

IMPORTÂNCIA, TENDÊNCIA E PERSPECTIVAS AMBIENTAIS DA PRODUÇÃO ORGÂNICA DE HORTALIÇAS

Dr. Jacimar Luis de Souza
Pesquisador em Agroecologia - INCAPER

INTRODUÇÃO

Em termos globais, é inegável que a agricultura convencional tenha proporcionado aumentos significativos de produtividade, dobrando a produção de alimentos entre 1950 e 1984. No entanto, a partir de 1985, passou-se a observar uma diminuição da produtividade da agricultura mundial vinculada aos problemas associados à aplicação dessa tecnologia (EHLERS, 1996). Com o objetivo de maximizar a produção e o lucro, suas práticas ignoram a dinâmica ecológica dos agroecossistemas, levando a uma situação de insustentabilidade, posto que deteriora as condições que possibilitam a produção de alimentos para a crescente população mundial (GLIESSMAN, 2000).

Quanto ao foco deste trabalho, centrado na produção orgânica de hortaliças, deve-se entender esta atividade como seguidora dos princípios e regulamentos gerais da agricultura orgânica de base ecológica, onde um conjunto de atributos devem ser atendidos para o pleno exercício da atividade, especialmente em respeito aos aspectos ambientais e de saúde humana.

Enquanto na produção convencional é dada ênfase à sustentabilidade econômica, alcançada através da adição constante de insumos dos mais variados tipos ao sistema produtivo, na produção orgânica a sustentabilidade é enfocada de modo integrado às dimensões sociais, econômicas e ambientais. Assim, suas práticas partem de uma concepção que considera o contexto sócio-econômico e cultural das pessoas envolvidas na produção, além do respeito ao direito da população de consumir alimentos saudáveis.

Na sua dimensão ambiental, a sustentabilidade da agricultura orgânica está relacionada com sua fundamentação em princípios ecológicos, tais como utilização de espécies e variedades adaptadas à zona agroecológica, conservação da biodiversidade, recuperação e manutenção da fertilidade do solo mediante processos biológicos, manejo natural, biológico e cultural de pragas, doenças e plantas invasoras. Comparativamente ao método convencional, os métodos alternativos de produção são considerados ambientalmente mais

sustentáveis pelo fato de otimizarem o uso dos recursos produtivos locais, serem menos dependentes de insumos externos e minimizarem o uso de fontes de energia não renováveis.

A conversão do manejo da produção agrícola convencional à orgânica, apesar de iniciar-se pela eliminação total do uso de insumos químicos sintéticos, não trata da simples substituição destes insumos por outros de origem biológica. Parte da identificação de uma cadeia de relações entre as diferentes atividades desenvolvidas no agroecossistema visando alcançar a sustentabilidade. Assim, a definição dos processos de produção é feita através de um enfoque sistêmico, onde os subprodutos de uma atividade são aproveitados em outra, procurando fechar o ciclo de nutrientes, otimizar o fluxo energético e promover o equilíbrio entre as diversas espécies que habitam o ambiente.

As perspectivas ambientais e sociais da aplicação da agricultura orgânica estão delineadas a seguir, contendo um relato dos princípios e a funcionalidade de cada uma, além da descrição das respectivas repercussões observadas.

01. Perspectiva da paisagem

O equilíbrio biológico das propriedades, bem como o equilíbrio ambiental e o equilíbrio econômico de grandes regiões, não podem ser mantidos com as monoculturas. A integração de atividades e a diversificação de culturas são os pontos-chave para a manutenção da fertilidade dos sistemas, para o controle de pragas e doenças e para a estabilidade econômica. Nesse aspecto, choca-se frontalmente com a idéia de especialização agrícola, freqüentemente levada ao extremo nas monoculturas regionais (**Figura 1**). Historicamente, as monoculturas regionais apenas se têm viabilizado com doses crescentes de agroquímicos ou com a incorporação de novas terras em substituição àquelas já exauridas (KHATOUNIAN, 2001).

A implantação de projetos de produção agrícola, que desde a fase de planejamento estabeleça critérios para a manutenção de parte da paisagem natural, preferencialmente na forma de corredores de refúgio ou de corredores ecológicos, é uma das formas de iniciar corretamente a produção de alimentos em harmonia com o meio ambiente (**Figura 1**).



Figura 1: Paisagem homogênea de monocultura (acima, à esquerda), paisagem diversificada de hortaliças (acima, à direita) e áreas agrícolas implantadas preservando corredores ecológicos.

Repercussões:

- Preservação da biodiversidade, da fauna e da flora
 - Manutenção do regime hídrico
 - Uso sustentável da terra
 - Aumento do estoque de carbono nos ecossistemas
-

02. Perspectiva da diversificação do agroecossistema

A diversificação temporal e espacial das culturas é um elemento chave, considerado no desenho de sistemas orgânicos, pois possibilita a combinação de espécies de maneira a otimizar o uso de nutrientes, água e luminosidade e, ao mesmo tempo, aproveitar as interações benéficas proporcionadas pelo sinergismo entre as espécies, que atuam dificultando o acesso de pragas às áreas cultivadas e rompendo o ciclo reprodutivo de patógenos.

Conforme nos relata Stephen Gliessman, em seu livro “Agroecologia – processos ecológicos em Agricultura Sustentável”, a monocultura é uma excrescência natural de uma abordagem industrial da agricultura e suas técnicas casam-se bem com a agricultura de base

agroquímica, tendendo a favorecer o cultivo intensivo do solo, a aplicação de fertilizantes inorgânicos, a irrigação, o controle químico de pragas e as variedades ‘especializadas’ de plantas com estreita base genética que as tornam extremamente suscetíveis em termos fitossanitários. A relação com os agrotóxicos é particularmente forte; vastos cultivos da mesma planta são mais suscetíveis a ataques devastadores de pragas específicas e requerem proteção química.

Sistemas de produção diversificados são mais estáveis porque dificultam a multiplicação excessiva de determinada praga e doença e permitem que haja um melhor equilíbrio ecológico no sistema de produção, através da multiplicação de inimigos naturais e outros organismos benéficos (**Figura 2**). As experiências do sistema orgânico experimental do INCAPER têm demonstrado a ocorrência de controle natural de diversas pragas, proporcionado pelo equilíbrio ecológico na unidade produtiva.



Figura 2: Sistema orgânico de produção diversificado com culturas anuais e perenes em Boa Vista / RR (à esquerda) e área experimental diversificada, do INCAPER, em Domingos Martins / ES (à direita).

