



Análisis y diseño del dosel de sombra (cacao, café, etc.)

Eduardo Somarriba y Rolando Cerda

Julio 2019

¿Qué es agroforestería?

Agroforestería es una forma de cultivo múltiple que satisface: 1) Existen al menos dos componentes que interactúan biológicamente; 2) Al menos uno de los componentes es una leñosa perenne; 3) Al menos dos especies son manejadas con fines “agrícolas” en el sentido amplio de la palabra. (Somarrriba 1992)

¿Qué es el dosel en un SAF?

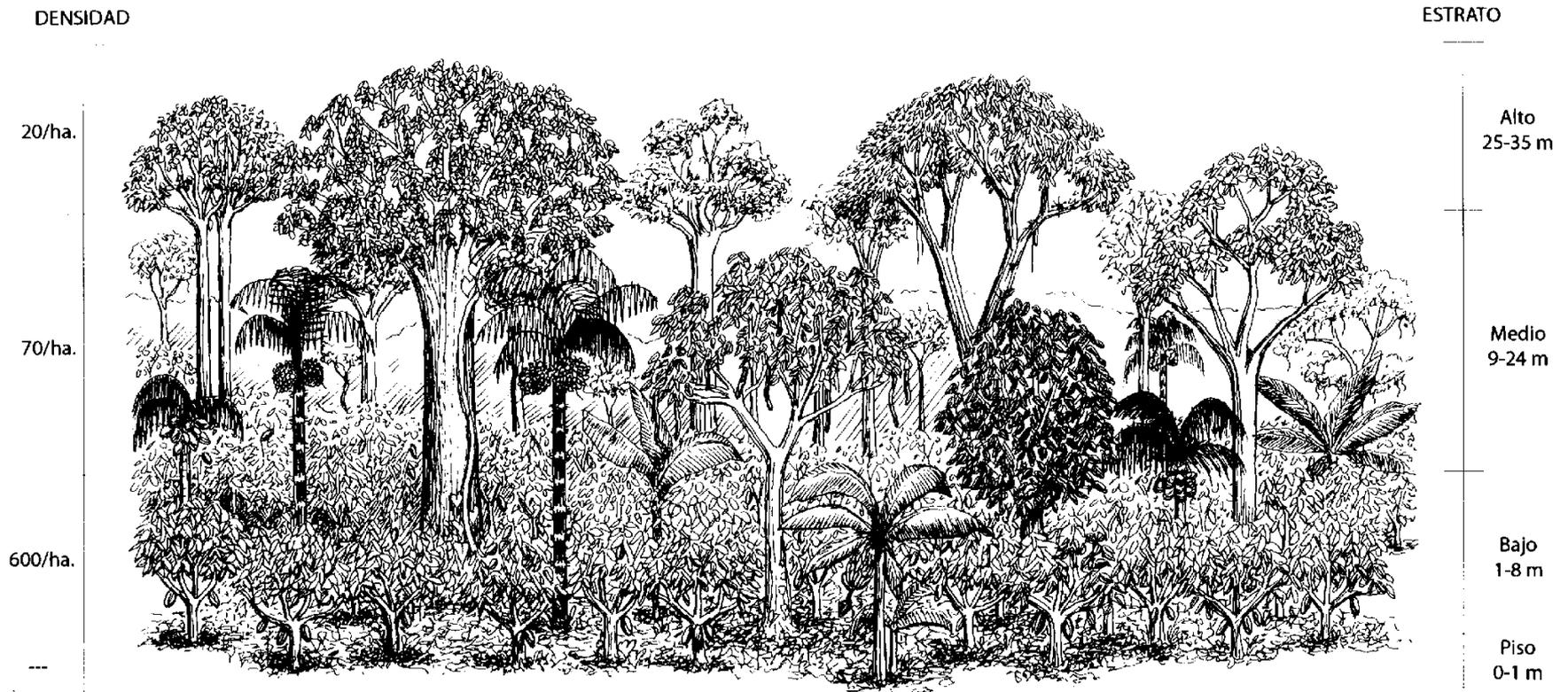
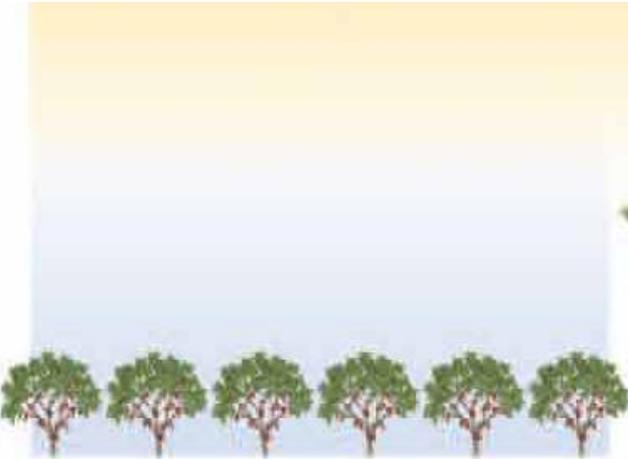


Figura 1. Doseles cacaoteros.

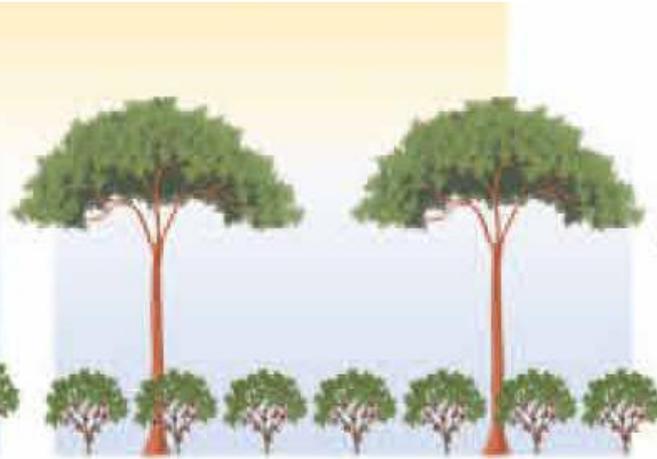
¿Qué es el dosel en un SAF?

- DoseL es el **volumen** que contiene a toda la vegetación de la plantación.
- Por ejemplo, un cacaotal de 1 ha (100 m x 100 m) con al menos un árbol de sombra de 30 m de altura máxima, está contenido en un cubo de 100 m de largo x 100 m de ancho y 30 m de alto.
- Esto es válido para cualquier forma del terreno.

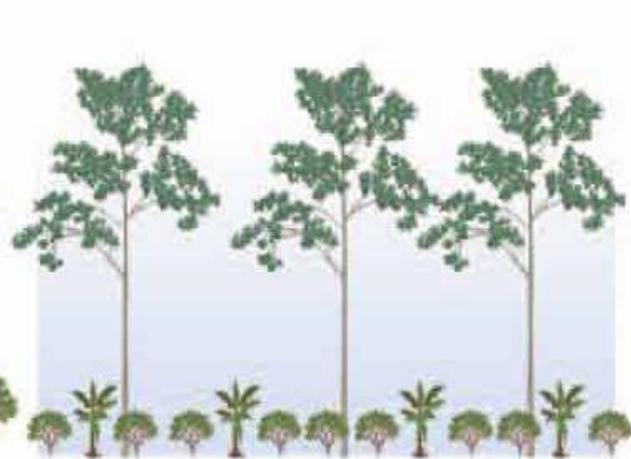
Tipos de doseles (cacao, café)



