

**PROGRAMA DE EDUCACIÓN PARA EL DESARROLLO Y LA
CONSERVACIÓN
ESCUELA DE POSGRADO**

**Determinación de indicadores agroecológicos en sistemas
agroforestales y de medios de vida de fincas cafeteras de
Colombia, Costa Rica y Nicaragua**

Tesis sometida a consideración de la Escuela de Posgrado, Programa de Educación para el Desarrollo y la Conservación del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza como requisito para optar por el grado de:

Magister Scientiae en Agricultura Ecológica

Por

María Bianney Bermúdez Cardona

Turrialba, Costa Rica, 2007

Esta tesis ha sido aceptada en su presente forma por el Programa de Educación para el Desarrollo y la Conservación y la Escuela de Posgrado del CATIE, y aprobada por el Comité Consejero del estudiante como requisito parcial para optar por el grado de:

***Magister Scientiae* en Agricultura Ecológica**

FIRMANTES:

Elias de Melo Virginio Filho, M. Sc.
Consejero Principal

Gabriela Soto Muñoz, M. Sc.
Miembro del Comité Consejero

Isabel A. Gutiérrez-Montes, Ph. D.
Miembro del Comité Consejero

Jairo R. Mora-Delgado, Ph. D.
Miembro del Comité Consejero

Glenn Galloway, Ph. D.
Decano de la Escuela de Posgrado

María Bianney Bermúdez Cardona
Candidata

DEDICATORIA

A mis padres Alba Lucía y Ricaurte, mi más grande ejemplo de amor, esfuerzo
y perseverancia en la vida.

A mis hermanos Marta Lucía, Angela María y Oswaldo,
quienes me han enseñado
que la solidaridad es la vía para alcanzar juntos las metas.

A mis sobrinos María Isabel, Sebastian, Daniel,
Santiago, Sergio y Simón, mis ángeles, por
alegrar mis días y ser motor de mis sueños.

A Laurita,
mi milagro de abril, la razón de mi vida
y de este mi eterno caminar. ETERNO GIRASOL

AGRADECIMIENTOS

Deseo expresar mi sincero sentimiento de gratitud a:

Mi comité consejero, por su constante apoyo y dedicación en el desarrollo de este trabajo.

Mi Maestra Gabriela Soto, quien desde el inicio de mi Maestría confió en mí, me motivo e impulso siempre a seguir adelante.

Mi Maestra Isabel Gutiérrez y a mi amiga Viviana Sánchez, quienes con amor y paciencia me ayudaron a seguir creyendo que otro mundo es posible. Sus gestos de amistad han sido infinitos, transparentes y generosos.

Al Grupo GAMMA, y al equipo de personas del proyecto FONTAGRO-CATIE/GAMMA-CAFE en Colombia, Costa Rica y Nicaragua, por apoyar desde sus experiencias locales la realización del presente trabajo. Especial gratitud a Cristóbal Villanueva.

A todas y cada una de las personas que contribuyeron para que mi estadía en CATIE, se convirtiera en una gran experiencia de vida para mí.

A mis entrañables amigas Romina Villegas y Leana Corea, a mis amigos Israel Hernández, Henry Turcios, Milton Rivera y Ricardo Pérez, constantes compañeros de viaje y crecimiento, a ellos gracias por sus incontables gestos de amistad. Conocerlos en CATIE ha sido un gran premio de la vida.

A los agricultores de nuestra hermosa Latinoamérica, con quienes siempre será un orgullo trabajar.

A mi hermosa familia, seguro que sin su apoyo nada de esto sería posible.

A Laurita, por que su madurez y fortaleza me mantuvieron de pie durante este tiempo.

BIOGRAFÍA

La autora nació en Manizales departamento de Caldas Colombia, el 21 de abril de 1973. En el año 2000 recibió su título de Ingeniera Agrónoma de la Universidad del Tolima. Se desempeñó como Secretaria de Desarrollo Agropecuario en el Municipio de Roncesvalles (Departamento del Tolima) desde donde acompañó el desarrollo de proyectos productivos con enfoque agroecológico.

En el año 2002 ingresa al Jardín Botánico de la Universidad de Caldas en donde acompaña en la gestión y ejecución proyectos de extensión y desarrollo comunitario. Coordina en los años 2002 y 2004 ECOVIDA, el encuentro nacional de productores ecológicos y sabidurías populares que reúne experiencias agroecológicas de diversas partes de Colombia.