Repercussões:

- Maior estabilidade ecológica: preservação de fauna e flora
 - Redução de problemas fitossanitários
 - Maior estabilidade e segurança da produção
 - Aumento do estoque de carbono no agroecossistema
-

03. Perspectiva da conservação e uso do solo

O freqüente preparo do solo por métodos intensivos e a ausência de cobertura vegetal, tem provocado grandes perdas de solo e água, depauperando tais recursos e poluindo cursos d'água. Os adubos de alta solubilidade, além de provocarem desequilíbrios nutricionais nas

plantas e acidificação do solo, alcançam o lençol freático provocando sua contaminação ou são transportados para cursos d'água, causando sua eutrofização.

Práticas conservacionistas de manejo de solo (não realização de queimadas, plantio em nível, implantação de cordões de contorno, etc), aplicação de sistemas de plantio direto, uso de plantas de cobertura, entre outras, são atitudes necessárias para o alcance do manejo ecológico de solo (**Figura 3**).



Figura 3: Plantio de hortaliças em nível (à esquerda) e prática de plantio direto de hortaliça sobre palhada de milho (à direita).

Repercussões:

- Menor erosão e maior infiltração de água no solo
 - Manutenção ou aumento do estoque de carbono nos solos
 - Manutenção da fertilidade do solo
 - Favorecimento e preservação da atividade biológica no sistema
-

04. Perspectiva da conservação e uso da água

A erosão gera perdas anuais correspondentes a 15,2 milhões de toneladas de calcário dolomítico (23% de CaO), valorados em R\$ 563 milhões; 879 mil toneladas de superfosfato triplo, que valem R\$ 483 milhões; e 3 milhões de toneladas de cloreto de potássio, valorados em R\$ 1,7 bilhão. A reposição das perdas de N e S totalizam 5,3 milhões de toneladas de uréia, ou R\$ 2,77 bilhões, e 995 mil toneladas de sulfato de amônio, custando R\$ 394 milhões. Somando-se a esses valores R\$ 2,06 bilhões, custo do adubo orgânico necessário à reposição da matéria orgânica ao solo, estima-se que a erosão hídrica gere um prejuízo total relativo às perdas de fertilizante, calcário e adubo orgânico da ordem de R\$ 7,9 bilhões por ano. Considerando o efeito da erosão na depreciação da terra, no custo do tratamento de água para consumo humano, no custo de manutenção de estradas e de reposição de

reservatórios, decorrente da perda anual da capacidade de armazenamento hídrico, a erosão causaria prejuízo de R\$ 13,3 bilhões por ano (GEO-Brasil, 2002).

Na agricultura orgânica, práticas conservacionistas de solo e água, como manutenção de vegetação nas bordas de estradas e carregadores, implantação de sistema de caixa seca, preservação de matas ciliares e nascentes, faixas de proteção de cursos d'água e lagoas, entre outras, são atitudes necessárias pelas exigências ambientais legais e pelas normatizações da agricultura orgânica brasileira (**Figura 4**).



Figura 4: Erosão em estrada vicinal (à esquerda) e sistema de caixas secas para retenção de águas de chuva (à direita).

Repercussões:

- Uso racional e manutenção da disponibilidade de água
 - Preservação da qualidade da água (química e biológica)
 - Diminuição da perda de solo e melhoria na fertilidade do sistema
 - Diminuição dos assoreamentos nos rios
-

05. Perspectiva da eliminação dos agrotóxicos

A aplicação de agrotóxicos, muitas vezes calendarizada e como resposta a exigências, em sua maioria cosméticas, gera efeitos negativos em vários âmbitos. Provoca o desenvolvimento de resistência nos organismos-alvo das aplicações, explosões de pragas secundárias, ressurgimento de populações de pragas e mortalidade de agentes de controle biológico natural (ALTIERI, 2002). A atuação destes fatores, em forma isolada ou em conjunto, contribui para o aumento da magnitude dos problemas fitossanitários dentro do próprio sistema de produção. Além disso, muitos dos agrotóxicos de uso generalizado são classificados como alta ou extremamente tóxicos para a saúde humana, podendo provocar,

a médio e longo prazos, patologias do sistema nervoso, rins, fígado, pulmões e pele, como também câncer, malformações congênitas, abortos, esterilidade, alterações do sistema endócrino e deficiências imunológicas. Alguns apresentam ainda problemas de alta persistência no ambiente, bioacumulação ou toxicidade para organismos aquáticos, abelhas e fauna silvestre e doméstica (TRIVELATO & WESSELING, 1992).

Pelo fato de não utilizar métodos químicos de controle de pragas, a agricultura orgânica depende fortemente de medidas preventivas, orientadas a reconstituir ou conservar o equilíbrio ecológico dos agroecossistemas. A presença de agentes de controle biológico natural de pragas está associada à existência de uma alta biodiversidade dentro e próximo das áreas de culturas, onde esses organismos encontram sítios para sobrevivência e reprodução (**Figura 5**). Essa biodiversidade pode constituir-se tanto de plantas espontâneas manejadas em faixas dentro das áreas de cultivo ou nas bordaduras, quanto de reservas arbóreas com alta diversificação de espécies, árvores e arbustos plantados nos limites da propriedade, em barreiras quebra-ventos, como bordaduras das áreas cultivadas, entre outras opções.

Nos casos em que as medidas preventivas não sejam suficientes para evitar danos de altas proporções devido à pragas e doenças, há uma série de métodos aos que se podem recorrer. Dentre estes, encontram-se o controle mecânico, físico e vegetativo, que implicam pouco impacto ao ambiente e aos seres humanos. Conta-se também com a utilização de preparados de elaboração caseira, baseados em princípios biológicos, ou das caldas bordalesa, viçosa e sulfocálcica. No entanto, não é recomendável a utilização periódica desses preparados, posto que podem indicar justamente que o equilíbrio ecológico do sistema não foi alcançado (COSTA & CAMPANHOLA, 1997).



Figura 5: Agentes de controle biológico natural: Aracnídeo predando pulgão (à esquerda) e joaninha (à direita).

