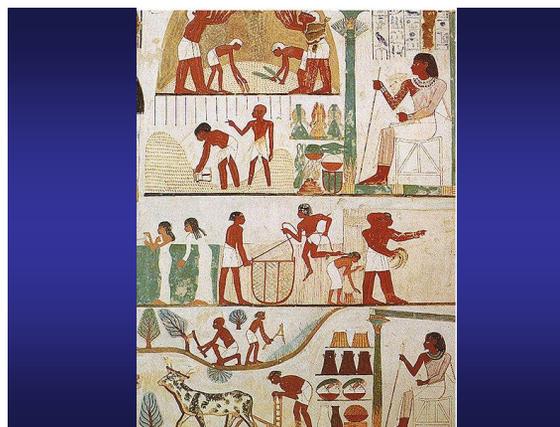
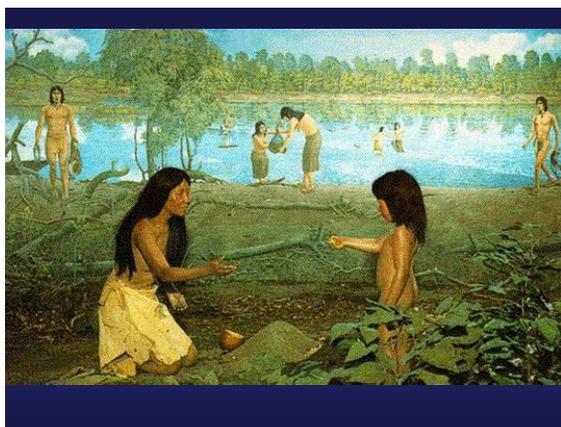
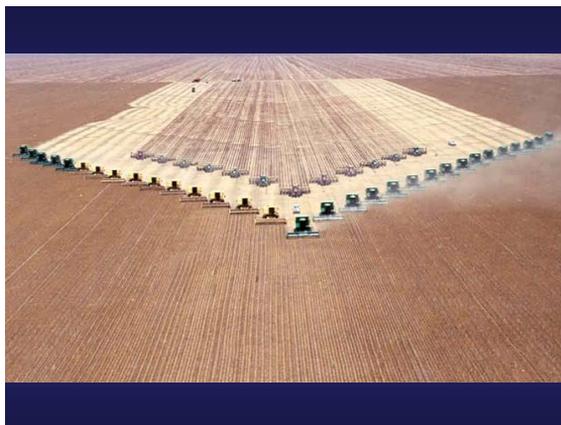




Um pouco de história...

- Era dos Caçadores-coletores: Das origens da espécie humana há ± 7 mil anos AC
- Era dos Horticultores: De ± 7 mil anos AC a ± 3 mil AC
- Era Agrária: De ± 3 mil anos AC a $\pm 1,8$ mil DC
- Era Industrial: De $\pm 1,8$ mil DC até o presente





Evolução do pensamento agrônômico

- Até o séc. XIX: práticas agrícolas baseadas no empirismo. Predomínio da teoria do húmus. Os sistemas agrícolas eram conduzidos sob a égide da integração animal-vegetal, e da rotação de culturas
- Séc XIX: aprofundamento dos conhecimentos sobre nutrição mineral de plantas, a partir dos estudos de Liebig (1803-1873); descoberta da fixação de nitrogênio por Boussingault (1802-1887)
- Primeiros estudos na área de Genética, realizados por Mendel

Séc. XX

- Estudos de Pasteur, Winogradsky e Beijerinck na área de microbiologia do solo
- Avanço nas pesquisas em fisiologia vegetal
- Desenvolvimento de motores de combustão interna
- Incremento da seleção e melhoramento genético

Tudo isso implica em...

Adoção dos conhecimentos científicos por parte do setor produtivo industrial e agropecuário: produção e aplicação de fertilizantes industriais e “defensivos” agrícolas



Intensificação da atividade agrícola

Reflexos da evolução...

- Aumento da produção de alimentos
- “Progresso” técnico
- Especialização da produção agrícola

Mas também em...

- Impactos ambientais (desmatamento; diminuição da biodiversidade; erosão e diminuição da fertilidade dos solos; desperdício e uso exagerado de água, poluição do ambiente, etc)
- Dependência de insumos externos
- Aumento da concentração de terra e renda
- Êxodo rural
- Perda de controle local sobre a agricultura

Uso de agrotóxicos!

