



*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Centro de Pesquisa Agropecuária de Clima Temperado
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

ISSN 1806-9193

Dezembro, 2007

versão

ON LINE

Documentos 210

Em busca de
sustentabilidade agrícola:
tópicos em educação
ambiental, agroecologia,
agroecossistemas e
biodiversidade

Daniela Lopes Leite

Pelotas, RS
2007

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Clima Temperado
Endereço: BR 392, km 78
Caixa Postal 403, CEP 96001-970 - Pelotas, RS
Fone: (53) 3275 8199
Fax: (53) 3275 8219 - 3275 8221
Home page: www.cpact.embrapa.br
E-mail: sac@cpact.embrapa.br

Comitê de Publicações da Unidade

Presidente: Walkyria Bueno Scivittaro
Secretária-Executiva: Joseane M. Lopes Garcia
Membros: Cláudio Alberto Souza da Silva, Lígia Margareth Cantarelli Pegoraro, Isabel Helena Vernetti Azambuja, Cláudio José da Silva Freire, Luís Antônio Suita de Castro, Sadi Macedo Sapper, Regina das Graças V. dos Santos
Suplentes: Daniela Lopes Leite e Luís Eduardo Corrêa Antunes

Revisor de texto: Sadi Macedo Sapper
Normalização bibliográfica: Regina das Graças Vasconcelos dos Santos
Editoração eletrônica e capa: Oscar Castro

1ª edição

1ª impressão 2007: 100 exemplares

Todos os direitos reservados

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

Leite, Daniela Lopes

Em Busca de Sustentabilidade Agrícola: Tópicos em Educação Ambiental, Agroecologia, Agroecossistemas e Biodiversidade / Daniela Lopes Leite.
– Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2007.

... p. -- (Embrapa Clima Temperado. Documentos, 210).

ISSN 1516-8840

Agroecologia - Agroecossistema - Biodiversidade - Recurso genético.
I. Título. II. Série.

CDD 630.277

Autor

Daniela Lopes Leite
Eng. Agrôn., Ph.D.
Embrapa Clima Temperado
BR 392, Km 78, Cx. Postal 403
CEP 96001-970, Pelotas, RS
(daniela@cpact.embrapa.br)

Apresentação

A Embrapa Clima Temperado, como unidade ecorregional, se caracteriza pela grande diversidade de linhas de pesquisa, contribuindo para o aumento da sustentabilidade e para o desenvolvimento da Região Sul do País. Este trabalho, “Em busca de sustentabilidade agrícola: tópicos em educação ambiental, agroecologia, agroecossistemas e biodiversidade”, apresenta uma resenha sobre temas voltados a busca de uma agricultura que respeite ao ambiente e às gerações futuras.

No caso da Agroecologia, não se restringe somente à visualização da agricultura ecológica, mas também procura alcançar a sustentabilidade em suas múltiplas dimensões, epistemológicas, sociológicas e metodológicas. Ao vislumbrar-se o agroecossistema como um todo, procura-se harmonizar os ciclos de nutrientes no sistema solo-ar-planta, os processos energéticos e biológicos com as relações sócio-econômicas. Na Agroecologia, se busca oferecer produtos de alta qualidade biológica, com respeito ao meio ambiente e equidade social, através do manejo sustentável e autônomo de nossa rica biodiversidade.

Na busca da sustentabilidade agrícola, não existe uma preocupação centrada na maximização da produção, mas na otimização do agroecossistema como um todo. Para se chegar a esta pretensão este documento apresenta tópicos e conceitos que auxiliam nas complexas relações entre agricultores,

sociedade e meio-ambiente.

Além da contribuição desta resenha, na Embrapa Clima Temperado desenvolvemos atividades de pesquisa com enfoque agroecológico em temas como produção de insumos, agrobiodiversidade, sistemas agroflorestais, controle biológico, fito e fertiprotetores, pesquisa participativa em redes de referência, apicultura, manejo de solo e de sistemas de produção, entre outros. Esta pauta de PD&I significa valiosa contribuição para a sustentabilidade de nossa Agricultura Familiar.

João Carlos Costa Gomes

Chefe-Geral
Embrapa Clima Temperado

Sumário

Em busca de sustentabilidade agrícola: tópicos em educação ambiental, agroecologia, agroecossistemas e biodiversidade	9
Introdução	9
1. Educação ambiental: histórico, legislação e princípios básicos	11
2. Agroecologia e agroecossistema: princípios básicos, recursos, classificação, conceitos e processos	14
2.1. Agroecologia	14
2.1.1. Aspectos metodológicos e conceituais na prática da agroecologia	16
2.2. Agroecossistemas	16
2.2.1. Índices de desempenho dos agroecossistemas ..	18
2.2.2. Conceitos e aspectos no planejamento e manejo dos agroecossistemas	20
3. Biodiversidade	21

3.1. A importância da manutenção da biodiversidade	22
3.2. Aspectos na gestão da biodiversidade	23
3.3. Bioprospecção	25
3.4 Recursos genéticos em agroecossistemas	26
3.4.1. Formas de perdas de recursos genéticos	27
3.4.2. Conservação e preservação de recursos genéticos	29
3.4.3. Recursos genéticos vegetais e o processo de domesticação de espécies	31
4. Conclusões	33
5. Referências	34

Em busca de sustentabilidade agrícola: tópicos em educação ambiental, agroecologia, agroecossistemas e biodiversidade

Daniela Lopes Leite

Introdução

A população mundial, que hoje está estimada em mais de 6 bilhões de pessoas (COHEN 1995 apud TILMAN et al., 2001), tem a previsão de aumentar para 7,5 bilhões pelo ano 2020 e para 9 bilhões pelo ano 2050 (WORLD POPULATION PROSPECTS 1998 apud TILMAN et al., 2001). Isso representa um grande desafio, pois somente para acompanhar o crescimento e as necessidades nutricionais da população mundial a agricultura estaria liberando insumos (adubos minerais e agrotóxicos) ao ambiente que influenciam o funcionamento dos ecossistemas e convertendo ecossistemas naturais em agricultura (10⁹ hectares até o ano de 2050). Esta eutroficação e destruição de habitats causariam extinção de espécies e uma simplificação e perda da funcionalidade nos ecossistemas sem precedentes. Será um grande desafio minimizar estes impactos e ao mesmo tempo, fornecer alimentos de uma forma suficiente e equitativa para a humanidade. Embora já existam mecanismos e orientações que possam minimizar estas tendências apontadas, as soluções não serão alcançadas, a menos que muito mais recursos sejam aplicados em pesquisas para a descoberta e implementação

das soluções (TILMAN et al., 2001). Os trabalhos de pesquisa na área de melhoramento genético de plantas poderão dar uma grande contribuição, desenvolvendo cultivares com uma elevada capacidade de produção para um grande número de ambientes e resistentes às principais pragas e doenças das culturas, reduzindo com isso a utilização de fertilizantes e pesticidas. Para que isso aconteça, é indiscutível o valor da utilização da diversidade genética, pois dificilmente se conseguirá algum resultado, sem que seja trabalhado e explorado todos os recursos genéticos disponíveis (FORD-LLOYD e JACKSON, 1986; HAILS et al., 1990; KARTHA e ROCA, 1993).

