

Definição de Indicadores de Sustentabilidade de Sistemas de Produção de Milho: Um Enfoque Regional

XXIV Congresso Nacional de Milho e Sorgo - 01 a 05 de setembro de 2002 - Florianópolis - SC

SANTANA, Derli P.; MATTOSO, Marcos J.; CRUZ, José C.

Pesquisadores, Embrapa Milho e Sorgo, Caixa postal 151, 35701-970 Sete Lagoas, MG - derli@cnpmis.embrapa.br

Palavras-chave: sustentabilidade, indicadores, qualidade do solo, sistema de produção, milho.

Introdução

Nos últimos anos tem crescido a preocupação com os altos custos da produção agrícola e com a degradação do meio ambiente, e, como isto afeta a sustentabilidade da agricultura. Isto é particularmente verdadeiro para o caso da região do cerrado, que cerca de trinta anos atrás, era considerada um ecossistema inadequado para a produção de grãos, devido a limitações ambientais. Contudo, um grande desenvolvimento agrícola vem acontecendo na região nas últimas décadas em decorrência de novas tecnologias, principalmente envolvendo melhoramento genético e manejo de solos. Apesar da grande contribuição dada pela região do cerrado à produção agrícola brasileira, tem crescido a preocupação com a sustentabilidade da agricultura neste ecossistema. O conceito de agricultura sustentável é bem conhecido nos segmentos de pesquisa, desenvolvimento, e produtivo, da agricultura de hoje, contudo, a noção de como medir a sustentabilidade de sistemas agrícolas é muito pouco entendida. Considerando este cenário, este trabalho propõe uma metodologia para medir e monitorar a sustentabilidade de sistemas de produção usando indicadores de qualidade do solo e indicadores de desempenho econômico.

Material e Métodos

A região de Rio Verde, no estado de Goiás, foi selecionada para o estudo, considerando aspectos de produção, rendimento, nível tecnológico e representatividade. A metodologia, utiliza o conceito de agroecossistemas para fornecer a estrutura teórica para fazer pesquisa e desenvolver sistemas mais eficientes e mais sustentáveis, além de examinar o impacto acumulativo das atividades agrícolas em escalas regionais e subregionais. A primeira etapa consiste em selecionar a zona agroecológica inserida no ecossistema definido, que no caso é o ecossistema cerrado. A zona agroecológica, ou ecozona, uma área de similaridade geral em qualidade e quantidade de recursos, é a unidade geográfica para coleta de dados, análise e planejamento. Neste caso, usando o "Delineamento Macroagroecológico do Brasil", selecionou-se a zona agroecológica número 61- Cerrado do Brasil Central. A zona selecionada é subdividida em regiões agroeconômicas através da integração espacial e temporal do dados socio-econômicos e biofísicos. Isto é feito utilizando informações gerais extraídas do censo agrícola oficial (IBGE) e dados setoriais de outras organizações (cooperativas, agências de extensão, bancos, vendedores, e outros). Envolve a caracterização macroeconômica da região, uma visão geral dos sistemas de produção agrícola predominantes e a indicação de limitações e potencialidades da

agricultura regional. Isto vai ajudar na seleção de áreas alvo, representativas dos principais sistemas da região. A região alvo selecionada, Rio Verde, foi objeto de detalhamento das informações, em articulação com o "Clube Amigos da Terra de Rio Verde – CAT Rio Verde".

