

Evaluación, diseño/rediseño y manejo de asocio de árboles en cafetales

¿Cómo tratar el tema con los productores?

Guion de Capacitación

Elias de Melo Virginio Filho, Ph.D.

eliasdem@catie.ac.cr



Objetivo del Guion

- Apoyar la reflexión de las familias productoras y promotores locales sobre la evaluación, mejoramiento de sistemas agroforestales y manejo de árboles en cafetales.

¿En que momento se recomienda analizar los árboles en los cafetales?

Principalmente en:

- Cuando la familia productora toma la decisión de establecer nuevas áreas de café.
- Luego después del período de conclusión de cosecha de café.
- Al inicio de período de lluvias.

¿Qué materiales necesitamos para desarrollar la sesión?

- Papel rotafolio
- Marcadores
- Proyector (cuando exista local con luz eléctrica)
- Folletos con contenidos básicos

-Elabore un programa para orientar el desarrollo de la sesión (Duración 2 horas de teoría y 2 horas de práctica para evaluación y 2 horas para prácticas de manejo).

-Organice la presentación (en rotafolio o en power point) revisando adecuadamente el contenido (información, lenguaje, secuencia de temas, preguntas, etc).

Orientación metodológica

- Utilice charlas interactivas (compartir información previa recopilada al mismo tiempo que involucra los participantes a aportar información, usar preguntas orientadoras).
- Utilice ejemplos relacionados al contexto de las familias productoras.
- Es importante utilizar dibujos, fotografías ilustrativas de los temas a compartir.
- Después de la teoría programar sesión práctica en base al contenido de la sesión.
- En la secuencia presentamos el contenido general de referencia (el facilitador debe adecuar la información de acuerdo a las necesidades previas identificadas)

¿Climático es el cambio pero las causas...?



- Las presentes generaciones viven, bajo un cambio climático expresivo. Como lo indica el IPCC (2014) las altas concentraciones actuales de gases de efecto invernadero, son únicas en los últimos 800 000 años.

“Todos los años, la Universidad de Notre Dame, EE.UU., publica el Índice de Adaptación Global, en el que se incluye la lista de los países mejor y peor preparados para enfrentarse al cambio climático. En concreto, soportar las mareas más altas, las temperaturas más cálidas y la reducción del rendimiento de los cultivos.”

<http://www.tysmagazine.com/los-paises-mejor-preparados-para-sobrevivir-al-cambio-climatico-mapas/>

Agroforestería con café- grandes desafíos

- Países y áreas con sistemas agroforestales en café: rediseño y manejo con estrategias de adaptación y mitigación.
- Países y áreas donde predominan sistemas en pleno sol: investigación y promoción urgente de diseños con árboles y manejos con enfoque de clima.



Fotos: Dutra – 2013.

eliasdem@catie.ac.cr

¿Climático es el cambio pero las soluciones...?

- Los grupos humanos deberán demostrar efectivamente su compromiso con reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y **aumentar los sumideros (captura) de carbono** para contribuir a la mitigación del cambio climático.
- Los retos son múltiples y deben ser superados a nivel tecnológico, económico, social, político e institucional. **Hacer disponible las innovaciones tecnológicas** para mitigación y adaptación frente al cambio climático **es clave** (IPCC 2014).
- **Sistemas agroforestales** en todo el planeta (servicios ambientales y diversificación productiva). (Reducción de emisiones, almacenamiento de carbono, restauración ecológica, manutención e incremento de biodiversidad, y al mismo tiempo minimizar el incremento de temperatura, sequías, inundaciones, entre otros FAO (2015).

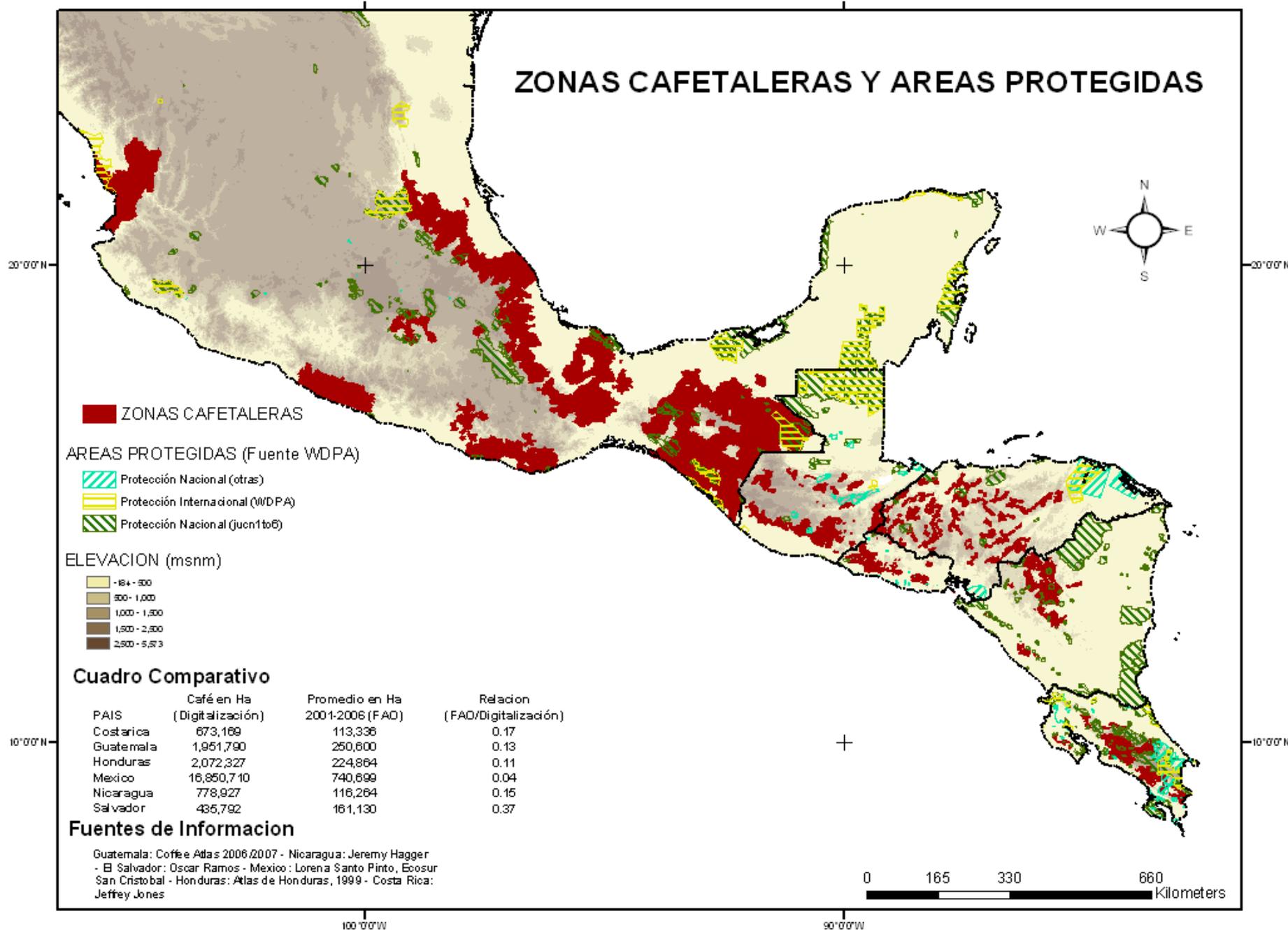
Potencial básico de los cafetales para servicios ambientales

- Diferente a muchos cultivos el café tiene amplio rango altitudinal (Arabicas de 500 a 2000 msnm, los robustas aptos a menos de 500 msnm)
- Los cafetos son leñosas que fijan importante cantidad de carbono
- Los sistemas de siembra permiten una cobertura y amarre significativo (aunque no total) del suelo
- Los sistemas de manejo del cultivo en muchos países no se usan frecuentes quemas ni exposición de suelos
- La mayor expresión y magnificación de los SA se logra cuando la producción de café se desarrolla en Sistemas Agroforestales.

Los cafetales tienen ventajas que otros cultivos (principalmente anuales) no tienen.



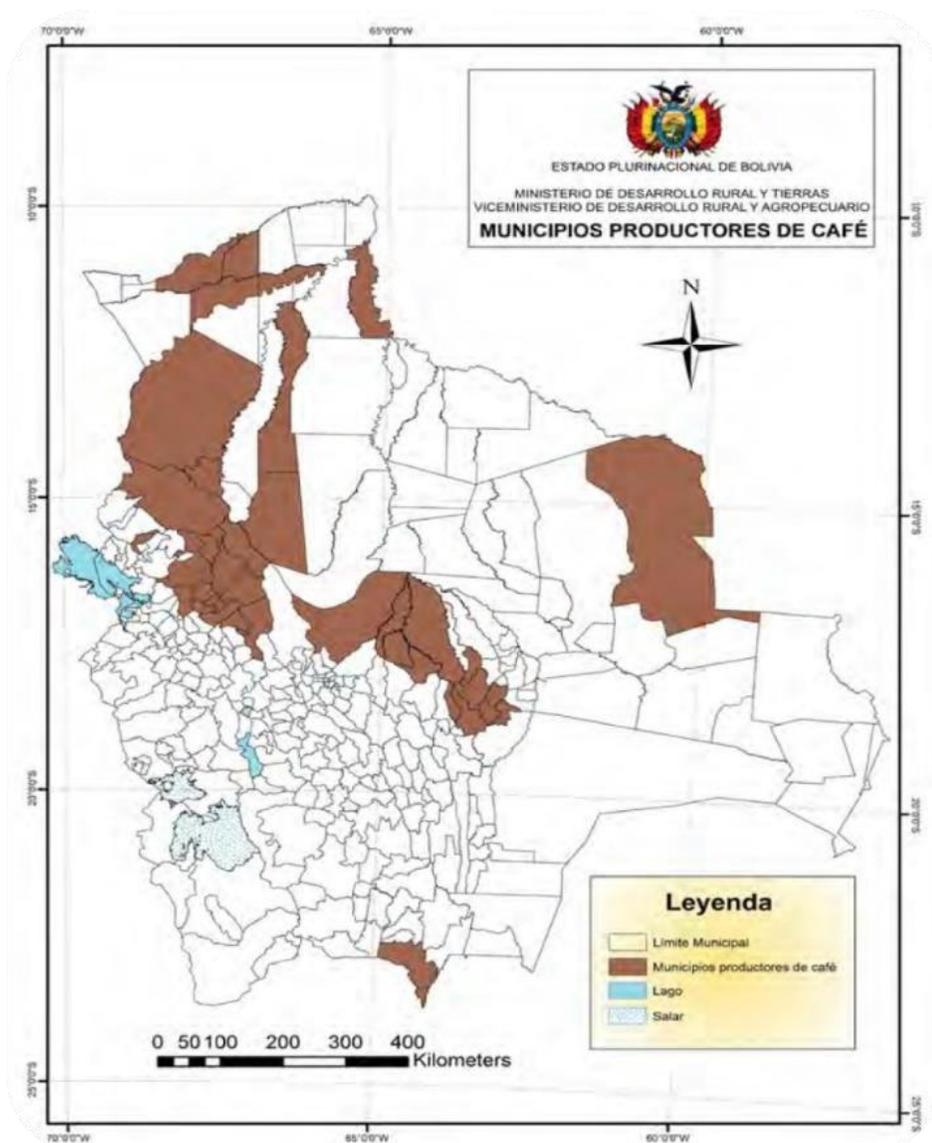
ZONAS CAFETALERAS Y AREAS PROTEGIDAS



Aproximadamente el 95% de los cafetales de Mesoamérica están en sistemas agroforestales...

...perder cafetales es perder EL BOSQUE CAFETALERO.

LOS CAFETALES DE BOLIVIA SON BOSQUES CAFETALEROS



Localización



¿Además de la Ciencia dónde encontramos los fundamentos para justificar árboles en asocio con café y otros cultivos?

-Prácticas de antiguos cultivadores;



¿En los países cual es el área de cafetales con sombra?

Colombia : un tercio de los cafetales con sombra

(CENICAFE, 2003 Citado

por DaMatta, F y López, N 2006 doc preliminar)

Bolivia: las estimaciones indican que alrededor del 90% de los cafetales están bajo sombra

Etiopía, Sumatra, Nueva Guinea, Timor y Peru la casi totalidad esta bajo sombra (Moreira, 2003, citado por: Alvarenga,M.;Martins, M.20004).

Centroamerica y México:

México: 99,6% (dato 2005 presentado por Sanchez,C;Miranda,P. 2008 Curs. Manej.Sombra – CATIE)

Honduras: 95 a 97 % (Martinez, M; Paz Zaldivar, E. 2008 Curs. Manej.Sombra – CATIE)

El Salvador: 100 % (PROCAFE. El Salvador tierra de café. 2004)

Nicaragua: 94,24 % (MAG-FOR- Mapa cultivo café- Valerio, L. 2002)

Costa Rica: 75% (ICAFE. 1998. Manual de recomendaciones para el cultivo del café.)

ECUADOR: 52,65 % (COFENAC, 2011 según Censo Agrop .2002).

¿Por qué los cafetales son importantes y deben ser fortalecidos ?