As espécies silvestres e as cultivares crioulas freqüentemente fornecem genes que conferem adaptação a estresses de ambiente, além de resistência a moléstias e pragas que nem sempre são encontrados em cultivares (HAWKES, 1991). As cultivares crioulas constituem-se em reservatórios de diversidade genética, evoluindo em períodos longos, expostas à seleção natural e humana sob diferentes condições ambientais e sistemas de produção com baixa tecnologia (SHIVA, 2003). Recursos genéticos, ainda não explorados, podem levar a novas rotas de desenvolvimento e adaptações ecológicas importantes para suprir as necessidades de mudanças das práticas agrícolas e novas exigências de mercado (KANNEBERG e FALK, 1995).

Atualmente, a base e a vitalidade da agricultura em países industrializados dependem, em grande parte, do seu acesso à riqueza da diversidade genética do produto agrícola encontrado em países em desenvolvimento. (ALTIERI e MERRICK, 1997). É muito importante que estes recursos sejam conservados e utilizados de uma forma sustentável, a fim de garantir a sua existência e uso para gerações futuras.

1. Educação ambiental: histórico, legislação e princípios

básicos

As estratégias de enfrentamento da problemática ambiental, para surtirem o efeito desejável na construção de sociedades sustentáveis, envolvem uma articulação coordenada entre todos os tipos de intervenção ambiental direta, incluindo nesse contexto as ações em educação ambiental. Dessa forma, assim como as medidas políticas, jurídicas, institucionais e econômicas voltadas à proteção, recuperação e melhoria socioambiental, despontam também as atividades no âmbito educativo (PRONEA, 2003).

Alguns autores mencionam que o período pós-Segunda Guerra Mundial fez emergir com maior ênfase os estudos do meio e a importância de uma educação a partir do entorno, chegando-se na década de 60 a mencionar explicitamente uma educação ambiental (PRONEA, 2003). Em 1968, um grupo de cientistas conhecido como o “Clube de Roma”, produziu um relatório que teve grande repercussão, chamado “Os limites do crescimento econômico”, no qual coloca em questão o modelo de desenvolvimento baseado no crescimento, como se ele fosse ilimitado (GADOTTI, 2000). Eles concluíram a necessidade urgente de buscar meios de conservação dos recursos naturais e controlar o crescimento populacional, a partir de uma mudança radical na mentalidade de consumo e procriação (REIGOTA, 1994 apud HAMMES, 2002).

O impacto ambiental originado pelas mais diversas atividades econômicas ganhou reconhecimento mundial com a realização da Primeira Conferência sobre o Meio Ambiente, em Estocolmo, em 1972, promovida pelas Organizações das Nações Unidas (ONU). Nesta conferência houve a percepção de que o modelo tradicional de crescimento econômico levaria ao esgotamento completo dos recursos naturais, pondo em risco a vida no planeta e o seu principal resultado foi a “Declaração sobre o Ambiente Humano”, conhecida como a “Declaração de Estocolmo”. Esta sustenta que tanto as gerações presentes como as futuras tenham reconhecido, como direito

fundamental, a vida num ambiente sadio e não degradado. A Conferência de Estocolmo atribuiu à educação ambiental um papel estratégico, na superação da crise ambiental e ela é considerada um divisor de águas no despertar da consciência ecológica (GADOTTI, 2000; PRONEA, 2003).

As finalidades, os objetivos, os princípios orientadores e as estratégias para a promoção da educação ambiental foram estabelecidos na Primeira Conferência Intergovernamental sobre Educação Ambiental, mais conhecida como Conferência de Tbilisi, em 1977, promovida pela Unesco (Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura) e pelo Pnuma (Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente) (HAMMES, 2002; PRONEA, 2003).

O Pnuma, em 1980, publicou um documento intitulado “Uma estratégia mundial para a conservação” reafirmando a visão crítica do modelo de desenvolvimento adotado pelos países industrializados.

A Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável das Nações Unidas, presidida pela Primeira-Ministra Gro Harlem Brundtland, publicou um documento em 1987, com o título “Nosso futuro comum”, conhecido como o Relatório Brundtland, onde é apontada uma incompatibilidade entre o desenvolvimento sustentável e os padrões de produção vigentes. Nesse documento é definido como desenvolvimento sustentável, como aquele que satisfaz as necessidades do presente, sem comprometer a capacidade das gerações futuras de suprir as suas próprias necessidades (GADOTTI, 2000).

No Brasil, o processo de institucionalização da educação ambiental no Governo Federal teve início em 1973, com a criação, no poder executivo, da Secretaria Especial do Meio Ambiente (SEMA), vinculada ao Ministério do Interior. A SEMA estabeleceu como parte de suas atribuições, “o esclarecimento e a educação do povo brasileiro para o uso adequado dos recursos naturais, tendo em vista a conservação do meio

ambiente”, e foi responsável pela capacitação de recursos humanos e sensibilização inicial da sociedade para as questões ambientais (PRONEA, 2003). Num esforço de conciliar desenvolvimento e conservação, atos normativos foram estabelecidos na Constituição Federal de 1988 e na Constituição de alguns Estados da Federação, para garantir a todos, o direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado e promover a educação ambiental (HAMMES, 2002).

Em 1992, foi criado o Ministério do Meio Ambiente e realizada a Rio-92. Esta foi uma Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento (CNUMAD/UNCED) ,que, a convite do Brasil, foi realizada na cidade do Rio de Janeiro , de 3 a 14 de junho de 1992, quando compareceram delegações nacionais de 175 países. Paralelo a este evento ocorreu o Fórum Global 92, promovido pelas entidades da Sociedade Civil. Participaram do Fórum mais de 10 mil representantes de Organizações Não-Governamentais (ONGs) das mais variadas áreas de atuação de todo o mundo (GADOTTI, 2000; PRONEA, 2003; BRASIL, 2006).

Os compromissos específicos adotados pela Conferência Rio-92 incluem duas convenções, uma sobre Mudança do Clima e outra sobre Biodiversidade e uma Declaração sobre Florestas. A Conferência aprovou, igualmente, documentos de objetivos mais abrangentes e de natureza mais política: a Declaração do Rio, também denominada de Carta da Terra e a Agenda 21. Ambos documentos endossam o conceito fundamental de desenvolvimento sustentável, que combina as aspirações compartilhadas por todos os países ao progresso econômico e material com a necessidade de uma consciência ecológica. Além disso, com a adoção da Agenda 21, a Conferência estabeleceu, com vistas ao futuro, objetivos concretos de sustentabilidade em diversas áreas, explicitando a necessidade de se buscarem recursos financeiros novos e adicionais para a complementação em nível global do desenvolvimento sustentável (GADOTTI, 2000; BRASIL, 2006).

Durante a Rio-92, também foi produzida a Carta Brasileira para Educação Ambiental que, entre outras coisas, reconhece ser a educação ambiental um dos instrumentos mais importantes para viabilizar a sustentabilidade como estratégia de sobrevivência do planeta e, conseqüentemente, de melhoria da qualidade de vida humana (GADOTTI, 2000; PRONEA, 2003).

