

**Avaliação participativa de indicadores de solo e sanidade de cultivos em sistemas de produção na Comunidade Pé de Serra Cedro, no semiárido brasileiro**

Participatory evaluation indicators of soil and crop shealth in production systems in community Pé de Serra Cedro in brazilian semi-arid

SOUZA, H. A.<sup>1</sup>; FARIAS, J. L. S.<sup>2</sup>; FERNANDES, F.E.P.<sup>2</sup>; GUEDES, F. L.<sup>2</sup>; POMPEU, R. C. F. F.<sup>2</sup>; ROUWS, J. R. C.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Embrapa Meio-Norte, henrique.souza@embrapa.br; <sup>2</sup>Embrapa Caprinos e Ovinos, jorge.sales@embrapa.br, eden.fernandes@embrapa.br, fernando.guedes@embrapa.br, roberto.pompeu@embrapa.br; <sup>3</sup>Embrapa Agrobiologia, janaina.rouws@embrapa.br

---

**RESUMO:** A avaliação participativa permite inferir se os sistemas agrícolas necessitam de melhorias e quais conhecimentos podem promover incrementos. Esse trabalho objetivou avaliar diferentes sistemas de produção na Comunidade Pé de Serra Cedro, Sobral-CE, utilizando metodologia participativa com agricultores locais através de indicadores de qualidade do solo e sanidade dos cultivos. Os sistemas de produção avaliados foram quatro, com as seguintes descrições: sistema tradicional: plantio de culturas anuais, com queima da área a 3 anos; sistema tradicional + esterco; sistema tradicional + esterco + leucena; e sistema roçado agroecológico. A inserção de práticas edáficas como aplicação de estercos e implantação de leguminosas incrementaram sistemas de produção tradicionais no semiárido cearense, mesmo em curto prazo de avaliação. A utilização de roçados agroecológicos diferenciou-se para indicadores do solo e sanidade dos cultivos em relação aos manejos tradicionais, com indicador médio para atributos do solo de 8,6 e para sanidade de cultivos em 8,4.

**PALAVRAS CHAVE:** Adubação orgânica; adubação verde; agroecologia.

**ABSTRACT:** Participatory evaluation allows us to infer that the agricultural systems need to be improved and what knowledge can promote increments, thus aimed to evaluate different production systems in the Community Pé de Serra Cedro, Sobral, state of Ceará, Brazil, using participatory methodology with local farmers on soil properties and health of crops. The production systems evaluated were four, with the following descriptions: traditional system: planting annual crops, with burning area to 3 years; traditional system + manure; traditional system + manure + *Leucaena leucocephala*; and scuffed agroecological system. Inserting soil practices such as manure application and implementation of incresead legumes traditional production systems in semiarid region, even in short-term assessment. The use of agroecological scuffed differed for soil propertie sand health of crops over traditional managements with value 8.6 and 8.4 to soil and plant indicators, respectively.

**KEY WORDS:** Organic fertilization; green fertilizantion; agroecology.

## Introdução

A avaliação participativa dos sistemas de produção permite identificar os manejos mais adequados que influenciam a produção e produtividade das culturas (Machado e Vidal, 2006). Essa prática permite ao produtor rural maximização dos esforços e possibilidade de escolha de insumos e tecnologias mais adequadas. Altieri e Nicholls (2002) citam que os métodos agroecológicos de avaliação sustentável, considerando a participação e reconhecimento do agricultor em sua estrutura de produção podem ser utilizados em diversos sistemas, sendo rápido e de fácil aplicação. Neste sentido vários trabalhos usando abordagem participativa avaliaram o uso de tecnologias agroecológicas em diversas situações e sistemas de produção, citam-se: usos de adubos verdes (FEIDEN et al., 2009), controle biológica de pragas (RANGEL et al., 2007), qualidade do solo em diferentes sistemas de produção de café (GUIMARÃES et al., 2013) e melhoramento de milho (MACHADO e MACHADO, 2009),

A utilização de indicadores de sustentabilidade agropecuários são alternativas interessantes para auxiliar na interpretação e reconhecimento dos processos que podem ser otimizados na produção agrícola. Segundo Machado e Vidal (2006) os indicadores de sustentabilidade devem ir além das determinações pontuais e abranger noção de efeitos benéficos produzidos pela interação e sinergismos dos componentes dos agroecossistemas.

Ainda, em trabalho de avaliação de metodologia participativa para obtenção de indicadores de qualidade do solo em Mossoró-RN, Arruda et al. (2012) concluíram que a metodologia é uma ferramenta de baixo custo e fácil aplicação que possibilita o fortalecimento do conhecimento do produtor rural e permite a troca de conhecimentos entre pesquisadores e agricultores.

Na região semiárida brasileira é reconhecida a necessidade de atenção com os atributos edáficos em virtude do baixo uso de insumos (SAMPAIO et al., 1995). Portanto, estratégias como o uso de esterco e cultivo de leguminosas são alternativas interessantes para o aporte de nutrientes, além da adoção de sistemas conservacionistas, como os agroflorestais.