Repercussões:

- Não poluição do ar, solo e água e preservação de predadores
 - Não contaminação e melhor saúde do agricultor
 - Produção de alimentos saudáveis, melhorando a saúde do consumidor, reduzindo gastos com saúde pública
 - Menores custos e maiores rentabilidades
-

06. Perspectiva da ciclagem da matéria orgânica

A matéria orgânica aporta nutrientes e energia para os organismos do solo (fauna e microrganismos), cuja atividade contribui para o melhoramento de características físicas, químicas e biológicas do solo, que são responsáveis pela nutrição equilibrada das plantas. A nutrição das culturas se baseia em processos biológicos que visam, em primeiro lugar, a construção de um solo fértil. A integração do componente animal com o vegetal permite reciclar vários nutrientes dentro do sistema, a partir do aproveitamento dos resíduos orgânicos na elaboração do composto. O uso de coberturas vivas e mortas do solo é uma prática recomendada para evitar a exposição do solo aos impactos da chuva, do sol e dos ventos e, ao mesmo tempo, para diminuir alterações de umidade e temperatura que favorecem tanto os cultivos quanto a fauna e os microrganismos do solo.

A adubação verde, com o plantio de espécies leguminosas fixadoras de nitrogênio e gramíneas estruturadoras de solo, a rotação e a consorciação de culturas, também são estratégias importantes na agricultura orgânica, que juntamente com o uso de composto e de coberturas do solo proporcionam uma adição constante de matéria orgânica ao solo. Verifique a ilustração de algumas estratégias na **Figura 6**.



Figura 6: Estratégias de ciclagem de matéria orgânica: produção local e uso direto de esterco (acima, à esquerda); sistema de compostagem para produção de adubo orgânico de alta qualidade (acima, à direita); Emprego da adubação verde (abaixo, à esquerda) e aplicação de adubo orgânico no campo (abaixo, à direita).

Repercussões:

- Ciclagem de nutrientes, fixação de carbono e redução de emissões
 - Maior retenção de água no sistema, diminuindo estresses hídricos nos plantios
 - Manutenção e ativação biológica no solo
 - Não contaminação de recursos hídricos com nitratos e outros compostos
 - Reaproveitamento de resíduos internos com maior independência e autossuficiência da propriedade
 - Substituição de adubos sintéticos, reduzindo a degradação do solo e a contaminação de águas
 - Aumento da biodiversidade no sistema e redução da erosão
 - Diminuição no uso de máquinas, reduzindo compactação e aumentando a eficiência energética
-

07. Perspectiva do uso, resgate e preservação de variedades adaptadas

O desenvolvimento de cultivares com as características cosméticas requeridas pelo mercado global e de alta resposta aos demais componentes do pacote tecnológico tem levado à perda da base genética que representa o sustento alimentar de muitas populações, principalmente dos países mais pobres. E os efeitos negativos tendem a se ampliar com a aplicação da biotecnologia, principalmente com a liberação no mercado de cultivares tolerantes a herbicidas ou resistentes a insetos, sem que se tenham realizado estudos para conhecer suas conseqüências na saúde humana, nos recursos produtivos e no ambiente em geral.

Na agricultura orgânica, a escolha e a preservação de espécies adaptadas às condições agroecológicas locais é de fundamental importância, pois sua sanidade será maior quanto mais próximo os seres vivos estiverem de seu habitat de origem. A seleção de variedades e cultivares devem basear-se em características de resistência e tolerância às doenças e pragas de maior importância, assim como aos mais prováveis estresses na região (COSTA & CAMPANHOLA, 1997). É recomendável que o agricultor multiplique sua própria semente, a partir de seleção feita ano após ano, a partir de critérios de adaptabilidade da espécie, produtividade, qualidade de produto e sua aceitação no mercado (**Figura 7**).

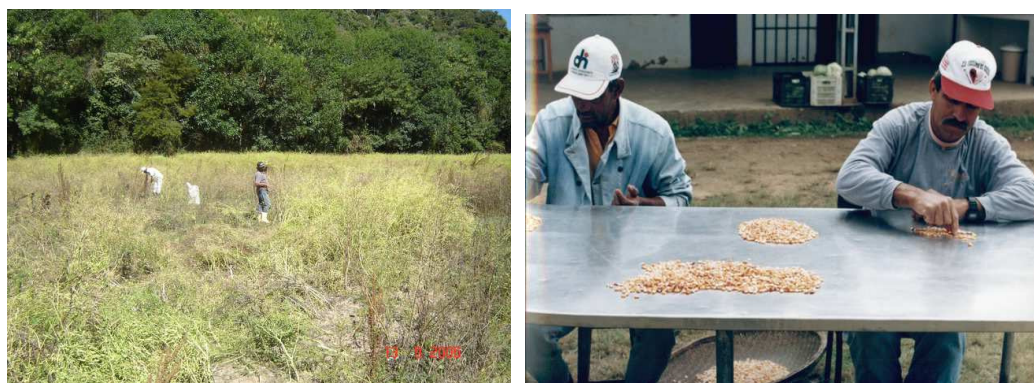


Figura 7: Coleta de sementes de nabo forrageiro para o plantio do ano seguinte (adubo verde descompactador de solo) na área do INCAPER (acima, à esquerda) e seleção de sementes da variedade de milho EMCAPA-201, multiplicada no sistema orgânico do INCAPER há 18 anos (acima, à direita).

Repercussões:

- Conservação da biodiversidade genética
 - Maior independência e menor custo de produção
 - Redução de problemas fitossanitários
-

08. Perspectiva do manejo, consórcios e policultivos

O consórcio (2 espécies) e o policultivo (3 ou mais espécies) de plantas se apresentam como métodos bastante adequados à prática da agricultura orgânica, com inúmeras vantagens no aspecto ambiental, produtivo e econômico. A consorciação de culturas busca uma maior produção por área, pela combinação de plantas que irão utilizar melhor o espaço, nutrientes e luz solar, além dos benefícios que uma planta traz para a outra no controle de ervas daninhas, pragas e doenças (**Figura 8**). Todas estas questões técnicas estão aliadas a uma maior estabilidade na oferta de produtos e segurança no processo produtivo.

Em regiões com ocorrência de ventos fortes e constantes, recomenda-se a implantação de quebra-ventos, os quais auxiliam na construção da paisagem, na composição de consórcios, na fixação biológica por leguminosas arbóreas, na construção de microclimas apropriados e na obtenção de vários outros benefícios advindos do seu uso. Estes não devem ser muito compactos, de forma a permitir a passagem de parte do vento entre as árvores, para uma adequada aeração do campo. Os quebra-ventos previnem não somente contra danos causados por ventos fortes, mas também criam microclimas favoráveis ao desenvolvimento das plantas. Evitam que ventos fortes passem rente ao chão ou entre as plantações, carreando a umidade do solo e das plantas, aumentando a evapotranspiração das culturas. Os quebra-ventos também servem de abrigo para pássaros e outros organismos benéficos, que auxiliam no controle de pragas e doenças que atacam diversas plantas (**Figura 8**).

