

SOCIEDADE BRASILEIRA DE SISTEMAS ÁGROFLORESTAIS
UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE DARCY RIBEIRO

Sistemas Agroflorestais

Bases Científicas para o Desenvolvimento Sustentável

EDITORES

ANTONIO CARLOS DA GAMA-RODRIGUES
NAIRAM FELIX DE BARROS
EMANUELA FORESTIERI DA GAMA-RODRIGUES
MARTA SIMONE MENDONÇA FREITAS
ALEXANDRE PIO VIANA
JANIE MENDES JASMIN
CLÁUDIO ROBERTO MARCIANO
JOSÉ GERALDO DE ARAÚJO CARNEIRO

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE DARCY RIBEIRO
CAMPOS DOS GOYTACAZES, RJ
2006

Projeto Gráfico e Diagramação
COMULT - Comunicação e Multimeios/UENF

Impressão e distribuição

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:
Embrapa Informação Tecnológica
Parque Estação Biológica (PqEB), Av. W3 Norte (final)
70770-901 Brasília, DF – Brasil
Fone: (61) 3340-9999 – Fax: (61) 3340-2753
vendas@sct.embrapa.br
www.sct.embrapa.br

1ª Edição

1ª impressão (2006): 1.000 exemplares

FICHA CATALOGRÁFICA

Preparada pela Biblioteca do CCTA/UENF 001/2006

Sistemas agroflorestais : bases científicas para o desenvolvimento sustentável / editores Antonio Carlos da Gama-Rodrigues, Nairam Felix de Barros, Emanuela Forestieri da Gama-Rodrigues... [et al.]. – Campos dos Goytacazes, RJ : Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, 2006.
365 p. : il.

Inclui bibliografia.
ISBN 85-894790-72

1. Agrossilvicultura 2. Desenvolvimento sustentável I. Gama-Rodrigues, Antonio Carlos da. II. Barros, Nairam Felix de. III. Gama-Rodrigues, Emanuela Forestieri. IV. Sociedade Brasileira de Sistemas Agroflorestais.

CDD 634.99

Participantes

Albrecht, A. IRD, Montpellier, France

Araújo, Q. CEPLAC/Centro de Pesquisas do Cacau, km 22 Rod. Ilhéus-Itabuna, Ilhéus – BA, Brasil
CEP 45650-000

Barros, N.F. Universidade Federal de Viçosa/Deptº. de Solos, Viçosa – MG, Brasil C.P. 231 CEP 36571-000

Bentes, J.L.S. Universidade Federal do Amazonas/Faculdade de Ciências Agrárias - Setor Sul. Av. General Rodrigo Otávio 3000, Coroado I, Manaus – AM, Brasil CEP 69077-000

Bolfe, A.P.F. Embrapa Tabuleiros Costeiros, Av. Beira Mar, 3250, Aracaju – SE, Brasil CEP 49.025-040

Bolfe, E.L. Embrapa Tabuleiros Costeiros, Av. Beira Mar, 3250, Aracaju – SE, Brasil CEP 49.025-040

Boye, A. IRD, Montpellier, France

Brown, G.G. Embrapa Soja, Londrina - PR, Brasil C.P. 231 CEP 86001-970

Cadisch, G. Institute of Plant Production and Agroecology in the Tropics and Subtropics, University of Hohenheim, 70599 Stuttgart, Germany

Camarão, A.P. Embrapa Amazônia Oriental, Belém – PA, Brasil Trav. Enéas Pinheiro s/nº CEP 66 095-100

Campello, E.F.C. Embrapa Agrobiologia, BR 465 km 07, Seropédica – RJ, Brasil C.P.74505

Carneiro, J.G.A. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro/Laboratório de Fitotecnia, Av. Alberto Lamego 2000, Campos dos Goytacazes – RJ, Brasil CEP 28013-602

Carvalho, C.J.R. Embrapa Amazônia Oriental, Belém – PA, Brasil Trav. Enéas Pinheiro s/nº CEP 66 095-100

Carvalho, J.E.U. Embrapa Amazônia Oriental, Belém – PA, Brasil Trav. Enéas Pinheiro s/nº CEP 66 095-100

Castro, C.E.F. Instituto Agronômico de Campinas, Centro de Horticultura, Campinas – SP, Brasil C.P. 28, CEP 13.012-970