A avaliação participativa de sistemas de produção carece de caracterizações particulares em função da região, local, condições edafoclimáticas e também capacidade de investimento, neste sentido, nem sempre os indicadores poderão ser os mesmos, em função das peculiaridades locais e regionais, como exemplo a avaliação de sistemas de produção de café efetuados por análise participativa, que diferem mesmo em

trabalhos realizados dentro do mesmo estado, como exposto por Thomazini et al. (2013) e Guimarães et al. (2013) para café em Inuá-ES e Alegre-ES, respectivamente. Ainda, conforme Thomazini et al. (2013) a produção sustentável do café em sistemas agroecológicos mostrou-se alternativa para os agricultores como diversificação da produção e, a metodologia participativa foi empregada com facilidade pelos agricultores sendo uma forma simples e prática de monitoramento dos sistemas de cultivo.

Objetivou-se avaliar diferentes sistemas de produção tradicionais representativos do semiárido cearense e sistemas com inserção de tecnologias agroecológicas na Comunidade Pé de Serra Cedro, em Sobral-CE, utilizando metodologia participativa, com agricultores locais, através de indicadores do solo e sanidade dos cultivos.

## Material e métodos

O trabalho foi realizado na comunidade Pé de Serra Cedro, pertencente ao município de Sobral-CE, cuja precipitação e temperatura médias anuais são de 759 mm e 28 °C, respectivamente, cujo clima de acordo com a classificação de Köppen é do tipo BSw'h', semiárido quente. Nesta comunidade há 25 famílias, cujas coordenadas geográficas da comunidade são: 03°42'72"S e 40°29'14"E. A precipitação média no período de avaliação, primeiro semestre de 2013, foi de 265 mm.

Os sistemas de produção avaliados foram quatro, com as seguintes descrições:

**Sistema Tradicional** - Plantio de culturas anuais (milho, feijão, mandioca, melancia e abóbora), com queima da área há 3 anos (2010). Plantio das culturas de milho e milheto na safra 2012-2013. Área de 1.330 m<sup>2</sup>. Cultivo das culturas agrícolas: janeiro a março de cada ano (período das águas). Relevo suave ondulado, na baixada da encosta da Serra da Meruoca. Solo – textura arenosa (<15% de argila na camada de 0-20 cm).

**Sistema Tradicional + Esterco** - Idem ao sistema tradicional com adição de esterco caprino na dose de 5 t ha<sup>-1</sup>. Plantio das culturas de milho e milheto na safra 2012-2013. Área de 1.330 m<sup>2</sup>. Cultivo das culturas agrícolas: janeiro a março de cada ano (período das águas). Relevo suave ondulado, na baixada da Serra da Meruoca. Solo – textura arenosa (<15% de argila na camada de 0-20 cm).

Sistema Tradicional + Esterco + Leucena - Idem ao sistema tradicional, com adição de esterco e plantio de aléias de leucena (*Leucaena leucocephala*), espaçadas a cada 5 m. Plantio das culturas de milho e milheto na safra 2012-2013. Área de 1330 m<sup>2</sup>. Cultivo das culturas agrícolas: janeiro a março de cada ano (período das águas). Relevo suave ondulado, na baixada da Serra da Meruoca. Solo – textura arenosa (<15% de argila na camada de 0-20 cm).

Sistema Roçado Agroecológico (Integração Lavoura - Floresta) - Plantio de culturas anuais (milho, feijão, mandioca e abóbora), sem queima da área há 10 anos, com presença de árvores nativas e introdução da gliricídia (adubo verde), considerando que a serapilheira das árvores permanece no local. Plantio das culturas de milho e feijão na safra 2012 - 2013. Área de 10.000 m<sup>2</sup>. Cultivo das culturas agrícolas: janeiro a março de cada ano (período das águas). Relevo suave ondulado, na baixada da Serra da Meruoca. Solo – textura arenosa

(<15% de argila na camada de 0-20 cm).

Ressalta-se que os sistemas descritos estão próximos uns dos outros e no entorno há presença de vegetação nativa em virtude da proximidade da Serra da Meruoca. Com relação ao período de uso de cada área para avaliação, para os sistemas tradicionais considerou-se um período de 3 anos, da última queima procedida nas áreas até a safra de 2012-2013, para o sistema agroecológico o período para avaliação considerou-se a data de implantação do mesmo até a safra de 2012-2013, ou seja, dez anos, o que demonstra maior estabilidade deste sistema. Para avaliação da qualidade do solo e sanidade dos cultivos, foi utilizada metodologia adaptada de Altieri e Nicholls (2002) e Machado e Vidal (2006). Os indicadores de qualidade do solo e sanidade dos cultivos estão apresentados na Tabela 1.

Os agricultores atribuíram notas de 1 a 10 de acordo com o sistema avaliado, sendo que para sanidade de cultivos e qualidade do solo foram mensurados 10 e 12

Tabela 1. Indicadores do solo e sanidade dos cultivos utilizado na comunidade Cedro.