Consumo de agrotóxicos - 2007
Brasil = 5,4 bilhões de dólares
USA = 6,5 bilhões de dólares

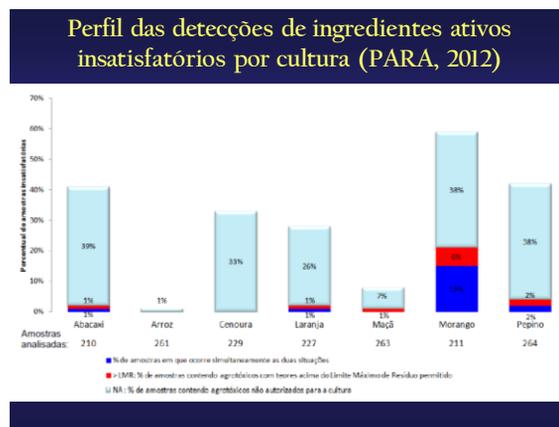
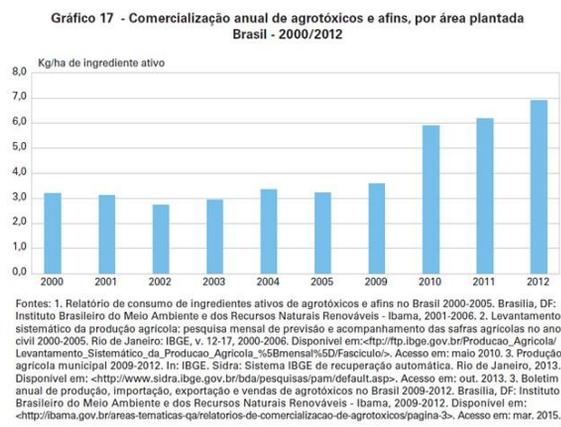
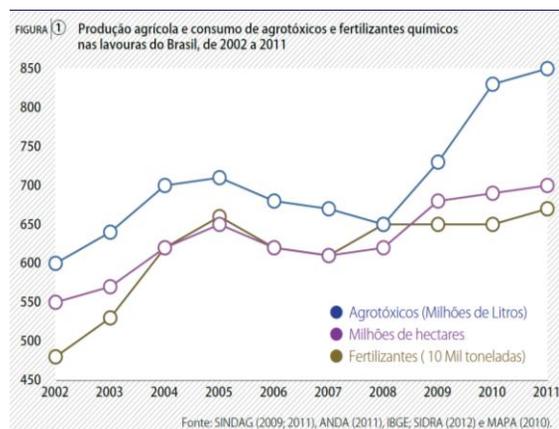
Em gastos com VENENOS

Passamos dos “USA” – em 2008

- Em 2008, o Brasil passou a liderar o consumo mundial de agrotóxicos, posição antes ocupada pelos Estados Unidos.
- Consumimos **733,9 mil de toneladas** de venenos.
- Dados da ANDEF indicam que os produtores brasileiros gastaram **US\$ 7,12 bilhões** em pesticidas agrícolas.
- Os agricultores norte-americanos, ainda que com uma área de cultivo bem maior, gastaram **US\$ 6,7 bilhões** em pesticidas.

A partir de 2013 ultrapassou 1 bilhão de litros

- Equivale a mais de 5 kg por brasileiro
- Movimentando R\$ 8 bilhões
- Consome pelo menos 14 tipos de venenos proibidos no mundo



Quadro 4 Número de amostras analisadas por cultura e resultados insatisfatórios, segundo o PARA, 2010.

CULTURA	Nº AMOSTRAS ANALISADAS		NA (1)		> LMR (2)		> LMR E NA (3)		TOTAL DE INSATISFATORIAS (1+2+3)	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
Abacaxi	122	20	16,4%	10	8,2%	10	8,2%	40	32,8%	
Alface	131	68	51,9%	0	0,0%	3	2,3%	71	54,2%	
Arroz	148	11	7,4%	0	0,0%	0	0,0%	11	7,4%	
Batata	145	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	
Beterraba	144	44	30,6%	2	1,4%	1	0,7%	47	32,6%	
Cebola	131	4	3,1%	0	0,0%	0	0,0%	4	3,1%	
Cenoura	141	69	48,9%	0	0,0%	1	0,7%	70	49,6%	
Couve	144	35	24,3%	4	2,8%	7	4,9%	46	31,9%	
Feijão	153	8	5,2%	2	1,3%	0	0,0%	10	6,5%	
Laranja	148	15	10,1%	3	2,0%	0	0,0%	18	12,2%	
Maçã	146	8	5,5%	5	3,4%	0	0,0%	13	8,9%	
Mamão	148	32	21,6%	10	6,8%	3	2,0%	45	30,4%	
Manga	125	05	4,0%	0	0,0%	0	0,0%	5	4,0%	
Morango	112	58	51,8%	3	2,7%	10	8,9%	71	63,4%	
Peplino	136	76	55,9%	2	1,5%	0	0,0%	78	57,4%	
Pimentão	146	124	84,9%	0	0,0%	10	6,8%	134	91,8%	
Repolho	127	8	6,3%	0	0,0%	0	0,0%	8	6,3%	
Tomate	141	20	14,2%	1	0,7%	2	1,4%	23	16,3%	
Total	2488	605	24,3%	42	1,7%	47	1,9%	694	27,9%	

