



Manejo de sombra y diversificación de cafetales en Costa Rica: insumos para NAMA-café

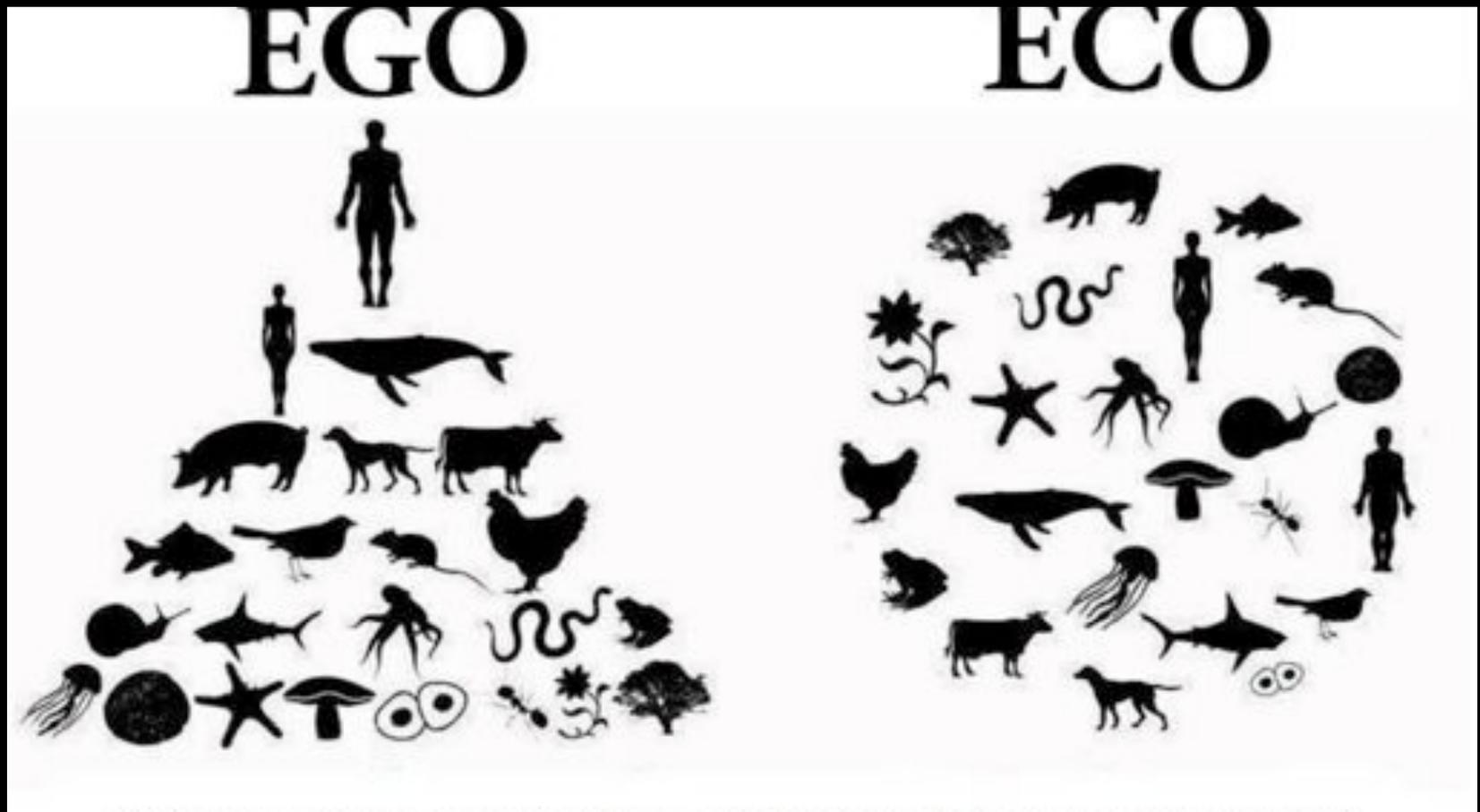
Reinhold G. Muschler

Cátedra Latinoamericana de Agroecología y Agrobiodiversidad
Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE)

Objetivos de la presentación

- Proveer insumos para el manejo de sombra y el rediseño de la caficultura
- Identificar retos futuros para la caficultura y el manejo de la biodiversidad en las Americas
- Compartir aprendizajes sobre sistemas de café en América Latina
- Resaltar prioridades selectas de investigación/validación para reducir el impacto del cambio climatico

Punto de partida: el lugar apropiado del ser humano

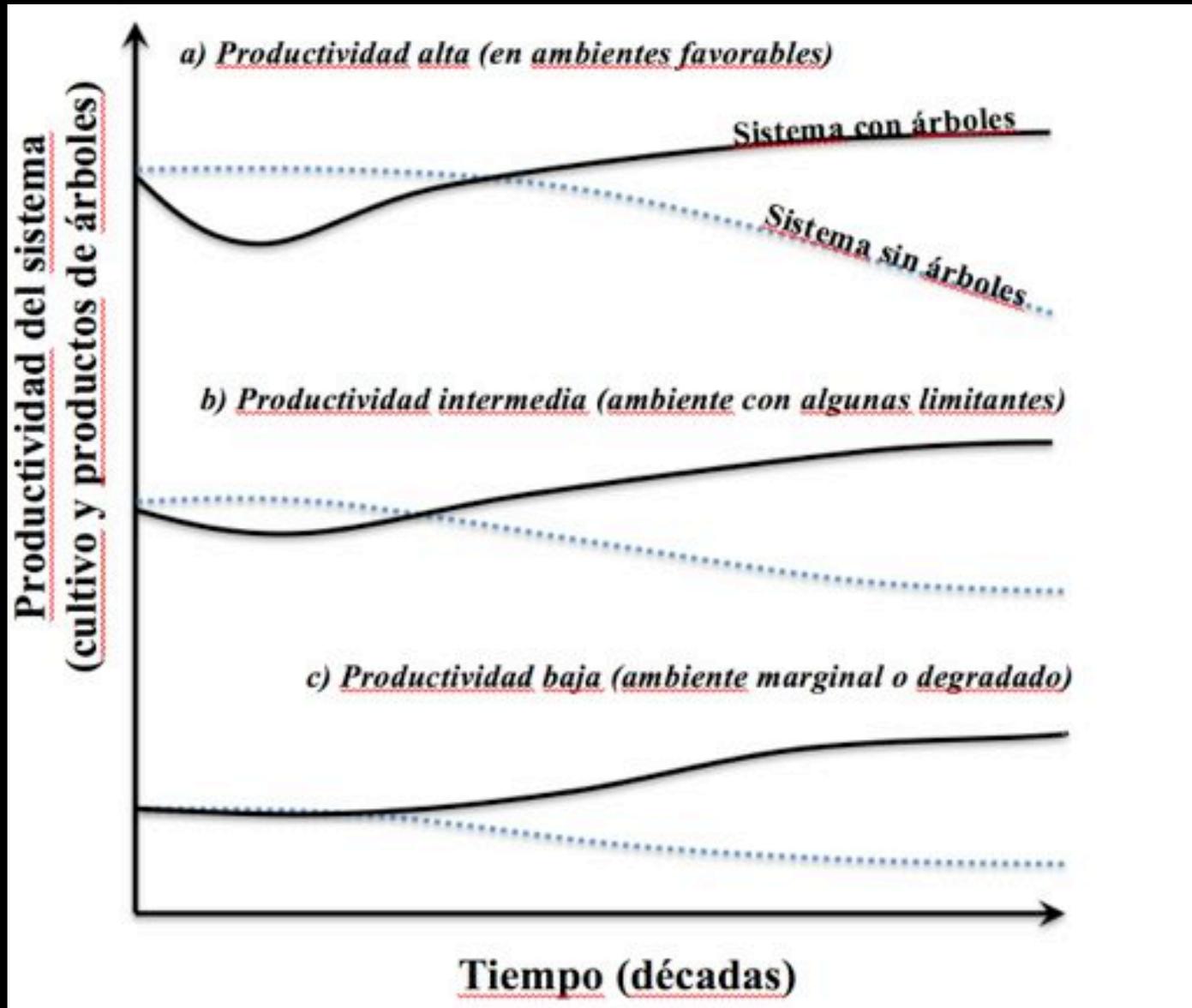


Definición de agricultura climáticamente inteligente

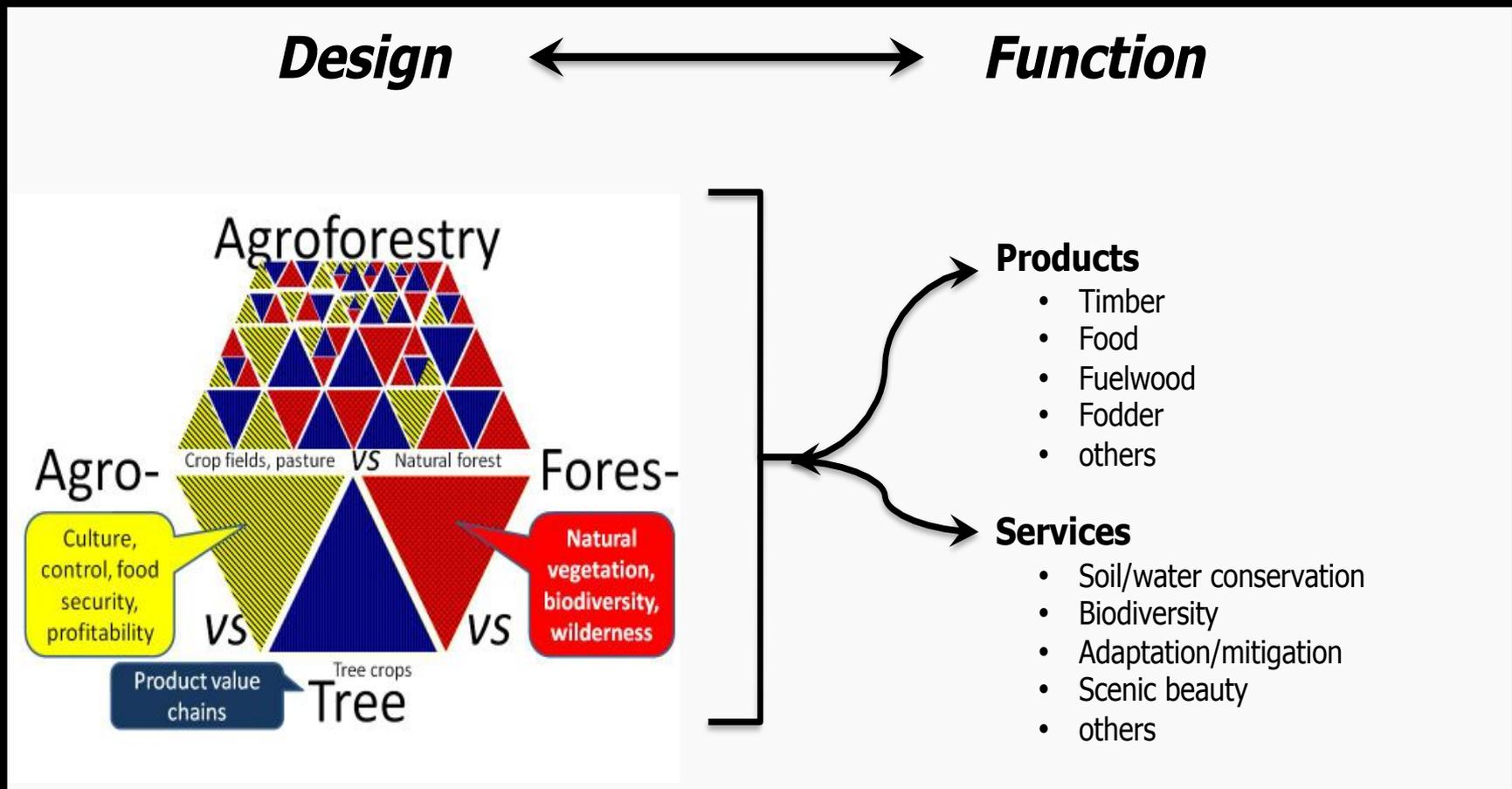
Según la FAO (2010), ACI es aquella agricultura que

- incrementa de manera sostenible la productividad,
- la resiliencia (adaptación),
- reduce/elimina GEI (mitigación) y
- fortalece los logros de metas nacionales de desarrollo y de seguridad alimentaria.

La "pregunta del millón": sombra es buena o no?



Punto de partida: diseño y función son interdependientes



Servicios ecosistemicos en tiempo y espacio

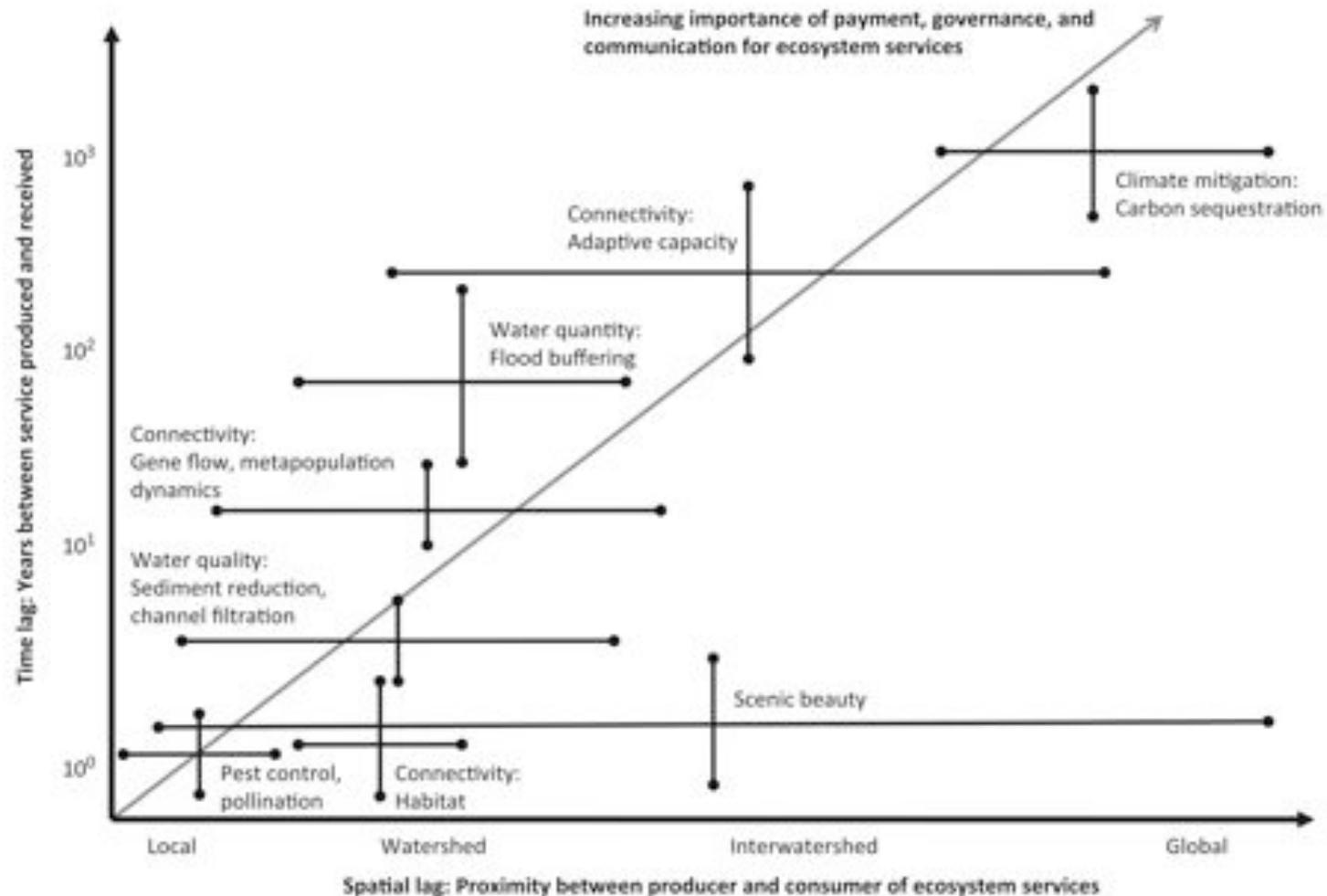
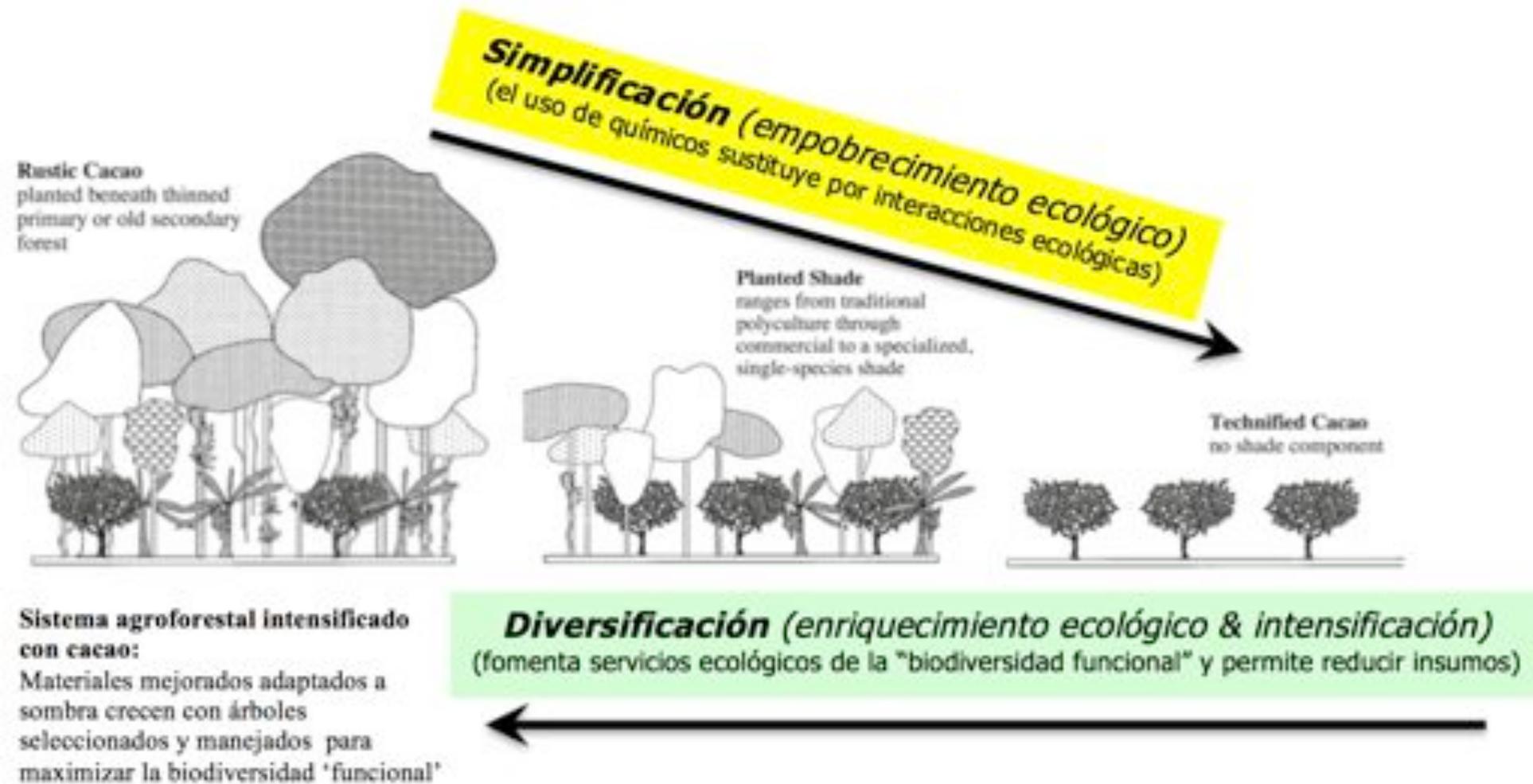


Figure 1. Effective management of ecosystem services requires an understanding of the lags between production and consumption, particularly across well-connected landscape features, such as within river-riparian systems. The gray line illustrates the increasing importance of management or payment for ecosystem services schemes and of matching the scale of the services with that of the organization.

Source: Fremier et al 2013 Spatiotemporal lags in ecosystem services

Punto de partida: Diversificación para la sostenibilidad



Preguntas clave

SOMBRA EN CAFETALES

- *Cuanta sombra hay?*
- *La considera suficiente o no?*
- *Que nivel de sombra seria el ideal? Por que?*

ESPECIES DE ARBOLES

- *Cuales son los dominantes?*
- *Cuales especies deberian ser promovidos en el futuro por sus beneficios para (a) el café, (b) el ambiente, (c) la seguridad alimentaria, (d) la biodiversidad*

Preguntas clave

DIVERSIFICACION: OTRAS ESPECIES

Cuales otras especies de plantas (rastreras, coberturas, cultivos trampa, cultivos intercaladas... etc) deberian ser promovidas para poder:

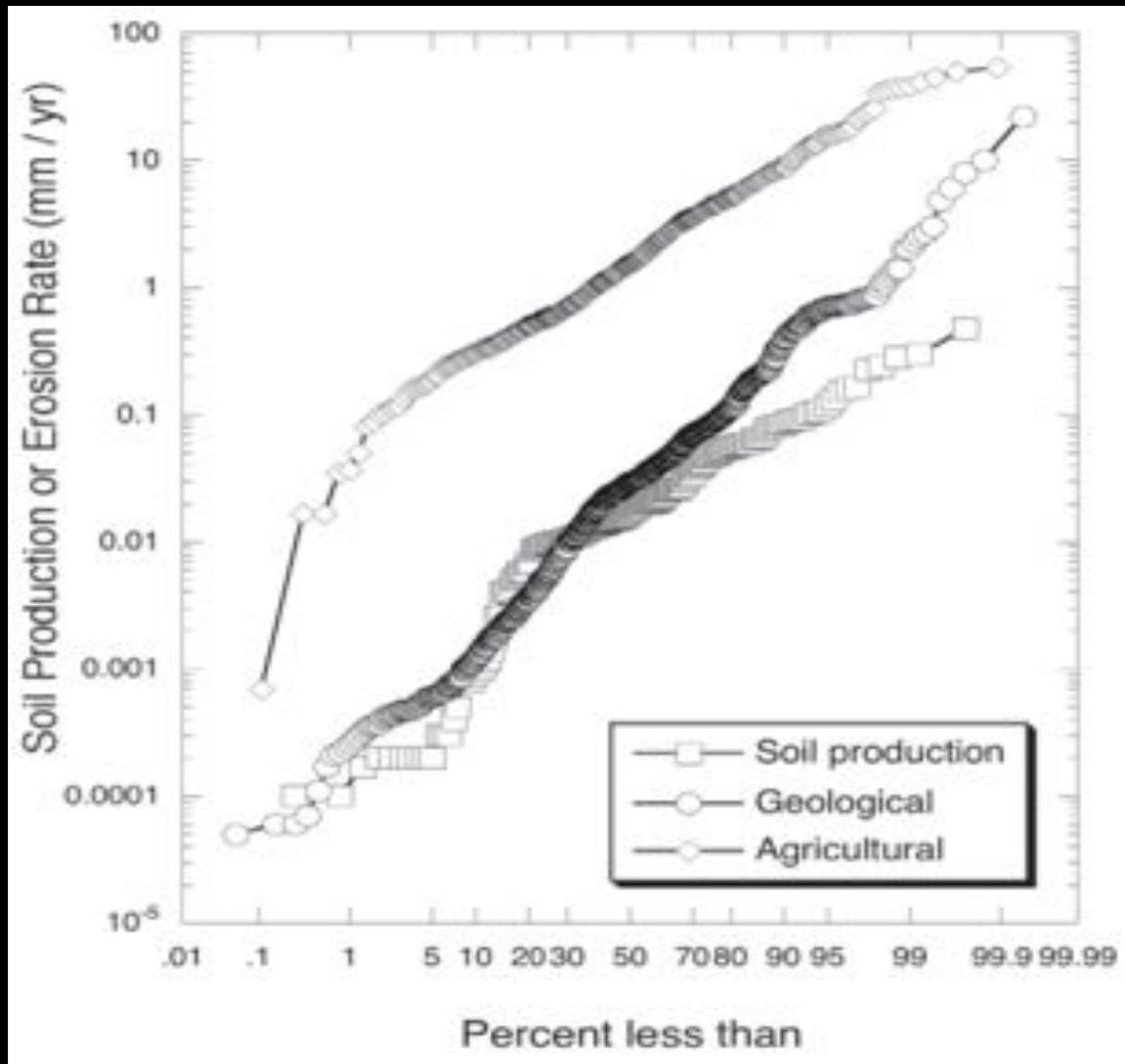
- (a) reducir el uso de fertilizantes nitrogenados,*
- (b) aumentar poblaciones de insectos beneficos (p.e. abejas y controladores biologicos)*
- (c) aumentar la seguridad alimentaria y*
- (d) mejorar la conservacion de suelos?*