Sanidade dos Cultivos	Qualidade do Solo
<p><i>1 – Aparência das Culturas:</i></p> <p>Notas:</p> <p>1 – Folhagem descolorida com sinais de deficiência (clorótica).</p> <p>5 – Folhagem verde com alguma perda de pigmentação.</p> <p>10 – Folhagem verde escura, sem sinais de deficiência.</p>	<p><i>1 – Desenvolvimento de Raízes:</i></p> <p>Notas:</p> <p>1 – Raízes pouco desenvolvidas, enfermas, curtas.</p> <p>5 – Raízes de crescimento limitado, observam-se algumas raízes finas.</p> <p>10 – Raízes com bom crescimento, saudáveis e profundas, com presença abundante de raízes finas.</p>
<p><i>2 – Crescimento das plantas:</i></p> <p>Notas:</p> <p>1 – Padrão desigual, ramos finos e curtos, crescimento novo limitado.</p> <p>5 – Padrão mais denso, porém não uniforme. Ramos grossos, sinais de novas brotações.</p> <p>10 – Folhagem e ramos em abundância. Crescimento vigoroso.</p>	<p><i>2 – Estrutura:</i></p> <p>Notas:</p> <p>1 – Solto, empoeirado ou compacto duro sem agregados visíveis,</p> <p>5 – Poucos agregados que quebram com pouca pressão.</p> <p>10 – Agregados bem formados, estrutura bem visíveis.</p>
<p><i>3 – Incidência de doenças:</i></p> <p>Notas:</p> <p>1 – Suscetível, mais de 50% das plantas com folhas ou frutos danificado, ou necessidade de mais de três controles no ciclo.</p> <p>5 – Entre 20% e 45% das plantas com algum dano ou mais de um controle no ciclo.</p> <p>10 – Resistente, menos de 20% das plantas com danos leves.</p>	<p><i>3 – Compactação:</i></p> <p>Notas:</p> <p>1 – Solo compactado, um arame se curva facilmente.</p> <p>5 – Fina camada compactada, alguma restrição à penetração do arame.</p> <p>10 – Sem compactação, o arame penetra facilmente no solo.</p>
<p><i>4 – Incidência de Insetos e Pragas:</i></p> <p>Notas:</p> <p>1 – Mais de 85% das folhas danificadas ou mais de 3 controles necessários ao longo do ciclo.</p>	<p><i>4 – Estado dos resíduos:</i></p> <p>Notas:</p> <p>1 – Sem resíduos visíveis na superfície.</p>

5 – Entre 30% a 40% das plantas com algum dano ou mais de um controle necessário ao longo do ciclo.	5 – Presença de resíduos em decomposição há pelo menos um ano.
10 – Menos de 30% das folhas danificadas e sem nenhum controle no ciclo.	10 – Resíduos em vários estágios de decomposição, muitos resíduos bem decompostos.
<i>5 – Rendimento atual ou potencial:</i>	<i>5 – Cor, odor e matéria orgânica:</i>
Notas:	Notas:
1 – Baixo em relação à média local.	1 – Pálido, odor químico e ausência de húmus.
5 – Médio aceitável.	5 – Marrom claro, sem odor, há alguma presença de húmus.
10 – Bom, alto.	10 – Marrom escuro, odor de matéria fresca e abundante presença de húmus.
<i>6 – Abundância e diversidade de inimigos naturais:</i>	<i>6 – Retenção de umidade (grau de umidade após irrigação ou chuva)</i>
Notas:	Notas:
1 – Ausência de predadores/parasitas em uma amostra de 50 folhas.	1 – Solo seco, não retém água, ou ao contrário, encharca por longo tempo e se torna impermeável.
5 – Presença de pelo menos 1 inseto benéfico.	5 – Grau limitado de umidade por um curto tempo, ou encharcamento por curto tempo.
10 – Mais de 3 a 4 indivíduos de uma ou duas espécies de insetos benéficos.	10 – Considerável grau de umidade por um curto período de tempo.
<i>7 – Competição e supressão de plantas espontâneas:</i>	<i>7 – Cobertura do solo:</i>
Notas:	Notas:
1 – Plantas estressadas suprimidas por plantas espontâneas, ou mais de dois controles feitos ao longo do ciclo.	1 – Solo exposto.
5 – Presença média de plantas espontâneas, algum nível de competição, ou mais de um controle feito.	5 – Menos de 50% do solo coberto por resíduos ou cobertura viva.
10 – Plantas vigorosas suprimindo as espontâneas, sem controle feito.	10 – Mais de 80% do solo coberto por resíduos ou cobertura viva.
<i>8 – Diversidade genética no cultivo:</i>	<i>8 – Sinais de erosão:</i>
Notas:	Notas:
1 – Pequena, domina uma única variedade da mesma espécie	1 – Erosão severa, presença de valos, padrão de distribuição desigual da terra na área (erosão superficial).
5 – Média com pelo menos duas variedades	5 – Evidentes, mas poucos sinais de erosão.
10 – Alta com mais de três variedades	10 – Ausência de sinais de erosão.
<i>9 – Vegetação natural circundante:</i>	<i>9 – Presença de invertebrados:</i>
Notas:	Notas:
1 – Sem vegetação circundante ou circundados pela mesma cultura.	1 – Ausência de atividade de invertebrados.
5 – Circundado por outras culturas em pelo menos dois lados.	5 – Poucas minhocas e artrópodes presentes.
10 – Circundado por outras espécies em todos os lados e pelo menos dois lados com vegetação natural ou barreiras.	10 – Presença abundante de organismos invertebrados.
<i>10 – Desenho Agroecológico:</i>	<i>10 – Atividade microbiológica:</i>
Notas:	Notas:
1 – Baixa diversidade de espécies, sem barreiras de vento, corredores de vegetação, apenas uma cultura plantada, sem vegetação.	1 – Muito pouca e lenta efervescência após aplicação de água oxigenada.
5 – Barreiras e corredores dispersos pela área de cultivo, mais de uma cultura plantada na área, sem rotação, ou com sucessão contínua da mesma combinação de culturas.	5 – Efervescência leve a média.
10 – Com barreiras de vento e corredores, mais de uma cultura plantada na mesma área, com rotação de culturas.	10 – Efervescência abundante e rápida.

