

AGROECOLOGÍA DEL AGROECOSISTEMA CAFÉ (*COFFEA ARABICA*) Y SU RELACIÓN CON LA ERODABILIDAD DE LADERAS EN EL VALLE DE OROSI, CARTAGO, COSTA RICA

Víctor Ml. Cortés Granados
Correo electrónico: vcortescr@gmail.com

Recibido 01/12/2009 - Aceptado 03/05/2010

Resumen

Esta investigación se realizó a través del análisis de la base de datos del IX Censo Cafetalero 2003, siguiendo la codificación previa del Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC, 2003). El trabajo interrelaciona estos datos con las características geomorfológicas donde se encuentran las fincas cafetaleras, lo que permite una mejor comprensión de las relaciones agroecológicas y agronómicas del agroecosistema café. La zona de estudio se dividió en una unidad de topografía de laderas, que comprende el 82% (7601 ha) del área, y el 18% (1669 ha) restante pertenece a terrenos llanos. El 83% del café en el área se cultiva en laderas. El 84% se trata de café con sombra, principalmente poró (*Erythrina* spp), eucalipto (*Eucalyptus deglupta*) y musáceas. El estudio demostró que las labores culturales como podas cíclicas, arreglo de sombra, deshijas, remplazo de plantas por agotamiento productivo, control de malezas, plagas y enfermedades, debido a que se ejecutan principalmente durante los períodos lluviosos, hacen que el suelo quede expuesto a la erosión laminar, a deslizamientos de laderas, y a la lixiviación de su capacidad agronómica. Lo anterior permite concluir que es necesario que cada vez que se ejecuten estas labores de cultivo, éstas se hagan acompañar de prácticas de protección de suelos considerando el entorno geomorfológico y socioeconómico para obtener una caficultura más sostenible en el área de estudio.

Palabras clave: agroecología, agroecosistema, geomorfología, café, erodabilidad, laderas, socioeconomía

Abstract

This research work was done by analyzing the data base of coffee farms census 2003, following the coding of National Institute of Statistics and Census (INEC 2003, acronym in Spanish). This study interrelates these variables with geomorphological characteristics of places where the farms are settled, allowing a better comprehension of agro-ecological and agronomical relations of coffee-ecosystem. The zone under study was divided in a topographic unit of slope lands, which comprises 82% (7601 ha) and the rest (1669 ha) belongs to flat lands. 83% of coffee plantings in this region are cultivated in slope lands. 84% of plantings are covered by natural shade, mainly Poró (*Erythrina* spp), Eucalyptus (*Eucalyptus deglupta*) and musaceae family. The study demonstrates

that the cultural practices such as cyclical pruning, natural shades scaffolding, shoots selection, plants replacement because of production exhaustion, weeds, diseases and pest control, habitually executed during rainy season, exposes the top soil to laminar erosion, land sliding and lixiviation of agronomical features. This entire scenario lets to conclude that anytime that culturing is made, it has to be complemented with land protection practices taking into account the surrounding geomorphological and socio-economic status so as to achieve a more sustainable coffee production on the area under analysis.

Key words: agro-ecology, agro-ecosystem, geomorphology, coffee, erodability, slope lands, socio-economy

1. Introducción

El área de estudio se localiza en la cuenca del Río Grande de Orosi, cuya extensión total es de 402,7 km². La superficie del área de estudiada comprende 92,7 km², ubicados concretamente sobre las laderas paralelas al recorrido bajo dicho río, es decir, el lugar donde se concentra la actividad agrícola. Administrativamente, el estudio se localiza entre las localidades de Purisil, Orosi, Ujarrás y Cachí. Cartográficamente se ubica en la hoja topográfica Tapantí, en un 93,4%, y el resto en la hoja topográfica Istarú, según el Instituto Geográfico Nacional (IGN, 1963), ambas a escala 1: 50000 (ver Mapa 1).

En términos de la división política administrativa, el área está localizada dentro de los distritos de Orosi y Cachí, del cantón de Paraíso, provincia de Cartago, con una población de 10125 y 5844 habitantes, respectivamente, datos obtenidos del Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC, 2008). De este número de habitantes, hombres y mujeres se reparten en ambos distritos en cantidades casi por partes iguales. Asimismo, mientras que en el distrito de Orosi el 56,3% de su población se define como rural, en el distrito de Cachí, toda su población se considera rural.

La zona de estudio está entre las áreas más lluviosas del país, donde la pluviometría varía de las partes más elevadas (3365 msnm) a las más bajas (1000 msnm) de la cuenca; es decir, entre los 7556, 6124 y 6287 mm en las estaciones meteorológicas T-Seis, Sitio Presa Tapantí y Dos Amigos, respectivamente, hasta un promedio de 1665 mm en las partes más bajas y planas de esta unidad geográfica. En el área delimitada para este estudio la precipitación oscila entre 2000 y 3000 mm por año, según la información brindada por el Instituto Costarricense de Electricidad (ICE, 2004) y del Instituto Meteorológico Nacional (IMN, 2004). Esta precipitación se descarga sobre una topografía irregular y abrupta con una pendiente media de 33° ocupada por la agricultura del café, de la cual el 70% es café con sombra y el resto sin ella, a escala de los distritos de Orosi y Cachí, seguida del bosque secundario, los pastos y la ocupación habitacional.

Sobre los terrenos de laderas se encuentran suelos muy evolucionados, mayoritariamente del orden de los ultisoles (ICE, 1998), derivados de formaciones geológicas sedimentarias muy antiguas (Oligoceno–Mioceno), fuertemente meteorizadas. En

otros sectores, también aparecen materiales de origen volcánico (extrusivo e intrusivo) del Mioceno Superior y Plioceno, así como del Pleistoceno, entre los que dominan los materiales aluviales y coluvio-aluviales. Esta litología es cortada por una densa red de drenaje de transepto corto y con una hidrodinámica torrencial en todo su recorrido, así como por una numerosa red de caminos mal diseñada que potencia la inestabilidad de sus taludes de corte.

2. Metodología

La información aquí analizada se fundamenta en la base de datos del Censo Cafetalero 2003 (INEC, 2003), la cual fue adaptada a los límites del área de estudio, y su tratamiento estadístico y cartográfico inicial fue según la codificación previa del INEC. Asimismo, para una caracterización más específica del área de estudio (Valle de Orosi), ésta se dividió topográficamente en dos grandes unidades muy bien diferenciadas cartográficamente: 1) topografía de laderas con el 82% (7601 ha), y 2) topografía de terrenos llanos, con 18% del área (1669 ha) (ver Mapa 3).

El Censo Cafetalero 2003 comprende información agronómica, económica, social y cultural del cultivo de café, información base para este trabajo, la cual se procesó en el programa estadístico SPSS 10 (SPSS Inc., 1999), y en el sistema de información geográfica MAPINFO, 7.0 (Mapinfo Corporation, 1985-2002). Los análisis aquí presentados están contextualizados en forma temporal al año 2003, cuando se aplicó el Censo Cafetalero, y son interpretados geomorfológicamente asociándolos a las formaciones superficiales que, de acuerdo con Dresch (1972), deben entenderse como las formaciones continentales, muebles o secundariamente consolidadas, provenientes de la desagregación mecánica o de la alteración química de las rocas pre-existentes bajo la acción ya sea de factores tectónicos o de factores bioclimáticos. Este Censo Cafetalero fue aplicado para toda la región cafetalera de Turrialba y Orosi. El Instituto del Café de Costa Rica (ICAFE) define la región en que se ubica el área de estudio como una de las principales regiones cafetaleras del país. El INEC, facilitó la correspondiente base de datos para los distritos de Orosi y Cachí, pertenecientes al cantón de Paraíso, provincia de Cartago, información que se complementa con trabajo de campo.

El Censo Cafetalero 2003 fue aplicado por el ICAFE, a través del INEC, con base en las zonas geográficas que dicho instituto ya tiene establecidas, y que consisten en un conjunto de áreas de terreno sembradas de café, denominadas polígonos, que corresponden a un área compacta de terreno sembrado de café, que fueron las unidades de trabajo para hacer el censo. Además, se definieron unidades como las subregiones, la zona de trabajo y el área de trabajo, que fueron la pauta para levantar la información censal (INEC, 2004).

Las zonas de trabajo están constituidas por la agrupación de 360 polígonos, y constituyen la carga de trabajo que se le asignó a cada uno de los entrevistadores para hacer la enumeración y recolección de la información censal. Cada una de las zonas de trabajo se dividió en áreas de trabajo con aproximadamente 90 polígonos, esto con

la finalidad de facilitar la asignación del trabajo a los entrevistadores y el control del desarrollo del censo. En la definición de las áreas de trabajo, el INEC procuró que en ellas se incluyera un centro poblado que sirviera como punto de partida al momento de ubicarse en el campo, la que fue delimitada utilizando accidentes naturales o artificiales fácilmente identificables en el terreno (carreteras, caminos rurales, ríos, quebradas y otros).

Además, cada área de trabajo contó con una fotografía aérea en la que los polígonos se definieron con líneas en color rojo, y el área en su totalidad se delimitó por una poligonal envolvente de color amarillo. Cada fotografía aérea del área de trabajo posee información sobre su tamaño, los polígonos, datos sobre la subregión, el número de área de trabajo, la escala, la indicación del norte y algunos puntos de referencia para ubicación en el campo. Los entrevistadores debieron visitar todos los polígonos del área asignada e identificar a los productores de café existentes en el área, aplicando el o los cuestionarios que correspondían. Un polígono puede contener parte de una finca, una finca completa, o más de una finca. Una finca es una extensión de terreno dedicada total o parcialmente a la producción agropecuaria, cuyas labores pueden ser dirigidas o ejecutadas directamente por una persona o con la ayuda de otras. Asimismo, el polígono puede estar conformado por un solo terreno, si pertenece todo a un mismo propietario, o puede estar conformado por más de un terreno. Por lo tanto, se tuvieron tantos terrenos como propietarios diferentes identificados en el polígono.

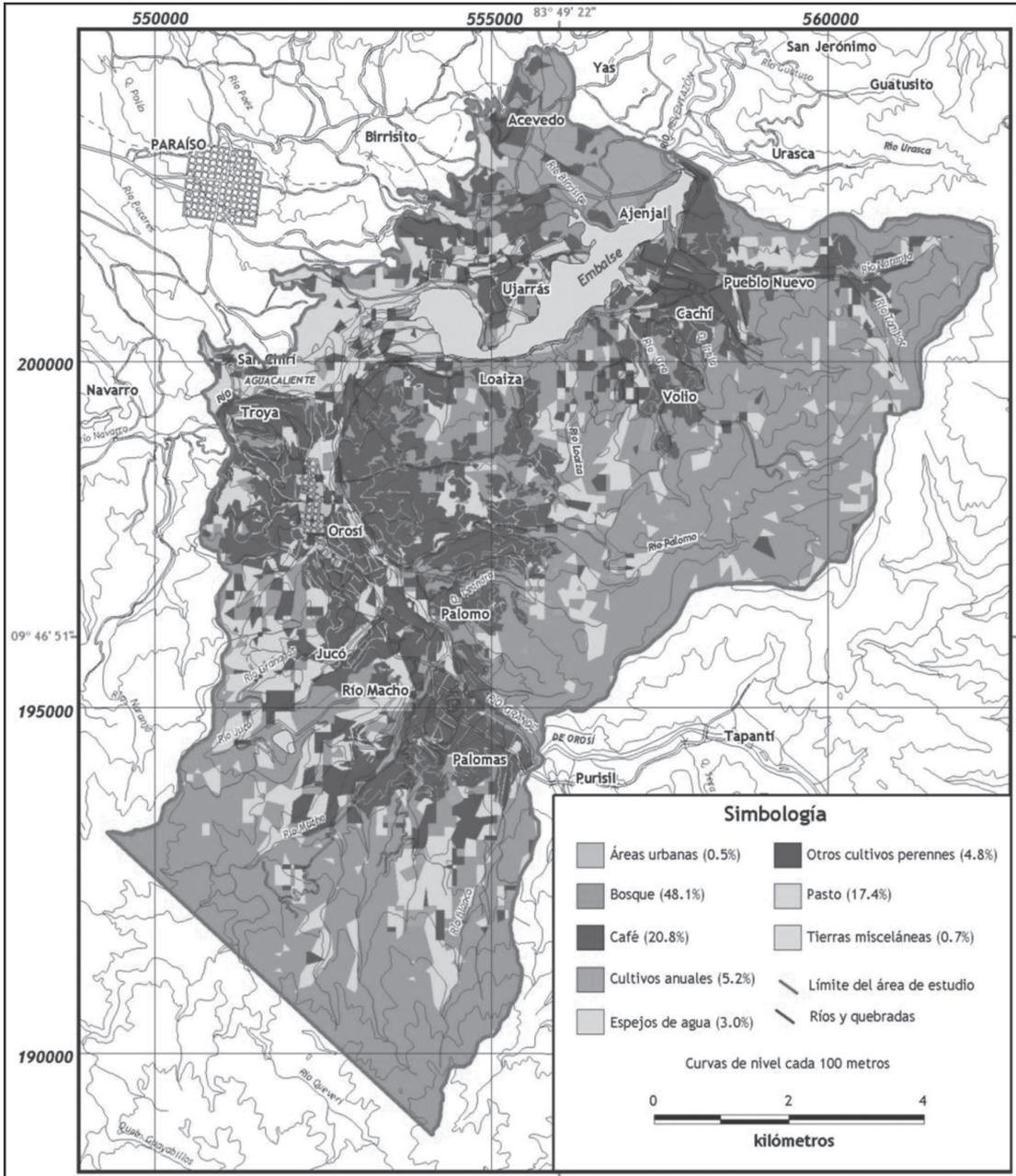
3. Características agrícolas y erosión del paisaje de laderas