A sustentabilidade de sistemas de produção, em nível de propriedade, foi avaliada utilizando um modelo simplificado, adaptado de Gomez et al.(1996). O modelo considera que o sistema é considerado sustentável se atende a dois requisitos: **conserva os recursos naturais e satisfaz as necessidades do produtor**. Embora não seja simples considerar todos os fatores capazes de influenciar esses dois requerimentos de sustentabilidade, é possível selecionar alguns fatores relevantes, levando-se em conta a facilidade de mensuração, possibilidade de estabelecimento de limites claramente definidos para separar sistemas sustentáveis de não sustentáveis e, finalmente, que sejam diretamente relacionados com esses requerimentos de sustentabilidade. Altos rendimentos, baixo requerimento de mão-de-obra, baixo custo dos insumos, alto lucro e estabilidade da renda são alguns atributos que provavelmente contribuem para a satisfação dos produtores. Conservação de recursos naturais, contudo, é usualmente associado com perda de solo, capacidade de retenção de água, balanço de nutrientes, conteúdo de matéria orgânica, cobertura do solo e diversidade biológica. Obviamente que muitos indicadores encontram-se fortemente correlacionados, não sendo necessário, portanto, a inclusão de todos eles.

Utilizando indicadores e definindo seus níveis críticos (limites estabelecidos de acordo com a média da situação na região), o modelo permite avaliar a sustentabilidade de sistemas de produção. O nível crítico é usado para estabelecer a fronteira entre valores sustentáveis e insustentáveis. Pela metodologia usada nesse trabalho, a base primária para estabelecimento do nível crítico é a média da região, ao invés do estabelecimento de valores absolutos para todas as situações. Sob esse princípio, sustentabilidade é definida por um determinado conjunto de requerimentos que são avaliados para diferentes propriedades, indiferentemente de especificidades localizadas. Assim, os resultados permitem comparações entre propriedades e facilitam a análise em relação à repetitividade e replicabilidade. Posteriormente, esses indicadores, já definidos seus níveis críticos, servirão de base para construção dos índices de sustentabilidade na região. Para se chegar a esse índice de sustentabilidade, inicialmente são calculados índices para cada indicador transformando suas medidas em unidades dos níveis críticos. A seguir, chega-se a duas categorias de índices: um para a satisfação dos produtores e outro para conservação de recursos naturais. Ambos são calculados como a média de seus respectivos indicadores. Essas duas médias têm que ser igual ou maior que a unidade para que o sistema seja considerado sustentável. Finalmente, computa-se a média desses dois índices. O índice final de sustentabilidade será, portanto, sempre igual ou maior que a unidade. Quanto maior o índice, maior a sustentabilidade.

Resultados e Discussão

Para a categoria relativa à **satisfação das necessidades do produtor**, os indicadores preliminarmente selecionados foram o rendimento em kg.ha⁻¹, lucro líquido em R\$.ha⁻¹ e coeficiente de variação dos preços de milho recebido pelos produtores. Nesta etapa do trabalho, foram considerados apenas o rendimento e lucro líquido. Essa opção é justificada pela flexibilidade de acomodação de indicadores adicionais, compatível com a metodologia proposta. Uma vez que os índices representam a média entre os indicadores, a adição de indicadores não complica o processo nem o

nível de comparabilidade entre os índices.

O estabelecimento dos níveis críticos, tanto para rendimento quanto para renda líquida, foi fundamentado em levantamentos realizados no município de Rio Verde. Inicialmente foi definido um padrão tecnológico para os produtores comerciais de milho, representativo do município, o qual retrata o sistema predominante entre os produtores que vêm se consolidando como empresários rurais bem sucedidos nessa atividade. Os resultados dos levantamentos mostraram produtividade de 6.600 kg.ha⁻¹ e renda líquida de R\$ 225,00.ha⁻¹, representando uma Taxa de Retorno sobre o custo total de 23%. O custo total de produção (custos fixos mais custos variáveis) ficou em R\$ 926,26.ha⁻¹, sendo o ponto de equilíbrio de 5.346 kg.ha⁻¹. Os níveis críticos foram, então, definidos, considerando uma produtividade 20% acima do nível de equilíbrio, ou seja, 6.400 kg.ha⁻¹, e uma renda líquida de R\$ 225,00.ha⁻¹.

Com relação à categoria **conservação dos recursos naturais**, os indicadores encontram-se intimamente relacionados com aspectos relacionados à qualidade do solo. Doran (1997) afirma que a melhor maneira de se avaliar a sustentabilidade de um sistema de produção é medir o seu impacto na qualidade do solo.