---

*11 – Manejo de práticas de preparo (fogo):*

## Notas:

1 – Área de cultivo é queimada anualmente.

5 – Área de cultivo não é queimada a mais de 5 anos.

10 – Área de cultivo nunca foi queimada.

---

*12 – Manejo de aporte de nutrientes:*

## Notas:

1 – Área sem aplicação de adubos.

5 – Área com aplicação de adubos a cada 3 anos.

10 – Área com aplicação de adubos anualmente.

indicadores, respectivamente. Antes das avaliações foi realizada explanação sobre os indicadores e explicado o contexto das notas a serem atribuídas. Os valores próximos de 1 estão atrelados a manejo não adequados ou não desejável, sendo os valores próximos de 5 como medianos ou moderados e acima de como 10 ideais ou desejáveis. Notas abaixo de 5 são consideradas abaixo do limite mínimo de sustentabilidade. As avaliações foram realizadas com a presença de 12 agricultores, os quais percorreram e avaliaram os sistemas roçado agroecológico, tradicional + esterco + leguminosa e tradicional + esterco e 11 agricultores analisaram o sistema tradicional, sendo sempre os mesmos agricultores e em conjunto, cada qual emitindo seu parecer/opinião.

De acordo com Machado e Vidal (2006), os indicadores de sanidade dos cultivos se relacionam com a diversidade funcional e com elementos da agrobiodiversidade; os indicadores de qualidade de solo reforçam sua condição como organismo vivo e o foco no manejo ecológico do mesmo. Ainda, devido à baixa precipitação no período o atributo rendimento/produzividade não foi mensurado até a produção de grãos. Logo, foi realizada comparação entre os sistemas em função da produção de biomassa.

De posse dos dados, foi realizada análise descritiva dos dados, intervalo de confiança dos sistemas e análise multivariada, aplicando análise de componentes principais. As análises foram executadas com auxílio de planilhas Excel® e do software CANOCO (TER BRAAK e SMILLAUER, 2002).

### Resultados e Discussões

Apenas o sistema tradicional apresentou resultado abaixo de 5 dentre os indicadores de solo e sanidade dos cultivos avaliados (Tabela 2). Este resultado é atribuído aos baixos valores indicados para todos os itens analisados. Ainda, para este sistema em relação à

sanidade de cultivos, citam-se que os atributos pragas, doenças, inimigos naturais e vegetação natural elevaram a média, em decorrência das baixas precipitações que ocorreram no período avaliado, de modo, que comprometeram a produção em todos os sistemas e as notas ficaram próximas independente do manejo. Para vegetação natural, as notas foram equivalentes em função dos sistemas estarem adjacentes e circundados por mata nativa. Assim, o coeficiente de variação destes atributos foram os menores em relação aos demais mensurados, cujos valores foram: 10,8%; 15,7%; 8,6% e 1,0%, para doenças, pragas, inimigos naturais e vegetação natural, respectivamente.

Para os indicadores de solo e sanidade de cultivos, as maiores variações ocorreram para os seguintes atributos em ordem decrescente: Atividade microbológica > Nutrientes > Raízes > Cor, odor, matéria orgânica > Resíduos > Compactação > Fogo > Umidade > Invertebrados > Cobertura > Erosão > Estrutura; e Crescimento > Produção > Aparência > Plantas espontâneas > Diversidade > Desenho agroecológico > pragas > Doenças > Inimigos naturais > Vegetação natural, respectivamente. A possível explicação para os valores altos do coeficiente de variação pode estar atrelado ao objetivo de exploração que cada agricultor possui nos sistemas estudados e as próprias questões culturais e tradicionais de trabalhar a terra. Neste sentido alguns atributos podem apresentar um nível maior de subjetividade, aumentando a variação e conseqüentemente, sendo um limitador da técnica, haja vista que em sistemas tradicionais no semiárido há diversidade de produtos e interesses como forma de resiliência. Como exemplo há agricultores mais interessados em produção de forragem para alimentação dos rebanhos no período seco do ano enquanto outros agricultores estão mais ligados a produção das culturas agrícolas para consumo humano.