El área de estudio tiene 92,7 km² (9270 ha) en cuya extensión hay varios usos de la tierra. El 48% de ella está ocupado por el bosque, seguido de un 21% de café, y un 17% de pastos. El resto lo componen cultivos anuales (tomate, chile, papa, etc.), cultivos perennes (chayote, caña de azúcar, cítricos, etc.), embalses, uso urbano, y tierras misceláneas (ver Mapa 2).

Por la localización geográfica de los distintos usos actuales de la tierra, en su mayoría en ladera, resulta fundamental proteger y mantener la cobertura boscosa que se ubica en las partes más elevadas del área. Esto porque ante una eventual eliminación de esa cobertura se estaría potenciando procesos masivos de remoción de laderas (ver Fotografía 1) que afectarían los frágiles terrenos donde se cultiva el café, ubicado sobre todo a mitad de ladera y en el piedemonte.

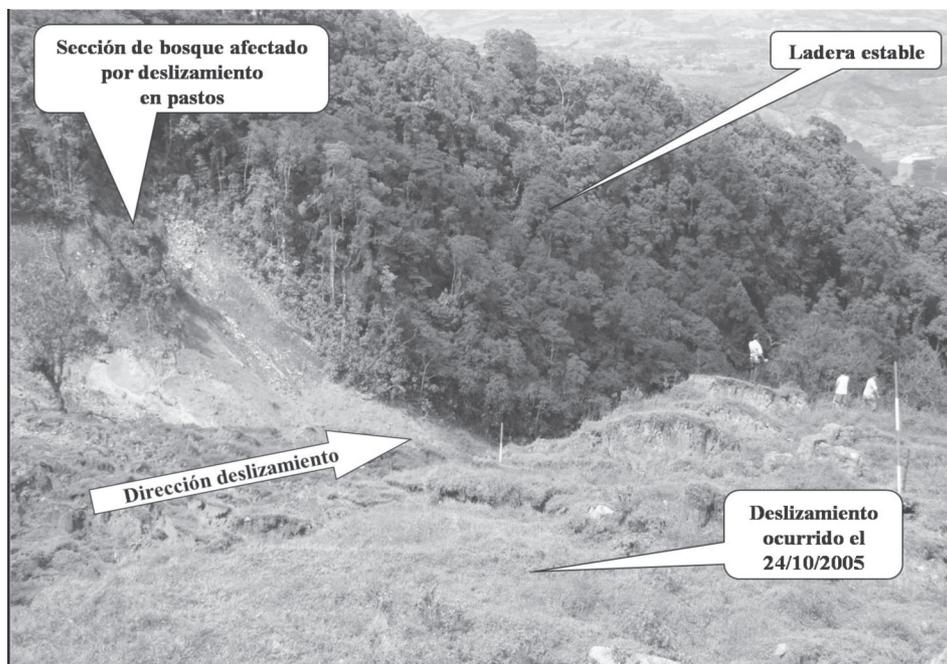
Las zonas cubiertas de pastos se hayan entre mezcladas con las fincas cafetaleras y otros usos de menor extensión, donde la observación de campo permite afirmar que estas áreas son más inestables, y donde recientemente se han generado importantes deslizamientos como los de la cuenca del Río Jucó (ver Fotografía 1). Esto afecta el cultivo del café en ladera y en los terrenos llanos debido a que los materiales son movilizados por la red fluvial aguas abajo, generando derrames y desprendimientos masivos de materiales en las fincas que colindan las riberas de los ríos.

Mapa 2
USO ACTUAL DE LA TIERRA EN EL VALLE DE OROSI



Fuente: INEC, 2003; IGN, 1963

Fotografía 1



Fuente: CNE, 2005. Las laderas con pastos tienen mayor potencial para que se generen procesos de remoción en masa. Cuenca superior del río Jucó.

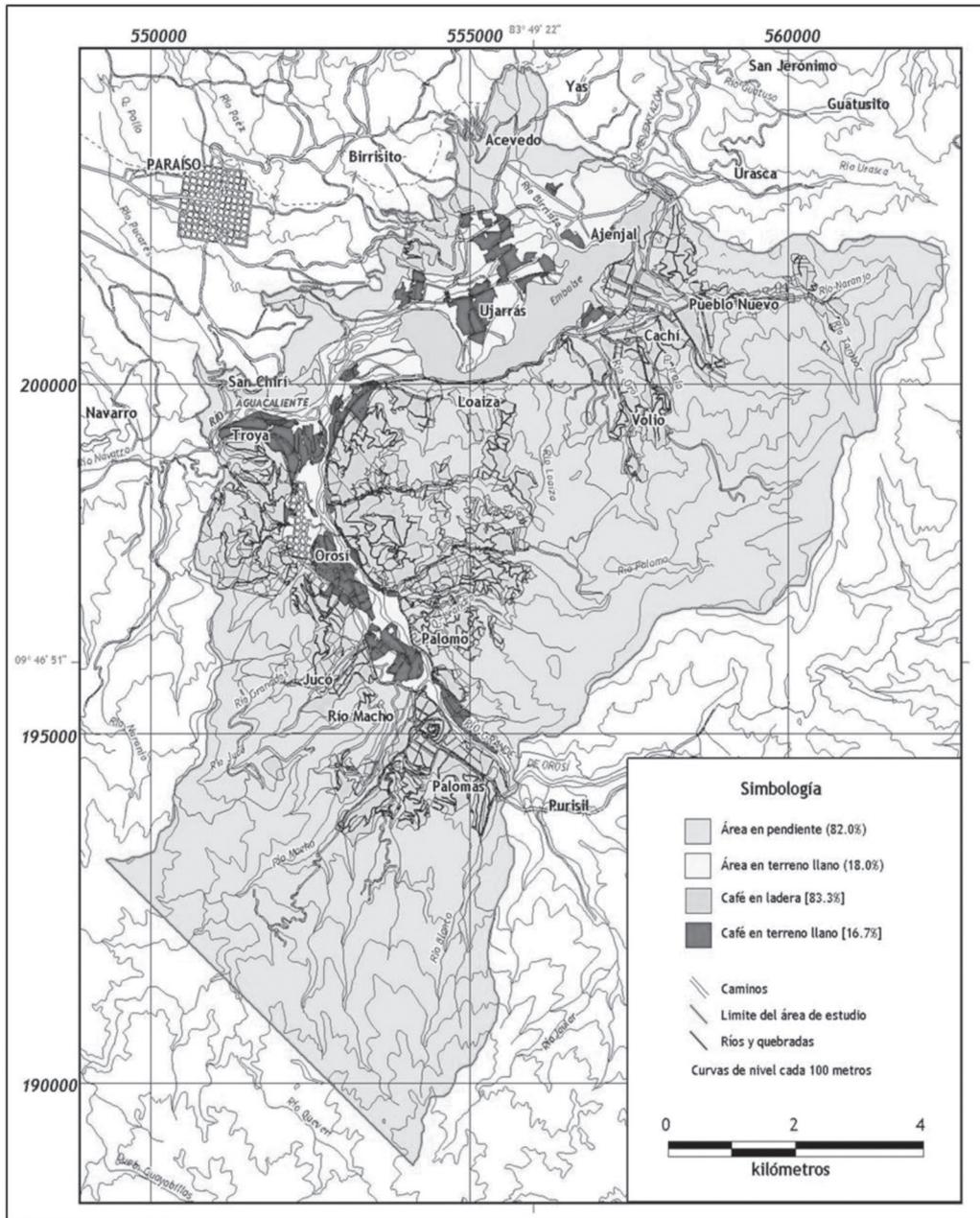
El área de estudio posee una topografía muy irregular y de fuerte pendiente en la mayor parte de su superficie, equivalente a más de cuatro quintas partes, sobre la que se cultiva el 83% del café, pues el resto del agroecosistema está en terreno llano. En total equivalen a 1946,7 ha de cafetales en toda el área de estudio (ver Mapa 3), donde predomina la variedad Caturra en un 96,3% en ladera y 99% en terreno llano. El resto son variedades como Catuai, Costa Rica 95, Híbrido Tico, Villa Sarchí y Catimor (ver Cuadro 1).

Cuadro 1
ÁREA TOTAL CULTIVADA SEGÚN VARIEDAD DE CAFÉ Y TOPOGRAFÍA

Variedad	Ladera		Llano	
	ha	%	ha	%
Caturra	1561,36	96,3	322,1	99,0
Catuai	48,64	3,0	2,93	0,9
Costa Rica 95	7,29	0,45	---	---
Híbrido Tico	1,30	0,08	0,32	0,1
Villa Sarchí	0,49	0,03	---	---
Catimor	2,27	0,14	---	---
Totales	1621,35	100	325,35	100