1. Cacao sin sombra



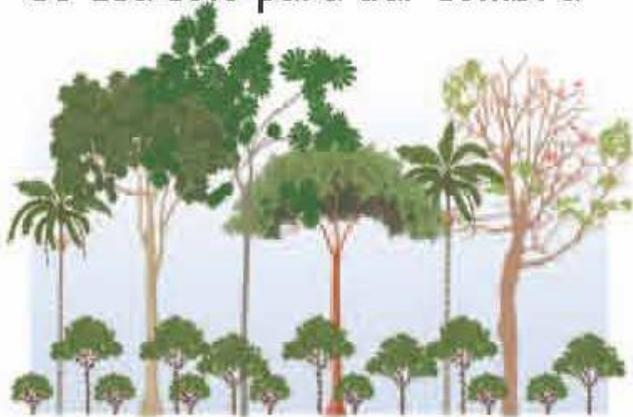
2. Cacao con una especie que se usa sólo para dar sombra



3. Cacao asociado con otros cultivos



4. Cacao con sombra variada



5. Cacaotal rústico



6. Agrobosques

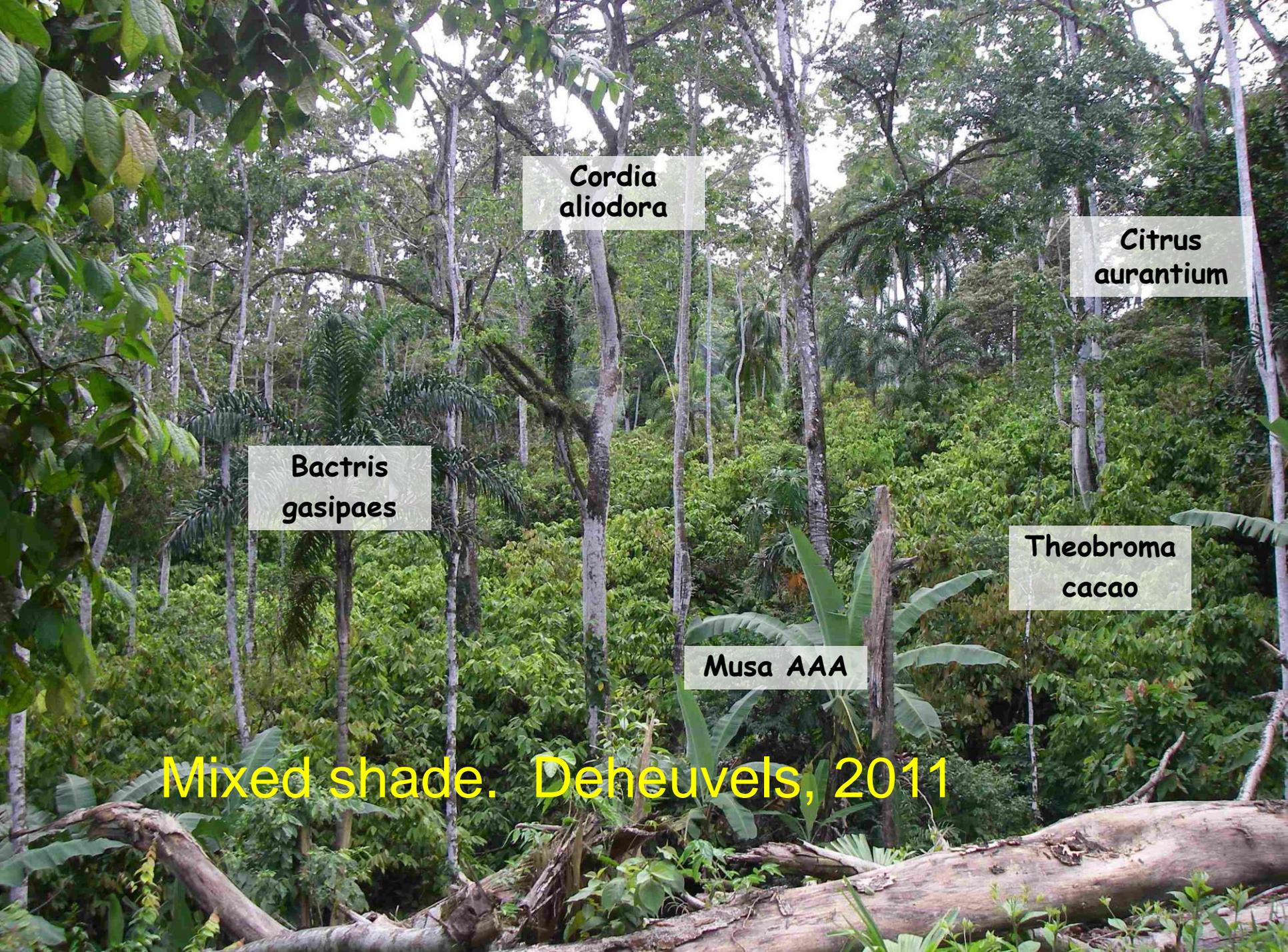


Cacao clonal a pleno
sol, Ecuador









**Cordia
alliodora**

**Citrus
aurantium**

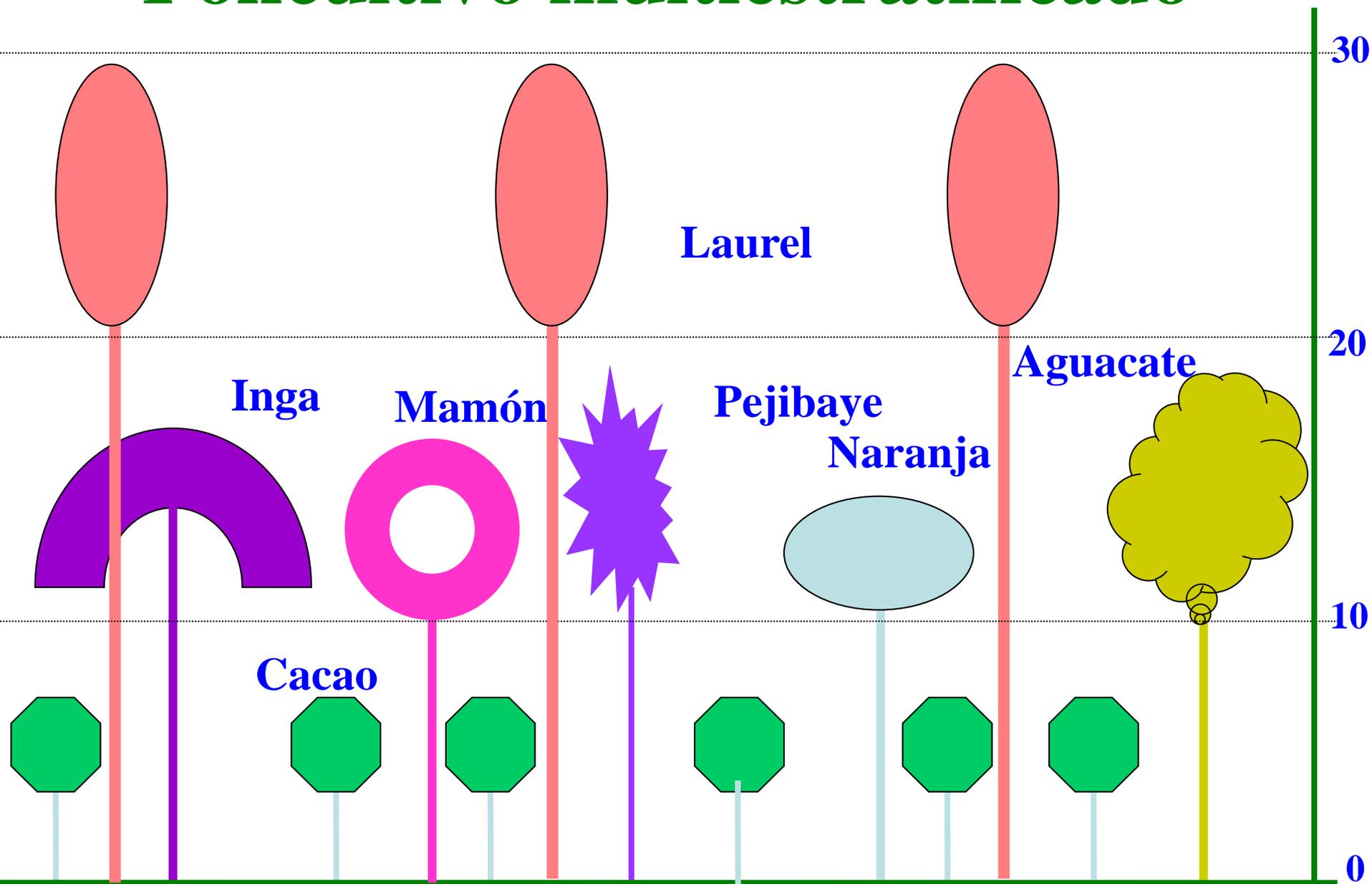
**Bactris
gasipaes**

**Theobroma
cacao**

Musa AAA

Mixed shade. Deheuvels, 2011

Policultivo multiestratificado





Rustic cocoa (Brazilian Cabruca). Sambuichi
2009

¿Cómo analizar y mejorar
el diseño y manejo del
dosel de sombra en
cacaotales?