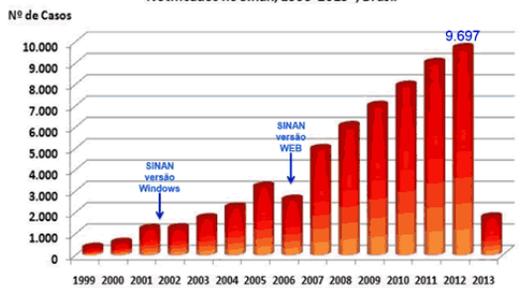
Legenda: (1) amostras que apresentaram somente IA não autorizados (NA); (2) amostras somente com IA autorizados, mas acima dos limites máximos autorizados (> LMR); (3) amostras com as duas irregularidades (NA e > LMR); (1+2+3) soma de todos os tipos de irregularidades. Fonte: ANVISA (2011).

FIGURA 3 Distribuição das amostras segundo a presença ou a ausência de resíduos de agrotóxicos. PARA, 2010. Fonte: ANVISA (2011).



Fonte: ANVISA (2011).

Série Histórica de Casos Confirmados de Intoxicação por Agrotóxicos Notificados no Sinan, 1999-2013*, Brasil

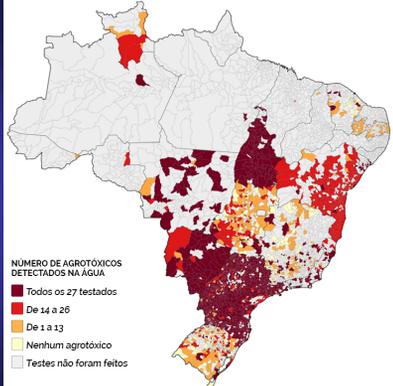
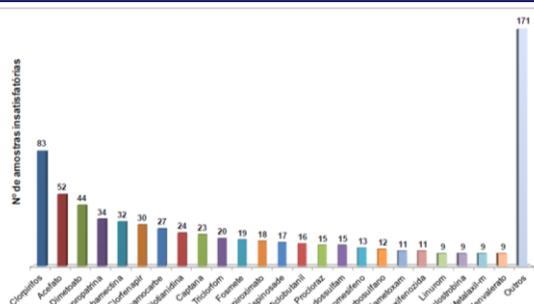


*Dados Parciais - extraído em 08/04/2013

N total = 59.456 casos confirmados



Principais ingredientes ativos com uso irregular detectados em amostras insatisfatórias (PARA, 2012)



NÚMERO DE AGROTÓXICOS DETECTADOS NA ÁGUA

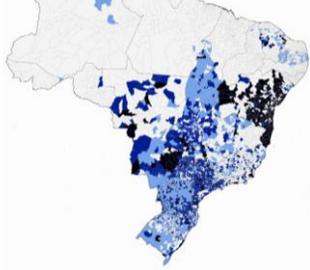
- Todos os 27 testados
- De 14 a 26
- De 1 a 13
- Nenhum agrotóxico
- Testes não foram feitos

Fonte: Sistema de Informação de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano (Sisagual) - 2014-2017

Número de agrotóxicos Concentração na água

Concentração dos agrotóxicos na água acima dos limites considerados seguros

- Pelo menos um acima do limite brasileiro
- Dois ou mais acima do limite europeu
- Todos os agrotóxicos dentro dos limites sem dados



POR QUE TANTA DIFERENÇA?

Enquanto a União Europeia tem critérios mais rígidos, o Brasil permite concentração maior de agrotóxicos na água.