Em 1994, foi criado no Brasil, o Programa Nacional de Educação Ambiental (PRONEA), em função da Constituição Federal de 1988 e dos compromissos internacionais assumidos com a Conferência do Rio. Em 27 de abril de 1999, o Presidente da República instituiu a Política Nacional de Educação Ambiental, através da Lei n. 9.795, na qual em seu artigo primeiro descreve que por educação ambiental são entendidos os processos por meio dos quais o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente, bem de uso comum do povo, essencial à sadia qualidade de vida e sua sustentabilidade. Entre os princípios básicos da educação ambiental estão: o enfoque humanista, holístico, democrático e participativo; a concepção do meio ambiente em sua totalidade, considerando a interdependência entre o meio natural, o sócio-econômico e o cultural, sob o enfoque da sustentabilidade; a abordagem articulada das questões ambientais locais, regionais, nacionais e globais (PRONEA, 2003).

2. Agroecologia e agroecossistema: princípios básicos, recursos, classificação, conceitos e processos

2.1. Agroecologia

A ciência da agroecologia, iniciada no Brasil a partir do início da década de 1980, tem como característica marcante a ênfase nas interações positivas que as diferentes espécies (cultivadas ou não) integrantes do sistema agrícola podem ser intencionalmente estimuladas a manter entre si. Por meio destas interações são criadas qualidades positivas nos

agroecossistemas, que favorecem maior autonomia com relação aos insumos externos e permitem o alcance de níveis de produtividade aceitáveis (PETERSEN, 2002).

A ciência da agroecologia definida de uma forma mais ampla, representa uma abordagem agrícola que incorpora cuidados especiais relativos ao ambiente, assim como os problemas sociais, enfocando não somente a produção, mas também a sustentabilidade ecológica do sistema de produção. Em um sentido mais restrito a agroecologia refere-se ao estudo de fenômenos puramente ecológicos que ocorrem na produção agrícola, tais como relações predador/presa ou competição plantas cultivadas/vegetação espontânea (HECHT, 2002).

A agroecologia deve ser vista como uma disciplina que fornece os princípios ecológicos básicos para estudar, desenhar e manejar agroecossistemas que sejam produtivos e conservadores de recursos naturais e que sejam culturalmente sensíveis, socialmente justos e economicamente viáveis. A agroecologia incita os pesquisadores a conhecerem a sabedoria e as habilidades dos agricultores e a identificar o potencial sem limite de agregar biodiversidade a fim de criar sinergismos que dotem os agroecossistemas da capacidade de manter-se ou voltar a um estado inato de estabilidade natural. O rendimento sustentável dos agroecossistemas provém do equilíbrio ótimo de cultivos, solos, nutrientes, luz solar, umidade e outros organismos coexistentes. Ocasionalmente perturbações ao equilíbrio dos ecossistemas podem exigir dos agricultores, a aplicação de medidas drásticas para solução dos problemas tais como: inseticidas botânicos e fertilizantes alternativos. Mas a técnica principal para a restauração e auto-regulação da sustentabilidade dos agroecossistemas, é através do incremento e manutenção da biodiversidade. Entretanto, a saúde ecológica não é a única meta da agroecologia, a sustentabilidade não é possível sem a preservação da diversidade cultural que nutre os agricultores locais. Uma produção estável só pode se tornar realidade dentro de um contexto de uma organização social que proteja a integridade

dos recursos naturais e que assegure a interação harmônica entre os seres humanos, o agroecossistema e o meio ambiente (ALTIERI, 2002). Fatores socioeconômicos, como a queda dos preços de mercado ou mudanças na posse da terra, podem desestruturar os sistemas agrícolas, da mesma forma que a seca, a explosão de pragas ou o declínio da fertilidade do solo. Por outro lado, a tomada de decisões acerca da alocação de energia e de insumos pode aumentar a resiliência e a recuperação de ecossistemas desestabilizados (HECHT, 2002).

2.1.1. Aspectos metodológicos e conceituais na prática da agroecologia

Na agroecologia é utilizada mais a abordagem sistêmica, onde o desenvolvimento é um processo co-evolutivo entre o sistema social e o sistema ambiental. O sistema social é delineado como um conjunto de sistemas de conhecimento, valores, tecnologias e organizações. Uma das características mais importantes da abordagem co-evolutiva é a que confere legitimidade ao conhecimento cultural e intuitivo dos agricultores. Esse enfoque proporciona uma forte base filosófica para as pesquisas participativas, abordagem metodológica central para a agroecologia (NORGAAR e SIKOR, 2002).

2.2. Agroecossistemas

Os agroecossistemas são sistemas abertos que recebem insumos do exterior, gerando como resultado, produtos que podem ser exportados para fora de seus limites. Uma das contribuições mais importantes da agroecologia é a definição de alguns princípios básicos relacionados com a estrutura e função dos agroecossistemas (ALTIERI, 2002):

- 1) O agroecossistema é a unidade ecológica principal direcionada para a produção. Contém componentes abióticos e bióticos interdependentes e interativos, por intermédio dos quais se processam os ciclos de nutrientes e o fluxo de energia;

- 2) O funcionamento dos agroecossistemas está relacionado com o fluxo de energia e com a ciclagem dos materiais através dos componentes estruturais do ecossistema, os quais são modificados de acordo com o nível de manejo dos insumos;
- 3) A quantidade total de energia que flui através de um agroecossistema depende da quantidade fixada pelas plantas ou produtores e dos insumos incorporados durante o manejo do sistema;
- 4) O volume total de matéria viva pode ser expresso em termos de sua biomassa. A quantidade, a distribuição e a composição da biomassa variam com o tipo de organismo, de ambiente físico, de estágio de desenvolvimento do ecossistema e das atividades humanas;
- 5) Os agroecossistemas tendem à complexidade. Porém, esta sofisticação é inibida na agricultura moderna com as monoculturas, que são de baixa diversidade e de baixo nível de complexidade;
- 6) A principal unidade funcional do agroecossistema é a população vegetal cultivada. Ela exerce papel fundamental no fluxo de energia e na ciclagem dos nutrientes, ainda que a biodiversidade associada a ela também desempenhe uma função-chave;
- 7) Um nicho dentro de agroecossistema, não pode ser ocupado simultânea e indefinidamente por uma população auto-suficiente de mais de uma espécie;
- 8) Quando uma população alcança os limites impostos pelo agroecossistema, o número de indivíduos deve se estabilizar. Caso isto não ocorra, as doenças, a degradação, a competição, a baixa reprodução etc..., irão promover o seu declínio;
- 9) As mudanças e as flutuações no ambiente representam pressões seletivas sobre a população vegetal cultivada;
- 10) A diversidade das espécies está associada com o ambiente

físico. Um ambiente, com uma estrutura vertical mais complexa, abriga, em geral, mais espécies que um outro com uma estrutura mais simples;

- 11) Em sistemas de cultivo, que são semelhantes às condições de isolamento das ilhas, as taxas de imigração tendem a equilibrar-se com as taxas de extinção. Quanto mais próximo este cultivo isolado estiver de uma fonte de populações, maior será a taxa de imigração por unidade de tempo.

