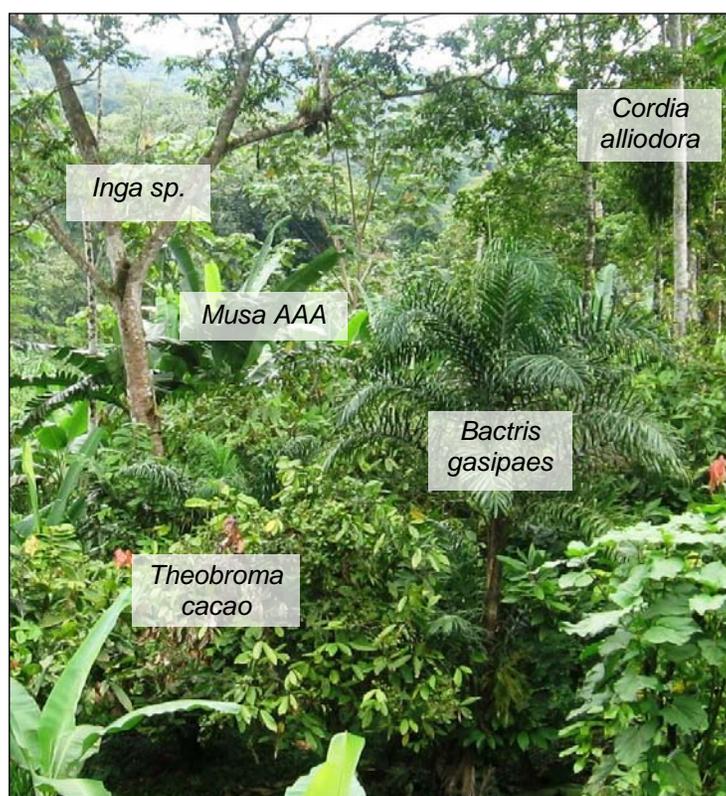


Tesis de tercer año



**Producción agrícola y conservación de la biodiversidad:
¿Dos actividades compatibles?**

**El caso de los sistemas agroforestales con cacao en
Talamanca - Costa Rica**



Profesor consejero: MSc Olivier DEHEUVELS

**Diploma universitario « Ingeniería del Espacio Rural »
Universidad Lyon III - Francia**

Foto de portada: Sistema agroforestal con cacao en Yorkín – Talamanca – Costa Rica.

Tesis de tercer año

**Producción agrícola y conservación de la biodiversidad:
¿Dos actividades compatibles?**

**El caso de los sistemas agroforestales con cacao en
Talamanca - Costa Rica**

Profesor consejero: MSc Olivier DEHEUVELS

**Diploma universitario « Ingeniería del Espacio Rural »
Universidad Lyon III - Francia**

Agradecimientos

Agradezco a todas las personas que me ayudaron en la realización de ese estudio.

Especialmente deseo agradecer:

Sr. Deheuvels, investigador del CIRAD, asesor de pasantía, por haberme ofrecido la oportunidad de trabajar en ese proyecto y por haberme seguido durante las fases de campo y de redacción.

Los productores de cacao de Talamanca, por dedicarme su tiempo y por compartir sus conocimientos en las encuestas.

Ignacio Arias, por su asistencia técnica en las medidas, y por sus enseñanzas de la cultura indígena.

La asociación APPTA, por haber compartido sus datos y sus locales.

El personal de la Finca Educativa, por su formidable hospitalidad.

La población de Talamanca por su apoyo y sus indicaciones.

Sr. Avelino, el equipo del CIRAD y del departamento Agroforestería del CATIE, por su acogida y sus consejos.

Natalia Estrada Carmona, por su trabajo y sus consejos en cartografía.

El personal del CATIE que me recibieron muy bien.

Índice

Agradecimientos.....	4
Índice.....	5
Resumen.....	7
Introducción.....	8
Capítulo I: Contexto científico y plan del estudio.....	10
1.1. La zona de estudio y su historia.....	10
1.1.1. Ubicación de la zona de estudio.....	10
1.1.2. Historia de la región.....	13
1.1.2.1. Organización de las sociedades indígenas de Talamanca.....	13
1.1.2.2. Talamanca la irreductible.....	13
1.1.2.3. El dominio de las bananeras.....	14
1.1.2.4. La vuelta al valle.....	14
1.2. Historia y desarrollo del cacao.....	15
1.2.1. Desarrollo precolombino.....	15
1.2.2. El descubrimiento europeo del cacao y la expansión de los cultivos.....	16
1.2.3. El cacao en Costa Rica.....	16
1.2.3.1. El ciclo de Matina.....	17
1.2.3.2. Una producción oscilante.....	18
1.2.3.3. La plaga de la monilia.....	18
1.2.3.4. Un potencial poco explotado.....	19
1.2.4. La economía del cacao en Talamanca.....	20
1.2.5. Contexto actual del cacao en Talamanca.....	20
1.3. El árbol de cacao en su ambiente natural.....	21
1.3.1. Origen y hábitat.....	21
1.3.2. Germinación y crecimiento del árbol.....	21
1.3.3. Las hojas.....	22
1.3.4. Los raíces.....	22
1.3.5. Las flores.....	22
1.3.6. Polinización.....	23
1.3.7. Crecimiento de la mazorca.....	23
1.3.8. Característicos de la semilla.....	24
1.3.9. Clasificación de las variedades* de <i>Theobroma cacao</i>	24
1.4. El cacaotal: itinerario técnico de cultivo y de cosecha.....	25
1.4.1. Exigencias climáticas y edáficas para la producción.....	25
1.4.1.1. Clima.....	25
1.4.1.2. Suelo.....	26

1.4.2. Modos de reproducción.....	26
1.4.3. Creación de la plantación	27
1.4.3.1. Elección del terreno.....	27
1.4.3.2. Preparación del terreno y plantación	27
1.4.3.3. Regeneración de cacaotal	28
1.4.4. Sombra	28
1.4.4.1. Sombra temporaria	28
1.4.4.2. Cultivo bajo sombra	28
1.4.4.3. Cultivo a pleno sol.....	29
1.4.5. Manejo del cacaotal.....	29
1.4.6. Enfermedades y parásitos del árbol de cacao.....	29
1.4.6.1. Principales bioagresores presentes en Costa Rica.....	29
1.4.6.2. Otros bioagresores importantes del árbol de cacao	30
1.4.7. Cosecha	31
1.4.8. Preparación del cacao para el mercado	32
1.5. Términos agronómicos de sistemas y agroforestería	33
1.5.1. El sistema de producción agrícola.....	33
1.5.2. El sistema de cultivo	33
1.5.3. El itinerario técnico	33
1.5.4. Los sistemas agroforestales y la biodiversidad	33
 Capítulo II: Metodología del estudio	 36
2.1. Material y métodos.....	36
2.1.1. Toma de datos	36
2.1.2. Análisis de los datos.....	40
2.1.3. Cartografía de la zona de estudio	42
2.2. Cronograma.....	43
 Capítulo III: Resultados y discusión	 44
3.1. Estudio a escala parcelaria	44
3.1.1. Características generales de las parcelas estudiadas	44
3.1.2. Diversidad vegetal de los SAF.....	46
3.1.3. Evaluación de los itinerarios técnicos aplicados a los cacaotales	47
3.2. Estudio a la escala de los patrones paisajísticos.....	51
3.2.1. Estructura de los agrupamientos vegetales colindantes	51
3.2.2. Los patrones agro-ecológicos.....	52
3.3. Calidades productivas de los SAF.....	57
 Conclusión.....	 60
 Bibliografía.....	 62
 Glosario	 65
 Anexos.....	 61

Resumen

Las prácticas agrícolas son generalmente opuestas a las estrategias de conservación de la biodiversidad. La deforestación, las quemas, los monocultivos son métodos que afectan fauna y flor silvestre. Hoy en día, los sistemas agroforestales están presentados como una alternativa para asociar estas dos necesidades: producción agrícola y conservación de la biodiversidad. Entre ecología y agronomía, proponemos una metodología para caracterizar los sistemas agroforestales con árboles de cacao (SAF cacao) en Talamanca, siguiendo un análisis multiescala : i) la parcela y ii) los patrones agro-ecológicos.

El estudio se enfocó en las prácticas agrícolas y la estructura vegetal del medio para medir, en futuros estudios, las posibilidades de hábitats para la biodiversidad forestal. Se encuestaron 100 productores de cacao orgánico, lo que permitió generar una tipología de 160 SAF cacao. De esta tipología, se caracterizaron en detalle 10 SAF.

A nivel de la parcela, se ha construido un índice de perturbación del ecosistema agroforestal para tomar en cuenta la intensidad y complejidad de las técnicas aplicadas al cultivo y como consecuencia de las perturbaciones que resultan para la biodiversidad silvestre. El nivel de perturbación así como la complejidad de la estructura vegetal en cada SAF cacao resultó muy variable y su análisis generó una tipología de situaciones.

A nivel de los patrones agro-ecológicos, se elaboró para los ecosistemas colindantes un índice de similitud al bosque para aproximar la estructura y la diversidad vegetal de los patrones.

Finalmente, cada uno de los 10 SAF cacao ha podido ser caracterizado a la misma vez por su estructura vegetal propia, la de sus colindantes y por un nivel de producción y de actividades agrícolas realizadas por el productor. A través de un índice global, se pudo clasificar estos 10 SAF y proponer así una primera evaluación tentativa de sus capacidades para proveer hábitats susceptibles de hospedar la biodiversidad de origen forestal.

Introducción

En 1992, la Convención sobre la diversidad biológica fue firmada en la Cumbre de la Tierra de Río. La conservación de la biodiversidad llegó a una preocupación de primer orden y aparece como una puesta del siglo XXI. Su conservación pasa por la preservación de ecosistemas naturales, especialmente los de la zona intertropical húmeda donde vive la mayoría de la biodiversidad mundial.

Con el crecimiento de la población mundial, las necesidades alimentarias aumentan. El cumplimiento de la demanda en producción agrícola pasa por la alza de los rendimientos o por aumentar la superficie agrícola. La mayoría de las veces, las áreas naturales están elegidas para colocar cultivos porque son espacios vírgenes y fértiles. El mejor ejemplo es la disminución de la selva Amazonia bajo la presión de la agricultura. La desaparición de espacios naturales ocasiona inexorablemente la bajada de la biodiversidad.

Las prácticas agrícolas convencionales son poco favorables para la biodiversidad. El monocultivo, las quemadas, el uso de productos fitosanitarios o la supresión de setos restringen bastante la biodiversidad y limitan el desplazamiento de las especies entre las áreas naturales.

Producción agrícola y conservación de la biodiversidad parecen contradictorias, ¿Pero son incompatibles estas actividades?

Los sistemas agroforestales, usados desde siempre por las comunidades campesinas, están puestos al frente por los científicos que alaban sus capacidades de favorecer la biodiversidad. La estructura forestal y la diversidad de especies asociadas ofrecen una grande variedad de hábitats para la flor y la fauna. Ese modo de cultivo se usa mucho en la zona intertropical y su eficiencia económica está comprobada.

¿La agroforestería sería una solución para mantener la biodiversidad en las zonas agrícolas?

El istmo interamericano es una región reconocida por su biodiversidad. La Reserva Indígena Bribri-Cabécar de Talamanca en Costa Rica se ubica entre y dentro del Parque natural Internacional de “La Amistad” y del Corredor Biológico Talamanca-Caribe; por ende la importancia de esa zona para la conservación de la biodiversidad.

La historia de Talamanca, perturbada por las incursiones de las compañías bananeras durante el siglo XX, recuerda la fragilidad de ese valle frente a los monocultivos, tanto para su ecosistema como su población.

La agroforestería se usa mucho en Talamanca, es el modo tradicional de cultivo y está fomentada por numerosos proyectos. El cacao es un cultivo económicamente y culturalmente importante en Talamanca. Se asocia generalmente a muchas otras plantas en sistemas agroforestales. Sin embargo, los monocultivos de Musáceas son la fuente de ingresos principal de la región. El paisaje de Talamanca está fragmentado entre esos monocultivos, los sistemas agroforestales y los bosques.

¿Los sistemas agroforestales con cacao serían una solución para conservar la biodiversidad en Talamanca?

El presente estudio es parte de un proyecto de investigación que tiene como meta evaluar la capacidad de los sistemas agroforestales para proveer hábitats para la biodiversidad, y saber si la actividad agrícola es compatible con la conservación de la biodiversidad en tales sistemas de cultivos.

Mi trabajo es un intento para caracterizar los sistemas agroforestales con cacao en Talamanca. Lleva a cabo una metodología midiendo las prácticas agrícolas y de la estructura del medio. Incluye un enfoque a nivel de la parcela cultivada, a nivel del patrón agro-ecológico (la parcela y los sistemas colindantes), y a nivel del paisaje.

En el primer capítulo, veremos el contexto del estudio: ¿Dónde se ubica Talamanca? ¿Cuál es su situación socio-económica? Presentaremos también el objeto del estudio: el cultivo de cacao, la agroforestería y la biodiversidad.

La metodología del estudio será presentada en el segundo capítulo: ¿Cómo recolectamos los datos? ¿Cuáles herramientas usamos para analizar los datos?

Los resultados, su análisis y su discusión serán vistos en el último capítulo.

Capítulo I: Contexto científico y plan del estudio

1.1. La zona de estudio y su historia

1.1.1. Ubicación de la zona de estudio

El cantón de Talamanca:

El nombre “Talamanca” hace referencia a la población de Talamanca de Jarama, cerca de la ciudad de Madrid, en España, de donde era originario el Capitán don Diego de Sojo y Peñaranda. Éste bautizó el territorio de la colonia española con el nombre de su ciudad, en 1610.

Es importante distinguir los usos de la referencia geográfica “Talamanca”. Incluye tanto la Cordillera de Talamanca, la Reserva Indígena de Talamanca, el Valle de Talamanca como el Cantón de Talamanca. En este estudio, hablaremos de Talamanca como cantón, decretado en 1969. Se sitúa dentro de la provincia de Limón y se ubica al sureste de Costa Rica, entre las coordenadas geográficas 9°00' et 9°45' N, 82°30' et 83°30' O.

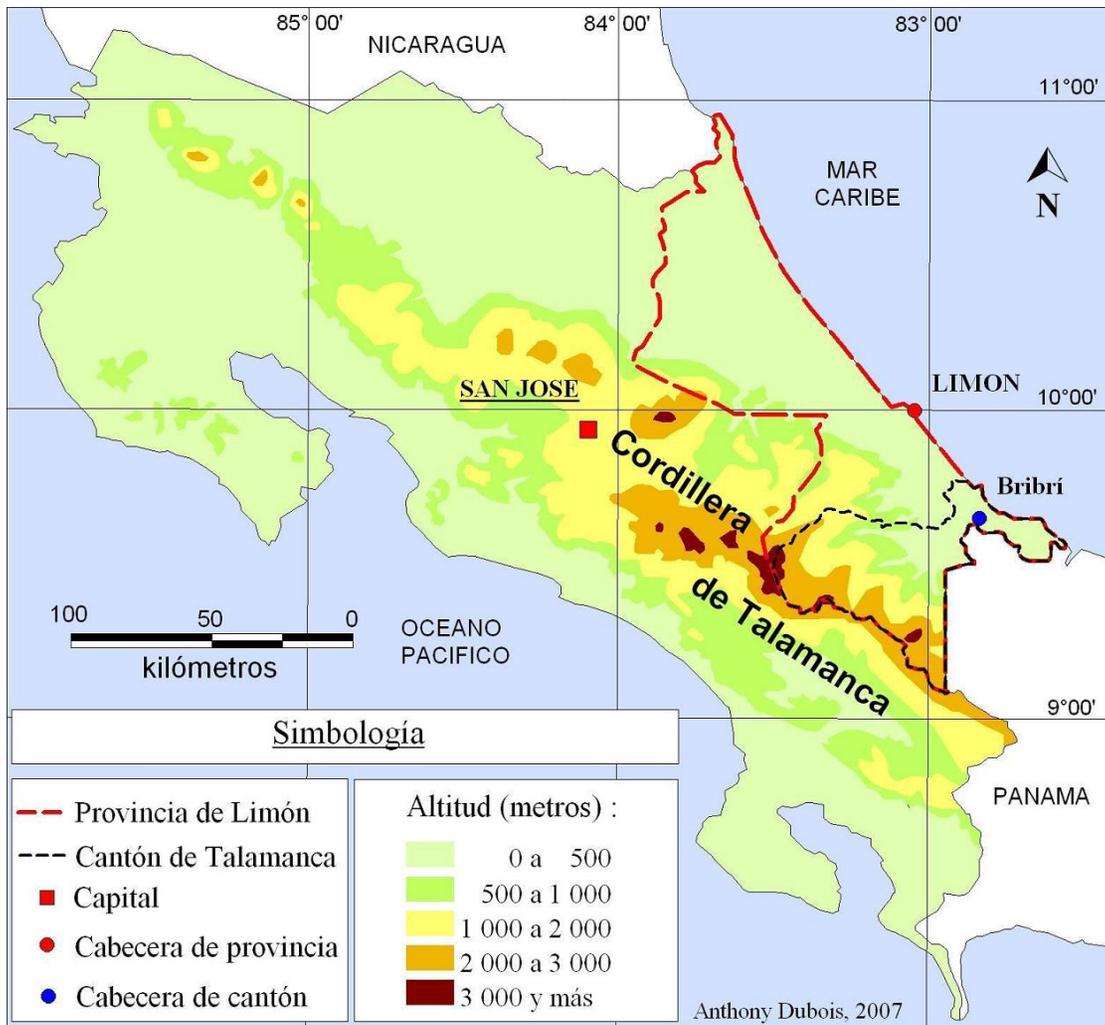


Figura A: Ubicación del cantón de Talamanca en Costa Rica
Fuente: realizado a partir de las mapas del IFAM y del INbio, 1985.

El cantón de Talamanca tiene una extensión de 2810 km². La densidad de población es la más baja del país con 9 habitantes por km² y un total de 30 383 habitantes en 2005. El 92% de la población es rural (INEC, 2005).

La zona baja del cantón concierne las costas y las tierras ubicadas por debajo de los 300 m de altitud. La zona alta incluye tierras de hasta 3820 m de altitud como el Cerro Chirrido (punto más alto del país).

La zona de estudio:

El estudio se ha realizado en la Reserva Indígena de Talamanca, que se divide en dos territorios: La Reserva Indígena Bribri y la Reserva Indígena Cabécar. La reserva está ubicada en el distrito Bratsi del cantón de Talamanca (Cf. Anexo 1: el Cantón de Talamanca). La Figura B de la página siguiente presenta la zona de estudio: relieve, parcelas de estudio, comunidades, vías de comunicación, hidrología.

Distinguimos dos unidades de paisaje en la zona de estudio (*Kapp, 1989*):

- El valle constituido por los ríos Telire, Coén, Larí, Urén y Yorkín. Estos ríos se juntan cerca de Bratsi para crear el río Sixaola. Las parcelas de estudio de esa parte son llanas.
- Las laderas de material sedimentario y de roca intrusita. Las parcelas estudiadas en esa parte son muy inclinadas.

El clima es tropical húmedo, las precipitaciones anuales oscilan entre 2800 mm en el valle hasta 6400 mm en la zona alta (*Kapp, 1989*). La Reserva Indígena de Talamanca está ubicada a orillas del Parque natural Internacional de “La Amistad”. Este parque de más de 200 000 ha forma parte del Corredor Biológico Centroamericano. Además, la reserva está en contacto del Corredor Biológico Talamanca-Caribe que une la cordillera a la costa.

1.1.2. Historia de la región (Según: Palmer, 1994; y Villalobos et al, 1995)

1.1.2.1. Organización de las sociedades indígenas de Talamanca

Los testimonios más antiguos de la ocupación humana se remontan a 300 años a.c. Antes de la llegada de los españoles, la región estaba ocupada por sociedades indígenas (Figura C). Los Sikwas vivían en la parte costera, y no se sabe lo que ocurrió con ellos después de la conquista. Los Tariacas, Urinamas y Coyeyes vivían en la parte norte-oeste de Talamanca. Los Cabécares y los Bribris, dos tribus que tienen la misma autoridad política y religiosa, vivían al sur del cantón actual.

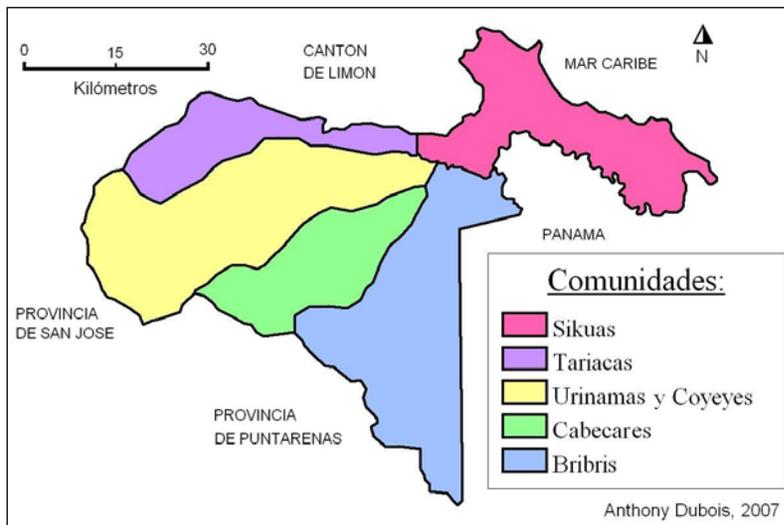


Figura C:
Colocación de las comunidades indígenas en Talamanca antes de la llegada de los conquistadores.