TIPO DE AGROTÓXICO	LIMITE EUROPEU		QUANTIDADE TESTADA (MÁXIMO NO BRASIL E MÍNIMO QUE NA UNIÃO EUROPEIA)
	UE	BRASIL	
4-Fluorfenoxiacetato	0,1	30	300
Clorpirifos	0,1	30	300
Dinoseb	0,1	30	900
Mecanato	0,1	30	1.800
Tolclofosmetil	0,1	30	1.800
Gifluralato	0,1	300	5.000

Fonte: Legislação do uso de agrotóxicos no Brasil. Câmara Brasileira de Comércio Exterior - Setembro/Outubro/2005

Consumo de herbicida

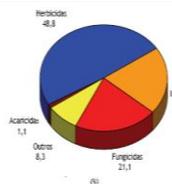


Figura 2. Participação das Classes na Quantidade Vendida de Defensivos Agrícolas, em Produto Comercial, Brasil, 2011. Fonte: Elaborada pelos autores com base em: SINDICATO NACIONAL DA INDÚSTRIA DE PRODUTOS PARA DEFESA AGRÍCOLA - SINDAG. Dados básicos. São Paulo: SINDAG, 2012.

→ Tabela 1. Taxa de crescimento (%) no consumo de herbicidas pelas principais culturas demandantes, 1999-2008.

Culturas	Taxa crescimento (%)
Soja	15,28
Cana-de-açúcar	12,84
Milho	10,44
Café	1,74

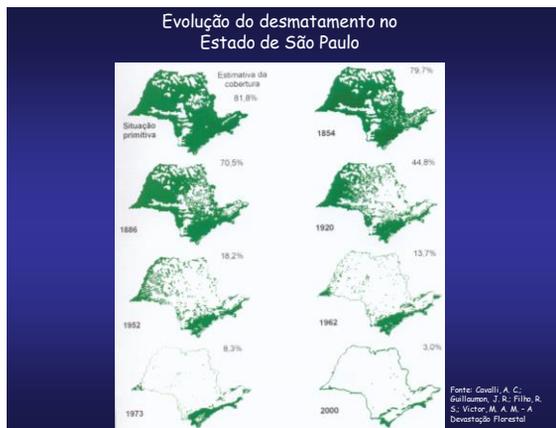
Tabela 2. Demanda relativa (Kg/ha) por herbicidas pelas principais culturas consumidoras, 1999-2008.

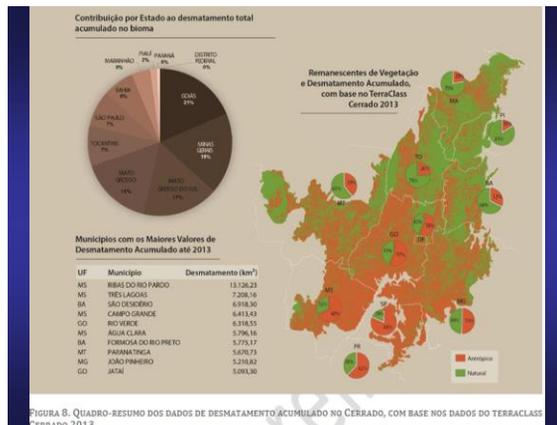
Ano	Soja	Milho	Cana	Café
1999	2,01	1,21	1,52	1,84
2000	2,33	1,54	2,17	1,56
2001	2,09	1,38	2,77	2,01
2002	2,05	1,24	2,22	1,35
2003	2,44	1,73	2,05	1,27
2004	2,71	1,82	2,17	1,42
2005	3,23	1,92	2,13	1,56
2006	3,32	1,95	2,92	2,27
2007	4,27	2,53	3,31	1,64
2008	4,17	2,69	2,64	1,78

Tabela 1. Área plantada, média de uso por hectare e total de agrotóxicos por tipo de lavoura no Brasil, 2015.

Cultura agrícola	Área plantada (hectares)	Média de uso de agrotóxicos (litros/hectares)	Consumo de agrotóxicos (litros)
Soja	32.206.787	17,7	570.060.129,90
Milho	15.846.517	7,4	117.264.225,80
Cana-de-açúcar	10.161.622	4,8	48.775.785,60
Algodão	1.047.622	28,6	29.961.989,20
Trigo	2.490.115	10	24.901.150,00
Fumo	406.377	60	24.382.620,00
Arroz	2.162.178	10	21.621.780,00
Café	1.988.272	10	19.882.720,00
Citricos	766.516	23	17.629.868,00
Feijão	3.130.036	5	15.650.180,00
Banana	484.430	10	4.844.300,00
Tomate	63.626	20	1.272.520,00
Uva	78.026	12	936.312,00
Girassol	111.843	7,4	827.638,20
Mamão	30.445	10	304.450,00
Melancia	97.910	3	293.730,00
Abacaxi	69.565	3	208.695,00
Manga	64.412	3	193.236,00
Melão	20.837	3	62.511,00
Total	71.227.136	-	899.073.840,70

Fonte: IBGE-SIDRA⁷; Pignatti et al.⁸





Ciência e Senso Comum

“Para aqueles que teriam a tendência de achar que o senso comum é inferior à ciência, eu só gostaria de lembrar que, por dezenas de milhares de anos, os homens sobreviveram sem coisa alguma que se assemelhasse à nossa ciência. Depois de cerca de quatro séculos, desde que surgiu com seus fundadores, curiosamente a ciência está apresentando sérias ameaças à nossa sobrevivência”.