2.2.1. Índices de desempenho dos agroecossistemas

2.2.1.1. Sustentabilidade – refere-se à capacidade de um agroecossistema em manter sua produção ao longo do tempo, apesar das restrições ecológicas e socioeconômicas a longo prazo (ALTIERI, 2002). Num sentido mais amplo, a sustentabilidade é uma versão do conceito de produção sustentável – a condição de ser capaz de perpetuamente colher biomassa de um sistema, porque sua capacidade de se renovar ou ser renovado não é comprometida. Como a “perpetuidade” nunca pode ser demonstrada no presente, a prova da sustentabilidade permanece sempre no futuro, fora do alcance. Baseado no conhecimento presente, pode-se sugerir algumas características que uma agricultura sustentável deve ter (GLIESSMAN, 2001):

- apresentar efeitos negativos mínimos ao ambiente e não liberar substâncias tóxicas ou nocivas na atmosfera, água superficial ou subterrânea;
- preservar e recompor a fertilidade, prevenir a erosão e manter a saúde ecológica do solo;
- utilizar a água de maneira que permita a recarga dos depósitos aquíferos e satisfazer as necessidades hídricas do ambiente e das pessoas;
- depender, principalmente de recursos de dentro do ecossistema, incluindo comunidades próximas, ao substituir insumos externos por ciclagem de nutrientes, melhor

conservação e uma base ampliada de conhecimento ecológico;

- trabalhar para valorizar e conservar a diversidade biológica, tanto em paisagens silvestres como em paisagens domesticadas; e
- garantir igualdade de acesso a práticas, conhecimento e tecnologias agrícolas adequados e possibilitar o controle local dos recursos agrícolas.

A sustentabilidade não é algo estático ou fechado em si mesmo, mas faz parte de um processo de busca permanente de estratégias de desenvolvimento que qualificam a ação e a interação humana nos sistemas (CAPORAL e COSTABEBER, 2000).

Embora não exista um entendimento claro do que seja a exploração sustentável da biodiversidade, esta deve obedecer a alguns princípios: assegurar a manutenção da diversidade genética das espécies exploradas e da diversidade de espécies em áreas exploradas e reverter para a recuperação/preservação do meio ambiente parte dos recursos gerados a partir da exploração de produtos da biodiversidade (CAVALHEIRO e DURIGAN, 2002).

2.2.1.2. Estabilidade – é a constância de produção sob um conjunto de condições ambientais, econômicas e administrativas (CONWAY, 1985 apud ALTIERI, 2002). Algumas pressões ecológicas, como as condições meteorológicas, são rígidas limitações, no sentido de que o agricultor não pode modificá-las (ALTIERI, 2002).

2.2.1.3. Produtividade – é uma medida quantitativa da taxa ou montante da produção por unidade de área ou insumo. Em termos ecológicos a produção refere-se ao montante de colheita ou produto final e a produtividade ao processo pelo qual se obtém o produto final. O rendimento por área pode ser um indicador da taxa e da constância da produção, mas estas

podem ser expressas de outras formas, como por exemplo, por unidade de trabalho realizado, por unidade de investimento ou pela taxa de eficiência energética (ALTIERI, 2002). Em um agroecossistema sustentável, a meta é otimizar o processo de produtividade, de forma a assegurar o máximo de rendimento possível, sem gerar com isto, degradação ambiental, em vez de lutar por rendimentos máximos a qualquer custo. Se os processos de produtividade forem ecologicamente consistentes, terão como consequência uma produção sustentável (GLIESSMAN, 2001).

2.2.1.4. Eqüidade – é a propriedade dos agroecossistemas que indica quão equânime é a distribuição da produção entre os beneficiários humanos. De uma forma mais ampla, a eqüidade implica uma menor desigualdade na distribuição de ativos, capacidades e oportunidades: especialmente, supõe o aumento dos ativos, capacidades e oportunidades dos mais desfavorecidos. Pode-se dizer que eqüidade é aquela situação na qual se põe fim à pobreza rural e urbana (CHAMBERS e CONWAY, 1991; CONWAY 1993 apud FERNÁNDEZ e GARCIA, 2001).

2.2.2. Conceitos e aspectos no planejamento e manejo de agroecossistemas

No planejamento e manejo dos agroecossistemas, alguns aspectos e conceitos importantes de serem levados em conta são hierarquia de paisagens, diversidade ecológica e biodiversidade (ALTIERI, 2002).

2.2.2.1. Hierarquia das paisagens - as paisagens funcionam em diferentes níveis, envolvendo sistemas complexos com diferentes componentes. Uma paisagem agrícola, além de campos, pastos e hortas, conta com rios, florestas artificiais, parques, etc... Nestas paisagens existe uma grande interação entre seres humanos, solos, plantas e animais; além da água, ar, nutrientes e energia, que, estão sempre em movimento e formam mosaicos de características. Portanto, de acordo com a localização das áreas de cultivo e pastagens numa paisagem, pode-se afetar a qualidade da água, do ar, do solo e

a biodiversidade de toda uma região agrícola. O entendimento de como os elementos da paisagem se relacionam, é a chave para a manutenção de tal diversidade regional (ALTIERI, 2002; ALACHUA, 2006).

2.2.2.2. Diversidade ecológica - refere-se a um nível de organização mais elevada de diferentes espécies dentro de comunidades naturais e da interação entre as comunidades e seu ambiente físico que forma os ecossistemas. Interações são a chave para uma diversidade ecológica. Estas incluem interações entre diferentes espécies, por exemplo polinizadores e flores, assim como as interações entre as espécies, as quais são essenciais para a manutenção da função dos ecossistemas (ALACHUA, 2006).

3. Biodiversidade

Conforme o art.7º da Convenção sobre a Diversidade Biológica, celebrada na Rio – 92, a biodiversidade (diversidade biológica) é definida como a variabilidade de organismos vivos de todas as origens, compreendendo, dentre outros, os ecossistemas terrestres, marinhos e outros aquáticos e os complexos ecológicos de que fazem parte; compreendendo ainda a diversidade dentro de espécies, entre espécies e de ecossistemas. Dessa forma, a biodiversidade engloba todos os recursos vivos da terra e ante a sua importância para o ser humano pode ser considerada como um conjunto de riquezas, sendo um patrimônio natural de uma nação (SANTOS, 2006).

A biodiversidade é o resultado de processos históricos e, portanto, está relacionada a processos temporais e espaciais. A utilização da biodiversidade pelo homem se confunde com sua própria existência e a domesticação de espécies úteis está foram separadas filogeneticamente por várias distâncias no tempo evolucionar (EHRlich e EHRlich, 1991 apud AVISE, 1994).

A diversidade genética presente dentro de uma espécie

constitui-se numa medida útil da biodiversidade, porque muitas espécies são divididas em populações locais que são adaptadas unicamente àquele ambiente onde elas vivem. A diversidade genética em uma população é importante para manter a sua habilidade em responder a mudanças nas condições ambientais, quer sejam naturais ou antrópicas e é crítica para uma possível resiliência futura e persistência em sistemas naturais. A variabilidade genética entre indivíduos da mesma espécie pode resultar de recombinações ou mutações gênicas, polimorfismos genéticos (pela presença de diferentes formas do mesmo gene), isolamento de pools de genes, pressões de seleção locais, complexidade de habitats, mosaicos de paisagens e gradientes ambientais. Combinações genéticas específicas em populações são resultantes da seleção natural agindo nos indivíduos em resposta a ambientes bióticos e abióticos e ao acaso (NRC, 1999).