En el año 2006 ingresa a la Escuela de Posgrados de CATIE donde adelanta sus estudios de Maestría en el área de Agricultura Ecológica, obteniendo su título en diciembre del año 2007.

CONTENIDO

DEDICATORIA	III
AGRADECIMIENTOS	IV
BIOGRAFÍA.....	V
CONTENIDO	VI
RESUMEN	X
ABSTRACT.....	XII
ÍNDICE DE CUADROS	XIV
ÍNDICE DE FIGURAS	XVII
LISTA DE UNIDADES, ABREVIATURAS Y SIGLAS.....	XIX
1 INTRODUCCIÓN	1
1.1 Justificación e importancia de la investigación.....	1
1.2 Objetivos del estudio.....	4
1.2.1 <i>Objetivo General</i>	4
1.2.2 <i>Objetivos específicos</i>	4
1.3 Preguntas de investigación.....	4
2 MARCO CONCEPTUAL.....	5
2.1 El cultivo del café.....	5
2.1.1 <i>Origen y distribución</i>	5
2.1.2 <i>Condiciones favorables para el cultivo del café:</i>	5
2.1.3 <i>Grupos de productores de café</i>	6
2.2 Enfoque de agroecosistemas	8
2.2.1 <i>Definición</i>	8
2.2.2 <i>Recursos de un agroecosistema</i>	9
2.2.3 <i>Clasificación de los agroecosistemas</i>	9
2.3 Agrobiodiversidad.....	10
2.4 Enfoque de medios de vida sostenibles y marco de los capitales de la comunidad. 10	
2.4.1 <i>Capital Humano</i>	11
2.4.2 <i>Capital Cultural</i>	11

2.4.3	<i>Capital Natural</i>	12
2.4.4	<i>Capital Social</i>	12
2.4.5	<i>Capital Físico o Construido</i>	12
2.4.6	<i>Capital Financiero</i>	12
2.4.7	<i>Capital Político</i>	13
3	Bibliografía	13
4	ARTICULO 1	16
4.1	Introducción	16
4.1.1	<i>Objetivos</i>	18
4.1.2	<i>Preguntas de investigación</i>	18
4.2	Materiales y Métodos	18
4.2.1	<i>Descripción del área de estudio</i>	18
4.2.2	<i>Análisis de Medios de Vida Sostenibles MVS</i>	21
4.2.3	<i>Marco de los Capitales de la Comunidad MCC</i>	22
4.2.4	<i>Determinación grupos de hogares</i>	23
4.3	Resultados y Discusión	27
4.3.1	<i>Tipificación de los hogares de la zona cafetera de Colombia, Costa Rica y Nicaragua</i>	27
4.3.2	<i>Grupos de hogares: caso Colombia (Municipios de Manizales, Neira, Filadelfia y Villamaría)</i> . 32	
4.3.3	<i>Grupos de hogares: caso Costa Rica (Cantones de Pérez Zeledón y Coto Brus)</i>	38
4.3.4	<i>Grupo de hogares: caso Nicaragua (Municipio del Cuá Bocay)</i>	43
4.3.5	<i>Síntesis de resultados</i>	47
4.4	Conclusiones	49
4.5	Recomendaciones	51
4.6	Bibliografía	52
5	ARTÍCULO 2	54
5.1	Introducción	54
5.1.1	<i>Objetivos</i>	55
5.1.2	<i>Preguntas de investigación</i>	55
5.2	Materiales y Métodos	55
5.2.1	<i>Descripción del área de estudio</i>	55
5.2.2	<i>Definición de indicadores agroecológicos</i>	58