- **Almacenamiento de carbono (mitigación al cambio climático).**
- **Microclima.**
- **Amplio número de especies (árboles, aves, mamíferos, insectos “Abejas”, hierbas).**
- **Importante conectividad del paisaje (Corredores biológicos).**

Medidas de Adaptación-Mitigación con vínculos a los Sistemas Agroforestales

ALTERNATIVAS	OBSERVACIONES
SIEMBRA DE ÁRBOLES	Los SAF son importante alternativa a la producción de madera, frutales. Contribuye a disminuir presión sobre los bosques. Los árboles son las “maquinas más eficientes” para la captura de Carbono, contribuyen a aumentar/conservar cantidad de C en el suelo
PROTECCIÓN DE LAS NACIENTES DE AGUA/COSECHA DE AGUA	SAF con manejo de cobertura de los suelos contribuyen a la protección de cursos de agua.
MANEJO COBERTURA DEL SUELO	Los SAF, en particular con leguminosas arbóreas, permiten importantes coberturas de hojarasca sobre el suelo.
USO DE ABONOS ORGÁNICOS	Los SAF pueden ser fuentes de importantes cantidades de MO insumo para abonos.
REDUCCIÓN DE INSUMOS SINTÉNTICOS (SIN BAJA DE PRODUCCIÓN)	Ampliamente comprobado el aporte de nutrientes de leguminosas arbóreas de los SAF (MO de poda y Fijación de N en el suelo).
DISMINUIR USO DE HERBICIDAS (SIN BAJA DE PRODUCCIÓN)	La sombra de los árboles contribuyen de manera importante a la reducción de las hierbas indeseadas, la combinación con manejo selectivo de hierbas se potencializa con SAF.
SOMBRA ADECUADA PARA EL CAFÉ	La contribución de los árboles a la regulación de temperatura, humedad, con buena composición y manejo del SAF, constituye una de los principales servicios al café.
CONTROL EROSIÓN Y CONSERVACIÓN SUELOS	La reducción de escorrentía superficial y el amarre de los suelos se magnifica con la combinación de SAF y prácticas de conservación
ESTABLECIMIENTO DE ROMPEVIENTOS	Categoría de SAF determinantes en varias regiones cafetaleras de América Central
RENOVACIÓN PLANTACIÓN CAFÉ	Los SAF ha sido determinantes para brindar múltiples condiciones para la siembra nueva de cafetales, en particular.
VARIETADES DE CAFÉ RESISTENTES ADAPTADAS A CADA ZONA	Las variedades de alto potencial compatibles y demandantes de buena sombra para potencializar resultados. Por ejemplo los Híbridos F1.
DIVERSIFICACIÓN DE CAFETALES	Múltiples posibilidades de arreglo y combinación de SAF son indispensables para diversificar cafetales (madera, frutales, MO, alimentos, animales, agroecoturismo, etc)
CONSERVACION DE BIODIVERSIDAD	Los SAF garantizan conservación de la biodiversidad dentro de los cafetales.
CONTROL BIOLÓGICO DE ENFERMEDADES (ROYA, BROCA SON EJEMPLOS)	El microclima y las interacciones de control biológico son más adecuados en SAF

Importancia de los árboles asociados con café y otros cultivos perennes

- Contraresta efectos ambientales de clima y suelo adversos al cultivo.
- Reduce riesgos por mal manejo.
- Regula la vida productiva del cultivo asociado.
- Reduce el efecto de los vientos fuertes.

Algunas Conclusiones de Estudios sobre Aspectos Positivos de Árboles en Cafetales

1. Mejor calidad de frutos de café (tamaño y sanidad);
2. La genética del café contiene estructuras demandantes de la sombra para expresión de atributos de calidad del fruto;
3. Protección y fertilidad de los suelos;
4. Mejor temperatura y humedad (- agotamiento);
5. Cafetales más vigorosos;
6. Mayor estabilidad de niveles de producción;
7. Control de plagas y enfermedades particulares
(mayor diversidad de animales, microorganismo);
8. Mantenimiento de la biodiversidad de flora y fauna;
9. Diversificación de productos (fincas y mercados);
10. Sumidero de dióxido de carbono (CO₂);

Tesis. VALIDACION DE PRACTICAS DE ADAPTACION AL CAMBIO CLIMATICO EN SISTEMAS PRODUCTIVOS DE CAFÉ

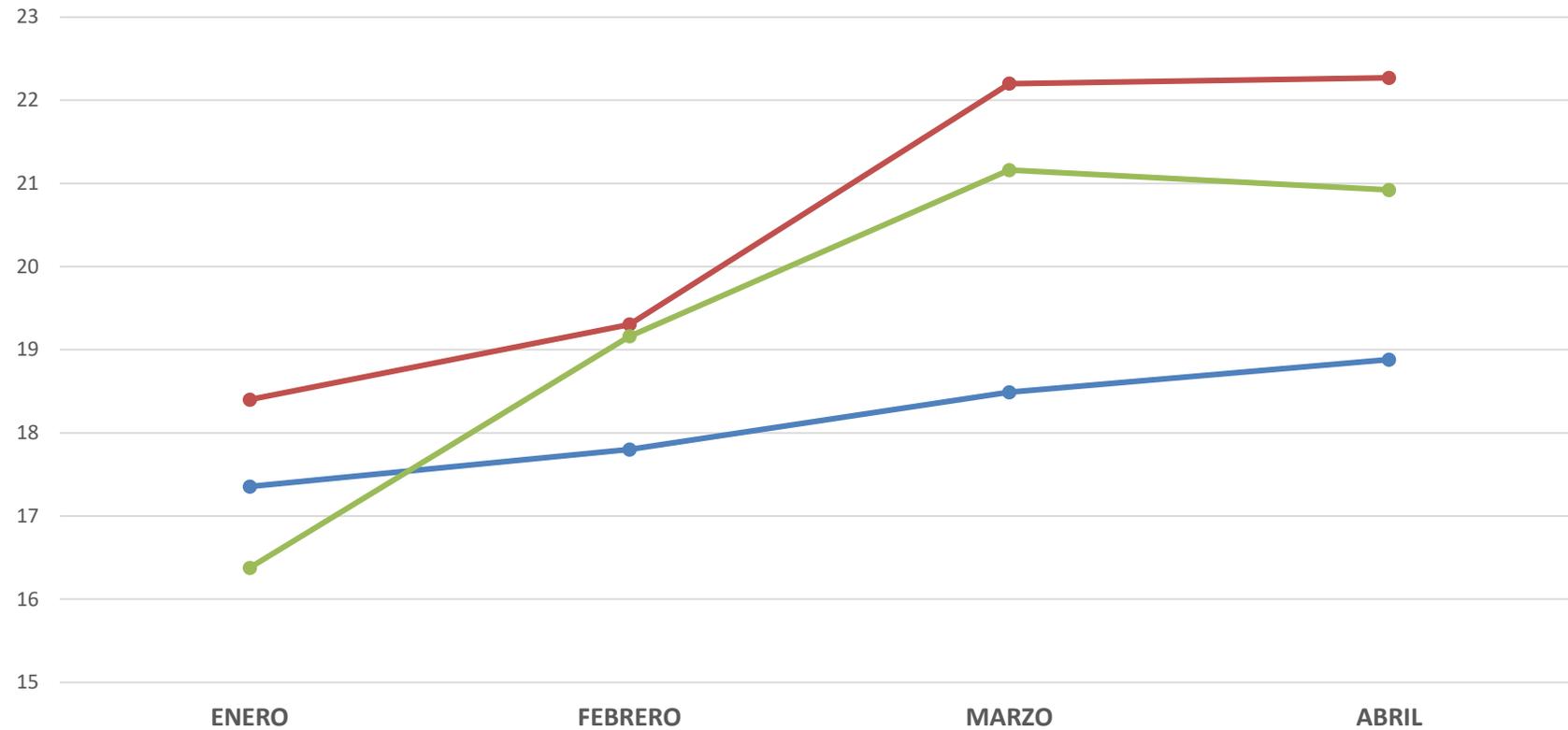
Objetivo General

- Validar el impacto de prácticas de adaptación al cambio climático implementadas en cafetales de Francisco Morazán, Yoro, Olancho y El Paraíso. (Honduras)



San José de lo Guares, Yoro

Marco Zuñiga

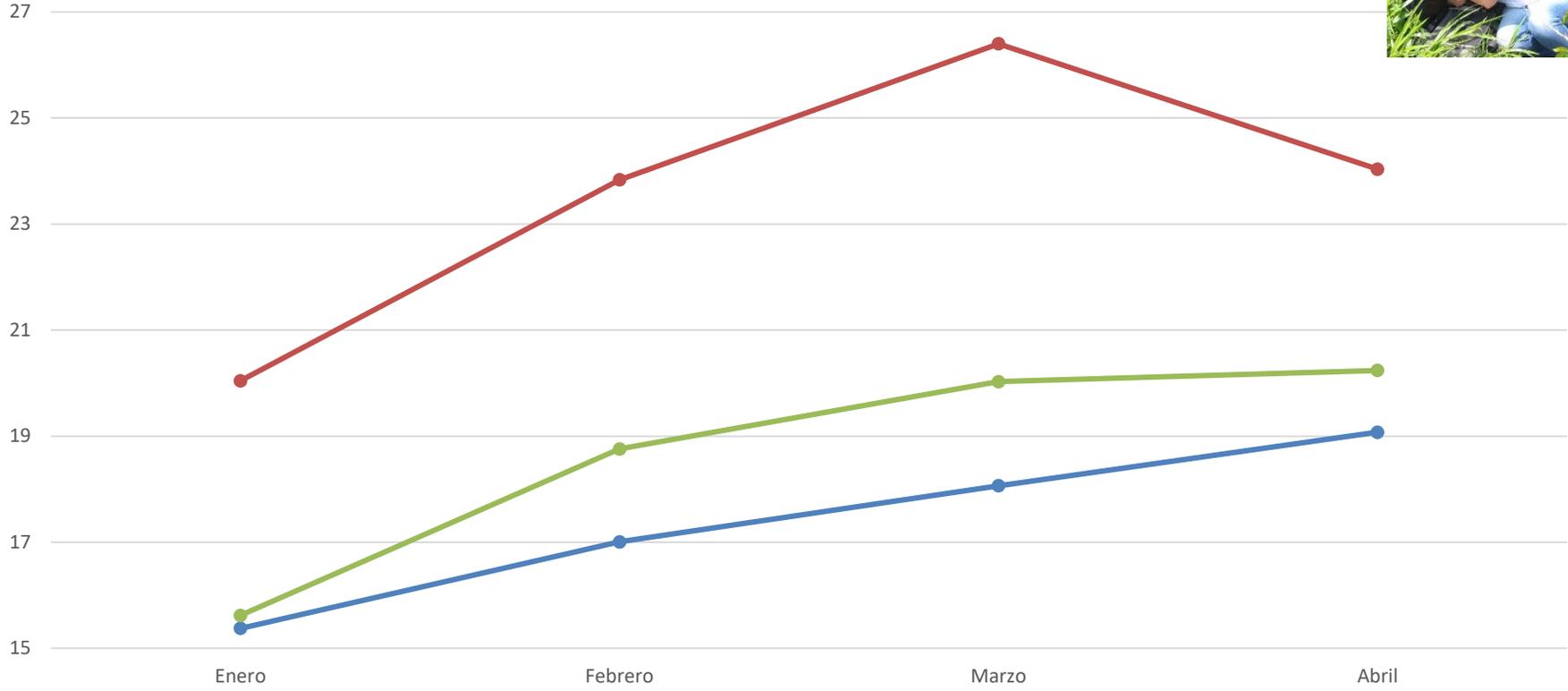


—●— Sombra —●— Sol —●— Ambiente

Monitoreo de Temperatura al Suelo a Pleno Sol y Con Sombra



Finca Santa Elena, Lempira



● Sombra ● Sol ● Ambiente



Monitoreo de Temperatura al Suelo a Pleno Sol y Con Sombra

¿De que depende los resultados positivos de árboles en cafetales?

- De los árboles que se usen;**
- Del manejo de los árboles;**
- De la forma de asociar con café;**
- De las condiciones clima y geografía;**
- Etc.**

“RECUERDE USTED ES EL ARQUITETO DE SU FINCA”

a) DesConocimiento sobre el potencial de especies, sistemas de asocio y manejo agroforestal: hay conocimiento tradicional y conocimiento técnico suficiente para formular y promover manejos óptimos, pero pocos procesos de articulación entre los dos conocimientos bajo enfoque integrado.

Es necesarios fortalecer la capacidad de observación y razonamiento agroecológico de los agroecosistemas por parte de productores y técnicos, de manera que se pueda diseñar y/o rediseñar arreglos promisorios.

¿Qué importancia tiene los árboles para agua y suelo en fincas de café?

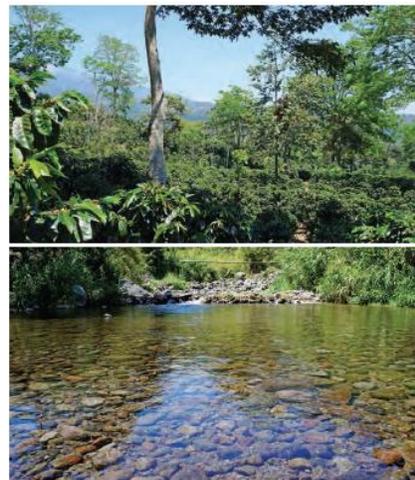
- Protección de suelos.



Fuente: J. Arturo Ramirez – Catie 2012

Estudio del proyecto CATIE-CAFNET-CIRAD. Condiciones típicas de SAF Café en Aquiares-Costa Rica, **91 %** de la lluvia se infiltran en el suelo cuando hay árboles. En pleno sol la mayoría de la lluvia se convierte en escorrentía

- Inúmeras fuentes de agua dentro de cafetales.



Interacciones entre árboles, suelos y cultivos asociados

Positivos

- Amarre del suelo.
- Ciclaje de nutrientes
- Fijación de N (árboles de servicio)
- Mayor infiltración agua
- Regulación de la temperatura y humedad

ENTRE 8 Y 9 METROS
A LA REDONDA



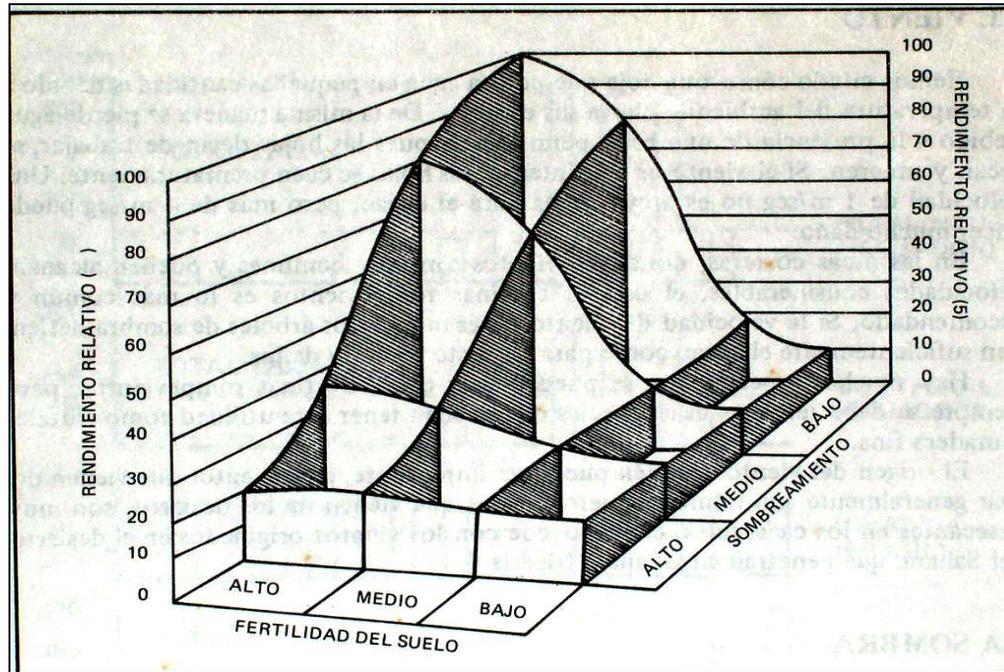
Negativos

- Competencia por nutrientes (Arboles maderables y Frutales). Puede variar entre especies.
- Competencia por luz

ENTRE 8 Y 9 METROS
A LA REDONDA

LOS ÁRBOLES SON FUNDAMENTALES PERO EL
ADECUADO DISEÑO Y MANEJO DE LOS
SISTEMAS ES INDISPENSABLE

En cada finca buscar el mejor equilibrio entre FERTILIDAD DEL SUELO y NIVEL DE SOMBRA para RENDIMIENTO ESPERADO



Pero es muy importante manejar densidades importantes de árboles de servicio pensando en garantizar alto aporte de BIOMASA en régimen de podas frecuentes para REGULAR ENTRADA DE LUZ.