No hay recetas

- No se pueden hacer recomendaciones generales sobre el nivel de sombra que se debe usar en la producción de cacao, café u otro sistema agroforestal multiestratificado.
- No hay recetas. Cada plantación es única y hay que aprender a identificar la mejor solución de sombra que se ajusta a cada caso.

Metodología para el análisis y mejoramiento del dosel

- Se necesita una metodología que permita diagnosticar y diseñar innovaciones en el dosel de cualquier sistema agroforestal

El dosel de una plantación se evalúa respondiendo a tres preguntas básicas:

- 1) ¿Qué bienes y servicios, además del cacao, espera el productor obtener de su cacaotal?
- 2) ¿Cuánta sombra deben proyectar las plantas del dosel para que el cultivo produzca a un nivel aceptable para el productor?
- 3) ¿Cuáles especies, en qué densidades, en qué arreglos de siembra y con qué manejo deben manejarse en el dosel para lograr en forma óptima los objetivos del productor?.

Metodología para para responder a las preguntas básicas 1 y 2

- La metodología propuesta a continuación se basa en la evaluación de unas 20 variables relacionadas con las condiciones de la plantación, las condiciones del sitio y con las especies de la flora local y sus características morfológicas y funcionales

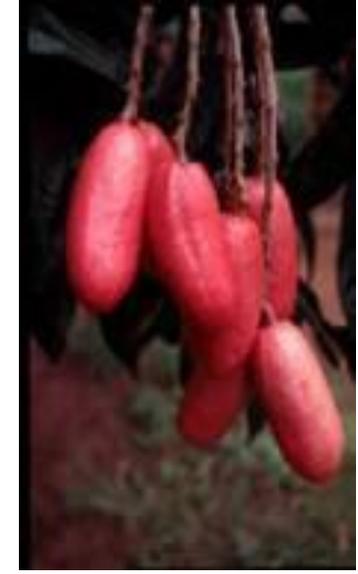
Metodología

1. Determinar los **objetivos** del productor
2. Evaluar el estado de **la plantación**
 1. Autoraleo: edad, espaciamiento, variedad, podas
 2. Fenología y ciclo anual del cultivo
 3. Homogeneidad espacial de la cobertura sobre el terreno
3. Evaluar las condiciones del **sitio**
 1. Fertilidad del suelo
 2. Disponibilidad de agua
 3. Latitud, fachadas y exposición
 4. Pendientes y topografía
 5. Vegetación colindante
 6. Nubosidad y vientos
4. Evaluar las **especies arbóreas**
 1. Uso
 2. Copas: diámetro, densidad, caducifolia
 3. Altura a la que se ubica la copa

1. Los objetivos del productor

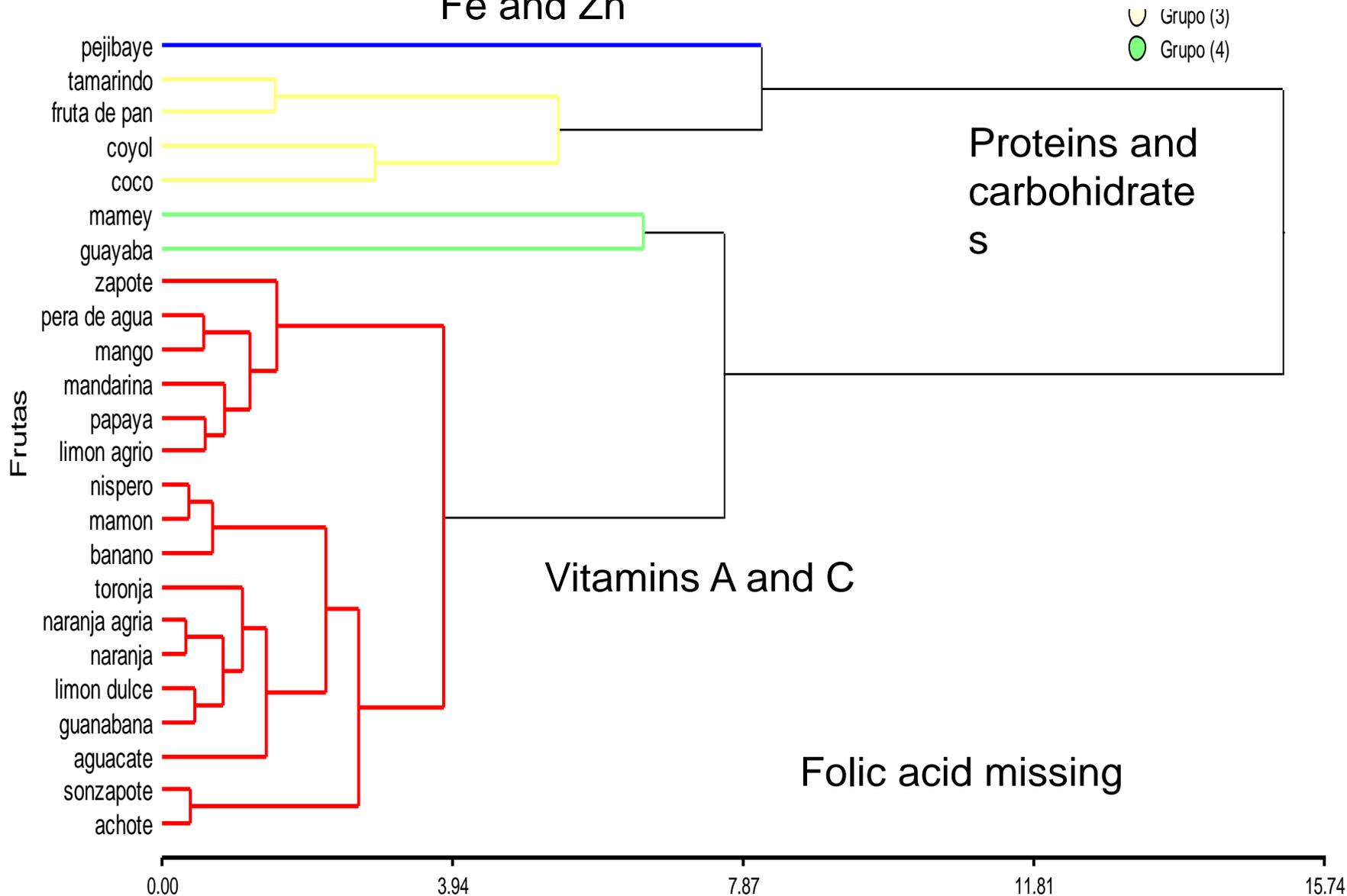
Ejemplos:

1. Proveer sombra y protección al cacao.
2. Producir bienes (madera, fruta, leña, etc.) para consumo familiar, uso en la finca o venta y diversificar la producción del cacaotal.
3. Proveer servicios ecosistémicos a la finca y a la sociedad.
4. Otros