5.2.3	<i>Selección y caracterización de fincas para la evaluación de indicadores agroecológicos</i>	59
5.2.4	<i>Evaluación participativa de indicadores agroecológicos en Sistemas Agroforestales con café...</i>	61
5.2.4.1	Estado productivo del café	62
5.2.4.2	Estado fitosanitario del café	62
5.2.4.3	Calidad de suelos	63
5.2.4.4	Estado de la sombra	65
5.2.4.5	Agrobiodiversidad.....	65
5.2.5	<i>Evaluación participativa de indicadores agroecológicos en SAF con pasturas</i>	65
5.2.5.1	Densidad y cobertura de árboles en pasturas	67
5.2.5.2	Condición de la pasturas	67
5.2.5.3	Calidad de suelos	68
5.2.6	<i>Escalas de desempeño para indicadores agroecológicos</i>	68
5.3	Resultados y Discusión	69
5.3.1	<i>Sistemas agroforestales con café caso Colombia</i>	69
5.3.1.1	Caracterización tipos de cobertura	69
5.3.1.2	Indicadores agroecológicos en SAF con café	70
5.3.1.3	Relación de indicadores con variables agroecológicas	72
5.3.2	<i>Sistemas Agroforestales con café caso Costa Rica</i>	72
5.3.2.1	Caracterización tipos de cobertura	72
5.3.2.2	Indicadores agroecológicos en SAF con café	73
5.3.2.3	Relación de indicadores con variables agroecológicas	74
5.3.3	<i>Sistemas agroforestales con café caso Nicaragua</i>	75
5.3.3.1	Caracterización tipos de cobertura	75
5.3.3.2	Indicadores agroecológicos en SAF con café	75
5.3.3.3	Relación de indicadores con variables agroecológicas	76
5.3.4	<i>Integración indicadores agroecológicos en SAF con café</i>	77
5.3.5	<i>Sistemas agroforestales con pasturas caso Colombia</i>	82
5.3.5.1	Caracterización tipos de cobertura	82
5.3.5.2	Indicadores agroecológicos en pasturas	83
5.3.5.3	Relación de indicadores agroecológicos con otras variables	84

5.3.6	<i>Sistemas agroforestales con pasturas caso Costa Rica</i>	85
5.3.6.1	Caracterización tipos de cobertura	85
5.3.6.2	Indicadores agroecológicos en pasturas	86
5.3.6.3	Relación de indicadores agroecológicos con otras variables	87
5.3.7	<i>Sistemas agroforestales con pasturas en Nicaragua</i>	88
5.3.7.1	Caracterización tipos de cobertura	88
5.3.7.2	Indicadores agroecológicos en pasturas	88
5.3.7.3	Relación de indicadores con variables agroecológicas	89
5.3.8	<i>Integración entre indicadores agroecológicos para SAF con pasturas</i>	90
5.4	Conclusiones	92
5.5	Recomendaciones	93
5.6	Bibliografía	94
ANEXOS	99

Bermúdez, M. B. 2008. Determinación de indicadores agroecológicos en sistemas agroforestales y medios de vida en fincas cafeteras de Colombia, Costa Rica y Nicaragua. Tesis Mag. Sc. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 126 p.

Palabras clave: sustentabilidad agroambiental, agroecosistemas, evaluación y monitoreo.

RESUMEN

Con el fin de obtener la línea base de evaluación y monitoreo del estado agroambiental de los sistemas agroforestales con café y pasturas en la zona cafetera de Colombia, Costa Rica y Nicaragua, en el marco del proyecto FONTAGRO-CATIE/GAMMA-CAFE, fueron tipificadas cerca de 322 fincas mediante la aplicación del enfoque de medios de vida sostenible (MVS) y el marco de los capitales de la comunidad. El área de estudio comprende la zona Sur en Costa Rica (Cantones de Pérez Zeledón y Coto Brus), el departamento de Caldas, zona centro occidente de Colombia y el departamento de Jinotega en la zona norte de Nicaragua. Se describieron las principales características de los capitales: humano, cultural, natural, social, físico, financiero y político. Los 99 hogares encuestados en la zona de estudio en Colombia corresponden a cuatro grupos de hogares cafetaleros. En la zona de estudio en Costa Rica los 102 hogares encuestados fueron agrupados en tres grupos. En la zona de estudio en Nicaragua fueron identificados tres grupos de hogares cafetaleros, resultantes del agrupamiento de 121 hogares encuestadas. Los capitales humano, cultural y natural constituyen y definen la realidad particular para cada hogar rural, con base en estos, los hogares construyen su relación con el entorno y proyectan su desarrollo y bienestar en el mediano y largo plazo.