Tabela 2. Valores de indicadores de qualidade do solo e da saúde de cultivo obtidos nos sistemas de produção tradicional (T), tradicional + esterco (TE), tradicional + esterco + leucena (TEL) e roçado agroecológico (RA), na comunidade Cedro.

Indicador	T	TE	TEL	RA	CV (%)
<b>Qualidade do Solo</b>					
1. Raízes	3,3 <sup>1</sup>	4,0	6,1	8,7	43,9
2. Estrutura	5,4	5,0	6,6	7,2	16,9
3. Compactação	3,6	6,2	7,0	9,1	35,1
4. Resíduos	3,4	6,5	7,0	9,7	38,8
5. Cor, odor, M.O. <sup>2</sup>	2,4	6,9	7,5	8,3	42,2
6. Umidade	4,2	6,9	7,6	9,7	32,0
7. Cobertura	4,6	9,2	9,1	9,9	29,6
8. Erosão	4,8	7,0	8,0	9,9	28,6
9. Invertebrados	4,0	6,8	7,0	8,8	29,8
10. Atividade microbiológica	0,8	4,8	5,3	4,4	53,6
11. Fogo	4,3	5,1	5,5	8,9	34,1
12. Nutrientes	1,8	6,4	5,5	8,3	49,6
<b>Média</b>	<b>3,5</b>	<b>6,2</b>	<b>6,9</b>	<b>8,6</b>	<b>33,7</b>
<b>Sanidade dos Cultivos</b>					
1. Aparência	3,4	5,8	6,9	9,7	40,5
2. Crescimento	2,7	3,5	6,1	8,9	52,9
3. Doenças	7,8	9,8	9,8	9,8	10,8
4. Pragas	9,1	6,8	6,5	7,3	15,7
5. Produção	2,6	4,1	6,9	6,6	40,8
6. Inimigos naturais	6,1	5,9	5,7	6,9	8,6
7. Plantas espontâneas	3,0	6,0	5,8	6,8	30,7
8. Diversidade	4,8	5,2	6,4	9,0	29,8
9. Vegetação natural	9,5	9,5	9,6	9,7	1,0
10. Desenho Agroecológico	5,4	6,4	7,6	9,4	23,9
<b>Média</b>	<b>5,4</b>	<b>6,3</b>	<b>7,1</b>	<b>8,4</b>	<b>18,7</b>

<sup>1</sup>Valores obtidos em média das notas dadas por doze agricultores, exceto para o sistema Tradicional em que as notas foram dadas por onze deles. <sup>2</sup>M.O. – matéria orgânica..

Entre os indicadores de solo e sanidade de cultivos, verifica-se que o sistema roçado agroecológico apresentou as maiores médias (Tabela 2), justifica-se em função de ser um sistema estabilizado, ou seja, com presença de árvores nativas, com manejo da copa e permanência da serapilheira no solo (conservação do solo, umidade e ciclagem de nutrientes), além da presença de leguminosas (glicírdias), contribuindo para a adubação verde. Outra possível justificativa é o fato deste sistema estar em funcionamento por mais tempo em detrimento dos demais, conforme mencionado anteriormente. O que corrobora estas afirmações é que a adubação verde é uma técnica que consiste no plantio de espécies nativas ou introduzidas, cultivadas em

rotação ou consórcio com culturas de interesse econômico. Essas espécies podem ser de ciclo anual, semiperene ou perene e, portanto, cobrem o terreno ao longo de alguns meses ou durante todo o ano, e ainda, após seu corte, podem ser incorporadas ou mantidas em cobertura sobre a superfície do solo (ESPÍNDOLA et al., 2004). Castro e Prezotto (2008) afirmam que houve melhorias na arquitetura da planta de milho quando empregada a adubação verde em comparação com a testemunha sem fertilização.

Na Figura 1 está apresentado gráfico tipo 'radar', que, preconizado por Altieri e Nicholls (2002), permite comparação simultânea de todos os indicadores de solo. Verifica-se superioridade do sistema roçado