Fuente: realizada según los datos de Villalobos et al, 1995; y del IFAM, 1985.

Las tribus se dividían en clanes más o menos independientes entre ellos. Se reunían para realizar trabajos colectivos o en caso de guerra. Esas comunidades estaban basadas en una economía de autoconsumo con agricultura, pesca, recolección, caza y ganadería. La tierra constituía el elemento fundamental de la cultura y el principal motivo de guerra era por el control de los territorios. A nivel agrícola, los indígenas cuidaban la tierra con la rotación frecuente de las parcelas y un barbecho largo. Los principales cultivos eran el maíz (*Zea mays*), el ayote (*Cucúrbita sp.*), el pejibaye (*Bactris gasipaes*), el frijol (*Phaseolus vulgaris*), y unos tubérculos como la yuca (*Manihot esculenta*) o el ñame (*Dioscorea sp.*).

1.1.2.2. Talamanca la irreductible

El primer contacto entre indígenas y españoles en Talamanca ocurrió en 1540. Las tribus estaban en guerra para la reivindicación de sus territorios. Los conquistadores aprovecharon esos conflictos entre tribus para controlar la región. Sin embargo, con todos los esfuerzos y la tecnología militar, los españoles no lograron conquistar Talamanca. Frente a la resistencia de los indígenas, la colonia (y más tarde el Estado Costarricense) se desinteresó de esa región hasta 1850 para dedicarse al desarrollo del Valle Central.

Durante esa primera invasión en Talamanca, los españoles trasladaron indígenas para repoblar otras zonas del país o para trabajar en plantaciones como los cacaotales de Matina.

Después de la incursión española, los Bribris-Cabécares ocuparon el territorio de los Tariacas y Urinamas-Coyeyes. Desde entonces, hablamos de los Bribris-Cabécares para evocar a los indígenas de Talamanca.

Otro intento de conquista ocurrió entre 1850 y 1910. El Estado quiso debilitar las comunidades de Talamanca cambiando el orden político y cultural. Implantó empresas nacionales y privadas, y mandó misiones evangélicas. Pero la resistencia de los indígenas para conservar su cultura y su modo de vida no lo permitió.

La resistencia de los Bribris-Cabécares a nivel militar y cultural es todavía un orgullo para esas poblaciones.

1.1.2.3. El dominio de las bananeras

La United Fruit Company (UFC, Estados-Unidos) se instaló en Sixaola (cf. Anexo 1) para cultivar banano en 1909. Dicha multinacional es un elemento importante en la historia de Costa Rica, sobre todo para la de la zona atlántica. Su influencia fue tanto económica como política, social y ambiental. Poco después la UFC se extendió en el valle de Talamanca. Construyó pistas, puentes, ferrocarriles y cortó miles de hectáreas de bosque. Las tierras fueron adquiridas por medios legales, comprándolas a los indígenas a un precio módico, o por la extorsión y a veces la fuerza, con el aval del Gobierno Costarricense quién facilitó los trámites para desarrollar su economía agrícola.

Los UséköLpa y el Cacique (autoridades políticas y religiosas de los Bribris-Cabécares) se opusieron a la expropiación de sus tierras mediante actos de resistencia como cortar los bananales y destruir ferrocarriles. La compañía bananera replicó con el envenenamiento del Cacique Antonio Saldaña, quien murió en 1910. Los UséköLpa fueron perseguidos y murieron de “enfermedades raras”. Privados de sus autoridades y a causa de la falta de organización, los indígenas tuvieron que migrar hasta las tierras altas de la Cordillera de Talamanca.

En 1920, una grande inundación destruyó puentes, ferrocarriles, bananales y erosionó la capa superficial de los suelos. La enfermedad fúngica llamada “mal de Panamá” (*Fusarium oxysporum*) empezó a afectar a los bananales de Talamanca en 1930 y fue expandiéndose poco a poco. Cuando otra inundación terminó de destruir los bananales en 1935, la UFC decidió convertir una parte en cacaotales y abandonó los otros progresivamente. Se fue del Valle de Talamanca en 1938, conservando únicamente dos cacaotales.

1.1.2.4. La vuelta al valle

A partir de 1940, las tribus se reinstalaron en el valle de Talamanca y lo encontraron totalmente transformado. Muchas tierras habían sido deforestadas, destruyéndose los hábitats de las especies de caza y la contaminación de los ríos impedía la pesca.

A pesar de volver a sus territorios, la cultura y el modo de vida de las comunidades indígenas fueron trastocados. La caza, la pesca y la recolección perdieron su importancia. La agricultura advino la actividad principal. Los indígenas usaron nuevas herramientas como el machete, la pala o el hacha. Se dedicaron a nuevos cultivos como el banano, el café o el arroz.

Aunque la agricultura guardó su papel de autoconsumo, las comunidades desarrollaron la ganadería y el cultivo de cacao para la comercialización. La venta permitía comprar herramientas en el exterior del valle. Después de la Segunda Guerra Mundial, unas empresas petroleras y de explotación forestal se instalaron en Talamanca. Usaron las vías de comunicación de la UFC y abrieron nuevas, empleando indígenas periódicamente. Se quedaron poco tiempo en la zona pero tuvieron una influencia importante.

La circulación de dinero procedente del desarrollo del comercio, la abertura de vías de comunicación, la mezcla con la población exterior y con la economía capitalista, así como la llegada de nuevas herramientas y tecnologías modificaron el modo de vida autónomo de los indígenas. Sin embargo, las comunidades que se quedaron en las tierras altas de Talamanca conservan su cultura casi intacta debido al aislamiento.

En 1976, el Gobierno Costarricense votó la creación de la Reserva Indígena de Talamanca. La delimitación de 1985 dividió la reserva en dos territorios: la Reserva Indígena Bribri de Talamanca y la Reserva Indígena Cabécar de Talamanca. Las tierras pertenecen a las comunidades y son gestionadas por las autoridades locales.

Hoy en día, el territorio indígena de Talamanca es una de las regiones más pobres y más aisladas del país. La población quiere mejorar su nivel de vida aunque conservando su modo de vida tradicional, quiere más productos del exterior aunque conservando su cultura. La mayoría de los indígenas hablan español, aunque los idiomas Bribri y Cabécar se usan todavía. Los servicios públicos del Estado están presentes en la zona: clínicas, policía, becas. Una de las principales dificultades es el transporte, las pistas están en mal estado, hay pocos vehículos y unas comunidades son accesibles solo en bote.

Los campesinos conservan los métodos tradicionales de cultivo (quema, cultivos asociados, barbecho, rotación de cultivos), hay poca mecanización del trabajo, usan sobre todo el machete. La agroforestería es el modo de cultivo más usado. En los sistemas agroforestales, los cultivos de banano, plátano y de cacao son destinados a la venta (y una menor parte al autoconsumo), muchas otras plantas asociadas están destinadas al autoconsumo (frutales, hierbas medicinales, maderables para aserrar y/o leña). Existen también monocultivos de plátano y banano donde se emplean productos fitosanitarios.

1.2. Historia y desarrollo del cacao

En el siguiente apartado, vamos a llevar a cabo un breve repaso por la historia del cacao en el mundo, en Costa Rica, y en Talamanca para entender la situación actual de ese cultivo en la zona de estudio.

1.2.1. Desarrollo precolombino (Según Touzard, 1989)

Los primeros rastros arqueológicos que atestatan el consumo humano del cacao remontan a 400 años a.c. El área que correspondiente va desde México hasta la Amazonía. En la zona mesoamericana* (ver glosario), el cacao tenía una gran importancia para las civilizaciones precolombinas. Estas, lo usaban de varios modos. El grano entero se usaba como moneda, o molido y mezclado con condimentos, se preparaba en bebida. El cacao era un producto de lujo en las ciudades, pero era más consumido en las zonas de producción.

El cacao venía sea de la cosecha de árboles salvajes del bosque, sea de árboles del patio*, o sea de plantaciones presentando técnicas agronomías bastante complejas (poda, irrigación, drenaje, árboles de sombra). Se estima que la variedad cultivada en Mesoamérica era el Criollo.

1.2.2. El descubrimiento europeo del cacao y la expansión de los cultivos
(Según Wood *et al* 1985; Mossu 1990; Nosti 1953; Enríquez 1983)

Los conquistadores adoptaron rápidamente la bebida de cacao, agregando azúcar para que sea menos amargo. La bebida llegó a Europa a finales del siglo XVI, el uso se difundió en las cortes. Ese nuevo producto creó un grande entusiasmo y se diversificaron los usos (polvo, dulces, tabletas). Los españoles, quienes controlaban la única zona de producción de cacao, multiplicaron las plantaciones en el Nuevo Mundo en el siglo XVII: Trinidad, Jamaica, Haití y Venezuela.

Las plantaciones de Brasil y Ecuador dominaron el mercado en los siglos XVIII y XIX. El cacao fue cultivado temprano en Asia (1610) pero la producción quedó escasa hasta el fin del siglo XX. Al contrario, el cacao llegó tarde a África (fin del siglo XIX) pero conoció un desarrollo inmediato: el continente africano es el primer productor mundial de cacao desde 1920. La producción asiática y oceánica tuvo un crecimiento fulminante en los últimos decenios, fue multiplicada por diez entre 1975 y 2000 y llegó a sobrepasar la producción americana.

	Mundo	África	Asia - Oceanía	América del Sur /Central	Costa Rica
Producción 2005/2006	3 592 000	2 577 000	568 000	447 000	708
Porcentaje	100 %	71,74 %	15,81 %	12,44 %	0,02 %

Tabla A: Producción mundial de cacao 2005/2006
En toneladas de grano.

Fuente: ICCO, *International Cocoa Organization*. Diciembre 2006.

NB: Los estadísticos de producción de cacao se calculan con el “año cacaotero” yendo del primero de octubre hasta el 30 de septiembre incluido. Esto, es debido al hecho, de que la primera cosecha termina entre diciembre y enero según las regiones. Así, el año cacaotero toma en cuenta las dos cosechas enteras en todo el mundo.

1.2.3. El cacao en Costa Rica

Los indígenas cultivaban el árbol de cacao antes de la llegada de los españoles. Unas fuentes históricas atestan la presencia de plantaciones al norte y al oeste del país, cerca de 1500 (en amarillo en la Figura D). Eran cultivos extensivos sin comercio de gran escala y sin impuestos de la nobleza amerindia, como era el caso en Honduras, Salvador, Guatemala y México.

Costa Rica pasó bajo la autoridad de la Capitanía general de Guatemala en 1570. Sin embargo, las plantaciones de la península de Nicoya de ese periodo (en anaranjado en la Figura D) no eran controladas por los españoles. Parece que eran plantaciones indígenas poco importantes de las cuales quedan pocas referencias.

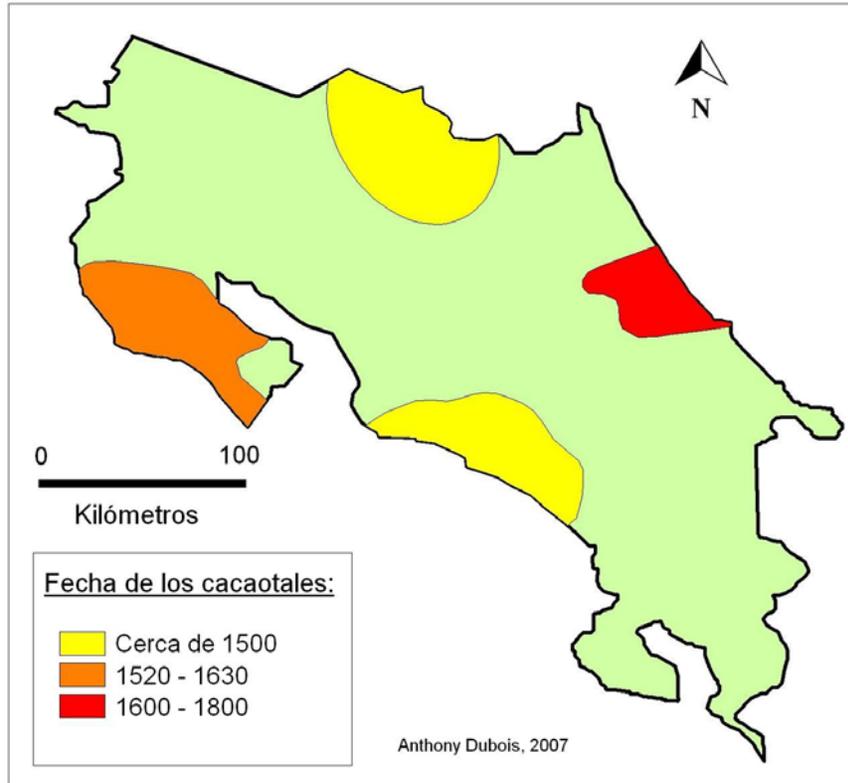


Figura D:
Zonas de producción de cacao en Costa Rica de 1500 a 1800

Fuente: Realizado según los datos de J.M. Touzard en: *L'économie coloniale du cacao en Amérique centrale.*

El mapa adjunto no es exhaustivo, se refiere a las áreas de cultivos relatadas en las obras históricas.

1.2.3.1. El ciclo de Matina (Según Mossu 1990; Enríquez 1983; Roses 1975)

La economía mesoamericana del cacao se distinguió con una sucesión de ciclos productivos durante la época colonial (1524-1823). Esos ciclos, descritos por Ruf y proseguidos por Touzard, afectaron por turno las varias regiones con una grande similitud a nivel de los factores de cada fase (expansión, apogeo y declino).

Cuando los colonos se implantaron en Costa Rica, la mano de obra era insuficiente debido a la escasa población indígena de la región y a las masacres y enfermedades de los españoles. Los colonos buscaron una agricultura de exportación para integrarse en el comercio del Nuevo Mundo y desarrollar la colonia. El cacao fue elegido porque el país tiene las condiciones ecológicas necesarias y sobre todo porque este cultivo pide poca mano de obra.

La producción de cacao en Costa Rica fue afectada por el modelo cíclico mesoamericano. Las primeras plantaciones de los españoles fueron establecidas en la segunda mitad del siglo XVII en la región de Matina (costa atlántica central, en rojo en la Figura D). La elección de Matina se debe a la fertilidad de las tierras, a su clima favorable para el árbol de cacao y sobre todo a la situación estratégica para exportar a Europa. El ciclo demoró alrededor de 150 años

(hasta 1780). Sin embargo, la producción era modesta en comparación a otras regiones del istmo, con un promedio de 200 toneladas por año.

Las plantaciones pertenecían a unas ricas familias españoles de Cartago (antigua capital de Costa Rica). Alquilaban sus tierras a campesinos españoles, y a veces a mestizos o esclavos liberados. La escasez de mano de obra dificultó la economía del cacao a Matina. Las autoridades de Cartago organizaron incursiones en las comunidades indígenas de Talamanca para traer trabajadores a las plantaciones. El déficit crónico de mano de obra se reduzo poco a poco con la edad de los cacaotales, en efecto, necesitan mucho trabajo en sus primeros años: deforestación, plantación, atiende a las plántulas.

La región de Matina dio su nombre a la variedad cultivada, un Forastero importado de Brasil o Surinam. La decadencia de las plantaciones de Matina es la consecuencia de una falta de infraestructuras de exportación y de la concurrencia de otros países productores más organizados como Venezuela.

1.2.3.2. Una producción oscilante (Según *Roses 1975; Quesada 1987*)

A principios del siglo XIX y después del desplome de Matina, la actividad cacaotera costarricense era casi nula. Unas plantaciones eran establecidas en el valle de Turrialba en los años 1840. En 1850, el Presidente de la República de Costa Rica (república que obtuvo su independencia en 1821) quiso diversificar la economía agrícola del país, esencialmente basada en dos productos: café y banano. Lanzó planes de ayuda a la creación de cacaotales.

Un segundo ciclo de alta producción ocurrió entre 1880 y 1935 en la parte atlántica del país. Las exportaciones pasaron de 4 toneladas en 1884 hasta 7300 toneladas en 1930. Esa alza fue favorecida por los precios altos del mercado al principio del ciclo. Otro factor era la estrategia de la UFC quién substituyó sus banales enfermos por cacaotales a partir de 1913. En 1920, el cultivo del árbol de cacao era la tercera actividad agrícola del país después el café y el banano. La crisis empezó cuando los precios mundiales cayeron. Entre 1900 y 1934, el precio por kilo de grano fue dividido por cinco. A pesar de la falta de rentabilidad, no todas las plantaciones fueron abandonadas.

Después de la crisis, la producción fluctuó entre 4000 y 7000 toneladas por año de 1945 a 1976 (Figura E). La producción del año 1978/79 fue la más alta en la historia del cacao en Costa Rica, con más de 10 000 toneladas.

1.2.3.3. La plaga de la monilia (Según *Enríquez et al, 1981, 1982*)

Los primeros síntomas de la monilia (*moniliophthora roreri*; ver párrafo 1.4.6.1.) aparecieron cerca de Cahuita en la costa atlántica (ver Anexo 1). Fue identificada en diciembre 1978 por los científicos del CATIE, en Turrialba - Costa Rica. Poco después, el Ministerio de la Agricultura y de la Ganadería dio recomendaciones para identificar y combatir la enfermedad. Sin embargo, pocos agricultores invirtieron en el material de fumigación debido a su coste. El hongo de la monilia es difícil de combatir porque es muy volátil, y la lucha implica todos los agricultores. De no ser así, las parcelas no fuero fumigadas, se convierten en un foco de diseminación de esporas, y el trabajo de los agricultores colindantes no habrá servido para nada.

La monilia se desarrolló muy rápido en el país, todas las zonas de cultivo del árbol de cacao estaban afectadas en 1980. La enfermedad provocó daños considerables. Entre 1979 y 1981, la producción nacional bajó de 50% (Figura E). En el mismo tiempo, los precios mundiales del cacao bajaron. Eso implicó el abandono de muchos cacaotales. En 1981, alrededor de 50% de las plantaciones fueron abandonadas en la zona atlántica.

Desde la infección de la monilia, la producción resultó baja. No sobrepasa 1000 toneladas desde 1998. Hoy en día, Costa Rica produce sólo 0,02% del cacao mundial (Tabla A).

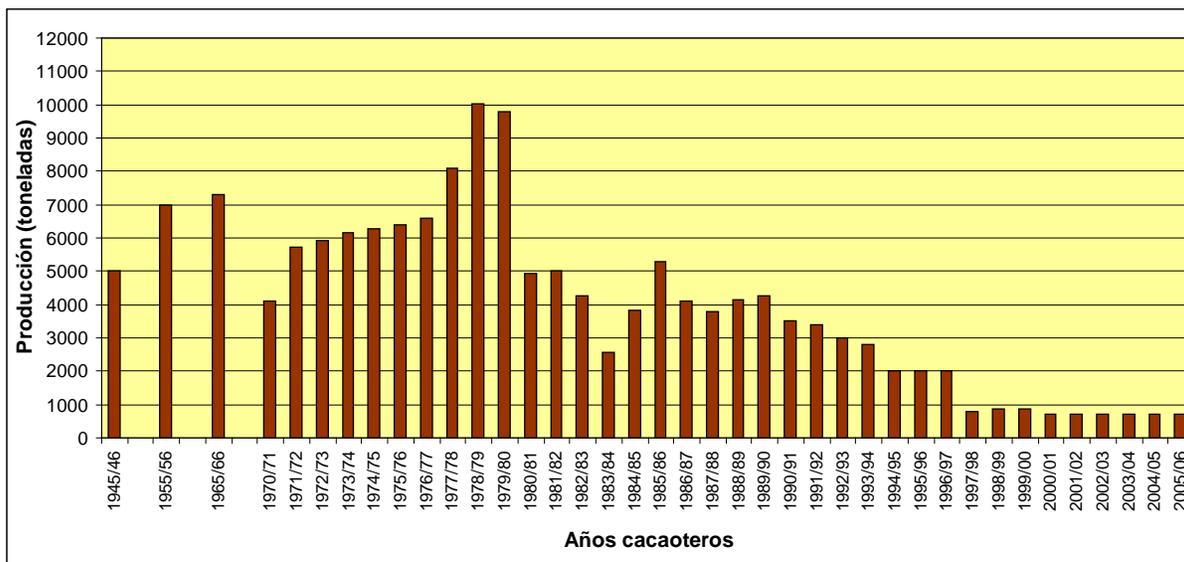


Figura E: Producción de cacao en Costa Rica

En toneladas de granos.

Fuente: realizado según los datos de Wood and Lass 1985; Atlas agropecuario de Costa Rica 1994; FAOSTATS 2006.

1.2.3.4. Un potencial poco explotado

Costa Rica tiene un área potencial de cultivo del árbol de cacao importante, sin embargo, sólo 7% de esa capacidad está usada: 25 873 ha en 1988 en un potencial de 369 620 ha (*Atlas agropecuario de Costa Rica, 1994*).

A pesar de las afecciones de la actividad cacaotera en la historia de Costa Rica, el cacao fue un elemento importante de su economía, sobre todo en la parte atlántica donde se considera que “el cacao fue lo que fue el café para el Valle Central” (*Quesada 1987*).

1.2.4. La economía del cacao en Talamanca

(Según: APPTA; Palmer 1994; Villalobos et al 1995)

Hasta el siglo XIX, el cacao era un producto de uso religioso o de autoconsumo para los indígenas de Talamanca. Cosechaban las mazorcas de los árboles de cacao salvajes que cuidaban.