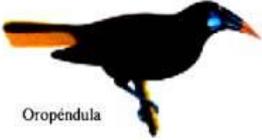
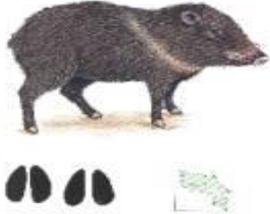


Food and nutritional security: nutrients from fruits in the shade canopy of cocoa

Fe and Zn

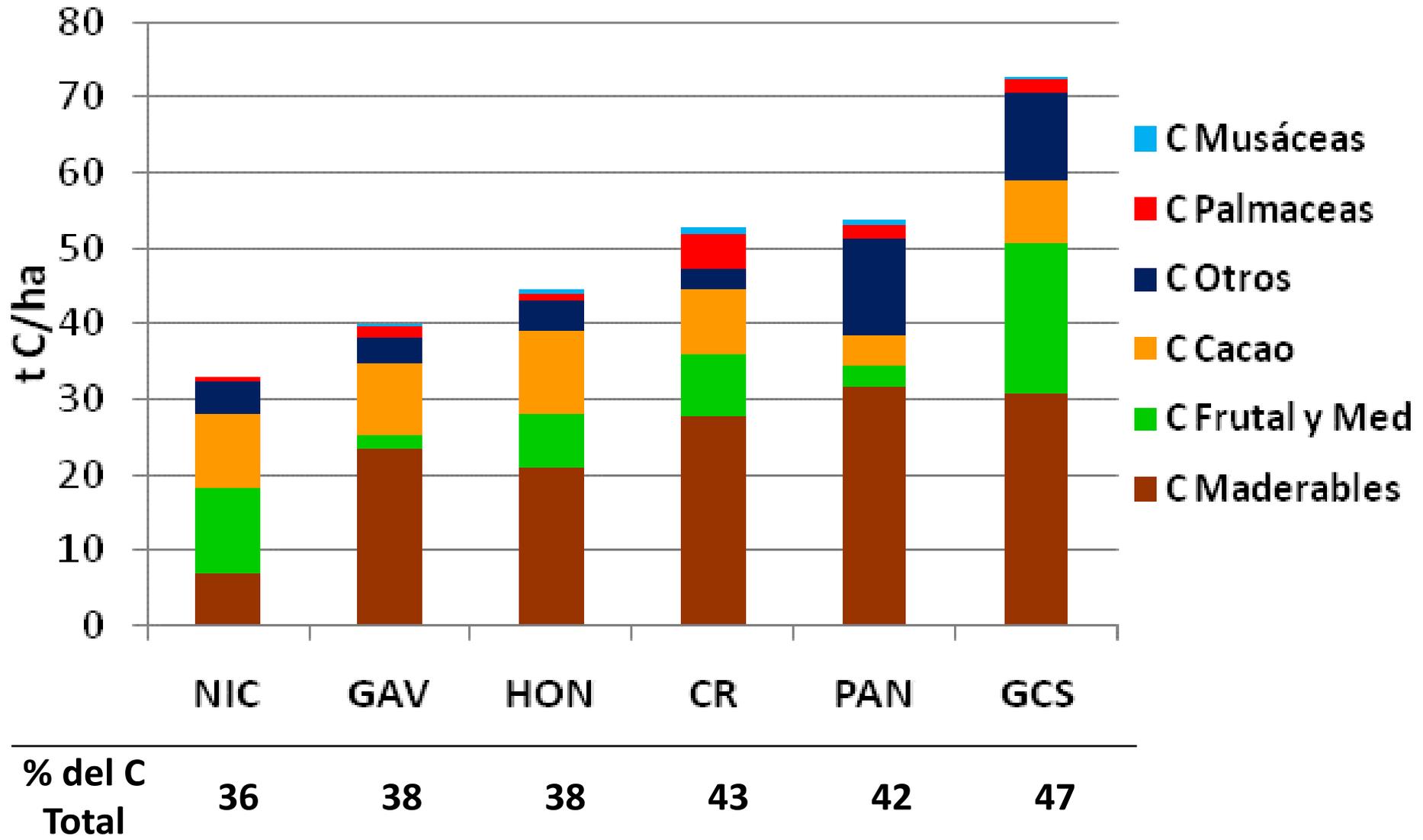


Valor de varios usos de la tierra para conservar biodiversidad (riqueza de especies)

Variable	Bosque	Cacaotal	Bananal	Platanal
	alto	intermedio	intermedio	bajo
 Oropéndula	alto	alto	alto	bajo
	intermedio	alto	alto	intermedio
	alto	bajo	intermedio	bajo
	alto	intermedio	intermedio	bajo



Carbon in above-ground biomass. Cacaotales de Centroamérica



2. El estado de la plantación

- Auto-sombra
- Fenología y ciclo anual del cultivo
- Distribución espacial de la cobertura del dosel de sombra sobre el terreno

Autosombra la sombra que proyectan las partes altas de la copa de un árbol de cacao sobre las hojas en ramas bajas + la sombra que se proyectan mutuamente las copas de árboles vecinos de cacao

La auto-sombra reduce la posibilidad de usar árboles (útiles) en el dosel de sombra



Autosombra

- **Edad plantación:** autosombra aumenta con edad de la plantación. Plantas jóvenes tienen copas pequeñas, todas las hojas reciben luz. Autosombra es mínima.
- **Tamaño, arquitectura, densidad y arreglos de plantación del cultivo:** mas autosombra con mayor densidad de plantación, en arreglos más compactos mas autosombra, cómo es la autosombra si las plantas de cacao son ¿grandes o pequeñas, con las ramas primarias erectas u horizontales?
- **Tipo genético:** variedades enanas o gigantes, injertos o plantas de semilla (en cacao se espera menos autosombra en plantaciones de injertos que en plantaciones de semilla sexual).