Posteriormente fueron seleccionadas 20 fincas por país, 10 fincas piloto y 10 fincas control. Para cada uno de los 20 hogares o fincas seleccionadas se tomaron variables agroecológicas relacionada con: área de la finca, altitud y coordenadas (utilizando GPS) y registraron las características biofísicas de los SAF con café y pasturas. De igual manera se monitorearon y evaluaron un total de 11 indicadores agroecológicos en SAF con café y 7 indicadores agroecológicos en SAF con pasturas. La utilización de indicadores agroecológicos relacionados con la salud del suelo, estado del cultivo y estado de la sombra;

constituyen una herramienta metodológica viable para el monitoreo y evaluación de la sustentabilidad agroambiental de los sistemas agroforestales con café y pasturas presentes en fincas de zonas cafeteras de la zona de estudio. Los indicadores agroecológicos aplicados permiten conocer efectos que los diferentes sistemas de manejo tienen sobre el desarrollo y estado productivo del cultivo de café, la incidencia de plagas y enfermedades, y aspectos de calidad de suelos, como cobertura, densidad de lombrices, procesos erosivos y compactación. Así mismo, permitieron evaluar en los sistemas agroforestales con pasturas la densidad y cobertura arbórea y los aspectos de calidad de suelos compactación, densidad de lombrices y procesos erosivos. La presente investigación permitió establecer una línea base de sustentabilidad agroambiental mediante la evaluación de indicadores agroecológicos en sistemas agroforestales con café y pasturas en fincas piloto y control de la zona cafetalera de Colombia, Costa Rica y Nicaragua.

Bermúdez, M. B. 2008. Determination of agroecological indicators in coffee agroforestry systems and the livelihoods framework in farms with coffee in Colombia, Costa Rica and Nicaragua. Thesis Mag. Sc. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 126 p.

Keywords: agro-environmental sustainability, evaluation and monitoring

ABSTRACT

Aiming to obtain a base line for future monitoring and evaluation of the agro environmental status of coffee and pasture agroforestry systems, within FONTAGRO-CATIE/GAMMA-CAFÉ project context, in Colombian, Costa Rican, and Nicaraguan coffee areas, a total of 332 coffee farms were typified using the sustainable livelihoods approach (MVS in Spanish) and the community capitals framework-CCF. The study area includes southern Costa Rican area (Perez Zeledón and Coto Brus municipalities), Caldas Department at the western central Colombia, and Jinotega Department northern Nicaragua. Principal characteristics of human, cultural, natural, social, physical or constructed, financial, and political community capitals were described. The 99 interviewed households at the Colombia study area corresponded to four coffee farm households; in Costa Rica, three groups were segregated using a sample of 102 interviewed households, whereas in Nicaragua, another three coffee household groups were determined with 121 interviewed households. The human, cultural, and natural capitals defined the particularities among each rural household. Based on these capitals, households constructed their relationship with the environment, projecting their development and wellbeing at mid and long terms.

In addition, twenty coffee farms were selected, 10 pilot and 10 control. For each of them, agro-ecological variables were used, relating the farm area, altitude and geographical location, and biophysical characteristics of the SAF with coffee and pasture. Eleven agro-ecological SAF indicators with coffee and 7 agro-ecological SAF indicators with pasture were monitored and evaluated. The agro-ecological indicators related to soil health, farming, and shade status were a useful methodological toll to monitor and evaluate the agro-environmental sustainability of coffee and pasture agroforestry systems. These indicators identified the effects of different managing systems under the development and productive status of coffee plantations, plague and illness presence, and soil quality aspects (including

soil cover, earthworms' density, and soil erosive processes and compactation). Also, indicators contributed to evaluate pastoral agroforestry systems, including tree cover and density, as well as to compare the same soil quality aspects used at the coffee farms. At the end, the study helped to obtain a base line of agro-environmental sustainability, by evaluating agro-ecological indicators at the agroforestry systems within coffee and pasture pilot and control farms at the Colombian, Costa Rican, Nicaraguan coffee areas.