En los años 1950 y después la salida de la UFC, los indígenas empezaron a cultivar el árbol de cacao como cultivo de renta. Las plantaciones fueron colocadas en lugar de los bananales abandonados. Una parte de la cosecha era destinada a las comunidades pero la mayoría era vendida a intermediarios. Ese cultivo proveía un capital importante para las comunidades y aumentaban el nivel de consumo de productos exteriores. El cacao tuvo un papel de integración a la economía de mercado y de apertura al exterior.

La llegada de la Monilia en 1978 arruinó la economía del cacao a Talamanca. Los indígenas abandonaron la mayoría de los cacaotales. En alternativa, explotaron un tiempo los árboles. Finalmente, encontraron un cultivo apropiado a las tierras del valle: el plátano. Hoy en día, el plátano es el recurso principal del valle, se cultiva sobre todo en monocultivo con uso de químicos.

1.2.5. Contexto actual del cacao en Talamanca

La actividad cacaotera actual está todavía en una situación delicada en Talamanca. Los productores no pueden vivir de ese solo cultivo. No hay bastante producción con el impacto de la monilia. Muchos agricultores tienen unas parcelas con árboles de cacao en sistemas agroforestales (SAF) donde el árbol de cacao está asociado con Musáceas (banano, plátano) y otras especies. Esas especies permiten aumentar y diversificar los ingresos de los productores. Sin embargo, el cacao conserva su importancia cultural y económica.

La Asociación de los pequeños productores de Talamanca (APPTA) fue fundada en 1987 para desarrollar la agricultura orgánica y el comercio justo, y con finalidad de mejorar la calidad de vida de los agricultores de Talamanca. Desde entonces, intenta dar nuevo impulso al cultivo del árbol de cacao orgánico con nuevas variedades y capacitaciones de lucha biológica. La mayoría de los productores de cacao de Talamanca poseen certificados orgánicos y llevan a cabo comercio justo (más de 800). APPTA compra el cacao al precio justo a los productores, se encarga de los procesos post-cosecha y lo exporta, sobre todo a Estados Unidos y a Suiza.

El Proyecto Cacao Centroamericano (PCC) se inició en 2007 para reactivar y apoyar la producción de cacao en América Central. Su paso sostenible toma en cuenta los aspectos sociales, ambientales y económicos de la producción de cacao. Noruega financia el proyecto pilotado por el CATIE (Centro de Agronómico Tropical de Investigación y de Enseñanza). Colaborando con el CATIE, el CIRAD (Centro de cooperación Internacional de Investigación Agronómica para el Desarrollo) participa en el proyecto, nuestro estudio se integra en la parte de Biodiversidad dentro del proyecto.

Tras estudiar de forma breve la historia del cacao en el mundo y más concretamente, en Talamanca, nos vamos a interesar en dicha planta: el árbol de cacao, desde un punto de vista botánico y agronómico.

1.3. El árbol de cacao en su ambiente natural

(Según *Wood and Lass 1985; Mossu 1990; Nosti 1953*)

1.3.1 Origen y hábitat

El árbol de cacao (*Theobroma cacao*) es de la familia de los Sterculiaceae y del género *Theobroma*. Es originario de Amazonia, después la especie* se extendió y dos subespecies se diferenciaron a cada lado del istmo de Panamá: *Theobroma cacao Criollo* en América Central y *Theobroma cacao Forastero* en América del Sur. *Theobroma cacao* es una especie diploide con 20 cromosomas.

El hábitat natural del árbol de cacao se encuentra en el estrato bajo del bosque tropical húmedo. Se encuentra en estado natural en los bosques americanos entre 18° norte y 15° sur, es decir, desde México hasta el sur de Amazonia. El árbol crece hasta 400 m de altitud, bajo sombra densa, importantes lluvias (mínimo 1300 mm por año), humedad elevada y temperatura uniforme (con un promedio entre 25 y 27 °C). Bajo esas condiciones naturales, el árbol de cacao produce algunas mazorcas al año.

1.3.2. Germinación y crecimiento del árbol

La planta se desarrolla a partir de los granos contenidos en el fruto llamado mazorca. En las mazorcas, los granos son envueltos en el mucílago (pulpa viscosa) que tiene un inhibidor de germinación. Así, la germinación puede empezar sólo cuando la mazorca se abre y el mucílago se descompone.

El crecimiento se compone en tres fases:

- La germinación empieza con la salida de las raíces seguido del hipocótilo que soporta los cotiledones cerrados hasta 3 cm del suelo. El tallo del hipocótilo no tiene yema.
- En la segunda fase se abren los cotiledones, sale la plúmula y se endurecen las cuatros primeras hojas. El crecimiento vertical sigue con nuevas hojas dispuestas en espiral hasta que la planta alcanza uno o dos metros de altura.
- Durante la tercera fase (cerca de 18 meses), el crecimiento vertical cesa con la degeneración de la yema terminal. Arriba del tallo, cinco ramas crecen de manera plagiotrópica para formar la “horqueta” del árbol. Esas ramas tienen hojas alternadas.

Después, se forma la horqueta y debajo de ella, unos chupones crecen verticalmente hasta dar una nueva horqueta. Los chupones más vigorosos pueden sobrepasar el canope del árbol para dar un nuevo estrato de hojas, ocasionando el marchitamiento de la primera horqueta. Ese mecanismo puede repetirse varias veces y permite al árbol crecer en altura. El árbol de cacao puede alcanzar 20 metros si se encuentra bajo mucha sombra. Los numerosos chupones del árbol salvaje le dan una forma de matorral. Un árbol es adulto cuando produce frutos, sea entre dos o cuatro años según las condiciones (Figura G).

1.3.3. Las hojas

Existen dos tipos de hojas según la rama madre. Los chupones dan hojas simétricas con un pecíolo largo. Las hojas de la horqueta son ligeramente asimétricas con un pecíolo corto. En las ramas de la horqueta, las hojas son producidas por etapas: la yema terminal crece rápidamente dando tres a seis pares de hojas rojas. Poco a poco, las hojas se endurecen y se vuelven verdes. Cuando la etapa de crecimiento foliar termina, la yema terminal se pone de nuevo en latencia durante un periodo determinado por varios factores ambientales hasta una nueva etapa.

El crecimiento foliar requiere muchos nutrientes los cuales provienen de las antiguas hojas, las cuales morirán. Las etapas de crecimiento foliar son una extensión de la ramas con un cambio de las hojas. El número de hojas caídas dan una estimación del estado nutricional del árbol. En orden de importancia, los factores del crecimiento foliar son los siguientes: la temperatura, el estrés hídrico y la sombra (más sombra implica más crecimiento foliar para alcanzar la luz).

Las hojas tienen estomas sólo en la parte inferior. La intensidad de luz recibida influye en el número de estomas y en el grueso y tamaño de las hojas. Más sombra implica hojas más largas y verdes.

1.3.4. Los raíces

En su ambiente natural, un árbol de cacao tiene una raíz pivote de 80 cm a 2 m de largo con un importante sistema de raíces laterales nutricias a unos 20 cm de la superficie. El radio de esas raíces suele alcanzar lo del canope del árbol.

1.3.5. Las flores

Las flores del árbol de cacao se forman en el tallo o ramas de madera con mas de dos años de edad. Nacen sobre un pedúnculo largo, tienen cinco pétalos libres y cinco sépalos libres, diez ovarios y diez estambres (en cinco carpelos). Los pétalos son estrechos en la base y siguen en forma de copa. Las flores suelen ser rosa pálido pero el color y tamaño varían según los cultivares*. La inflorescencia se hace en antiguos ejes de hojas y dura unos treinta días hasta llegar a la madurez. El árbol produce flores todo el año, con más intensidad en dos periodos: al principio de la estación lluviosa y al principio de la estación seca. Sólo 1 a 5% de las flores polinizaran bien y procurarán frutos. Los ejes de hojas que produzcan flores y mazorcas durante muchos años se engruesaran y podrán sostener muchas flores a la vez. Reciben el nombre de “cojinetes florales”.



Figura F: Flores del árbol de cacao en un cojinete floral

1.3.6. Polinización

La polinización se efectúa por varios insectos. Los principales son las pequeñas moscas de la familia de los Ceratopogónidos. Muchos se desconocen debido a la dificultad de estudiarlos (casi invisibles). Transportan el polen con sus pelos torácicos que puede caer en el estilo de la flor. La polinización debe efectuarse durante el día siguiendo la abertura de la flor, antes de que se marchite.

1.3.7. Crecimiento de la mazorca

El crecimiento de los frutos pasa por varias fases:

- Después la polinización, se nota un crecimiento lento durante unos 40 días.
- El crecimiento se acelera y alcanza su máximo a los 75 días.
- A los 85 días, el embrión crece produciendo mucha grasa.
- El fruto está maduro cuando el crecimiento del embrión cesa.

Pasan de cinco a seis meses entre la polinización y la madurez de la mazorca.

Aunque pocas flores son polinizadas, el árbol suele tener demasiados frutos para llevar todos a madurez. El árbol posee un mecanismo para limitar el número de frutos. El “desecharse de los cherelles” (los cherelles son las mazorcas jóvenes) implica que algunos cherelles paren de crecer y se sequen, quedándose colgadas del árbol. Así, sólo algunas mazorcas siguen creciendo para asegurar la madurez de los frutos. Las mazorcas se llaman cherelles hasta el fin del mecanismo de desecación, después se llaman “mazorcas intermediarias”, “mazorcas adultas” (cuando tienen el tamaño máximo), y por fin “mazorcas maduras”.

El fruto maduro es una drupa indehiscente (fruto carnoso que no se abre sino se descuelga entero del árbol). Se queda sobre el árbol hasta que sea cosechado (Figura H). Los monos, ratas, y otros depredadores del cacao, aseguran la diseminación natural de las semillas. Abren la mazorca, sacan los granos y chupan el mucílago dulce antes de tirarlos.

El espesor y la composición en lignina de la cáscara de la mazorca varían según la variedad. En el interior, cada grano está colgado a la placenta y envuelto de mucílago. Cada fruto contiene 30 o 40 granos en cinco hileras longitudinales (Figura I). Según los genotipos, el fruto tiene una gran diversidad de forma, textura y color. Mide entre 10 y 32 cm.



Figura G: árbol de cacao
Amubri - Talamanca



Figura H: Mazorcas del
árbol de cacao
Tsuirí – Talamanca



Figura I: Mazorca
abierta
Sepecue - Talamanca

1.3.8. Característicos de la semilla

La semilla se compone de dos cotiledones y de un pequeño germen, envueltos en una testa. El color de los cotiledones varía del blanco al morado. El peso seco del grano depende de las condiciones ambientales y de la variedad del árbol. El porcentaje de grasa del cotiledón varía entre 45 y 65% según el genotipo, más grasa implica más peso para el grano.

1.3.9. Clasificación de las variedades* de *Theobroma cacao*

Criollo, Forastero y Trinitario son los tres tipos (o grupos) de poblaciones de *Theobroma cacao*: (Tabla B)

- Criollo: subespecie seguramente domesticada por los Mayas; muy sensible a las enfermedades. El cacao Criollo dominaba el mercado hasta el medio del siglo XVIII pero representa hoy un porcentaje muy escaso de la producción mundial aunque sea considerado como el mejor.
- Forastero: subespecie conteniendo numeras poblaciones salvajes, semisalvajes y cultivadas. Vigorosos; mayor parte del cacao mundial.
- Trinitario: proviene de un cruce entre Criollo y Forastero. No existe al estado salvaje. Muy vigoroso al principio, pero las generaciones siguientes pierden ese vigor poco a poco. Mucha diversidad en los caracteres de los granos y mazorcas, debido a la diferencia genética de los padres.

	<u>Criollo</u>	<u>Forastero</u>	<u>Trinitario</u>
<u>Mazorca:</u> Textura Color	Blanda Rojo	Dura Verde	Bastante dura Variable
<u>Granos :</u> Número promedio Por mazorca Color del cotiledón Tamaño/forma Tenedor en grasa Sabor	20-30 Blanco o morado muy pálido Grandes, gruesas, casi redondas Cerca de 53% Suave, fina e aromática	30 o más Morado pálido/oscuró Pequeñas, más o menos aplastadas 55-59% Amargo y notas ácidas	30 o más Variable Variable Variable Fuerte sabor a chocolate, notas frutadas

Tabla B: Caracteres principales de Criollo, Forastero y Trinitario

Fuente: (Wood and Lass, 1985)

Los cruces entre los tres tipos dan híbridos fértiles que constituyen la mayoría de los cultivares plantados en cacaotales. Existen otras variedades como el Catongo de Brasil o el Djati Roenggo de Indonesia. Son poblaciones descendientes de Forastero para el Catongo y Criollo para el Djati Roenggo. Estas poblaciones se diferenciaron de manera aislada y la gran variación, en comparación con la población inicial permite clasificarlos por separado.

1.4. El cacaotal: itinerario técnico de cultivo y de cosecha

(Según: Wood and Lass 1985; Mossu 1990; Enríquez 1983)

Hoy en día, la mayor parte del cacao mundial es producido por pequeños agricultores independientes. Sin embargo, grandes plantaciones existen, sobre todo en Brasil y Asia.

1.4.1. Exigencias climáticas y edáficas para la producción

Las condiciones óptimas para el árbol de cacao cultivado con fines productivos pueden ser diferentes de las condiciones naturales, vistas anteriormente.

1.4.1.1. Clima

El árbol de cacao necesita una atmósfera caliente y húmeda. La humedad relativa debe ser elevada en los cacaotales: 100% la noche, 70-80% el día, pudiendo ser menor durante la estación seca.

La temperatura ideal para el cultivo del árbol de cacao es: máximo de 30-32°C, mínimo de 18-21°C. El promedio mensual de los mínimos diarios debe ser superior a 15°C (mínimo absoluto de 10°C) y el de los máximos menor de 30°C.

La pluviosidad es importante, influye mucho en los rendimientos. El árbol de cacao es sensible al estrés hídrico, necesita muchas lluvias repartidas durante el año. El óptimo se encuentra entre 1500 y 2000 mm de precipitaciones anuales, con un máximo tres meses secos (menos de 100 mm al mes).

Los vientos pueden dañar los cacaotales si son fuertes o/y regulares. En ese caso se necesita proteger los cultivos con árboles rompevientos. Los vientos desecadores (como Harmattan en África del Oeste) quitan la humedad indispensable a los cacaotales. Esto, se puede contrarrestar con cultivos bajo sombra, árboles rompevientos o más densidad de plantación.

1.4.1.2. Suelo

El árbol de cacao puede crecer en suelos muy diferentes si las condiciones climáticas son favorables. Sin embargo, un suelo profundo y fértil permite mejor desarrollo del árbol y más rendimiento. Las condiciones edáficas óptimas para *Theobroma cacao* son:

- al menos 1,5 m de profundidad;
- Una textura que detenga el agua si hay una estación seca, o una textura que drene el agua si se producen muchas lluvias;
- Una estructura homogénea que permita desarrollarse bien las raíces;
- Un pH cerca de 6,5;
- Un elevado contenido en materia orgánica en el horizonte superficial (donde están las raíces nutricias), con un mínimo de 3,5%.

1.4.2. Modos de reproducción

La reproducción sexuada (con la semilla) del árbol de cacao es el método más usado en el mundo. Es el más sencillo y económico. Además, la uniformidad de las variedades más cultivadas (híbridos de Forasteros) permite la reproducción sexuada sin variaciones genéticas significadas.

La reproducción vegetativa (no sexuada) interviene cuando se requiere una copia exacta a la planta madre, como para los cultivares de trinitarios que presentan mucha heterogeneidad genética. El árbol de cacao se acomoda bien a la propagación vegetativa, las técnicas usadas son el esqueje, el injerto o la clonación *in vitro*.

Por lo general, el modo de reproducción está elegido según la mano de obra disponible y su nivel de calificación. Por ejemplo, el injerto necesita habilidad y rapidez para ser rentable.

Muchos productores siembran directamente la semilla en el campo, no obstante, presentamos las numerosas ventajas de la producción de plántulas en vivero:

- ganancia de tiempo: se puede preparar el terreno durante el crecimiento de las plántulas;
- elección del mejor periodo de plantación en el campo;
- protección y atención a las plántulas;
- facilidad de riego;
- selección de las plántulas más vigorosas para plantar.

Si los granos son comprados en el exterior, hay que sembrarlos desde su recepción porque el porcentaje de germinación disminuye con el tiempo. En vivero, las plántulas crecen de cinco a siete meses, a veces más, antes de estar trasladados al cacaotal. El vivero debe poseer sombra suficiente para que sólo el 50% de los rayos solares pasen. Lo más cómodo, es instalar una cobertura de palmas. La ubicación del vivero depende de varios factores: cerca de la plantación, de una vía de acceso y de un aguadero.

El agricultor elige la variedad según criterios de precocidad, de productividad, de calidad de grano y de comportamiento frente a las enfermedades e insectos presentes en la región. Generalmente, los países productores poseen centros agronómicos proponiendo variedades adaptadas a la zona de producción.

1.4.3. Creación de la plantación

El agricultor tiene que tener en cuenta los factores climáticos, edáficos y la variedad cultivada para elaborar la estructura del cacaotal (sombra, drenaje). Una preparación aplicada y razonada del terreno permite evitar problemas difíciles de corregir en el futuro.

1.4.3.1. Elección del terreno

Los cacaotales se establecen casi siempre en terreno forestal, de vez en cuando en plantaciones ya establecidas (cocotales, plantación de hevea, de maderables). Esto, se explica por varios factores: el bosque posee un suelo fértil, pocas enfermedades del árbol de cacao, algunos árboles pueden ser conservados para la sombra y por último, la avanzada en el bosque es una conquista de espacios vírgenes.

Si la zona de implantación es forestal, el productor tiene dos opciones: eliminar totalmente el bosque y establecer una nueva sombra, o aclarar el bosque conservando árboles de sombra. Hay que crear una sombra temporaria, densa, con plantas de crecimiento rápido para los primeros años de los árboles de cacao. Así, habrá en la parcela los árboles de cacao jóvenes, las plantas de sombra temporaria y los árboles de sombra definitiva (en crecimiento o ya establecidos). Veremos más tarde las técnicas de sombra.

1.4.3.2. Preparación del terreno y plantación

El primer trabajo es desbrozar el suelo y talar el bosque (conservando o no árboles de sombra), reunir ramas y tallos en hileras para quemarlos. Si se quitan todos los árboles, es importante establecer rápidamente la sombra temporaria para proteger el suelo desnudo de la degradación del sol, de la lluvia y de las malezas.

Cuando el terreno está listo y la sombra establecida, se puede plantar. El periodo más apropiado es el principio de la estación lluviosa para no imponer estrés hídrico a los jóvenes árboles de cacao. Existen varias técnicas para colocar las plantas, la más usada es la plantación en líneas equidistantes que facilita las tareas agrícolas. La densidad de plantación se acomoda según la variedad, la sombra, el suelo, y el clima. Se aumenta la densidad cuando las condiciones locales se alejan del óptimo ecológico del árbol de cacao. Sólo las plantas más vigorosas serán trasplantas. Si las precipitaciones son normales, las pérdidas van de 3 a 5%.

1.4.3.3. Regeneración de cacaotal

En el caso de la regeneración de un viejo cacaotal, hay que conocer primero la razón del abandono, para no hacer los mismos errores y ver si vale la pena cultivar de nuevo.

Si la sombra es de calidad, se puede plantar los nuevos árboles de cacao en las interlíneas de los viejos, y esos mismos serán eliminados poco a poco con el desarrollo de los jóvenes. Los retoños de los viejos árboles de cacao pueden servir de esquejes. Otra opción es realizar un cambio selectivo árbol por árbol para rejuvenecer la plantación.

Si la sombra es mala, resulta más rentable eliminar todo y crear una nueva plantación. La dificultad principal de una regeneración es la exposición de los árboles de cacao nuevos a las enfermedades y devastadores de los antiguos.

1.4.4. Sombra

1.4.4.1. Sombra temporaria

La sombra requerida por el árbol de cacao varía de una región a la otra según las condiciones climáticas (nebulosidad) y la latitud (inclinación e intensidad solar). Por ello, es difícil establecer un porcentaje de luz ideal.

Se considera que la sombra debe dejar pasar como máximo, el 50% de la luz durante los dos primeros años del árbol de cacao. La exposición a pleno sol implica demasiada evapotranspiración para el árbol de cacao joven. Su frondosidad* es muy escasa para fotosintetizar toda la radiación, y sus raíces son insuficientes para bombear suficiente agua. Así, la sombra temporaria interviene hasta que los árboles de cacao alcancen un desarrollo completo y formen una cobertura completa. Después, la sombra será reducida poco a poco y relevada por la sombra definitiva (excepto en caso de cultivo a pleno sol).

Las plantas alimenticias se usan mucho para ese tipo de sombra porque permiten tener ingresos. El banano es muy cómodo, pero muchas otras plantas pueden servir: la yuca, la papaya, el maíz.

1.4.4.2. Cultivo bajo sombra

El cultivo bajo sombra es apropiado a la mayor parte de las regiones productoras de cacao en el mundo, y a las plantaciones con meta de producción a largo plazo.

Para la sombra definitiva, vimos que existen dos métodos: el arreglo del bosque o la plantación de nuevos árboles. La primera tiene como ventajas la ganancia de tiempo y de dinero pero la sombra que resulta no es uniforme, y las especies presentes pueden ser molestas para el árbol de cacao. Así, hay que eliminar los árboles tales como los del género Cola y los de la familia del árbol de cacao (Sterculiaceae) que hospedan enfermedades.