Em sistemas orgânicos de produção, a vegetação local, muito importante para o equilíbrio ecológico dos insetos, deve ser manejada adequadamente, pois também podem provocar perdas muito grandes de rendimento comercial em várias culturas. Recomendam-se práticas de manejo da vegetação espontânea, que permitam o convívio com as ervas, sem danos econômicos, tais como: roçadas seletivas (**Figura 8**); capinas em faixas, deixando-se uma estreita faixa de vegetação apenas nas entrelinhas do plantio em culturas anuais; coroamento de plantas até a projeção da copa em culturas perenes, entre outras.



Figura 8: Consórcio em culturas perenes – maracujá x mamão (acima, à esquerda); consórcio entre culturas anuais – cebolinha x salsa (acima, à direita); sombreamento e quebra-vento com açai em horticultura (abaixo, à esquerda) e roçada de ervas espontâneas entre canteiros (abaixo, à direita).

Repercussões:

- Aumento da biodiversidade e estabilidade ecológica
 - Maior proteção e conservação do solo
 - Estabilidade da oferta e maior rentabilidade por área
 - Sombreamento parcial, menor evapotranspiração e economia de água
-

09. Perspectiva da eficiência energética

A tecnologia agrícola convencional está embasada no preparo intensivo do solo, na utilização de adubos minerais de alta solubilidade, agrotóxicos para o controle de pragas, doenças e ervas e em cultivares de alta resposta a fertilizantes e agrotóxicos químicos sintéticos. Assim, esse modelo de agricultura compõe-se de um pacote tecnológico fortemente dependente de insumos industrializados, cuja produção e aplicação demandam um alto consumo energético e geram impactos negativos no ser humano, no meio ambiente e no entorno social (EHLERS, 1996; GLIESSMAN, 2000). Portanto, a utilização de recursos produtivos de alto custo energético, tais como adubos nitrogenados, agrotóxicos e maquinário, leva à queda da eficiência energética do processo produtivo, mesmo que

acompanhada de aumentos de produtividade física. Ainda que se fale em sustentabilidade da agricultura convencional, trata-se somente da dimensão econômica, sem esforços pela integração de aspectos sociais, culturais e ambientais.

A implementação da agricultura orgânica reverte a matriz energética, da dependência prioritária de energia fóssil não renovável, para uma dependência principalmente baseada em recursos naturais renováveis, especialmente em biomassa e esterco.

O uso mais sustentável da energia na agricultura depende da expansão do emprego de fontes de energia cultural biológica, tais como palhadas (biomassa), resíduos agroindustriais, esterco animal, entre outras, as quais são largamente utilizadas na agricultura orgânica. Os insumos biológicos não somente são renováveis, mas também tem a vantagem de: a) estarem localmente disponíveis; b) poderem ser controlados pela população local e; c) contribuir para minimizar a poluição dos agroecossistemas (GLIESSMAN, 2000). Estas propostas são comprovadas em muitos estudos que comparam sistemas orgânicos com sistemas convencionais de produção, em várias partes do mundo (MANSVELT et al., 1998; WALDON et al., 1998; REGANOLD et al., 2001; POUDEL et al., 2002), indicando maior aproveitamento da energia e maior taxa de conversão energética dos sistemas orgânicos de produção, tanto de hortaliças como de frutas e grãos.

É importante destacar que a prática da agricultura orgânica pode realizar-se sem consideração aos princípios básicos aqui expostos, porém com altos custos energéticos que, em alguns casos, pode inviabilizar economicamente o sistema de produção. É preciso ter presente que a produção orgânica de alimentos *'em si'* não implica sustentabilidade. Análises de sustentabilidade na agricultura devem tomar por base a eficiência energética dos processos, pois sistemas de produção que sejam tecnicamente eficazes, ecologicamente corretos, economicamente viáveis e socialmente justos, tornam-se insustentáveis se não forem energeticamente eficientes.

Os dados da **Figura 9**, relatados por Souza (2006), mostram os balanços energéticos de 10 espécies de hortaliças, comparando dois sistemas de produção (orgânico e convencional). Foi comprovada maior eficiência energética em favor do cultivo orgânico para Abóbora, Alho, Cenoura, Repolho e Tomate. Nas demais culturas, os sistemas se equivaleram em eficiência.

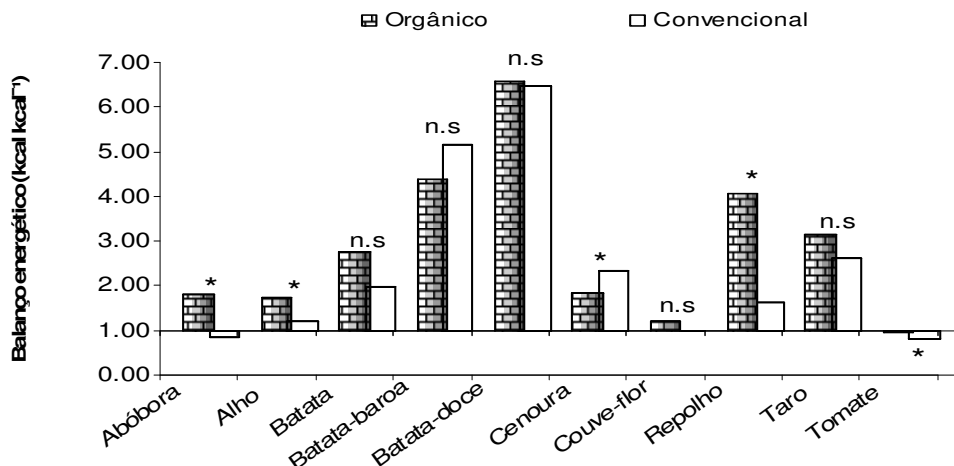


Figura 9: Médias dos balanços energéticos das 10 culturas nos sistemas orgânico e convencional de produção. Domingos Martins, 2006. (n.s) = não significativo e (*) = significativo, a 5% de probabilidade pelo teste t.

Sustentabilidade energética na produção orgânica

A definição de agricultura sustentável é muito variável, englobando conceitos que se contentam com simples ajustes no atual padrão produtivo, até aqueles que o definem com objetivo de longo prazo, vislumbrando inclusive mudanças estruturais, não só na produção, mas também em toda sociedade. Por este motivo, a abordagem de sustentabilidade energética discutida neste trabalho está baseada no atendimento dos índices mínimos estabelecidos nos dois aspectos adiante.