- Bajo una sombra intensa, aún con una fertilidad alta no incrementa mucho la producción.
- Con menor sombra o mas luz, el aumento de la fertilidad, hace que aumenten considerablemente los rendimientos.



Finca Gilberto Julião
(Sector Coruja-Apui-AM)

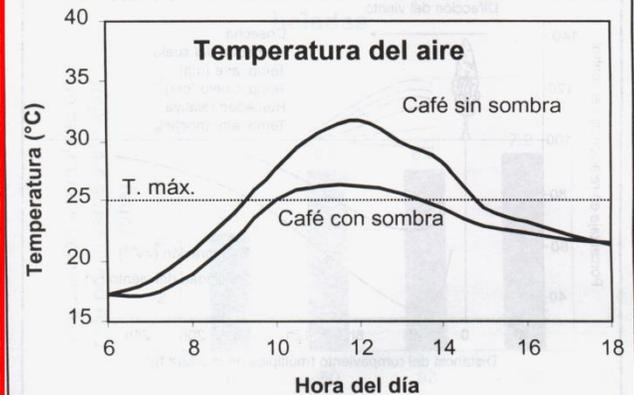


Café en pleno sol



Café con buena
sombra de Pacay
(Ingas)

Los árboles reducen la temperatura del aire
("T. máx." es la temperatura máxima deseable para café)



¿Podemos tener limitantes con asocio de árboles con café?

¿ Si NO HACEMOS BIEN el asocio que limitantes podrían darse?

- 1. Si tengo muchos árboles, principalmente de los que compiten por nutrientes, la producción de café puede disminuir;**
- 2. Exceso de sombra favorece, Roya, Ojo de Gallo y Mal de Hilachas;**
- 3. Los árboles en asocio requieren cuidados especiales, en general puede implicar más costos;**
- 4. Puede haber algún daño al cafetal por caídas de ramas o durante extracción de madera o leña;**
- 5. Algunas labores de manejo podrían ser afectadas (cosecha);**

¿Cómo hacer síntesis de tantos estudios de interacciones agroecológicas?

Aspectos evaluados/Sistemas	AC SO	AC SE	AC MA	AC SE+ MA	MC SO	MC SE	MC MA	MC SE+ MA	MO SE	MO MA	MO SE+ MA	BO SE	BO MA	BO SE+ MA
VIDA EN SUELO – MACROFAUNA (2005-2017)	Red			ND	Red			ND	Verde	Verde	ND	Verde		ND
FERTILIDAD DEL SUELO (2010)									Verde	Verde	Verde			
CARBONO Y ESTRUCTURA DEL SUELO (2010)									Verde	Verde	Verde	ND	ND	ND
ACIDEZ DEL SUELO (2010)	Red	Red		Red					Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	NO
DIVERSIDAD DE HIERBAS EN SUELO (2011)			Red	Red					Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde
DIVERSIDAD DE AVIFAUNA (2008)			Verde	Verde	Red		Verde		Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde
AGOTAMIENTO CAFÉ (2004)*	Red				Red				Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde
SOMBRA (ENE-JUN 2017)	Red	Red	Verde	Red	Red	Verde	Verde		Red	Red		Red	Verde	
INCIDENCIA DE ROYA (2017)	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde			Red				ND	
CONTROL NATURAL ROYA <i>Lecanicidium l.</i> (2017)	Red	Red	Red	Red	Red	Red			Red			Red	ND	Red
CICLAJE DE NUTRIENTES (BIOMASA AEREA) (2011)	Red	Verde	Verde	Verde	Red	ND	ND	ND	Verde			ND	ND	ND
CAPTURA DE CARBONO (T CO ₂ e /ha/año) (2000-2009)	Red	Verde	Verde	ND	Red		Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	ND
EMISIONES DE CARBONO (T CO ₂ e /ha/año) (2000-2009)	Red	Red	Red	ND					Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	ND
PRODUCTIVIDAD MADERA (VT m ³ ha) (2007)	Red	Red	Verde	Verde	Red	Red	Verde		Red	Verde		Red		
PRODUCTIVIDAD DE CAFÉ (PRIMERA DÉCADA)	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde				Verde	Verde	Verde	Verde	Red	
PRODUCTIVIDAD CAFÉ (2010–2016)	Verde	Verde	Red	Red	Verde		Red	Red	Verde	Red	Red	Red	Red	Red
RENTABILIDAD 2001-2010 SIN PREMIO EN ORGÁNICOS)	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde				Verde	Verde	Verde	Verde	Red	

Cuadro 2. Resultados comparativos (verde oscuro=valores positivos altos; verde claro=valores positivos intermedios; rojo=valores críticos negativos) variables agroecológicas en sistemas agroforestales y café a pleno sol en ensayo de largo plazo, CATIE, Turrialba, Costa Rica.

Con variedad Caturra:

-Los AC-sol y MC-sol han tenido más valores críticos en Serv. Ambientales aunque no así en productividad;

-El BO con maderables colapsó;

-Los árboles de servicio han sido clave p productividad y servicios ambientales (AC, MC, MO y BO)

Resultados

Interacción Sombra y Productividad de Café

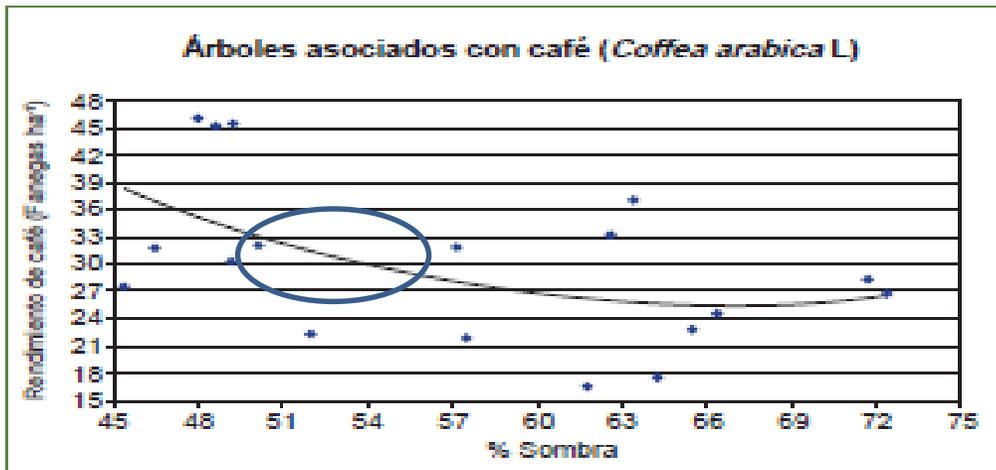
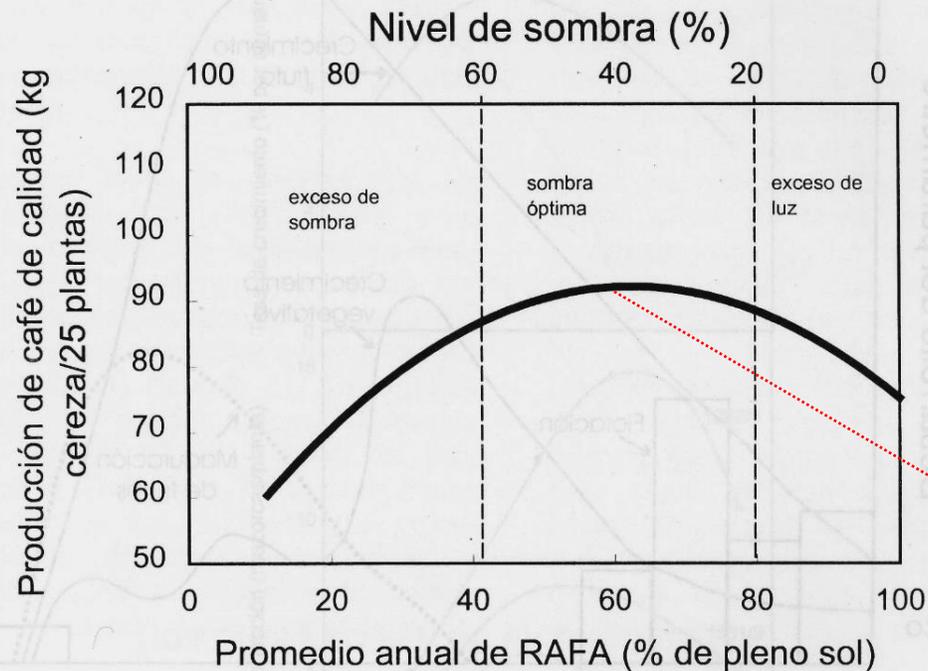


Figura 1. Rendimiento de café (variedad caturra) en función del porcentaje de sombra en los sistemas agroforestales, fanegas por hectárea (1 fan = 1 quintal oro de 46 kg) y porcentaje de sombra en SAF con manejo convencional y orgánico, en ensayo de sistemas agroforestales, CATIE, Turrialba, Costa Rica. Fuente: Merlo (2007).



Producción de frutos de calidad en función de la sombra de *Erythrina poeppigiana* en Turrialba, Costa Rica

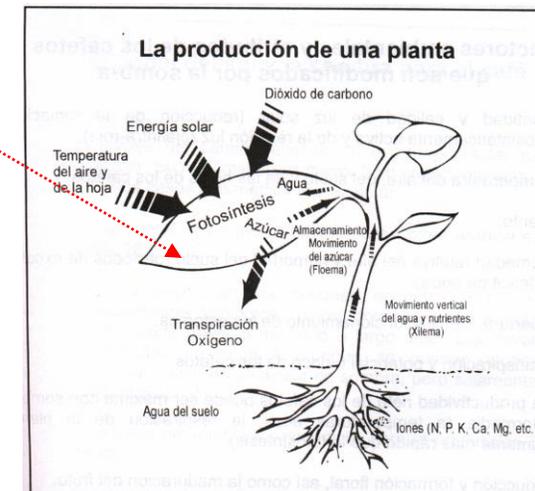


Fuente: modificado de: Muschler R G, 1998. Tree-Crop Compatibility in Agroforestry: Production and Quality of Coffee grown under managed Tree Shade in Costa Rica. USA: University of Florida. 219 pp.

Instructor:

- Para una zona cafetalera baja (en Costa Rica < 800 msnm) con altas temperaturas para café, la curva de producción de café de calidad (grano sano) en función del nivel de sombra indicó mayor producción a niveles intermedios de sombra. Esta información, proveniente de parcelas experimentales en un cafetal comercial, coincide con el comportamiento de la fotosíntesis al nivel foliar reportado en la literatura (ver acetato anterior). Sin embargo, hay que recalcar que este comportamiento podría ser diferente en zonas donde la temperatura para café es óptima.
- Bajo mucha sombra (> 60% sombra o < 40% RAFA=radiación fotosintéticamente activa) la poca disponibilidad de luz limita la producción de café.
- Con poca sombra (< 20% sombra o > 80% RAFA) o sin sombra, las plantas se agotan más fuertemente, lo que se refleja también en un aumento en frutos deformados y una reducción de la producción de frutos de calidad.

¿En que puede influir la radiación solar en la producción de frutos de calidad?



Fuente: Modificado de Galston, AW, Davis PJ, Satter RL, 1980. The Life of the Green Plant. 3^{ra} ed. New Jersey: Prentice Hall. 464 p.

La sombra no solo viene de los árboles...también del relieve, autosombra, nubosidad

**Diagnóstico del estado de sombra en sistemas
agroforestales con café: herramientas prácticas.
Evaluación de las especies de sombra**

INSTRUCCIONES	CROQUIS DE LA SOMBRA UNA AREA AMPLIA DE CAFETAL (AREA ESTIMADA:)
<p>1.OBJETIVO DE LA PRACTICA: CARACTERIZAR LA SITUACIÓN DE COBERTURA DE SOMBRA AMPLIA EN UNA AREA DE INTERESE.</p> <p>2.UBICARSE EN POSICIÓN DONDE SE PUEDA OBSERVAR LAS CARACTERISITICAS DEL DOSEL DE SOMBRA EN TODA EL AREA OBSERVADA.</p> <p>3.DIBUJAR EN LINEAS LOS TIPOS DE COBERTURAS DE SOMBRA Y VACIOS DE SOMBRA: USO CODIGOS DE LETRAS PARA IDENTIFICAR DIBUJOS EN CROQUIS</p> <ul style="list-style-type: none"> -AREAS DE CEIBO(CE) -AREAS DE PACAY-SIQUILES-INGAS(PAC), -MIXTAS SERVICIOS(MIXSERV), -SERVICIOyMADERA(SERV-MAD), -SOLO MADERADERAS(MAD), -SERVICIOS y FRUTALES(SERV-FRU), -SOLO FRUTALES(FRUT), -SERVI/MADERA/FRUT(SER-MAD-FRU), -AREAS SIN SOMBRA(SIN-SOM), -SOMBRA DENSA-(SD), -SOMBRA RALA-(SR), -SOMBRA MEDIA-(SM). <p>4.INDIQUE EN LAS PERIFERIAS DEL AREA (NORTE, SUR, ESTE E OESTE, CUALES SON LOS USOS DE LA TIERRA VECINOS.</p> <p>5.SE PUEDE UTILIZAR EL APLICATIVO HabitApp PARA SACAR PROMEDIO DE SOMBRA EN LAS DIFERENTES AREAS.</p>	<p>The sketch shows four shaded regions representing different types of coffee canopy cover. The regions are labeled as follows:</p> <ul style="list-style-type: none"> CE-SM: A large, roughly oval-shaped area on the left side of the sketch. PAC-SD: An irregular, elongated shape at the top right. FRUT-SD: A large, irregular shape at the bottom right, resembling a large 'C' or a semi-circle with a flat side. SIN-SOM: A large, unshaded area at the bottom center, representing an area without shade.