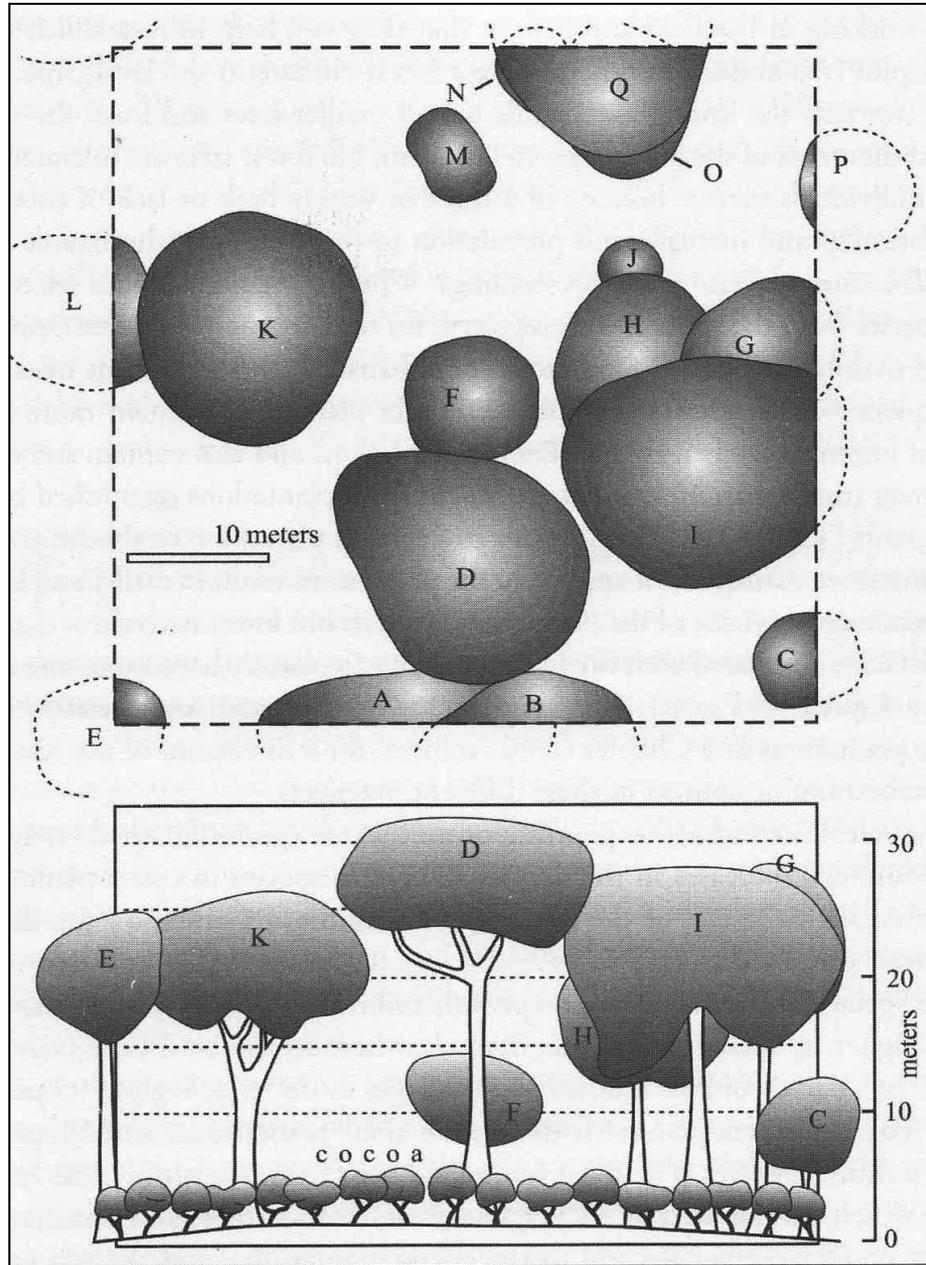
Fenología y ciclo anual del cultivo

- Manejo agroforestal del cacaotal depende de los ritmos fenológicos del cacao y de los árboles del dosel
- El ritmo fenológico del cacao en cada lugar debe conocerse perfectamente. Los estados fenológicos y los meses cuando se presentan en cada zona
 - Brotación de follaje
 - Floración
 - Formación y llenado de frutos
 - Maduración y cosecha
 - Crecimiento de raíces, troncos y ramas
 - Descanso
- Típicamente, se requiere poca sombra durante la floración, cuajado y llenado de frutos.

La distribución espacial de la sombra en el cacaotal

- El cacao requiere de un dosel de sombra **especialmente homogéneo** para asegurar que todas las plantas de cacao tienen las mismas condiciones agroecológicas para crecer y producir
- Muchos cacaotales tienen doseles con sombra irregular, con parches muy densos y huecos sin sombra
- Se requiere raleo de parches densos, reclutamiento o plantación de árboles en huecos sin sombra

Sources : Johns (1999)



3. Las condiciones de sitio

- Fertilidad del suelo
- Disponibilidad de agua
- Pendientes
- Vegetación colindante
- Latitud-exposición
- Nubosidad y vientos

Fertilidad del suelo

- Intensidad y duración de irradiación directamente proporcional a demanda de nutrientes y agua en el suelo
- Alta intensidad de luz en suelos pobres sin fertilización agotan y matan los árboles de cacao
- Se puede usar más luz en suelos fértiles. Mas sombra en suelo pobres, siempre?.

Niveles de rendimiento de cacao (o café) esperados ante diferentes combinaciones de niveles de sombra y fertilización. 1 = mínimo; 4 = máximo

		Fertilidad del suelo	
		ALTA	BAJA
Sombra	MUCHA	?	?
	POCA	?	?

Niveles de rendimiento de cacao (o café) esperados ante diferentes combinaciones de niveles de sombra y fertilización. 1 = mínimo; 4 = máximo

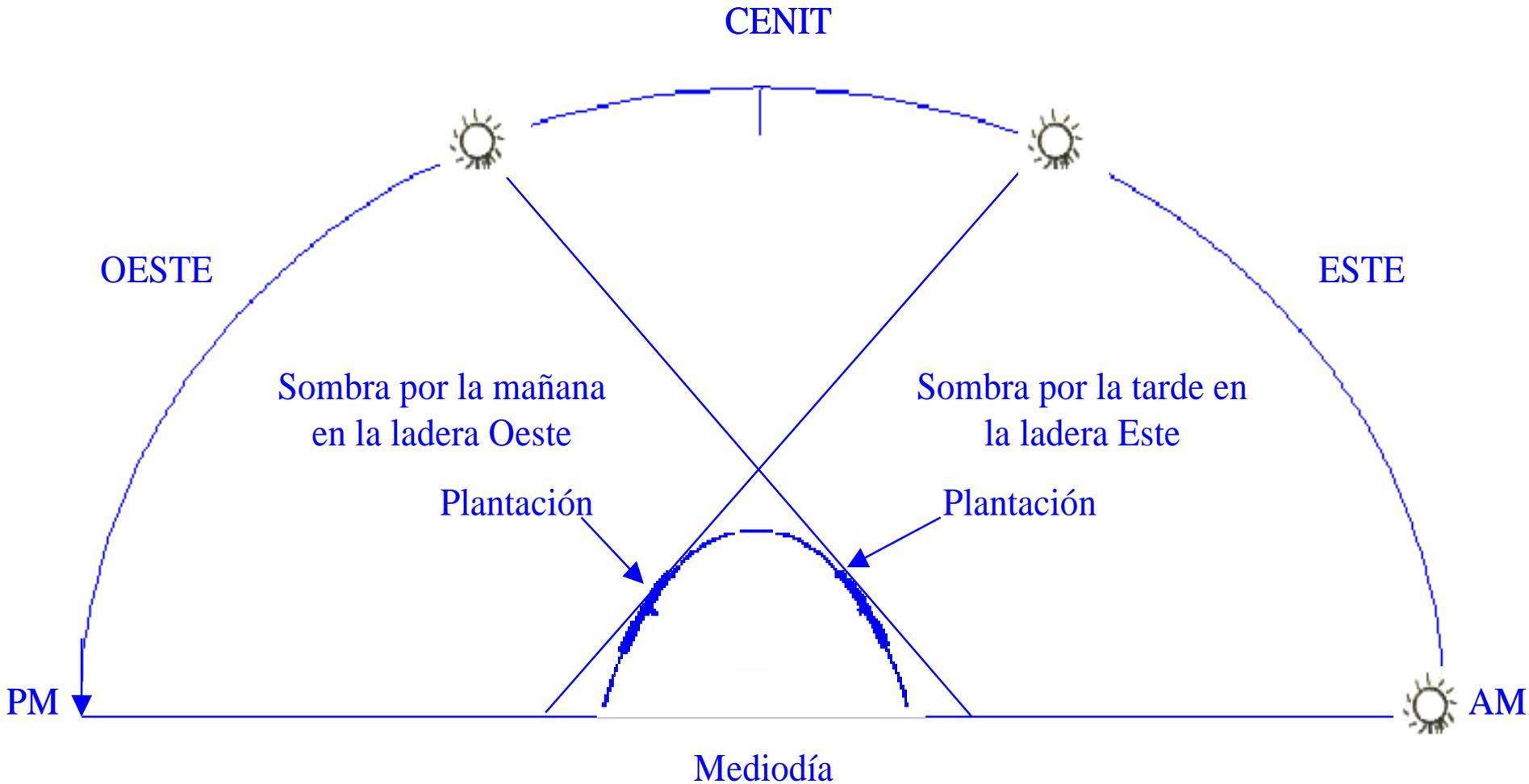
		Fertilidad del suelo	
		ALTA	BAJA
Sombra	MUCHA	2	1
	POCA	4	3

¿Se requiere mas sombra o menos sombra en un cacaotal plantado en una zona seca que en una zona húmeda?