Fuente: INEC, 2003 --- Dato ausente en la unidad topográfica

Mapa 3
DISTRIBUCIÓN DEL CAFÉ SEGÚN TOPOGRAFÍA



Fuente: INEC, 2003; IGN, 1963

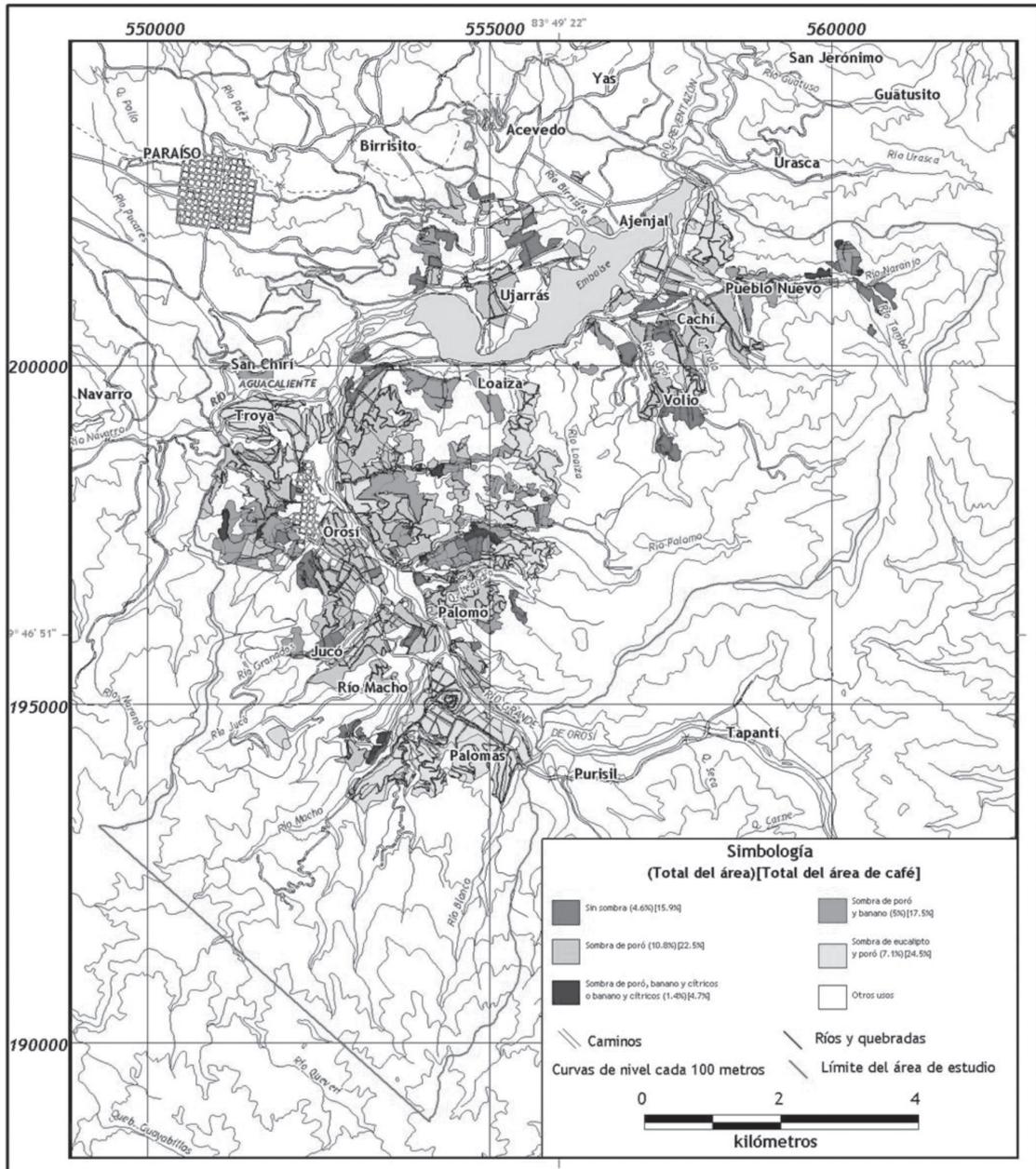
En cuanto a la edad de los cafetales, se encontró que casi el 60% de los cafetales de la variedad Caturra en ladera tienen una edad entre las categorías de < de 10 y < de 20 años, y el 34% entre 20 y < de 40 años. Casi el 90% de estos fueron resembrados entre los años 2000 y 2003. En terrenos llanos el 63% son cafetales entre 10 y < de 30 años, del que destaca un 20% entre 40 y < de 50 años. La resiembra del 82% de estos cafetales se hizo entre los años de 1999 y 2003. Destaca el hecho de que los cafetales de la variedad Caturra tienen una edad media de 19 años en ladera y 25 años en superficie llana, y está asociada a una sombra en el 64,5% de los casos con poró (*Erythrina spp*) o eucalipto (*Eucaliptus spp*), organizada en patrones abiertos y dispersos (ver Cuadro 2 y Mapa 4).

Cuadro 2
EDAD DEL CAFETAL, ÚLTIMA RESIEMBRA SEGÚN VARIEDAD Y TOPOGRAFÍA

Variedad	Edad del Cafetal (Años)	Topografía		Última Resiembra (Año)	Topografía	
		Ladera (%)	Llano (%)		Ladera (%)	Llano (%)
Caturra	Menos de 10	6,7	2,6	0	2,3	15,8
	De 10 a < 20	52	30,7	1995	0,2	---
	De 20 a < 30	17,6	32,5	1996	ND	ND
				1997	0,7	---
	De 30 a < 40	16,6	6,1	1998	0,8	---
				1999	3,5	14,9
	De 40 a < 50	2,6	20,2	2000	10,4	5,3
				2001	16,3	12,3
De 50 y más	0,9	5,3	2002	27,2	15,8	
			2003	35,1	33,3	
Suma %		95,6	97,4		96,0	97,4
Otras Variedades	Entre < de 10 y de 40 a < de 50 en laderas	< de 10 y de 20 a < 30 en llano		Entre 1999 y 2003 en laderas		Antes de 1995 y 2003 en llano
Suma %	3,6	2,6		3,6		2,6
% Total	100	100		100		100

Fuente: INEC, 2003 --- Porcentaje ausente en la unidad topográfica ---ND = No hay datos

Mapa 4
DISTRIBUCIÓN DEL CAFÉ SEGÚN TIPO DE SOMBRA



Fuente: INEC, 2003; IGN, 1963

Variedades como Catuai, Costa Rica 95, Híbrido Tico, Villa Sarchí y Catimor se cultivan en una extensión reducida y dispersa. Son de una edad promedio de 32 años en laderas y 20 años en terreno llano, y aún se siguen sembrando, sobretodo en ladera. Esto hace pensar que sus productores las quieren seguir cultivando, pues sus rendimientos son tan buenos como el café Caturra. Así lo ratifica el estudio de INFOAGRO (1998) en el que se encontraron rendimientos medios por año/hectárea de 60 fanegas (1 fanega igual a 46 kg) en Catimor, Catuai y Costa Rica 95 (CR-95), contra 52 fanegas en Caturra. En algunas cosechas, la variedad CR-95 puede producir entre un 50% y 60% más grano que Caturra (Hidalgo, entrevista personal, 06-02-2006). En terreno llano parece no haber un interés por mantener variedades de café que no sea el Caturra.

Los cafetales del área de estudio son bastante maduros, pues, según Ramírez (2004), cuando el café alcanza los 20 años de edad la planta empieza a declinar su producción, por lo que hay que renovarla o arrancarla, ya sea por el método de renovación por lote o por calle. En la arranque de los troncos de café se produce un hueco de alrededor de 40 a 50 cm de diámetro y de 15 a 20 cm de profundidad que, a la hora de considerarlos todos a lo largo de una o varias hileras o en lotes, resulta en mucho material pedológico suelto que queda a expensas de la erosión del suelo y de los agroquímicos si no se toman medidas adecuadas de manejo del cafetal. Esto es de gran importancia debido a que esta labor coincide con los meses más lluviosos, es decir de mayo a noviembre donde cae un promedio de 619 mm por mes, y a que comúnmente esta práctica va acompañada de una fertilización de fuentes altas en fósforo como 10-30-10 o 12-24-12, y, en algunos casos esporádicos, del uso de nematicida.

El método de renovación por lote consiste en eliminar totalmente los cafetos y realizar una siembra nueva. Si el terreno lo permite se recomienda roturarlo para mejorar las condiciones físicas del suelo. Esto implica emplear maquinaria para la extracción de las plantas viejas, lo que conlleva remover mayor volumen de suelo a más profundidad. Este método no es apropiado para la región de Orosi y Cachí con su topografía de laderas, pues quedarían extensas áreas desprovistas de cobertura vegetal por mucho tiempo, lo que las expone a la erosión y a la escorrentía superficial en un clima con una estación lluviosa severa y marcada. Los únicos meses relativamente húmedos son apenas enero, febrero, marzo y abril, pues registran una media mensual de 341 mm debido a la humedad de los temporales del Caribe que reciben. Las lluvias promedio en el año son de 2100 mm anuales, y definen para el área un índice de aridez menor a 10%, y un índice hídrico entre 20% y 60%, datos que definen el clima de región como un clima húmedo (Herrera, 1985). Esto indica que el suelo y el material regolítico durante la mayor parte del año están húmedos, lo que hace que las primeras lluvias de la estación lluviosa los saturan con prontitud, creando condiciones para que los aguaceros de intensidades altas movilicen grandes cantidades de sólidos. En otras condiciones topográficas este método de eliminar las plantas por lote permite realizar mejoras en las distancias de siembras e implementar prácticas de conservación de suelo.

El segundo método implica arrancar y sustituir las plantas de una calle, lo que permite variar sólo las distancias entre plantas, con lo que la remoción de tierra

es menor. En este sentido, puede considerarse como un método menos agresivo en términos ambientales, y más apropiado para el café en laderas.

Ambos métodos tienen la virtud de permitir que la resiembra de café se pueda asociar con otros cultivos como frijol, vainica, tomate, maíz (elote), entre otros, así como de coberturas vivas o muertas. Esto crea un agroecosistema más biodiverso, económico, ecológico y sostenible.

4. Manejo agrogeomorfológico del cultivo

4.1. Distancias de siembra, deshija y poda

Las distancias de siembra que más se presentan en el área de estudio son las categorías de 0,71 a 0,90 y de 0,91 a 1,10 m entre plantas, con un 48,6% y 24,3%, respectivamente; y de 1,51 a 1,70 m entre hileras, con un 42,2% con respecto a otras dimensiones en topografía de laderas (ver Cuadro 3).

En terreno llano sobresalen las distancias entre plantas de 0,71 a 0,90 m, con un 57%; y otras distancias de 0,91 a 1,10 m; de 1,51 a 1,70 m; y de 1,71 y más metros, en un promedio de 12,6%. En tanto las distancias entre hileras de 1,11 a 1,30 m, de 1,51 a 1,70 m, y de 1,71 y más metros se presentan en promedio en un 27,2%. Todos estos datos son para la variedad Caturra que es la principal en la zona (ver Cuadro 3).

Cuadro 3
DISTANCIAS DE SIEMBRA ENTRE PLANTAS E HILERAS SEGÚN VARIEDAD DE CAFÉ Y TOPOGRAFÍA

Variedad	Distancias (metros)	Entre Plantas		Entre Hileras	
		Ubicación Topográfica		Ubicación Topográfica	
		Ladera (%)	Llano (%)	Ladera (%)	Llano (%)
Caturra	Menos de 0,70	2,5	0,9	0,2	---
	De 0,71 a 0,90	48,6	57,0	9,7	8,8
	De 0,91 a 1,10	24,3	10,5	8,8	6,1
	De 1,11 a 1,30	4,5	1,8	2,3	26,3
	De 1,31 a 1,50	8,0	---	16,7	0,9
	De 1,51 a 1,70	6,6	16,7	42,2	29,8
	De 1,71 y más	1,9	10,5	16,5	25,4
Suma %		96,4	97,4	96,4	97,3
Otras Variedades	Menos de 0,70	0,2	---	1,9	1,8
	De 0,71 a 0,90	0,4	0,9	---	0,9
	De 0,91 a 1,10	1,0	---	---	---
	De 1,11 a 1,30	---	---	---	---
	De 1,31 a 1,50	0,2	---	1,0	---
	De 1,51 a 1,70	---	---	---	---
De 1,71 y más	1,9	1,8	0,8	---	
Suma %		3,6	2,6	3,6	2,7
% Total		100	100	100	100

Fuente: INEC, 2003 --- Porcentaje ausente en la unidad topográfica

Es importante indicar que las distancias de siembra dependen de la variedad, de las condiciones de clima, y del sistema de poda que se vaya a seguir. Se recomienda de 1 m entre plantas y 2 m entre calles para Catuai, y de 0,9 m en plantas y 1,8 m entre calles para Caturra y otras variedades, según el Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria (OIRSA, 2001).

Variedades como Caturra y Catuai han favorecido el aumento en las densidades de siembra, lo que ha redundado en un crecimiento sostenido de la producción, y se convierte en una alternativa para los elevados costos de producción que compensa las dificultades de manejo del cultivo en cuanto a poda, cosecha, atomización, entre otros. Además, se estima que una población de 5000 plantas/ha, correspondiente a un espaciamiento de 2,5 por 0,8 m, es considerado como un dato muy próximo a lo ideal para las variedades de porte pequeño (Rena y Maestri, 1986). En este sentido, el ICAFE considera que una cosecha por hectárea de 40 fanegas es muy buena, de 20 a 40 fanegas es una cosecha de rendimiento medio, y menos de 20 fanegas es baja, en el entendido que la productividad varía según los precios, condiciones ambientales en la etapa de floración, y la bianualidad del cultivo.

De acuerdo a Rena y Maestri (1986), mayores densidades de siembra permiten una captura más eficiente de la energía luminosa para la síntesis de carbohidratos, así como un mejor control natural de la floración. Se evita además la superproducción por arbusto y la consecuente muerte descendente de las puntas a causa del sombreado mutuo. Asimismo, la temperatura foliar y del suelo son menores, lo que reduce la evapotranspiración del mismo. Por último, hay menor desarrollo de malezas a causa de la baja luminosidad, lo que contribuye a la economía del agua.

Además, el cultivo del café sembrado en altas densidades favorece el desarrollo de un sistema radicular más profundo (Rena y Maestri, 1986), lo que permite un mayor aprovechamiento del agua de las capas más profundas del suelo. Esto reduce el potencial de deslizamiento de la formación superficial por sobresaturación donde el sistema radicular por proximidad entre plantas formaría un enmarañamiento de raíces, favoreciendo así el "amarre" de la formación superficial, y contribuyendo a la estabilidad de los terrenos de laderas.