Rubem Alves. *Filosofia da Ciência*. São Paulo: Edições Loyola, 2000.

Costabeber



Estamos ficando sem soluções?

- Em direção à sustentabilidade
- O papel da agroecologia

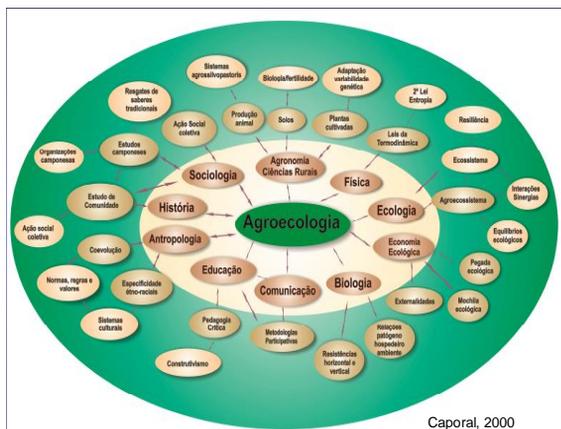
A temática ambiental gerando reflexão...

- 40° e 50°: ecologia pura e agricultura de resultados
- 60°: agroecossistema
- 1962: Rachel Carson e a “Primavera Silenciosa”
- Uso de 2,4-D na Guerra do Vietnã
- Década de 1970: surgimento dos primeiros grupos ambientalistas
- 1972: criação da IFOAM (Federação Internacional de Agricultura Orgânica)
- Década de 1980: surgimento das primeiras organizações de “agricultura alternativa” no Brasil
- 80°: consolidação, sistemas tradicionais de cultivo
- 90°: Incremento da pesquisa, divulgação, ensino, políticas

O que é agroecologia afinal?

É a ciência ou a disciplina científica que apresenta uma série de princípios, conceitos e metodologias para estudar, analisar, dirigir, desenhar e avaliar agroecossistemas, com o propósito de permitir a implantação e o desenvolvimento de estilos de agricultura com maiores níveis de sustentabilidade. A Agroecologia proporciona então as bases científicas para apoiar o processo de transição para uma agricultura ‘sustentável’ nas suas diversas manifestações e/ou denominações.

MIGUEL ALTIERI



AS BASES DA AGROECOLOGIA

- Pensamento e teoria ecológica
- Ciências sociais (antropologia, sociologia)
- Ciências econômicas
- Agronomia

O conceito de Agroecossistema

- É o local de produção agrícola
- É o ecossistema
- Possibilita analisar os sistemas de produção como um todo

O CONCEITO DE ECOSISTEMA

“Sistema funcional de relações complementares entre organismos e seu ambiente delimitado arbitrariamente, o qual mantém no espaço e no tempo um equilíbrio estável porém dinâmico” (Tansley, 1938)