Punto de partida: erosión de suelos

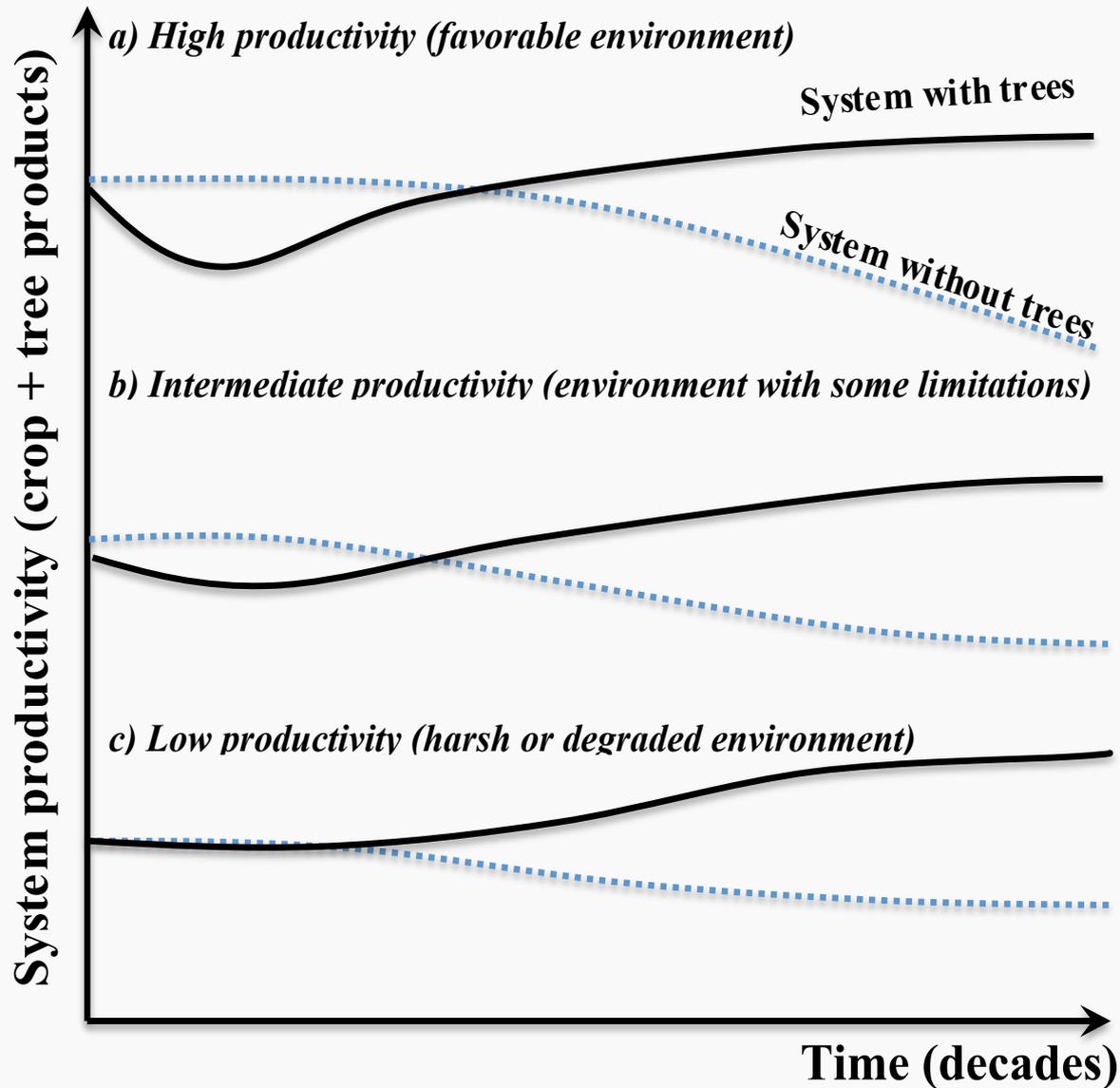




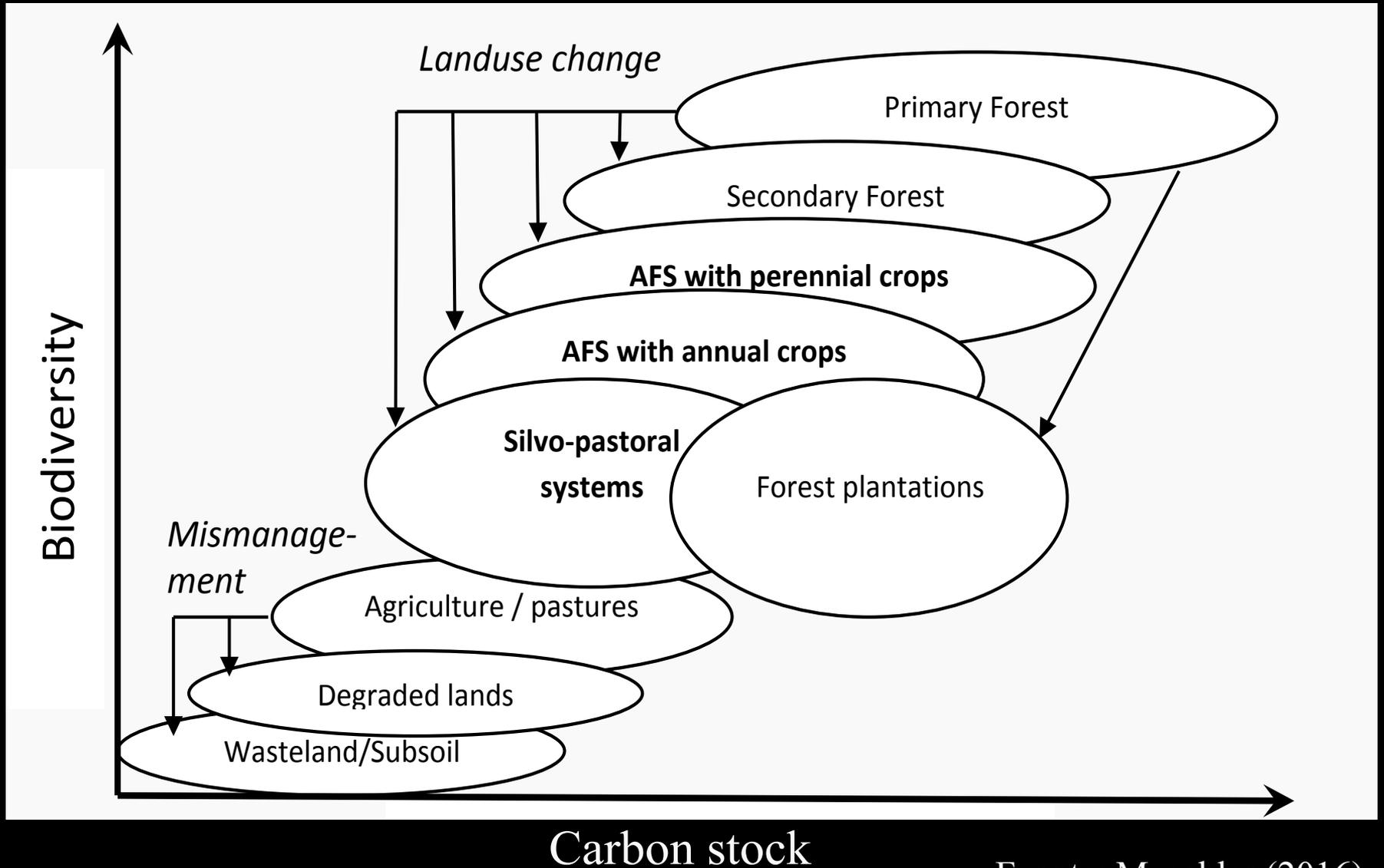
Punto de partida: erosión de suelos



Productividad del sistema cafetalero es mas que solo café



Biodiversidad y carbono en diferentes ecosistemas



Para diseñar sistemas sostenibles, hay que:

1. Reconocer los limitantes biofísicos principales en agroecosistemas en el trópico húmedo, incluyendo los efectos por el cambio climático;
2. Aprender de problemas como p.e. sistemas insostenibles de café convencional;
3. Identificar mecanismos para superar los limitantes de 1. y evitar los problemas de 2.;
4. Aprender de sistemas exitosos como sistemas agroforestales (SAF) con cafés especiales;
5. Identificar temas prioritarios para la investigación.

Cuales son las limitantes biofísicas para la producción agrícola en el trópico húmedo?

Factor	Limitante	Mecanismo adaptativo ("trabajar con la naturaleza")
Temperatura alta		
Humedad alta		
Constancia		

Entonces, cuales son los limitantes biofísicos principales para la producción agrícola en el trópico húmedo?

Factor	Limitante	Mecanismo adaptativo ("trabajar con la naturaleza")
Temperatura alta	<ul style="list-style-type: none">•Meteorización alta•Suelos lixiviados•Respiración alta	
Humedad alta	<ul style="list-style-type: none">•Lixiviación alta•Favorece hongos y bacterias	
Constancia	Ciclos de plagas ininterumpidos	

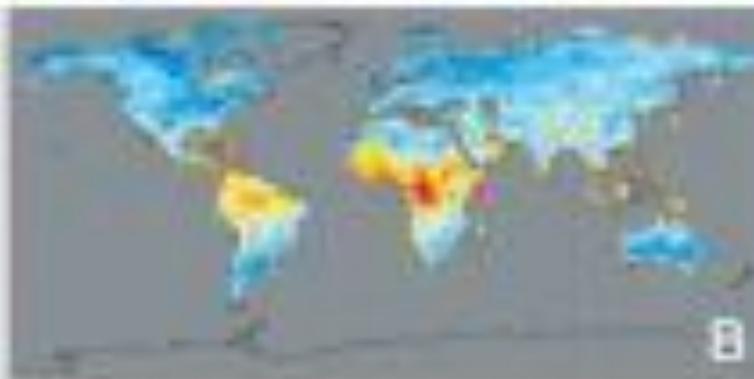
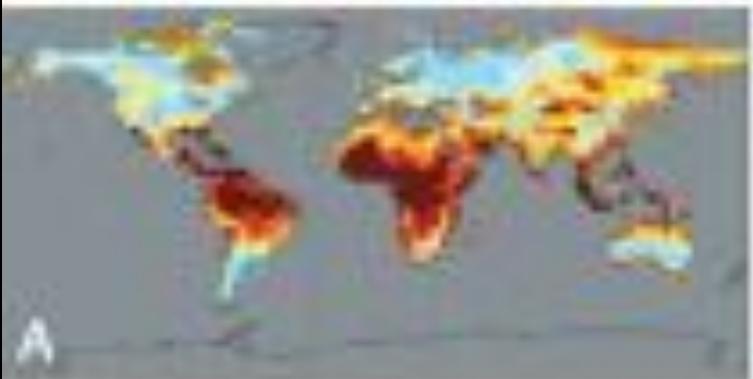
Y el cambio climático? Como afecta a estas limitantes biofísicas?

- Las hace aún más limitantes porque:
 - Aumenta las temperaturas (3°C en 100 años) equivalente a reducir la elevación de un cafetal en 50 m cada 10 años)
 - Aumenta la frecuencia y severidad de los eventos extremos: huracanes, sequías, inundaciones

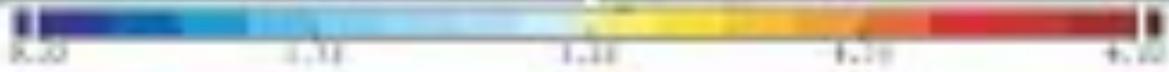
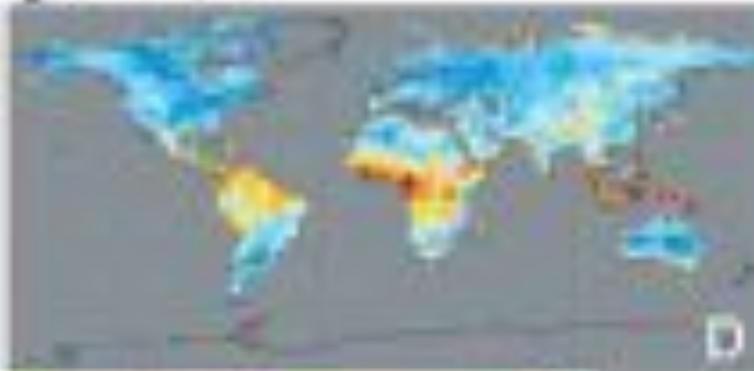
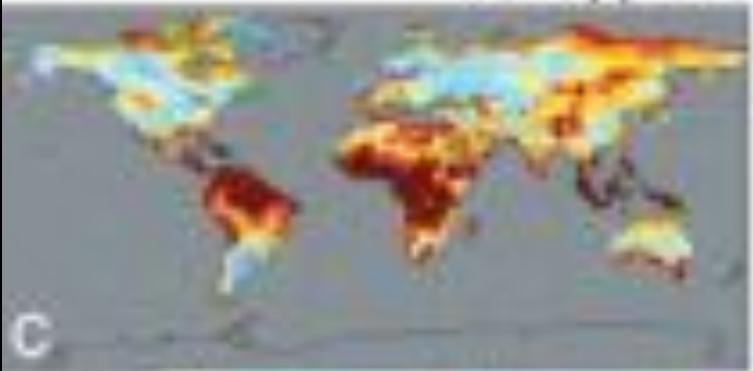
A2

Novel Climates

B1



Disappearing Climates



























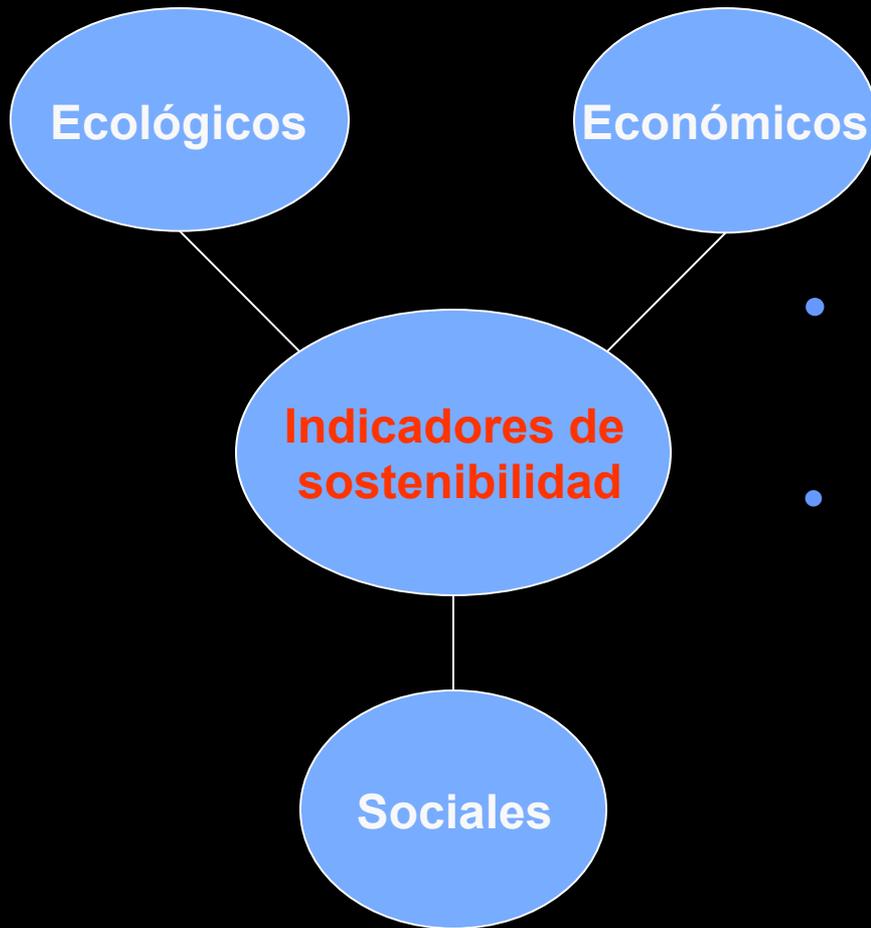








Pero también hay limitantes económicas y sociales... porque son importantes?

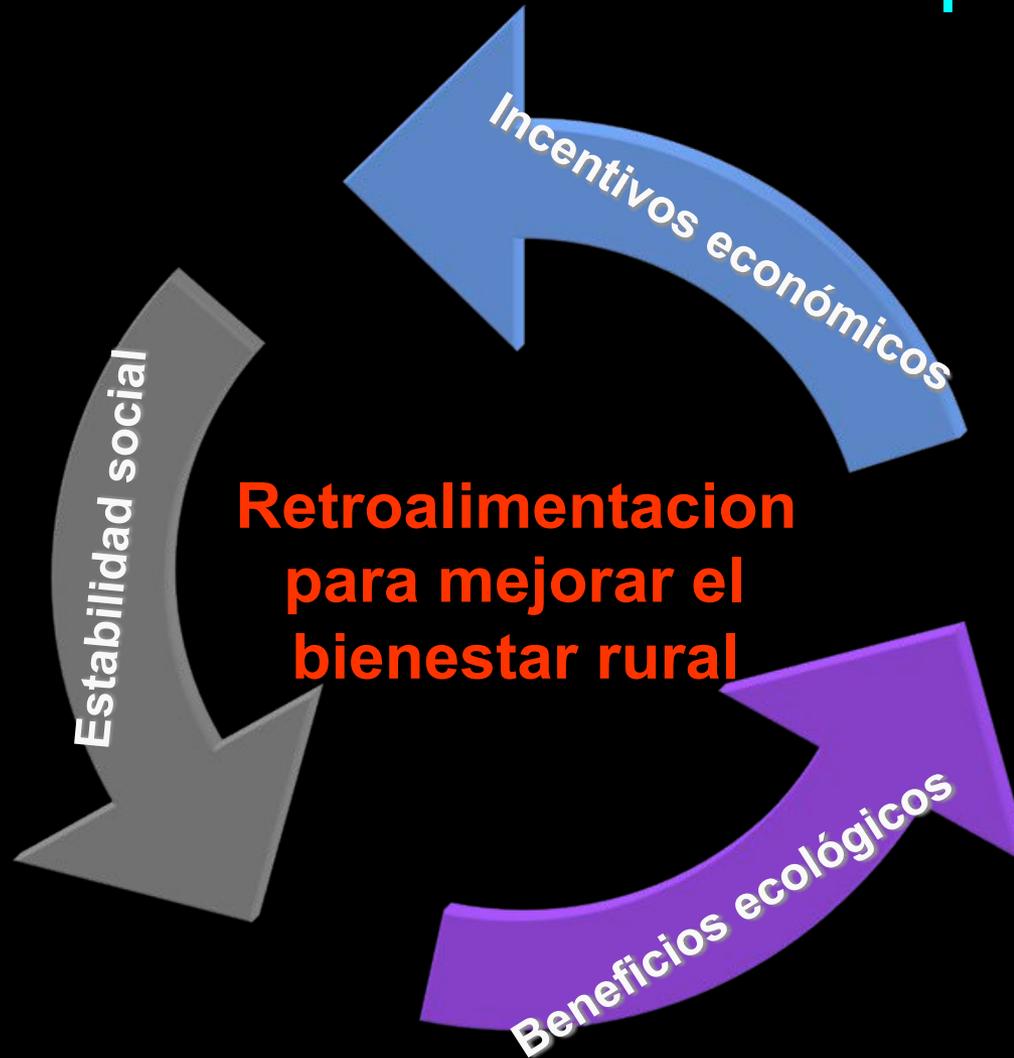


- Todos los indicadores tienen que ser satisfechos
- Reto: elaborar un método para reconocer la calidad integral de productos y establecer mecanismos de pago por servicios ambientales basados en la calidad de productos y servicios

- Las condiciones ecológicas, sociales y económicas son los fundamentos “sine qua non”.
- Sin embargo, la **conciencia del consumidor** es el motor de cambio.



Las 3 condiciones son interdependientes



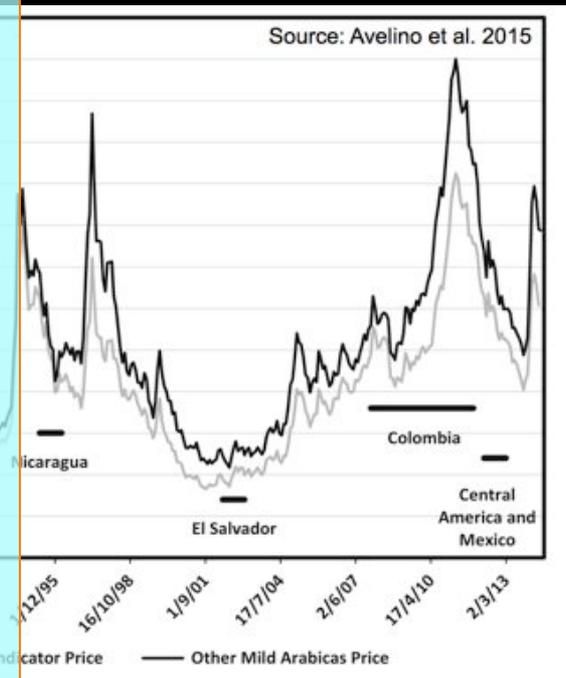
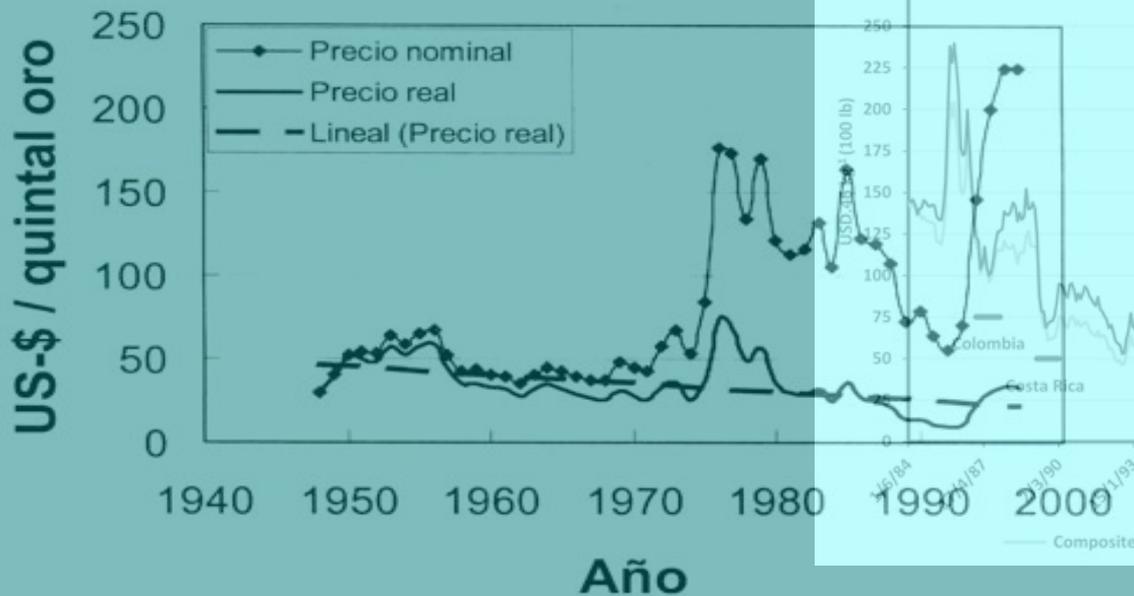
Aprender de problemas: sistemas insostenibles, p.e. café convencional (= café sin sombra con altos insumos)

Porque no son sostenibles?