Além da conservação da diversidade genética, a preservação dos processos evolucionários deve ser tratada como objetivo no processo de conservação biológica. As sociedades precisam não só encontrar caminhos para preservar a diversidade genética existente, mas também procurar ambientes sustentáveis para vida nos quais os processos evolucionários que promovem a diversidade genética, sejam mantidos (AVISE, 1994).

3.1. A importância da manutenção da biodiversidade

A importância em se manter a biodiversidade pode ser medida em muitas escalas. Alimentos, remédios, e outros produtos a partir de organismos vivos são essenciais à existência humana. Genes de plantas selvagens, por exemplo, permitem aos melhoristas desenvolver culturas resistentes a doenças ou aumentar o rendimento das culturas (CONTRERAS, 2005). Estes benefícios chegam antes aos produtores e mais tarde aos consumidores.

A preservação da diversidade biológica é fundamental para o

funcionamento dos ecossistemas. Por exemplo, os ciclos da água e do ar, a reciclagem de nutrientes, estão dependentes da existência da variedade de espécies. Ela também é responsável por mitigações de poluições e enchentes, proteção de margens de rios e no combate a erosão do solo. Porque a biodiversidade atua como um tampão contra variações excessivas no tempo e no clima, ela nos protege de eventos catastróficos que estão além do controle humano (SHIVA, 2003; CALDEIRA e BUGALHO, 2006).

O ser humano sempre utilizou os recursos naturais em prol de seu desenvolvimento e mesmo de sua subsistência, mas a explosão demográfica e o desenvolvimento tecnológico ocorrido nas últimas décadas, principalmente o uso dos recursos biológicos, aumentaram sensivelmente, chegando a comprometer muitos dos ecossistemas da Terra, levando-os praticamente à destruição, com conseqüências desastrosas para a humanidade (SANTOS, 2006).

3.2. Aspectos na gestão da biodiversidade

Conjuntos de plantas, animais e microorganismos estão aumentando sua competição com uma população humana em expansão e suas elevadas aspirações econômicas e associadas a demandas ambientais por maiores disponibilidades de recursos e produtos do mundo natural. Freqüentemente são criadas controvérsias nas decisões gerenciais que podem ter conseqüências benéficas ou adversas à diversidade biológica. As decisões quanto à gestão da biodiversidade não são processos unilaterais, elas competem com outros objetivos gerenciais. A habilidade e o poder do gestor, para efetuar a conservação da biodiversidade, geralmente são limitados a um determinado espaço, por mandatos e delimitações geográficas e limitados no tempo, pela habilidade de prever condições e necessidades humanas. Porém as preocupações com a biodiversidade vão além destas fronteiras. Embora as ações de um gestor sejam a um nível local e imediato, as perspectivas

de gerenciamento precisam ser amplas o suficiente para reconhecer suas implicações na sobrevivência de ecossistemas maiores. Uma série de decisões que individualmente possam não ter grandes efeitos, podem ter efeitos cumulativos maiores. Para uma efetiva gestão da biodiversidade, deve-se ter uma visão ampla do tema, a qual inclui diferentes pontos de vista e valores da biodiversidade. Cada vez que se experimenta e se aumenta o conhecimento sobre diversidade, ocorre uma transformação nos valores e opiniões de um indivíduo (NRC, 1999).

Os métodos para estimar os valores da biodiversidade precisam ser vistos num contexto amplo de diferentes formas de pensamento e valores das pessoas. Geralmente a resposta humana à biodiversidade pode ser agrupada em três categorias amplas (NRC, 1999):

- 1) Nós podemos precisá-la – nessa categoria estão as reivindicações correspondentes à utilidade atual ou potencial da biodiversidade – recursos genéticos para medicina, farmácia e agricultura; utilidade dos ecossistemas; e fundamentalmente, a continuidade da vida na Terra.
- 2) Nós gostamos dela – nessa categoria estão às reivindicações que a biodiversidade é uma fonte direta de prazer e satisfação estética – sua contribuição para qualidade de vida, recreação ao ar livre, e apreciação de paisagem; para preservar o senso de lugar; e preservar refúgios de vida selvagem (terras virgens e vida selvagem).
- 3) Nós pensamos que nós temos que – nesta categoria estão as preocupações que as pessoas têm em preservar e proteger a biodiversidade como um dever – deveres baseados em princípios morais elevados ou em direitos que são atribuídos à biodiversidade ou seus componentes vivos.

A sociedade está aprendendo como valorizar e gerenciar a biodiversidade. Os instrumentos que são utilizados na

valoração e gestão devem refletir e facilitar um contínuo processo de aprendizagem. É muito importante que os gestores de recursos naturais considerem seus esforços como experimentos. Isto requer humildade, pois os resultados são incertos. E isto requer flexibilidade, porque as orientações podem mudar no meio do curso, por um melhor entendimento sobre o tema, advindo das descobertas científicas, por uma evolução dos valores sociais, e por mudanças ambientais biofísicas (NRC, 1999).

3.3. Bioprospecção

A bioprospecção pode ser definida como o método ou forma de localizar, avaliar e explorar sistemática e legalmente a diversidade de vida existente em determinado local, tem como objetivo principal à busca de recursos genéticos e bioquímicos para fins comerciais (SANTOS, 2006).

A bioprospecção permite agregar valor a espécies desconhecidas ou pouco valoradas e pode ser realizada de forma suportável em qualquer ambiente. A cada novo produto descoberto, além de explorá-lo de forma sustentável, deve-se efetuar estudos adicionais ou complementares que permitam mapear e conservar (germoplasma) a diversidade genética da espécie, conhecer seu ciclo reprodutivo, estoque natural, potencial econômico, envolvimento na cadeia alimentar, papel no ecossistema (ecofisiologia), estudos de manejo, formas de distribuição de lucros advindos de sua exploração, sem os quais não será possível falar em sustentabilidade (CAVALHEIRO e DURIGAN, 2002).

3.4. Recursos genéticos em agroecossistemas

Para atender as atuais demandas de uma crescente população mundial por suprimento alimentar, existe um conflito entre a modernização da agricultura para otimizar a produção e a preservação de uma agricultura tradicional e ou indígena, com a diversidade genética encontrada nessas áreas associadas às

origens e desenvolvimento da agricultura (WILKES, 1992).

O germoplasma é a fonte de potencial genético dos organismos vivos. Entre outras coisas, um germoplasma diversificado permite aos organismos a sua adaptação quando ocorrerem mudanças nas condições ambientais. Nenhum único indivíduo de qualquer espécie, contudo, contém toda a diversidade genética daquela espécie. Isto significa que o potencial genético total é representado apenas em populações compostas por indivíduos. Tal potencial genético é denominado de pool gênico, o qual se constitui na base para as culturas tanto na agricultura como na silvicultura (Mc COUCH, 2004). O germoplasma somente é mantido em tecidos vivos, mais freqüentemente nos embriões das sementes. Quando as sementes morrem o germoplasma é perdido (WILKES, 1992).