Sombra lateral

- **Vegetación colindante:** La altura, densidad y ubicación de la vegetación colindante con relación al movimiento del sol visto desde el cacaotal, determinan cuánta sombra lateral se proyecta sobre el cacao.
- **Barreras topográficas:** Lomas y otras barreras naturales proyectan sombra lateral sobre el cacaotal

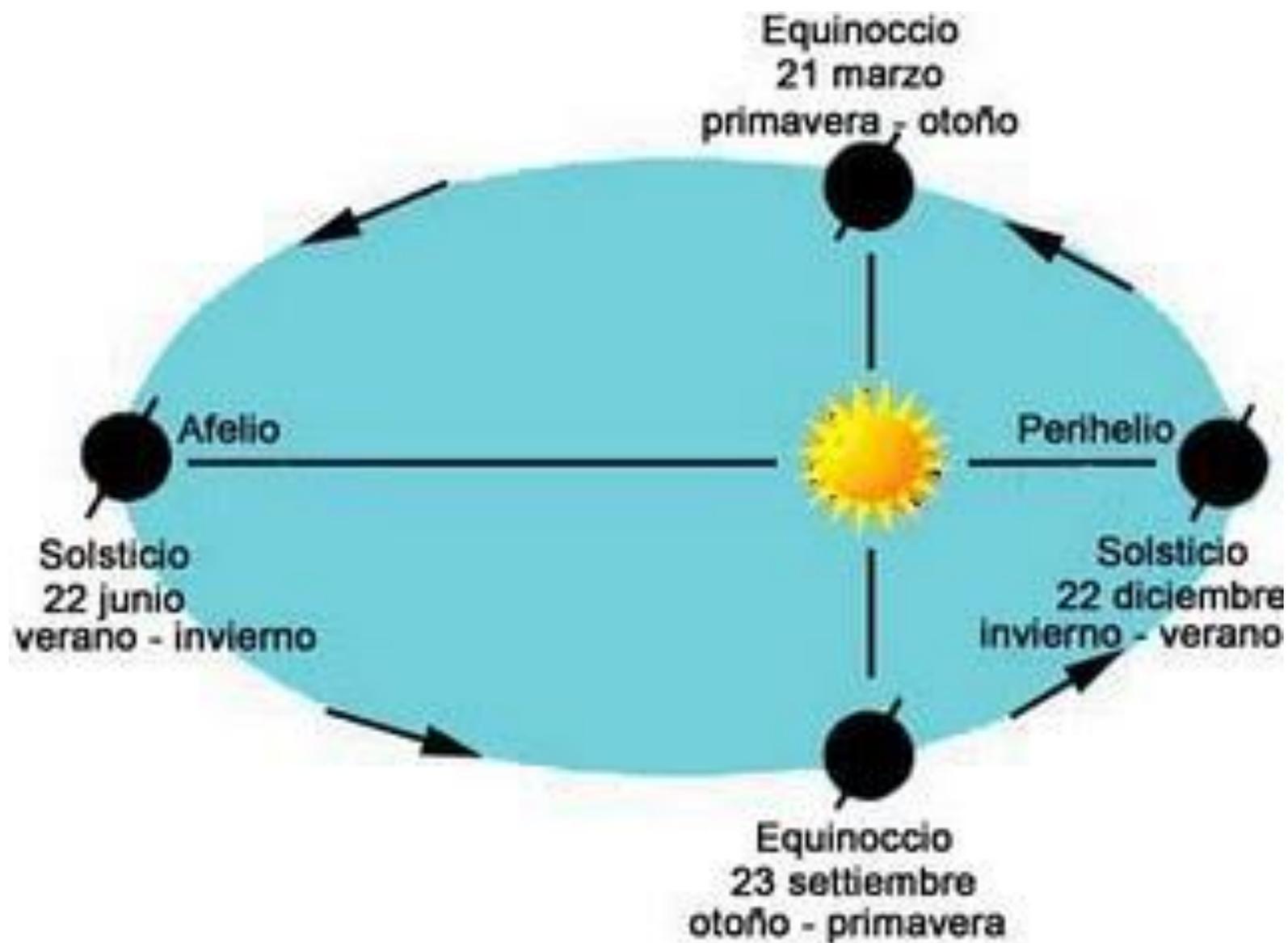
Topografía e iluminación del cacaotal

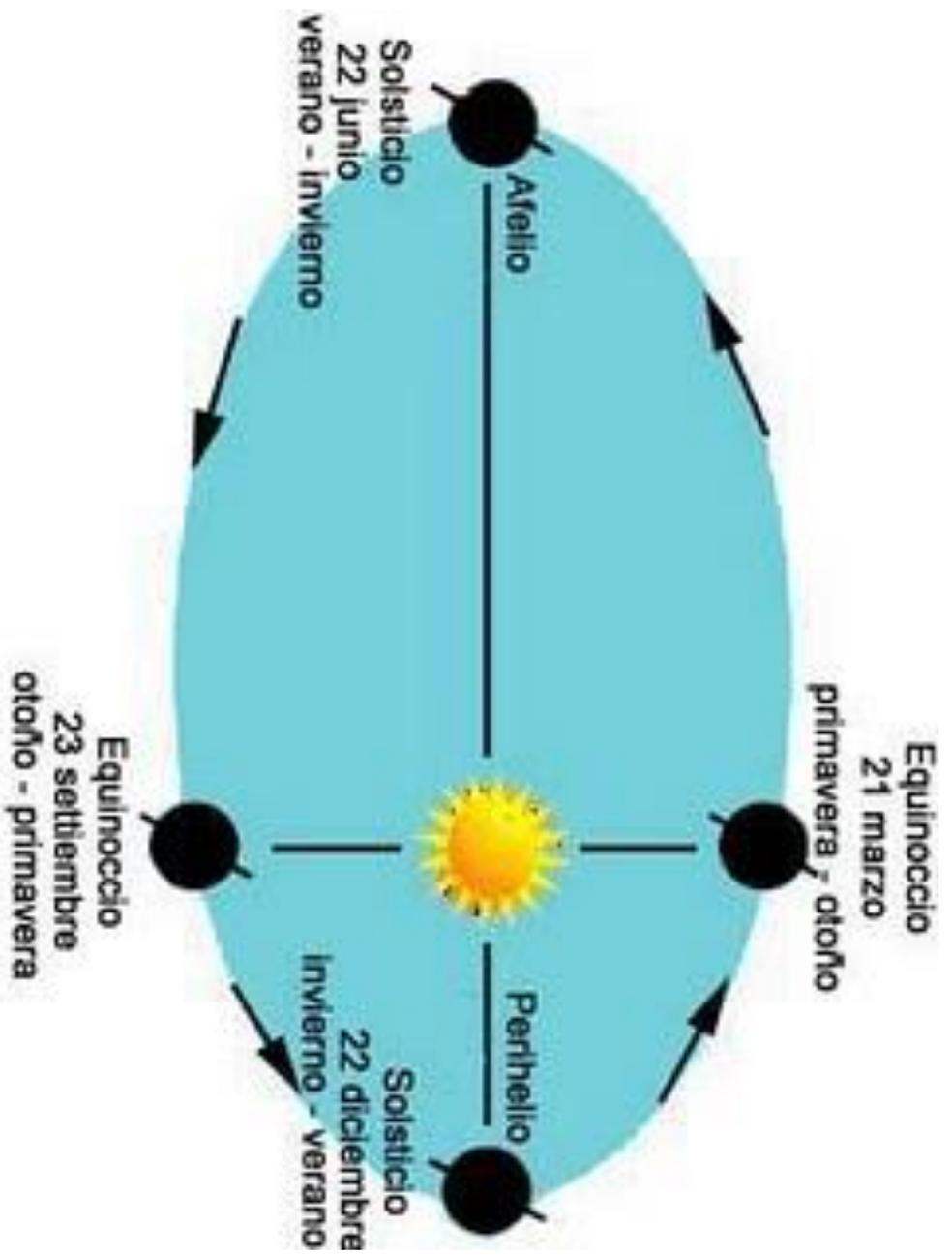




Fachadas (exposición) y latitud geográfica del sitio

- En terrenos con pendientes, la exposición directa al sol durante el año depende de la latitud geográfica del lugar y de la fachada, es decir, hacia dónde “mira” la plantación.
- Por ejemplo, en Bolivia, a 16° Sur de Latitud, una plantación de cacao “mirando” hacia el norte, recibirá más radiación solar que si estuviese mirando hacia el sur.
- Se puede determinar el número de meses por año que el sol iluminará de frente o por detrás una plantación agroforestal, de la cual conocemos sus coordenadas geográficas