Por que café convencional no es sostenible: *economía*

→ Precios para la mayoría de los cultivos convencionales de exportación estan a niveles bajos historicos.

→ Precios reales de café han bajado durante 70 años!!!



Por que café convencional no es sostenible: *economía*

→ Precios reales de café han bajado durante 70 años

La capacidad de compra de un saco de café que se vendió en US-\$ 50 en 1950 es equivalente a US-\$ en 2015
(Taza de cambio por inflación: %)

Fuente: www.usinflationcalculator.com

Por que café convencional no es sostenible: *economía*

→ Precios reales de café han bajado durante 70 años

La capacidad de compra de un saco de café que se vendió en US-\$ 50 en 1950 es equivalente a US-\$ 493 en 2015 (Taza de cambio por inflación: 887 %)

Fuente: www.usinflationcalculator.com

Por que café convencional no es sostenible: *economía*

- Productores reciben relativamente poco para café convencional (en 2001/02 < \$ 0.5/lb; en 2013/14 < \$ 0.6/lb).
- A largo plazo: no hay razón para esperar un cambio.

Solución: (a) **reducir dependencia** de insumos externos y
(b) **nuevos productos, nuevos mercados** (ejemplos: orgánico, comercio justo, “shade-grown”, “bird-friendly”, etc, mercados en expansión cf. IFOAM y Biofach).



Por que café convencional no es sostenible: *salud*

- Abuso de agroquímicos persiste a pesar de décadas de campañas de “uso seguro”.
- Contaminación de agua potable es común.
- Residuos en alimentos y ambiente



Honduras







ADVERTENCIA

EN ESTA FINCA
SE APLICAN AGROQUIMICOS POR VIA AEREA
SE PROHIBE EL INGRESO DURANTE LAS APLICACIONES

FINCA CARRANDI



AVISO PUBLICO
CUIDADO CON LAS APLICACIONES DE AGROQUIMICOS

OCASIONALMENTE EN ESTA ZONA SE EFECTUAN APLICACIONES AEREO Y TERRESTRES

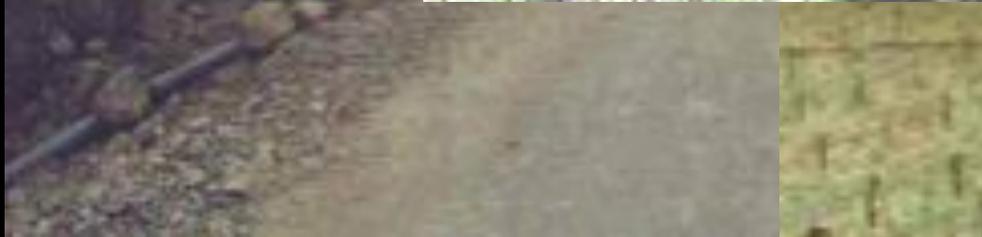


NO INGRESAR

A LAS FINCAS SIN LA AUTORIZACION DE LA ADMINISTRACION



Kimbrell 2002



Riesgo por helechos

Reporte de la FAO sobre el uso de pesticidas en América Latina y el Caribe

El uso de pesticidas en América Latina y el Caribe ha aumentado considerablemente en los últimos años, lo que representa un riesgo para la salud humana y el medio ambiente.

Según un informe de la FAO, el uso de pesticidas en América Latina y el Caribe ha aumentado considerablemente en los últimos años, lo que representa un riesgo para la salud humana y el medio ambiente.



El uso de pesticidas en América Latina y el Caribe ha aumentado considerablemente en los últimos años, lo que representa un riesgo para la salud humana y el medio ambiente.

El uso de pesticidas en América Latina y el Caribe ha aumentado considerablemente en los últimos años, lo que representa un riesgo para la salud humana y el medio ambiente.

NACIONALES

Viernes 4 de noviembre del 2000

País consume 422 millones de kilos de plaguicidas por año

Las plantaciones de banana utilizan la tercera parte de agroquímicos.

Walter Muñoz Gue

En el sector agroamericano, Costa Rica es una de las naciones que más plaguicidas consume, según una investigación realizada por el Instituto Regional de Estudios Sociales (IRES) de la Universidad Nacional (UNA), se estima, anualmente, 422 millones de kilos de agroquímicos.



Por consiguiente, se consumen la tercera parte de los plaguicidas en el sector agroamericano, el resto se utiliza en el sector forestal y en el sector de la ganadería.

Por otro lado, es el tercer país en consumo de plaguicidas en América Latina y el Caribe, después de Brasil y México.

El uso de plaguicidas en América Latina y el Caribe ha aumentado considerablemente en los últimos años, lo que representa un riesgo para la salud humana y el medio ambiente.

Nacional

4 de noviembre del 2000

95% DE PLAGUICIDAS QUEDA EN EL AMBIENTE

Caribe se envenena

Reporte de la FAO sobre el uso de pesticidas en América Latina y el Caribe

El uso de pesticidas en América Latina y el Caribe ha aumentado considerablemente en los últimos años, lo que representa un riesgo para la salud humana y el medio ambiente.

El uso de pesticidas en América Latina y el Caribe ha aumentado considerablemente en los últimos años, lo que representa un riesgo para la salud humana y el medio ambiente.

El uso de pesticidas en América Latina y el Caribe ha aumentado considerablemente en los últimos años, lo que representa un riesgo para la salud humana y el medio ambiente.



ALTO CARIBE

El uso de pesticidas en América Latina y el Caribe ha aumentado considerablemente en los últimos años, lo que representa un riesgo para la salud humana y el medio ambiente.

Continúa

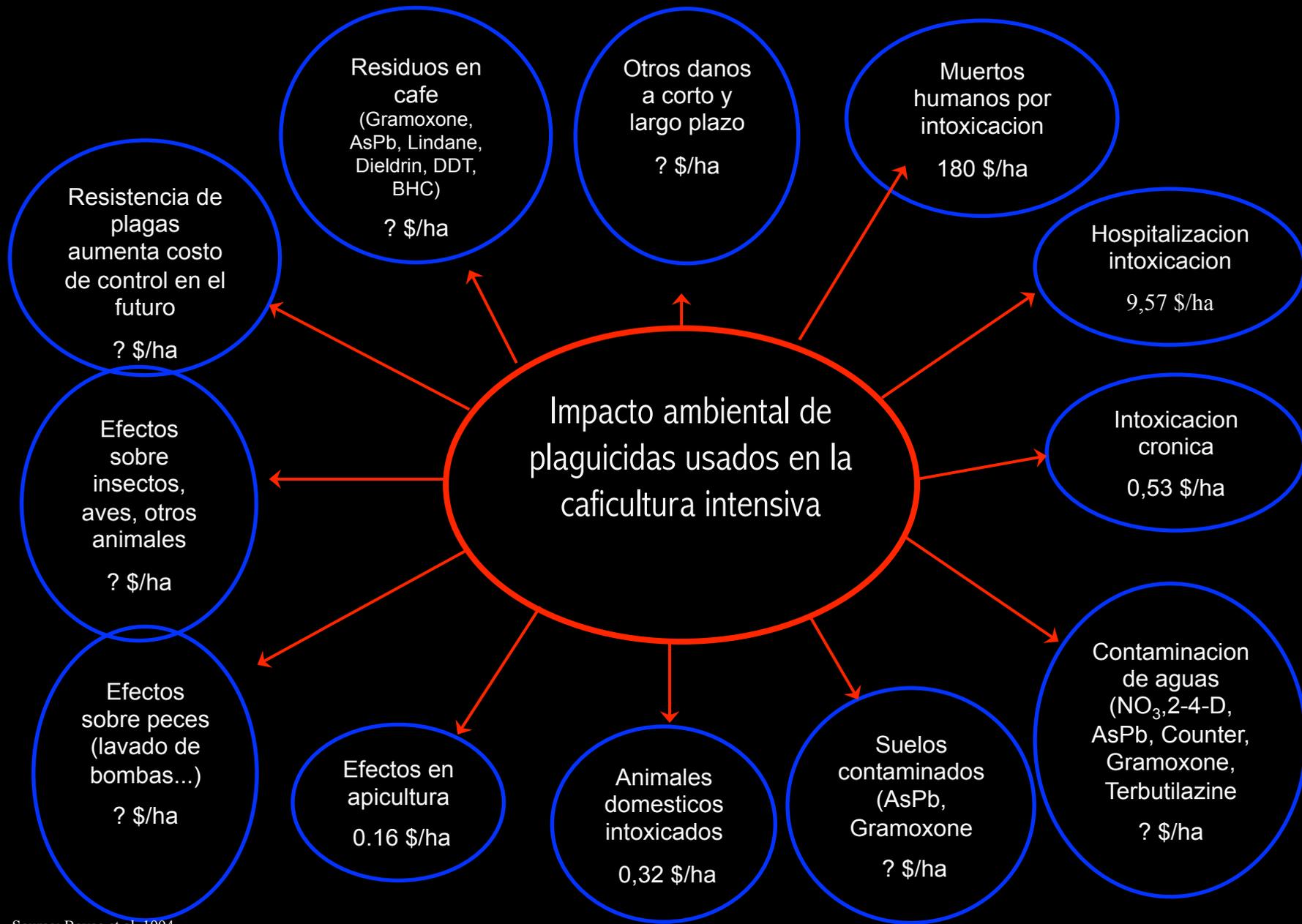
El uso de pesticidas en América Latina y el Caribe ha aumentado considerablemente en los últimos años, lo que representa un riesgo para la salud humana y el medio ambiente.

El uso de pesticidas en América Latina y el Caribe ha aumentado considerablemente en los últimos años, lo que representa un riesgo para la salud humana y el medio ambiente.

El uso de pesticidas en América Latina y el Caribe ha aumentado considerablemente en los últimos años, lo que representa un riesgo para la salud humana y el medio ambiente.

El uso de pesticidas en América Latina y el Caribe ha aumentado considerablemente en los últimos años, lo que representa un riesgo para la salud humana y el medio ambiente.





Residuos de plaguicidas tambien aparecen en otros alimentos

- En estudio detallado de residuos de plaguicidas en alimentos en EUA, revelo que de **65 hasta > 90%** de las 26571 muestras de vegetales y frutas convencionales contenian residuos de plaguicidas
- De alimentos producidos bajo MIP solamente el **47%** contenian residuos
- De alimentos organicos solamente el **23%** contenian residuos
- Tambien las concentraciones de los residuos bajaron en el orden conventional > MIP > alimentos organicos.

Residualidad de agroquimicos y contaminantes



Fuente: Photo de Wikipedia sobre Dioxinas.

Residualidad de agroquimicos y contaminantes

- > 3 Mio Vietnamitas afectadas por Dioxinas en > 80 Mio l de Agente Naranja (mezcla de los herbicidas 2,4-D y 2,4,5-T)
- > 150 000 niños con defectos geneticos (mas de 40 años despues de la guerra de Vietnam de 1956 a 1975!!!)

Residualidad de agroquimicos y contaminantes



Fuente: Mayer T, 2010. Agent-Orange-Opfer in Vietnam: Frau Truongs endloser Krieg. Spiegel, Alemania.

Residualidad de agroquimicos y contaminantes



Residualidad de agroquimicos y contaminantes



Fuente: Artículos sobre Dioxinas en Wikipedia (izq: Niño con “Chlorakne” en Seveso (1976); der: Sr. Yutschenko, Bielorusia)

Donde encuentro info sobre agroquimicos y contaminantes?

Sobre agroquímicos en nuestra comida y sus atributos:

- www.panna.org
- www.whatsonmyfood.org
- www.pesticideinfo.org

Sobre efectos de disruptores endocrinos:

- www.endocrinedisruption.org

Sobre manejo biológico de plagas y enfermedades:

- www.oisat.org



Discusion reciente sobre agroquimicos

- Restriccion de Roundup (Glifosato) en Francia
- Discusion fuerte en Alemania y EU sobre Glifosato
- Otros: Paraquat, Endosulfan, etc....
- Residuos de nitratos ("síndrome de bebé azul"), dioxinas, Bisfenol B, PCBs etc en cadenas troficas y el ambiente...

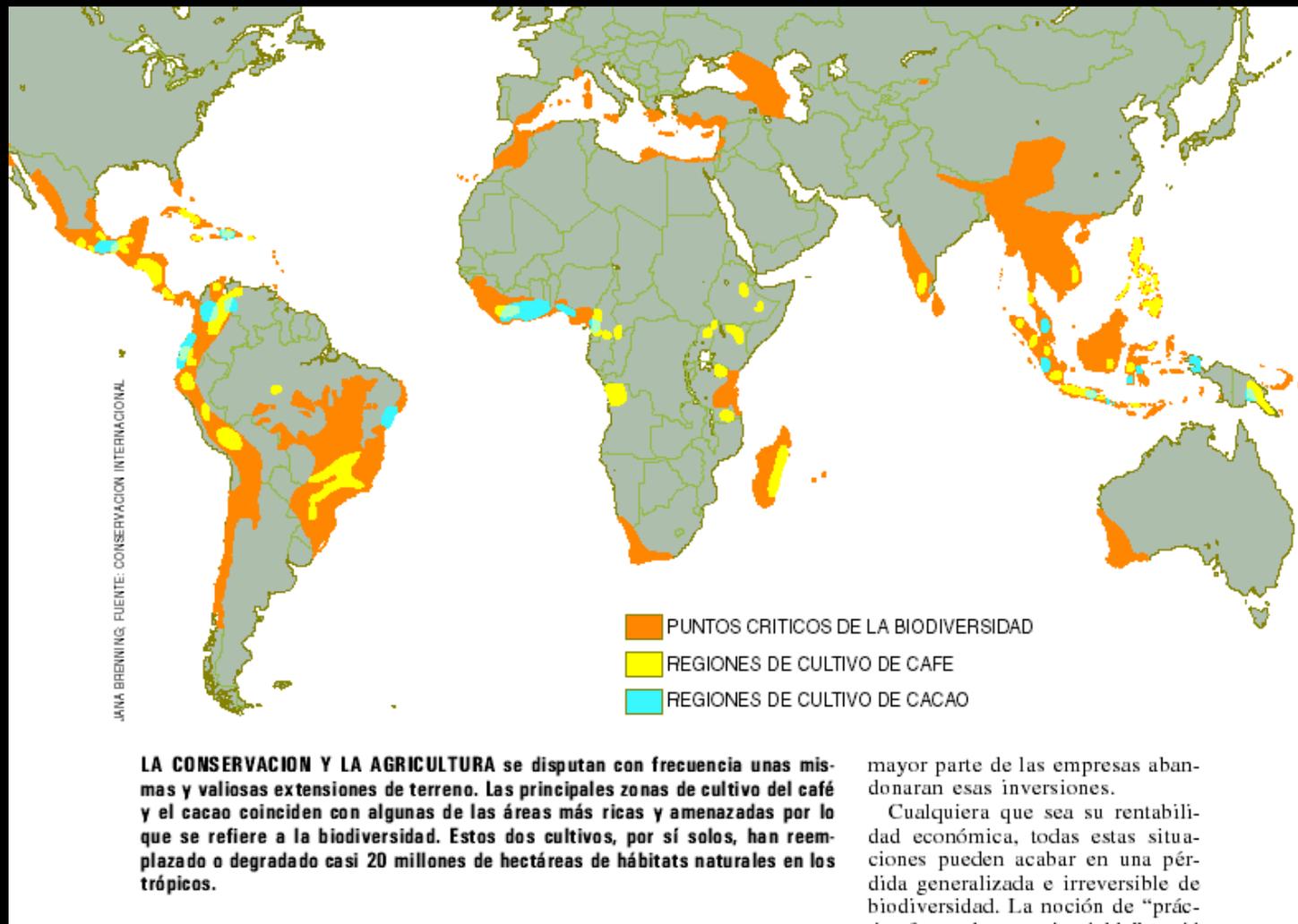


Café orgánico con Terminalia amazonia (Foto Esteban Rossi)

Por que café convencional no es sostenible: *pérdida de biodiversidad*

- Café convencional sustituye biodiversidad por insumos químicos
- Erosión de biodiversidad: sustitución de la flora local afecta la biodiversidad desde el nivel micro al nivel macro (ejemplos “visibles”: aves migratorias, pandas, etc., pero también controladores biológicos, polinizadores etc.).
- AC tiene más de 1500 especies arbóreas nativas, muchos de alto valor, **pero se siembran menos de 20 especies comúnmente** (y, de estos, la mayoría son exóticos).
- Aves migratorias (18% de todos; > 100 esp en CA) dependen más y más de SAF con café en América Central.
- Corredores biológicos de mayor importancia.

Caficultura afecta centros de biodiversidad



Fuente: Hardner J, Rice R, 2002, Replanteamiento del mercado ecológico. Investigacion y Ciencia 76-83 (www.ruta.org/espanol/agencias/indexfida.shtml)

Ejemplos de especies en peligro de extincion en 2004



El ser humano domina los ecosistemas de la tierra

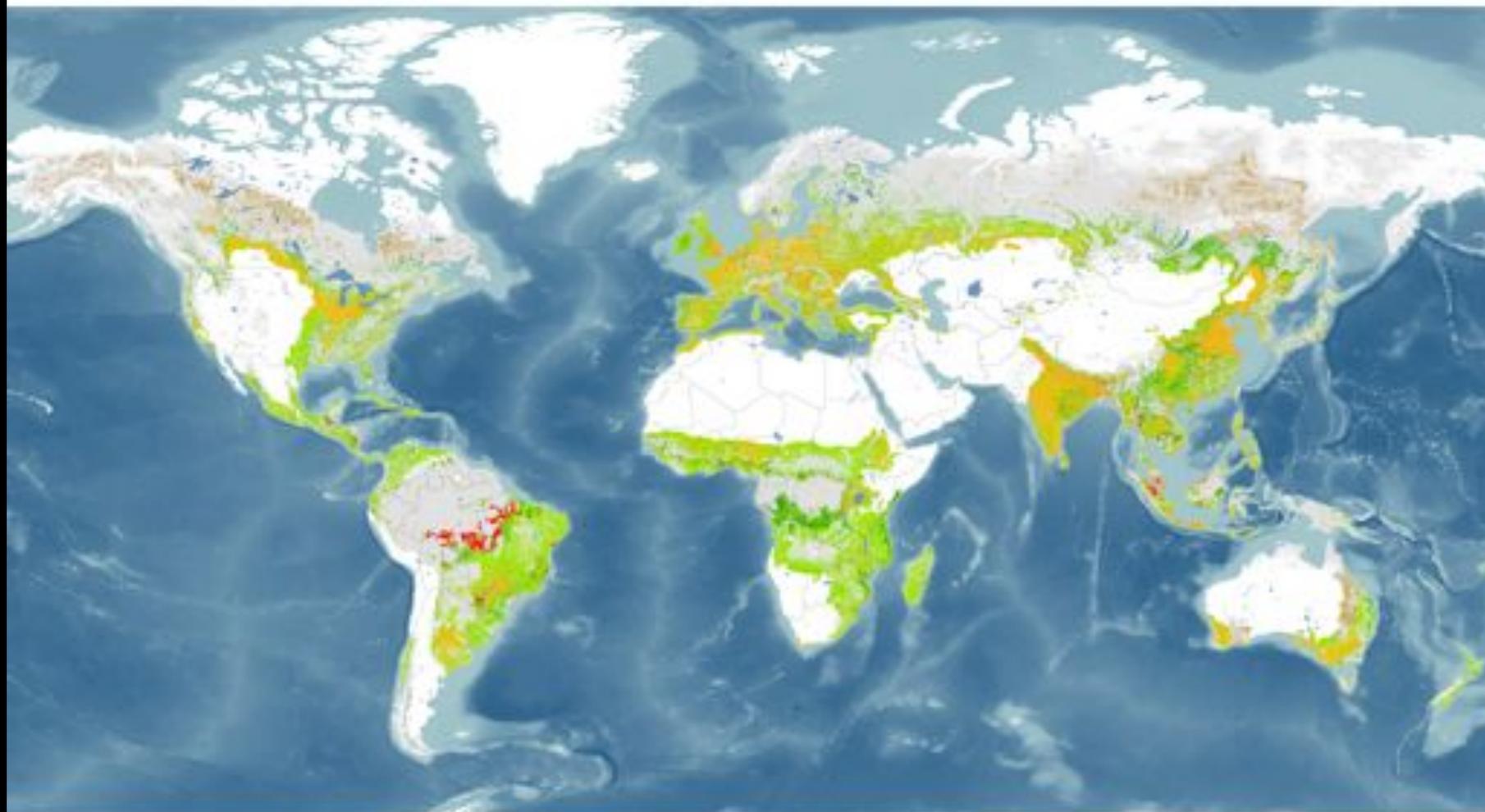
Hasta 1997, el hombre habia

- Transformado el 50% de la superficie terrestre
- Aumentado el CO2 atmosferico en 30% desde el inicio de la revolución industrial
- Extinguido > 25% de las especies de aves

Ademas, la humanidad

- fija mas N que todas las fuentes naturales terrestres combinadas
- Usa > 50% del agua dulce del mundo

A World of Opportunity for Forest and Landscape Restoration



FOREST AND LANDSCAPE RESTORATION OPPORTUNITIES

- Wide-scale restoration
- Mosaic restoration
- Remote restoration

OTHER AREAS

- Agricultural lands
- Recent tropical deforestation
- Urban areas
- Forest without restoration needs



Por que café convencional (altos insumos, sin sombra)
no es sostenible: *ecología – salud – pérdida
de biodiversidad*

Muchos cambios son irreversibles
en escalas de tiempo humanas!

Y: ¿Que sabe el consumidor de esto? ... y los productores, promotores, maestros, extensionistas...?

- **Muy poco:**
 - criterios de certificación
 - Seriedad/transparencia de la certificación
 - Valor agregado (¿cuanto para quien?)
 - Calidad verdadera de los productos (vs. las promesas de los anuncios)
 - ¿a quien reclamar?
 - ¿que escoger – de quien?
 - ¿Como apoyar la transformación hacia un sistema sostenible?