Utilizando os indicadores de qualidade do solo é possível identificar se o manejo atual está contribuindo para melhor ou para pior em termos de manejo sustentável e fazer uma identificação inicial do problema. Se variações espaciais e temporais da qualidade do solo mostram que as estratégias atuais de manejo levam a um manejo sustentável, não é necessário mudar para outra alternativa de manejo. Contudo, se degradação da qualidade do solo é evidenciada, é aconselhável passar por um processo de planejamento para implementar práticas alternativas de manejo que possam melhorar a qualidade do solo, sejam benéficas ao meio ambiente e sejam lucrativas (Santana e Bahia Filho,1998).

Para cada indicador é necessário estabelecer um limite para separar a condição sustentável da não sustentável. A menos que esse limite seja estabelecido para cada indicador, não será possível identificar uma situação de sustentabilidade de uma que não é. Para se estabelecer esses limites foram adotados como critérios de referência, as condições que maximizem a produção e conservam o meio ambiente. Como princípio básico para se estabelecer os níveis críticos dos indicadores relacionados à conservação dos recursos naturais, adotou-se a média da região, em vez de um valor absoluto para todas as situações. Isso parece ser razoável, uma vez que os fazendeiros normalmente julgam sua posição em relação à de seus vizinhos. Através de visitas, observações pessoais, análise de dados disponíveis e de discussões, foi possível uma seleção inicial de indicadores que sejam significativos e passíveis de quantificação para ajudar a fazer uma identificação do que está ocorrendo no sistema de manejo (Tabela 1).

Considerando o aspecto prático de medição, optou-se por um conjunto mínimo de indicadores para ser usado como um **guia para avaliação da sustentabilidade de sistemas de produção**. O conjunto mínimo deve contemplar os aspectos de satisfação do agricultor e preservação ambiental. Para o primeiro grupo, aqueles relacionados à satisfação do produtor, foram selecionados: rendimento da lavoura e lucro. Para o grupo de preservação ambiental, foram definidos os seguintes indicadores: teor de matéria orgânica no solo, percentagem de cobertura do solo durante o início do período chuvoso e compactação. A tabela 2 mostra esse conjunto mínimo de indicadores e seus respectivos limites de sustentabilidade.

Conclusões

Para praticar uma agricultura sustentável se requer uma visão de sistema, interpretando sistema em seu sentido mais amplo. O enfoque sistêmico permite ver mais claramente as consequências que as práticas tem sobre o meio ambiente e as comunidades humanas. O enfoque sistêmico nos dá as ferramentas necessárias para explorar as interações entre a agricultura e outras atividades antrópicas, e entre a agricultura e o ecossistema natural.

Deve-se enfatizar que a agricultura sustentável é um processo, uma maneira de pensar, e não uma técnica. Muitas tecnologias contribuem para criar uma agricultura mais sustentável, e as técnicas empregadas podem variar com as condições ambientais e sócioeconômicas, com o tipo de exploração e também com o tempo.

Tabela 1 – Conjunto de indicadores relacionados à "preservação ambiental" para avaliar a sustentabilidade dos solos sistemas de produção, da região de Rio Verde, Goiás.