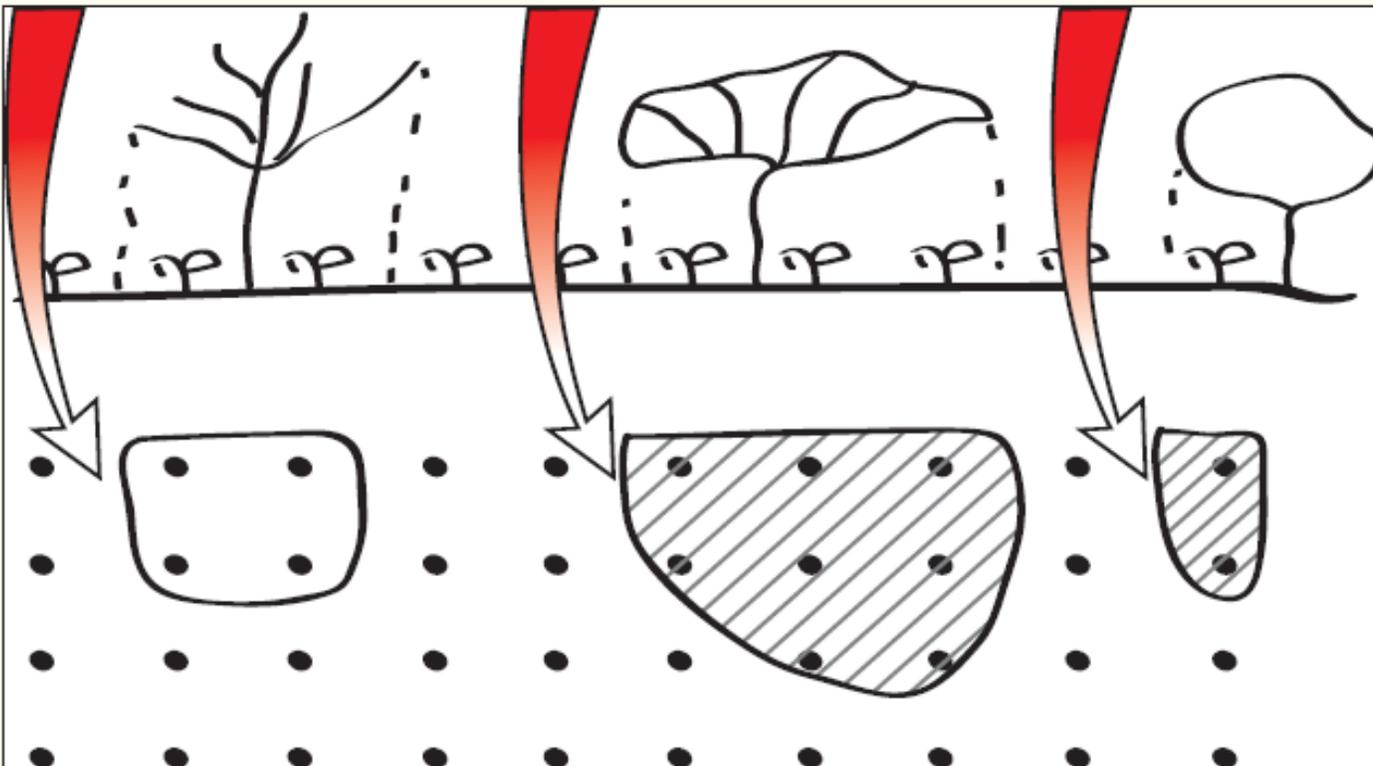
Diagnóstico de nivel y tipo de sombra

- Porcentaje de sombra en verano = Indique el número de plantas de café que están bajo árboles de sombra que mantienen sus hojas en el verano.
- Porcentaje de sombra en invierno = Indique el número total de plantas de café que están bajo todos los tipos de sombras.
- Porcentaje de sobreposición = Indique el número total de plantas de café que están bajo dos o más sombras.
- Distribución de la sombra: Marque con una "X" si la sombra dentro del dibujo está distribuida en toda el área de manera uniforme, irregular o muy irregular.

Árbol que pierde las hojas en la época seca

Árbol que mantiene las hojas todo el tiempo

Árboles que están fuera de la parcela



1. Recorrido en área de 100 cafetos.

2. Marcar con X lugar del árbol (nombre y altura).

3. Línea de proyección de copa de los árboles sobre cafetos.

4. Indicar número de árboles: servicio, maderables y frutales.

Formato de campo nivel y tipo de sombra

■ Indique el tipo de sombra:

●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
●	●	●	●	●	●	●	●	●	●

■ Anote:

Altura de la planta más baja:

Altura de la planta más alta:

Número de especies de servicio

(que aportan sombra, materia orgánica, nitrógeno):

Tipos de árboles maderables y cantidad:

Tipos de frutales y cantidad:

Porcentaje de sombra en verano:

Porcentaje de sombra en invierno:

Porcentaje de sombra superpuesta:

Distribución de sombra

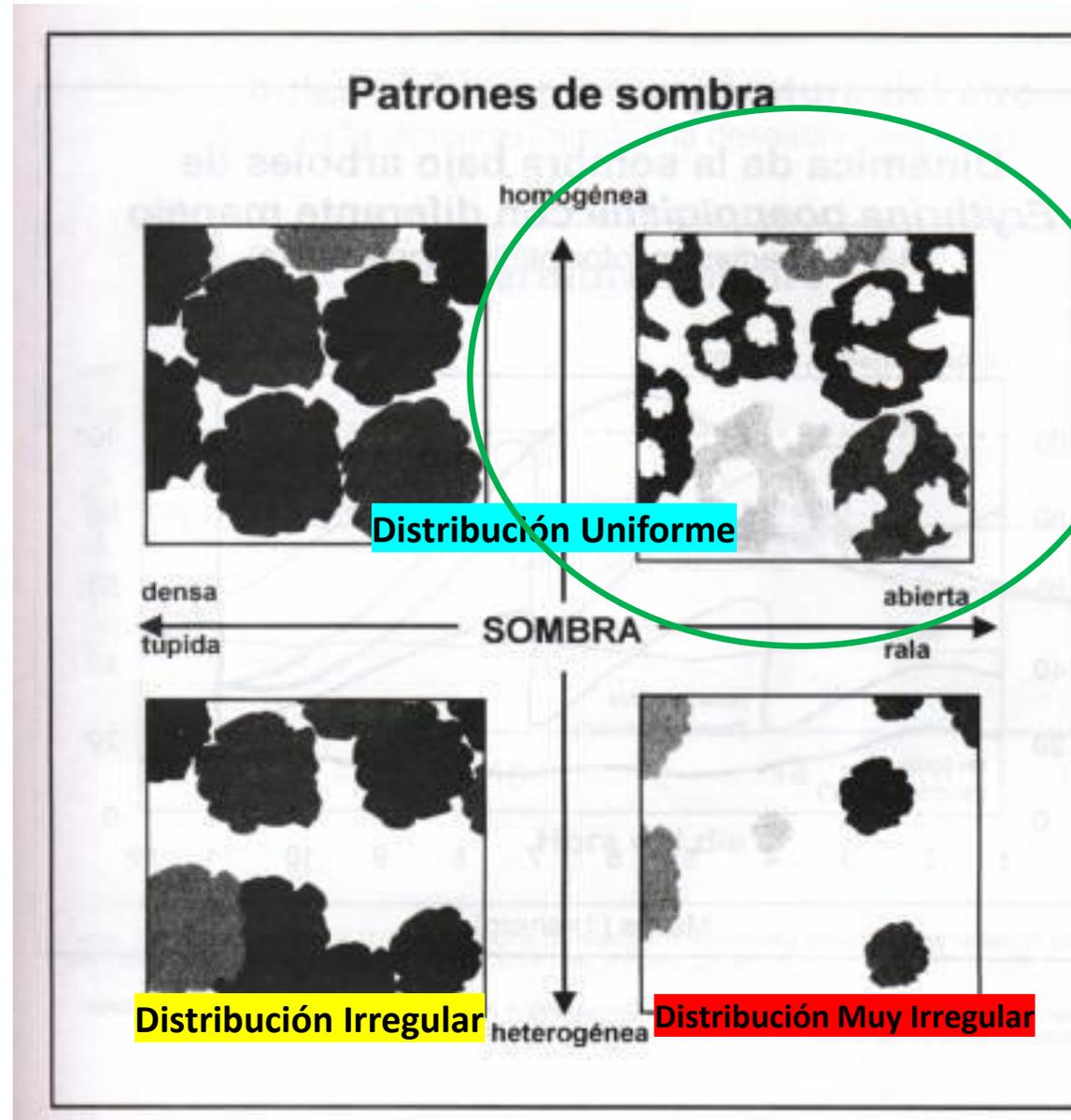
() Uniforme

() Irregular

() Muy irregular

■ Recuerde señalar a cuántos cafetos le da sombra cada árbol.

¿Cómo definir estructura adecuada de sombra?



¿Cuál es la condición óptima para beneficios integrales?

Homogénea

Distribución Uniforme

Abierta

Principales especies de sombra para los Cafetales

Sistemas agroforestales

Si vamos a usar agroforestería ¿Cómo escoger los componentes del sistema?

Selección de maderables

Selección de frutales

Selección de árboles de servicio

Selección de árboles para cortinas rompevientos

Selección de árboles para bancos forrajeros

Selección de cultivos

Selección del sitio para plantar

¿Cómo saber si aprovecho los árboles en mi cafetal?

Observación criteriosa de mi finca y cafetal:

- 1. ¿Qué especies de árboles tengo?**
- 2. ¿Están sembrados a buena distancia?**
- 3. ¿Hay buena cantidad de cada especie?**
- 4. ¿Qué beneficios puedo tener de cada uno?
(para la casa/finca, para el café, mercado y ambiente)**

¿Qué características buenas debe tener un árbol para asociar con café?

- 1. Conocido en la zona;**
- 2. Crezcan rápido;**
- 3. Copa poco ancha o copa abierta alta (paraguas);**
- 4. Copa poco densa (facilite entrada luz);**
- 5. Que mantengan hojas (principalmente verano);**
- 6. Que soporte podas y buen rebrote;**
- 7. Que no sean quebradizos;**

¿Qué características buenas debe tener un árbol para asociar con café?

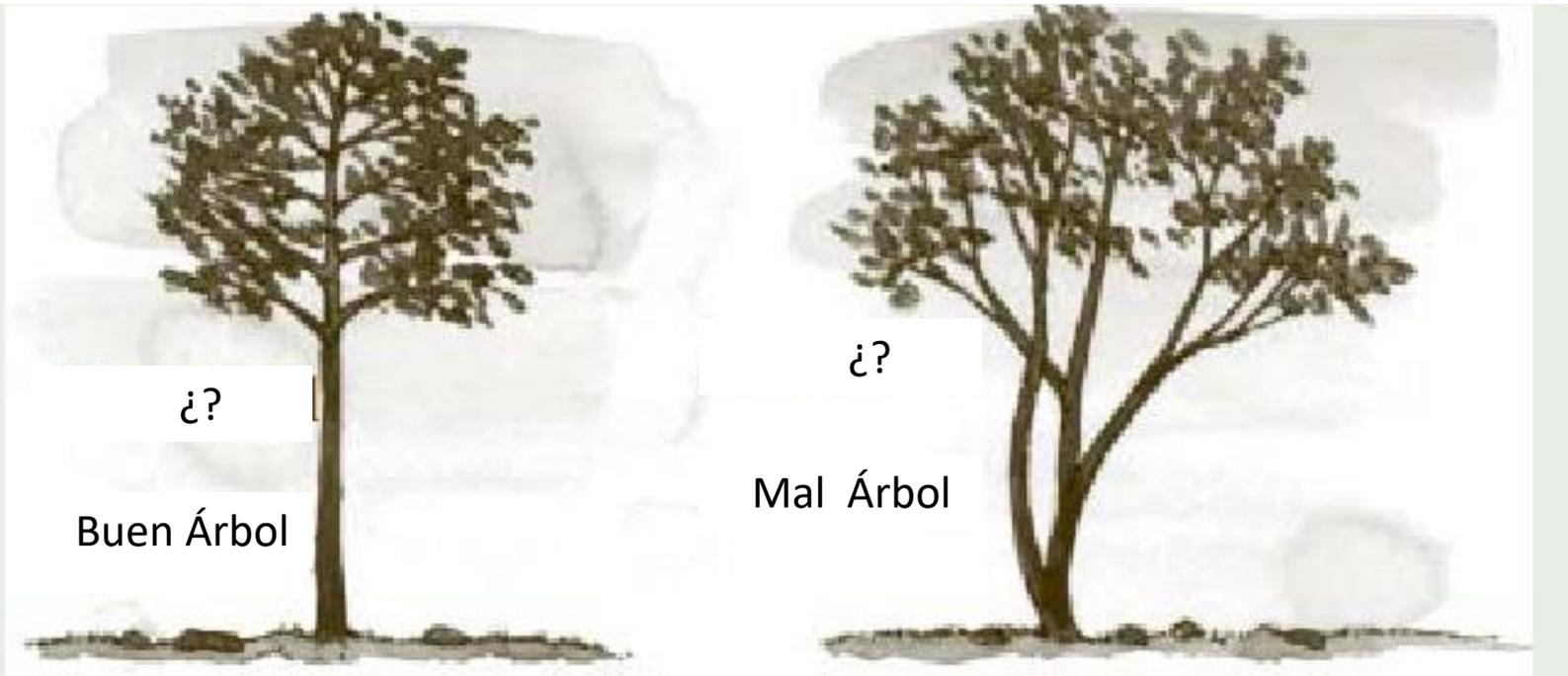
Continuación

- 8. Qué tengan raíces profundas y poco densas;**
- 9. Qué no compartan enfermedad con el café;**
- 10. Qué no sean “calientes” para el café;**
- 11. Qué producen cantidad y calidad de materia orgánica;**
- 12. Qué sean leguminosos (raíces fijan nitrógeno del aire);**
- 13. Porte alto;**
- 14. Qué produzca madera, forraje, frutos, etc;**

Características de árboles ideales según uso o producto

¿ Cual árbol es más adecuado para obtener BUENA MADERA?