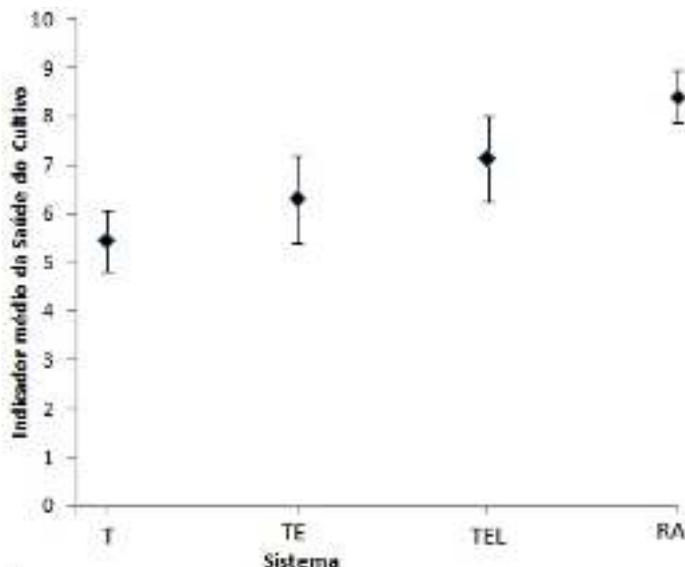


Figura 4. Intervalos de confiança para os indicadores de saúde do cultivo obtidos em quatro sistemas de produção na comunidade Cedro. T: tradicional, TE: tradicional + esterco, TEL: tradicional + esterco + leguminosa e RA: roçado agroecológico.

Para os indicadores de solo as diferenças entre os sistemas manejados agroecologicamente (aplicação de esterco e inserção de leguminosas) são mais pronunciadas que para sanidade de cultivos, quando em comparação com a área do sistema tradicional, como verificado entre os intervalos de confiança (Figuras 2 e 4, respectivamente). Assim, há a necessidade de avaliação contínua para que se verifiquem as diferenças de tais manejos na sanidade de cultivos. Em alguns trabalhos com adubação orgânica, citam que os resultados provenientes do emprego de compostos, resíduos e fertilizantes orgânicos os efeitos são verificados primeiramente no solo, após no estado nutricional e posteriormente na produtividade das culturas (Souza et al., 2014a)

Em relação à análise de componentes principais, para indicadores de qualidade do solo (Figuras 5) e sanidade de cultivos (Figura 6), as quais permitem de forma multivariada e resumida verificar a associação entre os sistemas de plantio e todos os indicadores avaliados, os dois primeiros componentes principais explicaram, em conjunto, 79,3% e 66,9% da variabilidade contida nos dados originais de qualidade do solo e sanidade de cultivos, respectivamente.

Verifica-se que o sistema roçado agroecológico está associado à maioria dos indicadores, pois suas setas são longas e estão voltadas para este sistema (Figuras 5). Assim, o roçado agroecológico apresenta maiores (melhores) valores dos indicadores, exceto para atividade microbiológica que se destacou com mais

altos valores no sistema tradicional+esterco. Todos os atributos estão apontando no sentido contrário ao do sistema tradicional e possuem grande comprimento indicando que este sistema foi o que apresentou em média piores valores para todos os indicadores. Já o sistema tradicional+esterco+leguminosa, se posicionou próximo ao centro de origem do gráfico (Figura 5), configurando como sistema intermediário em termos de valores médios em relação aos demais.

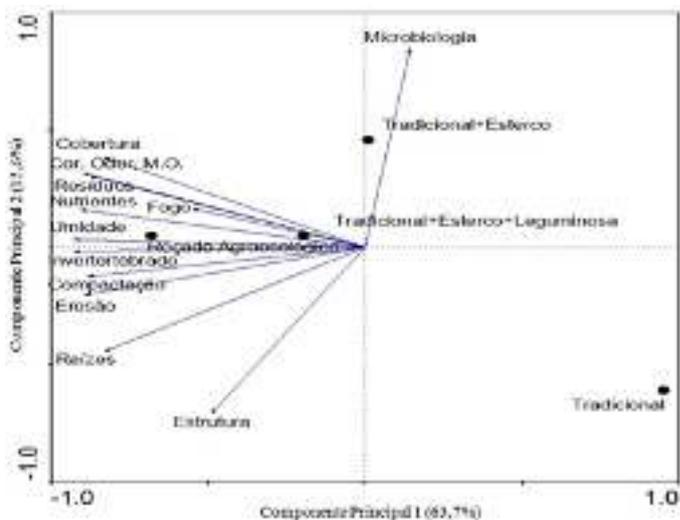


Figura 5. Análise de componentes principais dos indicadores de qualidade do solo obtidos em quatro sistemas de produção na comunidade Cedro. Obs.: As setas são representativas dos indicadores e os círculos dos sistemas.

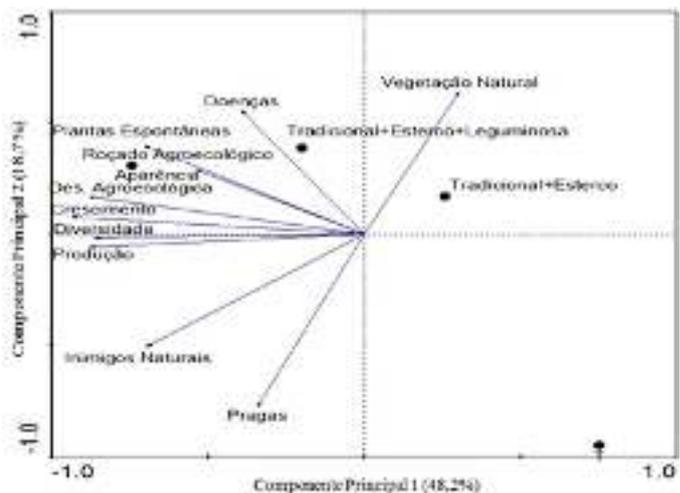


Figura 6. Análise de componentes principais dos indicadores de saúde do cultivo obtidos em quatro sistemas de produção na comunidade Cedro. Obs.: As setas são representativas dos indicadores e os círculos dos sistemas.