Por que café convencional no es sostenible: *impacto social*



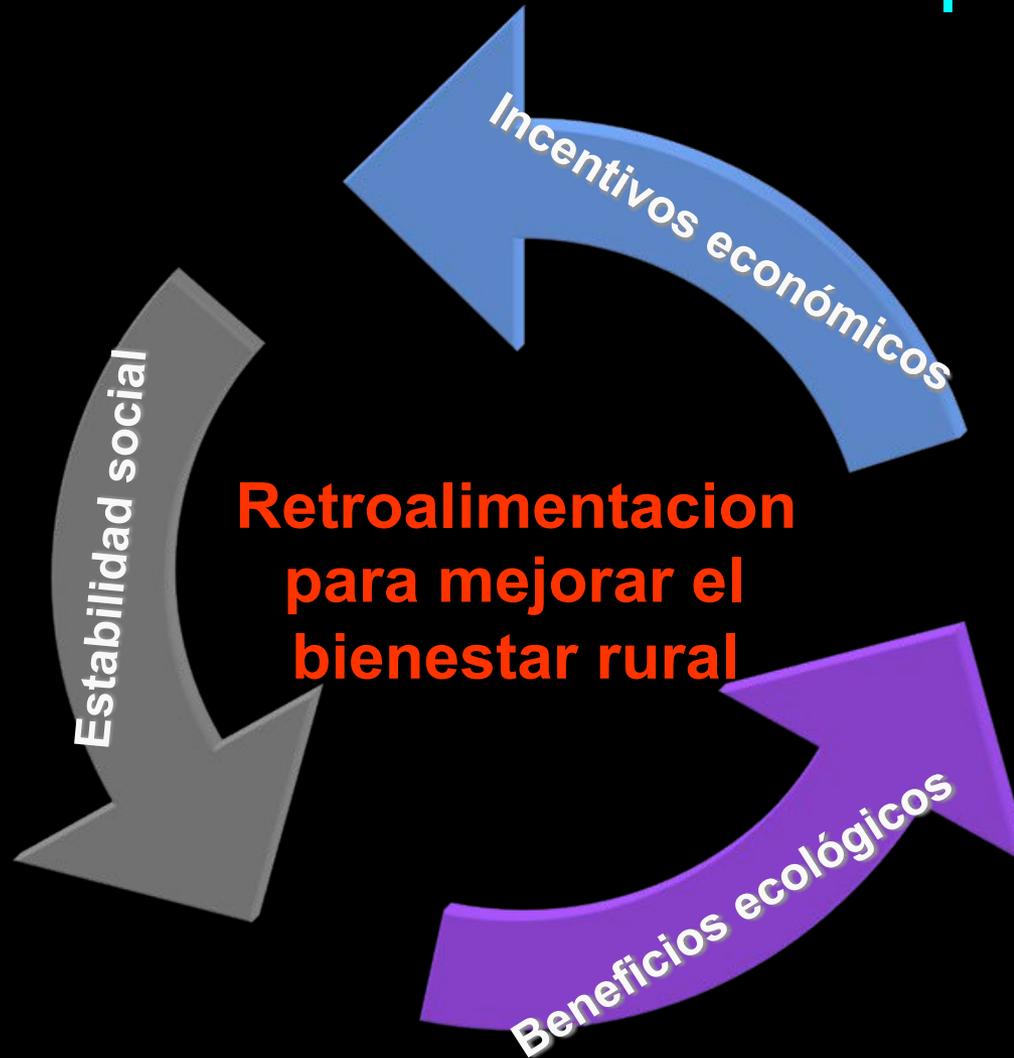
- Pérdida de “bienestar rural”.
- Desintegración de comunidades rurales y expansión urbana.
- Aumento de crimen violento: e.g., secuestro “exprés”.

Solución: revigorizar and revalorar comunidades rurales (e.g. a través del reconocimiento de & pago por servicios ambientales y sociales).



Kimbrell 2002

Las 3 condiciones son interdependientes



Entonces, como sabemos que hacer
para diseñar sistemas sostenibles?

... partimos de los mecanismos de adaptación para diseñar sistemas sostenibles

Factor	Limitante	Mecanismo adaptativo (“trabajar con la naturaleza”)
Temperatura alta	<ul style="list-style-type: none">• Meteorización alta• Suelos lixiviados• Respiración alta	<ul style="list-style-type: none">• Imitar barbechos para aumentar la captura y retención de nutrientes• Manejo de microclima: sombra
Humedad alta	<ul style="list-style-type: none">• Lixiviación alta• Favorece hongos y bacterias	<ul style="list-style-type: none">• Estratos múltiples de raíces• Utilizar microorgs. antagonistas• Producir “bajo techo”
Constancia	Ciclos de plagas ininterumpidos	<ul style="list-style-type: none">• Favorecer balances biológicos• Policultivo• Rotación de cultivos

O, en palabras resumidas, necesitamos

- Biodiversidad en los bosques
- Biodiversidad en los campos agrícolas
- Biodiversidad en suelos y aguas

Biodiversidad en el suelo es esencial



Figure 1 | A selection of organisms of the soil food web. a–o, The selection of organisms includes ectomycorrhizal (a) and decomposer fungi (b), bacteria (c), nematode (d), tardigrade (e), collembolan (f), mite (g), enchytraeid worm (h), millipede (i), centipede (j), earthworm (k), ants (l), woodlice (m), flatworm (n) and mole (o). All photographs are from the European Soil Biodiversity

Atlas, courtesy of A. Jones; individual photo credits are: K. Ritz (b, c); H. van Wijnen (d); Water bear in moss, Eye of Science/Science Photo Library (e); P. Henning Krog (f); D. Walter (g); J. Rombke (h); J. Mourek (i, j); D. Cluzeau (k); European Soil Biodiversity Atlas, Joint Research Centre (l, n); S Taiti (m); and H. Atter (o).

La agricultura futura tiene que ser basado:

→ mucho más en la biología

→ mucho menos en química
(FAO 2014)

Como podemos lograr eso?

- Usar organismos de **diferentes tamaños** y atributos
- Asegurar una **cobertura permanente** de suelo
- Fomentar la **actividad biológica en el suelo** en vez de reducirla con exceso de químicos (ejemplo herbicidas y fungicidas frecuentes)

...y el resultado es:

Un sistema de producción integral que maximiza

- el reciclaje,
- el uso de recursos locales (luz, nutrientes, agua)
- la resiliencia contra plagas y enfermedades
- el uso de los servicios y funciones biológicos (p.e. control de plagas, polinización) de macro- y microorganismos

→ Estos atributos constityen las **bases agroecológicas para el manejo sostenible** de sistemas agrícolas diversificados = **ACI**.

Y como funciona esto en el mundo real?

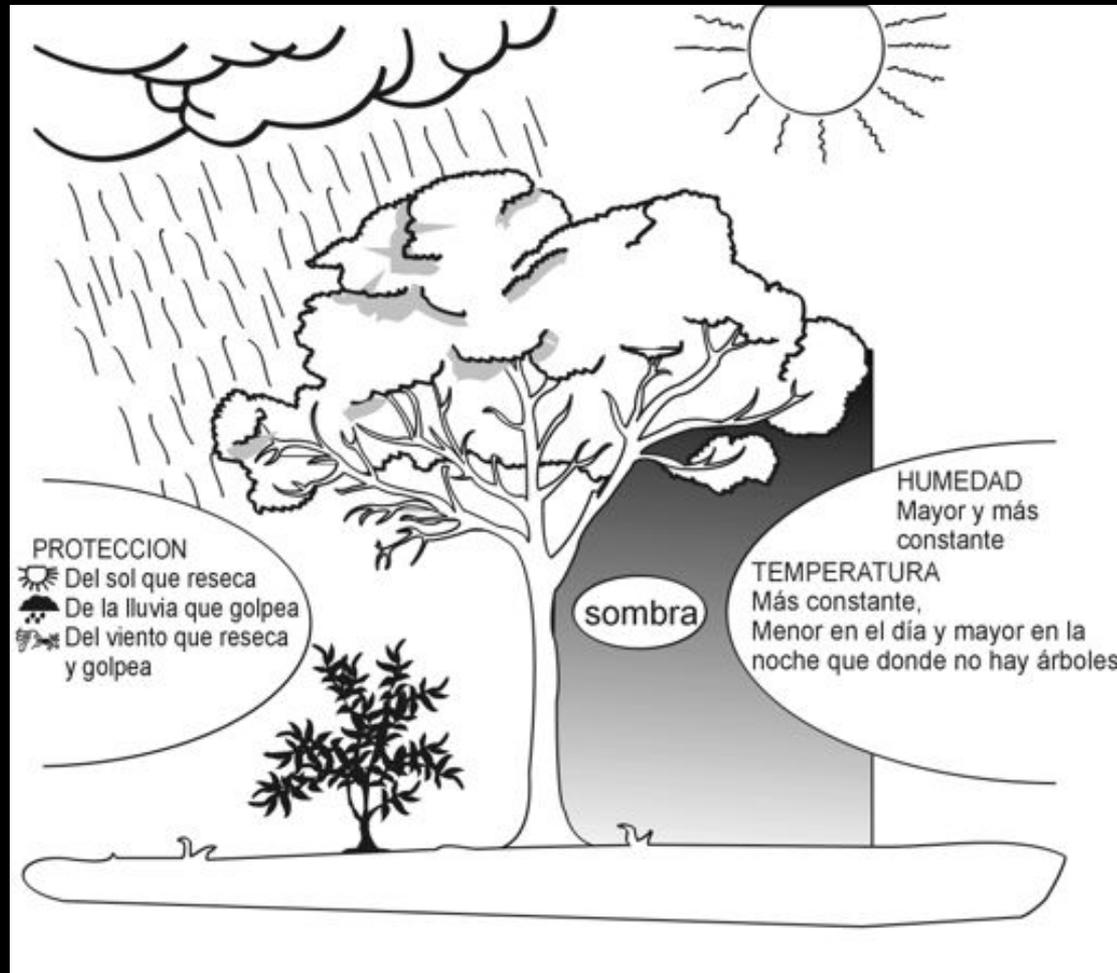
Miremos SAF con café sostenible intensivo
como un sistema “modelo”

Café es un buen modelo por su

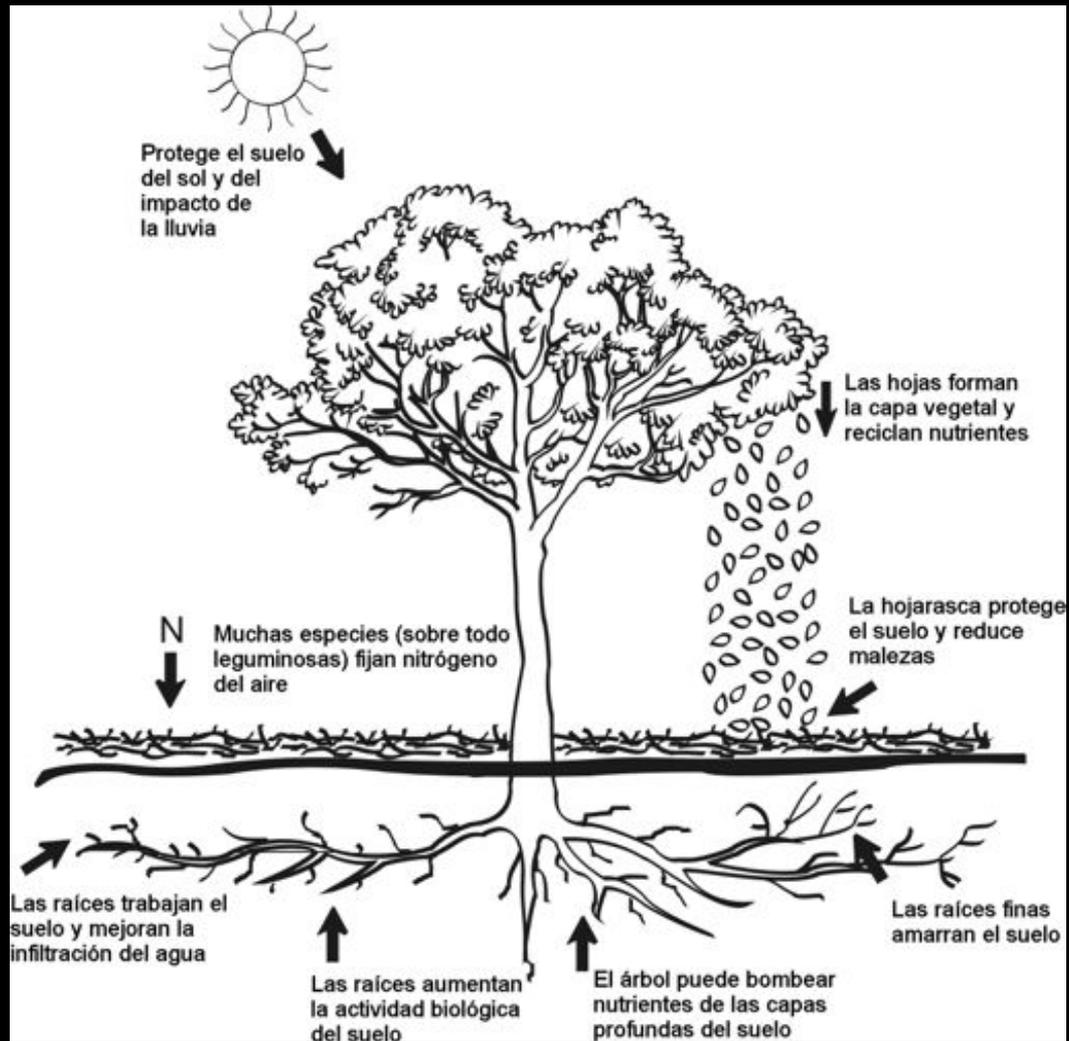
- Gran impacto en cuencas
- Importancia clave económica y social
- Estructura de sistemas la cual permite combinar muchas funciones
- Sistema perenne y “estable” con árboles

Café sostenible depende de árboles por muchas razones:

- Sombra
- Nutrientes
- Diversidad (funcional)
- otros

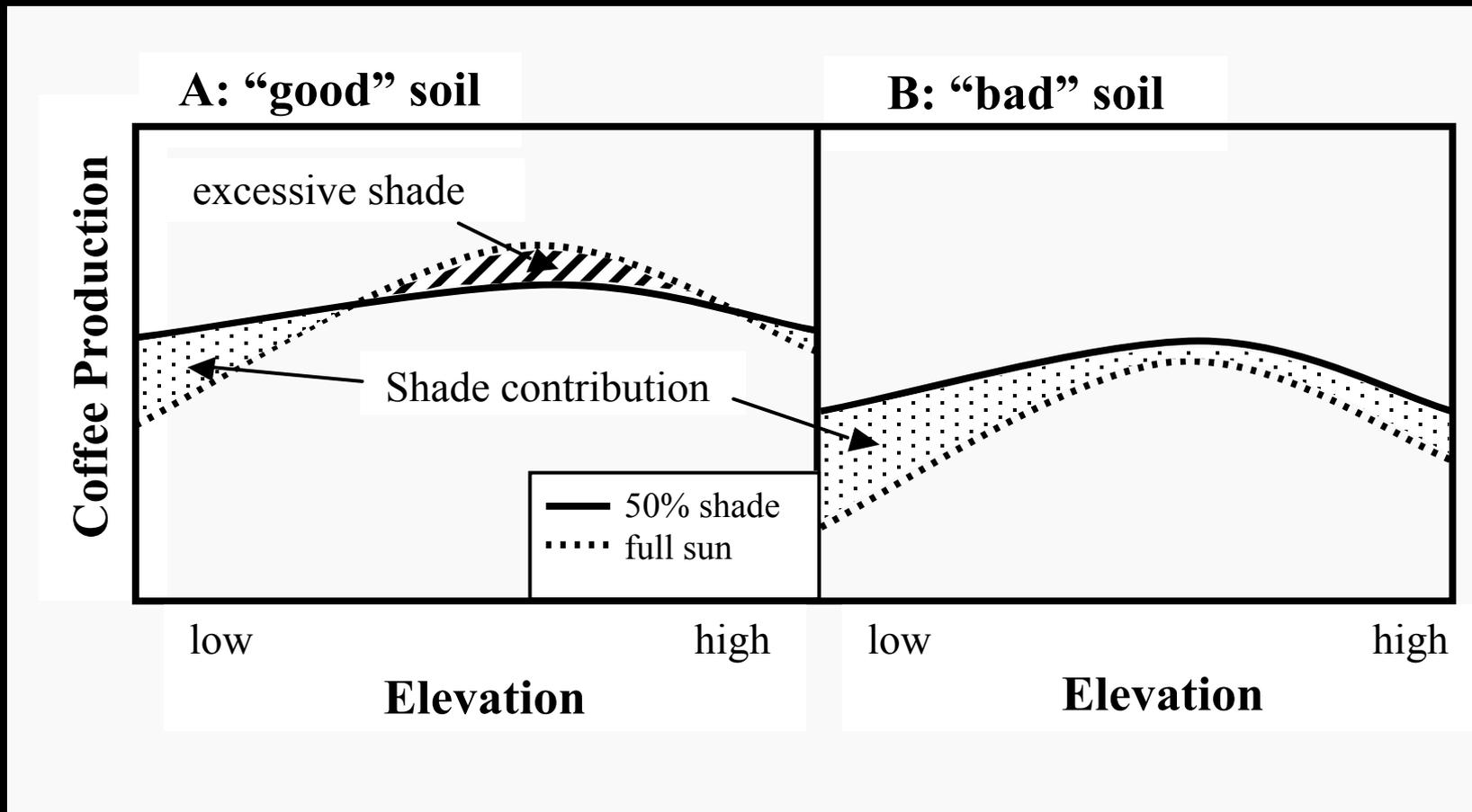


- Arboles moderan el microclima y protegen a cafetos



Arboles aportan nutrientes y conservan el suelo

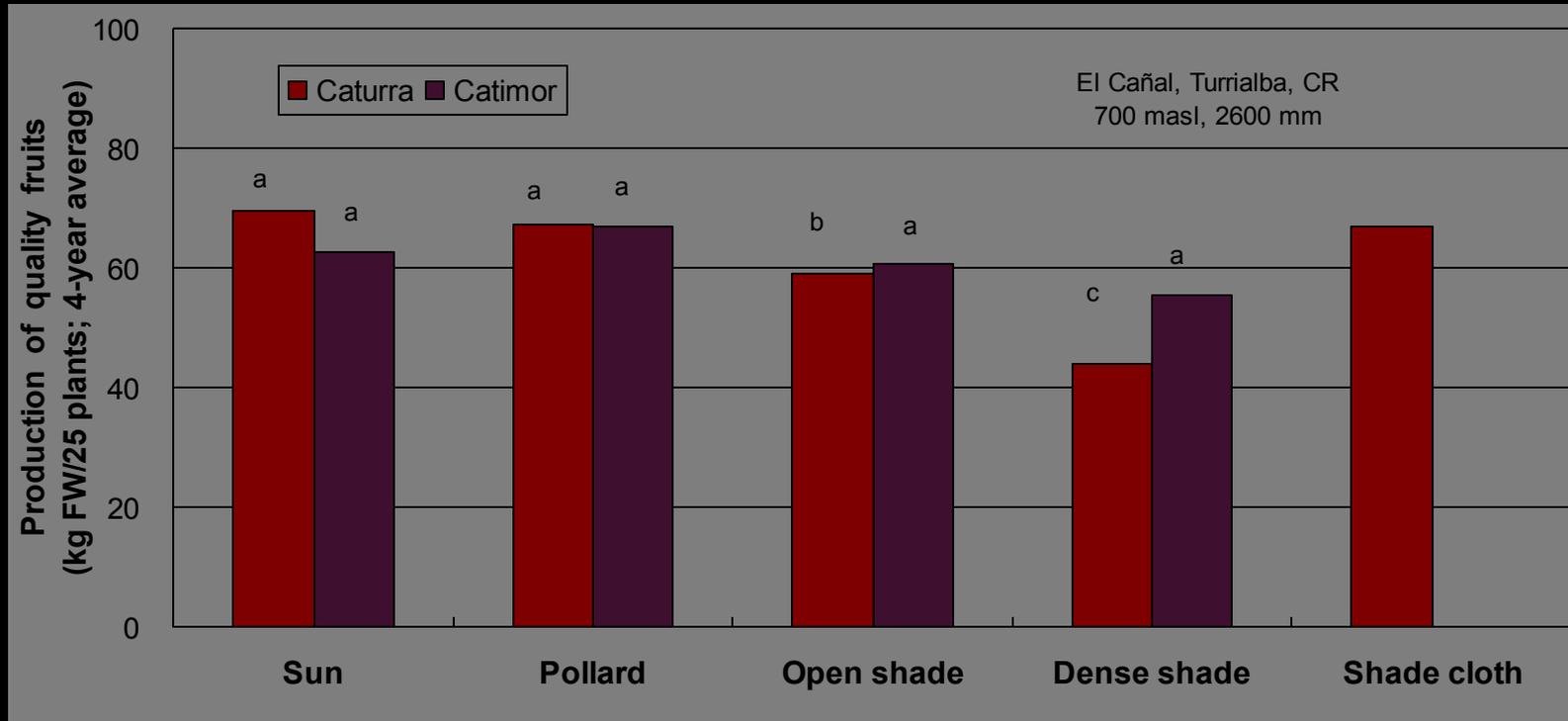
Donde un cafeto necesita mas sombra?



Arboles para la “ingeniería de ecosistemas”



Sombra intermedia puede mantener productividad



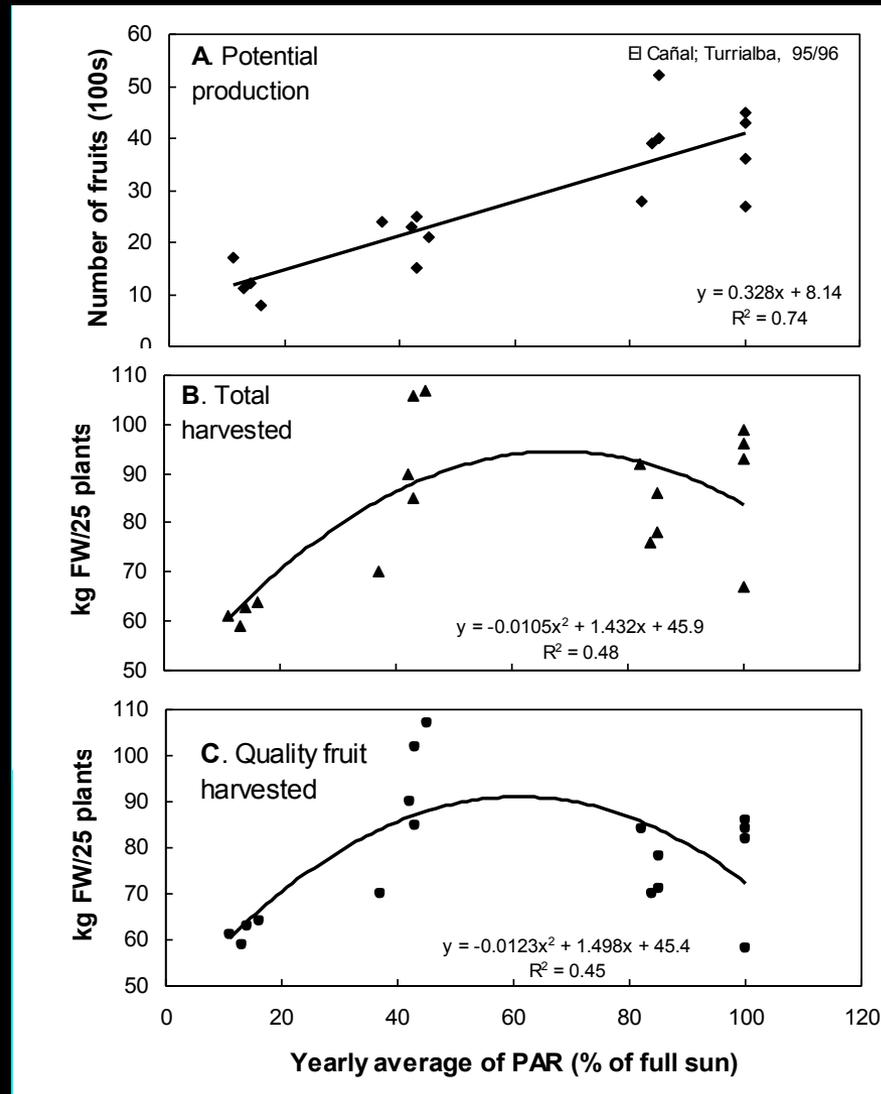
Muschler (1998)



“Sombra abierta” (40 – 60%)

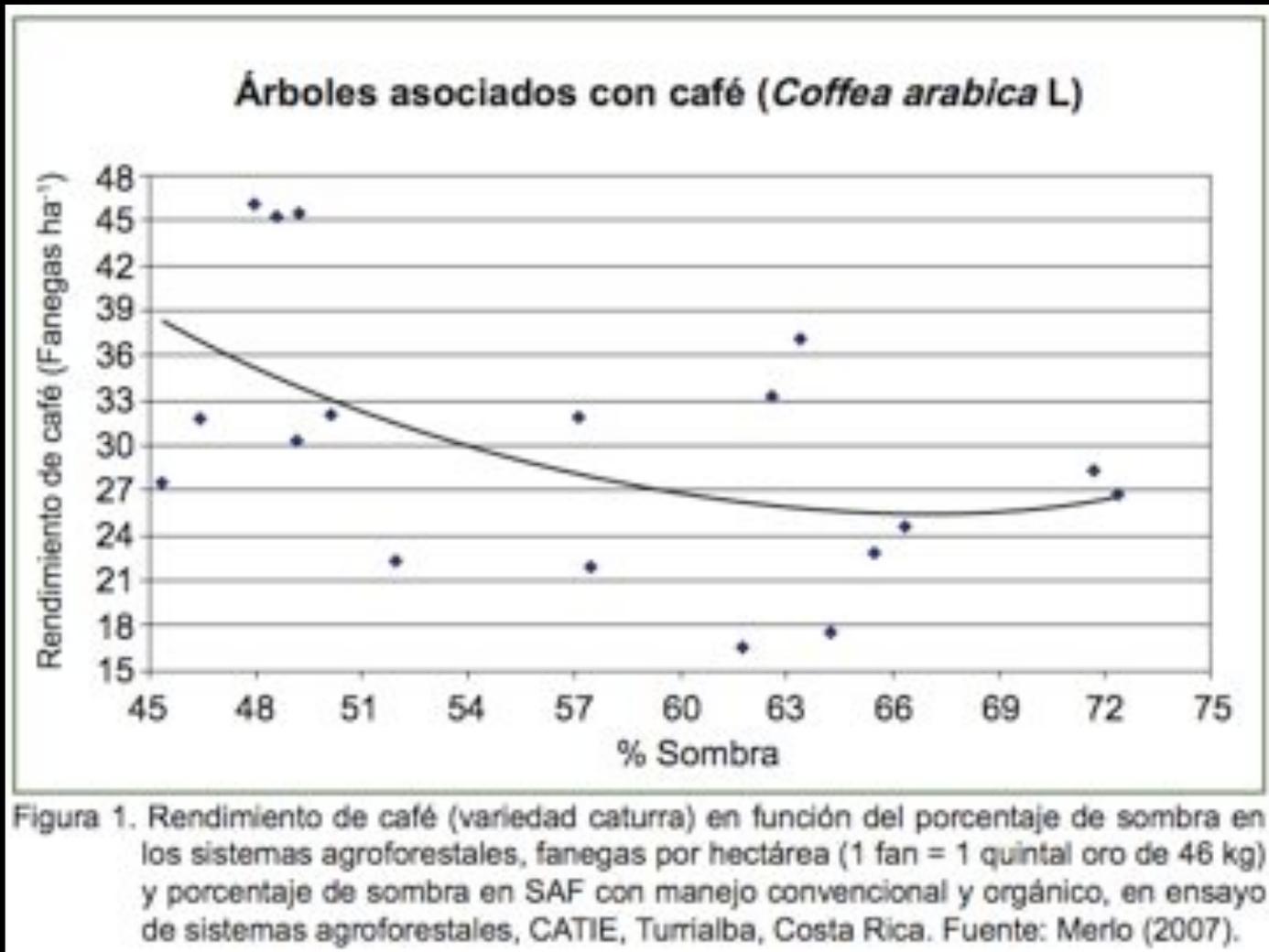
Sombra intermedia mejora la producción de granos de calidad

Aunque la producción total aumenta con la exposición solar, la producción de “granos de calidad” es máxima a niveles intermedios de sombra.