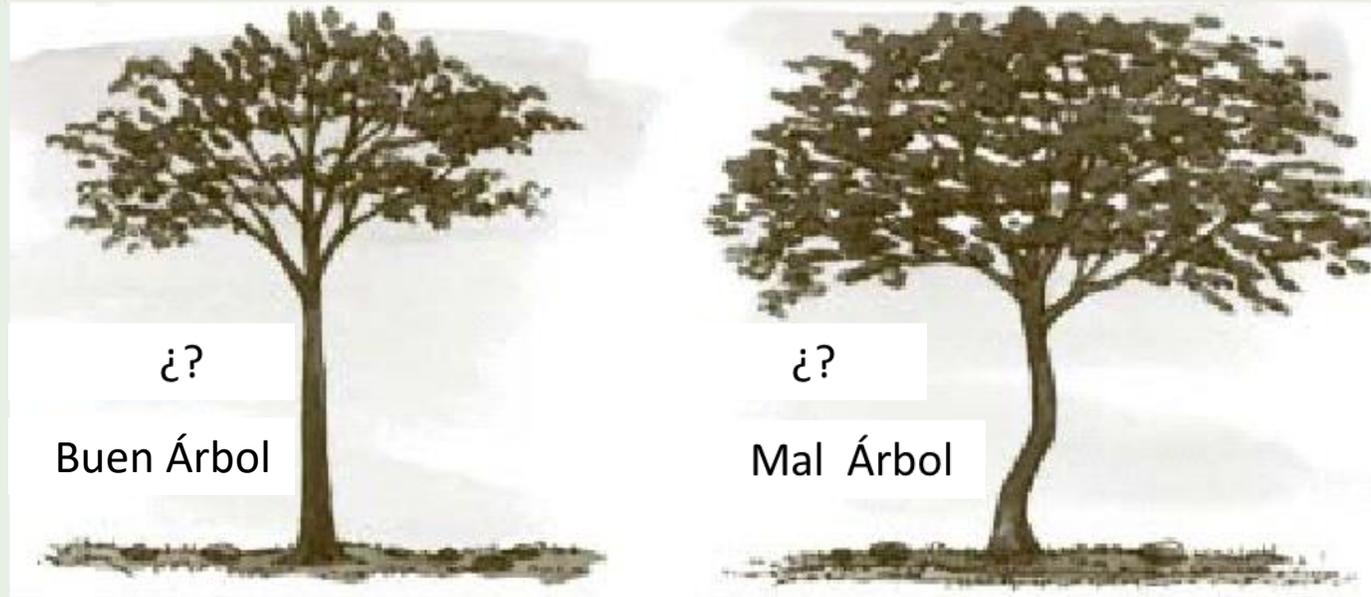
2



Para árboles maderables en plantaciones se buscan características que permitan un alto rendimiento de madera de calidad al aserrarla, evitando torceduras y nudos. Por lo tanto, se recomienda recolectar y usar semilla proveniente de árboles dominantes, sanos, gruesos, de tronco recto y cilíndrico, y ramas delgadas.

¿ Cual árbol es más adecuado para obtener BUENA SOMBRA EN CULTIVOS PERENNES?

3



Para árboles maderables con cultivos perennes (vea pag. 209-211), la sombra de los maderables maduros no puede ser manipulada de la misma forma que los árboles "de servicio", puesto que la descopa no es una opción. En estos casos hay que encontrar la manera de minimizar los efectos de la competencia, al mismo tiempo que maximizar la producción de madera de los árboles creciendo a tales densidades. En estas situaciones de baja densidad de árboles, características tales como forma del fuste, grado de conicidad y características de la copa se vuelven prioritarios, al no existir las opciones silviculturales de raleo selectivo, ni de mejoramiento de estas características mediante la competencia con árboles vecinos. Por lo tanto, para árboles semilleros se debe buscar árboles rectos, de alto volumen y de copas pequeñas y abiertas, que ofrezcan mínima competencia por luz. Se debe evitar la recolección de árboles volcados o con fustes quebrados o bifurcados, pues la resistencia al viento y a la quebradura del fuste son más importantes para árboles que crecen a densidades amplias en sistemas agroforestales.

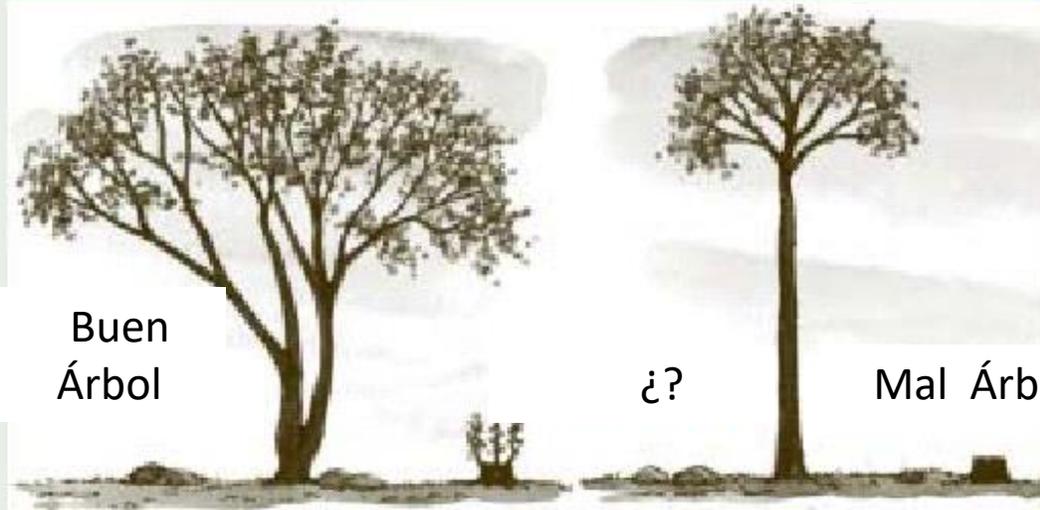
Árboles que pierde hoja en verano

¿Qué podemos hacer?

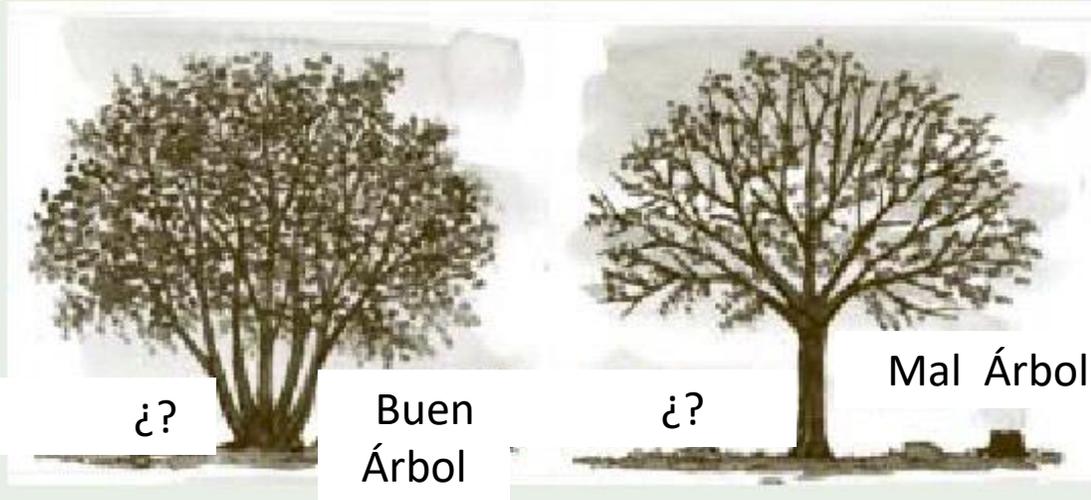
Tener próximo (no debajo) un árbol de servicio (Pacay, Ceibo, Cuchi Verde) y dar manejo de acuerdo a la necesidad de sombra en verano e invierno.



Para leña son preferibles árboles de rápido crecimiento, sanos, con una abundante producción de ramas y con capacidad de rebrote.



Para forraje es parecido a lo ideal para leña, pues se buscan muchas ramas y un follaje denso. Se habla de uno o varios fustes, dependiendo de los otros usos de la especie. Se necesita crecimiento

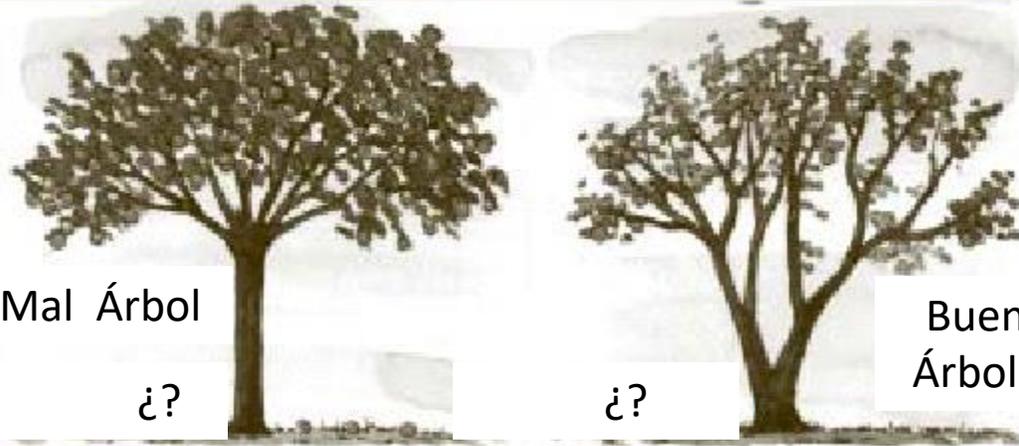


rápido y exuberante después de podar y menos tiempo sin hoja, si es una especie decidua. Si la especie produce vainas comestibles, se buscan las más grandes y carnosas. Sin embargo en América Central el forraje, por lo general, es un producto adicional de un árbol que se usa para varios otros productos.

¿ Cual árbol FRUTAL es más adecuado para estar asociado dentro de un cafetal ?

Para árboles frutales se prefiere vigor, alta producción y calidad del fruto, temprana edad de la primera fructificación, y que esté libre de enfermedades y plagas (ver sección *Domesticación y selección en árboles frutales* para más detalles).

Un producto adicional es la leña que producen estos árboles, o la madera cuando el árbol ya está demasiado viejo para fructificar. Para frutales que también se usan para madera, la rectitud del fuste puede ser importante. Por ejemplo, en el caso de *Cordia dodecandra*, que además de su madera se valora por su fruto comestible, se puede recolectar semilla de los árboles rectos que muestren buena producción de frutos.



Mal Árbol

¿?

Buen Árbol

¿?

6

¿Qué Árbol cumple TODAS las características Buenas?

*Si queremos un mayor número de
beneficios, tenemos que necesariamente
COMBINAR diferentes tipos de sombra
(árboles).*

¿Qué método y herramienta hemos desarrollado y probado para diseño y rediseño de sombra en cafetales ...hacia la sostenibilidad con calidad?

1.Matriz de evaluación características árboles;

Matriz para analizar con productores y técnicos características de los árboles asociados al cafetal

Características deseadas p/ asocio en función del café	Árboles Encontrados en Cafetales de Montes de Oro - Puntarenas Taller con productores(a) abril 2004									
	Guamas (15)	Poró (10)	Vainilla (6)	Gavilán cillo (7)	Pico de Pájaro (4)	Cedro (2)	Guachipelin (2)	Citricos (11)	Musaceas (11)	Mangó (3)
Forma Copa	+	.+	.-	.-	.+	.+	+	.-	.+	.-
Densidad copa	+	.+	.+	.+	+	.+	.+	.-	+	-
Mantiene hojas	+	+	-	+	+	-	-	+	+	.+
Porte	+	+	+	+	+	+	+-	+-	+-	+-
Raíces profundas	+	+	-	+	-	+	+	+-	-	+-
Cantidad y calidad Materia Orgánica	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-
Fija Nitrógeno	+	+	+	+	-	-	+	-	-	-
Crecimiento	+	+	+	+		+	+	-	+	-
Competencia Nutrientes	+	+	+	+		-	+-	-	-	-
Quebradizos	+	-	+	-	+	-	+	+	-	+-
Total Puntos Positivos	10	9	6	7	5	5	7	2	4	1

Diversidad y funcionalidad de árboles en cafetales

(Monitoreo continuo de la biodiversidad)

- a) Lista preliminar del Proyecto Corridor (CE-Univ. De Bangor-Gales/CATIE) 282 árboles de Mesoamérica en cafetales, (219 nativas, 31 exóticas y 29 sin clasificación). 160 reportadas como sombra, 49 de importancia para biodiversidad. 130 reportadas como maderables, 117 producción de leña y 90 especies como frutales.
- b) Estudio en marcha CATIE-ICAFFE ha levantado hasta el presente una lista de más de 250 especies de sombra/asocio en cafetales en Costa Rica. (Virginio Filho, EdM).
- c) En El Salvador 230 especies de árboles (209 nativas y 21 exóticas reportada en cafetales (**Fund. PROCAFE- El Salvador Tierra de café, 2004**))

Cuadro 2 Número de especies arbóreas encontradas en cafetales en diferentes zonas de Centroamérica

Lugares	Rango de altitud (msnm)	Número de especies	Número de SAF's**	Fuente
Costa Rica				
Coopepilangosta (Huacas, Monte Romo, Santa Elena)	580 - 730	68	8	Virginio Filho, EdM. 2005
Coopeldos (Campos de Oro, Las Parcelas, San Ramón)	780 - 1000	49	4	Virginio Filho, EdM. 2005
Coopemontes de oro (Cedral, Corazón de Jesús, Palmital, Ventanas)	1010 - 1080	79	5	Virginio Filho, EdM. 2005
Coopecerroazul (Bella Vista, La Loma, Los Ángeles de Cerroazul, Porvenir, Quadrada Grande)	300 - 715	62	4	Virginio Filho, EdM. 2005
Coopesantaelena (Altos de San Luis, Cañitas)	1100 - 1260	40	3	Virginio Filho, EdM. 2005
Coop Pueblos (Barrio Los Ángeles, Coopabuena, Pueblo Nuevo, Quebrada Bonita, San Francisco)	1040 - 1060	44	6	Virginio Filho, EdM. 2005
Coopellanobonito (El Llano San Diego, Llanobonito, San Gabriel, San Miguel, Santa Rosa)	1320 - 1710	42*	4	Virginio Filho, EdM. 2005
Coopesarapiqui (Aguasarcas, La Palmera, San Miguel, Venecia)	335 - 655	42	5	Virginio Filho, EdM. 2005
Acosta y Puriscal	800 - 1200	64	3	Lagemann, J.; Heuveldop, J. 1983 Espinoza, P.L. 1983
Honduras				
Microcuenca Río Sesesmiles, Copán	603-1210	95	3	Duarte, N. 2005
Guatemala				
Cuenca Ocosito-Costa Pacífica	500-1400	34	6	Acosta, M.H.M. 2005
Nicaragua				
Matagalpa	600-1600	45	3	Herrera, A.C. 2005
El Salvador				
Zona occidental	550-1400	77	2	Santos, M.Y.E. 2000