Sin embargo, esta característica no ha sido considerada como una ventaja en favor de la sostenibilidad del cultivo del café, pues las distancias de siembra dominantes en el área de estudio están dentro del ámbito sugerido como las mejores por Rena y Maestri (1986). Por esta razón, desde las primeras etapas de desarrollo del cafetal se debe articular esta ventaja con prácticas de conservación de suelos y siembra de cultivos asociados con el café para que éste sea sostenible ambientalmente, y se aproveche así la amplia distancia entre hileras, en comparencia con las condiciones del régimen de lluvias del área y lo abrupto de su topografía (ver Fotografía 2).

En cuanto a la poda, se encontró que en la variedad Caturra el sistema que predomina es la selectiva (50%), seguida de la poda en hileras, y en un porcentaje bajo la poda por lote; mientras que por forma de poda la más usada es la poda por rama (80,3%). El tipo de poda que prevalece es la poda baja (87,2%) en laderas (ver Cuadro 4).

FOTOGRAFÍA 2



Fuente: Café joven con alta densidad de plantas, en suelo esquelético, con hileras a favor de la pendiente y sin prácticas de conservación de suelos. Fotografía del autor.

Sobre terrenos llanos destaca el sistema de poda en hileras (65,8%), y el resto es selectiva; mientras que por forma se practica la poda por rama (59,3%), y el resto por planta; por último, de acuerdo al tipo de poda destaca la poda baja (94%). Es importante que la poda se realice posterior a la cosecha, tal como se hace en la zona de estudio entre los meses de enero y marzo, pero previo a ella debe efectuarse el control de malezas, la fertilización nitrogenada y el arreglo de la sombra.

De acuerdo con Ramírez (2002) y Barboza (2002), la poda en el café se realiza para mantener la planta renovada con una forma y altura que permita ser cosechada y atomizada con facilidad; para eliminar ramas enfermas, agotadas, secas o quebradas; para estimular el crecimiento de nuevos tallos y ramas que proporcionen tejido productivo (la producción se concentra en las ramas que tienen una edad de 2 a 5 años); para mantener un balance entre la cosecha y el follaje de la planta que permita la entrada de luz y aire que estimule la producción de las plantas vecinas; y para reducir la incidencia de plagas y enfermedades, y con ello aminorar los costos de producción y el efecto de la bianualidad productiva.

Según Ramírez (2003), el sistema de poda selectiva se realiza de dos formas: la primera consiste en eliminar únicamente las ramas enfermas, y se caracteriza por requerir de mano de obra especializada y ser lenta de realizar, lo cual aumenta costos

Cuadro 4
SISTEMA, FORMA Y TIPO DE PODA Y DESHIJA SEGÚN VARIEDAD DE CAFÉ Y TOPOGRAFÍA

Variedad	Poda				Deshija						
	Sistema de Poda	Ubicación Topográfica Ladera (%)	Forma de Poda	Ubicación Topográfica Llano (%)	Tipo de Poda	Ubicación Topográfica Ladera (%)	Ubicación Topográfica Llano (%)	N° Hijos Deja / Planta			
Caturra	Hileras	35,7	Por planta	16,1	37,8	Poda baja	87,5	93,9	2	43,0	34,5
	Por lote	10,7	---	---	---	---	---	---	3	37,7	24,8
	Selectiva	49,8	Por rama	80,3	59,5	Poda alta	8,8	3,5	4	15,1	23,9
	---	---	Por parche	0,4	---	---	---	---	---	6	0,3
Suma %	96,2	97,4	96,8	97,3	96,3	97,4	95,9	98,2	---	---	---
Otras Variedades	Hileras	1,9	Por planta	---	2,7	Poda baja	3,7	2,6	2	0,9	---
	Por lote	0,2	---	---	---	---	---	---	3	2,6	1,8
	Selectiva	1,7	Por rama	3,2	---	Poda alta	---	---	4	0,4	---
---	---	Por parche	---	---	---	---	---	---	6	---	---
---	---	---	---	---	---	---	---	---	8	---	---
Suma %	3,8	2,6	3,2	2,7	3,7	2,6	3,9	1,8	---	---	---
% Total	100	100	100	100	100	100	100	100	---	---	---

Fuente: INEC, 2003 --- Porcentaje ausente en la unidad topográfica

y dificulta el éxito de la resiembra. La segunda puede realizarse cortando todas las ramas (por parche) de la planta agotada o enferma, y se adapta muy bien a fincas pequeñas de 1 a 5 ha. El sistema de poda por hileras (poda cíclica cada 3 o 4 años), para fincas grandes y pequeñas, consiste en calles por lotes de forma alternada. Resulta muy económica y fácil de realizar, y permite la incorporación y asociación con otros cultivos (hortalizas). Además, hay economía de fertilizante y la práctica de la resiembra resulta más exitosa, o sea, es más sostenible (ver Fotografía 3).

FOTOGRAFÍA 3



Fuente: Barboza, 2002. La poda por planta e hilera es la más recomendable para el café en ladera. La poda por lote sólo se usa en un 10,5 % pues potencia la erosión.

La poda por lote consiste en podar de manera alternativa secciones de parcelas o fincas. Aunque tiene las mismas ventajas de la anterior, no es recomendable emplearla en terrenos de ladera, pues favorece la erosión del suelo y la aparición de enfermedades. Se recomienda para fincas medianas y grandes ubicadas en topografía llana (ver Fotografía 3).

Según el tipo de poda, se entiende como poda alta aquella en que la planta podada queda de una altura de 90 a 120 cm, mientras que la poda baja es de 30 a 40 cm, respecto al suelo. El primer tipo se aplica cuando debajo del corte hay suficientes bandolas con capacidad productiva y sin problemas nutricionales y fitosanitarios.

Como se ha notado, la práctica de la poda no es algo sencillo. Se requiere conocimiento para realizarla, y debe manejarse en coordinación con las características climáticas y topográficas, así como de acuerdo al tamaño de la finca. En cuanto al área de estudio, estas tres variables deben ser analizadas de manera integrada, pues se está ante una de las zonas donde llueve la mayor parte del año y donde predomina la pequeña propiedad, lo que es una dificultad para formalizar un manejo agroecológico integral. Además, dentro de la misma zona hay diferencia de manejo de la poda en la escala temporal (Hidalgo, entrevista personal, 06-02-2006) por lo que muchas plantas,

al inicio de la estación lluviosa en mayo, no tienen un desarrollo adecuado para reducir el impacto de la energía cinética de las gotas de lluvia sobre el suelo y, por ende, de la escorrentía.

Una actividad de mantenimiento del cafetal muy parecida a la poda es la deshija, que en el área de estudio se realiza en el 96% y 99% de casos en ladera y terreno llano, respectivamente, entre los meses de junio y julio (Hidalgo, entrevista personal, 06-02-2006). Ésta consiste en dejar entre 2 y 3 hijos por planta en un promedio del 40% de los casos en ladera, mientras que en terreno llano entre 2 y 4 hijos, lo que equivale a un promedio del 28% de los casos (ver Cuadro 4).

Según Hidalgo (2004), la meta principal de la deshija es mantener una planta que desarrolle un número adecuado de hijos que presenten la mayor cantidad de bandolas productivas posibles con la menor competencia entre ellos y, a la vez, que este arreglo mantenga la incidencia de plagas y enfermedades en un nivel que no cause un daño económico importante.

La deshija se debe realizar dos o tres meses después de la poda, o cuando los hijos tengan un desarrollo de unos 20 a 30 cm, de manera que permita seleccionar los mejores a los dos o tres meses después debe realizarse una segunda deshija para eliminar los hijos que hayan brotado, aunque esta práctica también depende de la variedad, distancia de siembra, y sistema de poda empleado (ver Fotografía 4).

Es necesaria una articulación ambiental entre el manejo de las distancias de siembra, la poda y la deshija, así como con el arreglo de la sombra, para que cuando se realicen o modifiquen estas prácticas el suelo esté lo menos desprotegido posible. Para ello, la biomasa que se obtiene de la poda y la deshija se puede disponer de tal manera que conforme un alfombra vegetal en el suelo que reduzca la inestabilidad de estos en las laderas debido a la erosión severa (ver Fotografía 4).

FOTOGRAFÍA 4



Fuente: Hidalgo, 2004 En deshija se escogen los hijos de mayor potencial productivo y se debe considerar la sincronía con la erosividad del inicio de las lluvias, y las características físicas de la finca, dado los espacios abiertos entre hileras.

4.2. Tipo y manejo de la sombra

En el área de estudio el agroecosistema de café utiliza sombra y plantado de varias especies en un 84%, tanto de una única especie como combinada. El poró (*Erythrina spp*) se utiliza en un 62,5%, el eucalipto (*Eucalyptus deglupta*) en un 24,5%, las musáceas en un 22,2%, y otras especies como el laurel, la guaba y el aguacate en un 5.3%. En relación con la sombra empleada en el área de estudio, y con respecto a la variedad de café Caturra, que es la más cultivada, se encontró que el 93,4% y 97,4% que se ubica en ladera y terreno llano, respectivamente, utiliza algún tipo de sombra (Mapa 4).

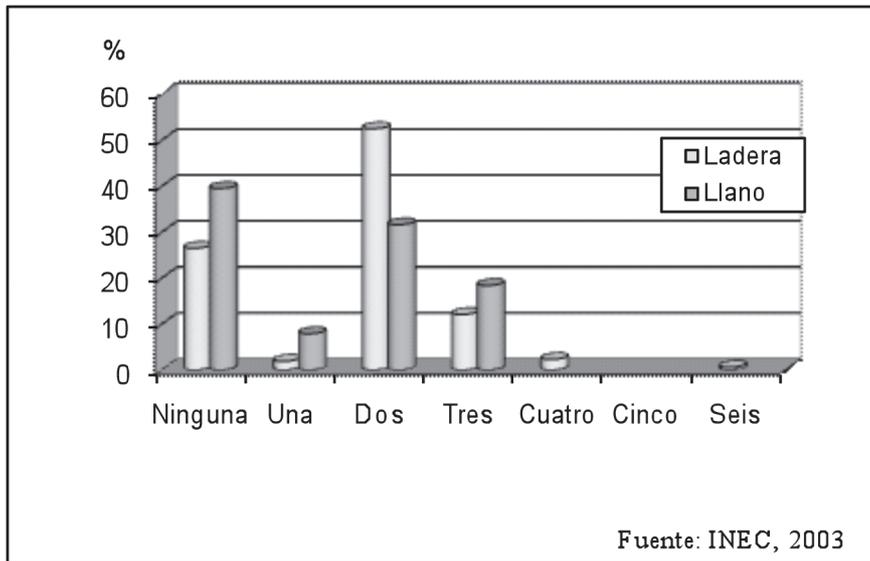
En este apartado se comenta sobre las especies de laurel (*Cordia alliodora*) y guaba (*Inga spp*) como sombra, tomando en cuenta que la base de datos suministrada por el INEC (2003) las separa. Sin embargo, en términos reales, la presencia de éstas en el área no llega al 2%, pero las mismas se mantienen en el análisis por mostrar comportamientos agroecológicos interesantes y afines a este trabajo que vale la pena rescatar como especies que se podrían potenciar más en el área, especialmente el laurel como madera de gran valor comercial.

Al consultar a los productores si arreglan la sombra, se obtuvo que el 73% y 61% de ellos en ladera y terreno llano, respectivamente, sí la arregla; el resto no lo hace. Destaca el hecho de que el mayor número de veces que se arregla la sombra es 2 veces al año, mientras que en el 27% y 40% de los casos en ladera y terreno llano, respectivamente, no se trabaja la sombra (ver Gráfico 1).