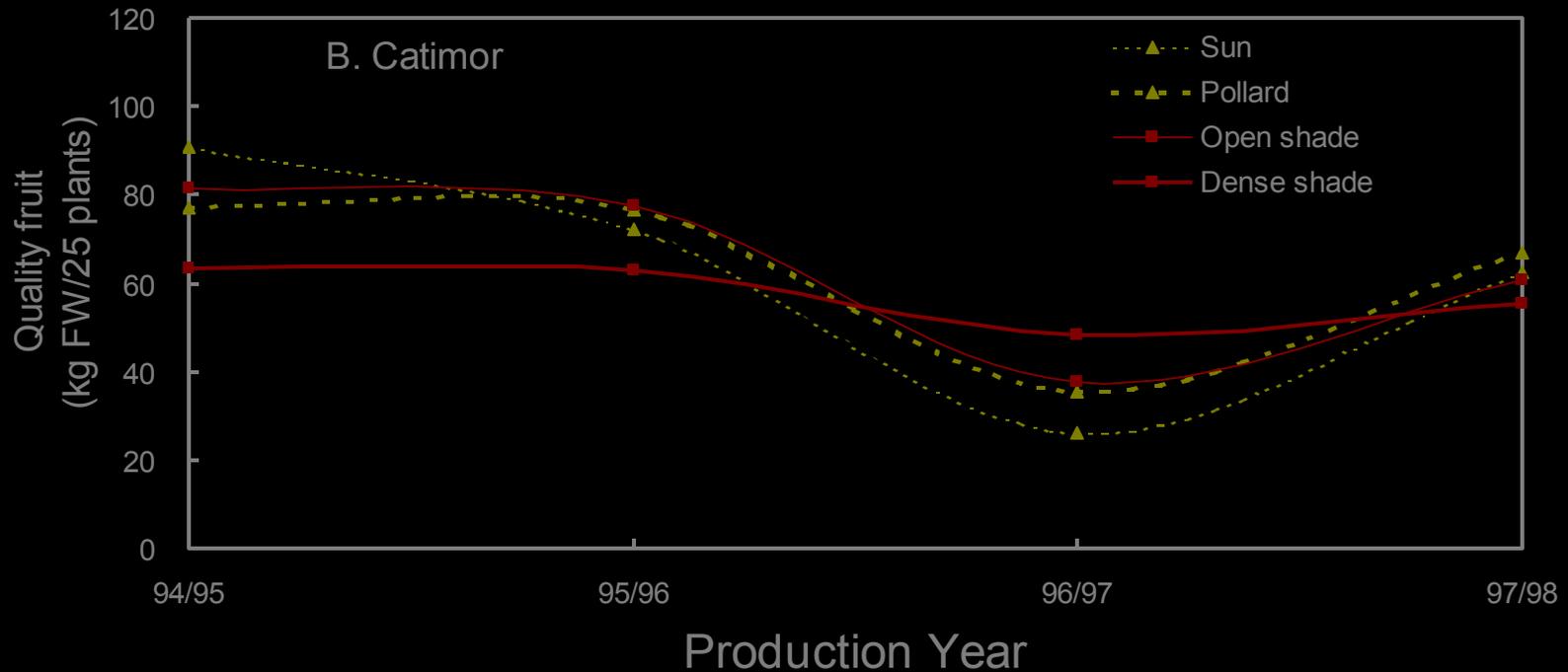


Experimento de sistemas cafetaleros en CATIE:

> 55% sombra es excesiva



Sombra puede aumentar la estabilidad de producción



Muschler (1998)

Experimento de sistemas cafetaleras en CATIE

(datos de 2000 a 2014)

Cuadro 1. Especies del ensayo de largo plazo de sistemas agroforestales con café, Turrialba, Costa Rica.

Nombre científico	Nombre común	Fenología	Tipo de copa	Fijador de N	Uso principal
<i>Erythrina poeppigiana</i> (Walp.) O.F. Cook	Poró	Siempreverde	Alta, estrecha y abierta	Sí	Servicio
<i>Chloroleucon eurycyclum</i> Barneby & J.W. Grimes	Cashá	Caducifolio a partir de 5 años (1 mes en período seco) Inicia defoliación en febrero	Alta, ancha y abierta	Sí	Madera
<i>Terminalia amazonia</i> (J.F. Gmel.) Exell	Amari- llón	Caducifolio a partir de 5 años (1 mes en período seco) Inicia defoliación en mayo	Baja, estrecha y compacta	No	Madera

Experimento de sistemas cafetaleras en CATIE

(datos de 2000 a 2014)

Cuadro 2. Tratamientos principales y sub-tratamientos en el ensayo de largo plazo de sistemas agroforestales con café, Turrialba, Costa Rica. AC: Alto Convencional; MC: Moderado Convencional; MO: Orgánico Intensivo; BO: Bajo Orgánico.

Parcelas principales (tratamientos sombra y sol)	Sub-parcelas (Manejos)			
	AC	MC	MO	BO
<i>Erythrina poeppigiana</i> (poró; E)				
<i>Chloroleucon eurycyclum</i> (cashá; C)				
<i>Terminalia amazonia</i> (amarillón; T)				
C + E (CE)				
E + T (ET)				
C + T (CT)				
Pleno Sol (PS)				

Experimento de sistemas cafetaleras en CATIE

(datos de 2000 a 2014)

Cuadro 3. Tipos y niveles de manejo/insumos utilizados en el ensayo de largo plazo de sistemas agroforestales con café, Turrialba, Costa Rica. AC: Alto Convencional; MC: Moderado Convencional; MO: Orgánico Intensivo; BO: Bajo Orgánico.

	Niveles de manejo			
	AC	MC	MO	BO
Tipos de fertilizantes (Enmiendas y foliares)	Químicos sintéticos	Químicos sintéticos	Orgánicos (gallinaza, pulpa de café, minerales)	Orgánico (pulpa de café)
Nivel de fertilizantes aplicados; aplicaciones	Altas dosis de fórmulas completas y nitrogenadas al suelo; 3 fertilizaciones foliares año ⁻¹	Dosis intermedias de fórmulas completas y nitrogenadas al suelo; 1 aplicación foliar año ⁻¹	Altas cantidades de enmiendas orgánicas (10 Mg ha ⁻¹ año ⁻¹) y 100 kg ha ⁻¹ año ⁻¹ de minerales. 3 aplicaciones año ⁻¹ de biofermentos foliares.	Baja cantidad de enmienda orgánica (5 Mg ha ⁻¹ año ⁻¹), sin aplicaciones de biofermentos
Manejo de hierbas del suelo	6 aplicaciones anuales de herbicida con suelo libre de hierbas	5 aplicaciones anuales de herbicida en la banda de fertilización de los cafetos. Se mantiene calle con cobertura regulada con chapeas (4).	4 chapeas anuales con manejo selectivo de buenas hierbas como cobertura.	4 chapeas anuales con manejo selectivo de buenas hierbas como cobertura.

Experimento de sistemas cafetaleras en CATIE

(datos de 2000 a 2014)

Cuadro 3. Tipos y niveles de manejo/insumos utilizados en el ensayo de largo plazo de sistemas agroforestales con café, Turrialba, Costa Rica. AC: Alto Convencional; MC: Moderado Convencional; MO: Orgánico Intensivo; BO: Bajo Orgánico.

	Niveles de manejo			
	AC	MC	MO	BO
Manejo de planta de café (Podas, resiembras)	Podas selectivas anuales por tallo planta ⁻¹ . Resiembras anuales.	Podas selectivas anuales por tallo planta ⁻¹ . Resiembras anuales.	Podas selectivas anuales por tallo planta ⁻¹ . Resiembras anuales.	Podas selectivas anuales por tallo planta ⁻¹ . Resiembras anuales.
Control de enfermedades del café	2-3 aplicaciones anuales de fungicidas	1-2 aplicaciones anuales de fungicidas	Según incidencia	No se hace control
Control de plagas insectiles	Insecticidas químicos. Cosecha total de frutos y trampas atrayentes (broca).	Insecticidas químicos por focos. Cosecha total de frutos y trampas atrayentes (broca).	Insecticidas naturales por focos y control biológico. Cosecha total de frutos y trampas atrayentes (broca).	Cosecha total de frutos.
Manejo de los árboles	Poda de formación de los maderables en los primeros años. Podas drásticas (2) anuales de <i>E. poeppigiana</i> .	Poda de formación de los maderables en los primeros años. Podas moderadas (2) de <i>E. poeppigiana</i> .	Poda de formación de los maderables en los primeros años. Podas moderadas (2) de <i>E. poeppigiana</i> .	Poda de formación de los maderables en los primeros años. Podas moderadas (2) de <i>E. poeppigiana</i> .

Experimento de sistemas cafetaleras en CATIE

(datos de 2000 a 2014)

Cuadro 4. Variedades de café presentes en el ensayo de largo plazo de sistemas agroforestales con café, Turrialba, Costa Rica. Fuente: elaborado en base a Vázquez (2013) y observaciones de campo.

Variedades	Productividad	Rusticidad	Resistencia a enfermedades	Calidad taza
Caturra	Buena	Regular	No tiene	Muy buena
Costa Rica 95	Muy buena	Buena	Resistencia a roya (<i>Hemileia vastatrix</i>). No tiene resistencia a ojo de gallo (<i>Mycena citricolor</i>)	Buena
Centroamericano (H1, L13A44)	Muy buena	Muy buena	Tolerante a la roya (<i>Hemileia vastatrix</i>)	Muy buena
Milenio (H10, L12A28)	Muy buena	Muy buena	Tolerante a la roya (<i>Hemileia vastatrix</i>)	Muy buena

Experimento de sistemas cafetaleras en CATIE (cosechas 2003 a 2010)

Cuadro 5. Rendimiento promedio de café Caturra en ensayo de largo plazo de sistemas agroforestales con café, Turrialba, Costa Rica (2000-2010). Fuente: elaborado con datos de Salgado (2010).

Sistema de producción	Rendimiento promedio (qq * ha ⁻¹ año ⁻¹)	E.E. **			
E-AC (poró)	51,91	15,55	A		
AC (pleno sol)	51,65	52,28	A	B	
CE-AC (cashá + poró)	46,46	17,71	A	B	
MC (pleno sol)	41,75	52,28	A	B	C
T-AC (amarillón)	39,70	20,11		B	C
ET-MC (poró + amarillón)	36,88	10,11		B	C
T-MO (amarillón)	36,52	20,11		B	C
E-MO (poró)	31,99	15,80		B	C
C-MC (cashá)	31,90	7,13		B	C
E-BO (poró)	31,23	15,80		B	C
E-MC (poró)	30,58	15,80		B	C
CT-MC (cashá + amarillón)	30,26	14,47		B	C
C-MO (cashá)	28,92	7,13			C
T-MC (amarillón)	28,72	20,11			C
CE-MO (cashá + poró)	27,53	17,71			C
CE-BO (cashá + poró)	25,68	17,71			C
CE-MC (cashá + poró)	25,46	17,71			C
ET-MO (poró + amarillón)	24,27	10,11			C
CT-MO (cashá + amarillón)	23,72	14,47			C
T-BO (amarillón)	19,43	24,59			C

*qq = quintal café oro, 1 qq son 100 libras, equivalentes a aproximadamente 46 kg

**Error estándar, letras distintas corresponden a diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

Experimento de sistemas cafetaleras en CATIE

(datos de 2000 a 2010)

Cuadro 8. Valor actual neto (VAN) y costos de producción de café en sistemas de pleno sol y diferentes SAF con manejos orgánicos y convencionales, Turrialba. Fuente: elaborado con datos de Salgado (2010).

SAF	VAN promedio (USD ha ⁻¹)	Letras distintas indican diferencias significativas (p ≤ 0,05)					Costo Producción (USD qq ⁻¹)
AC (pleno sol)	7632,06	A					36,68
AC (poró)	7262,81	A					37,84
AC (cashá + poró)	6203,33	A					39,04
MC (pleno sol)	5439,53	A	B				42,36
AC (amarillón)	5011,63	A	B				41,40
MC (poró + amarillón)	4165,37	A	B				40,89
BO (poró)	2974,71		B	C			52,39
MC (amarillón)	2912,50		B	C			49,93
MO (amarillón)	2842,87		B	C			57,72
MC (cashá)	2796,10		B	C			50,68
MC (cashá + amarillón)	2677,80		B	C			50,37
MC (poró)	2522,35		B	C			52,11
BO (cashá + poró)	2004,52		B	C	D		57,82
MC (cashá + poró)	1832,30		B	C	D		55,01
MO (poró)	1653,29		B	C	D		62,89
MO (cashá + poró)	1316,92		B	C	D	E	63,10
MO (poró + amarillón)	578,37			C	D	E	69,07
BO (amarillón)	411,51			C	D	E	69,76
MO (cashá)	403,40				D	E	71,00
MO (cashá + amarillón)	-276,59					E	80,11

Producción de madera en el experimento de sistemas cafetaleros en CATIE (datos de 2000 a 2007)

Cuadro 6. Volumen total e incremento medio anual de volumen total del fuste de los árboles maderables a los cinco años de edad en el ensayo de largo plazo de sistemas agroforestales con café, Turrialba, Costa Rica. Fuente: elaborado con base en datos de Merlo (2007).

SAF	Manejo	Volumen total VT (m ³ ha ⁻¹)	D.E*	Incremento medio anual (m ³ ha ⁻¹ año ⁻¹)
Cashá	MO	36,44 ± 1,56	2,71	7,29
Cashá	MC	36,27 ± 3,69	6,39	7,25
Amarillón	AC	33,40 ± 6,71	11,62	6,68
Amarillón + Cashá	MO	22,46 ± 1,27	2,19	4,49
Amarillón	MC	22,14 ± 3,20	5,55	4,43
Amarillón	MO	21,77 ± 3,31	5,74	4,35
Amarillón	BO	21,66 ± 7,13	12,34	4,33
Cashá + Poró	MO	21,42 ± 2,72	4,71	4,28
Amarillón + Cashá	MC	21,15 ± 1,07	1,85	4,23
Cashá + Poró	BO	20,93 ± 2,47	4,27	4,19
Cashá + Poró	MC	19,11 ± 2,10	3,64	3,82
Cashá + Poró	AC	18,64 ± 1,16	2,00	3,73
Amarillón + Poró	MC	14,30 ± 4,10	7,11	2,86
Amarillón + Poró	MO	13,03 ± 1,72	2,98	2,61
Amarillón + Cashá	MC	10,78 ± 2,72	4,70	2,16
Amarillón + Cashá	MO	9,76 ± 2,64	4,57	1,95

Número de árboles/ha en el experimento de sistemas cafetaleras en CATIE (datos de 2000 a 2011)

Cuadro 7. Evolución de la densidad (árboles ha⁻¹) de sombra en el ensayo de sistemas agroforestales, Turrialba, Costa Rica.

SAF	Especies de árboles	Manejo	Año de raleo			
			2000	2007	2009	2011
EP	<i>Erythrina poeppigiana</i> (poró)	AC, MC, MO	580	580	433	288
TA	<i>Terminalia amazonia</i> (amarillón)	AC, MC, MO	619	470	217	160
CE	<i>Chloroleucon eurycyclum</i> (cashá)	MC, MO	617	463	278	154
CETA	<i>Chloroleucon eurycyclum</i>	MC, MO	289	220	139	77
	<i>Terminalia amazonia</i>	MC, MO	289	243	108	77
EPTA	<i>Erythrina poeppigiana</i>	MC, MO	289	289	147	143
	<i>Terminalia amazonia</i>	MC, MO	289	243	120	81
CEEP	<i>Chloroleucon eurycyclum</i>	AC, MC, MO	289	243	147	104
	<i>Erythrina poeppigiana</i>	AC, MC, MO	289	289	143	139

SAF y menos químicos aumentan lombrices de tierra

(Experimento de sistemas cafetaleras en CATIE)

Cuadro 11. Promedios de abundancia y biomasa de lombrices de tierra en diferentes sistemas de producción de café bajo sombra y en pleno sol, con diversos tipos de manejos (orgánicos y convencionales) en período lluvioso (octubre a noviembre) a los 6 años y a los 13 años de edad de los sistemas, Turrialba, Costa Rica.

Sistemas (manejos)	Abundancia (Nº ind/m²) (de 0 a 10 cm de profundidad)		Biomasa (g/m²) (de 0 a 10 cm de profundidad)	
	A los 6 años (2005)*	A los 13 años (2012)**	A los 6 años (2005)*	A los 13 años (2012)**
Pleno Sol (AC)	77,87 A	84,94 (1) A	56,25 (6) A	24,77 (1) A
Pleno Sol (MC)	115,20 A	188,49 (9) B	31,23 (1) A	73,14 (6) C
EP (AC)	147,20 B	172,48 (7) B	54,24 (5) A	76,34 (7) C
TA (AC)	151,47 B	211,86 (10) B	43,13 (2) A	85,97 (10) D
EP (MO)	156,80 B	154,49 (4) B	81,49 (8) B	85,31 (9) D
CE (MC)	161,07 B	147,59 (3) B	46,73 (3) A	51,58 (3) B
TA (MC)	203,73 C	179,30 (8) B	51,88 (4) A	78,46 (8) D
EP (MC)	242,13 C	159,22 (5) B	63,84 (7) B	72,13 (5) C
CE (MO)	305,07 C	165,19 (6) B	96,22 (10) B	69,00 (4) C
TA (MO)	402,13 C	115,38 (2) A	93,48 (9) B	49,61 (2) B

Fuente: * elaborado con datos de Aquino et al. (2008). Letras iguales en las columnas indican que no hay diferencias significativas (Prueba de Scott-Knott, $\alpha = 0,05$);

** Vásquez (2014). Letras iguales en las columnas indican que no hay diferencias significativas (Prueba DGC, $\alpha = 0,05$).

EP = *E. poeppigiana*; TA = *T. amazonia*; CE = *C. eurycyclum*;

AC = Manejo Alto Convencional; MC = Manejo Moderado Convencional; MO = Manejo Orgánico Intensivo;

Nota: los números entre paréntesis en las columnas dos, tres y cuatro indican el orden de menor (1) a mayor valor (10).

Insumos biológicos favorecen la fertilidad del suelo

(Experimento de sistemas cafetaleras en CATIE)

Cuadro 12. Características químicas del suelo (0-10 cm) en diferentes sistemas con café en 2004, Turrialba, Costa Rica. Fuente: Elaborado con base en Hagggar et al. (2011).

Sistema*	Manejo**	pH H ₂ O	Materia orgánica (%)	Sat. Acidez (%)	P (mg/l)	K (cmol(+)/l)	Ca (cmol(+)/l)	Mg (cmol(+)/l)	CEC (cmol(+)/l)
TA	MO	6,01b	6,43cd	0,75 a	16,83 c	0,60 d	8,40 e	2,07 b	11,15 e
CETA	MO	5,93b	6,19bcd	1,01 a	16,08 c	0,51 cd	7,88 de	2,06 b	10,56 cde
CEEP	MO	5,89b	6,72d	0,79 a	15,28 bc	0,55 cd	8,44 e	1,86 b	10,92 de
EP	MO	5,86b	6,67d	2,19 ab	20,45 cd	0,55 cd	7,77 de	1,94 b	10,43 cde
CE	MO	5,85b	6,26bcd	1,49 a	25,28 d	0,52 cd	7,40 d	1,93 b	9,98 c
EPTA	MO	5,83b	5,63ab	1,54 a	26,32 d	0,49 c	7,42 d	1,97 b	10,02 cd
PSol	MC	5,47a	5,34a	4,90 abc	6,53 a	0,27 a	6,12 c	1,39 a	8,16 b
CEEP	MC	5,43a	6,30bcd	5,96 bc	5,58 a	0,28 a	6,07 c	1,33 a	8,11 b
TA	MC	5,39a	6,18bcd	6,92 c	7,42 a	0,39 b	5,75 bc	1,40 a	8,05 b
EP	MC	5,34a	5,77abc	7,10 c	8,63 a	0,31 ab	5,28 abc	1,41 a	7,47 ab
CETA	MC	5,34a	5,38a	8,49 cd	7,73 a	0,30 ab	5,06 ab	1,37 a	7,34 ab
EPTA	MC	5,30a	5,24a	9,01 cd	8,25 a	0,26 a	5,20 ab	1,26 a	7,35 ab
CE	MC	5,29a	5,96adbc	2,54 d	8,85 ab	0,23 a	4,86 a	1,21 a	7,12 a

*CE = *C. eurycyclum*; EP = *E. poeppigiana*; TA = *T. amazonia*; PSol = Pleno Sol;

**MO=Manejo Orgánico Intensivo; MC = Manejo Moderado Convencional.

Captura de C, emisiones y balance de GEI

(Experimento de sistemas cafetaleras en CATIE)

Cuadro 13. Promedio anual de captura de carbono, emisiones, y balance neto en los diferentes sistemas, período 2000-2009, Turrialba. Fuente: elaborado con base en Noponen (2012).