Primeiro: No sistema de produção deve haver saldo de energia igual ou superior aos seus próprios gastos (entradas), com balanço energético igual ou superior a 1,00.

Segundo: A produção de energia por unidade de área deve ser igual ou superior a 58.064 kcal ha⁻¹ por dia. Este índice foi proposto por Ferraro Júnior (1999) baseando-se na necessidade *per capita* de 3.000 kcal dia⁻¹; na *demand mínima* de energia para atender à subsistência de 6 bilhões de pessoas (18 x 10¹² kcal dia⁻¹) e na área cultivada no mundo (0,31 x 10⁹ ha - área levantada pela FAO em 1996, que apresenta improvável alteração com os anos devido à compensação entre inserção de novas áreas e processos de degradação de outras já cultivadas). Vale registrar que esse índice se eleva para 290.322 kcal por ha dia⁻¹ se considerarmos *nível médio* de demanda energética (90 x 10¹² kcal).

No *primeiro* aspecto, Souza (2006) observou padrão bastante variável nas culturas estudadas, quanto ao balanço energético, nos dois sistemas de produção. No sistema orgânico, verificaram-se valores variando de 0,97 da cultura do tomate até 6,58 da cultura da batata-doce. No sistema convencional, verificaram-se valores variando de 0,83 da cultura

do tomate até 6,45 da cultura da batata-doce. Entretanto, pode-se considerar que todos os cultivos foram sustentáveis em termos de transformação de energia, à exceção da abóbora e do tomate no sistema convencional (**Tabela 1**).

Tabela 1: Produtividade e balanço energético alcançados, e produtividade mínima para balanço energético igual a 1,00. Domingos Martins, 2006.

Culturas	Sistemas	Produtividade média alcançada (kg ha ⁻¹)	Balanço energético alcançado (kcal kcal ⁻¹)	Produtividade mínima para balanço de 1,00 (kg ha ⁻¹)
Abóbora (<i>Cucurbita moschata</i>)	Orgânico	7.326	1,81	4.048
	Convencional	8.500	0,85	10.000
Alho (<i>Allium sativum</i>)	Orgânico	6.102	1,72	3.548
	Convencional	6.350	1,20	5.292
Batata (<i>Solanum tuberosum</i>)	Orgânico	19.451	2,74	7.099
	Convencional	25.000	1,98	12.626
Batata-baroa (<i>Arracacia xanthorrhiza</i>)	Orgânico	15.355	4,38	3.506
	Convencional	15.000	5,17	2.901
Batata-doce (<i>Ipomoeas batata</i>)	Orgânico	21.630	6,58	3.287
	Convencional	18.000	6,45	2.791
Cenoura (<i>Daucus carota</i>)	Orgânico	23.535	1,85	12.722
	Convencional	28.000	2,32	12.069
Couve-flor (<i>Brassica oleracea var. botrytis</i>)	Orgânico	13.686	1,19	11.501
	Convencional	15.000	1,00	15.000
Repolho (<i>Brassica oleracea var. capitata</i>)	Orgânico	55.320	4,07	13.592
	Convencional	47.102	1,62	29.075
Taro (<i>Colocasia esculenta</i>)	Orgânico	23.805	3,14	7.581
	Convencional	20.000	2,63	7.605
Tomate (<i>Lycopersicon esculentum</i>)	Orgânico	34.545	0,97	35.613
	Convencional	55.000	0,83	66.265
MÉDIA ORGÂNICO		22.075	2,78	10.250
MÉDIA CONVENCIONAL		23.795	1,93	16.362

Ainda na **Tabela 1**, constata-se os níveis de produtividade necessários de modo que os balanços energéticos sejam iguais a 1,00. Nota-se que, com produtividades relativamente baixas, como por exemplo de 12.722 kg ha⁻¹ para a cenoura e de 13.592 kg ha⁻¹ para o repolho, os cultivos orgânicos alcançam sustentabilidade energética. Exceto nos cultivos

convencionais de batata-baroa, batata-doce, cenoura e taro, todas os demais necessitaram rendimentos maiores que aqueles do cultivo orgânico para alcançarem a sustentabilidade. Isto se deve aos níveis elevados de aportes de energia no sistema convencional, pelo emprego de insumos industrializados com alto custo energético.

No *segundo* aspecto, as produções orgânicas individuais de todas as culturas podem ser consideradas sustentáveis, pois produziram quantidades similares ou superiores a 58.064 kcal por ha dia⁻¹, exceto a cultura da abóbora, que produziu apenas 26.639 kcal. A cultura mais eficiente foi a batata, com produção de 157.414 kcal por ha dia⁻¹. O cultivo orgânico de batata-doce, repolho e cenoura também se destacaram com bom nível de produção de energia por área. A média do sistema orgânico foi de 80.421 kcal por ha dia⁻¹, também considerada sustentável em nível de subsistência. (**Tabela 2**).

Tabela 2: Produção total e diária de energia no cultivo orgânico de 10 culturas olerícolas. Domingos Martins, 2006.

Culturas (ciclo) ¹	Sistema orgânico	
	Produção total de energia por ha por ciclo (kcal)	Produção de energia por ha por dia (kcal)
Abóbora (110 dias)	2.930.333	26.639
Alho (145 dias)	8.176.967	56.393
Batata (97 dias)	15.269.133	157.414
Batata-baroa (324 dias)	19.204.167	59.272
Batata-doce (228 dias)	27.145.119	119.057
Cenoura (111 dias)	11.767.471	106.013
Couve-flor (113 dias)	4.105.775	36.334
Repolho (120 dias)	13.829.967	115.250
Taro (291 dias)	15.901.851	54.646
Tomate (118 dias)	8.636.333	73.189
MÉDIA	12.696.712	80.421

¹ Ciclo médio de cada cultura no sistema orgânico, no período de 1991 a 2000 (SOUZA, 2006).