Para los árboles plantados, ese método permite establecer una sombra homogénea y elegir las especies. Sin embargo, requiere mucho tiempo para estar listo. Las especies más usadas para sombra de cacaotal son las de los géneros Erythrina e Albizia, son leguminosas y aportan nitrógeno a los árboles de cacao. Otra plantación puede servir de sombra y proveer otro ingreso, es el caso de los cocotales que ofrecen buenas condiciones de sombra.

Además de reducir la intensidad luminosa, la sombra permite también limitar el viento y las malezas. Sin embargo, el microclima caliente, húmedo y poco aireado instaurado por los árboles de sombra puede ser favorable al desarrollo de las enfermedades (sobre todo fúngicas).

1.4.4.3. Cultivo a pleno sol

La auto-sombra interviene cuando el árbol tiene un canope bien desarrollado, desde entonces puede resistir a la exposición solar directa. El cultivo a pleno sol presenta mejores rendimientos, pero sólo si se aplica abono NPK, sino los rendimientos van a bajar. Además, los cacaotales a pleno sol tienen una vida económica más corta. Aparece que el árbol de cacao se “cansa” a pleno sol, debido a la sobreactividad fotosintética y metabólica. Además, se expone a los insectos heliofílos tales los Miridae, de cuales es sensible.

El cultivo de cacao a pleno sol se restringe a las regiones que tienen condiciones climáticas y edáficas óptimas para *Theobroma cacao*.

1.4.5. Manejo del cacaotal

Cuando la plantación está lista, el manejo no requiere muchos costos ni presenta muchas dificultades. Una atención regular es suficiente, sobre todo en los primeros años. Vamos a ver las principales labores de manejo de un cacaotal.

El suelo debe ser limpiado para que las malezas no molesten el crecimiento de los árboles ni el trabajo en la parcela. Se pueden usar los herbicidas o la chapea. Se prohíbe la labranza o la escarda ya que destruirían las raíces nutritivas del árbol de cacao. En un cacaotal maduro, la capa de hojas muertas y la sombra bastan para impedir el desarrollo de malezas.

El árbol de cacao necesita dos tipos de poda. La poda de formación, que consiste en seleccionar las mejores ramas y dar la forma requerida al árbol, y la poda de mantenimiento, que elimina los chupones (deschuponaje), las ramas muertas y las ramas que crecen en el interior del árbol, las cuales crean un medio poco ventilado y favorable a las enfermedades fúngicas.

La fertilización se aplica sobre todo en caso de cultivo a pleno sol. A pesar de esto, puede ser necesaria en plantación bajo sombra si el suelo presenta una carencia importante en algunos elementos.

1.4.6. Enfermedades y parásitos del árbol de cacao

Se puede emplear químicos para luchar contra las enfermedades y devastadores del árbol de cacao. Dicha lucha implica sabiduría y costos para productos y material. A veces, técnicas de cultivo adaptadas pueden ser suficientes para limitar la proliferación de estos enemigos, como una sombra ajustada, y una poda y un drenaje eficientes.

1.4.6.1. Principales bioagresores presentes en Costa Rica

La monilia es la enfermedad más importante de los cacaotales de Costa Rica (Crozier, 2007). Está presente únicamente en el continente americano. La monilia se debe a la entrada del hongo *Moniliophthora roreri* en la mazorca. Si es un cherelle, el crecimiento de los granos para. Si es una mazorca adulta, el mucílago y los granos se pudren. Después aparecen manchas brunas al

exterior de la mazorca, luego esporas blancas muy volátiles y por fin la mazorca se deseca. Esa enfermedad es muy contagiosa y puede dañar la producción hasta en un 90%.

Estado no
esporulado



Estado
esporulado

Figura J: Mazorcas atacadas por la monilia en Talamanca
(Fotos: Deheuvels, 2007)

La segunda enfermedad por orden de incidencia es la “mazorca negra”, los hongos del género *Phytophthora sp.* son agresores universales de *Theobroma cacao*. Como la monilia, provocan la pudrición y la desecación de la mazorca. Moderadamente importante en Costa Rica, esta enfermedad provoca muchos desgastes en África. Puede dañar la cosecha hasta 95%.

Otras enfermedades fúngicas, poco presentes en Costa Rica son: el “escoba de brujas” (*Crinipellis pernicioso*), el “mal de machete” debido a la infección de una lesión del árbol por el hongo *Ceratocystis fimbriata*.

A nivel de los insectos, sólo los Miridae *Monalonium* atacan los árboles de cacao en Costa Rica, perforando las mazorcas.

Numerosas especies de roedores, monos y Picidae perforan las mazorcas para comer el mucílago dulce, no comen los granos muy amargos.

1.4.6.2. Otros bioagresores importantes del árbol de cacao

En el Oeste de África, el virus Swollen Shoot causa graves desgastes. Es transmitido por las cochinillas, y el árbol puede morir en tres años.

Algunos hongos son favorecidos por la presencia de madera muerta y tocones en descomposición en la plantación. Dichos hongos desecan la frondosidad del árbol y causan la pudrición de las raíces. Hay que sacar los árboles enfermos para limitar la propagación.

La enfermedad fúngica Vascular Streak Dieback ataca los árboles de cacao débiles en el Sureste Asiático. Los viveros también pueden ser atacados.

Numerosos insectos devastadores afectan el árbol de cacao. Los más importantes son los Miridae. Atraídos por la luz y plantas huéspedes, (Sterculiaceae y Bombáceas) implican la desecación progresiva del árbol. El “perforador de la mazorca” bloquea la formación de los granos (y endurece el mucílago) en el Sureste Asiático e Oceanía. Las orugas de la mazorcas favorecen las enfermedades criptogámicas en África. Los abejorros entrañan la decadencia del árbol en las Antillas y en África. La Psylla desordena el crecimiento de las plántulas expuestas a pleno sol. Muchos otros devastadores afectan el árbol de cacao.

1.4.7. Cosecha

El árbol de cacao produce frutos continuamente, sin embargo dos picos de producción se distinguen en el año. El periodo de estos picos varía según las zonas de cultivo, se sitúan entre diciembre y febrero y luego entre abril y julio. El primer periodo de alta producción (diciembre a febrero) es más importante que el segundo. Por lo general, el productor hace dos cosechas por año que corresponden a los dos picos de producción. La Figura K presenta el porcentaje de productores de cacao que declaran cosechar según los meses del año en Talamanca. La mayoría de los productores cosechan en fin de año (cosecha principal), menos de la mitad cosechan a mediados de año (cosecha secundaria) y muy pocos cosechan en los otros meses (cosechas intermedias).

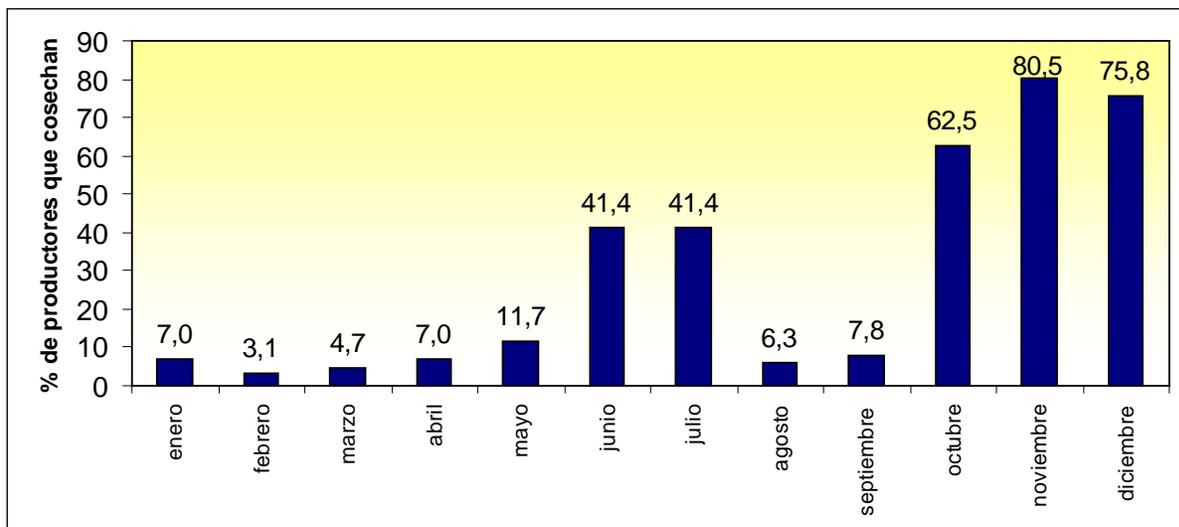


Figura K: Porcentaje mensual de productores cosechando en Talamanca (2005)

Realizado con los datos del Proyecto Carbono, 2005.

Muestra de 128 productores de Talamanca.

Hay que cosechar la mazorca durante la madurez, sino los granos inmaduros procuran un cacao de mala calidad. No hay que dejar que la mazorca madure mucho tiempo en el árbol, porque se expone a los depredadores y las enfermedades. Así, se recomiendan colectas selectivas espaciadas de siete a quince días durante el periodo de cosecha, para tener granos de calidad.

Hay que abrir las mazorcas poco después de la colecta para conservar la calidad de los granos. Los agricultores suelen abrir las mazorcas con machete, pero este método puede dañar los granos, entonces una maza de madera es más apropiada para la operación. Cuando la mazorca está abierta los granos se extraen fácilmente con la mano. En este estado, los granos se llaman “granos frescos”.

1.4.8. Preparación del cacao para el mercado

El cacao mercantil es conocido como cacao. La palabra “cacao” hace referencia al producto que se obtiene después dos operaciones fundamentales: la fermentación y el secado. Al terminar dichas operaciones, los granos son conocidos como habas de cacao.

La fermentación cesa la germinación del grano, desarrolla los precursores del aroma a chocolate, y quita el mucílago del grano. Los granos frescos son almacenados en montones o en cajas, la fermentación empieza gracias al mucílago. El color de los cotiledones pasa del blanco o morado y al color oscuro característico del cacao. La operación permite también quitar un poco de la amargura del grano. Hay que bracear los granos para que la fermentación sea homogénea. La duración varía según las condiciones climáticas, el método elegido y la variedad. Los granos de Criollo fermentan rápidamente (dos o tres días), los de Forastero o Trinitario necesitan de cuatro a seis días.

El secado disminuye el contenido en agua de los granos para su conservación. Debe pasar de 60% a menos de 8%. El secado natural consiste en la exposición de los granos fermentados al sol. Los granos secados con este método resultan menos ácidos. El secado artificial se hace en hornos, que requieren una elaboración más o menos complicada.

A nivel mundial, el secado natural es más usado porque es el más sencillo y económico. El secado artificial interviene cuando las condiciones climáticas impiden el secado al sol, o para grandes cantidades de granos.

Después, los granos de cacao son limpiados y a veces clasificados. Se almacenan en sacos, y están listos para la venta.

1.5. Términos agronómicos de sistemas y agroforestería

1.5.1. El sistema de producción agrícola (Devienne y Wybrecht, 2002)

El concepto de sistema de producción implica un interés conjunto de la estructura, la organización y el funcionamiento de las explotaciones agrícolas. Hay que entender lo que hacen los agricultores: cómo y porqué. ¿Cómo llevan a cabo varias actividades y prácticas agrícolas en la explotación?, ¿cuál es la racionalidad de las prácticas?, ¿cuáles son los problemas técnicos y económicos que se encuentran? Implica también evaluar los resultados obtenidos (resultados económicos y cualidades técnicas).

1.5.2. El sistema de cultivo (Sébillotte, 1977)

Es un concepto agronómico que se aplica a la escala de la parcela o del grupo de parcelas trabajadas uniformemente. El sistema de cultivo está caracterizado por una sucesión de cultivos (y eventuales asociaciones de cultivos), y por el **itinerario técnico**. La lógica agronómica del sistema de cultivo está estrechamente ligada a las condiciones pedoclimáticas, socio-económicas (acceso a la tierra), y físicas (distancia de la sede de la explotación, tamaño de las parcelas, etc.)

La lógica se analiza en términos de sistemas a escala parcelaria, pero la comprensión y la explicación de las elecciones y prácticas se buscan a escala de **sistema de producción**, es decir del funcionamiento de la combinación de los diferentes sistemas de cultivo y de ganadería.

El sistema de producción se compone de tres subsistemas: un sistema biotécnico, un sistema de información y un sistema de decisión (ver anexo 2).

1.5.3. El itinerario técnico (Sébillotte, 1990)

El itinerario técnico se define por “la sucesión lógica y ordenada de técnicas de cultivo aplicadas a una especie vegetal con la meta de alcanzar un objetivo de rendimiento”.

Dicho concepto pone en evidencia dos puntos fundamentales: la coherencia y la interacción de las prácticas de cultivo. Y además, implica la existencia de varias maneras de manejar la parcela según los objetivos.

1.5.4. Los sistemas agroforestales y la biodiversidad

La agroforestería designa el conjunto de sistemas y técnicas de utilización de las tierras donde se asocian deliberadamente, en una misma parcela, plantas leñosas vivaces a los cultivos o a la producción animal, siguiendo un ordenamiento espacial o una secuencia temporal. Los sistemas agroforestales (SAF) tienen interacciones ecológicas y económicas entre los diferentes componentes.

La agroforestería es un conjunto de prácticas que integran conceptos agrícolas y forestales, en un espacio y un tiempo definido. Es una ciencia que aspira a entender y optimizar las ventajas entre las zonas arbóreas o arbustivas y los diferentes componentes de los sistemas agrícolas: tierras, cultivos, animales y productores. Ofrece sistemas de ordenación adaptados a las realidades del medio y a los objetivos del productor

(Según: *International Council for Research in Agroforestry*).

Los sistemas agroforestales tienen un papel económico y social importante. En la región tropical húmeda, tienen generalmente uno o varios cultivos perennes principales en los cuales se basa la viabilidad económica del sistema de producción (cafetero, árbol de cacao, hevea, cocotero o palma de aceite). A nivel social, los SAF ofrecen varios ingresos y servicios (leña, madera, caza, sombra, etc.), son factor de estabilidad para compensar las variaciones de los precios agrícolas (*según: umr system-CIRAD*).

A continuación la figuraβ muestra una fotografía de un SAF con cacao tomada a Chase (Talamanca). Se puede ver los diferentes estratos de la plantación:

- árboles en el estrato superior (sombra/madera);
- estrato intermedio poco denso (frutales);
- árboles de cacao en el estrato inferior

Se nota la diversidad de especies asociadas en al SAF: árboles de cacao, Musáceas, laurel (*Cordia alliodora*), pejibaye (*Bactris gasipaes*) así como muchas otras.

Según ciertos estudios, los SAF son medios favorables a la biodiversidad. A la inversa de los monocultivos en el que hay un solo estrato de vegetación, los SAF asocian varias especies arbóreas y herbáceas en diferentes estratos. En espacios agrícolas, deforestados o fragmentados, pueden enlazar zonas forestales. Pueden también ser prolongaciones de medios naturales. Ofrecen hábitats y recursos favoreciendo la biodiversidad vegetal y animal, especialmente para aves forestales y mamíferos. (Perfecto *et al*, 1996; Rice y Greenberg, 2000).

Si los SAF favorecen la biodiversidad, eso incluye también a los depredadores y a las enfermedades (Holdenrieder *et al*, 2004). Las especies forestales que encuentran un hábitat en los SAF pueden dañar las cosechas. En Talamanca, las mazorcas están atacadas por roedores, carpinteros y monos.

Los SAF ofrecen también otros servicios ambientales como la conservación de los suelos, del agua o la captura de carbono (Beer *et al*, 2003).



Figura β: Sistema agroforestal con cacao en Chase - Talamanca
Foto: Deheuvels, 2007

En la primera parte se explicó la zona de estudio: Talamanca, así como el objeto de estudio: el cultivo del árbol de cacao en sistema agroforestal y la biodiversidad. Dicha presentación es indispensable para entender bien el contexto de la problemática.

La producción de cacao es una actividad importante en Talamanca aunque se encuentran muchos problemas para su cultivo. Es una región pobre que posee pocos medios para luchar contra las enfermedades del árbol de cacao y obtener una producción satisfactoria. La agroforestería es un medio para diversificar los ingresos y los servicios. Su ubicación hace de Talamanca un lugar muy importante para la biodiversidad.

Capítulo II: Metodología del estudio

Emitimos los postulados siguientes:

- Las posibilidades de hábitats que existen en un ecosistema para fauna y flor silvestre dependen de la estructura del ecosistema y de los ecosistemas colindantes; Definimos la estructura de un ecosistema por los elementos fijos que lo componen y sus respectivas características.
- La calidad de los hábitats encontrados dependen del tipo y de la intensidad de las prácticas agrícolas realizadas en el ecosistema estudiado.

Para caracterizar la estructura de los SAF cacao de Talamanca y sus perturbaciones, se realizaron encuestas con productores y mediciones de campo, siguiendo un protocolo que se detalla a continuación.

2.1. Material y métodos

En primer lugar, se describirá cómo se han tomado los datos en el campo, y después, qué métodos se han empleado para su análisis.

2.1.1. Toma de datos

El estudio se llevó a cabo en la Reserva Indígena Bribri-Cabécar de Talamanca. Se realizó en dos etapas, a partir de datos aportados por la Asociación de los Pequeños Productores de Talamanca (APPTA) que completamos.

Etapa 1: Encuesta a 100 productores de cacao orgánico de APPTA

Una entrevista de 15 a 60 minutos se realizó con una muestra de 100 productores de cacao socios de APPTA. Estos 100 productores del cantón de Talamanca fueron elegidos al azar en la base de datos de APPTA, en la cual constan 805 productores de cacao. La muestra representa el 12,4% de esta población y toma en cuenta la proporción de productores de cacao de cada comunidad. APPTA reúne la mayor parte de los productores de cacao del territorio indígena, y una parte de los productores de la costa. El Anexo 4 presenta la superficie cultivada en cacao por los 805 socios de APPTA, en cada comunidad del cantón. La mayoría de los cultivos de cacao se ubican en la mitad Bribri de la reserva, al sur del río Telire. El 94% de los productores entrevistados viven en la reserva. Se decidió encuestar también a unos productores fuera de la reserva, con el fin de comparar los resultados.

Por lo general, la entrevista se efectuaba a la casa del productor, y a veces en su parcela (ver el formulario de encuesta en Anexo 3). Dicha entrevista tenía como objetivos:

- comprobar la fiabilidad de la base de datos de APPTA;
- Obtener una descripción sumaria de los sistemas agroforestales con cacao, de sus contextos y calidades, para establecer una tipología.

Se componía de:

- número y localización de los cacaotales de cada productor, sistemas colindantes de los cacaotales (con un esquema, dibujado bajo control del agricultor, presentando la parcela y los elementos del paisaje contiguos: cultivos, ríos, pistas...);
- para cada cacaotal: superficie declarada, tiempo de acceso desde la casa y medio de transporte, variedad de cacao, fecha y modo de instalación del cacao, estimación de la producción anual de cacao;
- impacto de la monilia (*Moniliophthora roreri*) y repartición en la parcela (homogénea/heterogénea);
- inventario de las plantas asociadas a los árboles de cacao en cada cacaotal (diversidad y abundancia);
- especies de plantas asociadas más importantes y criterio de importancia para el productor.

Etapa 2: estudio a escala parcelaria

Los 100 productores encuestados permitieron describir 160 cacaotales con sus medios colindantes. Con estos datos se hizo una tipología que se fundamentó en:

1. las especies vegetales asociadas a los árboles de cacao en la parcela;
2. las formaciones vegetales, cultivadas o no, colindantes de la parcela.

De esta tipología se sacó una muestra de 10 parcelas agroforestales con cacao contrastadas para realizar un estudio piloto comparativo sobre la estructura de la vegetación y las perturbaciones del medio. La caracterización agronómica de las diez parcelas pasó por tres aspectos:

1. una **encuesta detallada** con el productor para conocer el itinerario técnico aplicado a la parcela;
2. una **descripción visual** de las coberturas (vegetales o no) rodeando la parcela;
3. unas **medidas** en la parcela para establecer la estructura de la vegetación y las características agronómicas del sistema agroforestal.

1. La encuesta se llevó a cabo con el productor, en su casa. Consiste en la descripción de los árboles de cacao y del itinerario técnico:

- fecha de creación del cacaotal;
- variedad(es) de los árboles de cacao;
- el modo de instalación y el material vegetal usado (siembra directa, plántulas de semilla, esqueje);
- itinerario técnico aplicado a los árboles de cacao y a las otras plantas cultivadas en la parcela, incluyendo las técnicas y frecuencias de lucha contra la monilia y otras plagas y enfermedades del cacao.

2. La descripción visual de la vegetación natural o cultivada en las parcelas colindantes del SAF cacao estudiado: tipos de vegetación clasificados según su similitud con una estructura forestal.

3. Las medidas en los SAF se hicieron a dos escalas:

a) **Medidas a escala parcelaria:** recorrido y medida del perímetro con GPS (Garmin GPSmap 76CSx) para calcular la superficie.

b) **Medidas intraparcclarias:** dos muestras se materializaron:

- 1- **Una parcelita de muestreo central (C):** a partir del centro de la parcela (estimado y georeferenciado), se materializa con cinta métrica una parcelita de 20m por 30m (600m²), empezando por un lado de 20m hacia el Noroeste. Esta parcelita al ubicarse en el centro de la parcela, hace suponer que la influencia de los sistemas colindantes es la más baja en este punto.
- 2- **Una parcelita de muestreo en linde (B):** se realizó en el límite de uno de los sistemas vecinos. Se coloca el lado pequeño (de 20m) a lo largo del límite y la parcelita se materializa hacia el interior del SAF estudiado. Tiene el mismo tamaño que la parcela central y permite medir la influencia de la formación vegetal colindante sobre la estructura de la vegetación del SAF cacao estudiado.