Nota: *estimado; SAF's = Sistemas Agroforestales;

Algunos Árboles de los Cafetales de América Central

Servicios	Maderables	Frutales
Ceibo-Poró (<i>Erythrina poeppigiana</i>)	Laurel (<i>Cordia alliodora</i>)	Aguacate(<i>Persea americana</i>)
Pacay, Siqueles, Guabas (<i>Inga spp.</i>)	Cedro (<i>Cedrela odorata</i>)	Banano, Plátano (<i>Musa sp</i>)
Cuchi Verde, Madero Negro (<i>Gliricidia sepium</i>)	Roble Coral (<i>Terminalia amazonia</i>)	Cas (<i>Psidium friedrichsthalianum</i>)
	Gallinazo (<i>Schizolobium parahybum</i>)	Guayaba (<i>Psidium guajava</i>)
	Ron Ron (<i>Astronium graveolens</i>)	Guanábana (<i>Annona muricata</i>)
	Roble Sabana(<i>Tabebuia rosea</i>)	Naranja, Mandarinas, Limón (<i>Citrus sp.</i>)
	Cotez Amarillo (<i>Tabebuia ochacea</i>; <i>T. chrysantha</i>)	Mamón Chino (<i>Nephelium lappaceum</i>)
	Gravilia (<i>Grevillea robusta</i>)	Pejibaye (<i>Bactris gasipaes</i>)
	Aceituno (<i>Simarouba glauca</i>)	Cacao (<i>Theobroma cacao</i>)

Árboles que mejoran el suelo

(servicios: Materia Orgánica y Fijación Nitrógeno)

Cuchi Verde, GLIRICIDIA (*Gliricidia sepium*) Madreado

Ceibo, PORÓ (*Erythrina* spp.) Gualiqueme/poró

Pacay, Siquiles, INGÁS (*Inga* spp.) Guabas/guajiniquiles
(*Cassia siamea*) Flor amarilla

- Leucaena (*Leucaena leucocephala*)



Estudios confirman el valor nutricional de biomasa de (Ceibo) *Erythrina* e (Pacay, Siquiles) *Inga*

Ceibo



mulungu

Árvore de mulungu com copa aberta e espalhada. O tronco, quando jovem, tem acúleos grandes.

VALOR NUTRICIONAL DAS FOLHAS

Um quilo de folhas de mulungu contém:

- 46,6 g de nitrogênio;
- 7,0 g de potássio;
- 12,0 g de cálcio;
- 3,0 g de magnésio;
- 90 mg de fósforo;
- 18 mg de ferro;
- 18 mg de zinco;
- 95 mg de manganês.

Folhas de mulungu.

Pacay



ingá-cipó

VALOR NUTRICIONAL DAS FOLHAS

Um quilo de folhas de ingá-cipó contém:

- 33,0 g de nitrogênio;
- 5,2 g de potássio;
- 12,0 g de cálcio;
- 2,5 g de magnésio;
- 90 mg de fósforo;
- 18 mg de ferro;
- 37 mg de zinco;
- 204 mg de manganês.

As folhas de ingá-cipó são ricas em nitrogênio

Diferentes tipos de especies para sombra

Sombrío temporal o transitorio:

Es aquel que por su capacidad de crecimiento rápido, se utiliza para proteger el plantío durante los primeros dos o tres años.

Especies mas usadas:

- Gandul (*Cajanus cajan*)
- Crotalaria arbustiva (*Crotalaria spp.*)
- Flemingia (*Flemigia spp.*)
- Higuera (*Ricinus communis*)
- Plátano/banano (*Musa spp.*)
- Yuca o mandioca (*Manihot esculenta*)



**Madre de cacao, Pacay
(*Gliricidia sepium*)**



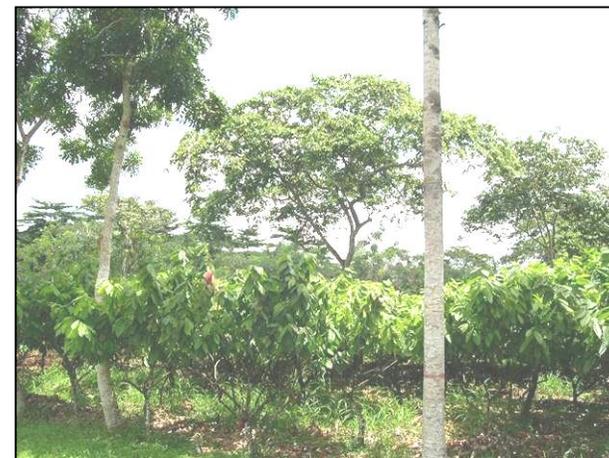
Poró/Amapola (*Erythrina* spp.)



Guamas(*Inga* spp)



Flor amarilla (*Cassia siamea*)



***Inga* spp**

Con los participantes en plenario hagamos una lista en papelones/pizarra de los MADERABLES, FRUTALES, SERVICIO (COLOR VERDE, FIJADORES DE N)

Algunas especies arbóreas frecuentes en cafetales de Centroamérica

Nombres científicos

Albizia adinocephala*

Annona muricata

Annona squamosa

Bursera simarouba

Calophyllum brasiliense

Cassia Siamea

Cedrela odorata

Citrus sinensis

Citrus spp

Cordia alliodora

Dalbergia retusa*

Diphysa americana*

Enterolobium cyclocarpum*

Erythrina fusca*

Erythrina poeppigiana*

Genipa americana

Gliricidia sepium*

Grevillea robusta

Guazuma ulmifolia

Hymenaea courbaril*

Inga jinicuil*

Inga punctata*

Inga vera*

Ingas edulis*

Juglans olanchana

Lonchocarpus rugosus

Lysiloma acapulcense*

Mangifera indica

Miconia argentea

Musa spp

Persea americana

Pouteria sapota

Pseudosamanea guachapele*

Psidium guajava

Ricinus communis

Samanea saman *

Schizolobium parahyba*

Sideroxylon capiri;

Simarouba glauca

Swietenia macrophylla;

Tabebuia chrysantha

Tabebuia rosea

Nombres comunes/país reportados en cafetales

Gavilancillo(CR,HO,GU);Barbona(NI);Chilpite(ES)

Guanabana(CR,ES,GU,HO,NI,PA)

Anona(CR,ES,GU,HO);Anona de redecilla(NI);

Indio desnudo(CR,NI,HO); Jiote(ES); Palo Jiote(GU)

Cedro María(CR);María(GU,HO,NI,PA);Barillo(ES);Marillo

Casia(CR), "Flor amarilla"

Cedro(CR,ES,GU,HO,NI,PA),Cedro Amargo,Cedro real

Naranja(PA,CR,NI,HO,ES,GU), Naranja Dulce

Limón(CR,GU); Lima(HO);Limón Agrio, Limón Ácido

Laurel(CR,ES,GU,HO,NI,PA);Bojón,Calzonte,Chevel

Cocobolo(CR,PA);Funera(ES);Granadillo(GU);Ñambar(NI);Palo negro(HO)

Guachipelin(CR);Guachipelí(ES);Guachipilin(GU,HO,NI);Macana(PA)

Guanacaste(CR,ES,GU,HO,NI,PA) Jarina, Conacaste,Árbol de orejas

Poró(CR,HO);Búcaro(NI);Aaheyote(ES);Pito(PA);Pito extranjero(GU);

Poró gigante(CR);Pito extrangero(ES,GU);Poró de sombra;Pito;Poró;

Guaitil(CR,NI);Irayol(ES,GU,HO);Jagua(PA);Tapaculo;Tambor;

Madero negro(CR,NI,PA);Madrecacao(ES,GU,HO); Matarratón;Bala;

Gravilea(GU);Gravileo(ES);

Guácimo(CR,ES,HO,NI,PA);Cablote(GU); Guácimo blanco;Ternero;Tapaculo;

Guapinol(CR,GU,HO,NI);Copinol(ES);Algarrobo(PA);Hoja de cuchillo;

Cuajinicuil(CR);Guaba(NI,PA);Nacáspilo(ES);Paterna(GU,HO);Guabo caite;

Cuajinicuil(CR);Guamo(HO);Pepeto(ES);Bri bri(GU,PA);Guaba negra(NI);Cuje;

Cuajiniquil(NI);Guajinicuil(HO);Cuje(GU);Pepeto chumayo(ES);Guama(CR);

Guama(HO);Guaba chilillo(CR);Guaba mecate;Monkey tail;

Nogal(ES,GU,HO,NI); Cedro negro;

Chaperno(GU,HO);Chapulaltapa(ES);Arripín;Cincho;Matabuey;Matalchapul;

Quebracho(CR,ES,HO,NI);Jesmo(GU);Tepeguaje;Ardillo

Mango(CR,NI,PA,HO,ES,GU);

Lengua de vaca(CR);Santa María(HO);Capiroto(NI);Canillo(PA);Rahua pata;

Banano(CR,NI,HO,ES,GU); Plátano(CR,NI,HO)

Aguacate(CR,ES,GU,HO,NI,PA)

Zapote(CR,GU,HO,NI,PA);Mamey(ES);Zapotillo;

Gavilán(CR,NI); Carreto(ES);C.real(HO);Lagarto(GU);Guayaquil

Guayaba(CR,ES,GU,HO,NI,PA);

Higuerilla(CR,NI);Higuerillo(ES)

Cenízaro(CR,ES,HO); Genízaro(GU,NI);Cenizo(PA);Carreto;Guachapalí;

Gallinazo(CR);Plumajillo(GU);Zorra(HO); Plumillo

Tempisque(CR,ES,GU,HO,NI);Danto amarillo;Saquaia;

Aceituno(CR,ES,GU,HO,NI);Acetuno;Pasaque;Talchocote;

Caoba(CR,ES,GU,HO,NI,PA);Mahogany;

Cortés(HO);Cortez(NI);Corteza(CR);Cortez Negro(ES);Roble amarillo(GU);

Roble(HO,NI,CR,PA);Maquilisguast(ES);Matilisguate(GU);Macuelizo;Roble sabana

Procedimiento metodológicos para diseño y rediseño de sombra en cafetales

¿Qué es DISEÑO DE SOMBRA?

¿Es importante?

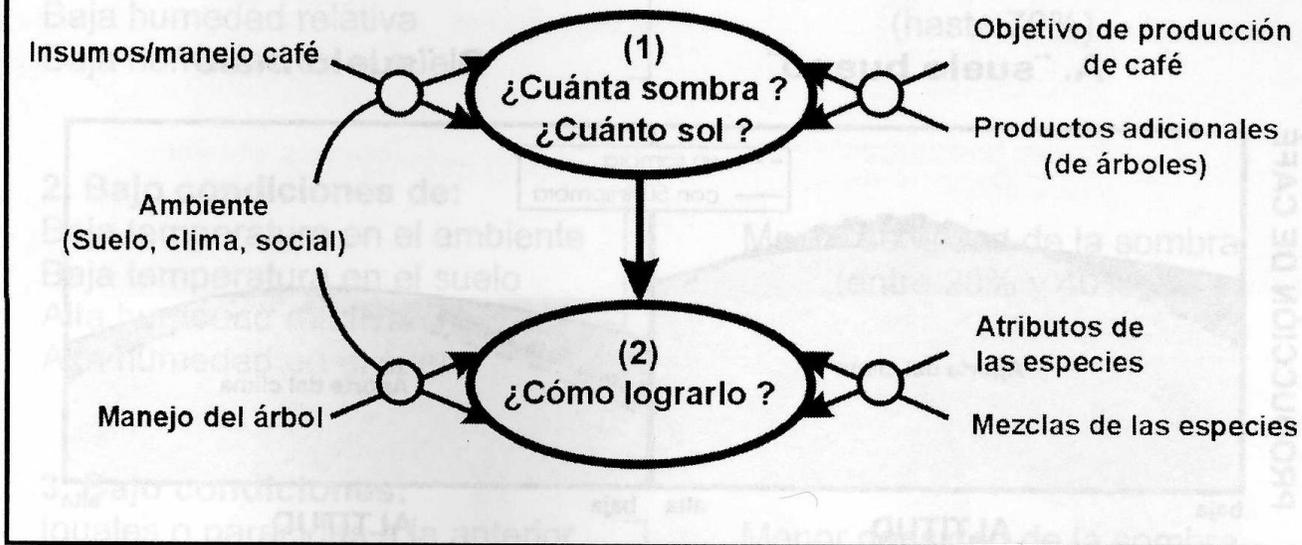
¿Qué es REDISEÑO DE SOMBRA?

¿Es importante?

¿Por qué hacer diseño participativo de SAF's?

- 1. Variabilidad de los agroecosistemas y de las unidades productivas!**
- 2. Adecuación a la realidad de cada finca y familia!**
- 3. Fortalecer los criterios para la toma de decisión de los (as) que al final son los que deciden!**

Dos preguntas claves para determinar el mejor nivel de sombra y una densidad adecuada de árboles para lograr este nivel de sombra



Instructor:

- La primera pregunta es cuánta sombra necesita un cafetal específico. Esto depende del objetivo de producción (cantidad vrs calidad) si el productor quiere otros productos (por ej. frutas, leña, madera), de factores ambientales del manejo del café. Por ejemplo, café orgánico o café en suelos pobres necesita más sombra que café fertilizado o en suelos ricos.
- Una vez definido cuánta sombra se requiere para un cafetal específico, hay que determinar cómo se puede lograr este tipo de sombreado. Esto depende de los atributos de las especies (copa densa o abierta, si pierde su follaje y cuándo lo hace, etc.), de la mezcla de especies, del manejo del árbol (podas, descumbras) y, por último, del ambiente (en suelos ricos hay mayor desarrollo de los árboles, y, por ende, hay que reducir el número de árboles para mantener un cierto nivel de sombra)(ver capítulo 4 "¿Cuáles árboles plantar?").