Repercussões:

- Menores gastos de energia e maior balanço energético
- Maior independência de energia de origem fóssil ou industrial
- Maior uso de energia renovável, de fontes biológicas
- Redução de poluentes, como plásticos, compostos químicos, efluentes biológicos, etc

10. Perspectiva das emissões, aquecimento global e camada de ozônio

O solo é considerado o principal reservatório temporário de carbono em um ecossistema. Entretanto, o carbono é um componente dinâmico e sensível ao manejo realizado no solo. Seu conteúdo encontra-se estável sob condições de vegetação natural, porém com a quebra do equilíbrio pelo cultivo do solo em preparo convencional, geralmente ocorre redução no seu teor, resultado das novas taxas de adição e de perda (Dalal & Mayer, 1986, citados por DELLAMEA et al., 2002). Segundo Cerri & Cerri (2007) o solo se constitui num compartimento chave no processo de emissão e seqüestro de carbono, pois em termos globais, há duas a três vezes mais carbono nos solos em relação ao estocado na vegetação e duas vezes mais em comparação à atmosfera. Assim, manejos inadequados do solo podem assumir um papel desastroso, pois podem mineralizar a matéria orgânica e emitir grandes quantidades de GEE para a atmosfera. Isto demonstra o grau de importância que manejos ecológicos de solos representam para o planeta atualmente.

Segundo Capra (2002), a agricultura orgânica preserva e mantém os grandes ciclos ecológicos, integrando seus processos biológicos aos processos de produção de alimentos. Quando o solo é cultivado organicamente, o seu conteúdo de carbono aumenta, e assim a agricultura orgânica contribui para a redução do aquecimento do planeta. Este autor relata ainda que, Hawken et al. (1999) descreveram uma importante afirmação do físico Amory Lovins, que diz: *“o aumento do conteúdo de carbono dos solos esgotados do mundo inteiro, num ritmo plausível, faria com que todo carbono emitido pelas atividades humanas fosse reabsorvido, minimizando o efeito estufa do planeta”* (isto pode ser conseguido com a implementação da agricultura orgânica).

O impacto e a contribuição das formas de uso da terra, especialmente da agricultura, para o aquecimento global têm sido recentemente discutidos pela comunidade científica nacional e internacional. Scarpellini & Bolonhezi (2007) relatam que as atividades agrícolas são responsáveis por 20% das emissões dos gases de efeito estufa, em nível global, de acordo com dados do IPCC do ano de 2001. Kevin et al. (2005), citados por Forum ... (2006) indicam 31,7% para a mudança de uso da terra e agricultura. No caso específico do Brasil, o Inventário Nacional de 2004 indicou que 75% das emissões de CO₂ (no período de 1990 a 1994) foram de responsabilidade da mudança do uso da terra e, principalmente, do desmatamento na Amazônia (FORUM ..., 2006).

A dinâmica de sistemas orgânicos de produção geralmente contemplam práticas que diminuem a redução de emissões de CO₂, tais como:

- *Sistema orgânico diversificado com preservação parcial da vegetação nativa local;*
- *Fixação de carbono por área em capineiras utilizadas para produção de biomassa para a compostagem orgânica;*
- *Compostagem orgânica para produção de composto, utilizado como adubo orgânico para as culturas;*
- *Plantio Direto sobre palhada de adubos verdes;*
- *Cultivo solteiro de adubos verdes em rotação, visando proteção do solo e fixação de carbono e nitrogênio;*
- *Manutenção de corredor de refúgio com espécies espontâneas, visando manter a estabilidade ecológica e controlar a erosão;*
- *Manejo da vegetação espontânea entre as linhas de cultivo de hortaliças, pela técnica da capina em faixa, proporcionando proteção do solo, maior diversidade, equilíbrio ecológico, controle de erosão e ciclagem de nutrientes no perfil do solo;*
- *Manutenção da vegetação espontânea entre os canteiros para proteção do solo, para refúgio de predadores, proteção do solo e ciclagem de nutrientes;*
- *Emprego de biofertilizante líquido em adubação de cobertura para melhoria nutricional das culturas.*

Repercussões:

- Reciclagem de resíduos orgânicos e captura do CO₂ atmosférico, armazenando o C em longo prazo
 - Produção de alimentos seguros, reduzindo a degradação da terra e preservando as reservas naturais de carbono
 - Produção sustentável de bio-combustíveis para diminuir a queima de combustíveis fósseis
 - Redução das perdas de Ozônio e de câncer de pele
-

11. Perspectivas sociais e legais

A produção orgânica que deseje atingir a plenitude do ideal agroecológico de produção deve atender aos anseios sociais e legais. Com a prática da agricultura orgânica espera-se promover uma aproximação do produtor com o consumidor, de forma a valorizar o trabalho e reconhecer a importância do agricultor na sociedade (proporcionando-lhe inclusive maior renda com a venda dos seus produtos), ao mesmo tempo em que se oferecem ao consumidor, alimentos limpos, que não impactam de forma significativa o meio ambiente, a

preços justos, podendo ser inclusive vendidos por valores menores que o mercado convencional, quando esta venda ocorre de forma direta produtor vs. consumidor (**Figura 12**).

Além do cumprimento das legislações ambientais, acrescenta-se o respeito às legislações trabalhistas e ao estatuto da criança e do adolescente, na busca de maior equidade e justiça social (**Figura 12**).



Figura 12: Sistemas de comercialização em feiras livres permitem a oferta de produtos frescos, a preços justos, valorizando a relação produtor vs. consumidor (à esquerda) e funcionários legais da ADAO – Associação de consumidores e produtores orgânicos / Fortaleza / CE (à direita).

Repercussões:

- Maior justiça e valorização do homem do campo
 - Cumprimento da legislação ambiental
 - Cumprimento da legislação trabalhista
 - Cumprimento do estatuto da criança e do adolescente
-

Contatos

Dr. Jacimar Luís de Souza
Celular....: (028) 9981-6792
E-mail: jacimarsouza@yahoo.com.br

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

ALMEIDA, A. F. Educação ambiental e qualidade de vida. Disponível em: <<http://www.cbssi.com.br/revista01.htm>>. Acesso em: 15 set. 2005.

ALTIERI, M. Agroecologia: bases científicas para uma agricultura sustentável. Guaíba: Agropecuária, 2002. 592p

ALTIERI, M.A., SILVA, E.N., NICHOLLS, C.I. O papel da biodiversidade no manejo de pragas. Ribeirão Preto, Editora Holos, 2003. 226p.

ASSAD, E. D.; PINTO, H. S.; ZULLO JÚNIOR, J.; ÁVILA, A. M. H. 2004. Impacto das mudanças climáticas no zoneamento agroclimático do café na Brasil. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 39, n. 11, p.1057-1064.

BETTIOL, W. Effectiveness of cow's milk against zucchini squash powdery mildew (*Sphaerotheca fuliginea*) in greenhouse conditions. *Crop Protection*, v.18, p.489-492, 1999.