Las medidas efectuadas en las parcelas B y C fueron:

Pendiente: la pendiente y su orientación fueron medidas con un clinómetro en cada parcelita. Es un índice de factibilidad de las técnicas agrícolas y de exposición solar.

Identificación de las especies asociadas: el productor describe cada planta de la parcelita (fuera de los árboles de cacao) con tres informaciones:

- su nombre común;
- el modo de instalación (siembra directa / plántula / espontáneo);
- los usos que él y/o su familia realizan con esta planta.

Cada planta está identificada con una etiqueta para asociarla las variables siguientes:

- altura total (medida con clinómetro);
- circunferencia a 1,30m (medida estándar de crecimiento de los maderables);
- distancia al tronco de la rama más larga;
- altura de la primera rama importante parte de la copa.

Estas medidas permiten definir la estructura de la vegetación en el SAF con los diferentes estratos de especies vegetales asociadas a los árboles de cacao, y el área ocupado por la frondosidad de cada árbol.

Medidas de los árboles de cacao: todos los árboles de cacao de la parcelita fueron contados. A los que se encontraron en una banda de dos metros centrada en la diagonal norte (materializada con una cinta métrica) se les realizan medidas para las siguientes variables:

- altura total;
- circunferencia del tronco en la base;
- altura de la primera horqueta y números de tallos;
- altura de la segunda horqueta y numero de tallos;
- distancia al tronco de la rama más larga.

Medida de la sombra: cinco medidas de la sombra se efectuaron con un densímetro hemisférico:

- tres se realizaron en la diagonal norte (todos los 9m, a 1m20 del suelo). Fueron medidas de la sombra en la parcelita efectuadas al azar;
- las dos otras se miden en sitios elegidos sin cobertura de árboles de cacao, para estimar la sombra del estrato superior.

El tipo de cobertura se anota para cada medida (especie y estimación visual del porcentaje de ocupación de la sombra por la especie).

Estimación del impacto de la monilia: Se censaron 100 mazorcas de más de 10 cm de largo en los árboles de cacao de la diagonal norte, contando:

- las mazorcas atacadas por la monilia (estado esporulado);
- las mazorcas presentando otro ataque (enfermedad, depredador);
- las mazorcas sanas.

Estas medidas permiten establecer un índice del impacto de la monilia y de los depredadores sobre la producción de cacao en la parcelita y evaluar el potencial de producción de cacao del SAF.

Los datos fueron ingresados en Excel. Las herramientas usadas para analizar esos datos se describen a continuación.

2.1.2. Análisis de los datos

Escala de la parcela:

1. Evaluación del itinerario técnico:

Para analizar el itinerario técnico aplicado a la parcela, creamos un índice de intensidad y de diversidad de las técnicas aplicadas por el agricultor. Las variables de la notación son:

- número de chapeas anuales de la parcela (chapea manual con machete);
- número de deschuponajes anuales de los árboles de cacao (eliminación de los chupones con machete o chuza);
- número de podas anuales de mantenimiento de los árboles de cacao (poda con machete o chuza);
- número de controles anuales de la monilia (eliminación de las mazorcas enfermas con machete o chuza)
- diversidad de técnicas de poda de los árboles de cacao (equilibrado, apertura, reducción de la altura del árbol...);
- diversidad de técnicas de control de la monilia (cosecha sanitaria, gestión de la sombra, reducción de la altura de las ramas).

Para estos criterios, se estableció un índice que toma en cuenta la diversidad de técnicas y la intensidad de las aplicaciones. Este índice tiene 5 valores crecientes, yendo del cacaotal abandonado (ningún trabajo realizado) a un itinerario técnico intenso y diversificado. Permite evaluar el nivel de perturbación del medio por las prácticas agrícolas.

2. Diversidad vegetal de los SAF:

Para medir la diversidad vegetal de los SAF estudiados, utilizamos el índice de Shannon-Wiener (H') (*Shannon, 1948*). Combina riqueza (número de especies) y abundancia (proporción de individuos de cada especie en comparación con el total de individuos). Así, para un número de especies dado, cuanto más repartido es la distribución de los individuos, más elevado se encuentra H' .

Los datos llevados en las parcelitas B y C permiten calcular un índice por parcela, sumando los valores medidos en las 2 parcelitas de muestreo.

$$H' = -\sum (N_i / N) * \log (N_i / N)$$

N_i = efectivo de la especie i en la muestra;

N = efectivo total de la muestra;

i = yendo de 1 a S , el número de especies;

El logaritmo es en base 2.

3. Estructura de las formaciones vegetales colindantes

Con el fin de evaluar la influencia de los ecosistemas vecinos sobre la parcela estudiada, medimos con GPS la longitud del linde entre el SAF y el sistema colindante.

Los diferentes tipos de ecosistemas fueron clasificados según un índice de estructura vegetal simple con 6 valores crecientes de proximidad de estructura forestal (Tabla D)

Índice de estructura	Nombre del ecosistema	Tipo de estructura	Ejemplo
5	Forestal	Vegetación arbórea densa multiestrato, bosque	Tacotal / bosque primario / bosque secundario
4	SAF	Vegetación arbórea cultivada	SAF con cacao o banano
3	Monocultivos – cultivos asociados	Vegetación cultivada de tipo arbórea en monocultivo o asimilado	Plátano / plátano y banano
2	Vegetación baja	Vegetación herbácea alta	Cultivos anuales / charco
1	Vegetación rasa	Vegetación herbácea rasa	Césped / potrero
0	Obstáculo	Ausencia de vegetación	Pistas / bancos de arena / ríos

Tabla D: Valores del índice de estructura

Escala del patrón agro-ecológico:

Índice de hábitat forestal

Se pretende evaluar la capacidad del SAF para proveer hábitats potenciales para la biodiversidad forestal, tomando en cuenta la **estructura de su medio lindante** y su **propia diversidad vegetal**. El índice de hábitat forestal se construye en dos pasos:

1. Multiplicando el índice de estructura del sistema vecino por la distancia de contacto con el SAF estudiado. En el caso de la parcela 1, rodeada de 7 agrupamientos vegetales diferentes repartidos en un perímetro de 936,38m, resulta un valor de 371,63 que representa el índice de estructura promedio para todos los agrupamientos vegetales colindantes del SAF (Tabla E). *El porcentaje del perímetro que corresponde a cada linde se multiplica por el índice de estructura de este mismo linde. De la suma de este cálculo para cada linde se obtiene: un índice de capacidad del SAF para proveer hábitats potenciales para la biodiversidad silvestre.*
2. Multiplicando el índice obtenido anteriormente por el índice de Shannon-Wiener de la parcela, se obtendría el **índice de hábitat**, el cual corresponde al conjunto “SAF estudiado + vegetación lindante”.

Nº de colindante	Índice de estructura	Longitud de perímetro común (m)	% del perímetro total	% de perímetro * índice de estructura
1	2	99,08	10,58	21,16
2	5	121,96	13,02	65,12
3	5	113,85	12,16	60,79
4	4	305,62	32,64	130,55
5	4	144,22	15,40	61,61
6	2	69,82	7,46	14,91
7	2	81,84	8,74	17,48
Índice de estructura vegetal del medio lindante:				371,63

Tabla E: Construcción del índice de estructura vegetal del medio lindante (Caso de la parcela 1)

2.1.3. Cartografía de la zona de estudio

Este apartado se realizó a lo largo del trabajo de campo, con tres metas:

1. Georeferenciar las parcelas, parcelitas y accesos para analizar las interacciones entre sistemas de cultivo vecinos en la mosaica paisajística;
2. Establecer una base cartográfica de Talamanca para las asociaciones y cooperativas locales, así como para los estudios futuros en la zona;
3. Optimizar la presentación de los resultados del estudio bajo forma cartográfica para permitir un análisis paisajístico ulterior.

Se georeferenciaron:

- la casa de cada productor entrevistado;
- los accesos a las casas y parcelas;
- el perímetro de las parcelas estudiadas;
- el punto de partida de la construcción de las parcelitas B y C;
- las carreteras, pistas y caminos recogidos;
- las comunidades de la región
- algunos puntos de referencia como las escuelas, iglesias, puentes, zonas de cruce de río.

Explotamos los datos cartográficos con los programas MapSource, MapInfo y ArcGis.

2.2. Cronograma

Fecha	Trabajo	Localización
15 de enero - 4 de marzo 2007	Bibliografía - aprehensión de la zona de estudio	CATIE (Turrialba)
5 - 11 de marzo 2007	Presentación del proyecto de estudio a APPTA y ACOMUITA, primer contacto con los actores locales	Talamanca
12 - 23 de marzo 2007	Preparación de la encuesta a 100 productores con el apoyo de APPTA- reconocimiento de la zona de estudio	Talamanca
24 de marzo - 6 de mayo 2007	Encuesta a 100 productores	Talamanca
7 de mayo - 16 de mayo 2007	Explotación de los datos de la encuesta - creación de una tipología - selección de una muestra de 10 SAF para caracterizar en detalle	CATIE
17 de mayo - 13 de junio 2007	Caracterización agro-ecológica de 10 SAF	Talamanca
14 de junio - 6 de julio 2007	Análisis de los resultados - cartografía - Redacción de la tesis	CATIE
julio - agosto 2007	Redacción de la tesis	Francia
Septiembre 2007	Defensa de la tesis - Universidad Lyon III	Francia
Noviembre 2007	Restitución de los resultados a los productores de Talamanca bajo forma de una ficha recapitulando los datos - Presentación del trabajo a APPTA y al CATIE	Talamanca - CATIE

Tabla C: Cronograma del estudio durante los seis meses de práctica

Capítulo III: Resultados y discusión

Se analizó los datos bajo dos aspectos:

- El punto de vista ecológico: como se puede favorecer la biodiversidad en un SAF. Con dos niveles de estudio: i) la parcela; ii) el patrón agro-ecológico (es decir, el SAF con su medio vegetal inmediato);
- El punto de vista del agricultor: cual es la relación entre biodiversidad y producción, como mejorar los ingresos favoreciendo la biodiversidad.

3.1. Estudio a escala parcelaria

3.1.1. Características generales de las parcelas estudiadas

Este apartado es una descripción breve de los SAF que caracterizamos, para darse idea del contexto de las parcelas, de las especies vegetales que se encuentran y de los servicios e ingresos procedentes de las plantas asociadas al cacao.

La localización de las parcelas se puede ver en la Figura B que presenta la zona de estudio (cf. 1.1.1., p.12). Son relativamente pequeñas, yendo de 0,3 hasta 3,2 ha con un promedio de 1,3 ha. Se ubican entre 67 y 143 m de altitud s.n.m. y tienen pendientes muy variables, de 0° hasta 23°.

Riqueza y abundancia específicas:

En los 10 SAF caracterizados (20 parcelitas de muestreo), se han contado 570 plantas leñosas y Musáceas asociadas a los árboles de cacao, y perteneciendo a 51 especies diferentes (ver Anexo 5) de las cuales 13 no pudieron ser identificadas (25 individuos) con los documentos bibliográficos disponibles. La Tabla F aquí abajo sintetiza estos datos. Sólo cuatro especies representan el 75% de los individuos:

El banano (*Musa AAA*, especie frutal) es la planta más encontrada en los SAF (45% de los individuos censados),

Siguen el laurel con 16% (*Cordia alliodora*, maderable), el plátano con 8% (*Musa AAB*, frutal) y el pejibaye con 5% (*Bactris gasipaes*, frutal). El último cuarto de la población de las especies asociadas se reparte entre 47 otras especies.

Ocurrencia:

El laurel está presente en el 100% de los casos, sea en todas las parcelas de estudio. El banano está asociado en 80% de los casos, el pejibaye a 70% y el plátano a 40%. El naranjo (*Citrus aurantium*) tiene pocos individuos censados pero está en el 50% de los SAF, como el aguacate (*Persea americana*) y la cola de pavo (*Cupania cinerea*, leña) que están en el 30% de los SAF.

Entonces, existen especies asociadas en poca cantidad pero que aparecen frecuentemente en los SAF. Eso evidencia el hecho de que los agricultores diversifican sus SAF para tener “un poco de todo”. Estas especies están destinadas sobre todo al autoconsumo.

Otra tendencia aparece con la predominancia de algunas especies en número de individuos y en ocurrencia. Estas especies están destinadas a la venta, además del cacao, para asegurar la renta del sistema de cultivo. Es el caso del banano, plátano, laurel, y en cierta medida el pejibaye.

Nombre común o grupo	Individuos censados	% de los individuos censados	Ocurrencia en los SAF
Banano	255	44,7	80%
Laurel	91	16,0	100%
Plátano	44	7,7	40%
Pejibaye	26	4,6	70%
Naranjo	18	3,2	50%
Aguacate	4	0,7	30%
Cola de pavo	4	0,7	30%
Otras especies no frutales	55	9,7	≤ 20 %
Otras especies frutales	48	8,5	≤ 20 %
No identificadas (13 especies)	25	4,4	-
Total	570	100	

Tabla F : Especies asociadas a los árboles de cacao en los 10 SAF estudiados

3.1.2. Diversidad vegetal de los SAF

La Figura L presenta el índice de Shannon-Wiener para la biodiversidad vegetal de los SAF que caracterizamos. Este índice incluye el cacao y las especies leñosas y no leñosas asociadas a los árboles de cacao:

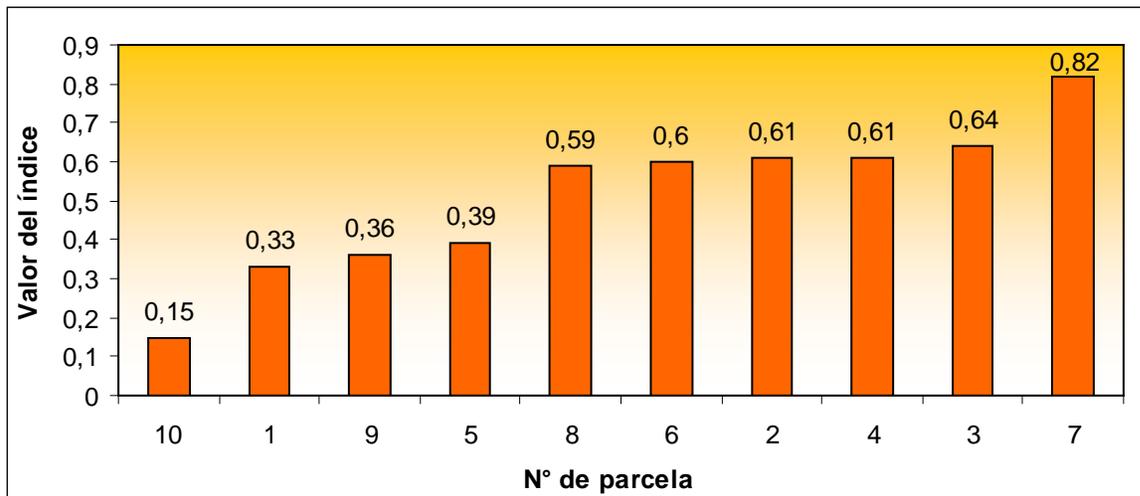


Figure L: Índice de Shannon-Wiener

En un medio natural, H' puede alcanzar 4,5 en caso de grandes muestras de comunidades complejas (Debruyne J.P., 2002). Entonces, la diversidad vegetal de las parcelas estudiadas es baja, pero existen importantes contrastes entre ellas (de 0,15 hasta 0,82). Así, tenemos sistemas agroforestales más o menos diversificados en número de especies vegetales y cuya distribución de los individuos de cada especie es variable.

La selección hecha por los agricultores de las especies que quieren cultivar influye directamente sobre la diversidad vegetal de la parcela y actúa, *a priori*, sobre las posibilidades de hábitats para la fauna y flor silvestre en los SAF.

Sin embargo, esta biodiversidad medida incluye sólo el cacao y las especies asociadas a los árboles de cacao. No toma en cuenta ni las briofitas, epifitas, orquídeas, bejucos u otros vegetales del estrato herbáceo, ni los mamíferos, aves, insectos, reptiles, anfibios u hongos que se encuentran en estos sistemas. Eso explica también los valores bajos obtenidos.

La diversidad vegetal varía de un SAF a otro, los hábitats para la biodiversidad silvestre estarían condicionados en parte por la selección de las plantas cultivadas.

3.1.3. Evaluación de los itinerarios técnicos aplicados a los cacaotales

En cuanto a los itinerarios técnicos, al ser muy variables según los productores, es difícil establecer una cronosecuencia típica de las labores efectuadas en el año. Sin embargo, podemos distinguir algunas tendencias:

- La **chapea** suele realizarse ante otros trabajos para facilitar el paso en la parcela, especialmente antes de las cosechas principales y secundarias, sea en noviembre-diciembre y abril-mayo. Otras chapeas se hacen sin fecha fija, cuando son necesarias. El 90% de los productores encuestados chapean su parcela.
- El **deschuponaje** no tiene fecha fija, pero suele realizarse al mismo tiempo que la poda. El 80% de los productores deschuponan los árboles de cacao.
- Los árboles de cacao se suelen **podar** después de las cosechas principales para no dañar las flores y mazorcas, sea en enero y julio. El 60% de los productores podan los árboles de cacao.
- El control de las mazorcas atacadas por monilia (**cosecha sanitaria**) se realiza todo el año, para no dejar a la enfermedad desarrollarse. El 60% de los productores controlan la monilia.

El estudio del valor promedio de la frecuencia anual de cada labor efectuada por los productores encuestados permite proponer un itinerario técnico arquetipo incluyendo: una chapea manual cada 4 meses, 2 a 3 podas por año, un deschuponaje cada dos meses y cosechas sanitarias casi mensuales (Figura M).

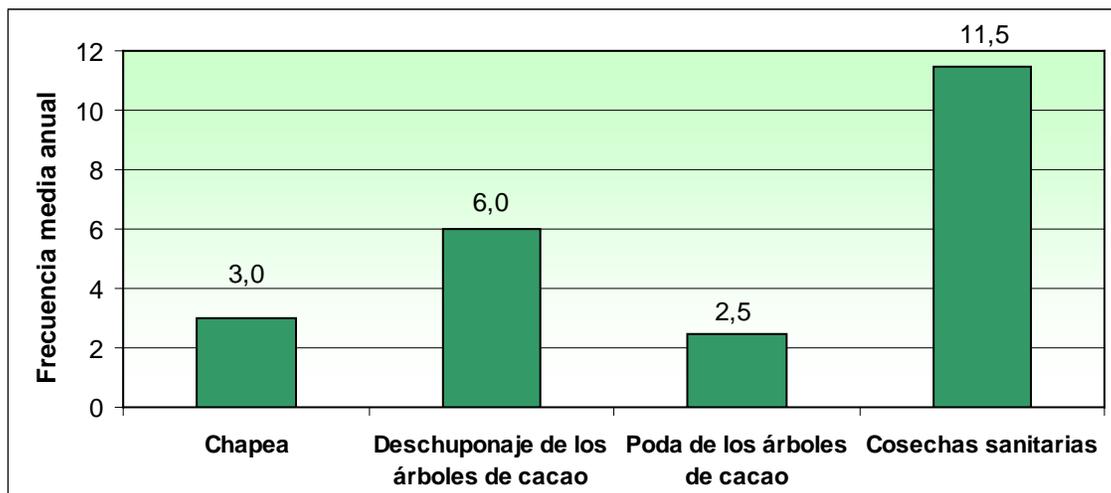


Figura M: Frecuencias anuales promedias de las labores realizadas en los cacaotales

Estas frecuencias son medidas de intensidad de aplicaciones de las técnicas en el tiempo. Dicha medida de intensificación temporal está completada con una medida de intensificación técnica. La chapea y el deschuponaje al realizarse con la misma técnica por todos los productores, se ha considerado:

1. El número de técnicas utilizadas para **podar el árbol de cacao**. Para los 10 productores encuestados, este número varía de 0 (no poda) a 3 técnicas, con 1,4 de promedio. La técnica más recurrente es la reducción de altura del cacao.
2. El número de técnicas empleadas para **combatir la monilia**. Para los 10 productores encuestados este número varía de 0 a 3, con 1,5 de promedio. La técnica más empleada es la cosecha sanitaria manual.

Según el nivel de intensificación temporal (frecuencias) y de intensificación técnica (métodos empleados), clasificamos los itinerarios técnicos en 5 niveles crecientes (Tabla G). Dichos niveles son índices de perturbación del medio.