Pela interpretação multivariada da saúde do cultivo, o sistema tradicional está associado a piores valores da maioria dos indicadores, à exceção para pragas e

reside que todos os sistemas avaliados, os quais estão próximos um dos outros, são próximos a área de mata nativa, o que pode em algum momento contribuir com a presença de inimigos naturais, mesmo no sistema tradicional, o que proporcionaria resultados próximos aos demais sistemas avaliados. O sistema roçado agroecológico, seguido do tradicional + esterco + leguminosa teve, em geral, os melhores valores de indicadores. A área tradicional+esterco apresenta valores intermediários aos indicadores de saúde do cultivo.

As notas de cada indicador abaixo do nível limiar 5 indicam sistemas com menor desempenho ou não desejáveis. Dos onze agricultores que avaliaram o sistema tradicional somente um forneceu nota para os indicadores de qualidade do solo acima de 5 (Tabela 2). Quanto aos demais sistemas de produção, todos os agricultores atribuíram valores aos indicadores próximos ou superiores a 5, com destaque para maiores valores ao sistema roçado agroecológico. Para a saúde do cultivo, somente quatro dos onze agricultores avaliaram o sistema tradicional com indicador superando 5, destacando-se maiores valores novamente para o sistema roçado agroecológico (Tabela 2).

O emprego do esterco e da leucena propiciou melhores notas em relação ao sistema tradicional, assim, quando disponível o emprego desses insumos devem ser adotados (SALCEDO, 2006; MOREIRA et al., 2006; SAMPAIO et al., 2004; SILVA et al., 1999). Ainda, há trabalhos na literatura que retratam as melhorias em atributos do solo, principalmente em características químicas, pelo emprego de adubos verdes e conseqüentemente melhorando a produtividade de culturas anuais (MASSAD et al., 2014).

Com relação ao roçado agroecológico, este manejo é semelhante ao dos sistemas agrossilvipastoris, e estes têm sido considerados como os mais promissores para produção de alimentos e incremento da matéria orgânica do solo e ciclagem de nutrientes (ASSIS et al., 2011; SILVA et al., 2011). Em avaliação de atributos químicos do solo em culturas praticadas por agricultores familiares no semiárido nordestino, Souza et al. (2014b) verificaram a necessidade de aporte de adubos orgânicos e verdes em virtude da frequências de valores abaixo do nível crítico, principalmente, para cálcio, magnésio, potássio e fósforo.

Conforme Altieri e Nicholls (2004), a avaliação participativa em sistemas convencionais e agroecológicos não tem como premissa que os agricultores copiem as técnicas adotadas em propriedades que se destacam, mas sim que adotem

técnicas que estejam ao alcance; porém, otimizando o mesmo processo chave que está ocorrendo nas propriedades modelos com melhor desempenho, uma vez que é possível conhecer os processos de interações e sinergismos que surgem da infraestrutura ecológica de tais propriedades. Assim, considerando os resultados obtidos, o emprego de esterco que não é prática rotineira de uso no roçado agroecológico seria alternativa interessante para melhoria de atributos edáficos nesta área e aporte de nutrientes. Outra possibilidade é a prática de cultivo com árvores/arbustos da Caatinga nos sistemas de produção tradicional e o incremento no sistema produtivo com plantas leguminosas, as quais podem ser usados para auxiliar na ciclagem de nutrientes, principalmente nitrogênio, e banco de proteínas para os animais no período seco do ano. Alguns trabalhos em sistemas agrossilvipastoris de base familiar com presença de aléias de leguminosas, aplicação do esterco de pequenos ruminantes, e a presença de serapilheira de árvores nas áreas de cultivo contribuem com a ciclagem de nutrientes e estabilidade na produção de grãos (MARTINS et al., 2013; MENDES et al., 2013).

### Conclusões

A inserção de práticas como aplicação de adubos orgânicos e implantação de leguminosas proporcionaram maiores valores de indicadores de qualidade de solo e de sanidade de cultivo em comparação com sistemas de produção tradicionais no semiárido cearense.

A utilização de roçados agroecológicos apresentaram indicadores médios para atributos do solo de 8,6 e para sanidade de cultivos em 8,4, sendo superior aos sistemas tradicionais.

### Agradecimentos

À comunidade Pé de Serra Cedro, Sobral/CE pelo auxílio na experimentação e a Embrapa pelo suporte financeiro.