Nubosidad y vientos

- Zonas nubosas exigen mantener pocos árboles en el dosel de sombra
- Vientos modifican la disposición espacial de los árboles. Plantaciones lineales.
- La sombra lateral que producen las plantaciones lineales de plantación de árboles, no es tan efectiva como la sombra producida por la distribución espacial homogénea de la cobertura arbórea sobre el terreno

4. Las especies del dosel de sombra

- Flora local y exóticas: listado de especies
- Características por especie
 - Usos, bienes y servicios que proveen
 - Altura a la que se ubica la copa
 - Ancho de la copa
 - Opacidad de la copa
 - Caducifolia (meses sin follaje)
 - Rasgos morfológicos y funcionales

El recorrido de la sombra

¿Cómo es el recorrido de la sombra con árboles altos y árboles bajos?

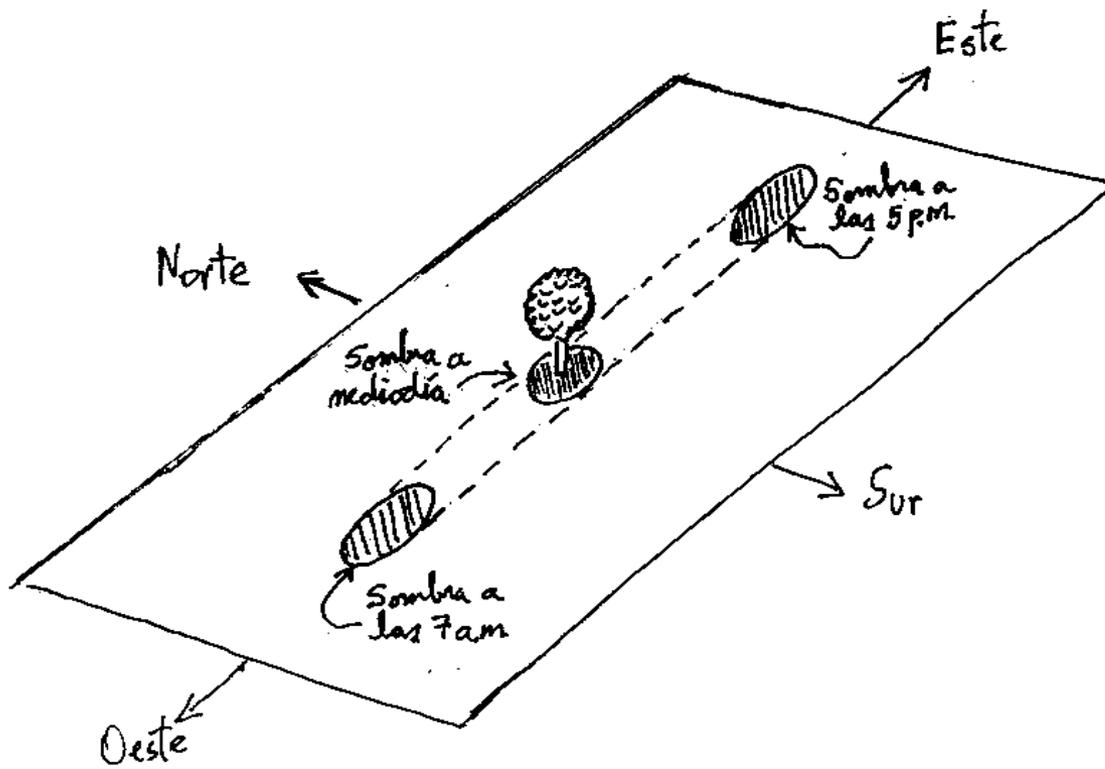
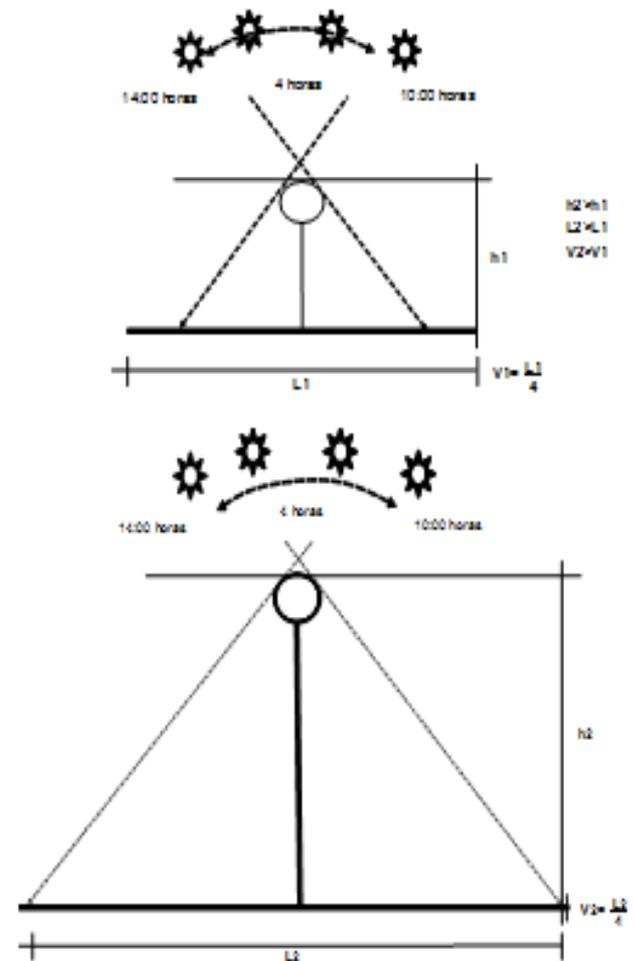