Índice de perturbación	Descripción		Número de productores encuestados
	Frecuencia de las tareas	Intensidad técnica	
0	Ninguna tarea realizada	Ninguna técnica	1
1	Muy baja	1 o 2 técnicas	2
2	Baja	3 técnicas	3
3	Mediana	4 técnicas	2
4	Intensa	5 técnicas	2
Total			10

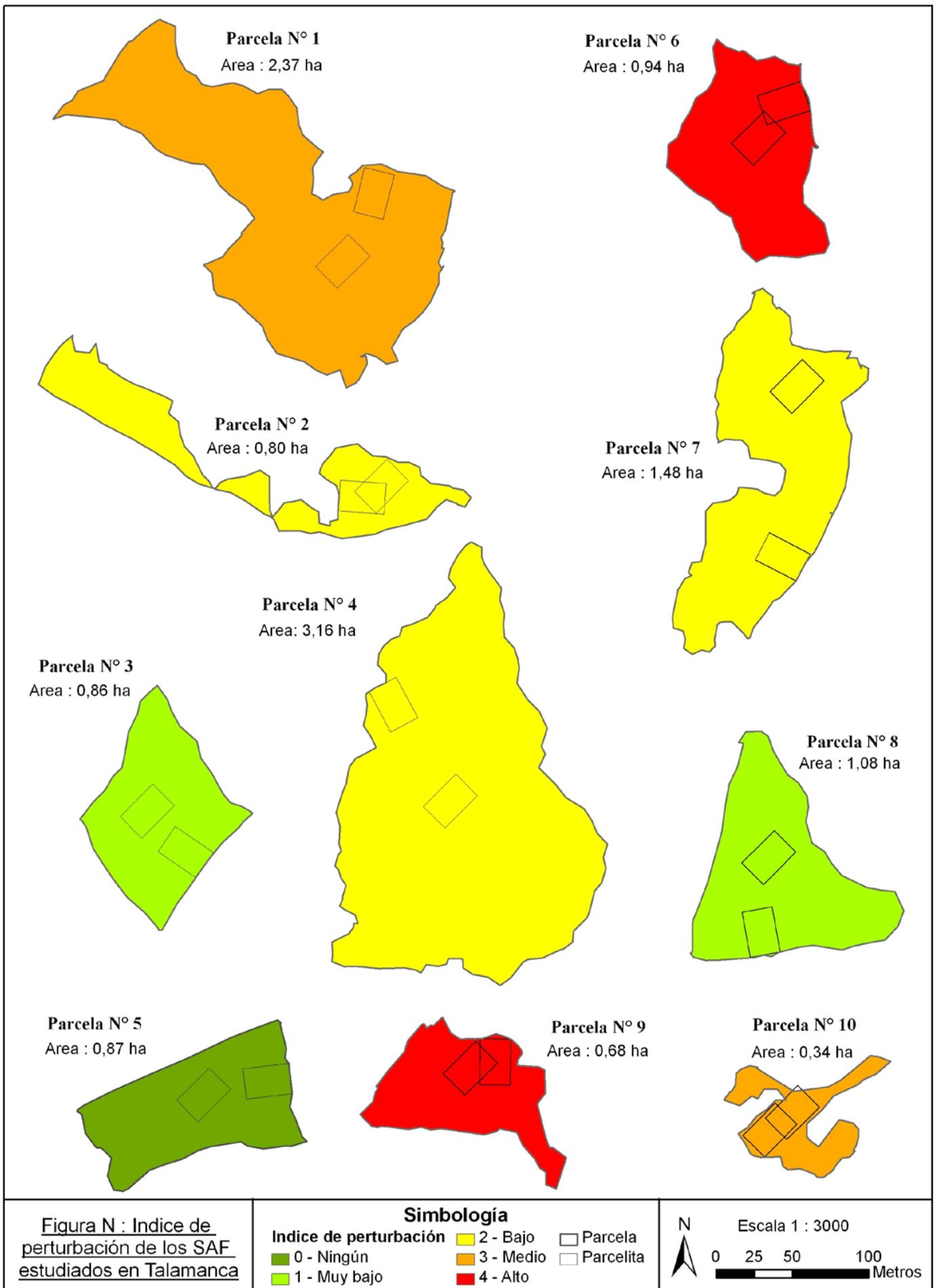
Tabla G: Índice de perturbación de los SAF estudiados

El 10% de los productores encuestados no hacen ningún trabajo en sus cacaotales, excepto la cosecha. El 50% aplican un itinerario técnico simplificado y el 40% aplican un itinerario técnico intenso y diversificado. Las diferencias de intensificación de los itinerarios técnicos implican una diferencia del nivel de perturbación de los SAF. Se emite la hipótesis de que las especies forestales salvajes y sus hábitats están influenciados por estas prácticas, tanto al momento de la realización como por los efectos intuidos en el medio cultivado, a largo o corto plazo.

A nivel del estrato herbáceo, algunos cacaotales no son chapeados o poco, aunque el suelo de otros está mantenido raso. Más arriba, en el estrato arbóreo, la poda de los árboles de cacao, la selección y tala de los árboles de sombra modifican la estructura del SAF. Estas perturbaciones puntuales tienen efectos durables, modificando los hábitats de las especies que viven en los diferentes estratos (alimentación, desplazamiento, abrigo).

La Figura N presenta el índice de perturbación para los 10 SAF (a la misma escala), unos siendo más perturbados por el agricultor y sus técnicas que otros, lo que influye sobre los hábitats de las especies en el SAF.

Los índices de perturbación y de diversidad vegetal de la parcela son variables propias a la parcela ella misma. El estudio de los hábitats no se hace sólo a escala parcelaria sino también a escala territorial. Los medios colindantes de la parcela tienen un contacto directo e incidencias sobre la fauna y la flora. Por eso proponemos pasar a una escala superior, trabajando con el conjunto “SAF + medio colindante”.



3.2. Estudio a la escala de los patrones paisajísticos

3.2.1. Estructura de los agrupamientos vegetales colindantes

Consideramos la estructura vegetal de los ecosistemas contiguos a la parcela como factores influyendo sobre los hábitos que pueden existir en el SAF cacao estudiado. No se dispuso de tiempo para censar las especies presentes en las parcelas vecinas (para calcular el índice de Shannon-Wiener), por lo que se consideró la descripción visual de la estructura. La Tabla H presenta el índice de estructura vegetal establecido desde estas descripciones visuales, de las 50 parcelas colindantes de los 10 SAF estudiados. En promedio, las diez parcelas estudiadas están rodeadas de 5 sistemas, con situaciones yendo de 2 a 9. En total, 21 tipos de agrupamientos vegetales diferentes fueron descritos.

Índice de estructura	Nombre de la estructura	Número de parcelas colindantes (para los 10 SAF estudiados)	% de las parcelas colindantes
5	Forestal	12	24
4	SAF	19	38
3	Monocultivos – cultivos asociados	7	14
2	Vegetación baja	5	10
1	Vegetación rasa	5	10
0	Obstáculo	2	4
	Total	50	100

Tabla H: Índice visual de estructura vegetal de las parcelas colindantes

La mayoría de los sistemas colindantes (62%) tienen una estructura arbórea de tipo SAF o forestal. Estos constituyen, *a priori*, continuums estructurales del SAF estudiado.

El 24% de los sistemas colindantes son medios sin vegetación arbórea, por lo que son menos favorables a las especies salvajes estrictamente forestales y pueden constituir un obstáculo estructural o funcional a su tránsito.

El índice final de estructura vegetal del medio lindante (cf. Cálculo en 2.2.2) toma en cuenta:

- la estructura vegetal de todas las parcelas contiguas del SAF;
- la proporción de distancia de contacto.

Este índice es una evaluación de la estructura vegetal del **conjunto** de las parcelas colindantes de un SAF (Figura O).

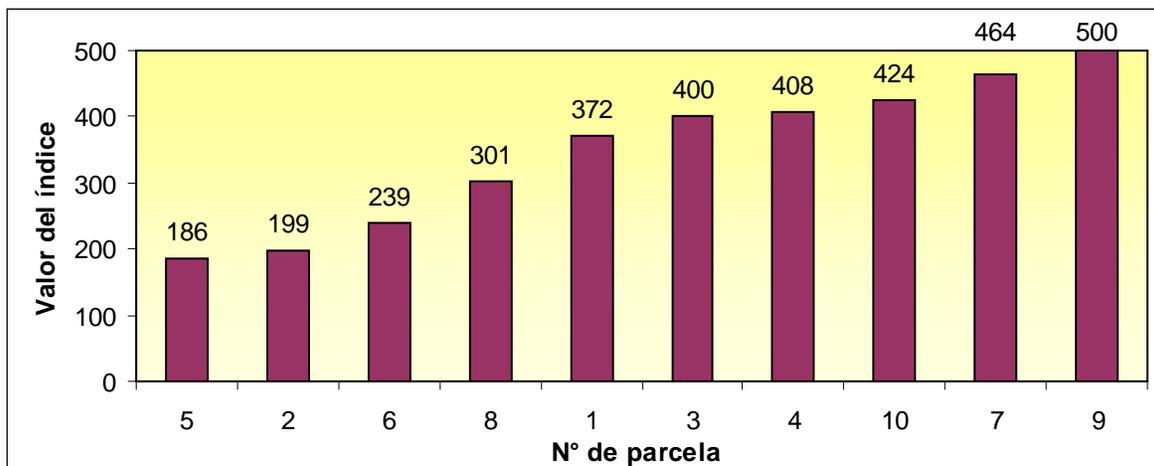


Figure O: Índice de estructura vegetal del medio lindante del SAF

El índice es muy variable, se multiplica por tres entre las diferentes parcelas. Podemos clasificar los SAF en tres grupos, según el medio lindante:

- 1- Parcelas 2, 5, 6 y 8: índice bajo, ambiente poco forestal;
- 2- Parcelas 1, 3, 4 y 10: índice mediano, ambiente mixto;
- 3- Parcelas 7 y 9: índice elevado, ambiente de tipo forestal.

Algunas parcelas parecen más capaces de abrigar la fauna forestal si tomamos en cuenta la estructura forestal o agroforestal del medio inmediato.

La capacidad de las parcelas vecinas para abrigar especies salvajes influye directamente sobre las posibilidades de hábitats de la parcela central, de ahí la importancia de tomar en cuenta el patrón paisajístico en el cual se ubican los SAF.

3.2.2. Los patrones agro-ecológicos

Para saber cómo la vegetación de un SAF puede ofrecer hábitats a la biodiversidad silvestre, se han combinado dos variables separadas:

1. la diversidad vegetal del SAF con el índice Shannon-Wiener;
2. la estructura vegetal del ambiente del SAF.

Un SAF puede tener una diversidad vegetal elevada y un contexto con estructura poca interesante para la biodiversidad silvestre y viceversa. Por ejemplo, el índice de Shannon-Wiener de la parcela 10 es muy bajo aunque el índice de estructura vegetal de su medio lindante sea elevado. Parece importante tomar en cuenta las dos variables en un solo índice, por eso creamos el **índice de hábitat forestal** que se basa en el SAF y su ambiente (Figura P y calculó en 2.2.2.).

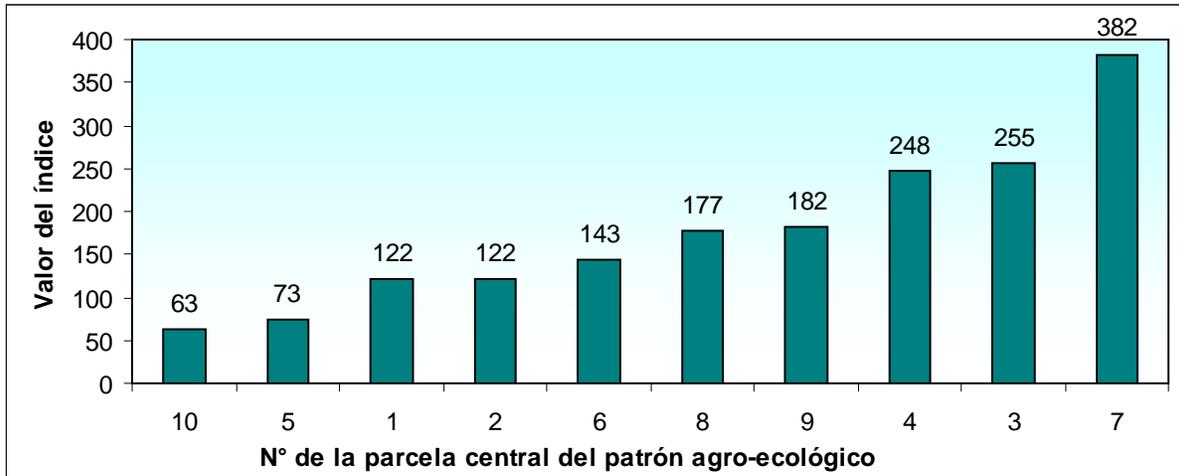


Figura P: Índice de hábitat forestal de los patrones agro-ecológicos

Reunimos los resultados en 4 clases:

1. De 50 a 100 : hábitat forestal muy restringido : parcelas 5 y 10;
2. De 100 a 150 : medio poco favorable a la biodiversidad silvestre : parcelas 1, 2 y 6;
3. De 150 a 200 : medio favorable a la biodiversidad silvestre : parcelas 8 y 9;
4. Más de 200 : medio muy favorable a la biodiversidad silvestre : parcelas 3, 4 y 7.

La mitad de las parcelas parecen ofrecer hábitats favorables para la biodiversidad silvestre.

El índice de hábitat forestal está representado para cada parcela en la Figura Q (página siguiente). Está indicado también la estructura vegetal de las parcelas vecinas. Podemos ver que los medios colindantes de las parcelas son muy variados, **cada patrón agro-ecológico es único**. De ahí la importancia de trabajar a una escala superior a la parcela, y tomar en cuenta todos los componentes vegetales exteriores a la parcela que la influyen.

Las parcelas tienen tamaños y formas muy diferentes. Podemos suponer que las parcelas más pequeñas y las que tienen formas irregulares (parcelas 10, 2 y 7) están más **influenciadas por los sistemas colindantes**. La distancia de contacto es más importante y la superficie limitada está saturada por el efecto linde.

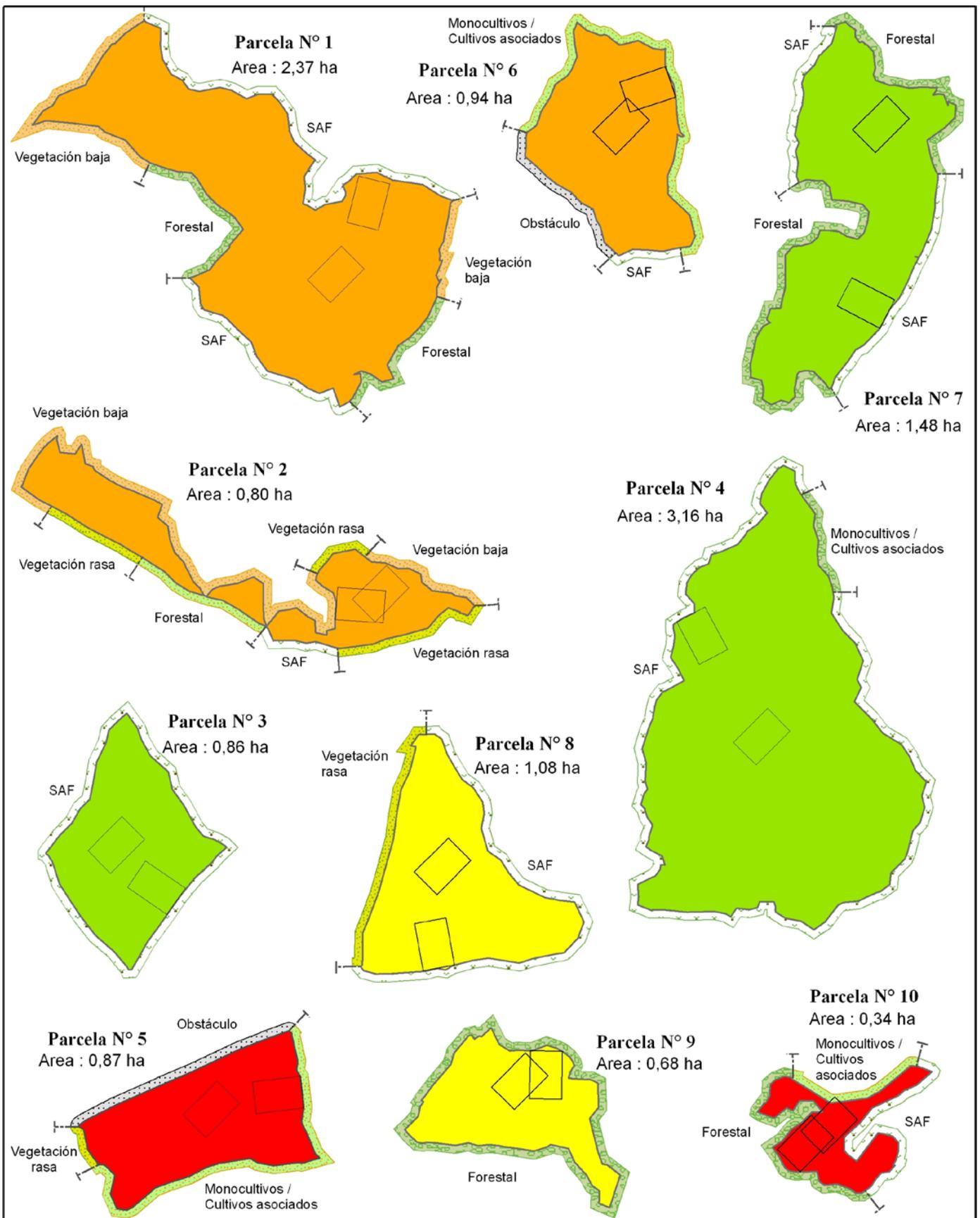


Figura Q : Índice de hábitat forestal y estructura vegetal de las parcelas colindantes de los SAF estudiados en Talamanca

0 25 50 100 Metros Escala 1 : 3000

Índice de hábitat forestal

- 50 - 100
- 100 - 150
- 150 - 200
- >200

Simbología

- ┆ Cambio de estructura vegetal colindante
- Parcela
- Parcelita



En resumen:

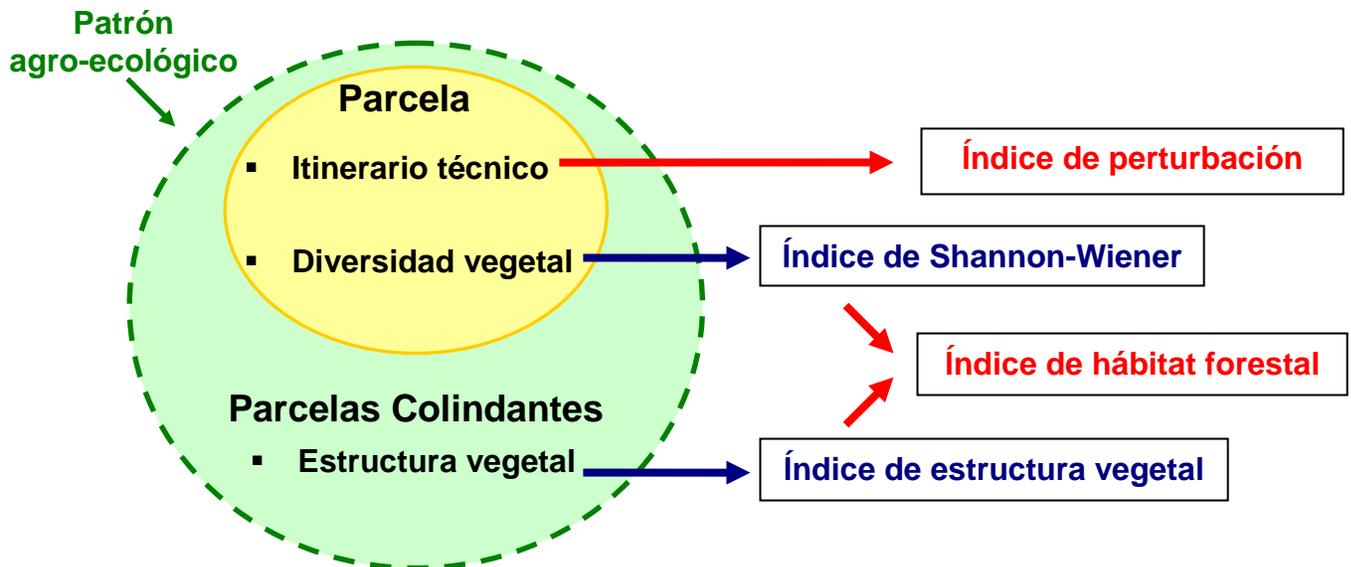
Para conocer las predisposiciones de los SAF para abrigar la biodiversidad silvestre, se han empleado las variables siguientes:

1. la perturbación del medio por el itinerario técnico;
2. la diversidad vegetal del SAF;
3. la estructura vegetal de los ecosistemas colindantes del SAF.

A partir de estas variables, dos índices fueron creados para medirlas y compararlas:

1. el índice de perturbación;
2. el índice de hábitat forestal.

La construcción de los índices está representada en la figura siguiente:



Los dos índices son herramientas para medir la predisposición de un SAF a la conservación de la biodiversidad de origen forestal. Desde entonces, se requieren medidas para evaluar la presencia efectiva de la fauna en los SAF, para completar los estudios de los componentes vegetales y humanos. De ahí la necesidad de una intervención ulterior por ecólogos.

En el estudio realizado, la caracterización de los 10 SAF con cacao permite observar que:

- las prácticas agrícolas varían mucho de un agricultor a otro;
- las especies vegetales de los SAF varían en número y en diversidad;
- cada patrón agro-ecológico es único.

La conservación de la biodiversidad en los SAF pasa por dos factores:

- la estructura vegetal forestal del patrón agro-ecológico para ofrecer hábitats;
- las actividades humanas que perturban el ecosistema.

La Tabla I presenta los valores de los dos índices calculados anteriormente para cada parcela:

		Perturbación del medio (Valor de índice)				
		Alta (4)	Media (3)	Baja (2)	Muy baja (1)	Ninguna (0)
Índice de hábitat forestal: Predisposición a hospedar la biodiversidad forestal	Muy poco favorable		10			5
	Poco favorable	6	1			
	Favorable	9		2	8	
	Muy favorable			4 et 7	3	

Tabla I: Índices de perturbación y de hábitat forestal de los SAF estudiados

NB: Las cifras en verde o rojo corresponden a los números de parcelas.