En el área de estudio la sombra se arregla tradicionalmente entre los meses de enero y febrero, y entre julio y agosto, pero existe bastante diferencia en el arreglo, es decir, en cuanto a la cantidad de biomasa que se quita o deja en los árboles de sombra. Merece especial atención el arreglo entre julio y agosto, donde el cafetal tendría una sombra reducida y muy abierta. Esto porque coincide con los días finales de agosto, es decir con el inicio de la segunda máxima de lluvia de la estación lluviosa en el país, que su vez corresponde con el período del año en que ocurren tormentas que se localizan en las partes altas de las laderas y que han estado asociadas a deslizamientos torrenciales como: 1) la tormenta del 2 de julio de 1987, que concentró lluvias por 5 horas seguidas sobre los Cerros Doán, cerca de Cachí, afectando 25 km² de superficie con deslizamientos (Mora *et al.*, 1989); 2) las tormentas del 24 y 27 de julio de 1992, que se localizaron sobre la parte superior de las subcuencas de los ríos Macho, Sombrero y Purisil, acumulando 15 horas de lluvia continua (ICE, 1992), provocando desprendimientos de las laderas y grandes avalanchas; 3) la tormenta del 30 de agosto del 2002 sobre los cerros cercanos a la Villa de Orosi (ICE, 2002), que generaron un deslizamiento de 2 millones de m³; 4) la tormenta del 18 de junio del 2003, según la Comisión Nacional de Emergencia (CNE, 2005), donde se produjo un deslizamiento de 500000 m³ de material; y 5) las lluvias entre el 20 y 24 de octubre del 2005 (CNE, 2005), que provocaron otro deslizamiento de 1 millón de m³. Estas dos últimas localizadas sobre la parte superior de la subcuenca del río Jucó.

El manejo de la sombra en el café en el área de estudio, y fuera de ella, debe ir más allá de una práctica tecnificada y calendarizada. Debe tener alcances más

Gráfico 1
FRECUCENCIA CON LA QUE ARREGLA LA SOMBRA SEGÚN VARIEDAD DE CAFÉ Y TOPOGRAFÍA



agroecológicos, económicos y sostenibles, pues el cultivo del café debe ser un verdadero sistema agrosilvicultural; es decir, un sistema agrícola de especies leñosas y otros cultivos agrícolas diseñado tomando en cuenta la mayor cantidad de variables ambientales, sociales, económicas, culturales, en el contexto de las adecuadas escalas espaciales y temporales. Con esto se aumentaría el valor agregado a la producción cafetalera, para lo cual también es importante contar con el conocimiento y la experiencia del caficultor.

Se debe pensar en la incorporación de especies maderables más allá de la sombra necesaria para el cultivo, previa evaluación de la capacidad del sitio para soportar pesos adicionales importantes. Éstas deben sembrarse en las zonas de protección, en las orillas de los callejones internos, en los linderos de las fincas, como separadores de cortes de cafetales, en sitios de laderas degradadas con problemas de erosión, en las cercanías de los ríos no aptas para la siembra del café, como cortinas rompevientos, y como cercas vivas. Los residuos de las podas de la sombra del cafetal y de los nuevos árboles deben funcionar como materiales para formar coberturas muertas sobre el suelo abierto que ayudarán a reducir la erosión, las malezas, la pérdida de humedad por evaporación, entre otras.

La importancia de los árboles lo confirma Muschler (1999), cuando dice que en los últimos 20 años la rentabilidad de muchos cafetales tecnificados, caracterizados por cultivar variedades de alta productividad y altos requerimientos de insumos externos bajo poco o ninguna sombra, dejó de ser más alta que la rentabilidad de cafetales menos

tecnificados, pero con buen manejo de la sombra. Lo anterior lo confirma un estudio sobre indicadores financieros para una reforestación pura y un sistema de café con laurel (*Cordia alliodora*) citado por Alfaro (2003), donde se encontró un ingreso neto de \$ 139/año/ha para la reforestación pura, mientras que para la segunda \$ 1310/año/ha. Este estudio es un buen ejemplo de que una mayor cobertura arbórea y arbustiva aumentaría el valor comercial de la finca, generando mayores ingresos económicos por venta de productos madereros, y disminuyendo el riesgo económico que provocan las crisis cafetaleras, al mismo tiempo que se incrementa la biodiversidad, se reduce el uso de químicos y se da sostén a la ladera.

Desde el año 2003, el ICAFE (Villegas, 2003) viene incentivando la práctica asociada al manejo tradicional de la sombra del café, a través de un convenio con el Instituto Tecnológico de Costa Rica (ITCR), para elaborar un manual en el cual se puedan apoyar los caficultores para aumentar la población maderable en la finca. De manera preliminar, con base en ese convenio, el ICAFE ha recomendado algunas especies para las zonas altas (Orosí y Cachí) como el Gavilancillo (*Albizzia adinocephala*), el Sotacaballo (*Phithecellobium longifolium*), el Raspaguacal (*Curatella americana*), el Higuerón (*Ficus costaricana*), el Bambú (*Bambusa vulgaris*), entre otros; y para las zonas bajas el Indio Desnudo (*Bursera simarouba*), el Targuá (*Croton draco*), el Guácimo (*Guazuma ulmifolia*), el Manzana Rosa (*Eugenia jambos*), el Guarumo (*Cecropia sp*), el Iguano (*Dilodendron costarricense*), entre otros (Villegas, 2003).

Los cafetales con mayor diversidad mejoran las condiciones agroecológicas de la finca al incrementar la capa de materia orgánica, así como las propiedades físicas y químicas del suelo, con lo que se produce un café ecológicamente más sostenible y reconocido en los mercados internacionales. Además, se disminuye la erosión porque los árboles forman una cobertura contra la lluvia y el viento, lo que reduce el lavado de la capa fértil del suelo. Contribuyen también en el control biológico de las plagas y las enfermedades mediante la siembra de especies como la Reina de la Noche (*Datura arborea*) y el Madero Negro (*Gliricidia sepium*). Sin embargo, al adicionar árboles a la caficultura, se debe considerar:

- 1) La eventual competencia por espacio, agua y nutrientes con respecto al café.
- 2) Que la densidad en las cercanías del cafetal con su sombra no sobrepase el límite requerido, ya que el intervalo de sombra óptimo para la zona de Cachí y Orosí está entre 30% y 60%. Esto con el propósito de no afectar las condiciones óptimas de humedad y temperatura requerida por el café, recomendada entre 18 °C y 21 °C, (OIRSA, 2001), pues una sombra inferior a 30% provoca un agotamiento acelerado de la planta, y aumenta los costos de producción. Cabe decir que con más de 60% la producción disminuye hasta un 30%, y aumenta la incidencia de plagas y enfermedades.
- 3) Las ramas de los árboles pueden quebrar el café al caer.
- 4) Evaluar la estabilidad de la formación superficial en laderas, pues no vaya a ser que al sembrar árboles se adicione peso extra, con lo que se aumentaría la

posibilidad de un futuro deslizamiento. Sin embargo, para reducir este riesgo, se puede practicar una poda periódica para disminuir su masa subaérea.

En el caso del punto cuatro, lo más apropiado es la siembra de especies arbustivas como el bambú, que abunda en el área de estudio, y que son de menor peso e irán preparando las condiciones pedológicas para que la ladera puede recibir especies de portes más altos, o bien, considerar la regeneración natural para sitios más inestables.

4.3. Enfermedades y plagas

La incidencia de enfermedades en plantas de café en la zona de estudio demuestra que la Roya (*Hemileia vastatrix*) se presenta en un 70%, el Ojo de Gallo (*Myceina citricolor*) en un 64%, y la Chasparria (*Cercospora coffeicola*) en un 55%, siendo las que más se presentan en la variedad Caturra. El Derrite (*Phoma costarricensis*), la Maya o Llagu Negra (*Rosellina bunodes*), y el Mal de Hilachas (*Pellicularia koleroga*) en promedio se presentan en el 32% de los casos. Otras variedades (Catuai, Costa Rica 95, Híbrido Tico, Villa Sarchí y Catimor) se muestran más resistentes a estas enfermedades. Las tres primeras aparecen en el 50% de los casos y las siguientes tres en un 18% (ver Gráfico 2).

Las plagas que más afectan al café en el área son los jobotos (*Phyllophaga spp*) en un 68%, los Nemátodos y Cochinilla Harinosa (*Planococcus citri*) en un 56% cada uno, y las Arañitas o Ácaro del café (*Olygonychus yotheri*) en el 45% de los casos en la variedad Caturra. Los ataques por Broca (*Hypothenemus hampei*) apenas llegan a 3,1%. Otras variedades los jobotos están en un 64%, las Arañitas y Cochinillas atacan en promedio en un 58%. Las otras variedades muestran ser más resistentes a los nemátodos, ya que aparecen en un 38% de los casos, aunque con mayor presencia de Broca (ver Gráfico 3).

Con respecto a la incidencia de enfermedades y plagas por ubicación topográfica, se tienen resultados muy parecidos a los anteriores en términos porcentuales. Sin embargo, al promediar los porcentajes de incidencia de cada una de las enfermedades y plagas, se encontró que en el 46,4% y 39% de los casos se presentan todas las enfermedades en laderas y terreno llano, respectivamente. Situación semejante ocurre con las plagas con promedios de 40,4% y 38% en ladera y terreno llano. Esto podría explicarse, en el caso del terreno llano, debido a la existencia de sombras menos densas y abiertas (eucalipto y poró) que permiten más radiación solar y suelos más drenados por estar asociados a formaciones superficiales de origen fluvial. Las laderas, por otra parte, son de texturas más pesadas, por lo que almacenan más agua, especialmente las modalidades del agroecosistema café con sombras muy densas que combinan musáceas, cítricos y poró, y que asemejan, en algunos casos, a cafetales abandonados, lo que los puede convertir en focos de diseminación de plagas y enfermedades hacia otros cafetales (ver Mapa 4).

En el Cuadro 5 se nota que los cafetales que tienen por sombra el laurel (*Cordia alliodora*), el eucalipto (*Eucaliptus deglucta*), la guaba (*Inga sp*), (esta última sólo está presente en una finca en terreno llano), u otra especie (se excluye poró y musáceas), son

Gráfico 2
INCIDENCIA DE ENFERMEDADES EN EL CAFÉ SEGÚN VARIEDAD

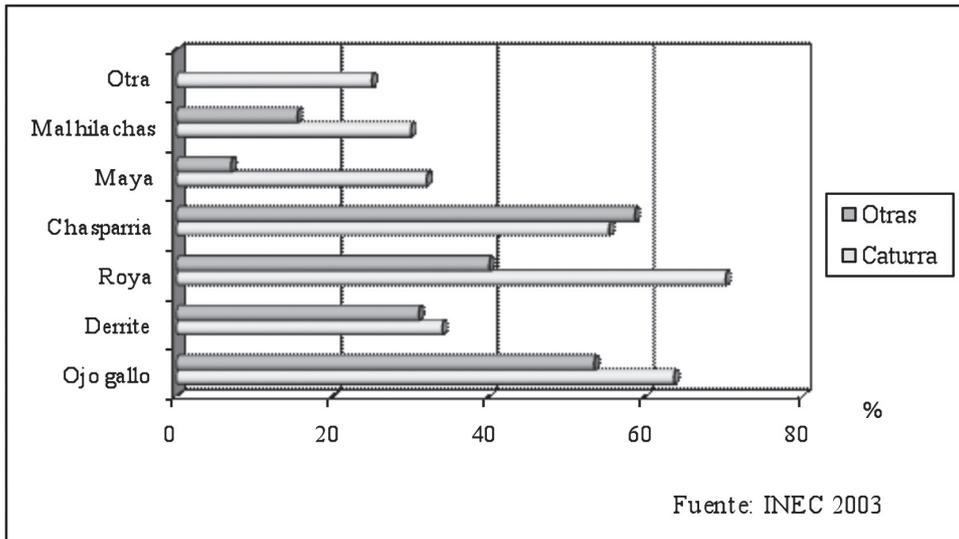
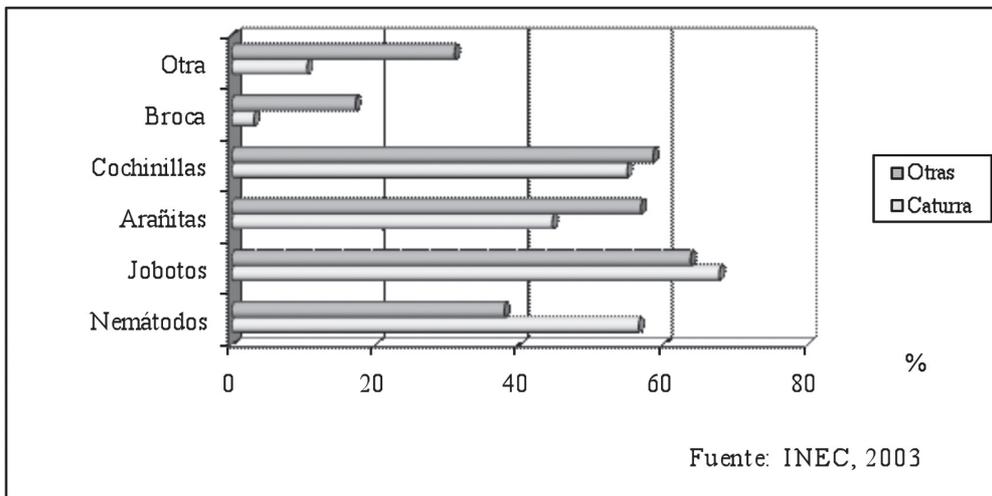


Gráfico 3
INCIDENCIA DE PLAGAS EN EL CAFÉ SEGÚN VARIEDAD



los más propensos a enfermedades. Destaca la incidencia de la Roya, el Ojo de Gallo y la Chasparria en ladera, con una media de 85%, pero con una incidencia menor en el terreno llano, aunque también con porcentajes altos.