Sistemas*	Manejo**	Captura de C en biomasa y hojarasca (Mg CO ₂ e ha ⁻¹ año ⁻¹)	Emisiones (Mg CO ₂ e ha ⁻¹ año ⁻¹) (Entre paréntesis orden de menor (1) a mayor (14) emisiones)	Balance anual neto CO ₂ (Mg CO ₂ e ha ⁻¹ año ⁻¹)
CE	MC	47,24 (±8,22)	2,95 (9)	44,29 (± 4,7)
CE	MO	47,23 (±7,84)	1,92 (4)	45,31 (±4,5)
TA	AC	45,24 (±5,20)	5,14 (13)	40,10 (±5,2)
TA	MC	25,43 (±6,01)	2,81 (7)	22,63 (±3,5)
EPTA	MC	25,12 (±1,23)	3,20 (10)	21,92 (±0,7)
TA	MO	22,74 (±9,51)	1,72 (3)	21,02 (±5,5)
TA	BO	19,24 (±9,94)	0,50 (1)	18,74 (± 5,7)
EPTA	MO	15,97 (±0,58)	2,29 (5)	13,68 (±0,3)
EP	MC	14,25 (±0,37)	3,77 (11)	10,48 (±0,2)
EP	MO	13,46 (±0,95)	2,92 (8)	10,54 (±0,5)
EP	BO	12,32 (±1,27)	1,50 (2)	10,82 (±0,7)
EP	AC	9,21 (±1,28)	6,13 (14)	3,08 (±0,7)
PSol	AC	4,43 (±0,45)	5,00 (12)	- 0,57 (±0,5)
PSol	MC	3,03 (±0,35)	2,71 (6)	0,32 (±0,4)

*CE = *C. eurycyclum*; EP = *E. poeppigiana*; TA = *T. amazonia*; PSol = Pleno Sol;

**MO=Manejo Orgánico Intensivo; MC = Manejo Moderado Convencional.

Conclusiones centrales del experimento de sistemas cafetaleras en CATIE:

(datos de 2000 a 2014)

- Mayores rendimientos: pleno sol + altos insumos, pero también con algunos SAF + menos insumos
- Árboles apropiados (bien manejados) permiten reducir insumos (manteniendo alta productividad) y generan productos adicionales
- Retención neta de C solamente en SAF (café sin sombra fue emisor neto de C!)
- SAF son esenciales para generar servicios ambientales (lombrices, aves, microbiología de suelo etc)

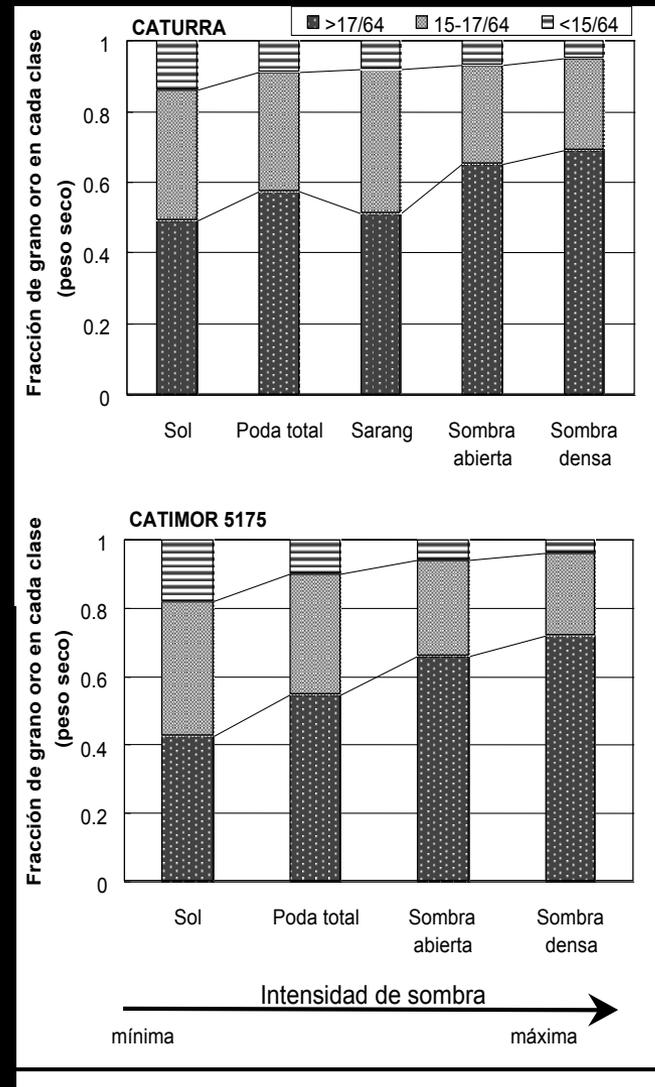
Sombra puede mejorar la calidad de café



Muschler 1996

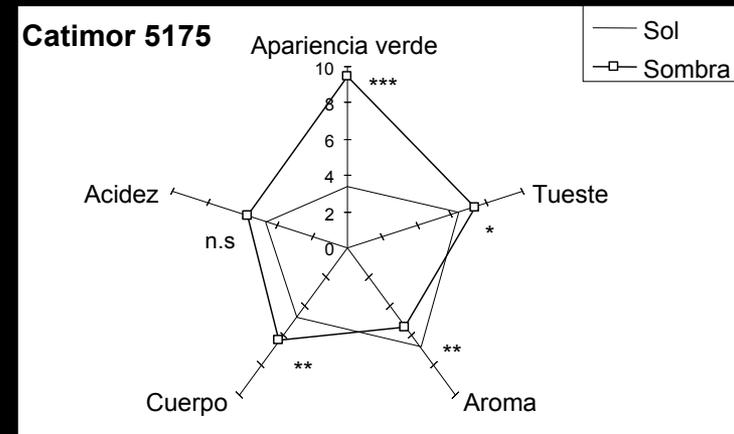
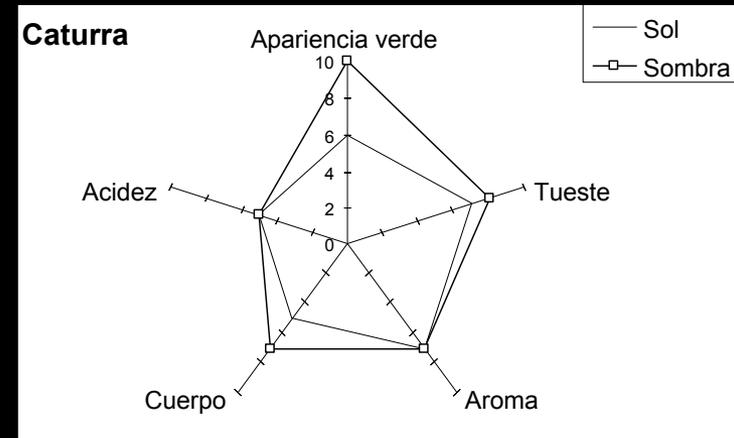
Sombra aumenta el tamaño de grano

- En condiciones subóptimas, sombra aumenta el tamaño de granos
- Aplica para diferentes variedades



Sombra puede mejorar atributos organolépticos

- En condiciones subóptimas, sombra puede mejorar la calidad en taza marcadamente
- Esto es de importancia particular para mercados de café especial



Sombra puede reducir enfermedades: mancha de hierro o Cercospora

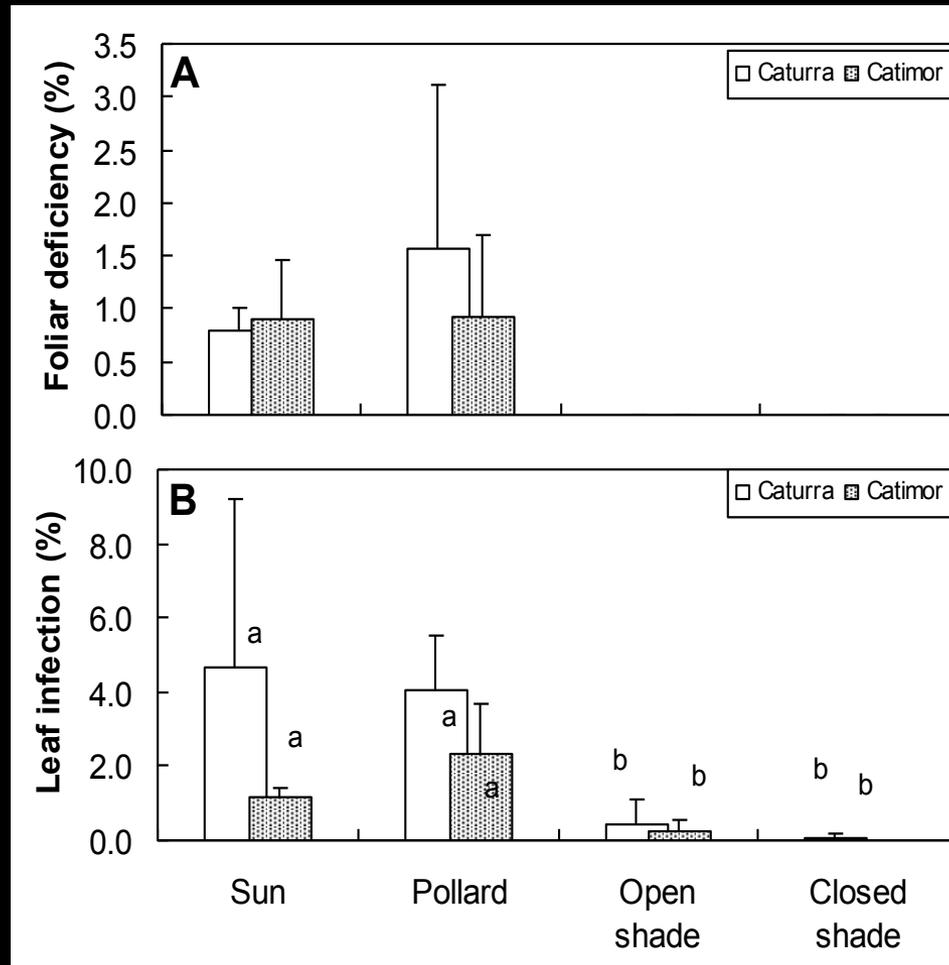


Daños:

- caída de hojas, hasta defoliación severa,
- mancha y caída de frutos, reduce calidad de frutos



Sombra moderada puede reducir deficiencias foliares y ciertas enfermedades



Muschler (1998)

Sombra modifica la incidencia de enfermedades: roya = f (#frutos, humedad, temperatura,...)



Sintomas:

- Manchas y pustulas amarillas en la cara inferior de la hoja, polvillo amarillo

Daños:

- Caida de hojas hasta defoliacion completa



Muschler (1998)

Sombra puede reducir enfermedades: antracnosis



Sintomas y daños:

- Bandolas secas
- Caída de hojas, hasta defolicación severa,
- Mancha y caída de frutos

Sombra modifica ambiente para mal de hilacha o Koleroga



Síntomas y daños:

- Telaraña blanca a lo largo de tallos y en el lado inferior de las hojas
- Hojas caídas guindan de los hilos blancos del hongo
- Defoliación severa, bandolas secas

Sombra puede reducir plagas: minador de la hoja



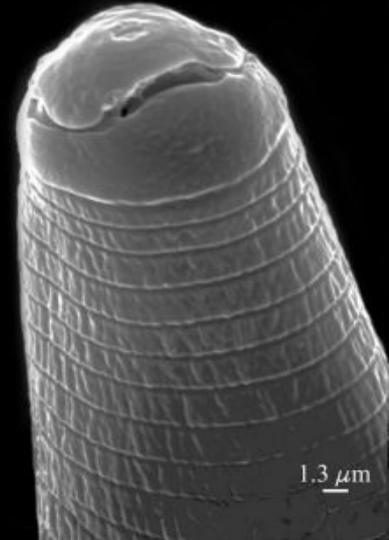
Ojo: es una polilla desconocida
No confirmada como Perileuoptera



Daños:

- las larvas de esta polilla hacen túneles en las hojas

Sombra/diversidad puede reducir plagas: nematodos



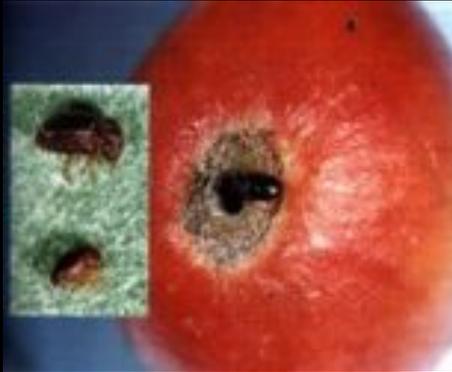
¿Qué son?

Gusanos microscópicos que viven en el suelo

Daños:

- raíces infestadas que forman agallas (Meloidogyne) o deformaciones

Sombra modifica el ambiente para la broca



Daños:

- granos perforados

Sombra reduce crecimiento de malezas

Frente: cobertura y sombra suprime malezas.

Atras: crecimiento agresivo de gramíneas en pleno sol



Sombra reduce crecimiento de malezas y produce biomasa

	Sol	Poda total	Sombra abierta	Sombra densa
Cobertura de malezas (%)	80	65	< 5	< 5
Biomasa de malezas (t/ha)	3.6	2.6	0.0	0.0
Hojarazca de árboles (t/ha)	< 0.5	< 0.5	4.0	4.8

Producción de biomasa en el experimento de sistemas cafetaleros en CATIE

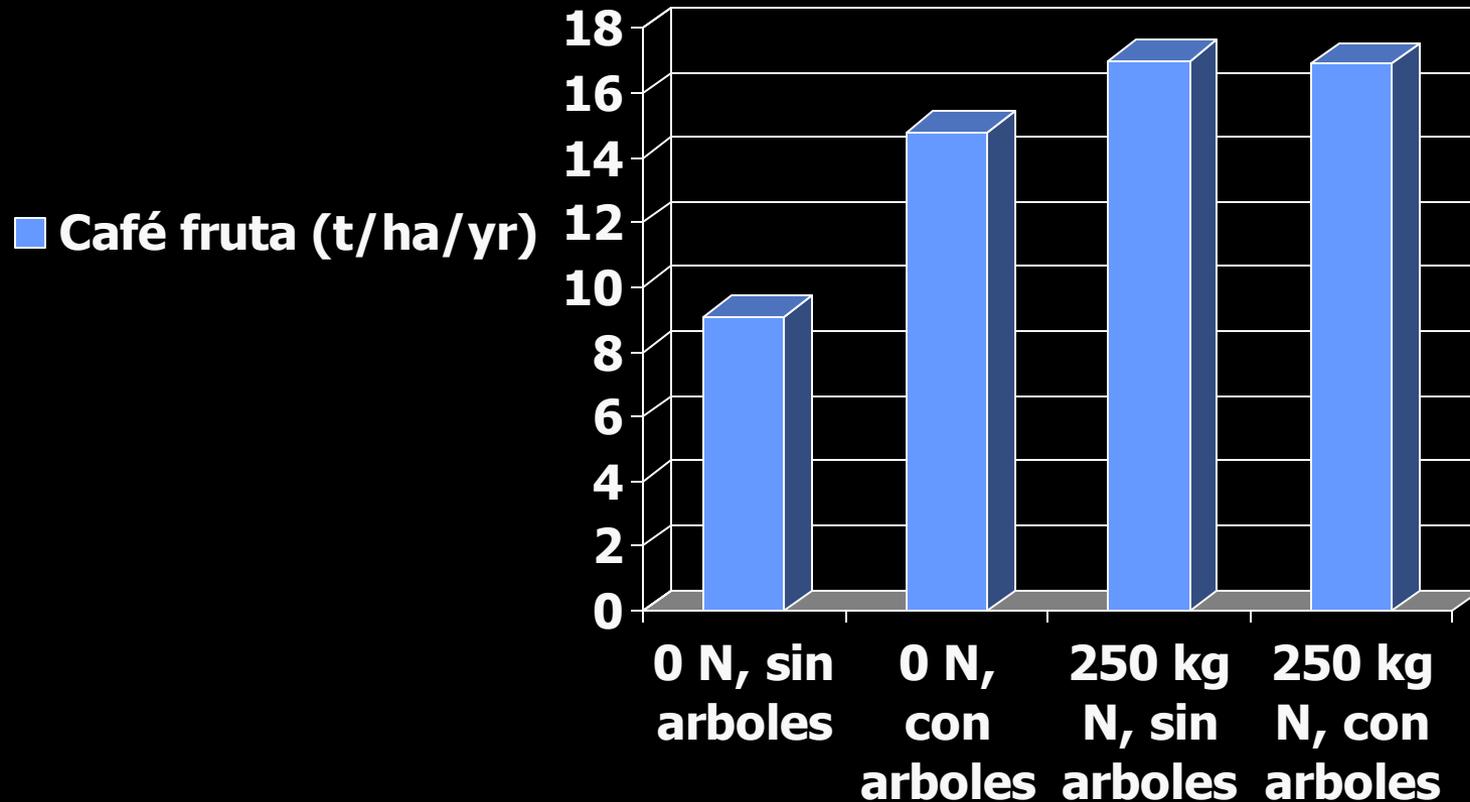
Cuadro 9. Biomasa (kg ha⁻¹) depositada sobre el suelo por caída natural y por manejo en los SAF, Costa Rica para el año 2006. Fuente: Hagggar et al. (2011).

SAF*	Manejo**	Herbácea	Poda de café	Poda de árboles	Hojarasca	Total
CE	MO	884	1020	2150	4047	8102
EP	AC	225	4104	9997	3031	17357
EP	MO	164	3077	7837	6352	17428
TA	AC	123	3832	1659	4513	10126
TA	MO	1338	2199	955	4203	8696
CE+EP	AC	259	3007	4812	3436	11513
CE+EP	MO	259	2530	6575	5514	14878
CE+TA	MO	1150	1039	6608	3993	12791
EP+TA	MO	414	2419	8262	6629	17724

*CE = *C. eurycyclum*; EP = *E. poeppigiana*; TA = *T. amazonia*.

**MO = Manejo Orgánico intensivo; AC = Manejo Alto Convencional; MC = Manejo Moderado Convencional.

Árboles permiten reducir fertilizantes (→ N reciclado y de fijación biológica aumenta la producción en ausencia de fertilizante de N)



Aportes de nutrientes en la biomasa de poda de árboles en el experimento de sistemas cafetaleras en CATIE

Cuadro 10. Aportes promedio ($\text{kg ha}^{-1} \text{año}^{-1}$) de nutrientes a partir de la poda de los árboles en diferentes sistemas agroforestales con manejos orgánicos y convencionales, en 2005 y 2006, en Turrialba, Costa Rica. Fuente: elaborado con base en de Montenegro (2005), Romero (2006), Hagggar et al. (2011).

SAF*	Manejo	Nitrógeno		Fósforo		Potasio	
		2005	2006	2005	2006	2005	2006
CE	MO	100,0	58,4	4,70	4,48	22,6	18,0
EP	AC	74,9	254,0	6,10	19,30	46,1	120,0
EP	MO	300,1	236,0	25,40	20,70	186,3	128,0
TA	AC	57,8	17,6	4,00	1,51	26,5	10,8
TA	MO	18,9	15,5	1,90	1,86	10,1	10,0
CE+EP	AC		131,0		9,32		58,6
CE+EP	MO		151,0		12,20		74,6
CE+TA	MO		133,0		11,30		49,9
EP+TA	MO		170,0		18,90		116,0

*CE = *C. eurycyclum*, EP = *E. poeppigiana*, TA = *T. amazonia*.

**MO = Manejo Orgánico intensivo; AC = Manejo Alto Convencional

Y el balance de nutrientes ?

(potencial para reducir fertilizantes)?

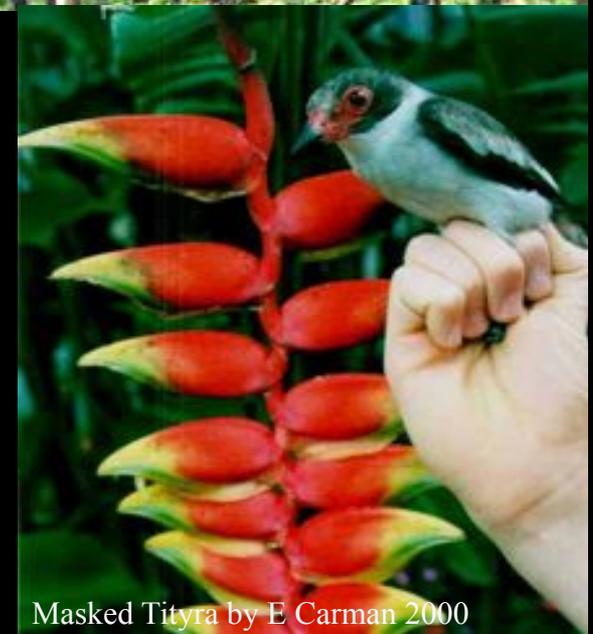
Flujo (kg/ha/yr)	N	P	K	Ca	Mg
Extracción (30 qq café oro)	- 27	- 1.5	- 27	- 3.6	- 1,5
Ingreso por poda total de Erythrina	58	3.6	18	18	4
Ingreso por poda parcial de Erythrina	106	6.6	33	33	7.3
Balance	31 to 79	1.1 to 5.1	-9 to 6	14.4 to 29.4	2.5 to 5.8
Ingreso por fertilizantes sinteticos	219	31.5	95	100	37.8

Pero: “Ganancia” de N depende de eficiencia de absorción y fuente de N (ingreso neto vs. reciclaje)

- Ejemplo N: fijación de N documentada hasta 60 kg N/ha/año con arboles sujetos a poda total
- Eficiencia de absorción (N15) de café juvenil de biomasa de *Arachis* hasta 25% (Snoeck 1995)
- **Pero:** FBN aumenta si los arboles se podan menos (y si no hay fertilización con N), y la EA aumenta para plantas adultas (“malla” de seguridad)
- **Por ende:** ingreso neto de N de FBN aprovechable para el café es probablemente > 15 kg/ha/año (posiblemente hasta ca. 50 kg) de arboles fijadores. Eso permitiría cubrir la demanda.

Arboles en cafetales orgánicos benefician a la biodiversidad

- En Costa Rica, mas de 300 especies de aves han sido documentadas en cafetales
- Ambientes sombreados fomentan la diversidad y actividad microbial (control biológico, FBN, micorriza)
- Diversidad de plantas maximiza la utilización de recursos locales



Masked Tityra by E Carman 2000

Arboles son importantes para aves (Experimento de sistemas cafetaleras en CATIE)

Cuadro 14. Promedios de registro de aves en dos actividades de comportamiento según tipo de sombra en el ensayo de sistemas agroforestales en café, 2008, Turrialba, Costa Rica. Fuente: elaborado con base en Perdomo (2008).

Sistema	Actividades de comportamiento	
	Percha	Sobre vuelo
<i>Erythrina poeppigiana</i> (poró - EP)	2,58 b	1,08 a ^Ψ
<i>Terminalia amazonia</i> (amarillón - TA)	3,00 b	2,83 c
<i>Chloroleucon eurycyclum</i> (cashá - CE)	2,83 b	2,33 b
CE + EP	2,58 b	1,50 b
TA + CE	3,67 b	1,50 b
EP + TA	3,67 b	1,50 b
Pleno Sol	0,33 a	0,50 a

Nota: para ambas actividades (percha y sobre vuelo) los datos corresponden a promedio de número de individuos, de observaciones durante dos días (10 minutos de observación cada día) en las primeras horas de la mañana. ^ΨLetras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$) según prueba LSD Fisher.