La distribución de las parcelas entre los dos índices presenta varias formas. Algunas tienen un hábitat de tipo forestal pero muchas perturbaciones y viceversa. *A priori*, las parcelas 3, 4, 7 y 8 serían las más favorables para la fauna forestal. Las parcelas 6 y 10 serían, al contrario las más desfavorables. Las otras parcelas se reparten entre los dos extremos.

Desde un punto de vista ecológico, el mayor interés va hacia los SAF los más dispuestos a la conservación de la biodiversidad. Sin embargo, para la mayoría de los agricultores, la prioridad es la producción. Proponemos evaluar si estas dos actividades que son conservación y producción, son compatibles.

3.3. Calidades productivas de los SAF

La producción es un elemento importante para nuestro estudio. Define la viabilidad económica de un SAF. Se pretende conocer si existe relación entre la producción de cacao y la aptitud de un SAF a proveer hábitats para la biodiversidad silvestre.

Perturbaciones de los medios y producción:

¿Son necesarias las perturbaciones implicadas por los itinerarios técnicos para tener parcelas productivas?

La Figura R indica la producción de mazorcas por árbol de cacao dependiendo del índice de perturbación, pues según la intensidad y diversidad del itinerario técnico aplicado a la parcela. Podemos ver que la producción de mazorcas aumenta cuando el índice baja. En las parcelas con itinerarios técnicos simples (índice bajo), los árboles producen más mazorcas. Los árboles abandonados crecen mucho en altura (más de 6 metros) y muchos chupones se desarrollan. Las numerosas ramas de estos árboles pueden implicar un importante potencial de producción de mazorcas. Sin embargo la razón principal viene del hecho de que las cosechas sanitarias reducen el número de mazorcas que se pueden contar en un momento x. Así, las labores realizadas en la parcela limitan el número total de mazorcas.

NB: Los datos de producción no son explotables para 3 de los 10 SAF. En efecto, una cosecha había sido realizada antes la cuenta de las mazorcas en estas parcelas. No aparecen en el análisis (parcelas 2, 4, 8)

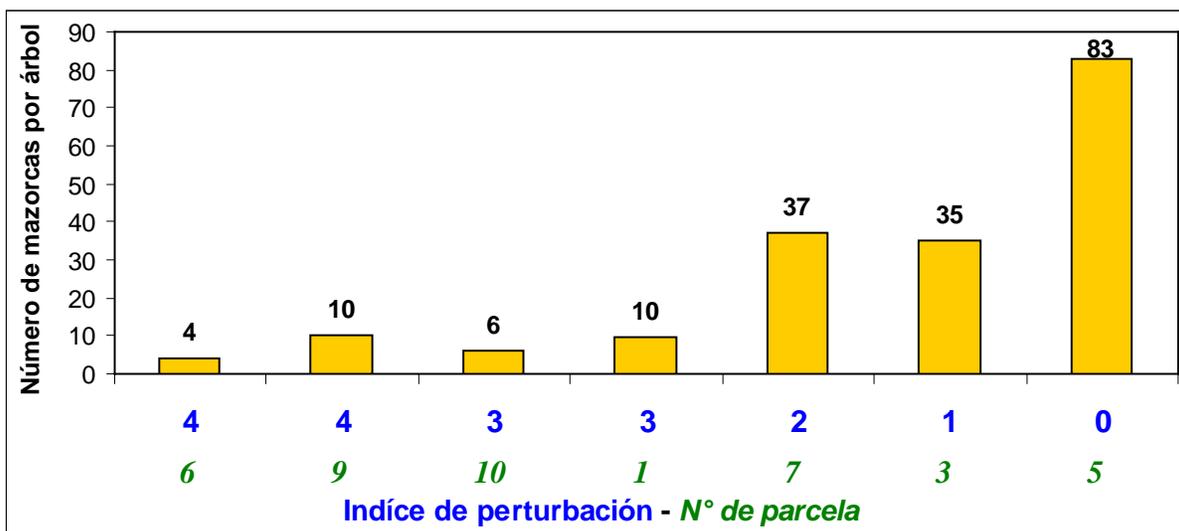


Figure R: Índice de perturbación y producción de mazorcas

La lucha contra la monilia es un elemento importante del itinerario técnico aplicado a los árboles de cacao. Quisimos saber si la intensificación del itinerario técnico influye sobre la producción de mazorcas sanas. Esto permite evaluar si la perturbación del medio tiene un efecto en la producción aprovechable por el agricultor (mazorcas sanas).

La Figura S establece la relación entre la perturbación del medio por un itinerario técnico complejo y la incidencia de la monilia. Vemos que las parcelas poco trabajadas presentan un ataque más importante de monilia, excepto la parcela 9 cuyo índice es de 4 y el impacto de 81%, a pesar de que el agricultor declaró realizar cosechas sanitarias cada quincena todo el año. Este dato extraño se debe o a una respuesta equivocada o a las condiciones muy cerradas y forestales (bosque alrededor, mucha humedad) del SAF N° 9.

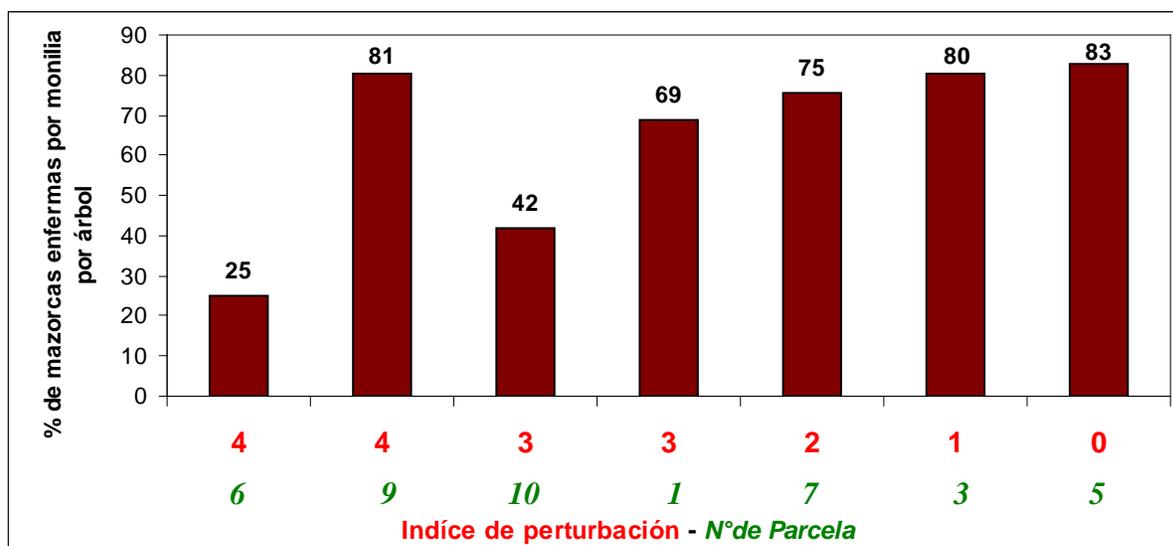


Figura S: Índice de perturbación e impacto de la monilia

Para el combate de la monilia, parece que la intensidad de las labores realizadas repercute en la producción aprovechable. **Así, las perturbaciones ocasionadas por las labores agrícolas parecen necesarias para obtener una mejor producción.**

Hábitat forestal y producción:

¿La estructura vegetal de los patrones agro-ecológicos tiene una incidencia en la producción de cacao de los SAF?

La producción de mazorcas aumenta con el índice de hábitat forestal (Figura T, página siguiente). Los patrones agro-ecológicos cuya estructura vegetal es favorable a la biodiversidad silvestre producen más mazorcas, excepto la parcela 5.

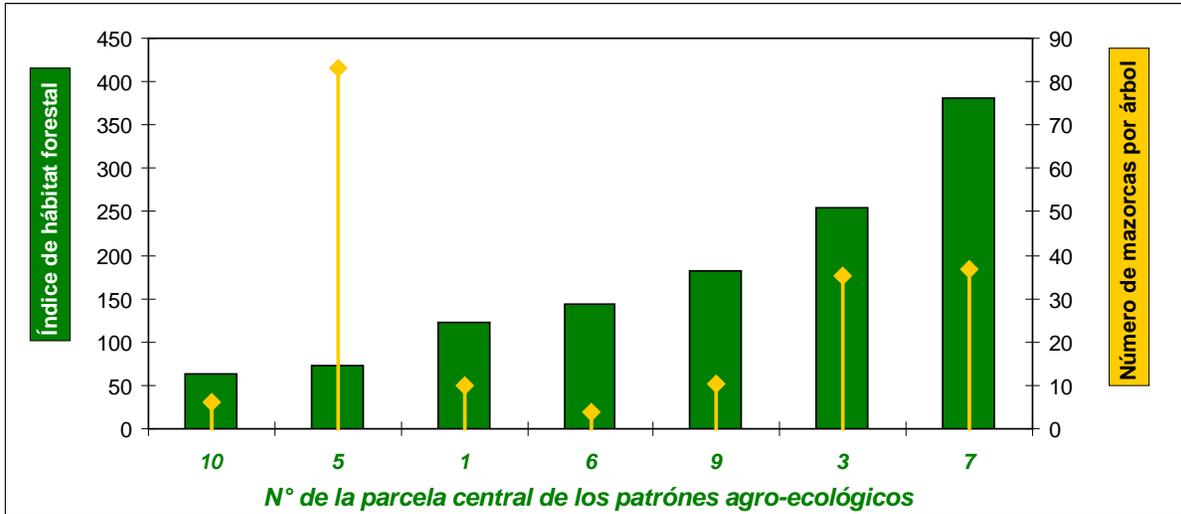


Figura T: Potencial de producción de los árboles de cacao e índice de hábitat forestal

Sin embargo, tenemos que tener en cuenta la producción de mazorcas sanas (mazorcas sin ataque de depredador o enfermedad) porque vimos que la biodiversidad en los SAF cuenta también enemigos del cacao. La Figura U muestra, como para el potencial de producción visto anteriormente, que **la producción de mazorcas sanas va aumentando con el índice de hábitat forestal.**

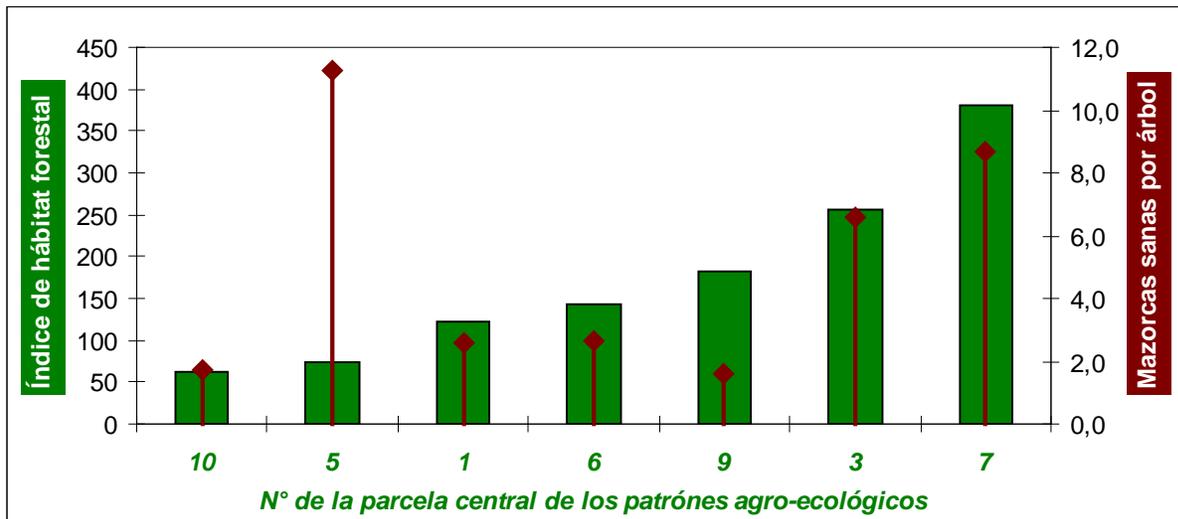


Figura U: Índice de hábitat forestal y producción de mazorcas sanas

Tales resultados parecen demostrar que la producción de cacao aumenta con la estructura forestal de los patrones agro-ecológicos.

Conclusión

El presente estudio fue un primer intento para caracterizar los SAF cacao por su capacidad en proveer hábitats para la biodiversidad forestal (flor y fauna del bosque tropical húmedo).

Los itinerarios técnicos aplicados a las parcelas fueron tomados en cuenta para tratar de medir el efecto perturbador de las prácticas agrícolas sobre el ecosistema cultivado. El índice de perturbación generado permitió medir itinerarios técnicos tanto por su intensidad como por su complejidad. A través de aquel índice, se obtuvo una medición de las perturbaciones del ecosistema cultivado generadas por las actividades humanas.

Los patrones agro-ecológicos son objetos paisajísticos únicos. El índice de hábitat forestal toma en cuenta las diferentes escalas de integración y la composición estructural vegetal de cada patrón, para estimar la predisposición de los SAF para proveer un ecosistema más o menos cerca de la estructura de un bosque.

Nuestros resultados dan elementos de respuesta en cuando a la facultad de los SAF cacao para hospedar biodiversidad en Talamanca:

- Los 10 SAF estudiados son muy diferentes en términos de itinerario técnico aplicados, de estructura de vegetación y de ambiente (vegetación y sistema colindante). **Algunos SAF presentan una estructura y un nivel de perturbaciones *a priori* adecuados para hospedar Biodiversidad forestal.** En ciertos casos, fuertes perturbaciones y/o una estructura vegetal poco forestal resultan en un índice global bajo.
- El potencial de producción del SAF cacao parece no tener relación con la complejidad del itinerario técnico. Sin embargo, un itinerario técnico completo es necesario, especialmente en el combate de la monilia, para obtener mazorcas sanas. **Los SAF cacao son necesariamente sometidos a las perturbaciones humanas si se requiere una producción de calidad. Eso va en contra de las exigencias de las especies que necesitan espacios poco perturbados por intervenciones humanas.**
- Los SAF cacao más semejantes a la estructura forestal parecen ofrecer una mejor producción de mazorcas. Pues, **parece posible tener SAF productivos y ofreciendo condiciones ecológicas interesantes para la Biodiversidad forestal.**

Los SAF con cacao en Talamanca podrían ser una manera de mejorar los ingresos de los agricultores y de ofrecer hábitats para la biodiversidad.

Sin embargo es importante poner reservas:

- La muestra de 10 parcelas es pequeña y no permite generalizar las conclusiones. Requiere ser ampliada, repitiendo el protocolo de estudio en otros SAF teniendo similitudes, para poder extrapolar los resultados. Medimos las predisposiciones de los SAF para hospedar especies animales forestales. Esta estimación debe estar completada con mediciones ecológicas para atestar la presencia de dichas especies.

- La estimación de la producción está dificultada por el impacto de la monilia y porque se tomaron los datos una sola vez por parcela. Las mazorcas estimadas entonces como sanas pueden haber sido atacadas después por enfermedades o depredadores. Una solución sería hacer varias cuentas alejadas en el tiempo.

- La estimación de las perturbaciones de los itinerarios técnicos tendrá que tomar en cuenta los trabajos efectuados para otras plantas que el cacao en la parcela; y también los trabajos realizados en las parcelas contiguas.

- Un análisis detallado de los diferentes estratos de los SAF tendrá que ser llevado a cabo para estimar los hábitats pródigos a la fauna y a la flor silvestre. Podemos pensar en una herramienta que permita clasificar los SAF según el nivel de estratificación vegetal.

- Hemos trabajado a la escala parcelaria y a la escala de los patrones agro-ecológicos. El estudio tendrá que pasar a una escala superior: la del conjunto de patrones agro-ecológicos, o sea el **paisaje**. Eso permitirá identificar las interacciones de la biodiversidad entre los patrones agro-ecológicos. Entonces, podremos ver si los sistemas agroforestales pueden ser **corredores biológicos** en las partes fragmentadas del paisaje de Talamanca.

Bibliografía

Obras:

Atlas Agropecuario de Costa Rica, 1994.

BEER *et al* Servicios ambientales de los sistemas agroforestales. Agroforestería en las Américas Vol 10 n°37-38, 2003.

DEBRUYNE J.P. Impact du lamellibranche invasif Dreidana spp. dans le bassin de la Seine : modelisation écologique, 2002.

DEHEUVELS *et al* Agricultural practices and their interactions with biodiversity in cocoa cultivated landscapes, 2007.

DEVIENCE S. WYBRECHT B. Analyser le fonctionnement d'une exploitation, 2002.

DIAZ QUESADA M.E. Estudio de rehabilitación-renovación y manejo de plantaciones de cacao « Matina » en la zona de Talamanca. Tesis, Universidad de Costa Rica, 1989.

ENRIQUEZ G. El Cultivo del Cacao. CATIE, 1983.

ENRIQUEZ G. BRENES O. Situación y problemática de la actividad cacaotera en Costa Rica. CATIE, 1982.

ENRIQUEZ G. *et al* Desarrollo e impacto de la Moniliasis del cacao en Costa Rica. CATIE, 1981.

GOMEZ VALENZUELA. V.F. Análisis de selección de mejoras en producción sostenible y conservación de la biodiversidad en fincas indígenas de cacao en Talamanca, Costa Rica. Tesis, CATIE, 2001.

GUIRACOCHA FREIRE G. Conservación de la biodiversidad en los sistemas agroforestales cacaoteros y bananeros de Talamanca, Costa Rica. Tesis, CATIE, 2000.

HOLDENRIEDER O *et al* Tree diseases and landscape processes : the challenge of landscape pathology. Trends in Ecology and Evolution Vol. 19, N° 8, 2004.

KAPP G.B. Perfil ambiental de la zona baja de Talamanca, Costa Rica. CATIE-GTZ, 1989.

LECIAK E. De l'espèce au territoire, la gestion locale de la biodiversité en Guinée Maritime. Tesis, Univ. Bordeaux 3 - Francia, 2006.

- MONGE GRANADOS M.** Comercialización de cacao en grano en la zona atlántica de Costa Rica y propuesta de un sistema de comercialización nacional. Tesis, Universidad de Costa Rica, 1990.
- MOSSU G.** Le cacaoyer. Collection Le technicien d'agriculture tropicale, 1990.
- MUNOZ ORTEGA J.M.** Estudios cromosómicos en el género *Theobroma L.* IICA, 1948.
- NOSTI NAVA J.** Cacao, Café y Te. Salvat Editores, 1953.
- NELSON Z.V. et al** Árboles de Costa Rica Vol. I, II, III. Editorial INBio.
- PALMER P.** « Wa'apin man » La historia de la costa talamanqueña de Costa Rica, según sus protagonistas. Editorial de la Universidad de Costa Rica, 1994.
- PERFECTO I et al** Shade coffee : a disappearing refuge for biodiversity. *BioScience* 46(8): 598-608, 1996.
- QUESADA C. J. F.** El cacao en la zona atlántica 1821-1935. Tesis, Universidad de Costa Rica, 1987.
- RICE R.A., GREENBERG R.** Cacao cultivation and the conservation of biological diversity. *Ambio* 29 (3) : 167-173, 2000.
- ROSES ALVARADO C.A.** El cacao en la economía colonial de Costa Rica. Tesis, Universidad de Costa Rica, 1975.
- SEBILLOTTE M.** Itinéraire technique et évolution de la pensée agronomique, 1978.
- SHANNON C.E.** A mathematical theory of communication. *Bell system Technical Journal*, 1948.
- SUATUNCE P.** Diversidad de escarabajos estiercoleros en bosques y en cacaotales de diferente estructura y composición florística, Talamanca, Costa Rica. Tesis, CATIE, 2002.
- TOUZARD J.M.** L'économie coloniale du cacao en Amérique centrale. Ediciones CIRAD, 1989.
- TRUJILLO L., SOMARRIBA E., HARVEY C.,** Plantas útiles en las fincas cacaoteras indígenas bribri y cabécar. *Agroforestería en las Américas* Vol. 10 n°37-38, 2003.
- VILLALOBOS V., BORGE C.** Talamanca en la encrucijada. Editorial de la UNED, 1995.
- WOOD G.A.R., LASS R.A.** Cocoa (cuarta edición). Blackwell Science, 1985.

Otras referencias:

APPTA Asociación de los Pequeños Productores de Talamanca.

CROZIER Jayne Fitopatologista en el CABI – CATIE. Comunicación personal.

FAOSTATS Base de datos de la ONU para la Alimentación y la Agricultura (FAO).

ICCO (International Cocoa Organization) Quarterly Bulletin of Cocoa Statistics, Vol XXXII, No. 4. Diciembre 2006.

Instituto de Fomento y de Asesoría Municipal (IFAM) San José – Costa Rica.

Instituto Nacional de Estadísticos y Censos (INEC) San José – Costa Rica.

International Council for Research in Agroforestry.

Règlement économique et règles de contrôle de l'accord international de 1980 sur le cacao.

Boletín oficial de la Unión europea n° L 279 del 01/10/1981 p. 0003 - 0024.

XVIIIè Junta General del UICN, "the World Conservation Union", Costa Rica, 1988 - definición de la biodiversidad.