Indicador	O que medir	Descrição e limites
Atividade biológica	Evolução de CO ₂ Biodiversidade Atividade enzimática	> média solos representativos > média solos representativos > média solos representativos
Matéria Orgânica	Cor da camada superficial Carbono orgânico (C%)	Preta, ou marrom escura > 1%
Acidez	pH	5.6 a 6.5
Toxidez de alumínio	Sistema radicular Saturação de Al	Raízes rasas, ângulos acentuados, desenvolvimento limitado < 20%
Fósforo	P extraído (mg/Kg – Mehlich 1)	> 10 solo argiloso > 20 solo de textura média > 30 solo de textura arenosa
Balanço de nutrientes	Aspectos da cultura (cor, vigor) Rendimento Saturação de bases (V%- pH 7) Equilíbrio de bases (% CEC): Saturação de Ca Saturação de Mg Saturação de K	Verde escura, saudável > média regional 40 to 60% 60% 15% 5%
Compactação	Enxurrada Sistema radicular Teste de infiltração Densidade global Teste de penetração com um pedaço de cobre	Água penetra lentamente, enxurrada ou água empoçada após chuva forte Raízes rasas, ângulos acentuados, desenvolvimento limitado > média solos representativos < média solos representativos não penetra, camada adensada (pan) ou pé de grade
Erosão	Perda de solo Espessura do horizonte A Medição local de perda de solo	Sinais de erosão laminar ou sulcos > média solos representativos < média solos representativos
Cobertura da superfície do solo	% cobertura permanente na superfície do solo no início da estação das chuvas	> 80%

	Teste de penetração com um pedaço de cobre	não penetra, camada adensada (pan) ou pé de grade
Erosão	Perda de solo Espessura do horizonte A Medição local de perda de solo	Sinais de erosão laminar ou sulcos > média solos representativos < média solos representativos
Cobertura da superfície do solo	% cobertura permanente na superfície do solo no início da estação das chuvas	> 80%

Tabela 2 – Conjunto mínimo de indicadores para avaliar a sustentabilidade dos sistemas de produção, da região de Rio Verde, Goiás.

Indicador	O que medir	Limites
Rendimento	20% acima do ponto de equilíbrio	> 6.400 kg/ha
Lucro	Média dos produtores representativos	> R\$ 250,00/ha
Matéria Orgânica	Carbono orgânico (C%)	> 1%
Compactação	Teste de infiltração Densidade global	> média solos representativos < média solos representativos
Cobertura da superfície do solo	% cobertura permanente na superfície do solo no início da estação das chuvas	> 80%

Referências Bibliográficas :

- Doran, J.W. and Parkin, T.B. 1996. Quantitative Indicators of Soil Quality: A Minimum Data Set. In: J.W. Doran and A.J.Jones (eds.) Methods for Assessing Soil Quality. SSSA Special Publication Number 49, WI.p25-37.
- Embrapa. 1992. Delineamento Macroagroecológico do Brasil. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos, Rio de Janeiro, Brasil.
- Gomez,A.A., Kelly,D.E.S., Syers,J.K. & Coughlan,K.J. Measuring sustainability of agricultural systems at the farm level. In: Doran,J.W. & Jones,A.J.,ed. Methods for assessing soil quality. Soil Sci. Soc. Am. Spec. Publ.#49. Madison, SSSA,1996.p.401-410.
- Monke, E.A .; Pearson, S.R. The policy analysis matrix for agricultural development. Cornell University Press, 1989, 279p.
- Resende, M.; Santana, D.P.; Bahia Filho, A .F. C. & Sans, L.M.A. 1995. Análise do meio físico para avaliação das limitações ambientais. In: Anais do Simpósio Internacional sobre Estresse Ambiental: O Milho em Perspectiva. EMBRAPA-CNPMS, CIMMYT/UNDP, Sete Lagoas, MG, Brasil, p.49-95.
- Santana,D.P. & Bahia Filho,A.F.C. Soil quality and agricultural sustainability in the Brazilian cerrado. In: World Congress of Soil Science, 16th, Montpellier, International Society of Soil Science (trabalho apresentado no Symposium n.37), 1998.
- Santana,D.P.; Monteiro, J. A .; Garcia, J.C.; Cruz,J.C.; Bahia,F.G.F. T.C.;

Sans,L.M.A . & Pereira Filho,I.A . Caracterização de sistemas de produção por zonas agroecológicas: a experiência do Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo. Cadernos de Ciência & Tecnologia, Brasília, v.13,nº1, p67-91. 1996.

XXIV Congresso Nacional de Milho e Sorgo - 01 a 05 de setembro de 2002 - Florianópolis - SC