Limitantes encontradas en el asocio de árboles en café

b) Limitantes del diseño y estructura de los SAF 's:

***b.1. Composición de los sistemas-** Sistemas con composición simples, en general con una o dos especies, con posibilidades limitadas. Por ejemplo predominio de maderables y/o frutales que pueden limitar el potencial de aporte de ciclaje de nutrientes, principalmente si la especie utilizada no es adecuada.*

***b.2. Distribución espacial de los árboles-** La uniformidad en la distribución de la sombra es muy importante tanto para un mayor aprovechamiento de los productos como de los servicios que brindan los árboles dentro del cafetal.*

***b.3. Exceso o falta de sombra-** los extremos pueden comprometer el equilibrio de funciones.*

***b.4. Regulación inadecuada de podas-** Exceso o falta de podas reguladas por grupos de especies (maderables, frutales o de servicios)*

b) Limitantes del diseño y estructura de los SAF 's:

b.5. Sobreposición de sombras- *Se refiere a la ubicación de uno o más individuos bajo otro o otros árboles.*



Cuadro Inventario de árboles en mi cafetal y sus beneficios (Un ejemplo)

Árboles presentes	Importancia para (marque +, -, o +-):			Cuantos árboles hay por hectárea	Cuantos deseamos tener por ha
	El café	Comercio	Casa/Finca		
<i>Guabas</i>	+	-	+ -	20	20
<i>Manzana de agua</i>	-	+ -	+ -	30	0
<i>Laurel</i>	+ -	+	+	50	100
				Total: 100	
Árboles que deseamos incorporar	Nota: Si no tengo árboles en mi cafetal uso de aquí para bajo indicando los árboles que quiero incorporar y las cantidades por hectárea				
<i>Porós</i>	+	-	-		130
<i>Limón mesino</i>	-	+	+		20
Nota: Ya sé que la cantidad total de árboles debe estar entre 100 y 600 árboles por ha. En mi zona por ejemplo podemos tener entre 250 y 300.					Total Final: 270

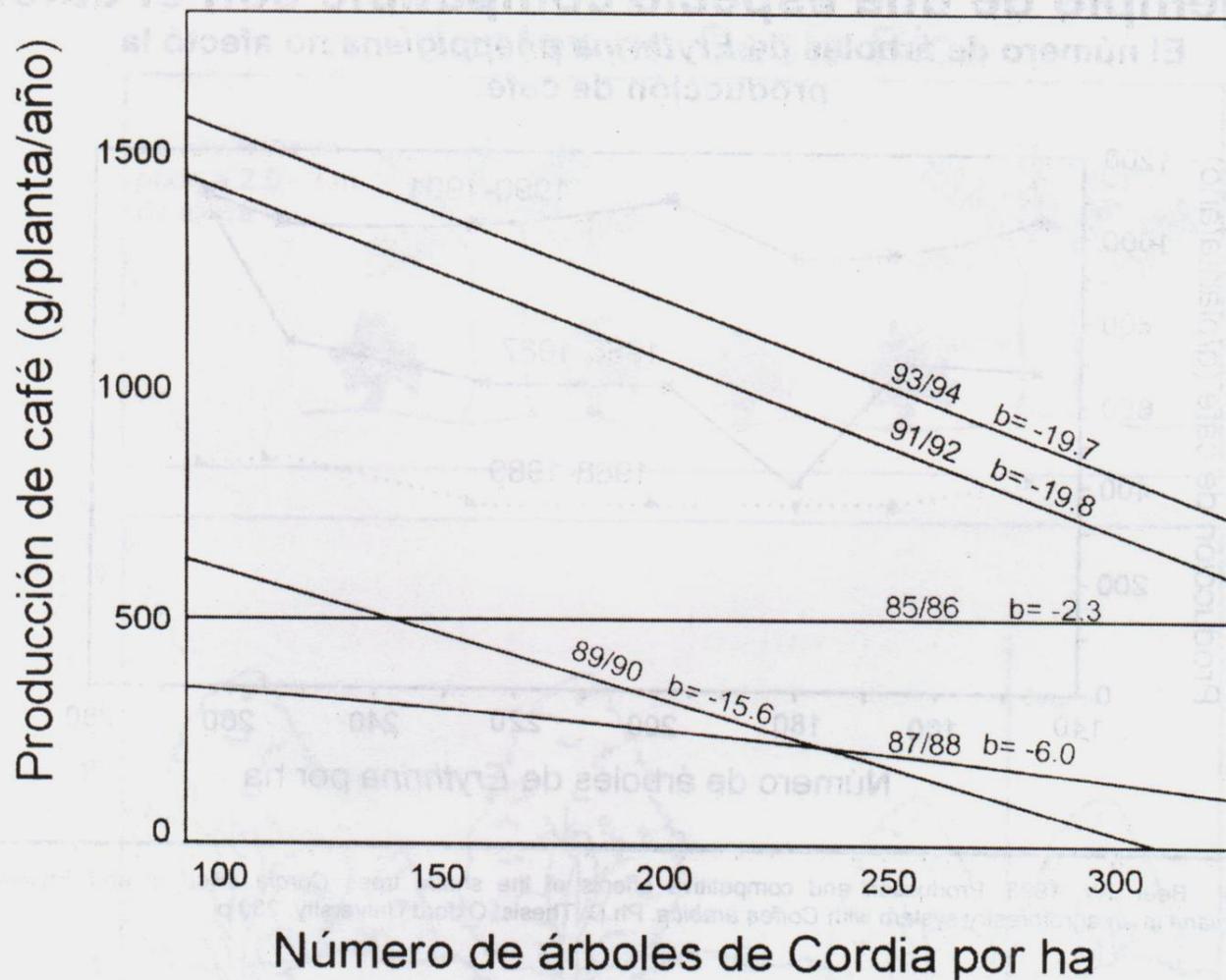
Cuadro 4 . Número de plantas* de sombra por hectárea encontrados en cafetales de Centroamérica y rendimiento café cereza

Lugares	Rendimiento promedios de café cereza (Kg/ha)	Número plantas de sombra/ha	
		Cantidad promedio	Rango
Costa Rica (densidad siembra café= 5000 plantas/ha)*			
Coopepilangosta	6656	430	225 a 700
Coopeldos	8192	210	100 a 350
Coopemontes de oro	6400	455	200 a 775
Coopecerroazul	6144	535	175 a 775
Coopesantaelena	12032	165	75 a 425
Coopepueblos	6656	535	250 a 875
Coopellanobonito	8192	455	350 a 525
Coopesarapiqui	6144	430	75 a 725
Honduras (densidad siembra café= 3700 plantas/ha)**			
Fincas convencionales microcuenca Rio Sesesmiles	5734	362	
Nicaragua (densidad promedio siembra café= 4666 plantas/ha)***			
Matagalpa	5741	212	
El Salvador(densidad promedio siembra café= 3565 plantas/ha)°			
Occidente	5262	213	

Fuente: *Virginio Filho, EdeM.2005; **Duarte, N.2005; ***Herrera, A.C2005; ° Santos, M.Y.E; 2000.

Nota: *incluye árboles, arbustos y otras no leñosas

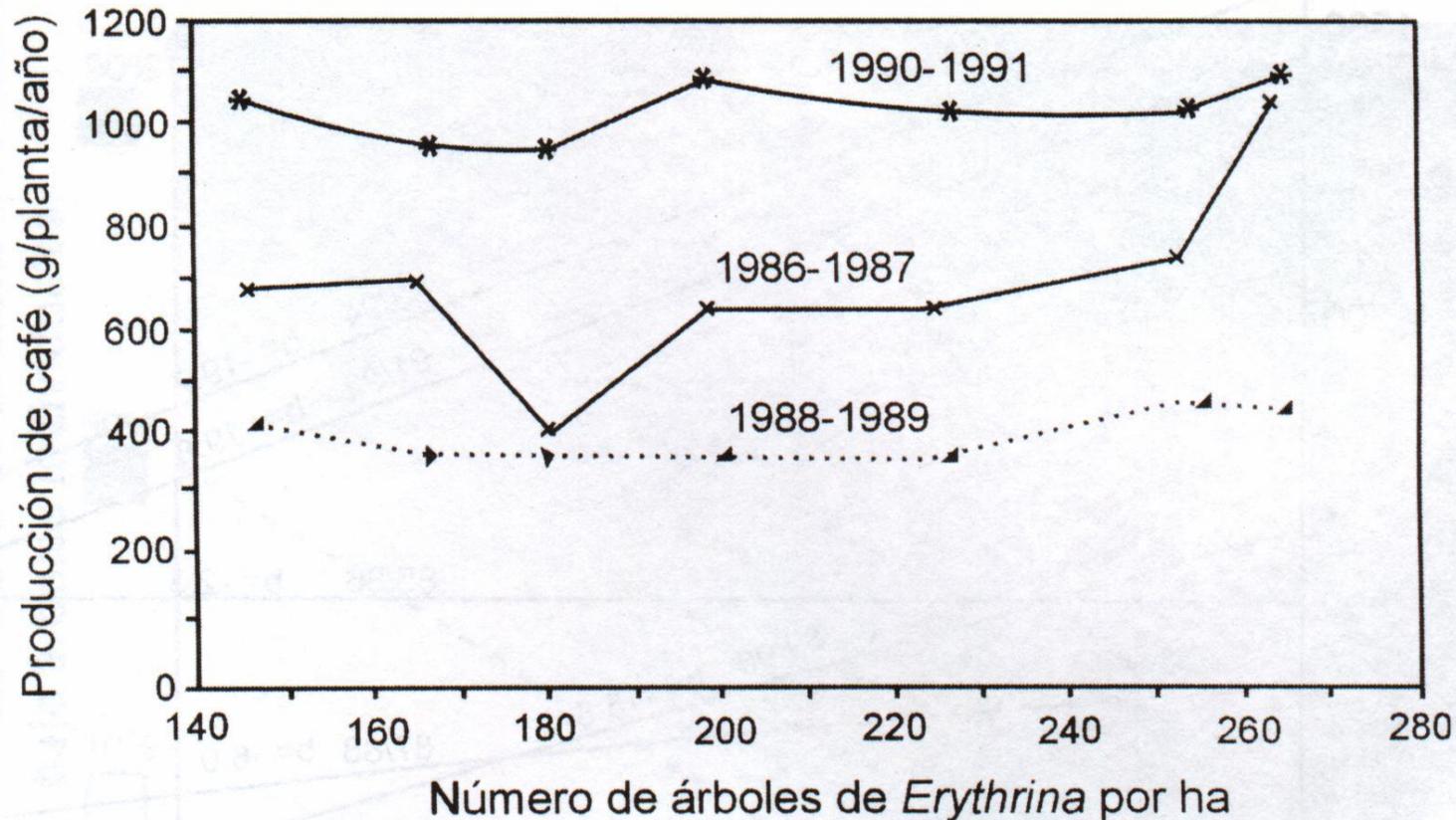
Muchos árboles de laurel (*Cordia alliodora*) reducen la producción de café



Fuente: dibujado con datos de (1) Beer JW, 1993. Production and competitive effects of the shade trees *Cordia alliodora* and *Erythrina poeppigiana* in an agroforestry system with *Coffea arabica*. Ph.D. Thesis, Oxford University. 230 p. y (2) Hernández OR, 1995. Rendimiento y análisis financiero del sistema agroforestal café (*Coffea arabica* cv. caturra) con poró (*Erythrina poeppigiana*) bajo diferentes densidades de laurel (*Cordia alliodora*). Tesis M.Sc., Turrialba, Costa Rica: CATIE. 70 p.

Ejemplo de una especie compatible con el café:

El número de árboles de *Erythrina poeppigiana* no afectó la producción de café.



Fuente: Beer JW, 1993. Production and competitive effects of the shade trees *Cordia alliodora* and *Erythrina poeppigiana* in an agroforestry system with *Coffea arabica*. Ph.D. Thesis, Oxford University. 230 p.

El Ensayo SAF Café de CATIE confirma lo encontrado en otros estudios:

A MAYOR DENSIDAD DE ÁRBOLES DE "PORO/PITO" CON REGULACIÓN ADECUADA DE ENTRADA DE LUZ MÁS APORTES DE NUTRIENTES Y POSIBILIDAD DE COSECHAS IMPORTANTES DE CAFÉ

Se espera que con la podadora mecánica se pueda tener más árboles por hectárea para lograr más aporte de materia orgánica con regulación de entrada de luz.

Distancias de Siembra de Arboles (Poro, Guaba, Madero Negro) y N° Árboles por Hectárea Para Manejo de Podas Reguladas Intermedias y/o Podas Drásticas

DISTANCIA DE SIEMBRA DE LOS ÁRBOLES	ÁREA OCUPADA POR CADA ÁRBOL (m ²)	TOTAL DE ÁRBOLES EN UNA HECTÁREA
6 m x 4 m	24 m²	417
6 m x 5 m	30 m²	333
6 m x 6 m	36 m²	278
6 m x 7 m	42 m²	238
6 m x 8 m	48 m²	208
8 m x 7 m	56 m²	178
8 m x 8 m	64 m²	156
8 m x 9 m	77 m²	139

Aportes de N en la biomasa podada de los árboles en una única poda (junio 2018)

Cuadro 13: Cuantidades de nitrógeno contenidas en los tejidos de *Erythrina poeppigiana* restituídas al cafetal durante la poda de Julio 2018.

Manejo de la parcela	Biomasa producida (kg / ha)	cantidad de nitrógeno contenida en las hojas (kg / ha)	cantidad de nitrógeno contenido en las ramas (kg / ha)	total (kg de N / ha)
AC	1618	23	12	34
MC	1697	24	12	36
MO	2602	36	19	55
BO	2126	30	15	45

AC = 11,3% de aporte hecho con fertilizante (300kg N/ha).

MC= 24% de la fertilización realizada (150 kg N/ha).

MO=29,6% del aporte de gallinaza.

BO= no se hizo los cálculos pero se estima que sea mayor que lo aportado por 1kg de broza de café/año.

Este estudio no evaluó el aporte de N por fijación microbiana (raíces finas) en el suelo pero los aportes son importantes, estudios indican:

Erythrina (Poró) de 50 a 60 kg/N/ha

Ingas de 23 a 45 kg/N/ha*

03/07/2019

*Haggar balance nutrientes en cafetales.

eliasdem@catie.ac.cr

Para el estudio Ensayo SAF CATIE (Costa Rica) se encontró 4,8% de N en biomasa hojas de *Erythrina p.* (Montenegro 2005), comparemos los resultados de otros estudios...