Enquanto a população humana tem crescido em número, nos últimos dois mil anos e, especialmente desde o desenvolvimento da ciência da genética no século passado, a agricultura tem dependido de uma lista cada vez menor de culturas. A agricultura, hoje, é como uma enorme pirâmide invertida, alicerçada em uma base estreita e precária, onde menos de três por cento das 250.000 variedades de plantas disponíveis estão em uso (VERNOOY, 2003). A extinção de espécies ou de linhagens genéticas representa uma perda de recursos únicos. Este tipo de empobrecimento genético e ambiental é irreversível. Através do mundo, cada vez mais pessoas consomem alimentos, tomam remédios, e empregam materiais industriais que tem sua fonte nos recursos genéticos de organismos vivos. Dada às necessidades para o futuro, os recursos genéticos podem ser considerados entre os bens mais valiosos. Qualquer redução na diversidade de recursos estreita a capacidade da sociedade a responder a novos problemas e oportunidades (Mc COUCH, 2004).

3.4.1. Formas de perdas de recursos genéticos

O desenvolvimento agrícola sustentável não ocorre às

expensas de nenhuma região ou geração futura, nem ameaçar a biodiversidade do nosso planeta (VERNOOY, 2003). Porém, não é sempre o que ocorre, muitas vezes os recursos genéticos têm sido desvalorizados e infelizmente as discussões e soluções vistas são mais políticas e não têm liderado a uma implementação de estratégias necessárias para a conservação e uso da diversidade das culturas (WILKES, 1988 apud WILKES, 1992).

3.4.1.1. Erosão genética

As cultivares melhoradas têm uma tendência de eliminar os recursos dos quais elas são baseadas e dos quais elas são derivadas. As cultivares elites atuais produzem mais do que as que elas substituíram. Uma vez substituída determinada cultivar, não é mais plantada, e seus genes são perdidos para gerações futuras, a menos que sejam conservados. As formas primitivas são também perdidas por causa do mau planejamento da terra, degradação ambiental e pela urbanização (GLIESSMAN, 2001).

As cultivares elites ainda possuem uma segunda força: elas criam expectativas de mercado. Uma vez que uma cultivar altamente uniforme conquista largas faixas de mercado, outras cultivares são melhoradas para imitar ou ter os mesmos atributos da cultivar em liderança. Isto faz com que se perca diversidade dentro da cultura e até entre culturas. Estas forças de mercado, de volume de vendas e de manejo de certas cultivares, têm promovido um decréscimo no número de culturas vegetais que entram no comércio. O transporte de produtos a longas distâncias tem o foco somente em determinados produtos e em algumas cultivares, resultando que produtores e pequenos abastecedores locais são forçados para fora do sistema. Em países desenvolvidos e em desenvolvimento, o pool gênico das cultivares crioulas, que formam a base dos processos de melhoramento, estão desaparecendo. Quando uma árvore cai na floresta ocorre uma fenda: quando uma semente de uma variedade única não mais

é plantada ocorre uma perda silenciosa. Como a erosão do solo, ela se vai sem dramatização do seu desaparecimento: a erosão genética deixa um vazio e uma diminuição no pool gênico (WILKES, 1992).

3.4.1.2. Limpeza genética

A perda total de recursos genéticos vegetais é denominada de “limpeza genética”, um termo um pouco emotivo, mas de utilidade para chamar a atenção para o problema. Erosão genética é um processo gradual e demorado baseado em decisões individuais de agricultores, enquanto que limpeza genética é uma destruição rápida e de um golpe dos recursos genéticos. Este processo geralmente ocorre pelo fracasso de uma instituição. Outros acontecimentos, que levam a destruição rápida dos recursos genéticos, e que têm ocorrido com uma certa frequência, são rupturas sociais, tais como instabilidade política ou fracasso de uma cultura por desastres ambientais (WILKES, 1992).

Quase que literalmente, uma herança genética milenar, em uma localidade em particular, pode desaparecer em uma simples tigela de caldo, se todas as sementes forem cozidas e comidas ao invés de algumas serem guardadas para estoque. Iguamente dramático, é o caso em que um curador de uma coleção de germoplasma se aposenta e toda a coleção é descartada porque já não mais interessa a uma determinada instituição. Este fato torna-se especialmente grave, caso uma coleção comparável, não possa ser mais coletada, porque houve erosão genética no campo. Os processos de erosão genética e de limpeza genética não são excludentes, em fato, são dois fins de um espectro interligados pelas demandas de uma população humana crescente, sob a qual o empobrecimento da biodiversidade aumenta diariamente (WILKES, 1992).

3.4.1.3. Vulnerabilidade genética

Qual é o significado de vulnerabilidade genética? A genética é clara, é determinada por genes, mas vulnerabilidade está mais aberta a interpretações. A definição do dicionário é estar desprotegido do perigo. Ser vulnerável é estar em risco. Desta forma, vulnerabilidade genética significa a extensão na qual as culturas estão desprotegidas do perigo pelos genes que elas carregam, ou em alguns casos, pela falta deles todos juntos. O perigo é geralmente considerado em potencial, de culturas serem atacadas por patógenos e pestes, ainda não suspeitos, assim como de serem vulneráveis a estresses abióticos (WILKES, 1992). A vulnerabilidade genética é potencialmente perigosa quando se tem uma base genética estreita. É o caso das monoculturas que nunca estiveram tão espalhadas (GLIESSMAN, 2001).

As estratégias necessárias para implementação da conservação e uso de diversidade genética das culturas, devem levar em conta, além dos temas de erosão genética, limpeza genética e vulnerabilidade genética, as formas de conservação de germoplasma e melhoramento genético de plantas (WILKES, 1992).

3.4.2. Conservação e preservação de recursos genéticos

Como não se tem certeza de quais necessidades virão com o futuro (novas doenças ou pragas de plantas, mudanças climáticas devido ao efeito estufa, e outras); é previdente que os recursos genéticos sejam mantidos (ALTIERI e MERRICK, 1997).

O conceito de conservação de germoplasma inicialmente demanda que métodos de coleta capturem o máximo de variação e subseqüentemente, conservação e técnicas de regeneração minimizem as perdas através do tempo (ASTLEY, 1992). Para isto, as atividades de conservação de recursos genéticos são compreendidas em coleta, conservação e manejo, identificação de materiais potencialmente de valor por caracterização, e avaliação para uso subseqüente (RAO, 2004).

Os recursos genéticos vegetais só podem ser conservados

em sistemas vivos, isto é, na forma de plantas, sementes ou tecidos, que devem ser mantidos vivos e com potencial para reprodução. Vários são os métodos utilizados para conservar o germoplasma, os quais são agrupados em duas estratégias distintas: conservação “in situ”, quando as plantas são conservadas em seus habitats naturais, e conservação “ex situ”, quando as plantas são mantidas em bancos de germoplasma (BARBIERI, 2003).

Embora, algum grau de conservação “in situ”, ou no cenário da comunidade de cultivo, possa preservar parte do pool gênico de culturas vegetais, até o momento, este modo de conservação não foi implementado o suficientemente e ainda não atingiu o mesmo grau de sucesso dos bancos de germoplasma “ex situ” (WILKES, 1992).