Biodiversidad es importante para reducir la necesidad de usar plaguicidas sintéticos



N University of Nebraska
Department of Entomology



N University of Nebraska
Department of Entomology

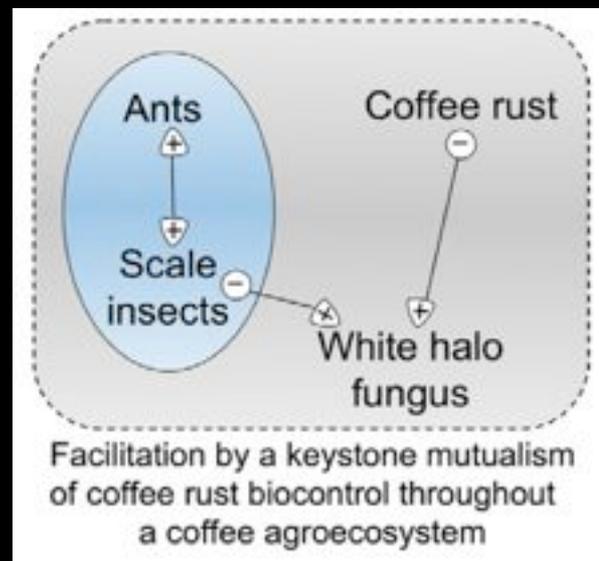


N University of Nebraska
Department of Entomology

Biodiversidad es importante para reducir la necesidad de usar plaguicidas sintéticos



Figure 10. The white halo fungus, *Lecanicillium lecanii*, attacking the cause of the coffee rust disease, *Hemileia vastatrix*. Photograph: John Vandermeer.



Biodiversidad es importante para reducir la necesidad de usar plaguicidas sintéticos

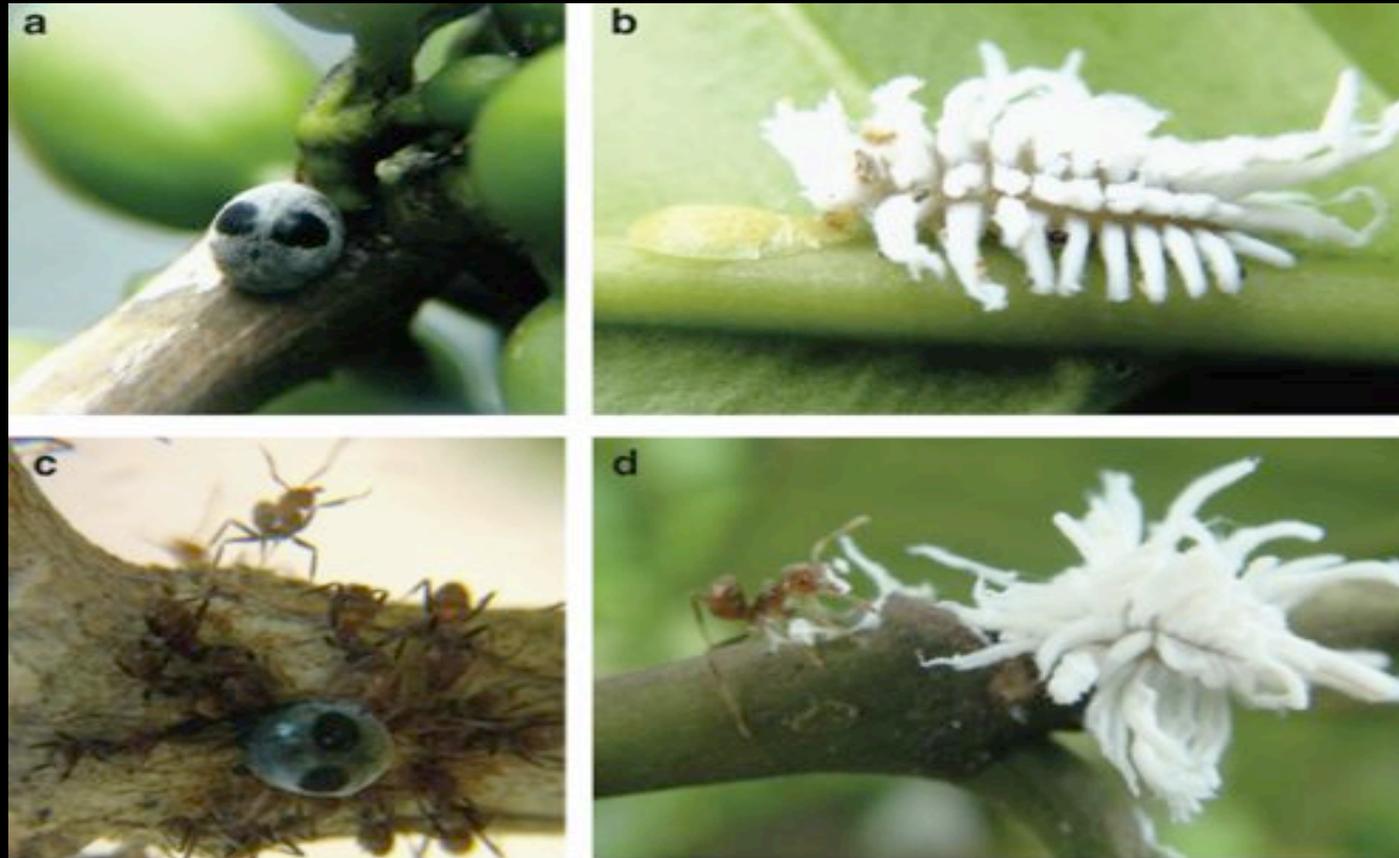


Figure 7. The lady beetle predator (*Azya orbigera*) of the green coffee scale. (a) adult, (b) larva eating a scale insect, (c) adult beetle being attacked by Azteca ants, (d) Azteca ant with mandibles filled with the waxy filaments of the beetle larvae. Photographs: Shinsuke Uno (a and c), Ivette Perfecto (b and d).

Biodiversidad es importante para reducir la necesidad de usar plaguicidas sintéticos

Hormigas, hongos y otros organismos controlan broca, insectos escamas, la roya y minadores en un cafetal organico

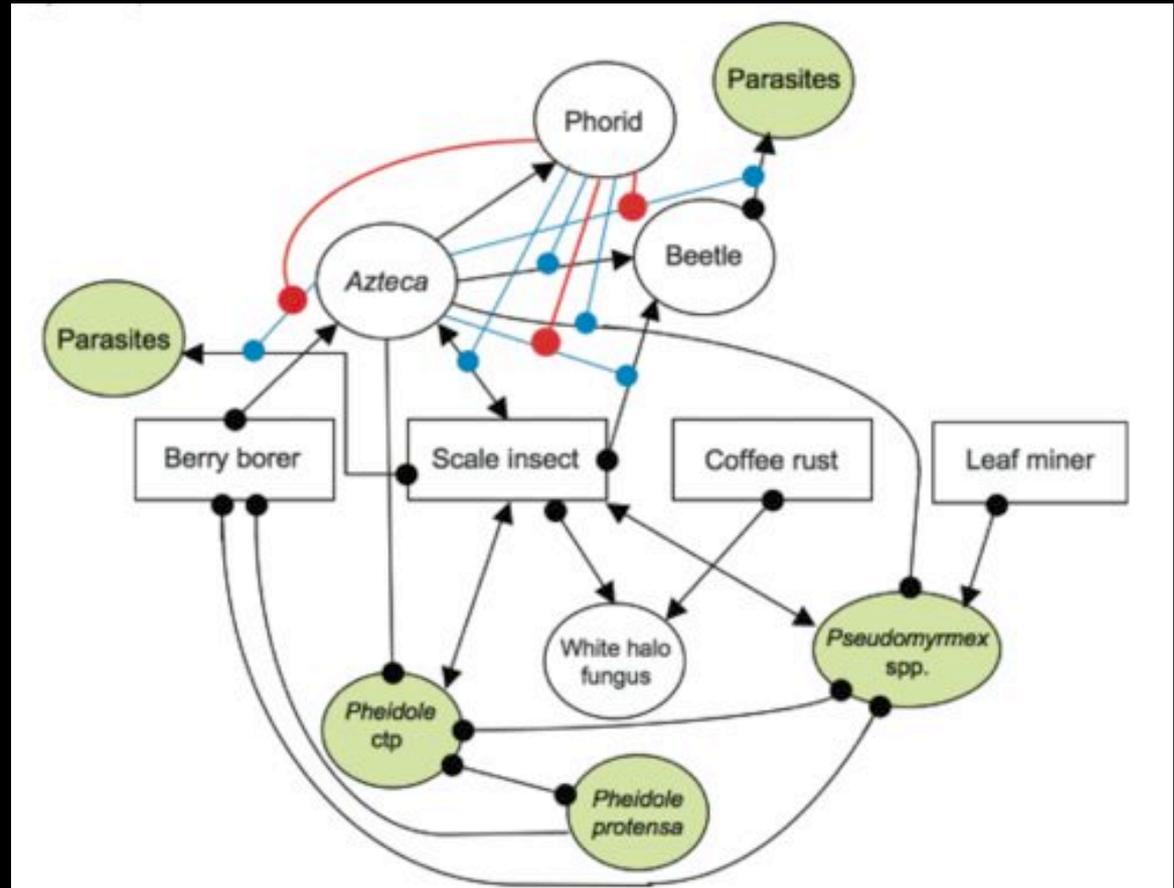


Figure 12. Simplified version of the interaction network that results in autonomous pest control. The four pests are shown in rectangles and the elements involved in their control in ovals (shaded ovals indicate a species group rather than a single species). Negative effects are shown with a small circle at the end of the connector and positive effects with an arrowhead.

Biodiversidad es importante para reducir la necesidad de usar plaguicidas sintéticos

¿Quiénes son?

- **Microorganismos** (hongos, bacterias y virus) que infectan y matan a plagas
- **Insectos** que comen huevos, larvas o adultos de plagas.



Biodiversidad es importante para reducir la necesidad de usar plaguicidas sintéticos

¿Por qué son nuestros "amigos"?

- Porque buscan y **eliminan a muchas plagas** incluyendo a gusanos cortadores y defoliadores, mosca blanca, gallina ciega, vaquitas, y muchos mas.
- Y lo mejor: lo hacen **gratuitamente** y siempre. Además, son mucho mas agiles que nosotros para encontrar las plagas sean donde sean.



Biodiversidad es importante para reducir la necesidad de usar plaguicidas sintéticos

¿Cómo nos ayudan?

- Muchos **hongos** infectan y matan a plagas y sus larvas
- **Insectos "depredadores"** se alimentan de plagas, sus larvas y huevos. Ellos buscan y encuentran las plagas mejor que nosotros.
- **Insectos "parasitoides"** ponen sus huevos en insectos plagas, sus larvas o huevos



Biodiversidad es importante para reducir la necesidad de usar plaguicidas sintéticos



*¿Hacen todo esto **gratuitamente**?*
¿Será cierto?

Biodiversidad es importante para reducir la necesidad de usar plaguicidas sintéticos

Pués, sí. Lo único que necesitan son flores para darles néctar y polen.









Biodiversidad es importante para reducir la necesidad de usar plaguicidas sintéticos

*Flores, flores y mas flores en nuestra finca. ¡Que lindo!
¡Hasta que nos motivan a embellecer nuestra finca!*



Hongos benéficos



University of Nebraska
Department of Entomology

University of Nebraska
Department of Entomology

University of Nebraska
Department of Entomology

*El hongo *Beauveria bassiana* controla broca, picudo y diferentes larvas dañinas*

INSECTOS

ÚTILES Y DAÑINOS

Un
libro de
Bobbie
Kalman



Una avispa parasítica



Insectos benéficos como depredadores



Muchos insectos comen a otros y sus larvas dañinas

Insectos benéficos como depredadores



Estos insectos (palomilla, sirfido y mariquita) y sus larvas comen a áfidos

Insectos benéficos como parasitoides



Insectos benéficos como moscas taquínidas (izq.) y avispas (derecha) ponen sus huevos en larvas dañinas o huevos y las matan

Insectos benéficos necesitan flores

¿Cómo atraerlos?

- Con flores que dan néctar



Insectos benéficos necesitan flores



Biodiversidad para aumentar la resiliencia y la seguridad alimentaria

Ejemplo: Especies comestibles subutilizadas promisorias para mejorar la nutrición y adaptación al cambio climático en El Salvador (Sanchez et al. 2016, en prensa)

Nombres de las plantas		Parte aprovechada	Adaptación a CC				Aspectos nutricionales *			Época de cosecha en El Salvador											
N. científico	Nombre común		Tolerancia a:				Fe	Zn	Vit A	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
			Sequia	Vientos fuertes	Inundación	Altas temperatura															
<i>Artocarpus altalis</i>	Árbol de pan	Semilla			x		a	a	b			x	x								x
<i>Bromelia alsodes</i>	Pifuela	Brote nuevo	x	x		x	m	b	nd												
<i>Brosimum alicastrum</i>	Ojushte*	Semilla	x	x		x	a	a	m			x	x			x					
<i>Calathea macrosepala</i>	Macuz	Flor, raíz			x		a	m	nd							x				x	
<i>Cnidioscolus chayamansa</i>	Chaya	Hoja	x				a	m	a	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Crescentia alata</i>	Morro	Semilla	x	x		x	a	a	nd		x	x	x								
<i>Crotalaria longirostrata</i>	Chipilín	Hoja		x			a	nd	m					x	x	x	x	x	x	x	
<i>Gliricidia sepium</i>	Madrecacao	Flor	x				m	nd	nd		X										
<i>Ipomoea batatas</i>	Camote	Raíz		x			b	b	a	x	x										
<i>Matelea sp</i>	Chuchulaya	Hoja		x			a	b	nd					x	x	x	x	x	x	x	
<i>Moringa oleifera</i>	Moringa	Hoja	x				a	m	m	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Portulaca oleracea</i>	Verdolaga	Hojas		x		a		nd	m												
<i>Sesamum indicum</i>	Ajonjolí*	Semilla	x				a	a	b												x
<i>Solanum americanum</i>	Mora	Hoja		x	x		a	m	m					x	x	x	x	x	x	x	
<i>Sorghum sp.</i>	Maicillo*	Semilla	x			x	a	a	nd	x											x
<i>Spondias purpurea</i>	Jocote	Fruto, Hojas	x			x	a	nd	m		x	x		x	x	x	x	x	x	x	
<i>Phaseolus lunatus</i>	Frijol chilipucas*	Semilla	x	x		x	a	a	nd	x											x
<i>Vigna umbellata</i>	Frijol arroz*	Semilla	x	x			a	a		x											x
<i>Xanthosoma sagittifolium</i>	Malanga	Raíz			x		a	a	b	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Yucca elephantipes</i>	Izote	Flor, cogollo	x	x		x	a	b	nd		x	x									
<i>Zea mays</i>	Maíz amarillo*	Semilla	x				a	a	b						x					x	
<i>Zea mays</i>	Maíz negro*	Semilla	x				a	a	nd						x					x	
<i>Zea mays</i>	Maíz tizate*	Semilla	x				a	a	nd						x					x	

Fuente: Sanchez et al, (2016, en prensa)

Diversificación productiva para mejorar seguridad alimentaria

Especies		Potencial de las especies (3=alto, 2=medio, 1=bajo)				Importancia de la especies (N=35) (%)		
Nombre común	Nombre científico	Carac. culinarias	Facilidad del cultivo	Conservación de suelo	Aceptación del mercado	Alta	Media	Baja
Ojushte	<i>Brosimum alicastrum</i>	3	3	3	3	83	17	0
Frijol arroz	<i>Vigna umbellata</i>	3	3	3	3	77	23	0
Frijol chilipucas	<i>Phaseolus lunatus</i>	3	3	3	3	74	12	14
Izote	<i>Yucca elephantipes</i>	3	3	3	3	72	17	11
Moringa/arango	<i>Moringa oleifera</i>	3	3	2	3	71	29	0
Maicillo	<i>Sorghum sp</i>	2	2	2	2	69	17	14
Chaya	<i>Cnidoscolus chayamansa</i>	3	3	3	3	66	34	0
Maíz tizate	<i>Zea mays</i>	3	3	2	3	60	37	3.0
Ajonjolí	<i>Sesamum indicum</i>	3	3	2	3	54	20	26
Chipilín	<i>Crotalaria longirostrata</i>	3	3	2	3	51	46	3
Maíz negro	<i>Zea mays</i>	2	3	3	3	51	37	11

Fuente: Sanchez et al, (2016, en prensa)

Diversificación productiva para mejorar seguridad alimentaria

Especie		Contenido en 100 g de porción comestible					
Nombre común	Nombre científico	Hierro (mg)	Zinc (mg)	Vit A (µg)	Energía (Kcal)	Carbohidratos (g)	Proteína (g)
Especies comestibles subutilizadas y priorizadas para la MICSur							
Ojushte	<i>Brosimum alicastrum</i>	4 *	2*	60*	346	76	9
Chaya	<i>Cnidoscolus chayamansa</i>	3*	2*	946	64	11	6
Chipilín	<i>Crotalaria longirostrata</i>	5	-	667	56	9	7
Moringa/arango	<i>Moringa oleifera</i>	4*	1*	378 ^B	64 ^B	13	7
Frijol chilipucas (Grano seco)	<i>Phaseolus lunatus</i>	8*	4*	0	328	58	23
Ajonjolí	<i>Sesamum indicum</i>	15	8	0	573	23	18
Maicillo	<i>Sorghum sp.</i>	4	4	0	342	76	9
Frijol arroz (Grano seco)	<i>Vigna umbellata</i>	7	3	9	338	65	19
Izote	<i>Yucca elephantipes</i>	3*	1*	-	61	14	2
Maíz tizate	<i>Zea mays</i>	3*	4*	-	360	77	6
Maíz negro	<i>Zea mays</i>	3*	5*	0	377	80	7
Especies de referencia							
Espinaca	<i>Spinacia oleracea</i>	3	1	469	23	4	3
Zanahoria	<i>Daucus carota</i>	0.3	0.2	841	41	10	1
Maíz blanco	<i>Zea mays</i>	3	2	0	365	74	9
Frijoles rojos	<i>Phaseolus vulgaris</i>	7	3	0	337	61	23

Fuente: Sanchez et al, (2016, en prensa)

Ejemplos de “consumer pressure” para mejorar el diseño y manejo del sistema:

- Boycot de piña destructora (2009, Francia)
- Puré de banana para bebés debe ser orgánico (Hipp, Alemania)
- Requerimiento de alimentos organicos para muchas escuelas en Europa
- Café amigable con aves migratorios

Servicio ambiental de cafetales con sombra: aves migratorias USA - CR



Wood thrush



Rose-breasted Grosbeak

Poblaciones de aves en declive en Norteamerica



Scarlet tanager



Baltimore oreole

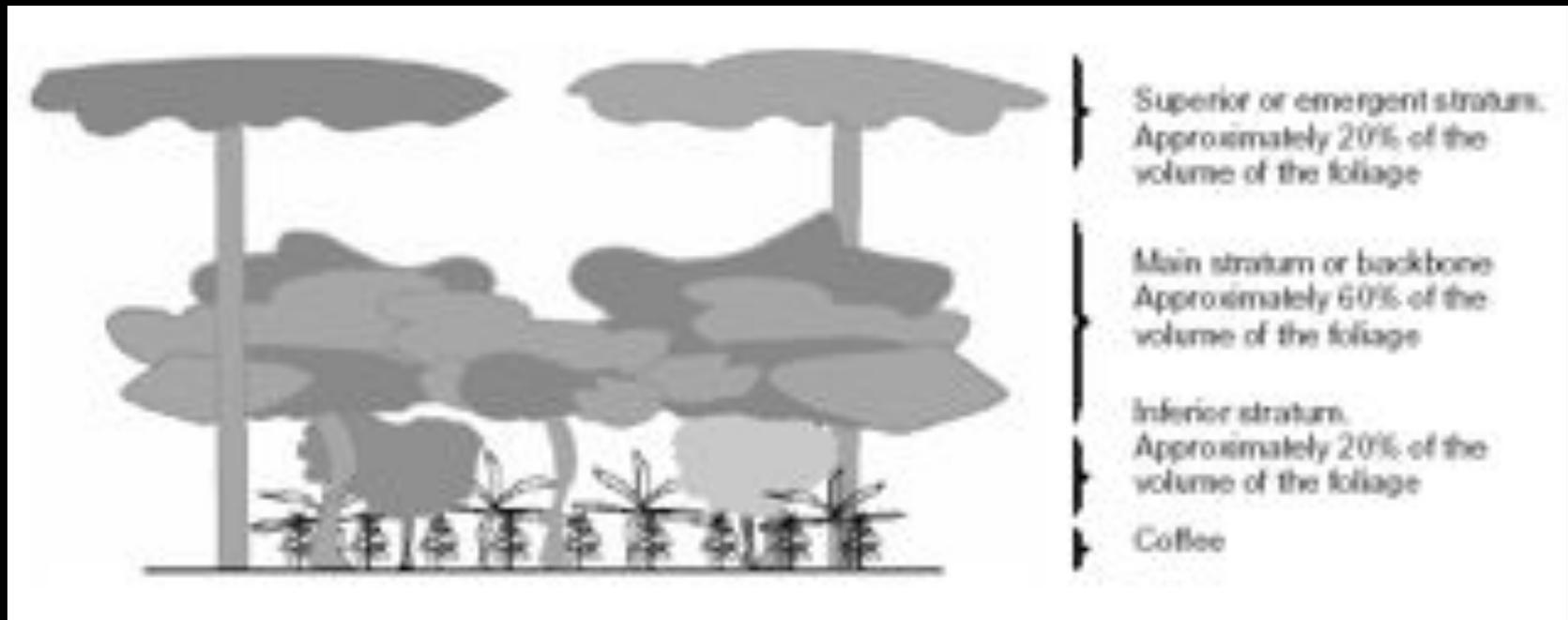


Wood thrush

Por demanda del consumidor: “Café amigable con aves migratorias”

- Al menos 11 especies de árboles, preferiblemente nativos y perenifolios
- Mantener sombra de al menos 40%
- Copas de árboles en tres estratos: emergentes > 15m
- Poda mínima de árboles; evitar podar antes o durante la estación seca; dejar madera muerta y epifitas

Por demanda del consumidor: “Café amigable con aves migratorias”



Source: SMBC (<http://nationalzoo.si.edu/ConservationAndScience/MigratoryBirds/Coffee/Certification/norms.cfm>)

Conclusiones:

Sistemas de café diversificado pueden ser mejor sostenidos porque:

- Imitan a la sucesión secundaria y aprovechan con éxito las interacciones positivas entre componentes y sus servicios
- Generan múltiples productos y servicios
- A largo plazo son más sostenibles y rentables
- Proveen un ambiente social más estable

Conclusiones:

El manejo de una alta diversidad de arboles permite reducir el impacto del cambio climático porque los arboles:

- Protegen a suelos y aguas,
- Reducen las temperaturas, mejorando la calidad de café,
- Promueven la presencia de biodiversidad incluyendo a controladores biológicos de muchas plagas y enfermedades en café
- Estabilizan el microclima local
- Proveen productos adicionales lo que reduce la necesidad de compra y transporte de alimentos.



...y ayuda a sostener la vida en toda su belleza



Pero esto solamente funciona si

- los agroecosistemas son bien manejados por productores educados

lo cual depende de que

- consumidores **compran café especial---** preferiblemente por **mercadeo directo** para hacer llegar mas dinero al productor

- Las condiciones ecológicas, sociales y económicas son los fundamentos “sine qua non”.
- Sin embargo, la **conciencia del consumidor** es el motor de cambio.



Prioridades de investigación: un “mapa” para mejorar la producción ecológica



Prioridades para mejorar agroecosistemas (1)

1. Uso de **“facilitación” de plantas** asociadas para mejorar la producción agrícola (mejor calidad, mayor estabilidad de producción, mayor ingreso, conservación de recursos naturales, biodivers.).
2. Uso de **interacciones entre especies** para prevenir o reducir el daño por plagas y enfermedades (alelopatía, microclima, cultivos trampa, abonos de boñiga etc.)