Con respecto a enfermedades como la Maya, el Mal de Hilachas y el Derrite, el eucalipto, la guba y otras sombras muestran también niveles altos de incidencia de

estas enfermedades, pero no así el laurel, que se muestra más resistente como sombra en ladera con una incidencia media de 5,7%. En terreno llano estas enfermedades se presentan en mayor porcentaje (28%), en sombra de laurel y guaba, aunque con valores más bajos que en ladera con respecto a eucalipto y otras especies, pero siempre superados por la incidencia de la Roya, el Ojo de Gallo y la Chasparria.

En el caso del café con sombra de poró o musáceas se observa también una alta incidencia de Roya, Ojo de Gallo y Chasparria, en porcentajes bastante elevados y próximos entre sí, con una media de incidencia de 58% en laderas. En terreno llano se nota variabilidad en el porcentaje de incidencia de estas enfermedades según la especie de sombra, donde las musáceas son las más infestadas con el Ojo de Gallo (60%) y la Chasparria (40%), pero en general en porcentajes más bajos que en el grupo de sombras de laurel, eucalipto, guaba y otras especies, tanto en ladera como en terreno llano. La Roya se presenta en un 70% con sombra de poró en ladera y 25% en terreno llano, pero en musáceas la incidencia es del 60% en ambas topografías. La Maya, el Mal de Hilachas y el Derrite se presentan menos, tanto en ladera como en terreno llano, pero es en la sombra de musáceas donde más se presentan.

Cuadro 5
INCIDENCIA DE ENFERMEDADES POR ESPECIE DE SOMBRA AGRUPADA Y TOPOGRAFÍA

Enfermedad	Sombra agrupada			
	Laurel (L)– Eucalipto (E) Guaba (G) – Otra (O)		Poró (P) – Musáceas (M)	
	Ladera (%)	Llano (%)	Ladera (%)	Llano (%)
Roya	89* (0 en G)	63*	60*(70 en P)	79*(25 en P)
Ojo de Gallo	85*	58*	61*	62*
Chasparria	80* (30 en G)	49*	54*	(9 en P) (60 en M)
Maya	(0 en L) (0 en G) (76 en E - O)	17* (31 en L - G)	22*	(0 en P) (40 en M)
Mal de Hilachas	(10 en L) (40 en G) (72 en E - O)	16*(9 en E - O) (29 en L - G)	21*	27*
Derrite	(74 en E - O) (7 en L)	22*	28*	(3 en P) (41 en M)
Otras	(28 en L) (0 en G) (74 en E - O)	(15 en E - O) (24 en L - G)	(25 en P) (53 en M)	(3 en P) (34 en M)

Fuente: INEC, 2003. 76 en E - O, porcentaje promedio de incidencia para 1 o 2 especies de sombra. 89*, porcentaje promedio de incidencia para 2 o 3 especie de sombra.

Con respecto a las plagas, el Cuadro 6 resume la incidencia de las mismas en el café del área de estudio, también asociada a la especie de sombra utilizada, en el cual se puede observar un comportamiento de incidencia similar al contenido del Cuadro 5.

En el caso de las plagas Cochinilla, Jobotos, Nemátodos y Arañitas se presentan en porcentajes muy altos en cafetales de ladera que tienen por sombra el laurel, el eucalipto u otra especie, cuya incidencia media es de 85%. La sombra de guaba es la que tiene porcentajes más bajos, pero recuérdese que la sombra de guaba no es representativa del área de estudio, y sería importante tenerla en más cantidad en la zona para tener una mejor muestra de su asociación con el café, y con ello el comportamiento de las plagas y enfermedades. En terreno llano las plagas se presentan en un 50% menos que en ladera, con excepción de los jobotos que sí están en cantidades importantes.

Cuadro 6
INCIDENCIA DE PLAGAS POR ESPECIE DE SOMBRA AGRUPADA Y TOPOGRAFÍA

Enfermedad	Sombra agrupada			
	Laurel (L)– Eucalipto (E) – Guaba (G) – Otra (O)		Poró (P) – Musáceas (M)	
	Ladera (%)	Llano (%)	Ladera (%)	Llano (%)
Cochinilla	89* (20 en G)	49*	53*	53*
Jobotos	86* (30 en G)	64*	62*	62*
Nemátodos	87* (10 en G)	48*	51*	60*
Arañitas	77* (20 en G)	39*	43*	51*
Broca	(72 en L) (7 en E – O) (0 en G)	4*	7*	(0 en P) (2 en M)
Otra	(52 en L) (8 en E – O) (0 en G)	13*	11*	15*

Fuente: INEC, 2003. 76 en E – O, porcentaje de incidencia para 1 o 2 sombras. 89*, porcentaje promedio de incidencia para 3 sombras.

Con respecto a la Broca y otras plagas en ladera, éstas se presentan en porcentajes elevados bajo sombra de laurel, aunque muy bajos en eucalipto u otra especie. En terreno llano en sombra con poró o musáceas la incidencia es importante, aunque en un 31% menos que en la sombra de laurel, eucalipto u otra especie. En terreno llano casi está ausente la Broca. En general, la Broca se presenta en el área de estudio apenas en un 4,3%.

Resulta muy importante mencionar que al momento de pasar el Censo Cafetalero, en el 2003, los cafetales estaban experimentando los efectos de la crisis de los malos precios del grano en el mercado internacional, especialmente los del año 2001,

por lo que la actividad en el campo hizo que muchos cafetales quedaran abandonados. Esto hizo que proliferaran las plagas y enfermedades, lo cual pudo haber sobreestimado la incidencia de las mismas y hacer que los costos de producción superaran a los ingresos.

Sin embargo, desde el punto de vista agroecológico, los datos anteriores resultan muy útiles, pues ellos demuestran que la incidencia de las plagas y enfermedades están muy asociadas con el tipo y diseño de la sombra, situación que confirma Muschler (1999) cuando dice que ellas dependen de las condiciones ambientales como la temperatura, la humedad y las características del suelo, cuyo nivel de incidencia en un cafetal depende de la presencia o ausencia de la sombra. Además, destaca que en zonas húmedas con estación seca poco marcada, como lo es la región cafetalera de Turrialba en la que se ubica Orosi y Cachí, la alta humedad bajo los árboles ha sido relacionada con mayor incidencia de enfermedades del café, principalmente la Roya y el Ojo de Gallo que pueden causar una defoliación parcial o total de la planta.

La Chasparria es una de las enfermedades más importantes del café por su agresividad y severidad de la defoliación que produce. Ésta es potenciada por una sobre exposición al sol del cafetal, en el caso del café sin sombra y con sombra más abiertas (eucalipto, laurel o poró), como ha quedado demostrado en la zona de estudio, en contraste con cafetales con sombras más densas.

Este análisis demuestra la necesidad de valorar el tipo de sombra y su relación con el nivel de incidencia de enfermedades y plagas, pues la infestación a gran escala de éstas en un cafetal, al reducir las superficies foliares o la muerte masiva de plantas, expone el suelo a los procesos de erosión laminar en cárcavas y movimiento masivo de la formación superficial.

Como se pudo constatar, en el área de estudio las sombras que tienen componentes arbóreos de porte alto contienen los cafetales más afectados por las enfermedades y las plagas, con incidencias más bajas en poró combinado con musáceas y cítricos. Sin embargo, es necesario estudiar su microclima para bajar aún más la afectación de las mismas, de manera que lleven a controles más naturales, y reduzcan los costos de producción. Asimismo, parece necesario considerar las otras variedades de café, que parecen ser más resistentes a las enfermedades en la zona como el Catuai, con respecto a la Roya y CR-95, y que producen más grano que el Caturra.

Por tanto, es necesario analizar la conveniencia de mejores arreglos agroecológicos de la sombra con el café, considerando las diferencias porcentuales de incidencias de las plagas y enfermedades según especie de sombra, unidad topográfica, tipo de suelo, estado físico de las formaciones superficiales, así como la necesidad de asociar los anteriores datos con prácticas y técnicas de conservación de suelos y aguas.

4.4. Control de malezas y fertilizaciones

En la zona de estudio las atomizaciones se realizan para el control de enfermedades, aplicación de fertilizantes, y control de malezas, teniendo que en el 74% y 65% de los casos estas labores se hacen tanto en laderas como en terrenos llanos.

Con respecto a la fertilización, en la zona de Orosi y Cachí se realiza una primera aplicación entre enero y febrero, a base de una fuente nitrogenada, seguida de una segunda entre mayo y junio con un fertilizante con fórmula completa (N, P, K, Mg, B). Esta última se repite entre agosto y setiembre y, en algunos casos, sólo se realizan las dos primeras

Las atomizaciones variaron significativamente después de la crisis en los precios del café en la última década del siglo XX, pues su número ahora está en un rango de 0 a 4 atomizaciones que se realizan entre los meses de febrero a agosto (comunicación verbal, Ing. Martín Hidalgo, ICAFE, Turrialba, 2006), mientras que antes de la crisis eran más numerosas las atomizaciones, aunque su número depende de la salud del cafetal.

Según el Censo Cafetalero, las mayores atomizaciones se realizan con herbicidas en el control de malezas en un 65% y 61% de los casos, pues el control manual se utiliza sólo de un 5% a un 16%. El empleo de ambos controles sólo se emplea en un 30% y 23%. Se realizan entre 4 y 6 desmalezadas anuales en el 78% y 89% en ladera y terreno llano, respectivamente. Sólo en un 13% de los casos se controlan las malezas tres veces al año.

Los controles a nemátodos están en segundo orden, los cuales se realizan en un 40% y 47% de los casos, entre una y dos veces en el año en un 92,2% y 100% en ladera y terreno llano, respectivamente. Los fungicidas sólo se usan de manea separada en un 8,6% en ladera, y no se reportó uso en terreno llano pese a que la incidencia de enfermedades es importante. Los abonos foliares se aplican en un 5% y 1,4%, y ambos a la vez en un 86,4% y 98,6% en ladera y terreno llano, respectivamente.

Al realizar una comparación entre el número de veces que se aplican atomizaciones y el tipo de sombra en los terrenos que las emplean, se observó que en las fincas con sombra de eucalipto y de otras especies se utilizan entre 79,2% y 91,6% dos atomizaciones en el año. (ver Cuadro 7)

Cuadro 7
VECES QUE SE ATOMIZA Y FERTILIZA EN EL AÑO SEGÚN TIPO DE SOMBRA

Veces	Especies utilizadas como sombra en el café											
	Laurel		Eucalipto		Poró		Musáceas		Guaba		Otra	
	At. (%)	Fe. (%)	At. (%)	Fe. (%)	At. (%)	Fe. (%)	At. (%)	Fe. (%)	At. (%)	Fe. (%)	At. (%)	Fe. (%)
1	95,5	***	20,8	***	38,5	14,7	61,7	24,8	100	50	7,4	4,3
2	4,5	100	79,2	12,7	55,6	35,1	34,2	58,8	***	50	91,6	7,8
3 o más	***	***	***	87,3	5,9	50,1	4,2	16,3	***	***	0,9	87,9
% Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Fuente: INEC, 2003 At. = atomizaciones Fe. = Fertilización química

*** Porcentaje ausente en el tipo de sombra

En el caso de la sombra de laurel y guaba, en el 95,5% y 100% de los casos se realiza una atomización anual. Recuérdese que estas especies están en el área de estudio apenas presentes en 4 y 1 vez en terreno llano y ladera, respectivamente. En el caso de las musáceas, las atomizaciones se realizan una vez al año en un 62% de los casos, en tanto que en café con sombra de poró las aplicaciones se hacen entre una y dos veces, pero con más recargo en la segunda categoría, con un 55,6%.