Sitios Internet:

APPTA : www.appta.org

CIRAD : <http://umr-system.cirad.fr>

EUR-Lex, l'accès au droit de l'Union européenne : <http://eur-lex.europa.eu/fr/index.htm>

FAO, Producción de cacao et banano en Talamanca Costa Rica:

<http://www.fao.org/docrep/007/y5136f/y5136f0b.htm>

ICCO : www.icco.org

IFAM : http://ccp.ucr.ac.cr/bvp/mapoteca/CostaRica/generales/atlas_cantonal_1984/

INEC : www.inec.go.cr

Institut National Agronomique Paris-Grignon:

http://138.102.82.2/peuplements/ITK/part2_itineraire.htm

John Libbey, article de la revue « Cahiers d'études et de recherches francophones / Agricultures »

Noviembre-Diciembre 2006 : http://www.john-libbey-eurotext.fr/fr/revues/agro_biotech/agr/e-docs/00/04/26/9B/article.md?type=text.html

Universidad de Laval (Québec): <http://www.sbf.ulaval.ca/agroforesterie/agroforesterie.html>

Glosario

Biodiversidad: la diversidad biológica o biodiversidad, es la variedad y variabilidad de todos los organismos vivos. Incluye la variabilidad genética al interior de las especies y de sus poblaciones, la variabilidad de las especies y de sus formas de vida, la diversidad de los complejos de especies asociadas y de las interacciones entre sí, y la del proceso ecológico que influyen o de cuales son los actores (llamada diversidad ecosistémica) (*IUCN, 1988*).

Cultivar: resultado de una selección, hibridación o mutación espontánea en vegetales. La diferencia entre un cultivar y una variedad es que las características únicas de un cultivar suelen no ser transmitidas por la semilla, de una generación a la otra. Por consecuencia, las plantas deben estar reproducidas vegetativamente.

Especie: unidad taxonómica fundamental. Grupo de seres vivos presentando características comunes, capaces de entrecruzar y de producir a descendiente fértil.

Frondosidad: conjunto de las hojas de un árbol.

Patio: espacio establecido a proximidad de la casa del agricultor para cultivar productos de autoconsumo. Suele ser compuesto de numerosas especies vegetales (leñosas o no).

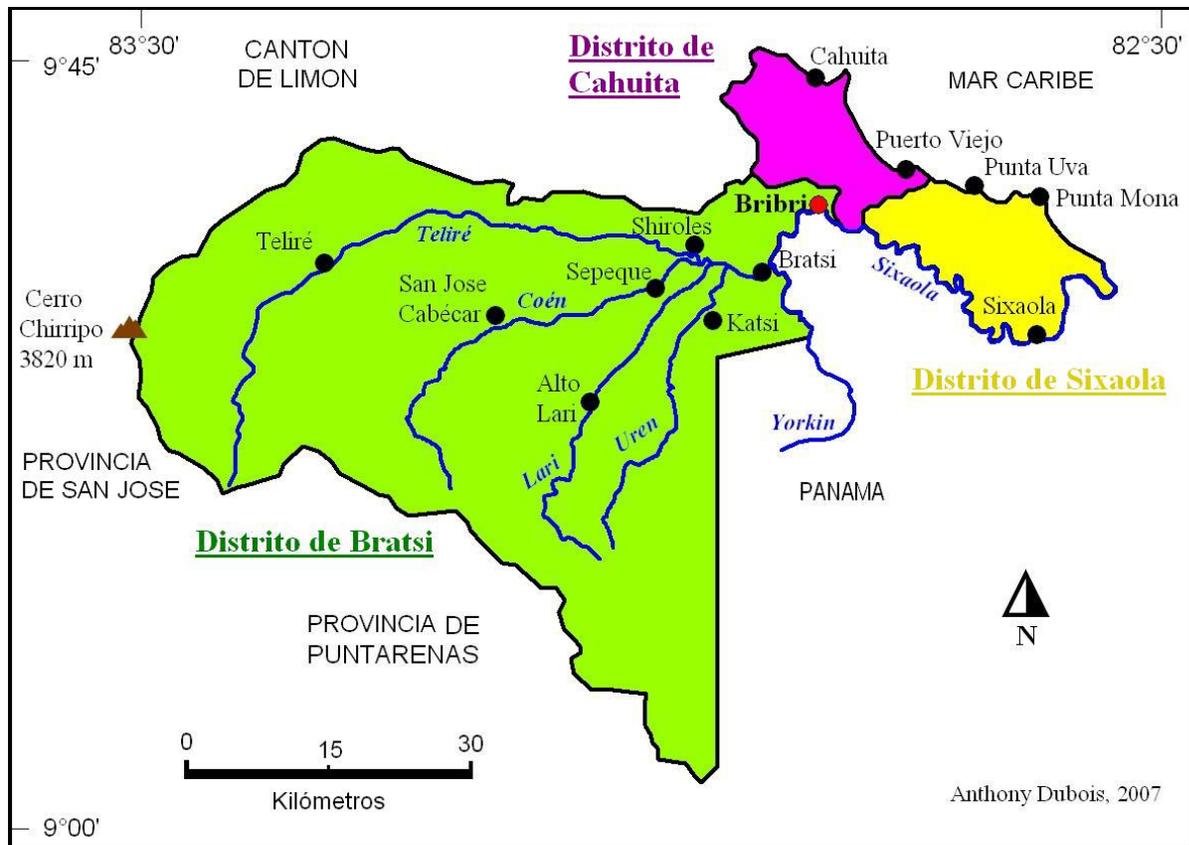
Leguminosas: plantas de la familia Fabáceas que tienen la capacidad de fijar el nitrógeno atmosférico (N_2) en nitrógeno amoniacal (NH_3) gracias a las bacterias viviendo en simbiosis con las raíces. Las leguminosas traen nitrógeno al suelo, y entonces a las plantas que les rodean o que les suceden.

Mesoamérica: región de cohesión cultural que se extiende del tercer meridional de México hasta el sur de Costa Rica. Diferente de América Central (Guatemala, Belice, Honduras, Salvador, Nicaragua, Costa Rica y Panamá).

Subespecie: grupo de individuos de una especie que se encuentran aislados y que evolucionan fuera del corriente genético de la especie.

Variedad: clase taxonómica inferior a la subespecie que permite diferenciar más precisamente una población que tiene características propias (morfológicas, organolépticas, ecológicas).

Anexo 1: El cantón de Talamanca

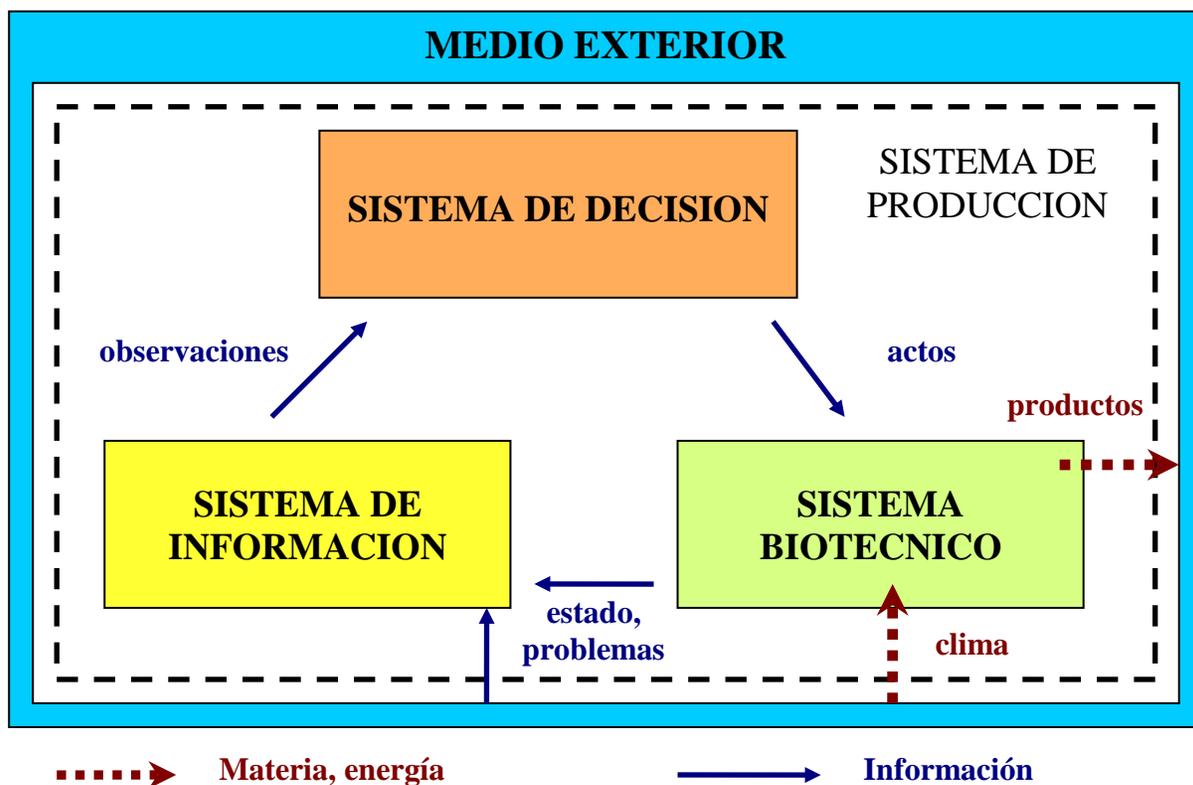


El cantón de Talamanca: distritos, ríos y comunidades
Fuente: realizado según bases cartográficas del IFAM, 1985.

Anexo 2: El sistema de producción

El sistema de producción se compone de tres sistemas:

- Un sistema biotécnico compuesto de los recursos humanos, materiales y de los componentes biofísicos (plantas, animales, ambientes).
- Un sistema de información que realiza las observaciones, la memorización y la cuida del sistema biotécnico y del ambiente exterior. Informa el sistema de decisión del estado y de la ocurrencia de sucesos (cambios de estado).
- Un sistema de decisión que razona la elaboración y la adaptación de planes y decisiones a aplicar.



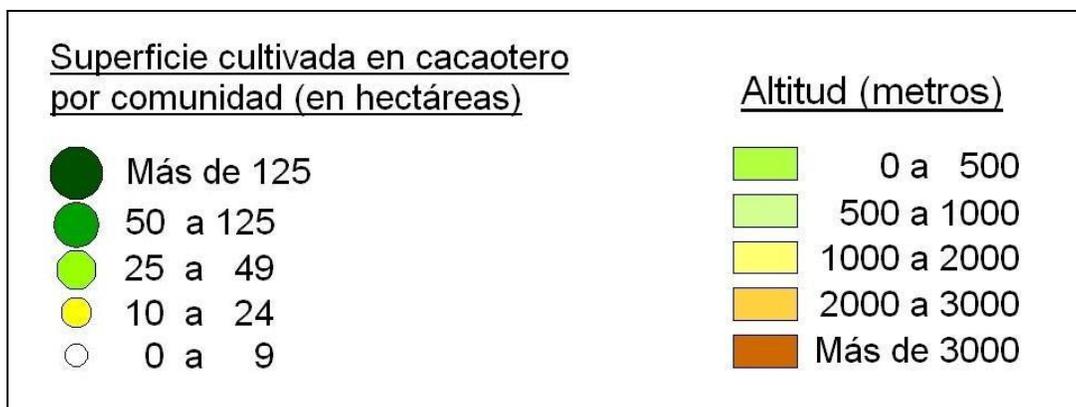
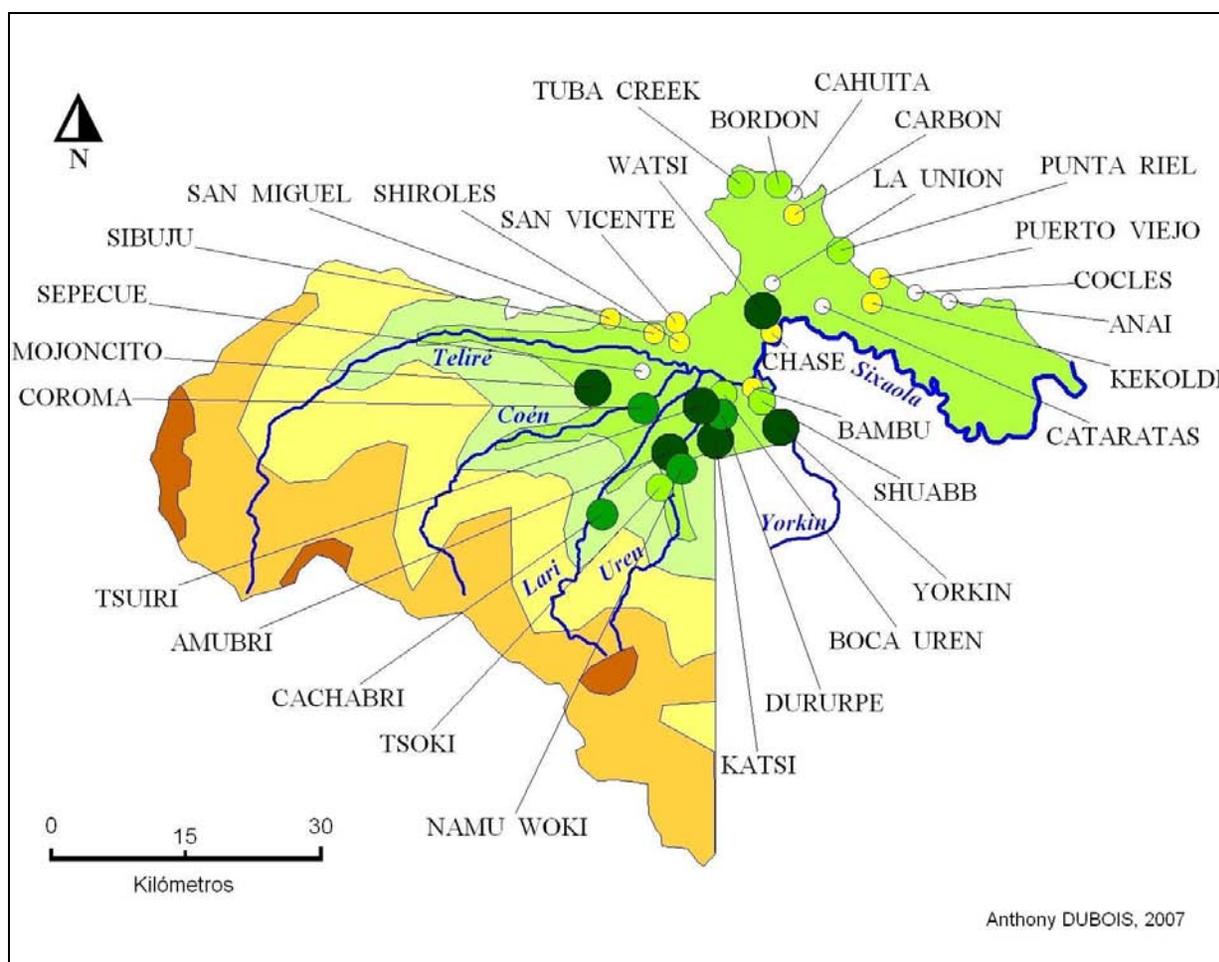
Modelización de un sistema de producción

Según: *INRA*.

Anexo 3: Formulario de la encuesta de 100 productores de cacao en Talamanca

Numero del productor: CACAOTAL N°	Numero total de fincas: 1	Numero de cacaotales: 2	Ubicación GPS de la casa: 3	4
Superficie				
Sistema				
Cultivo más importante- porqué				
Tiempo desde la casa + tipo de transporte				
Fecha de siembra + tipo de siembra				
Cosecha: cuando, venta, proceso				
Producción anual mas alta				
Producción anual mas baja				
Monilla: impacto, homogénea, heterogénea (ubicar en croquis)				
Plantas asociadas (nombre y cantidad)				

Anexo 4: Superficie cultivada en árboles de cacao en Talamanca
(Productores socios de APPTA - 2007)



Realizado según los datos de APPTA, con una base cartográfica del INBIO y del IFAM.

NB: La superficie de las parcelas no está medida. Es una estimación del inspector durante los controles de normas orgánicas.

Anexo 5: Especies asociadas a los árboles de cacao en los SAF estudiados (1/2)

Nº	Nombre común	Nombre científico	Individuos censados	% de los individuos censados	Ocurrencia en los SAF	Uso	Destino
1	Banano	<i>Musa AAA</i>	255	44,74	80 %	A, O	AC, V
2	Laurel	<i>Cordia alliodora</i>	91	15,96	100 %	Bo, O	AC, V
3	Plátano	<i>Musa AAB</i>	44	7,72	40 %	A, O	AC, V
4	Pejibaye	<i>Bactris gasipaes</i>	26	4,56	70 %	A, Ar, Bf, Bo	AC, V
5	Naranja	<i>Citrus aurantium</i>	18	3,16	50 %	A, Bf, M, O	AC
6	Poró	<i>Erythrina Poeppigiana</i>	10	1,75	20 %	Bo, O	AC
7	Manzana de agua	<i>Syzygium malaccense</i>	8	1,40	20 %	A, Bf, O	AC, V
8	Caña brava	<i>Gynerium sagittatum</i>	6	1,05	10 %	Ar, Bo	AC
9	Guaba cimarrón	<i>Inga sp.</i>	6	1,05	10 %	Bf, O	AC
10	Pipa	<i>Cocos nucifera</i>	5	0,88	10 %	A	AC
11	Aguacate	<i>Persea americana</i>	4	0,70	30 %	A, Bf, Bo, O	AC, V
12	Cola de pavo	<i>Cupania cinerea</i>	4	0,70	30 %	Bf, Bo	AC
13	Guavo	<i>Inga sp.</i>	4	0,70	20 %	Bf, O	AC
14	Mamón chino	<i>Nephelium mutabile</i>	4	0,70	20 %	A, Bf	AC
15	Carambola	<i>Averrhoa carambola</i>	3	0,53	20 %	A, Bf	AC, V
16	Guaba chilillo	<i>Inga Edulis</i>	3	0,53	20 %	A, Bf, O	AC
17	Hule	<i>Castilla elastica</i>	3	0,53	20 %	Bf, O	AC
18	Jícara	<i>Crescentia cujete</i>	3	0,53	10 %	Ar	AC, V
19	Jira	<i>Socratea durissima</i>	3	0,53	20 %	Bo	AC
20	Marginata	<i>Dracaena marginata</i>	3	0,53	20 %	-	-
21	Cas	<i>Psidium friedrichsthalianum</i>	2	0,35	10 %	A, Bf, O	AC
22	Guaba	<i>Inga Venusta</i>	2	0,35	10 %	A, Bf, O	AC
23	Guanábana	<i>Annona muricata</i>	2	0,35	10 %	A	AC, V
24	Guarumo	<i>Cecropia sp.</i>	2	0,35	10 %	Bf, Bo	AC
25	Hombre grande	<i>Quassia amara</i>	2	0,35	10 %	M	AC
26	Limón dulce	<i>Citrus limetta</i>	2	0,35	20 %	A, Bf	AC
27	Madero negro	<i>Gliricidia sepium</i>	2	0,35	20 %	Bo, O	AC
28	Orochillo	Non identifié	2	0,35	10 %	Bf, Bo, O	AC
29	Suita	<i>Geonoma congesta</i>	2	0,35	10 %	T	AC
30	Surá	<i>Terminalia lucida</i>	2	0,35	10 %	Bf, Bo, O	AC, V

Anexo 5: Especies asociadas a los árboles de cacao en los SAF estudiados (2/2)

Nº	Nombre común	Nombre científico	Individuos censados	% de los individuos censados	Ocurrencia en los SAF	Uso	Destino
31	Toronja	<i>Citrus maxima</i>	2	0,35	10 %	A, Bf	AC, V
32	Abaca	<i>Musa Textilis</i>	1	0,18	10 %	Ar	AC
33	Alova	Non identificado	1	0,18	10 %	A, Bf	AC
34	Ama rosa	Non identificado	1	0,18	10 %	A, Bf	AC
35	Anona	<i>Annona sp.</i>	1	0,18	10 %	A	AC
36	Cachito venado	Non identificado	1	0,18	10 %	Bo, O	AC
37	Café	<i>Coffea arabica</i>	1	0,18	10 %	A, O	AC
38	Fruta dorada	<i>Virola koschnyi</i>	1	0,18	10 %	Bf, Bo, O	AC
39	Higuerón	<i>Ficus sp.</i>	1	0,18	10 %	O	-
40	Jabillo	<i>Hura crepitans</i>	1	0,18	10 %	Bf, Bo	AC
41	Juplon	<i>Spondias dulcis</i>	1	0,18	10 %	A, Bf, O	AC
42	Mancha	Non identificado	1	0,18	10 %	Bf	AC
43	Mandarina	<i>Citrus reticulata</i>	1	0,18	10 %	A, Bf	AC
44	Mango	<i>Mangifera indica</i>	1	0,18	10 %	A, Bf, O	AC
45	Ortiga	<i>Urtica sp.</i>	1	0,18	10 %	M	AC
46	Papaya	<i>Carica papaya</i>	1	0,18	10 %	A	AC
47	Sangrío	<i>Pterocarpus officinalis</i>	1	0,18	10 %	Bf, Bo, O	AC
48	Tabacón	<i>Pausandra trianae</i>	1	0,18	10 %	O	-
49	Tiwilote	Non identificado	1	0,18	10 %	Bo	AC
50	Tsklibo	Non identificado	1	0,18	10 %	-	-
51	Yuca	<i>Manihot esculenta</i>	1	0,18	10 %	A	AC
	No identificadas (13 especies y 23 individuos)	-	23	4,39	-	-	-
Total			570	100,00			

NB: Los usos son los que indica el agricultor encuestado.

Simbología: A : Alimentación
Ac : Autoconsumo
Ar : Artesanía
Bf : Leña
Bo : Madera

M : Medicinal
O : Sombra
T : Hojas para hacer techos
V : Venta
- : Ningún uso