Estrutura dos ecossistemas

- Níveis de organização

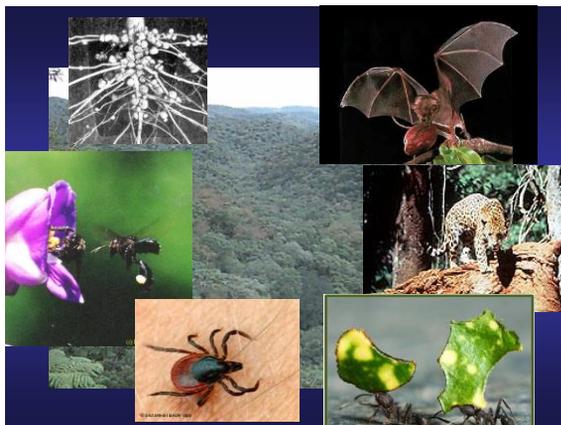


Ecossistemas naturais x agroecossistemas

- Diversidade biológica

- Floresta Tropical

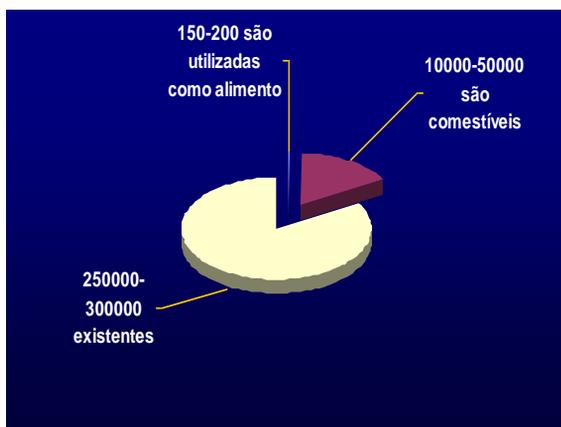
- Cerca de 200 espécies árvores / ha (1/3 das espécies de plantas)
 - Cerca de 600 espécies de plantas por ha
 - Considerando 100 vezes mais animais espécies de animais e microrganismos = 60000 espécies



Ecosistemas naturais x agroecossistemas

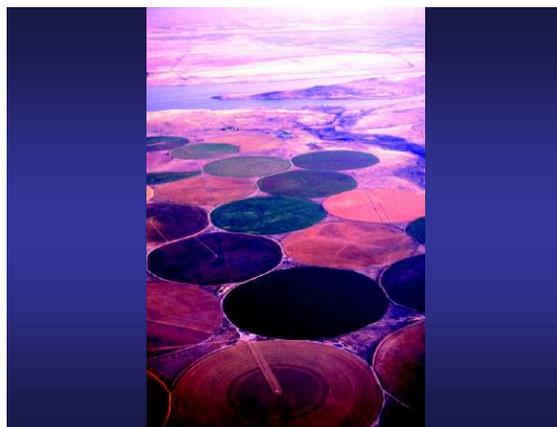
● Diversidade biológica

- Monocultura de soja
 - 1 espécie vegetal cultivada
 - Algumas espécies espontâneas
 - Alguns animais e microrganismos - pragas e doenças



Ecosistemas naturais x agroecossistemas

- Transformação em áreas agrícolas não leva em conta as características dos ecossistemas naturais
 - ambiente estressados → pragas e doenças (demanda por agrotóxicos)
- A praga agrícola é uma “doença” ou um “sintoma”??
 - Doença: perda de diversidade e interações que leva aos desequilíbrios
 - Sintoma: aumento de populações de insetos, plantas invasoras e microrganismos

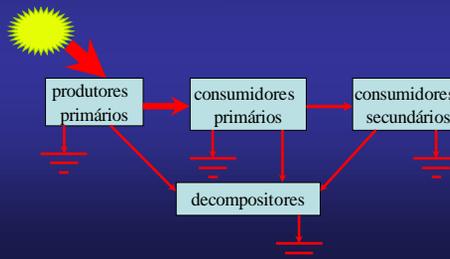


COMPARANDO ECOSSISTEMAS E AGROECOSSISTEMAS

Estrutura e Função

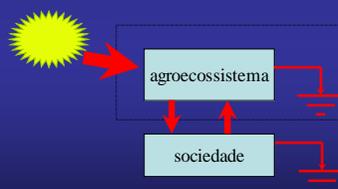
1. Fluxo de Energia

– Ecosistema natural



Fluxo de energia no ecossistema natural

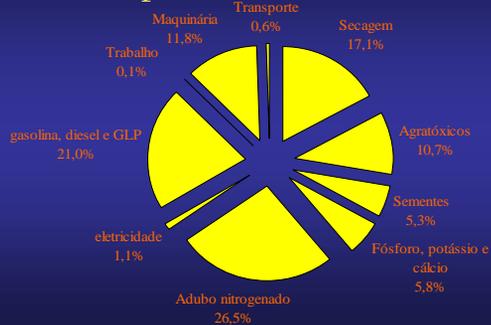
- Relativamente estável
- Mantém a produtividade a partir da radiação solar



Entradas de Energia

- Combustível
- Nutrientes (adubos minerais e orgânicos)
- Defensivos agrícolas
- Água
- Trabalho humano e animal
- Sementes
- Equipamentos

Perfil energético de sistema de produção moderno



Fluxo de energia no agroecossistema

- Fluxo muito alterado
- Insumos humanos
- Não auto sustentável
- Mais aberto / exportações

Estrutura e Função

- 2. Ciclagem de nutrientes
- Ecossistema natural
 - Ciclos interconectados de macro e micro nutrientes circulam dentro do ecossistema através da MO principalmente