3.4.2.1. Bancos de germoplasma

Alguns produtores, geneticistas, melhoristas de plantas e outros, há várias décadas, viram os perigos de perder a diversidade genética dos cultivos de alimentos e em resposta a isto, bancos de germoplasma foram estabelecidos (PLUCKNETT, et al., 1983). A preocupação com a erosão e perda de recursos genéticos conduziu ao estabelecimento, em 1974, do Conselho Internacional de Recursos Genéticos de Plantas, “International Board of Plant Genetic Resources”, (IBPGR). Foi estabelecida uma rede internacional de repositórios “ex situ” de germoplasma de culturas, coletando-se material genético dos principais centros de distribuição de cada espécie, a fim de estabelecer o sistema IBPGR de bancos de genes. Desde então, os melhoristas têm dependido muitos desses recursos genéticos para o desenvolvimento de novas cultivares (GLIESSMAN, 2001).

Os bancos de germoplasma, para terem sucesso, além da preservação de sementes e clones, para conter perdas devido à erosão genética, têm de ter quatro funções distintas. Eles devem, segundo Wilkes (1992):

- 1) Estar ligados a exploração de zonas, onde não são realizadas muitas coletas, a fim de aumentar e manter a representação do pool gênico destes locais, na forma de amostras no banco de germoplasma.
- 2) Manter a integridade genética das amostras, armazená-las ao longo do tempo e regenerar os estoques periodicamente.
- 3) Avaliar e documentar os recursos genéticos para manterem uma base de dados útil que guie os seus manejos e o usos.
- 4) Estar ligados a uma avaliação, pré-melhoramento, e melhoramento inicial ativos, desta forma os recursos genéticos do banco estarão disponíveis de uma forma útil para a comunidade que os emprega.

3.4.3. Recursos genéticos vegetais e o processo de domesticação de espécies

O aumento da capacidade da Terra em manter maiores populações humanas tem sido possível através do desenvolvimento da agricultura, que em suma é dependente da domesticação de plantas e sua distribuição histórica, muito além das suas regiões de origem. No processo de domesticação as plantas cultivadas atravessaram um limiar de serem selvagens em vegetações naturais até tornarem-se totalmente dependentes do cuidado humano. Em muitos casos as culturas foram tão alteradas geneticamente, que elas não conseguem mais dispersar a sua própria semente, de forma que elas não conseguem reverter ou escapar para a vida selvagem. Este processo é denominado de domesticação (GLIESSMAN, 2001; KOORNNEEF e STAM, 2001).

Um exemplo de uma característica que foi alterada pela domesticação é a germinação de sementes. Agricultores esperam que as sementes germinem logo após terem sido colocadas no solo. Esta característica, provavelmente, teria sido letal para uma planta selvagem, que necessita de mecanismos para que a semente germine somente na estação própria, desta

forma promovendo sua sobrevivência (WILKES, 1992).

3.4.3.1. História do melhoramento de plantas

Historicamente, o melhoramento de plantas é uma atividade humana que pode ser vista como que tendo se desenvolvido em três fases e que no momento encontra-se no limiar da quarta fase (WILKES, 1992).

As primeiras culturas domesticadas, provavelmente não eram mais produtivas que seus ancestrais selvagens, porém o ato de cultivá-las foi um rompimento radical com o passado, assim que a seleção artificial foi aplicada em pequenas populações em isolamento. Este foi o primeiro estágio do melhoramento de plantas ou do controle humano sobre a evolução das culturas vegetais (GLIESSMAN, 2001; Mc COUCH, 2004).

O segundo estágio do melhoramento de plantas veio com a descoberta do Novo Mundo. Houve uma rápida difusão de culturas, de gado, e de técnicas agrícolas associadas com a emigração, resultando em enormes recombinações genéticas quando as distintas culturas ou cultivares crioulas eram colocadas juntas para se hibridizarem nos campos dos agricultores (WILKES, 1992).

O terceiro estágio do melhoramento de plantas teve início com o redescobrimto dos experimentos clássicos de Gregório Mendel sobre a herança de ervilhas no início do século passado. Pela primeira vez, a comunidade de melhoramento de plantas teve um conjunto de princípios sobre como proceder com o processo de melhoramento das culturas. Produtos desta era são o milho híbrido, mudança na resposta do fotoperíodo da soja e a estatura anã do trigo e do arroz do Centro Internacional de Melhoramento de Milho e Trigo (CIMMYT) e do Instituto Internacional de Pesquisa do Arroz (IRRI), respectivamente. Esta Revolução Verde dos cereais do final dos anos 60 (estatura anã do trigo e do arroz) e os genes que eles carregam, fazem parte do suprimento de alimentos

de dois bilhões de pessoas e são diretamente responsáveis por alimentar mais do que 800 milhões de pessoas pelo seus incrementos nos rendimentos (WILKES, 1992; BAYLEY, 2000).

A quarta era do melhoramento de plantas é a da engenharia genética, que promete ter um grande impacto, no sentido que permite manejar e estruturar a produtividade do mundo a nossa volta. Melhoramento tradicional de plantas é de fato, engenharia genética, mas atualmente, este termo está limitado a biotecnologias, tais como técnicas do DNA recombinante (WILKES, 1992). O advento destas tecnologias tem ramificações que afetam o estado atual do germoplasma vegetal. Porque estes avanços são produzidos utilizando meios artificiais, eles podem se tornar propriedade intelectual e, desta forma, são potencialmente protegidos por leis de patentes. O espectro de proteção por patentes tem polarizado a opinião pública sobre germoplasma como um bem público (herança comum) ou bem privado (gratifica-se pelo valor agregado) (JUMA 1989 apud WILKES, 1992).

4. Conclusões

O grande desafio de fornecer alimentos com sustentabilidade, de forma suficiente e equânime, para uma população mundial crescente, somente será possível através da aplicação maciça e constante de recursos em pesquisas, na busca de mecanismos e orientações que possam minimizar os efeitos da agricultura sobre o meio ambiente.

A agroecologia, como ciência emergente de caráter multidisciplinar, com suas metodologias participativas, desponta como alternativa para sustentabilidade agrícola, pois além de respeitar o meio-ambiente, preocupa-se com os problemas sociais e o manejo sustentável dos agroecossistemas.

Na prática da agroecologia, é indiscutível o valor da utilização da biodiversidade que pode levar a novas rotas de

desenvolvimento e adaptações ecológicas importantes para suprir as necessidades de mudanças das práticas agrícolas.

5. Referências

ALACHUA COUNTY ENVIRONMENTAL PROTECTION DEPARTMENT, 2006. Natural resources: biodiversity. Disponível em: <http://environment.alachua.fl.us/Natural_Resources/index.htm>. Acesso em: 08 jun. 2006.

ALTIERI, M.; MERRICK, L. Agroecologia e conservação “in situ” da diversidade de plantações nativas no Terceiro Mundo. In: Wilson, E.O. (Org.). Biodiversidade. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1997. p. 462-473.

ALTIERI, M. Introdução. In: ALTIERI, M. Agroecologia: bases científicas para uma agricultura sustentável. Guaíba: Agropecuária, 2002 a. p. 15-17.

ASTLEY, D. Preservation of genetic diversity and accession integrity. *Field Crops Research*, Amsterdam, v. 29, p. 205-224, 1992.

AVISE, J. Molecular markers, natural history and evolution. Chapman & Hall: New York, 1994. 511p.

BARBIERI, R. L. Conservação e uso de recursos genéticos vegetais. In: FREITAS, L. B. de; BERED, F. (Org.). Genética e evolução vegetal. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2003. p. 403-413.