En cuanto al uso de abono orgánico y fertilizante químico, se tiene que el primero se usa en pequeñas cantidades, principalmente compost (broza) y algo de gallinaza, pues sólo el 4,4% de los caficultores lo usan en terreno llano. Los más empleados son los químicos en un 61% en ladera y 40% en terreno llano, lo que evidencia que un número importante de productores no fertiliza el cafetal.

Los caficultores que más usan fertilizante químico lo aplican con una frecuencia de 2 a 3 veces/año. Los que fertilizan 2 veces/año están en un 35% y un 36%, y los que aplican fertilizante 3 veces se presentan con un 53% en ladera y 48% en terreno llano. La frecuencia de aplicación de abono químico en sombra de eucalipto (su uso es de un 25%, ver Mapa 4) u otra especie es de 3 o más aplicaciones anuales, equivalente al 87% y 88%, respectivamente, mientras que con musáceas está entre 1 y 2 veces por año, en el 83,6% de los casos. Con sombra de poró el abono químico se usa entre 2 y más veces anualmente, en el 85 % de los casos (ver Cuadro 7).

Estos datos revelan que el mayor uso de productos químicos se da en el control de malezas y la aplicación de fertilizantes químicos, pese a que entre un 35% y 40% los caficultores no los aplican del todo. Es importante mencionar que las mayores aplicaciones se hacen en los cafetales que están en laderas con sombras más dispersas y abiertas, y estructuradas con especies de porte alto como eucalipto, laurel y poró alto.

Destaca el hecho de que la fertilización con fórmula completa (N, P, K, Mg, B), en sus dos aplicaciones (entre mayo y junio y entre agosto y setiembre), coincide con las dos máximas de lluvia de la estación lluviosa, en sincronía con la deshija que se hace entre junio y julio, y el segundo arreglo de la sombra entre julio y agosto. Por esta razón, la actividad erosiva está en su máximo apogeo, sobre un suelo mayoritariamente descubierto que sólo sirve de soporte a la planta que es mantenida con fertilización artificial, puesto que su fertilidad natural ya no existe (ver Fotografía 5).

Por tanto, si se quiere un café más agroecológico y sostenible para el área el manejo de la sombra debe contribuir a aumentar la fertilidad del suelo mediante un reciclaje de nutrimentos a lo interno del agroecosistema mismo, y a controlar las malezas para reducir los costos de producción en cuanto a compra de agroquímicos.

Una sombra apropiada y una hojarasca adecuada impiden la germinación y el crecimiento de malezas, particularmente las gramíneas, tal como lo comprobó Muschler (1999) en un estudio realizado en Turrialba con una sombra de árboles de porte alto, pero bien distribuida, que proporcionaba más de 50% de sombra. Esta suprimió totalmente las gramíneas más agresivas así como las malezas de hoja ancha, y redujo además los costos de manejo de los árboles a un 3%, comparado con el 9% de los costos requeridos para el control químico de las malezas. Esto se puede complementar con coberturas muertas a base de la biomasa que también produce el cafetal con las podas.

FOTOGRAFÍA 5



Fuente: Apariencia de un cafetal en ladera en el mes de mayo, expuesto a la erosión de sólidos y agroquímicos. Río Macho. Fotografía del autor.

4.5. Conservación de suelos

La conservación de suelos es un tema de mucha trascendencia en las prácticas agrícolas, en particular del cultivo del café que requiere una superficie que no exceda la presencia vertical y horizontal de un mínimo de 30% y máximo de 60% de sombra para evitar que interfiera con la agroecología que necesita el cultivo para su adecuado crecimiento y producción de grano (entre 500 y 1700 msnm, entre 18 y 21 °C, entre 1200 y 1800 mm anuales de lluvia, evapotranspiración entre 800 y 1200 mm anuales). Sin embargo, al observar el alto grado de deterioro que tienen los suelos del área de estudio, es necesario que este agroecosistema fortalezca su sostenibilidad en las laderas con un adecuado sistema de técnicas y prácticas de conservación de suelos.

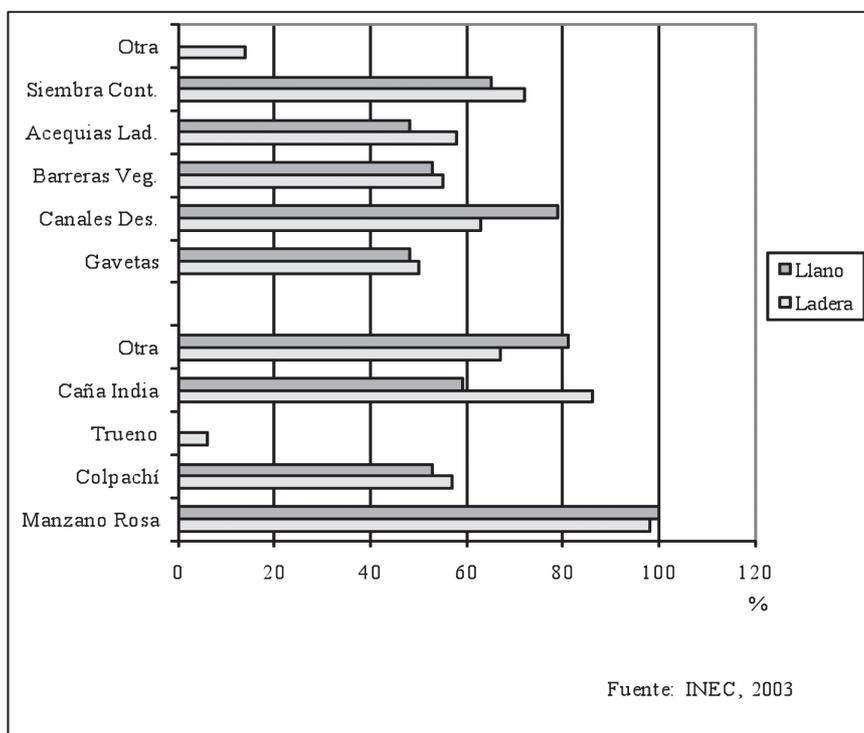
Los datos siguientes muestran con claridad cuál es la situación que presenta la región cafetalera de Orosi y Cachí en cuanto a iniciativas de conservación de suelos. Se encontró en el área que el 74% y 60% de los caficultores aducen emplear prácticas de conservación de suelos y tapavientos en un 50% en ladera y terreno plano, respectivamente.

Como se puede apreciar en el Gráfico 4, las prácticas de conservación de suelos que tienen mayor implementación son los canales de desviación, con 63% y 79%, seguidas de la siembra en contorno, con 72% y 65% en ladera y terreno llano, respectivamente. En tanto que las acequias de ladera, barreras vegetativas y gavetas se utilizan en promedio en 52% en toda el área.

En cuanto a tapavientos, las especies más utilizadas son la manzana rosa en el 100% de los casos, y la Caña India (*Taedsia fruticosa*) con 86% y 59% en ladera y terreno llano, respectivamente. También se utiliza bastante el Colpachí (*Croton sp*) y otras especies. Con muy poco uso aparece el Trueno (*Ligustrum lucidum*). Otras especies de tapaviento se usan en un 73%, pero al no conocer de qué especies se tratan y en qué porcentajes están cada una en la zona su análisis no puede ser más detallado.

Según el Cuadro 8, en el que se asocia el uso de prácticas de conservación de suelos y tapavientos con el tipo de sombra del cafeto, se tiene que en la sombra de laurel las barreras vegetativas y la siembra en contorno son las más empleadas, con un 98% en ladera. En terreno llano, las gavetas, canales de desviación, barreras vegetativas y acequias de ladera se utilizan en promedio en un 57%, superadas por las siembras en contorno con un 72%. Los tapavientos con Caña India y Manzana Rosa están en un promedio de 98% en ladera, y la Caña India y el Colpachí en un 68,5% en terreno llano con sombra de laurel.

Gráfico 4
PRÁCTICAS DE CONSERVACIÓN DE SUELOS Y TAPAVIENTOS SEGÚN TOPOGRAFÍA



En el cultivo de café con sombra de eucalipto las prácticas de conservación usadas son todas las antes citadas, con un promedio de 85,2% de los casos, al igual que todas las especies para tapaviento que se utilizan en un 91% en ladera. No obstante, en terreno llano la frecuencia de uso de éstas es más heterogénea.

En el caso de sombra de poró y musáceas el uso de gavetas, canales de desviación, barreras vivas y acequias de ladera se implementan en un 57% y 30% en laderas, mientras que en terreno llano con musáceas aparecen en un 30% y 67%, respectivamente. En ambas topografías la siembra en contorno se emplea en promedio en un 70%. La asociación de estas sombras con tapavientos revela que la Caña India se usa en promedio en el 66%, el colpachí en 60%, y la manzana rosa en un 100%, considerando las dos unidades topográficas.

Al considerar el promedio de área sembrada de café por práctica de conservación de suelos, se nota que son plantaciones pequeñas, en promedio de 2,7 ha, que utilizan conservación de suelos en un promedio de 60% y 58,6% en ladera y terreno llano, respectivamente. Las plantaciones de café que no las utilizan también son de tamaño semejante a las anteriores. La relación entre el promedio de tamaño de la finca, según el uso de prácticas de conservación de suelos, señala que el promedio de las fincas en ladera es de 1,6 ha, lo que contrasta con fincas de 123 ha en terreno llano donde en la mayoría de los casos la propiedad pertenece al caficultor.

Aunque los números anteriores indican que en los cafetales de Orosi y Cachí se emplean técnicas de conservación de suelos, la situación en la realidad dista mucho de que las mismas estén cumpliendo su objetivo, pues los suelos se muestran lavados, la pedregosidad aflora, y las cárcavas son numerosas en las fincas. Esto hace pensar que lo anterior se debe a que el caficultor no cuenta con los recursos económicos adecuados, ni con la mano de obra necesaria para darle mantenimiento a la conservación de suelos. Además, las crisis económicas que han afectado el mercado del café impiden que se promueva la protección de los suelos, haciendo que más bien se dé un sentimiento de abandono de la caficultura.

Cuadro 8
USO DE PRÁCTICAS DE CONSERVACIÓN DE SUELOS Y TAPAVIENTOS POR ESPECIE UTILIZADA COMO SOMBRA Y TOPOGRAFÍA

Práctica de conservación	Especies utilizadas para sombra en el café											
	Laurel		Eucalipto		Poró		Musáceas		Guaba		Otra	
	Ladera (%)	Llano (%)	Ladera (%)	Llano (%)	Ladera (%)	Llano (%)	Ladera (%)	Llano (%)	Ladera (%)	Llano (%)	Ladera (%)	Llano (%)
Siembra contorno	100	71,6	91,2	53,4	73,0	70,0	60,0	78,0	---	74,0	95,8	55,8
Gavetas	4,5	51,0	78,5	17,5	49,4	30,0	20,0	61,4	---	50,0	86,1	21,3
Canales desviación	4,5	67,6	80,5	47,8	65,0	40,0	41,0	74,6	100	64,2	92,1	44,1
Barreras vegetativas	95,5	54,5	94,6	15,5	57,5	---	27,0	68,7	---	57,0	91,2	30,0
Acequias ladera	---	56,6	81,2	25,5	55,0	20,0	30,0	64,5	---	55,0	88,9	28,4
Otra	---	10,7	---	21,1	10,0	20,0	27,5	2,8	---	10,4	1,9	16,4
Especie tapaviento	Uso de tapavientos											
Manzana rosa	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Colpachí	4,5	60,0	74,6	23,0	56,0	57,1	8,3	68,0	25,0	57,0	90,0	18,0
Trueno	---	4,0	5,7	---	5,0	---	---	5,0	---	5,0	6,0	3,0
Caña india	95,5	77,0	97,5	43,0	79	42,9	60,0	82,4	---	79,0	97,1	57,0
Otra	100	72,0	84,4	54,0	74,0	28,6	70,0	74,1	75,0	74,0	92,2	52,0

Fuente: INEC, 2003 --- Porcentaje ausente en la unidad topográfica

5. Aspectos socioeconómicos

Del total de hectáreas que componen el área de estudio (excluyendo los espejos de agua), el 97,4% y 99,9% son fincas que son propiedad del productor, ubicadas tanto en ladera como en terreno llano. El resto de la propiedad se posee en alquiler, préstamo u otra forma de tenencia, y la mayor parte de las fincas del área de estudio es administrada por una población de caficultores de los cuales el 58% y 40% de ellos tienen edades que oscilan de 25 a 59 y de 60 a más años, respectivamente.