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Criterios de selección fincas piloto y fincas control.	23
Cuadro 2. Resumen de la principales características del capital cultural para los hogares encuestados en la zona cafetera de Colombia, Costa Rica y Nicaragua (% promedio de hogares por capital).....	28
Cuadro 3. Resumen de la principales características del capital humano para los hogares encuestados en la zona cafetera de Colombia, Costa Rica y Nicaragua.	29
Cuadro 4. Resumen de la principales características del capital natural para los hogares encuestados en la zona cafetera de Colombia, Costa Rica y Nicaragua.	30
Cuadro 5. Resumen de la principales características del capital social para los hogares encuestados en la zona cafetera de Colombia, Costa Rica y Nicaragua (% promedio de hogares por capital).....	30
Cuadro 6. Resumen de la principales características del capital físico para los hogares encuestados en la zona cafetera de Colombia, Costa Rica y Nicaragua (% promedio de hogares por capital).....	31
Cuadro 7. Resumen de la principales características del capital financiero para los hogares encuestados en la zona cafetera de Colombia, Costa Rica y Nicaragua (% promedio de hogares por capital).....	32
Cuadro 8. Resumen de la principales características del capital político para los hogares encuestados en la zona cafetera de Colombia, Costa Rica y Nicaragua (% promedio de hogares por capital).....	32
Cuadro 9. Resumen de la dotación de capitales para los cuatro grupos de hogares descritos en la zona cafetera de Colombia.	34
Cuadro 10. Resumen de la dotación de capitales para los tres grupos de hogares descritos en la zona cafetera de Costa Rica.....	39
Cuadro 11. Resumen de las dotación de capitales para los tres grupos de hogares descritos para la zona cafetera de Nicaragua.	44
Cuadro 12. Definición de indicadores estratégicos.	58

Cuadro 13. Criterios de selección fincas piloto y fincas control.	60
Cuadro 14. Descripción de tipologías de sistemas agroforestales con café.....	61
Cuadro 15. Escala likert para la medición de evidencia de procesos erosivos en SAF en fincas cafeteras y ganaderas.	64
Cuadro 16. Descripción tipos de cobertura en pasturas.....	66
Cuadro 17. Tipos de sistemas agroforestales con café encontrados en 10 fincas piloto y 10 fincas control en la zona cafetera de Colombia.....	70
Cuadro 18. Análisis de varianza para los indicadores agroecológicos evaluados en SAF con café en fincas piloto y control en la zona cafetera de Colombia.....	70
Cuadro 19. Correlación entre el índice integral de indicadores y variables agroecológicas en SAF con café en fincas de la zona cafetera de Colombia.....	72
Cuadro 20. Tipos de sistemas agroforestales con café encontrados en 10 fincas piloto y 10 fincas control en la zona cafetera de Costa Rica.	73
Cuadro 21. Análisis de varianza para los indicadores agroecológicos evaluados en SAF con café en fincas piloto y control en la zona cafetera de Costa Rica.	73
Cuadro 22. Correlación entre el índice integral de indicadores y variables agroecológicas en SAF con café en fincas de la zona cafetera de Costa Rica.	75
Cuadro 23. Tipos de sistemas agroforestales con café encontrados en 10 fincas piloto en la zona cafetera de Nicaragua.....	75
Cuadro 24. Correlación entre el índice integral de indicadores y variables agroecológicas en SAF con café en fincas de la zona cafetera de Nicaragua.	77
Cuadro 25. Tipos de cobertura en SAF con pasturas encontrados en 10 fincas piloto y 10 fincas control en la zona cafetera de Colombia.....	82
Cuadro 26. Análisis de varianza para los indicadores agroecológicos evaluados en SAF con pasturas en fincas piloto y control en la zona cafetera de Colombia.....	83
Cuadro 27. Correlación entre el índice integral de indicadores y variables agroecológicas en SAF con pasturas en fincas de la zona cafetera de Colombia.	85
Cuadro 28. Tipos de cobertura en SAF con pasturas encontrados en 10 fincas piloto y 10 fincas control en la zona cafetera de Costa Rica.	85
Cuadro 29. Análisis de varianza para los indicadores agroecológicos evaluados en SAF con pasturas en fincas piloto y control en la zona cafetera de Costa Rica.	86

Cuadro 30. Correlación entre el índice integral de indicadores y variables agroecológicas en SAF con pasturas en fincas de la zona cafetera de Costa Rica.....	87
Cuadro 31. Tipos de cobertura en SAF con pasturas encontrados en 10 fincas piloto y 10 fincas control en la zona cafetera de Nicaragua.....	88
Cuadro 32. Correlación entre el índice integral de indicadores y variables agroecológicas en SAF con pasturas en fincas de la zona cafetera de Nicaragua.	89