BOLSA DE MERCADORIAS & FUTUROS. 2008. Histórico de Leilões. Disponível em: <http://www.bmf.com.br/portal/pages/MBRE/negociacao.asp>. Acesso: 10 mar. 2008.

CAMPOS, A. T.; CAMPOS, A. T. Balanços energéticos agropecuários: uma importante ferramenta como indicativo de sustentabilidade de agroecossistemas. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 34, n. 6, p. 87-97, nov./dez. 2004.

CAPRA, F. As conexões ocultas: ciência para uma vida sustentável. São Paulo: Cultrix, 2002. 296 p.

CERRI, C. C.; CERRI, C. E. P. 2007. Agricultura e Aquecimento Global. 2007. Artigo em Hipertexto. Disponível em: <http://www.arruda.rits.org.br/oeco/reading/pdf>. Acesso: 10 jun. 2007.

COSTA, M. B. B.; CAMPANHOLA, C. A agricultura alternativa no estado de São Paulo. Jaguariúna: Embrapa-CNPMA, 1997. 63p. (Embrapa-CNPMA. Documentos, 7)

CREA. Crea – RJ. Rio de Janeiro, 2002. Disponível em: www.crea-rj.org.br/publicações/cartilhas/ba/index.html.> Acesso em: 2002.

DALGAARD, T.; HALBERG, N.; PORTER, J. R. A model for fossil energy use in Danish agriculture used to compare organic and conventional farming. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, v. 87, p. 51-65. 2001.

DELLAMEA, R. B. C.; AMADO, T. J. C.; GRAPEGGIA JÚNIOR, G.; PEDROSO, M. T.; LEMAINSKI, C. L.; VEZZANI, F.; DIDONÉ, A. J. 2002. Potencial de acúmulo de C e N de áreas agrícolas na microbacia Cândido Brum, Arvorezinha-RS. In: XIV REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA. Cuiabá, MT.

DIXON, R. K. ; BROWN, S. ; HOUGHTON, R. A. ; SOLOMON, A. M. ; TREXLER, M. C. Carbon pools and flux of global forest ecosystems. *Science*, v. 263, p. 185-190. 1994.

DIXON, R. K. ; Sistemas Agroforestales y gases invernadero. *Agroforesteria: Turrialba*, v. 2, n. 7, p. 22-26. jul. – set., 1995.

DUBOIS, J.C.L.; VIANA, V.M.; ANDERSON, A.B. Manual Agroflorestal para a Amazônia. Volume 1. Rio de Janeiro: REBRA, 1996. 228p.

ENTING, I. G.; WIGLEY, T. M. L.; HEIMANN, M. 1994. Future Emissions and Concentrations of Carbon Dioxide: Key Ocean/Atmosphere/Land Analyses. CSIRO, Division of Atmospheric Research Technical: Austrália, 130 p. (Paper nº 31).

FERNANDES FILHO, E.I. Relações entre algumas práticas de manejo e aplicação de biofertilizante em propriedades físicas e químicas de um Latossolo Vermelho-Escuro Álico, fase cerrado. Viçosa, 1991. 74p. (Tese de Mestrado)

FERRARO JÚNIOR, L. A. Proposição de método de avaliação de sistemas de produção e de sustentabilidade. Piracicaba, SP: ESALQ, 1999. 131P. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz/USP, 1999.

FERREIRA, W. A.; ULBANERE, R. C. Análise do balanço econômico para a produção de milho no estado de São Paulo. *Energia na Agricultura*, Botucatu, v. 4, n. 2, p. 8-18. 1989.

FORUM BRASILEIRO DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS - FBMC. 2006. Relatório de atividades 2005. 98 p.

FUNDAÇÃO CARGILL. Adubação orgânica, adubação verde e rotação de culturas no estado de São Paulo. 1983. 138p.

GÂNDARA, F. C. Produção de biomassa e balanço energético em agroecossistemas de produção de hortaliças, no Distrito Federal. Brasília, DF: UNB, 1998. 70 p. Dissertação (Mestrado em Ecologia) – Universidade de Brasília, 1998.

GAVA, C.; PEREIRA, J.C. & NEVES, M.C.P. Colonização da rizosfera de plantas por isolados de actinomicetos antagônicos a fitopatógenos. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 26., Rio de Janeiro, 1997. Anais. Campinas, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1997. (CD Rom)

GLIESSMAN, S. Agroecologia – Processos ecológicos em agricultura sustentável. Porto Alegre: Editora Universidade/UFRGS, 2000. 653p.

GRUPO INTERGUBERNAMENTAL DE EXPERTOS SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO. 2000. Informe Especial del IPCC: Uso de la tierra, Cambio de uso de la tierra y Silvicultura. OMM/PNUMA, 30 p.

IPT. Linhas e Projetos de Pesquisa: Plástico Biodegradável. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas. 2005. Disponível em: <<http://www.ipt.br/atividades/inovacao/exemplos/plastico/definicao>>. Acesso em: 10 nov. 2005.

KHATOUNIAN, C. A. A reconstrução ecológica da agricultura. Botucatu: Agroecológica. 2001. 348 p.

KIEHL, E. J. Fertilizantes orgânicos. Piracicaba, SP: Ed. Agronômica Ceres, 1985. 492p.

LI, F.; GAO, C.; ZHAO, H.; LI, X. Soil conservation effectiveness and energy efficiency of alternative rotations and continuous wheat cropping in the Loess Plateau of northwest China. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, v. 91, p. 101-111. 2002.

LI, X.; FENG, Y. 2007. Carbon sequestration potentials in agricultural soils. 2007. Artigo em Hipertexto. Disponível em: <http://www.aidis.org.br/span/ftp>. Acesso: 22 mai. 2007.

MANSVELT, J. D.; STOBBELAAR, D. J.; HENDRIKS, K. Comparison of landscape features in organic and conventional farming systems. *Landscape and Urban Planning*, v. 41, p. 209-227. 1998.

MARENGO, J. A. 2006. Mudanças climáticas globais e seus efeitos sobre a biodiversidade: caracterização do clima atual e definição das alterações climáticas para o território brasileiro ao longo do século XXI. Brasília: MMA, 212 p.: il. color ; 21 cm. (Série Biodiversidade, v. 26).

MELLO, R. Um modelo para análise energética de agroecossistemas. *Revista de Administração de Empresas*. São Paulo, v. 29, n. 4, p. 45-61. 1989.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. 2004. O estado da arte da agricultura brasileira. MAPA: Rio de Janeiro, 17 p.