Con base en lo anterior, y desde el punto de vista de los procesos morfodinámicos que ocurren en las laderas, el hecho de que casi el total de los caficultores sean propietarios de sus fincas se convierte en un detalle positivo, pues esta categoría de tenencia de la tierra puede ser la base para hacer del café un cultivo más sostenible. Esto porque debe existir un mayor compromiso por ver a sus fincas como un recurso natural que debe integrarse con su vecino para formar una unidad característica del paisaje de ladera del área de estudio con respecto al resto del entorno físico.

Esto es lo que hace que los caficultores tengan o tomen mayor conciencia por preservar la capacidad productiva de sus terrenos, los cuales deben ser vistos como el recurso natural para su sobrevivencia, ya que no es lo mismo ser propietario de la finca que tenerla bajo arriendo o préstamo. En estas últimas categorías no existe una responsabilidad ambiental o interés por reducir los procesos de degradación de suelos o implementar técnicas de conservación de suelos, lo que implicaría inversiones que no serían para ellos, pues lo que interesa es obtener una cosecha.

Sin embargo, en el área de estudio domina la pequeña propiedad en un 73,5%, cuya extensión oscila entre las categorías de menos de 1 hectárea y menos de 5 hectáreas (ver Cuadro 9). Un poco más del 20% son fincas de entre 5 y menos de 50 hectáreas, y en un porcentaje muy bajo, las fincas son mayores a 50 hectáreas.

Cuadro 9
EXTENSIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE LAS FINCAS CAFETALERAS Y CONTRATACIÓN
DE MANO DE OBRA EN TODA EL ÁREA DE ESTUDIO

Extensión de la finca en hectáreas	Distribución del tamaño de la finca (%)	Contratan mano de obra (%)
Menos de 1 hectárea	20,8	11,2
De 1 a menos de 5	52,7	48,4
De 5 a menos de 10	10,0	15,0
De 10 a menos de 20	6,5	10,4
De 20 a menos de 50	4,6	6,0
De 50 y más ...	5,4	9,0
Total	100	100

Fuente: INEC, 2003

La finca pequeña es una limitante para afrontar la problemática de los procesos morfodinámicos en laderas, ya que estos deben ser abordados mediante un plan de manejo integrado. Para esto se requiere poner de acuerdo a muchas personas, lo que conlleva encontrar puntos de vista muy diversos, y hasta personas que no muestren interés. Además, habrá diversidad de condición económica, fincas con forma y topografía locales diversas que, al momento de implementar medidas físicas correctivas en la escala de cada núcleo familiar pueden ver reducida su superficie de cultivo. Puede darse también el hecho que muchos las implementen de manera dispersa, con lo que no existiría integridad espacial, y los esfuerzos en esta materia no serían totalmente sostenibles. Esta dificultad no sería de las fincas grandes, cuyos propietarios son pocos.

Por otra parte, el Cuadro 9 muestra que casi el 60% de los casos contratan mano de obra (especialmente para la cosecha). Sobresalen las fincas de menos de 5 hectáreas. Por posición geográfica se determinó que el 53% de los casos localizados sobre ladera no contrata mano de obra, en tanto que las fincas de terreno llano son las que más contratan mano de obra hasta en un 75% de los casos. El hecho de contratar mano de obra para las distintas labores del cultivo de café se convierte en una limitante para las fincas pequeñas, donde los ingresos por la cosecha del café no son suficientes; por tanto, la disponibilidad de recursos económicos para invertir en conservación de suelos no son del todo viables, máxime si se requieren obras de tipo físico que impliquen compra de materiales.

Por tanto, este aspecto debe cubrirse con técnicas rústicas y con materiales que estén en las fincas, y que suelen resultar efectivas. El problema está en que no se aplican de manera uniforme y con el mismo compromiso ambiental por parte de los caficultores en el área, donde espacialmente existen diversas modalidades del agroecosistema café intercalados en suelos y formaciones superficiales con variabilidad topografía, geológica, climática y en un mosaico de fincas mayoritariamente pequeñas.

Asociado a la finca cafetalera, se encontró que la familia tiene un promedio de 4,5 miembros, los cuales se reparten casi en partes iguales entre hombres y mujeres en terreno de ladera, mientras que en terreno llano el núcleo familiar es de 5,4 personas, de los cuales 3 son mujeres. De estos miembros de familia, los 1,6 y 1,2 que se ubican en ladera y terreno llano, respectivamente, laboran en la finca, y son mayoritariamente hombres, ya que sólo el 0,2% son mujeres.

Como se nota, son muy pocas las personas dedicadas a la finca de café. Esto implica que ni siquiera 2 personas estén a disposición constante para cumplir con el manejo agronómico del cultivo, lo que hace pensar que escasea la mano de obra en buena parte del año. Esto sugiere que la plantación recibe pocos cuidados agroecológicos, lo cual no permite la implementación y mantenimiento de medidas reductoras de procesos morfodinámicos, principalmente en laderas.

Además, los caficultores del área se caracterizan por poseer pocos préstamos para su agricultura, pues sólo el 16,7% y el 12,7% lo poseen en terrenos llanos y de ladera, respectivamente. Aquí sobresale un detalle muy interesante, que es que el 85,5% de los préstamos se concentran en las fincas inferiores a cinco hectáreas, que a su vez se caracterizan por ser en su mayoría productores individuales. Esta particularidad,

desde el punto de vista del interés de este estudio, permite concluir que los préstamos son para llenar necesidades del cultivo y no para pensar en la protección física de las fincas, lo que es perfectamente comprensible a la luz de las políticas agrarias impulsadas oficialmente, principalmente en laderas.

6. Conclusión

Después de la caracterización anterior, está claro que si se quiere tener una caficultura más sostenible en la región de Orosi y Cachí es necesario considerar y estudiar el agroecosistema café como elemento físico del paisaje regional. Asimismo, queda claro que el cultivo del café es muy complejo en su manejo, por lo que sus múltiples componentes deben ser considerados más allá de una sostenibilidad agronómica. Es decir, todos sus componentes, elementos y labores culturales deben estudiarse como partes que tienen un impacto en el entorno que las soportan y, que si no se trabajan de manera integral con una perspectiva más agroecológica y de acuerdo a las capacidades definidas de previo por la naturaleza, el paisaje se volverá insostenible para soportarlo como cultivo agrícola. Esto va contra la identidad económica, social, cultural y biofísica que ha tenido el café para el área de estudio por casi dos siglos, máxime que los terrenos donde se cultiva experimentan una fuerte erosión hídrica y masivos deslizamientos, potenciados por ser laderas de pendientes entre 15% y más de 75% que entran en las clases de capacidad de uso de la tierra VI, VII y VIII que comprenden el 73% del total de clases presentes en la zona de estudio (Cortés, 2008). Esto quiere decir que las laderas del Valle de Orosi son de vocación agrícola restringida, pero principalmente para uso forestal.

Bibliografía

- Cortés, Víctor. "Discrepancias entre uso actual y potencial de las laderas del Valle de Orosi." *Revista Reflexiones* 87. 2 (2008): 91-110.
- Barboza, B. "Poda del café." *Boletín Informativo*. Año 2.2. Abril. San Marcos de Tarrazú, Costa Rica. Oficina Regional Los Santos, Instituto del Café de Costa Rica (ICAFFE) (2002): 12.
- Comisión Nacional de Emergencia (CNE). "Síntesis del deslizamiento sobre el Río Granados, a causa de la reactivación el pasado 24 de octubre". *Informe Técnico*. San José, Costa Rica (2005): 9.
- Dresch, J. *Mémoires et documents, cartographie géomorphologique*. Paris, France: Editions du Centre National de la Recherche Scientifique, 1972: 193-204.
- Herrera W. *Clima de Costa Rica*. San José, Costa Rica: Editorial Universidad Estatal a Distancia, 1985: 118.
- Hidalgo, M. "La deshija de café." *Boletín Informativo*. Año 3.3. Julio-Setiembre. Turrialba, Costa Rica. Oficina Regional Turrialba, Instituto del Café de Costa Rica (ICAFFE) (2004): 12.
- Hidalgo, M. *Entrevista personal*. Turrialba, Costa Rica. ICAFFE. 08-02-2006.
- Instituto Costarricense de Electricidad (ICE). "Informe sobre avenidas de los ríos Macho, Sombrero y otros del 24 y 27 de julio de 1992." San José, Costa Rica. Departamento de Hidrología (1992): 52.

- . "Plan de manejo de la cuenca del Río Reventazón." San José, Costa Rica. Anexo A 6, Estudios agrológicos (1998): 123.
- . "Informe de deslizamientos en el Valle de Orosi y Tilarán y acciones realizadas." San José, Costa Rica. Oficina de Estudios Básicos e Ingeniería, Área de Hidrología (2002): 6.
- . "Estaciones meteorológicas Casa de Máquinas Río Macho, Muñeco, El Llano y Río Macho Cachí." San José, Costa Rica (2004).
- Instituto Geográfico Nacional (IGN). "Hoja topográfica TAPANTI e ISTARU, escala 1:50000." San José, Costa Rica. Ministerio de Obras Públicas y Transportes (1963).
- Instituto Meteorológico Nacional (IMN). "Estaciones meteorológicas T-Seis, Sitio Presa, Tapantí y Dos Amigos." San José, Costa Rica. Instituto Meteorológico Nacional (2004).
- INFOAGRO. "Estudio del comportamiento agroproductivo del catimor t5175, variedad Costa Rica 95, Caturra y Catuai en nueve regiones cafetaleras de Costa Rica" (1998). www.infoagro.go.cr/Agricola/tecnologia/cafe97/cafe14.htm (Consultado en Marzo, 2006).
- Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC). *IX Censo Cafetalero 2003*. San José, Costa Rica, 2003.
- . *Censo cafetalero 2003. Aspectos metodológicos y principales resultados*. San José, Costa Rica, 2004: 65.
- . "Población total cerrada por sexo, según provincia, cantón y distrito a diciembre 2008". San José, Costa Rica. (2008). www.inec.go.cr/ (Consultado en julio 2009)
- Mora, S., M. Valdés y C. Ramírez. "Los deslizamientos del 2 de julio en el Cerro Doán: sus causas y consecuencias." *Memoria del III Congreso Nacional de Recursos Hídricos, 15, 16 y 17 de Noviembre 9*. 3. San José, Costa Rica. Asociación Costarricense de Recursos Hídricos y Saneamiento Ambiental, 1989: 15–25.
- Muschler, R. *Árboles en cafetales*. Turrialba, Costa Rica. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), 1999: 139.
- Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria (OIRSA). "Manual técnico. Buenas prácticas de cultivo en café orgánico" (2001). http://dokaestate.com/d36c716c671f0dcb766ed316f5d4bbc2/espanol/articulos/manual_cafe_organico_2001/ (Consultado en Mayo, 2006).
- Ramírez, L. "La poda del cafeto." *Boletín Informativo*. Año 2.1. Enero. Turrialba, Costa Rica. Instituto del Café de Costa Rica (ICAFE) (2002): 12.
- . "La poda del café." *Boletín Informativo*. Año 3.1. Enero. Turrialba, Costa Rica. Instituto del Café de Costa Rica (ICAFE) (2003): 12.
- . "Renovación de cafetales." *Boletín Informativo*. Año 4.2. Abril. Turrialba, Costa Rica. Instituto del Café de Costa Rica (ICAFE) (2004): 12.
- Rena, A. y M. Maestri. "Fisiologia do cafeeiro." In *Simpósio sobre fatores que afetam a produtividade do cafeeiro, 1*. Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, Piracicaba, 1986: 53-86.
- Villegas, W. "Mediante convenio entre ICAFE y ITCR. Avanza proyecto para incorporación de árboles en cafetales." *Boletín Informativo*. Año 3.3. Julio-Setiembre. Heredia, Costa Rica. Oficina Regional Valle Central. Instituto del Café de Costa Rica (ICAFE) (2003): 12.