Comerford, N.B. University of Florida, Gainesville, Florida 32611-0410, USA

Copper, W. University of Florida, Gainesville, Florida 32611-0410, USA

Denich, M. University of Bonn/Center for Development Research, Walter Flex Str. 3, D53113 Bonn - Germany

Dias, P.F. Pesagro, BR 465 km 07, Seropédica – RJ, Brasil

Fernandes, E.C.M. Land Management Adviser, The World Bank, ESSD-ARD, Washington DC 20336, USA

- Figueiredo, R.O.** Embrapa Amazônia Oriental, Belém – PA, Brasil Trav. Enéas Pinheiro s/nº CEP 66 095-100
- Franco, A.A.** Embrapa Agrobiologia, BR 465 km 07, Seropédica – RJ, Brasil C.P. 74505
- Freitas, M.S.M.** Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro/Laboratório de Solos, Av. Alberto Lamego 2000, Campos dos Goytacazes – RJ, Brasil CEP 28013-602
- Gallardo-Ordinola, J.** Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/Deptº. de Ecologia, Manaus – AM, Brasil C.P. 478 CEP 69011-970
- Gama-Rodrigues, A.C.** Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro/Laboratório de Solos, Av. Alberto Lamego 2000, Campos dos Goytacazes – RJ, Brasil CEP 28013-602
- Gama-Rodrigues, E.F.** Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro/Laboratório de Solos, Av. Alberto Lamego 2000, Campos dos Goytacazes – RJ, Brasil CEP 28013-602
- Gasparotto, L.** Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus – AM, Brasil C.P. 319 CEP 69011-970
- Gonçalves, C.** Pólo Regional de Desenvolvimento Tecnológico dos Agronegócios do Leste Paulista, Monte Alegre – SP, Brasil C.P. CEP 13.910-000
- Grierson, P.F.** School of Plant Biology, University of Western Australia, Crawley, WA 6009, Australia
- Hairiah, K.** Brawijaya University, Faculty of Agriculture, Jl Veteran, Malang 65145, Indonesia
- Höfer, H.** Staatliches Museum für Naturkunde Karlsruhe, Erbprinzenstr. 13, Karlsruhe, 76133, Germany
- Jasmin, J.M.** Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro/Laboratório de Fitotecnia, Av. Alberto Lamego 2000, Campos dos Goytacazes – RJ, Brasil CEP 28013-602
- Jerozolinski, A.** Conservação Internacional, Avenida Governador José Malcher 652, 2º andar, Belém - PA, Brasil CEP 66035-100
- Jose, S.** University of Florida, Gainesville, Florida 32611-0410, USA
- Kato, M.S.A.** Embrapa Amazônia Oriental, Belém – PA, Brasil Trav. Enéas Pinheiro s/nº CEP 66 095-100
- Kato, O.R.** Embrapa Amazônia Oriental, Belém – PA, Brasil Trav. Enéas Pinheiro s/nº CEP 66 095-100
- Leal, A.C.** Instituto Agrônomo do Paraná, Londrina – PR, Brasil C.P. 481 CEP 86001-970
- Luizão, F.J.** Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/Deptº. de Ecologia, Manaus – AM, Brasil C.P. 478 CEP 69011-970
- Luizão, R.C.C.** Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/Deptº. de Ecologia, Manaus – AM, Brasil C.P. 478 CEP 69011-970
- Macedo, R.L.G.** Universidade Federal de Lavras/Departamento de Ciências Florestais, Lavras – MG, Brasil C.P. 3037 CEP 37200-000
- Machado, R.C.R.** Almirante Centro de Estudos de Cacau, Itajuípe – BA, Brasil C.P. 55
- Magalhães, L.L.** Votorantim Metais, Unidade Aço-Florestal, Vazante – MG, Brasil CEP 38780-000
- Marciano, C.R.** Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro/Laboratório de Solos, Av. Alberto Lamego 2000, Campos dos Goytacazes – RJ, Brasil CEP 28013-602
- Mattos, L.** Embrapa/Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia, Brasília – DF, Brasil PqEB - Av W3 Norte (final) - Sala111 CEP 70.770-901
- May, A.** Instituto Agrônomo de Campinas, Centro de Horticultura, Campinas – SP, Brasil C.P. 28 CEP 13.012-970
- Mercado, A.** World Agroforestry Centre, Southeast-Asia, Claveria, Phillipines
- Miller, R.P.** Instituto Olhar Etnográfico, Brasília – DF, Brasil SHIN CA 05 Conj. J Bl. B, Sala 105 Lago Norte, CEP 71503-505
- Moço, M.K.S.** Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro/Laboratório de Solos, Av. Alberto Lamego 2000, Campos dos Goytacazes – RJ, Brasil CEP 28013-602