BAYLEY, R. Billions served: Norman Borlaug interviewed by Ronald Bayley. *Reason Magazine*, Los Angeles, April, 2000. Disponível em: <<http://www.reason.com/news/show/27665.html>>. Acesso em: 10 dez. 2006.

BRASIL. Ministério das Relações Exteriores. Agenda

Internacional Meio Ambiente – Rio 92. Disponível em: <<http://www.mre.gov.br/CDBRASIL/ITAMARATY/WEB/port/relext/mre/agintern/meioamb/apresent.htm>>. Acesso em: 19 set. 2006.

CALDEIRA, M. da; BUGALHO, M. Biodiversidade e funcionamento dos ecossistemas. Disponível em: <<http://www.naturlink.pt/canais/Artigo.asp?iArtigo=1659&iLingua=1>>. Acesso em: 10 jun. 2006.

CAPORAL, F. R.; COSTABEBER, J.A. Agroecologia e desenvolvimento rural sustentável: perspectivas para uma nova extensão rural. *Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável*, Porto Alegre, v. 1, n. 1, p.16-37, 2000.

CAVALHEIRO, A. J.; DURIGAN, G. Aplicações: sustentabilidade, prospecção. In: WORKSHOP DE SÍNTESE, 1; SIMPÓSIO DO PROGRAMA BIOTA, 3., 2002, São Carlos. Resumos...São Carlos: FAPESP, 2002. Disponível em: <<http://www.biota.org.br/info/historico/simp2002/gt4.pdf>>. Acesso em: 25 jun. 2006.

CHAMBERS, R.; CONWAY, G. Sustainable rural livelihoods: practical concepts for the 21st century. Institute of Development Studies. IDS Discussion Paper 296, 1991. Disponível em: <http://www.livelihoods.org/static/rchambers_NN13.html>. Acesso em: 01 jul. 2006.

CONTRERAS, A. Recursos genéticos de la papa em América Latina: distribución, conservación y uso. *Agrociencia*, Montevideo, v. 9, n. 1 e 2, p. 93-103, 2005.

FERNÁNDEZ, X.S.; GARCIA, D.D. Desenvolvimento rural sustentável: uma perspectiva agroecológica. *Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável*, Porto Alegre, v. 2, n. 2, p. 17-26, 2001.

FORD-LLOYD, B.; JACKSON, M. Plant genetic resources: an introduction to their conservation and use. Baltimore: Edward Arnold, 1986. 152 p.

GADOTTI, M. Pedagogia da terra: idéias centrais para um debate. In: FÓRUM INTERNACIONAL SOBRE ECOPELAGOGIA, 1. , 2000, Porto. Anais... Porto: Faculdade de Psicologia e Ciências da Educação - Universidade do Porto, 2000. 20 p. Disponível em: <http://www.paulofreire.org/Moacir_Gadotti/Artigos/Portugues/Pedagogia_da_Terra/Ped_Terra_ideias_centrais_2000.pdf>. Acesso em: 04 jul. 2006.

GLIESSMAN, S.R. Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável. 2.ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2001. 653 p.

HAILS, C.; WACHTEL, P. S.; CHING, S. K.; BARKOW, B. The wild supermarket: the importance of biological diversity of food security. Gland: WWF, 1990. 33 p.

HAMMES, V. S. Educação ambiental. In: HAMMES, V. S. (Ed.). Construção da proposta pedagógica . Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. p. 24-27. (Educação Ambiental para o Desenvolvimento Sustentável, 1).

HAWKES, J. G. The importance of genetic resources in plant breeding. Biological Journal of the Linnean Society, Oxford, v. 34, p. 3-10, 1991.

HECHT, S. A evolução do pensamento agroecológico. In: ALTIERI, M. Agroecologia: bases científicas para uma agricultura sustentável. Guaíba: Agropecuária, 2002. p. 21-51.

KANNEMBERG, L. W. ; FALK, D. E. Models for activation of plant genetic resources for crop breeding programs. Canadian Journal of Plant Science, Ottawa, v. 75, p. 45-53, 1995.

KARTHA, K. K.; ROCA, W. M. Role of plant biotechnology in crop improvement. In: International Scientific Meeting of Cassava Biotechnology Network, 1, Cali, 1993. Proceedings... Cali: CIAT, 1993. p. 466-476.

KOORNNEEF, M.; STAM, P. Changing paradigms in plant

breeding. *Plant Physiology*, Bethesda, v. 125, p. 156-159, 2001.

Mc COUCH, S. Diversifying selection in plant breeding. *PLoS Biology*, San Francisco, v. 2, p. 347, 2004. Disponível em: <<http://www.pubmedcentral.nih.gov/picrender.fcgi?artid=521731&blobt ype=pdf>>. Acesso em: 10 dez. 2006.

NORGAARD, R. B.; SIKOR, T. O. Metodologia e prática da agroecologia. In: ALTIERI, M. *Agroecologia: bases científicas para uma agricultura sustentável*. Guaíba: Agropecuária, 2002. p. 53-83.

NATIONAL RESEACRH COUNCIL. *Perspectives on biodiversity: valuing its role in an everchanging world*. Washington: National Academy Press, 1999. 129 p. Disponível em: <<http://www.nap.edu/catalog/9589.html>>. Acesso em: 25 jun. 2006.

PETERSEN, P. Agroecologia: a ciência das interações positivas. In: ALTIERI, M. *Agroecologia: bases científicas para uma agricultura sustentável*. Guaíba: Agropecuária, 2002. p. 9-12.

PLUCKNETT, D.L.; Smith, N.J.H.; Williams, J.T.; Murthi Anishetty, N. *Crop Germplasm Conservation and Developing Countries*. Science, Washington, v. 220, p. 163-169, 1983.

PRONEA. Programa Nacional de Educação Ambiental. Documento em Consulta Popular, 2003. Disponível em: <http://www.rebea.org.br/rebea/arquivos/pronea_ltima_vers_o.pdf>. Acesso em: 02 jul. 2006.

RAO, N.K. Plant genetic resources: advancing conservation and use through biotechnology. *African Journal of Biotechnology*, Nairobi, v. 3, p.136-145, 2004. Disponível em: <<http://www.academicjournals.org/AJB/PDF/Pdf2004/Feb/Rao.pdf>>. Acesso em: 10 dez. 2006.

SANTOS, A. S. R. Biodiversidade, bioprospecção, conhecimento tradicional e o futuro da vida. Disponível em: <<http://www.revista.unicamp.br/infotec/artigos/silveira.html>>. Acesso em: 08

jun. 2006.

SHIVA, V. Monoculturas da mente: perspectivas da biodiversidade e da biotecnologia. São Paulo: Gaia, 2003. 240 p.

TILMAN, D.; FARGIONE, J.; WOLFF, B.; D' ANTONIO, C.; DOBSON, A.; HOWARTH, R.; SCHINDLER, D.; SCHLESINGER, W. H.; SIMBERLOFF, D.; SWACKHAMER, D. Forecasting agriculturally driven global environmental change. *Science*, Washington, v. 292, p. 281-284, 2001.

VERNOOY, R. Seeds that give: participatory plant breeding. Ottawa: IDRC, 2003. 93 p.

WILKES, H.G. Strategies for sustaining crop germplasm preservation, enhancement, and use. Washington: CGIAR, 1992. 67 p.