Material	Nitrógeno	Fósforo	Potasio	Calcio
Broza del café	2 - 3 %	0.3 %	1.9 %	0.3 %
Bagazo de caña	1.2 %	2.0 %	0.3 %	0.6 %
Cachaza	1.9 %	3.2 %	0.2 %	2.0 - 3.7 %
Pulpa de naranja	0.8 – 1.0%	0.1%	1.0%	0.5%
Banano de rechazo	0.8%	0.6%	6.4%	0.4%
Pinzote de banano	0.9 – 1.5%	0.1%	8.2%	0.4%
Excreciones Animales				
Gallinaza	1.5 – 3%	3.1%	1.7%	4.0%
Estiércol de caballo	1.2%	0.6%	0.8%	0.2%
Estiércol de cabra	1.5%	1.5%	3.0%	2.0%
Estiércol de vaca	1.6%	1.2%	1.8%	2.2%
Desechos animales				
Sangre Seca	13.0%	2.0%	1.0%	0.5%
Desechos de camarón	7.0%	4.0%	1.0%	7.5%
Harina de pescado	9.5%	7.0%	-	8.5%

Fuente: Bertsch, 1995, y Soto, 2003

**Porcentajes de N en
hojas de
leguminosas
arbóreas en Brasil:**

Erythrina **4,66 % N**

Ingas **3,3 % N**

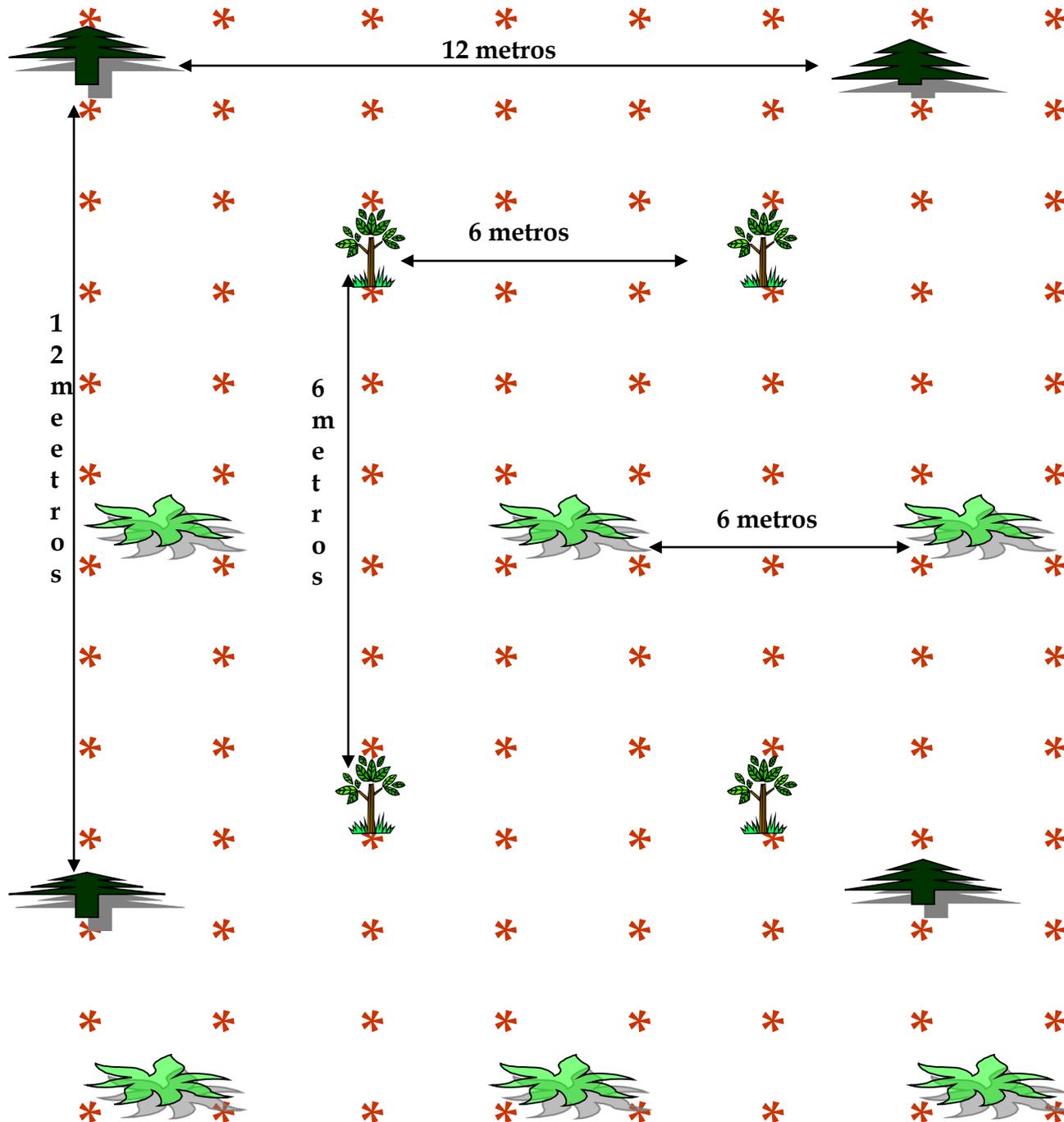
Fuente: L. Souza. INPA. 2012

Densidad de especies de asocio recomendado para los cafetales con Arábicas y Robusta de Ecuador

- Densidad total de árboles entre 60 y 80 árboles/ha (Ingas, maderables, frutales)
- Densidad total de musáceas 200 a 300 plantas/ha (plátano, banano)
- Densidad total de cultivos herbáceo 800 a 1200 (frijol de palo)

Entre árboles y musáceas la densidad total sugerida es de 260 a 380 individuos/ha.

“Se recomienda musáceas y cultivos herbáceos como transitorios mientras los árboles quedan como asocio permanente.”



UN EJEMPLO
DISEÑO MEJORADO
P/CR

Número Por Hectarea:

Cordia a. = 70

Erythrina= 278

Musas= 278

Total- 626

Café -catarra 5000

Cordia libre crecimiento

Erythrina sombra regulada

Musas manejo adecuado

Establecimiento de red de fincas de investigación en América Central (Guatemala, Honduras, El Salvador, Nicaragua y Costa Rica)

- **CATIE-PROCAGICA-IICA (ANACAFE, IHCAFE, CENTA CAFÉ, INTA) y COOCAFE-FUNCAFOR-MAG-ICAFE-FUNDECOOPERACIÓN) cuenta con una red de aproximadamente 224 fincas donde se está investigando el uso de podadoras mecánicas para manejo de sombra.**



Aspectos que justifican la mecanización en manejo de sombra en cafetales

- Los mejores resultados (estimulo a la producción de biomasa, facilidades de control de entrada de luz) de dominio de los árboles de servicio son a alturas intermedias (4 a 5 metros de alto).
- Eliminar el riesgo de accidentes graves de trabajadores, con caídas desde los árboles a la hora de la poda.



Foto: ANACAFE

Recordar que otra alternativa para poda regulada a altura intermedia es el uso de la podadora telescópica manual (Ejemplo Cafetal de José Angel –San Pablo 3X)



Lecciones para la promoción, diseño y manejo de los sistemas agroforestales

(Virginio Filho et al. 2015)

- Integrar adecuadamente los árboles de servicio y maderables. Los árboles de servicio deben estar en mayor densidad para permitir mayores aportes de ciclaje de nutrientes y fijación de N, pero deben ser conducidos con sistemas de podas regulares a fin de evitar competencia por luz.



Poda Regularada Poró (Erythrina p.) en Orgánico y Moderado Convencional (2 veces al año)



eliasdem@catie.ac.cr

Foto: Elizio Ferreira Frade J
- UFAC

Aspectos que justifican la mecanización en manejo de sombra en cafetales

- La importancia de contar de árboles de servicio, maderables y frutales bien manejados y cumpliendo sus funciones dentro del cafetal en el contexto de Cambio Climático.



Árboles de servicio (Poró, Inga, etc) para aporte de materia orgánica de calidad y fijación de N.

03/04/2019



Poda de formación del tronco y sacadas de ramas laterales en **Árboles maderables**.



Foto: JCRetana 2007

Poda en **Árboles frutales** para formación adecuada de copa y entrada de luz.

Control de Entrada de Luz en Copa de Los Árboles



Aspectos que justifican la mecanización en manejo de sombra en cafetales



Se puede combinar los dos tipos de podas en un mismo cafetal (árboles intercalados) para bajar costos en el manejo.

- La poda regulada (dejando 2 o 3 ramas) a altura intermedia de los árboles de servicio ("Poró"-*Erythrina*; "Guaba"-*Inga*, etc) permite más aporte de biomasa (hojas, ramas), fijación de N en raíces y microclima más adecuado que la poda drástica a baja altura.
- La poda drástica es fácil y económica pero aporta menos beneficios al cafetal.



Producción biomasa seca (kg) por árbol y por hectárea por tipos de manejo del cafetal y por tipos de podas de poró (Ceibo)

Tipos de manejo del cafetal	Tipo de poda del Poró	Producción (kg) por árbol	Producción (kg) por hectárea por tipo de poda	Producción (kg) total por hectárea sumando tipos de podas
Alto Convencional (con muchos insumos químicos)	208 árboles en poda DRÁSTICA /Ha	7,78	1618	1618
Moderado Convencional (cantidades intermedias de insumos químicos)	104 árboles en poda REGULADA /Ha +	11,54	1200	1697
	104 árboles en poda DRÁSTICA /Ha	4,78	497	
Orgánico Intensivo (muchos insumos orgánicos)	104 árboles en poda REGULADA /Ha +	17,03	1771	2602
	104 árboles en poda DRÁSTICA /Ha	7,99	831	
Bajo Orgánico (bajo uso de insumos orgánicos)	104 árboles en poda REGULADA /Ha +	15,02	1562	2126
	104 árboles en poda DRÁSTICA /Ha	5,42	564	

Los árboles con poda regulada producen dos veces más biomasa que los con poda drástica.

Se espera que con la podadora mecánica se pueda tener más árboles por hectárea para lograr más aporte de materia orgánica con regulación de entrada de luz.

Resultados

Reciclaje de nutrientes a partir de podas de los componentes de los SAF

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.

Datos anuales con dos podas con densidades de 416 árboles de Erythrina (CEIBO) por hectárea

Cuadro 10. Aportes promedio (kg ha⁻¹ 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

FINCA ORGÁNICA CAÑAVERAL, SAN PABLO DE TRES EQUIS – Costa Rica



Cafetales da familia Fuentes Gamboa - cambios con procesos participativos

(San Pablo de 3 Equis – Turriaba)



2002

**3,5
fan/ha**

¿Qué foi establecido desde 2003?

- Control selectivo de hierbas del suelo;
- Poda e deshijas de cafetos;
- Aplicación mínima estiércol de gallina (300gr/cafeto). Recomienda mínimo 1kg;
- 1 folear biofermentado, recomienda mínimo 2;
- Cambio diseño manejo de sombra regulada aumentando poda material verde y entrada luz;



2005

**18,7
fan/ha**





2002

**3,5
fan/ha**

2004

**7
fan/ha**

2005

**18,7
fan/ha**

2006

20 fan/ha

2007

20 fan/ha

**Pero fue más
pues faltó
cosechadores**



HISTORICO DE PRODUCTIVIDAD DEL CAFETAL



Foto: Elizio Ferreira Frade Júnior
Eng. Agrônomo, Prof. MSc. Ciência do solo- UFAC



Foto: Elizio Ferreira Frade Junior
Eng. Agrônomo, Prof. MSc. Ciência do solo- UFAC



**CAFÉ ORGÂNICO.
SECADO AL SOL**



BIENVENIDOS A FINCA
ORGANICA CANAVERAL

Programa Rorô SERVIÇOS Ambient.
TABELA SISTEMAS Agroflorestais
Rorô CANAVERAL, FERRAGENS
Tudo Arroz, TUDO, INAJERA
2000 Gramas
SILVÍCOLA, 2000 FERRAGENS

Foto: Elias de Melo Virginio Filho



Resíduos para compostaje

Foto: Elizio Ferreira Frade Júnior
Eng. Agrônomo, Prof. MSc. Ciência do solo- UFAC

Producción abonos



Fabrica de abonos y biodigestor



Lecciones para la promoción, diseño y manejo de los sistemas agroforestales

(Avelino et al. 2016)

- Diseñar asocio con árboles que mantengan el complejo de plagas y enfermedades bajo equilibrio. Sombras de altas densidades y exclusivos con árboles muy altos pueden incrementar energía cinética de gotas de lluvia que golpean fuerte las hojas de café y por ende generan mayor dispersión de hongos, como *Hemileia vastatrix* (Roya).
- En PLENO SOL HAY ALTA DISPERSION DE ROYA POR EL VIENTO.
- Se confirma que una sombra equilibrada permite presencia de mayor cantidad de controladores naturales de plagas y enfermedades.



Moraleja: que no lo tape tanto ni tan poco que no lo proteja

Lecciones para la promoción, diseño y manejo de los sistemas agroforestales

(Virgínio Filho et al. 2015)

- Caturra con bajo potencial productivo en la mayoría de los sistemas con más de 10 años, los sistemas de base sostenible donde se mantiene con potencial alto e intermedio son los que están con árboles de servicio (*E. poepiggiana*) en manejos convencionales y orgánico intensivo.
- Las variedades mejoradas (Centroamericano, Milenio y el Costa Rica 95) han demostrado muy alto potencial productivo y resiliencia al cambio climático en todos los tratamientos estudiados.

Caturra con MADERABLE
(*T. amazonia.*) manejo
BAJO ORGÁNICO



Caturra con ARBOL DE
SERVICIO (*E. poepiggiana*)
manejo BAJO ORGÁNICO



Lecciones para la promoción, diseño y manejo de los sistemas agroforestales

(Noponen citado por Virginio Filho et al. 2012)

- El diseño y manejo adecuado de sistemas agroforestales cafetaleros con árboles de servicio, combinados con árboles maderables (densidades no más de 100 árboles/ha con 10 años) **permiten un balance positivo entre emisiones y captura de carbono**, y particularmente las cantidades almacenadas superan 100 tCO₂ e/ha.

Cuadro 13. Promedio anual de captura de carbono, emisiones, y balance neto en los diferentes sistemas, periodo 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.

¿Además de los árboles que otros cultivos podemos sembrar en el cafetal?

¿Qué opinan?...

¿Cuál el momento para sembrar árboles y otros cultivos en el cafetal?

Momento de asociar cultivos en el cafetal	¿Qué se puede sembrar con café?
<i>1.Siembra nueva de un cafetal; 2.Poda total del cafetal por lote; 3.Poda por surcos (línea de cafetos);</i>	Hortalizas, cultivos anuales, árboles (maderables, frutales, sombra), bananos, plátanos, caña india.
<i>4.Cafetal en desarrollo 5.Poda selectiva (individual) por cafeto</i>	Gandul, forraje, yuca, árboles (maderables, frutales, sombra), bananos, plátanos, caña india.
<i>6. Cafetal desarrollado sin poda</i>	Árboles (maderables, frutales, sombra), bananos, plátanos. Aquí en este caso principalmente con material de siembra alto.



En las fotos los árboles están a la par de las plantas de cacao y café, cuando estarían más lejos al centro del cuadro.



Terminada la sesión haga una evaluación con los participantes

¿Qué les pareció nuestra sesión de capacitación?

¿Qué aspectos positivos podemos destacar?

¿Qué limitantes tuvimos?

¿Cómo podemos mejorar en próximas capacitaciones?

Muchas Gracias