Mota, M.S.S. Engenheiro Florestal, Alameda Joana Jennings 13, Alter do Chão, Santarém - PA, Brasil CEP 68109-000

Mutuo, P. World Agroforestry Centre, PO Box 30677, Nairobi, Kenya

Nair, P.K.R. University of Florida, Gainesville, Florida 32611-0410, USA

Nóbrega, P.O. Embrapa Agrobiologia, BR 465 km 07, Seropédica – RJ, Brasil C.P. 74505

Nyamugafata, P. Department of Soil Science & Agricultural Engineering, University of Zimbabwe, Box MP167, Mount Pleasant, Harare, Zimbabwe

Pedroso, M.S.C. Instituto Olhar Etnográfico, Brasília – DF, Brasil SHIN CA 05 Conj. J Bl. B, Sala 105 Lago Norte, CEP 71503-505

Pereira, J.P. Embrapa/Instituto Agronômico do Paraná, Londrina – PR, Brasil C.P. 481 CEP 86001-970

Ramos, A.L.M. Instituto Agronômico do Paraná, Londrina – PR, Brasil C.P. 481 CEP 86001-970

Reis, H.A. Universidade Federal de Lavras/Departamento de Ciências Florestais, Lavras – MG, Brasil C.P. 3037 CEP 37200-000

Resende, A.S. Embrapa Agrobiologia, BR 465 km 07, Seropédica – RJ, Brasil C.P. 74505

Römbke, J. ECT Oekotoxikologie GmbH, Böttgerstr. 2-14, Flörsheim, 65439, Germany

Sá, T.D.A. Embrapa Amazônia Oriental, Belém – PA, Brasil Trav. Enéas Pinheiro s/nº CEP 66 095-100

Santana, D.L.Q. Embrapa Florestas, Colombo - PR, Brasil C.P. 319 CEP 83411-000

Sautter, K.D. Unicenp, R. Prof. Pedro Viriato Parigot de Souza nº 5300, Curitiba - PR, Brasil CEP 81280-330

Schroth, G. Conservation International, 1919 M Street NW, Suite 600, Washington DC, 20036, USA

Sgrillo, K.R.P. Faculdade de Ciências e Tecnologia de Itabuna, Praça José Bastos, nº 55 – Centro, Itabuna – BA, Brasil CEP 45.600-000

Sgrillo, R.B. CEPLAC/Centro de Pesquisas do Cacau, km 22 Rod. Ilhéus-Itabuna, Ilhéus – BA, Brasil CEP 45650-000

Silva, G.C. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/Deptº. de Ecologia, Manaus – AM, Brasil C.P. 478 CEP 69011-970

Silva, G.T.A. Embrapa Agrobiologia, BR 465 km 07, Seropédica – RJ, Brasil C.P. 74505

Silva, N.M. Universidade Federal do Amazonas/Faculdade de Ciências Agrárias - Setor Sul. Av. General Rodrigo Otávio 3000, Coroado I, Manaus – AM, Brasil CEP 69077-000

Siqueira, E.R. Embrapa Tabuleiros Costeiros, Av. Beira Mar, 3250, Aracaju – SE, Brasil CEP 49.025-040

Somarriba, E. CATIE, Turrialba 7170, Costa Rica

Tapia-Coral, S. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/Deptº. de Ecologia, Manaus – AM, Brasil C.P. 478 CEP 69011-970

Tavares, E.D. Embrapa Tabuleiros Costeiros, Av. Beira Mar, 3250, Aracaju – SE, Brasil CEP 49.025-040

Trindade Neto, I.Q. Petrobras, R. do Acre 2504, Aracaju – SE, Brasil CEP 49.080-010

