por um crescente processo de ecologização e de conscientização com respeito ao imperativo sócio-ambiental que deve orientar o desenvolvimento rural. Esse processo determina a necessidade de mudanças nas políticas públicas, de maneira que sejam incorporados instrumentos capazes de reorientar as práticas produtivas e os estilos de agricultura hoje dominantes.

O ideal da sustentabilidade requer estratégias que levem a estilos de desenvolvimento que sejam orientados à construção de processos produtivos ambientalmente sustentáveis, economicamente rentáveis, socialmente incluídos e equitativos

e culturalmente aceitáveis. Tais processos devem fortalecer a segurança alimentar e nutricional da nossa população e, portanto, assegurar a produção de alimentos saudáveis, de melhor qualidade biológica e livres de qualquer contaminação.

Auxiliar na montagem de sistemas produtivos ambientalmente sustentáveis e economicamente rentáveis é um dos maiores desafios que os agricultores colocam aos pesquisadores.

Referências

ALTIERI, M. A. **Agroecologia**: as bases científicas da agricultura alternativa. Rio de Janeiro: PTA/FASE, 1989. 237 p.

AMADOR, D. B. Restauração de ecossistemas com sistemas agroflorestais. In: SEMINÁRIO SISTEMAS AGROFLORESTAIS E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL, 2003, Campo Grande, MS. **Palestras...** Campo Grande: Embrapa Gado de Corte; Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste; Corumbá: Embrapa Pantanal, 2003. 1 CD-ROM.

ARAÚJO, A. R.; LEITE, L. F.C.; OLIVEIRA JÚNIOR, J. O. L.; SAGRILO, E.; ARAÚJO, F. S.; LOPES, A. N. C. Propriedades químicas de um Argissolo Vermelho-Amarelo sob sistemas de rotação e sucessão de culturas e floresta nativa de Cerrados. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 30., 2005, Recife. **Anais...** Recife: SBSC, 2005. 1 CD-ROM.

ARAUJO FILHO, J. A. de; CARVALHO, F. C. de. **Desenvolvimento sustentado da caatinga**. Sobral: EMBRAPA-CNPQ, 1997. 19 p. (EMBRAPA-CNPQ. Circular Técnica, 13).

CALEGARI, A.; HECKLER, J. C.; SANTOS, H. P.; PITOL, C.; FERNANDES, F. M.; HERNANI, L. C.; GAUDÊNCIO, C. A. Culturas, sucessões e rotações. In: SALTON, J. C.; HERNANI, L. C.; FONTES, C. Z. (Org.). **Sistema plantio direto**: o produtor pergunta, a Embrapa responde. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 1998. p. 59-80. (Coleção 500 perguntas 500 respostas).

CAMPELLO, E. F. C.; FRANCO, A. A.; FARIA, S. M. F. Aspectos ecológicos da seleção de espécies para sistemas agroflorestais e recuperação de áreas degradadas. In: AQUINO, A. M. de; ASSIS, R. L. de (Ed.). **Agroecologia: princípios e técnicas para uma agricultura orgânica sustentável**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2005. p. 467-482.

COSTA, R. B. da; ARRUDA, E. J. de; OLIVEIRA, L. C. S. de. Sistemas agrossilvipastoris como alternativa sustentável para a agricultura familiar. **Interações - Revista Internacional de Desenvolvimento Local**, Campo Grande, n. 5, p. 25-32, set. 2002.

ENGEL, V. L. Sistemas agroflorestais: conceitos e aplicações. In: SEMINÁRIO SISTEMAS AGROFLORESTAIS E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL, 2003, Campo Grande. [Anais ...]. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2003. 1 CD-ROM.

LEITE, L. F. de C.; FREITAS, R. C. A.; OLIVEIRA, F. C.; COSTA, D. B.; LEMOS, J.O.; SOUSA, A. C. M. Sistemas com base ecológica e suas implicações nos comportamentos de carbono de um latossolo vermelho-amarelo cultivado com melancia no norte do Piauí. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE SUBSTÂNCIAS HÚMICAS, 7., 2007, Florianópolis. **As substâncias húmicas podem ajudar a salvar o planeta terra: livro de resumos**. Florianópolis: UFSC, 2007. p. 27

MACEDO, R. L. G.; VENTURIN, N.; TSUKAMOTO FILHO, A. A. Princípios de agrossilvicultura como subsídio do manejo sustentável. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 21, n. 202, p. 93-98, 2000.