MONEGAT, C. Avaliação multidimensional do desempenho do manejo do solo no sistema do pequeno agricultor. Florianópolis, SC: UFSC, 1998. 144 p. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas) - Universidade Federal de Santa Catarina, 1998.

NASCIMENTO, A.S.; SIMÕES, J.C.; KATO, C.M.; FOUREAUX, L.V. Manejo integrado de pragas dos citros. Belo Horizonte, Informe Agropecuário, v.22, n.209, p.71-77, 2001.

OZKAN, B.; KURKLU, A.; AKCAOZ, H. An input-output energy analysis in greenhouse vegetable production: a case study for Antalya region of Turkey. *Biomass & Bioenergy*, v. 26, n. 1, p. 89-95. 2004.

PAULUS, G.; MÜLLER, AM. & BARCELOS, L.A.R. Preparo e uso da calda bordalesa. Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável, Porto Alegre, v.2, n.2, 2001a. (Coordenação Técnica: EMATER –RS). Disponível também no endereço eletrônico: www.emater.tche.br/docs/agroeco/revista.htm

PAULUS, G.; MÜLLER, AM. & BARCELOS, L.A.R. Uso de enxofre e calda sulfocálcica para tratamento fitossanitário. Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável, Porto Alegre, v.2, n.1, p.59-60, 2001b. (Coordenação Técnica: EMATER –RS). Disponível também no endereço eletrônico: www.emater.tche.br/docs/agroeco/revista.htm

PENTEADO, S.R. Defensivos alternativos e naturais: para uma agricultura saudável. 3ª ed., Campinas, 1999. 96p.

PIMENTEL, D.; DAZHONG, W.; GIAMPIETRO, M. Technological changes in energy use in U.S. agricultural production. In: GLIESSMAN, S. R. (Ed). Agroecology: Researching the ecological basis for sustainable agriculture. Springer-Verlag, New York, 1990. P. 305-321. (Ecological Studies, 78).

PLUIMERS, J. C. Reducing environmental impact of energy use in tomato cultivation in the netherlands: research by systems analysis. Acta Horticulturae, 456, p. 459-465. 1998.

POUDEL, D. D.; HORWATH, W. R.; LANINI, W. T.; TEMPLE, S. R.; BRUGGEN, A. H. C. Comparison of soil N availability and leaching potential, crop yields and weeds in organic, low-input and conventional farming systems in northean California. Agriculture, Ecosystems and Environment, v. 90, p. 125-137. 2002.

PYPKER, T. G.; FREDEEN, A. L. Ecosystem CO₂ flux over two growing seasons for a sub-boreal clearcut 5 and 6 years after harvest. Agricultural and forest meteorology, v. 114, p. 15-30. 2002.

REGANOLD, J. P.; GLOVER, J. D.; ANDREWS, P. K.; HINMAN, H. R. Sustainability of three apple production systems. Nature, v. 410, 2001. p. 926-929.

ROCHA, M. T. Aquecimento global e o mercado de carbono: uma aplicação do modelo CERT. Piracicaba, SP: ESALQ/USP, 2003. 196 p. Dissertação (Doutorado em Energia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2003.

ROSA, L. P. 2007. O clima da terra e a redução das incertezas. Artigo em Hipertexto. Disponível em: <http://www.forumclima.org.br/default.asp?dc=11>. Acesso: 12 dez. 2007.

ROSCOE, R. 2006. O seqüestro de carbono no sistema plantio direto: Possibilidades de contabilização. In: Roscoe, R.; Mercante, F.M.; Salton, J.C.. (Org.). Dinâmica da matéria orgânica do solo em sistemas conservacionistas: Modelagem matemática e métodos auxiliares. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, p. 43-61.

RUSSI, D.; VENTOSA, I. P.; MARTIN, J.R.; CERDÁ, M. O.; UNGAR, P. 2003. La Deuda de Carbono. In: Colectivo de Difusión de La Deuda Ecológica – CDE's. Ed. Icaria, Junio, 72 p. ISBN: 84-7426-706-4.

SAKURAI, K. HDT 17: Metodo sencillo del analisis de residuos solidos. Washington: Organización Panamericana de la Salud. 2004. Disponível em: <<http://www.bvsde.ops-oms.org/sde/ops-sde/bv-residuos.shtml>>. Acesso em 20 jul. 2004.

SANTOS, H. P.; FONTANELI, R. S.; IGNACZAK, J. C.; ZOLDAN, S. M. Conversão e balanço energético de sistemas de produção de grãos com pastagens sob plantio direto. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 35, n. 4, p. 743-752. Abr. 2000.

SCARPELLINI J. R.; BOLONHEZI, D. 2007. O aquecimento global e a agricultura em São Paulo. 2007. Artigo em Hypertexto, 5 p. Disponível em http://www.infobibos.com/Artigos/2007_2/Aquecimentoglobal/Index.htm. Acesso: 29 mai. 2007.

SOUZA, J. L. de. 2006. Balanço energético em cultivos orgânicos de hortaliças. Tese de doutorado. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, UFV, 207 p.

TAGUCHI, V. Defensivos alternativos e naturais por alimentos mais saudáveis, 2002. Disponível em: <<http://www.geocities.com/maxrural/m18.html>>. Acesso em: 2002.

TRIVELATO, M. D.; WESSELING, C. Utilización de plaguicidas en cultivos no tradicionales en Costa Rica y otros países centroamericanos: aspectos ambientales y de salud ocupacional. In: Exportaciones agrícolas no tradicionales del Istmo Centroamericano ¿Promesa o Espejismo? Su análisis y evaluación en el Istmo Centroamericano. Coord. Ana B. Mendizábal y Jurgen Weller. CADESCA-PREALC. CADESCA. 1992. p.163-179.

URI, N. D.; ATWOOD, J. D.; SANABRIA, J. The environmental benefics and costs of conservation tillage. The Science of the Total Environment, v. 216, p. 13-32. 1998.

VENZON, M., PALLINI, A. & AMARAL, D.S.S.L. Estratégias para o manejo ecológico de pragas. Informe Agropecuário, v.22, n.212, p.19-28, 2001.

WALDON, H.; GLIESSMAN, S. R.; BUCHANAN, M. Agroecosystem responses to organic and conventional management practices. Agricultural systems, v. 57, n. 1, p. 65-75. 1998.

WILLER, H.; YUSSEFI, M. (Eds.). 2007. The World of Organic Agriculture: Statistics and Emerging Trends 2007. Bonn: IFOAM, 250 p. ISBN 3-934055-82-6.