Trujillo-Cabrera, L. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/Deptº. de Ecologia, Manaus – AM, Brasil C.P. 478 CEP 69011-970

Venturini, N. Universidade Federal de Lavras/Departamento de Ciências Florestais, Lavras – MG, Brasil C.P. 3037 CEP 37200-000

Verhaagh, M. Staatliches Museum für Naturkunde Karlsruhe, Erbprinzenstr. 13, Karlsruhe, 76133, Germany

Viana, A.P. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro/Laboratório de Melhoramento de Plantas, Av. Alberto Lamego 2000, Campos dos Goytacazes – RJ, Brasil CEP 28013-602

Vieira, A.L.M. Embrapa Agrobiologia, BR 465 km 07, Seropédica – RJ, Brasil C.P.74505

Vielhauer, K. University of Bonn/Center for Development Research, Walter Flex Str. 3, D53113 Bonn – Germany

Wandelli, E. Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus – AM, Brasil C.P. 319 CEP 69011-970

Prefácio

A produção agrícola, no Brasil e no mundo, baseada na monocultura extensiva, no uso intensivo da terra e no alto consumo de insumos manufaturados, nas últimas décadas, encontra-se em grave crise socioeconômica e ambiental, apesar dos ganhos de produtividade. A degradação do solo, a redução da biodiversidade, a diminuição dos estoques de água, o aumento da emissão de gases de efeito estufa e a poluição ambiental, e mais a elevação dos preços dos insumos manufaturados, vêm acarretando acentuadamente na redução de área de terras cultivadas. O que gera a marginalização da atividade econômica de diversas regiões do mundo, por conseguinte, agrava ainda mais a exclusão social de uma grande parte da população rural.

Assim, para reverter esta situação, torna-se imperativo a adoção de um novo paradigma de produção vegetal, que é sustentado na integração dos recursos e fatores de produção, e nas interações entre os processos do sistema solo-planta. Nesse segundo paradigma, é relevante, portanto, o papel dos processos biológicos na otimização da ciclagem de nutrientes e no controle de pragas e doenças em minimizar as necessidades do ingresso de insumos manufaturados e maximizar a eficiência deles, possibilitando com isso uma acentuada redução dos custos de produção e do seu potencial de poluição ambiental.

Os sistemas agroflorestais (SAF's), no contexto do segundo paradigma, por enfatizar as funções ecológicas do sistema solo-planta para a manutenção ou melhoria da capacidade produtiva do solo, e por também prestar diversos serviços ambientais, seriam os mais viáveis para as condições dos trópicos úmidos e subúmidos, porque são sistemas de uso sustentável da terra que combinam, de maneira simultânea ou em seqüência, a produção de cultivos agrícolas com plantações de árvores frutíferas ou florestais e, ou, animais, utilizando à mesma unidade de terra e aplicando técnicas de manejo que são compatíveis com as práticas culturais da população local.

Nesse sentido, a Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro realizou o VI Congresso Brasileiro de Sistemas Agroflorestais, no período de 23 a 27 de outubro de 2006, na cidade de Campos dos Goytacazes, Rio de Janeiro, com a promoção da Sociedade Brasileira de Sistemas Agroflorestais. No Congresso foram realizados três conferências, 19 palestras, dois fóruns e dois mini-cursos. Fruto deste evento foi a elaboração do livro "**Sistemas Agroflorestais – Bases Científicas para o Desenvolvimento Sustentável**". Este livro tem grande importância por reunir os conhecimentos teóricos e práticos de 80 professores e pesquisadores de diversas instituições brasileiras e do exterior, que têm prestado relevantes contribuições científicas e técnicas à ciência agroflorestal. Esta publicação está estruturada em seis partes, a saber: Socioeconomia e Política; Biologia, Ecologia e Serviços Ambientais; Manejo de Sistemas Agroflorestais; Solos e Nutrição de Plantas; Modelagem e Estatística; Ensino, Extensão e Difusão de Tecnologia. Estes temas foram abordados integrando disciplinas como agronomia, floresta, biologia, ecologia, ciência do solo, matemática, economia, sociologia, antropologia e política.

Espera-se, com este livro, supri a demanda de informações científicas e tecnológicas sobre esse tema e que também sirva de referência para subsidiar estudantes, profissionais e empresas que atuam na cadeia produtiva do setor agroflorestal.