MELO, F. de B.; CARDOSO, M. J.; ITALIANO, E. C.; RIBEIRO, V. Q. Comportamento produtivo de leguminosas para adubação verde em sistema intercalar na cultura do milho. In: SEMINARIO DE PESQUISA AGROPECUARIO DO PIAUI, 8., 1994, Teresina. **Pesquisa e desenvolvimento para o Meio-Norte: anais**. Teresina: Embrapa-CPAMN; São Luís: EMAPA, 1997. p. 51-55. (Embrapa-CPAMN. Documentos, 16).

NAIR, P. K. R. The role of soil science in the sustainability of agroforestry systems: eliminating hunger and poverty. In: GAMA-RODRIGUES, A. C. da; BARROS, N. F.; GAMA-RODRIGUES, E. F. da; FREITAS, M. S. M.; VIANA, A. P.; JASMIN, J. M.; MARCIANO, C. R.; CARNEIRO, J. G. de A. (Ed.). **Sistemas agroflorestais: bases científicas para o desenvolvimento sustentável**. Campos dos Goytacazes: Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, 2006. p. 203-216.

NASCIMENTO, M. do P. S. C. B. do; RENVOIZE, S. A. **Gramíneas forrageiras naturais e cultivadas na Região Meio-Norte**. Teresina: Embrapa Meio-Norte; Kew: Royal Botanic Gardens, 2001. 196 p.

OLIVEIRA, T. K.; FURTADO, S. C.; MACEDO, L. G.; AMARAL, E. F. A.; FRANKE, I. L. Manejo da fertilidade do solo em sistemas agroflorestais. In: WADT, P. G. S. (Ed.). **Manejo do solo e recomendação de adubação para o estado do Acre**. Rio Branco, AC: Embrapa Acre, 2005. Cap. 13, p. 375-412.

REATTO, A.; CORREIA, J. R.; SPERA, S. T.; MADEIRA NETO, J. da S. Principais classes de solos com ocorrência de cerrado no Meio-Norte (Maranhão, Piauí) e sua potencialidade agrícola. In: SIMPÓSIO SOBRE OS CERRADOS DO MEIO-NORTE, 1., 1997, Teresina. **Cerrados: sua biodiversidade é uma benção da natureza - anais**. Teresina: EMBRAPA-CPAMN, 1997. p. 39-44.

RIBASKI, J.; MONTOYA, L. J.; RODIGHERI, H. R. **Sistemas Agroflorestais: aspectos ambientais e sócio-econômico**. 2002. Disponível em: <http://www.planetaorganico.com.br/TrabRibaski.htm>. Acesso em: 20 mar. 2007.

RICCI, M. S. F. Inserção da adubação verde e da arborização no agroecossistema cafeeiro. In: AQUINO, A. M. de; ASSIS, R. L. de (Ed.). **Agroecologia: princípios e técnicas para uma agricultura orgânica sustentável**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2005. p. 453-464.

SOUSA, F. P.; LEITE, L. F. C.; OLIVEIRA, F. C.; DANTAS, J. S.; LIMA, S. S. Qualidade de solo em áreas sob agricultura de corte e queima e sistemas agroflorestais nos cerrados do Norte piauiense. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA, 16., 2006, Aracaju. **Novos desafios do carbono no manejo conservacionista: resumos e palestras**. Aracaju: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006. 1 CD-ROM.

TAVARES, S. R.; ANDRADE, A. G.; COUTINHO, H. L. Sistemas agroflorestais como alternativa de recuperação de áreas degradadas com geração de renda. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 24, n. 220, p. 73-80, 2003.

VIEIRA, I.C.G.; FERREIRA, L.V.; HOMMA, A. K. O. **Programa de C&T para recuperação de áreas alteradas no arco do desmatamento da Amazônia: relatório final**. São Paulo: Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência, 2006. 108 p. Disponível em: http://www.sbpnet.org.br/documentos/Relatorio_final-SBPC-Amazonia.pdf.