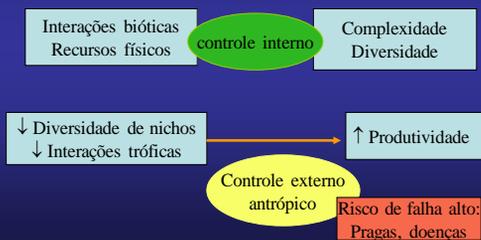
● Agroecossistema

- Ciclagem é mínima
 - Perdas
 - Colheita
- Entradas baseadas em insumos minerais (rochas, petróleo)



Estrutura e Função

● 3. Mecanismos de regulação de populações



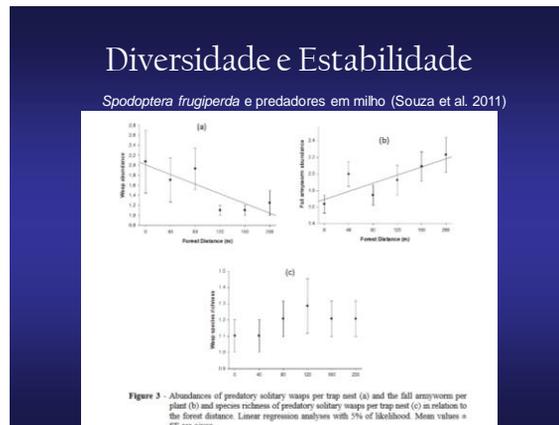
Diversidade de artrópodos em vários ecossistemas

Ecosistema	Localização	Espécies de artrópodos
milho	Itália (ha)	200-500
alfafa	Nova York (ha)	600
milho	Hungria (campo)	600
pasto	Grã Bretanha (ha)	1000
Floresta, tropical	Borneo (dez árvores)	2800
Floresta, faia	Alemanha (floresta)	1500-1800
Floresta, parque	Hungria (floresta)	4433-8847
Floresta, tropical	Costa Rica (10800ha)	13000*

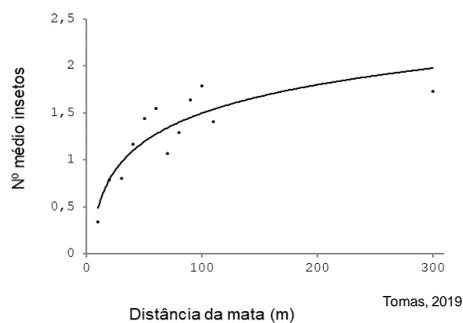


ANÁLISIS DE DIVERSIDAD TAXONÓMICA											
USO DEL SUELO	VERANO				INVIERNO				S	MEDIA DE NOTAS ¹	
	N	S	H'	e	N	S	H'	e		H'	e
Café	173	16	1,56	1,26	161	22*	2,07	1,48	27**	9	7
Bosque	82	10	1,09	1,09	12	11	2,27*	2,18*	14	8	7
Pasto ext.	60	9	1,14	1,20	31	12	2,12	1,97	16	8	8
Encarta	196	15	1,41	1,20	293*	17	1,24	1,03	19	7	6
Eucalipto	8	3	0,97	2,04	16	7	1,72	2,04	9	6	9
APP	276	11	0,54	0,50	147	11	1,50	1,31	16	5	5
Pasto int.	47	2	0,17	0,58	57	7	0,62	0,68	7	2	3
Invernadero	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
MEDIA	104,25	8	0,86	0,98	53	8,13	1,16	1,06	10,13		

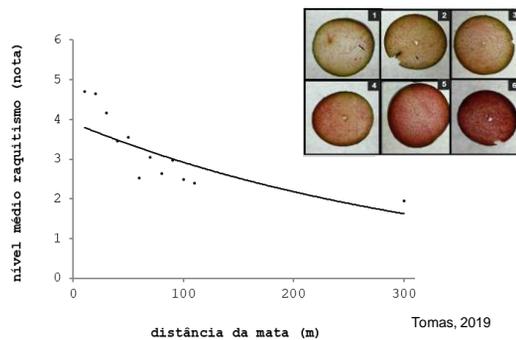
S: Riqueza.
 S': Riqueza total, considerando los grupos detectados en cualquiera de los dos inuestros -verano e invierno-.
 H': indice de Shannon.
 e: indice de equidad de Pielou
 *: valores máximos de la tabla (exceptuando los correspondientes a S_p).
 **: Riqueza total máxima (valor máximo de S).