Na edição, com o objetivo de padronizar os trabalhos que fazem parte desta obra, os editores procederam à formatação e à correção ortográfica de alguns capítulos sem, no entanto, alterar os conteúdos e a estrutura dos trabalhos. Procurou-se, aperfeiçoar a apresentação das tabelas, figuras, gráficos, fotos e desenhos. Ainda assim, alguns capítulos não alcançaram a qualidade desejada, em função de deficiência nos originais apresentados. Existiram dificuldades na padronização da bibliografia de alguns trabalhos. Deste modo, os conceitos, os dados apresentados, as idéias, as opiniões e conclusões, enunciadas em cada trabalho são de inteira responsabilidade dos autores.

Os editores, em nome da Coordenação do Congresso, agradecem a todos os palestrantes, congressistas e participantes da equipe de apoio, e das instituições e empresas patrocinadoras que tornaram possível a realização do evento e desta publicação.

Os editores

Campos dos Goytacazes, RJ, outubro de 2006

Agradecimentos

Os editores agradecem as instituições e empresas que tornaram possível a realização do VI Congresso Brasileiro de Sistemas Agroflorestais.



Conteúdo

Participantes

Prefácio

Agradecimentos

Parte I Sócio - Economia e Política

Agroforestry for Productive and Sustainable Landscapes in the Face of Global Change 15

Erick C. M. Fernandes

Implantação e Manejo de SAF's na Mata Atlântica: A Experiência da Embrapa Agrobiologia 33

Eduardo Francia Carneiro Campello, Gabriela Tavares Arantes Silva, Pedro de Oliveira Nóbrega, André Luis Macedo Vieira, Avilio Antônio Franco & Alexander Silva de Resende

O Estado da Arte de Sistemas Agroflorestais na Região Centro-Oeste: Cerrado e Portal da Amazônia 43

Robert Pritchard Miller & Marcello S.C. Pedroso

Estado da Arte dos Sistemas Agroflorestais no Nordeste do Brasil 53

Edmar Ramos de Siqueira, Edson Luis Bolfe, Ana Paula Fraga Bolfe, Ismael Quirino Trindade Neto & Edson Diogo Tavares

Parte II Biologia, Ecologia e Serviços Ambientais

Agroforestry and the Conservation of Forest Cover and Biodiversity in Tropical Landscapes – on-Site and off-Site Effects and Synergies with Environmental Legislation 67

Goetz Schroth, Maria do Socorro Souza da Mota & Adriano Jerozolimski

Ciclos Biogeoquímicos em Agroflorestas da Amazônia. 87

Flávio J. Luizão, Sandra Tapia-Coral, Jorge Gallardo-Ordinola, Guilherme C. Silva, Regina C.C. Luizão, Lucerina Trujillo-Cabrera, Elisa Wandelli & Erick C.M. Fernandes

Pragas e Doenças de Expressão Econômica de Culturas Exploradas em Sistemas Agroflorestais na Amazônia 101

Neliton Marques da Silva, Jânia Lília da Silva Bentes & Luadir Gasparotto

Uso de Agroflorestas no Manejo de Florestas Secundárias 119

Oswaldo Ryohei Kato, Maria do Socorro de Andrade Kato, Claudio José Reis de Carvalho, Ricardo de Oliveira Figueiredo, Ari Pinheiro Camarão, Tatiana Deane de Abreu Sá, Manfred Denich & Konrad Vielhauer

Parte III Manejo de Sistemas Agroflorestais

Sistemas Agroflorestais com Seringueira 141

Jomar da Paes Pereira, Alex Carneiro Leal & André Luiz Medeiros Ramos

¿Cómo Analizar y Mejorar el Dosel de Sombra en Cacaotales y Cafetales? 159

Eduardo Somarriba

Utilização de Espécies Frutíferas em Sistemas Agroflorestais na Amazônia 169

José Edmar Urano de Carvalho

Agrosilvicultura no Cerrado - Região Noroeste do Estado de Minas Gerais 177

Henrique Augusto Reis & Luciano Lage de Magalhães

Potencial de Uso de Zingiberales Ornamentais em Sistemas Agroflorestais 189

Carlos Eduardo Ferreira de Castro, André May & Charleston Gonçalves

Parte IV Solos e Nutrição de Plantas

The Role of Soil Science in the Sustainability of Agroforestry Systems: Eliminating Hunger and Poverty 203