### Referências Bibliográficas

- ALTIERI, M. A.; NICHOLLS, C. I. Un método agroecológico rápido para la evaluación de la sustentabilidad de cafetales. **Manejo Integrado de Plagas y Agroecología**, v.64, n.1, p.17-24, 2002.
- ALTIERI, M. A.; NICHOLLS, C. I. A rapid farmer friendly agroecological method to estimate soil quality and crop health in vineyard systems. **Biodynamics**, v.250, p.33-39, 2004.

- ARRUDA, L. E. V. et al. Uso de metodologia participativa na obtenção de indicadores da qualidade do solo em Mossoró - RN. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.7, n.5, p.25-35, 2012.
- ASSIS, C. P. et al. Soil organic matter changes in agroforestry and organic farming in the semi-arid region of northeastern Brazil. **Dynamic Soil, Dinamic Plant**, v.5, n. especial 1, p.36-44, 2011.
- CASTRO, A. M. C.; PREZOTTO, A. L. Desempenho agrônomo do milho em sistema de adubação verde. **Agrarian**, v.1, n. 2, p.35-44, 2008.
- ESPÍNDOLA, J. A. A. et al. **Estratégias para utilização de leguminosas para adubação verde em unidades de produção agroecológica**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2004. p.24. (Documentos, 174)
- FEIDEN, A. et al. Avaliação participativa de adubos verdes em assentamentos de reforma agrária de Corumbá, MS: resultados preliminares. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v.3, Suplementos especiais, p.19-22, 2008.
- GUIMARÃES, G. P. et al. Avaliação da qualidade do solo e de cafeeiros em propriedade familiar do Território do Caparaó - ES. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v.8, n.3, p.236-246, 2013.
- MACHADO, A. T.; MACHADO, C. T. T. Estratégias de melhoramento participativo de milho em sistemas agroecológicos. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v.4, n.2, p.435-438, 2009.
- MACHADO, C. T. T.; VIDAL, M. C. **Avaliação participativa do manejo de agroecossistemas e capacitação em agroecologia utilizando indicadores de sustentabilidade de determinação rápida e fácil**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2006. p.44. (Documentos, 173)
- MARTINS, C. R. et al. Produtividade de biomassa em sistemas agrofloretais e tradicionais no Cariri Paraibano. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.17, n.6, p.581-587, 2013.
- MASSAD, M. D. et al. Desempenho de milho verde em sucessão a adubação verde com crotalária, submetido a doses crescentes de esterco bovino, na Caatinga mineira. **Magistra**, v.26, n.3, p.326-336, 2014.
- MENDES, M. M. S. et al. Desenvolvimento do milho sob influência de árvores de pau - branco em sistema agrossilvipastoril. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.48, n.10, p.1342-1350, 2013.
- MOREIRA, F. L. M. et al. Adsorção de fósforo em solos do Estado do Ceará. **Revista Ciência Agrônômica**, v.37, n.1, p.7-12, 2006.
- RANGEL, M. A. S. et al. Avaliação participativa do controle de cigarrinhas das pastagens com a aplicação do fungo *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorok. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v.2, n.2, p.731-74, 2007.
- SALCEDO, I. H. Biogeoquímica do fósforo em solos da região Semi-árida do NE do Brasil. **Revista Geografia**, v.23, n.3, p.159-184, 2006.
- SAMPAIO, E. V. S. B. et al. Fertilidade de Solos do Semi - Árido do Nordeste. In: Pereira, J. R. et al. **Fertilizantes: insumo básico para agricultura e combate à fome**. Petrolina: Embrapa/SBCS, 1995. p. 51-71.
- SAMPAIO, E. V. S. B. et al. Residual N and P fertilizer effect and fertilizer recovery on intercropped and sole-cropped corn and bean in semiarid northeast Brazil. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, v.70, n.1, p.1-11, 2004.
- SILVA, A. B. et al. Mobilização do solo, erosão e produtividade de milho e feijão em um Regossolo no agreste pernambucano. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.34, n.2, p.299-307, 1999.
- SILVA, G. L. et al. Soil physical quality of Luvisol under agroforestry, natural vegetation and conventional crop management systems in the Brazilian semi-arid region. **Geoderma**, v. 167-168, p.61-70, 2011.
- SOUZA, H. A. et al. Uso fertilizante do subproduto da indústria processadora de goiabas II: estado nutricional e produção de goiabas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.36, n.3, p.725-730, 2014a.
- SOUZA, H. A. et al. Níveis críticos para atributos do solo pela distribuição normal reduzida em culturas anuais de subsistência. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.18, n.4, p.425-430, 2014b.
- TER BRAAK, C. J. F.; SMILAUER, P. **Canoco for Windows v. 4.5**. Wageningen, Netherlands: CPR-DLO, 2002.
- THOMAZINI, A. et al. Indicadores participativos de qualidade do cafeeiro conilon e do solo em sistema agroflorestral e convencional. **Bioscience Journal**, v.29, Suplemento 1, p.1469-1478, 2013.