Número médio de cigarrinhas-das-raízes em cultivo de cana-de-açúcar conforme distância da mata do Pinheirinho - Mombuca SP



Nível médio de infestação do raquitismo da soqueira (nota) em cultivo de cana-de-açúcar conforme distância da mata do Pinheirinho



Estrutura e Função

- 4. Equilíbrio dinâmico

Diversidade Complexidade

→

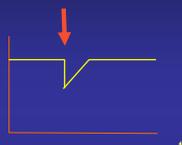
Resistência a perturbações

Estabilidade

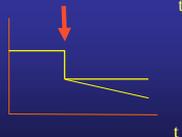
- ecos. natural
- agroecossistema

Resiliência

- ecos. natural



- agroecossistema



Diferenças estruturais e funcionais entre ecossistemas naturais e agroecossistemas

Características	Ecossistema natural	Agroecossistema
Produtividade líquida	Média	Alta
Cadeia trófica	Complexa	Simples, linear
Diversidade de espécies	Alta	Baixa
Diversidade genética	Alta	Baixa
Ciclos minerais	Fechado	Aberto
Estabilidade (resiliência)	Alta	Baixa
Entropia	Baixa	Alta
Controle humano	Não necessário	Decisivo
Permanência temporal	Longa	Curta
Heterogeneidade de habitat	Complexo	Simples
Fenologia	Sazonal	Sincronizada
Maturidade	Maturo, complexo	Imaturo, início de sucessão

Agroecossistema como uma unidade de análise

- Fronteira: insumo externo

Criando Agroecossistemas Sustentáveis

- Alcançar características dos ecossistemas naturais
- Mantendo uma produção para ser colhida
 - Menor uso de energia
 - Ciclos de nutrientes mais fechados
 - Mecanismos de regulação do próprio sistema
 - Estabilidade e resiliência

Menor uso de energia

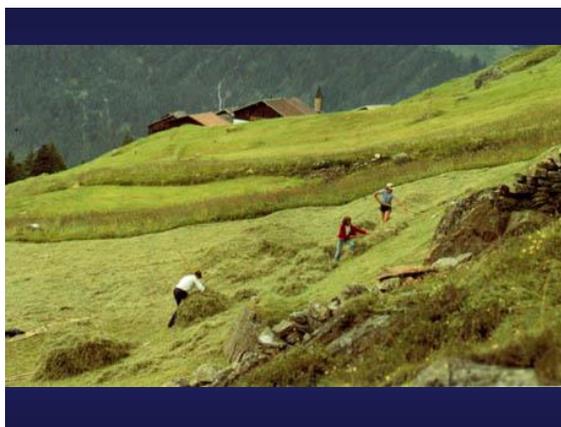
- Depender o mínimo possível de recursos não renováveis, buscando um equilíbrio melhor entre o uso de energia para manter os processos internos do sistema e aquele disponível para exportação
- Como?
 - Reduzindo o aporte de insumos externos;
 - Realizando a ciclagem máxima de nutrientes, via rotação de culturas, sistemas agroflorestais, utilização de cobertura morta, etc.

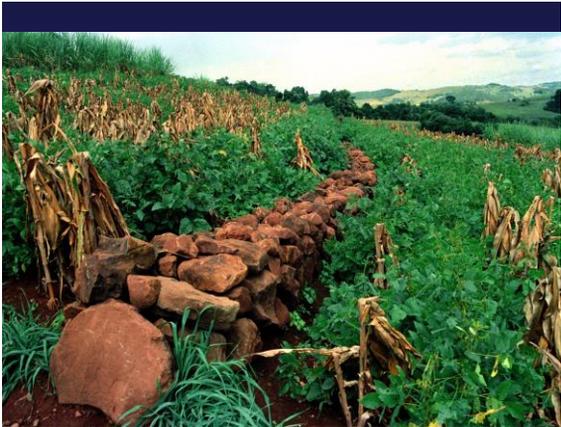
Ciclos de nutrientes mais fechados

- Desenvolver ciclos de nutrientes o mais fechado possível
- Como?
 - Reduzir a aplicação de fertilizantes químicos de alta solubilidade
 - Realizar consórcios, rotação de culturas, culturas perenes (SAF), etc.
 - Incrementar a utilização de matéria orgânica
 - Promover a integração entre animais e vegetais

Mecanismos de regulação do próprio sistema

- Utilizar mais biodiversidade e estimular maiores níveis de diversidade de interações bióticas
- Como?
 - Policultivos
 - Áreas naturais na paisagem agrícola
 - Aumentar a diversidade de habitats, assegurando a presença de inimigos naturais e antagonistas
 - Utilizar estratégias de controle biológico





C = 44; Biodiv = 42 species