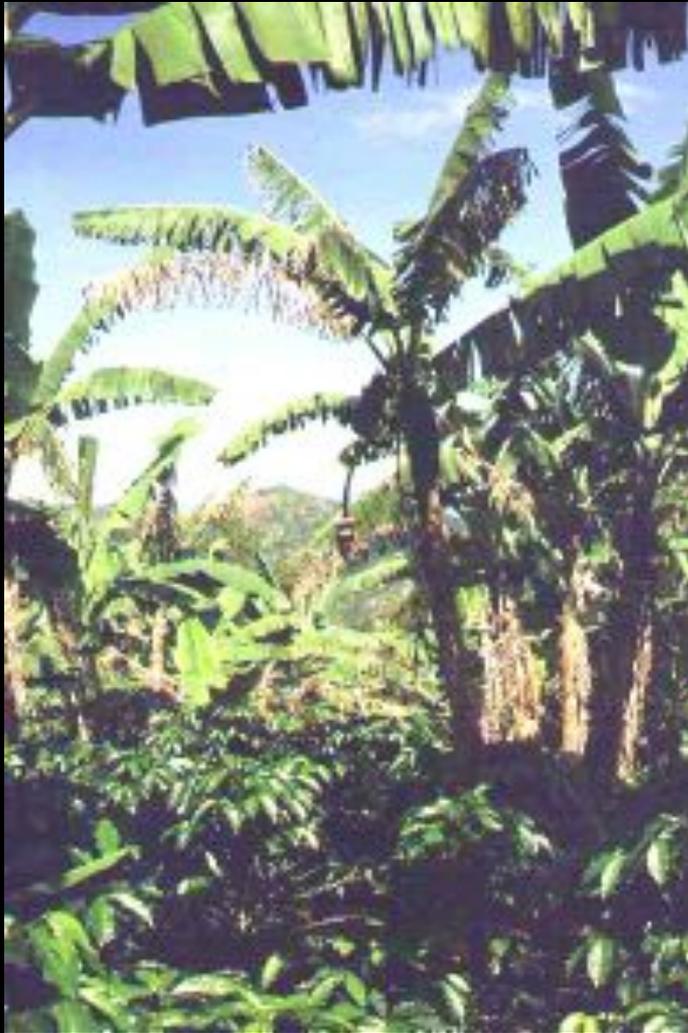
Facilitación de árboles para el beneficio de cafetos



Arquitectura de árboles
y su “compatibilidad”

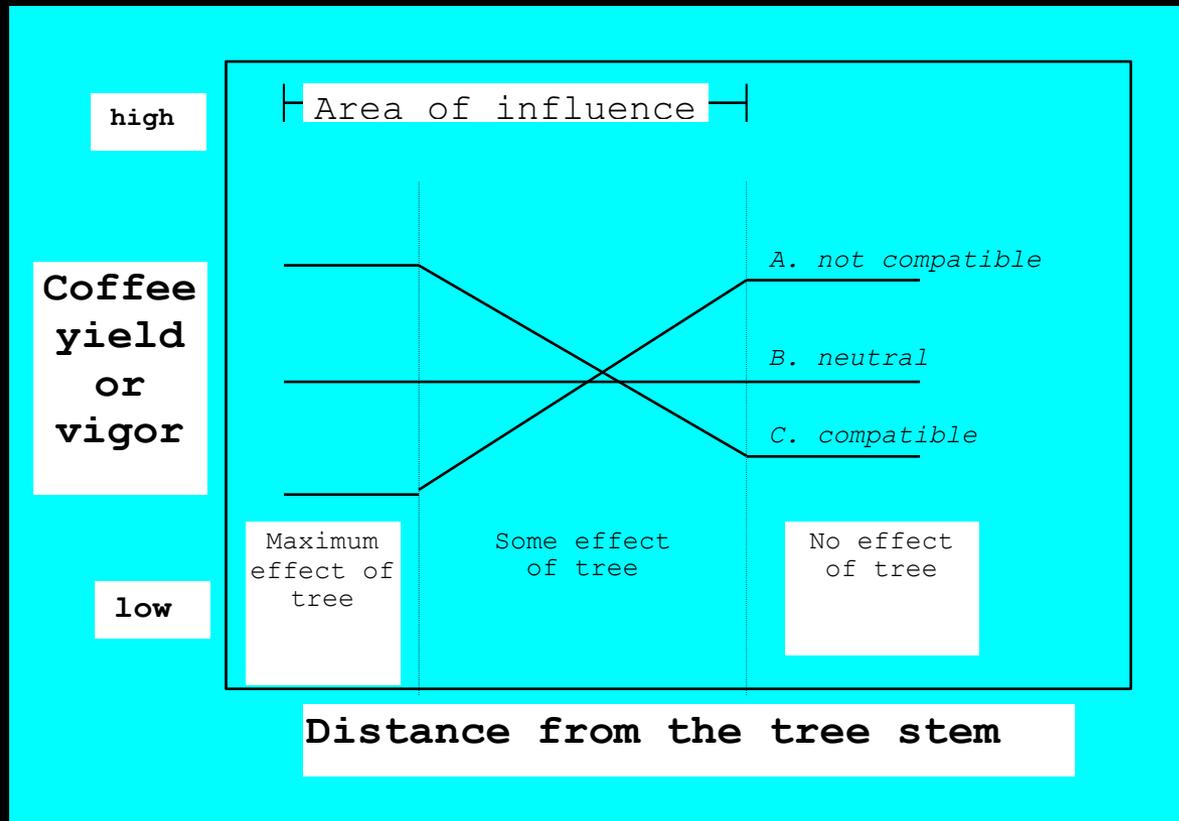


Arquitectura de árboles
afecta su compatibilidad



Estudios de compatibilidad entre árboles y cultivos para identificar especies apropiadas

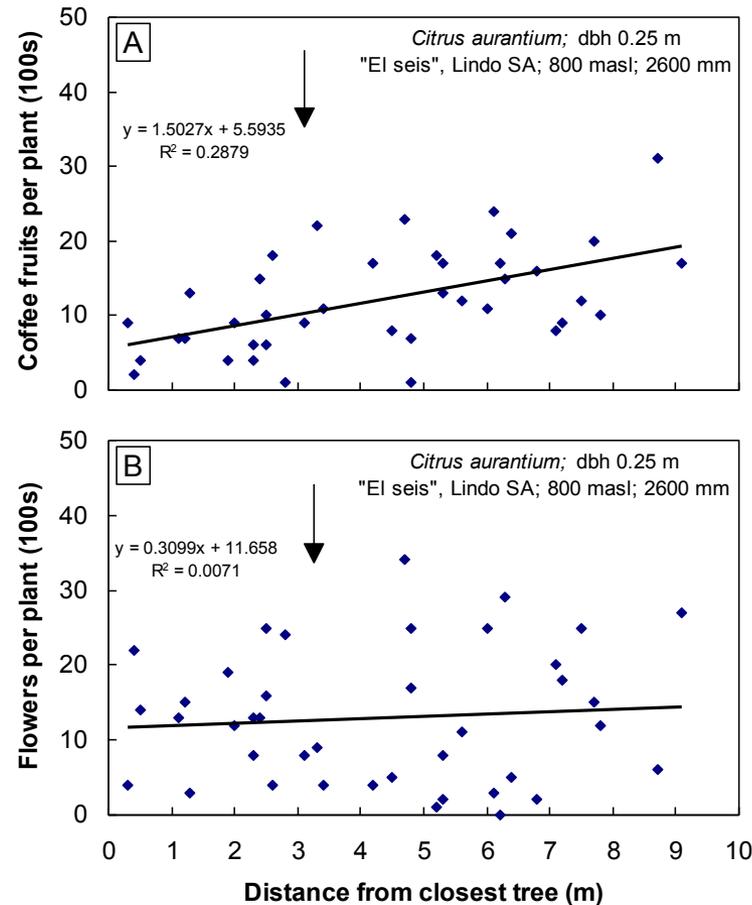
La metodología de transectos para evaluar la compatibilidad entre árboles y cultivos



Muschler (1998)

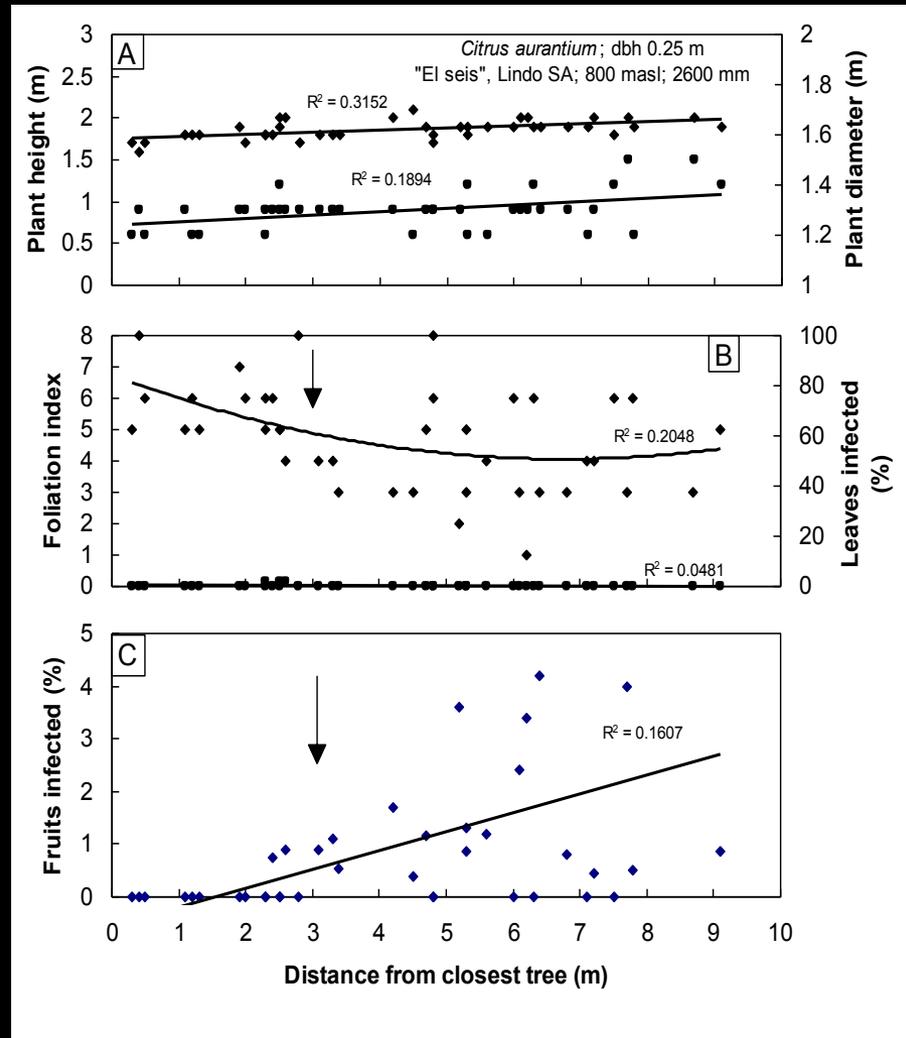
Cuantificando las interacciones entre árboles y cultivos usando transectos: frutos y flores

Plantas fuera de la sombra de los arboles tienen mas frutos y mayor variabilidad del numero de flores



Cuantificando las interacciones entre árboles y cultivos usando transectos: atributos vegetativos e infección

Cafetos
afuera de la
sombra
tenían
menos
follaje y
mayor
infección de
los frutos



Prioridades para mejorar agroecosistemas (2)

- 3. Investigación independiente y validación de técnicas de **nutrición orgánica** y **control biológico de plagas y enfermedades** bajo condiciones de productores (antagonistas, bioplaguicidas, feromonas, trampas, diseño de sistemas etc.).**
- 4. **Salud de suelos:** “ingeniería” de compost y extractos para enriquecer/retener nutrientes y para maximizar supresividad**

Un ejemplo de la ingeniería de compost



Source: Las Cañadas, Mexico

Ingeniería de composta



ASOPROAAA, Costa Rica

Ingeniería de composta



Ejemplo ingeniería de compost: primeros pasos para evaluar sustratos orgánicos para almacigales de café

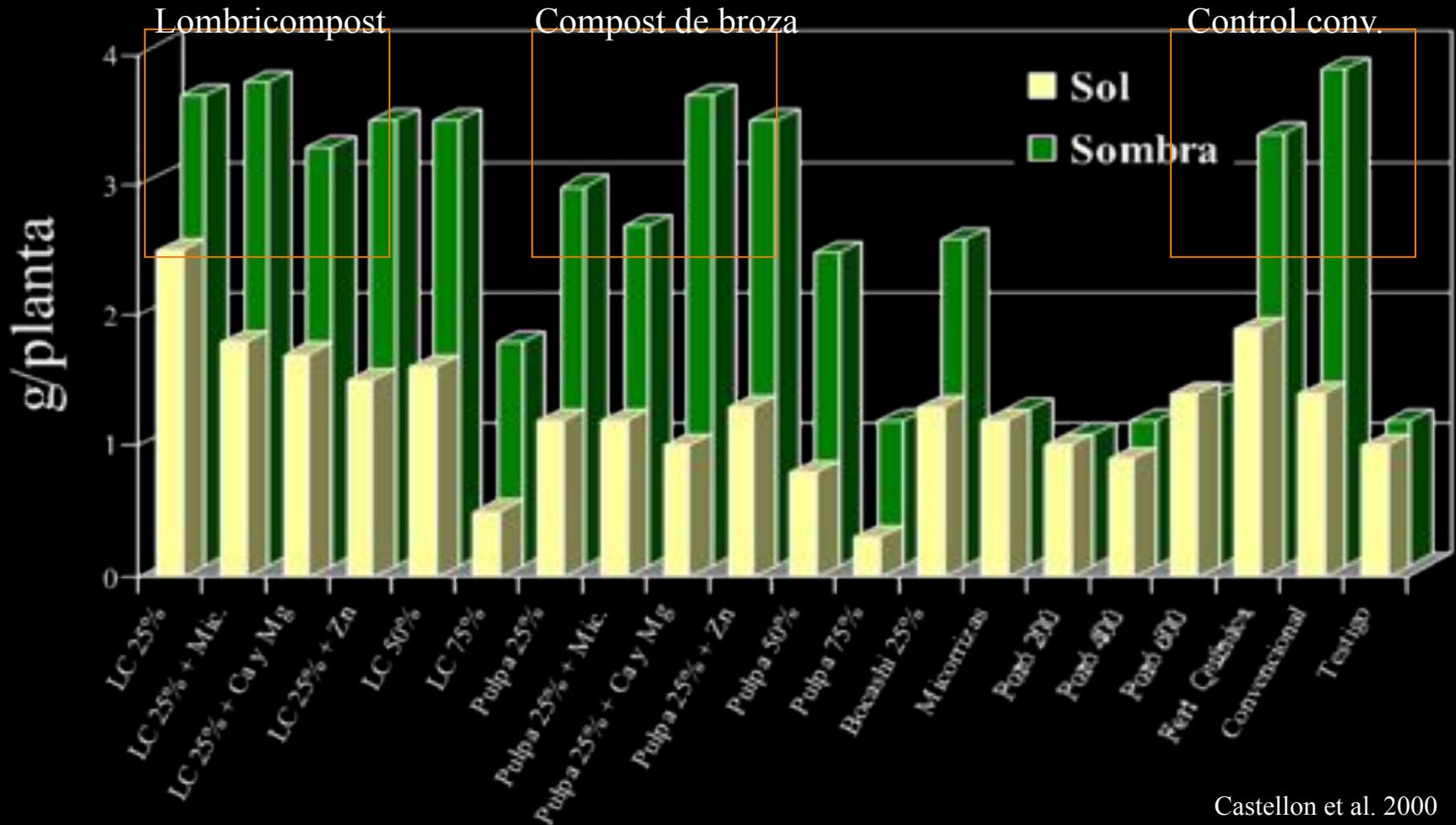
Efecto de sombra y tipos de compost para almacigos de café: plantas sin sombra son mas heterogeneas (izq.)



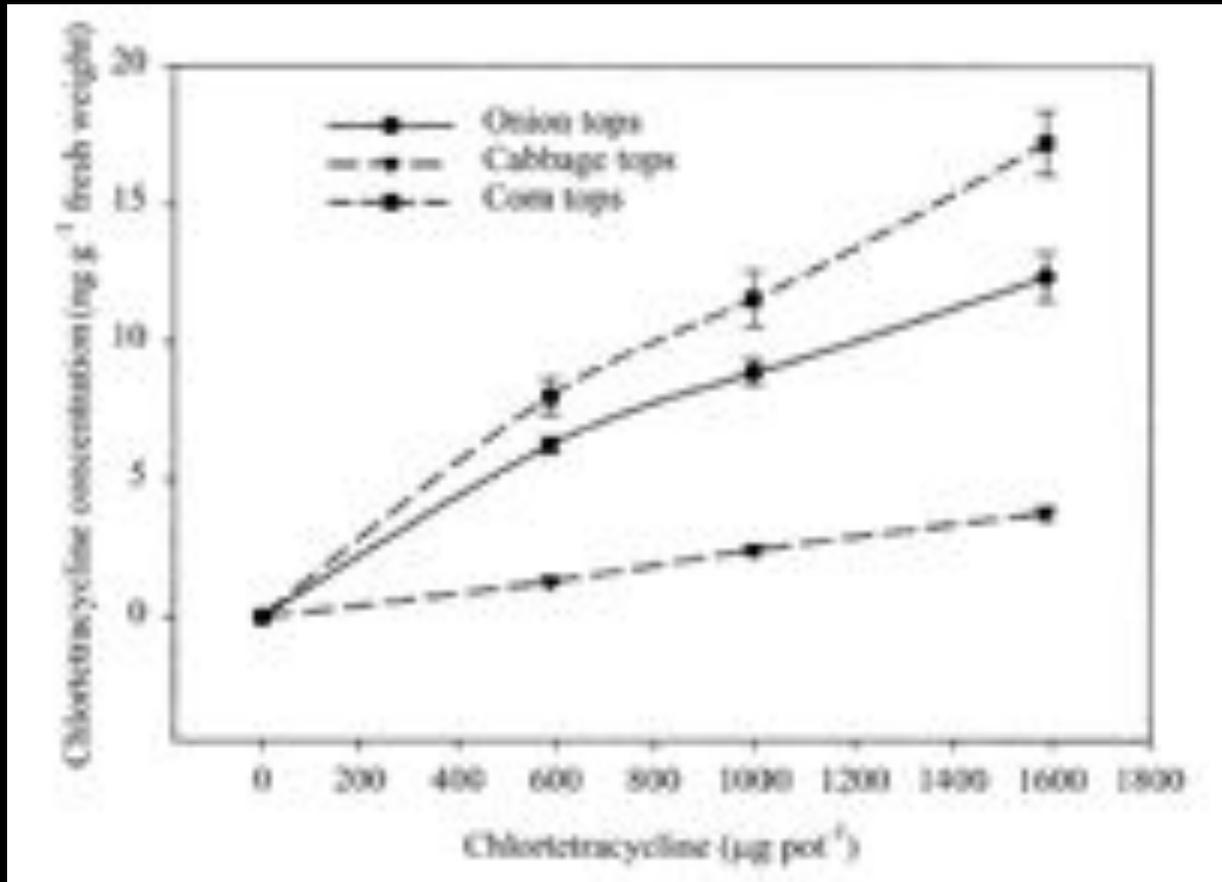
Evaluación de vigor en almacigos



Sustratos orgánicos tenían el mismo efecto que control convencional (bm foliar de plantulas de 6 meses)



Pero: cuidado con los residuos de químicos y antibióticos que pueden ser absorbidos por los cultivos



Prioridades para mejorar agroecosistemas (3)

- 5. Producción orgánica intensiva de vegetales de alto valor:** huertos caseros, huertas urbanas, producción bio-intensiva, producción bajo techo (utilizando policultivo y rotación en invernaderos)



Ejemplo: producción bio-intensiva en “Las Cañadas”, Mexico



Agricultura urbana: “organoponicos” de Cuba





Ejemplos positivos:

Produccion de mas de 25 cultivos en invernadero (Finca ROI, Tierra Blanca, Costa Rica) o a cielo abierto (INA-AO, CR)





Ejemplo problematico: produccion de tomates en invernaderos de monocultivo en Mexico



Prioridades para mejorar agroecosistemas (4)

- 7. Valorización de **servicios de biodiversidad** para la salud de agroecosistemas y la sociedad (PSA).**
- 8. **Integración** de sistemas de producción agroecológica con otras formas de uso de la tierra (mosaico al nivel de paisaje)**

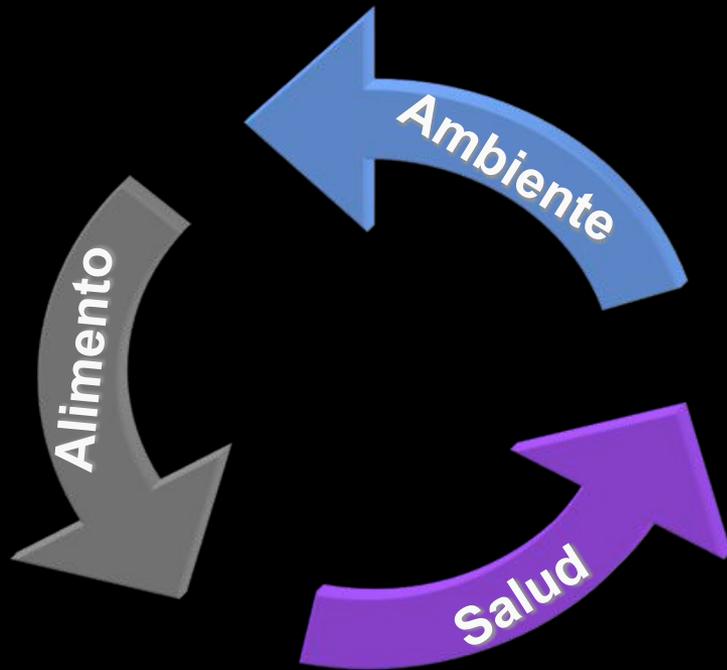
El CATIE ofrece su capacidad para fortalecer el sistema de capacitacion e investigacion aplicada



Como lograr esto eficientemente?

- **Investigación participativa con productores tiene que complementar y dirigir** investigación sobre mecanismos de interacciones bajo condiciones controladas.
- **La investigación agroecológica requiere de mas integracion con otras disciplinas** que determinan el comportamiento humano: e.g. ciencia de alimentos y calidad, ecología de suelos, agroforesteria, ganadería, y ecología de paisajes.

Informacion permite escoger



... no solamente la comida sino tambien su sistema de produccion



... y hay que reconocer que

(1) ningun caficultor puede vivir de solo café y

(2) la sociedad humana depende de ecosistemas intactas en sus cuencas altas – cafetales proveen funciones esenciales que no se deberian perder

El futuro: alianzas mas fuertes y mayor informacion

- **Mayor colaboración** entre sector académico, comercial y privados (p.e. PPP con cacao organico y RitterSport)
- **Plataformas internacionales** como CATIE en America Latina
- Universidades en **redes regionales y globales** de investigación y capacitación.

El futuro: alianzas mas fuertes y mayor informacion (2)

- **Respaldo técnico** a travez de una red de instituciones
- Fortalecer **iniciativas internacionales** como MAELA, ISOFAR con apoyo de consumidores, programas nacionales, e instituciones como IFOAM, FiBL etc.
- **Empoderamiento de consumidores** a través de mayor concientización



Curso CATIE-U Minnesota “Organic coffee systems” Enero 2003

Y tenemos que ver el contexto de paisaje



Reforestation for soil and watershed protection (PEB)

Landuse mosaic for production & protection

Scattered trees for shade and fodder

Soil protection measures

Living fences for connectivity

Silvopastoral systems for higher productivity and conservation

Multistrata agroforestry

Recomendaciones para el sector cafetalero

- Ver los cafetales por más que solamente café y valorar TODOS los otros productos y servicios (PSA etc.)
- **Balancear la producción de café con la producción de alimentos y servicios ambientales** (sostenibilidad ambiental, seguridad alimentaria, estabilidad social)
- Explorar TODAS las opciones de **agregar valor** a café en el mercado local/nacional
- **Intensificación y diversificación agroecológica para aumentar productividad y reducir impacto ambiental** (incluyendo insumos de agroforestería, producción biointensiva, agricultura urbana Cubana, NAMA y otros...- facilitación del CATIE)
- Fortalecer esfuerzos para el **relevo generacional** (incentivos para jóvenes – apoyo público)

Solo un suelo saludable produce cultivos
saludables y permite retener aguas y vida...
Cuidemoslo !!!