P. K. Ramachandran Nair

Biodiversity and Function of Soil Animals in Brazilian Agroforestry Systems 217

George G. Brown, Jörg Römbke, Hubert Höfer, Manfred Verhaagh, Klaus D. Sautter & Dalva Luiz de Queiroz Santana

Atributos Biológicos em Solos sob Sistemas Agroflorestais de Cacau: Um Estudo de Caso 243

Emanuela Forestieri da Gama-Rodrigues, Maria Kellen da Silva Moço, Antonio Carlos da Gama-Rodrigues & Regina Cele Rebouça Machado

Importância da Fixação Biológica de Nitrogênio na Sustentabilidade de Sistemas Agroflorestais 257

Gabriela Tavares Arantes Silva, Alexander Silva de Resende, Eduardo Francia Carneiro Campello, Paulo Francisco Dias & Avílio Antônio Franco

Organic Matter Management in Tropical Agroforestry Systems: Soil Quality, Soil C Storage and Soil Atmosphere Gas Exchange 275

Georg Cadisch, Patrick Mutuo, Agustin Mercado, Kurniatun Hairiah, Philip Nyamugafata, Anja Boye & Alain Albrecht

Parte V Modelagem e Estatística

Modelagem de Sistemas Agroflorestais: Conceitos e Aplicações 291

Ricardo Bohrer Sgrillo & Kátia R. P. de Araújo Sgrillo

Modeling P Bioavailability and Uptake in Agroforestry Systems 303

Nick B. Comerford, Wendell Cropper, Pauline F. Grierson, Quintino Araujo & Jose S.

Parte VI Ensino, Extensão e Difusão de Tecnologia

A Embrapa Contribuindo em Pesquisa, Desenvolvimento & Inovação em Sistemas Agroflorestais para o Desenvolvimento Sustentável do Brasil 321

Tatiana Deane de Abreu Sá

Sistemas Agroflorestais: Interface Ensino-Extensão 331

Renato Luiz Grisi Macedo & Nelson Venturin

Capital Social na Concepção de Políticas Públicas: Importância Socioeconômica e Ecológica dos Sistemas Agroflorestais Frente aos Mecanismos de Desenvolvimento 343

Luciano Mattos

Parte I

Sócio - Economia e Política

Agroforestry for Productive and Sustainable Landscapes in the Face of Global Change

ERICK C.M. FERNANDES

INTRODUCTION

In the twenty-first century, food and fiber production systems will need to conserve ecosystem services. “An ecosystem is a dynamic complex of plant, animal, and microorganism communities and the nonliving environment interacting as a functional unit. Examples of ecosystems include natural forests, landscapes with mixed patterns of human use, and ecosystems intensively managed and modified by humans, such as agricultural lands and urban areas.” *Ecosystem Services* are the benefits people obtain from ecosystems. These include (MEA, 2005):

- Provisioning services that provide necessities such as food, water, timber, and fiber
- Regulating services that affect climate, floods, disease, wastes, and water quality
- Cultural services that provide recreational, aesthetic, and spiritual benefits
- Supporting services such as soil formation, photosynthesis, and nutrient cycling

Until fairly recently, the bulk of our land and natural resource management efforts have been focused on the provisioning services to meet the following major requirements:

1. Adequately supply safe, nutritious, and sufficient food for the world’s growing population.
2. Significantly reduce rural poverty by sustaining the farming-derived component of rural household incomes.
3. Reduce and reverse natural resource degradation, especially that of land.

In most industrialized countries, agriculture is characterized by the use of high-yielding varieties, low labor inputs, a high level of mechanization, and the use of plant nutrients and pesticides at economically optimal levels. The yields of cereals in such systems are high (4-10 t per ha). In many tropical countries, plantation crops or staple grains like rice and wheat currently occupy high quality farmland. Green revolution technologies involving improved varieties, chemical fertilizers, pesticides, and irrigation have raised the yields on these lands to levels approaching those of industrialized countries. In addition, there are numerous, well-documented cases of productive and sustainable food and fiber production systems based on agroecological principles. These systems depend on optimizing the synergies among the biological, chemical and physical factors of crop production and