Figura 1



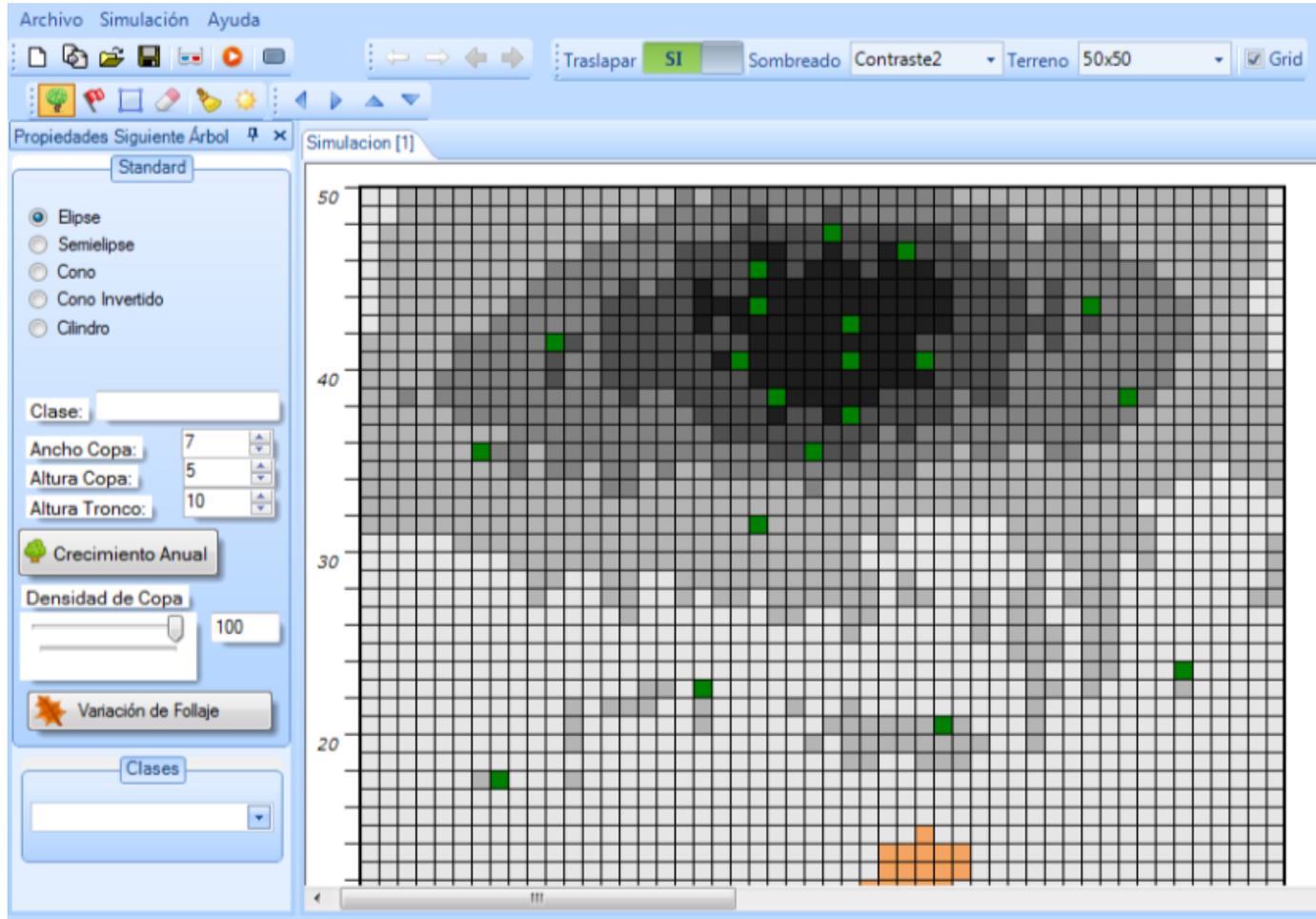
Sombra y altura donde se ubica la copa

Rasgos morfológicos y funcionales

- Copas altas producen sombras ralas o rápidas
- Copas bajas producen sombra densa o lenta
- Podemos poner:
 - especies de copas densas y anchas en estratos altos
 - especies de copas ralas en estratos bajos.

Research tools available for modelling shade patterns

www.shademotion.com



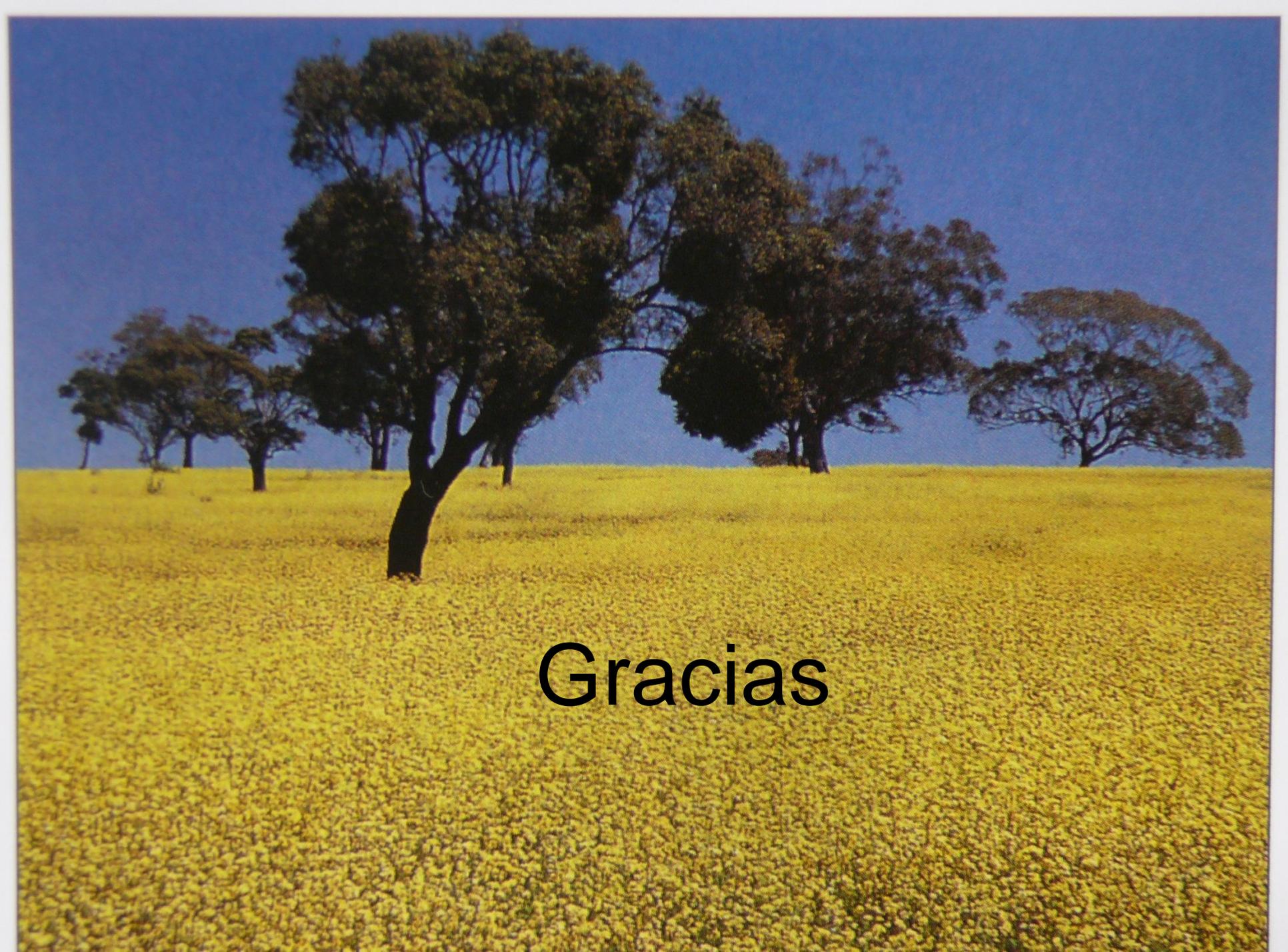
<http://biblioteca.catie.ac.cr/inaforesta> information on cocoa agroforestry

Lecturas

- Somarriba E. 2007. Cocoa and shade trees: production, diversification and environmental services. GroCocoa 11:1-4.
- Somarriba E. 2004. ¿Cómo evaluar y mejorar el dosel de sombra en cacaotales?. Agroforestería en las Américas 41/42:120-128.
- Somarriba E. 2002. Estimación visual de la sombra en cafetales y cacaotales. Agroforestería en las Américas 35/36:86-94.
- www.ShadeMotion.com
- Consultar bases bibliográfica sobre agroforestería con cacao en <http://orton.catie.ac.cr/inaforesta>.

Lecturas recomendadas

- Beer J, Muschler R, Somarriba E, Kass D (1997). Shade management in coffee and cocoa plantations. *Agroforestry Systems* 38:139-164.
- Bellow JG, Nair PKR. 2003. Comparing common methods for assessing understory light availability in shaded-perennial agroforestry systems. *Agricultural and Forest Meteorology* 114:197-211.
- Ortiz M y Somarriba E. 2005. Sombra y especies arbóreas en los cacaotales del Alto Beni, Bolivia. *Agroforestería en las Américas* 43/44:54-61.



Gracias