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Estructura de análisis para el Capital Humano.....	24
Figura 2. Estructura de análisis para el Capital Cultural.	25
Figura 3. Estructura de análisis para el Capital Natural.	25
Figura 4. Estructura de análisis para el Capital Social.	25
Figura 5. Estructura de análisis para el Capital Físico.....	26
Figura 6. Estructura de análisis para el Capital Financiero.	26
Figura 7. Estructura de análisis para el Capital Político.	27
Figura 8. Dendrograma de grupo de hogares en función de los medios de vida de hogares de la zona cafetera de Colombia (Tomado de Mora-Delgado 2007).....	33
Figura 9. Dendrograma de grupos de hogares en función de los medios de vida de hogares de la zona cafetera de Costa Rica (Tomado de Mora-Delgado 2007).....	38
Figura 10. Dendrograma de grupo de hogares en función de los medios de vida de hogares de la zona cafetera de Nicaragua (Tomado de Mora-Delgado 2007).....	43
Figura 11. Integración de indicadores agroecológicos en Sistemas Agroforestales con café para fincas piloto y fincas control en la zona cafetera de Colombia.	71
Figura 12. Integración de indicadores agroecológicos en Sistemas Agroforestales con café para fincas piloto y fincas control en la zona cafetera de Costa Rica.	74
Figura 13. Integración de indicadores agroecológicos en Sistemas Agroforestales con café para fincas piloto en la zona cafetera de Nicaragua.	76
Figura 14. Medias de indicadores agroecológicos en SAF con café para los diferentes tratamientos por país (fincas piloto y control), zona cafetera de Colombia, Costa Rica y Nicaragua. CRFP: Costa Rica fincas piloto, CRFC: Costa Rica fincas control, COLFP: Colombia fincas piloto, COLFC: Colombia fincas control, NICFP: Nicaragua fincas piloto.....	78
Figura 15. Integración de indicadores agroecológicos en Sistemas Agroforestales con pasturas para fincas piloto y fincas control en la zona cafetera de Colombia.....	84
Figura 16. Integración de indicadores agroecológicos en Sistemas Agroforestales con pasturas para fincas piloto y fincas control en la zona cafetera de Costa Rica.	87

Figura 17. Integración de indicadores agroecológicos en Sistemas Agroforestales con pasturas para fincas piloto en la zona cafetera de Nicaragua.	89
Figura 18. Medias de indicadores agroecológicos en SAF con pasturas para los diferentes tratamientos por país (fincas piloto y control), zona cafetera de Colombia, Costa Rica y Nicaragua. CRFP: Costa Rica fincas piloto, CRFC: Costa Rica fincas control, COLFP: Colombia fincas piloto, COLFC: Colombia fincas control, NICFP: Nicaragua fincas piloto.	90

LISTA DE UNIDADES, ABREVIATURAS Y SIGLAS

dap: diámetro a la altura del pecho

Fontagro: Fondo Regional de Tecnología Agropecuaria

1 INTRODUCCIÓN

1.1 Justificación e importancia de la investigación

La crisis que el sector cafetero experimentó en el año 2001 tuvo su principal causa en la sobreoferta de cerca de 10 millones de sacos de 60 Kg lo cual incrementó casi tres veces los inventarios de los países importadores. Esta situación ocasionó dificultades para los países productores y exportadores en la obtención de un precio que cubriera los costos de producción. El precio del grano se mantuvo por debajo de 50 dólares el quintal¹, el precio más bajo registrado en el último quinquenio (Fonseca 2002).

La economía de los países productores exportadores se vio seriamente amenazada, disminuyó el ingreso neto percibido por los agricultores y se registró una reducción considerable en el empleo rural. En Centroamérica se estima que para el año 2001 se dejaron de contratar jornales equivalente a 170.000 empleos permanentes y a la no percepción de 140 millones de dólares en ingresos para los hogares productoras (Flores *et ál.* 2002). El panorama de la economía colombiana durante la crisis fue bastante similar, se estima que se generaron pérdidas equivalentes a 257.000 empleos por año, de los cuales 181.000 son empleos rurales directos del sector cafetero (Fonseca 2002).

Los caficultores se han visto forzados a disminuir sus costos de producción limitando la inversión en insumos y labores de cultivo, mantenimiento y renovación de plantaciones con la consecuente reducción del rendimiento y en muchos casos hasta el abandono de sus cafetales. Ante la baja rentabilidad de la actividad cafetera, muchos agricultores han optado por la estrategia de diversificación de sus fincas como una vía para generar ingresos adicionales, muchas de los hogares que antes eran exclusivamente cafeteras experimentaron cambios y dedicaron áreas considerables para otras actividades productivas. En Colombia se estima que cerca de 14.000 ha de cultivos de café han sido sustituidas por otros cultivos como plátano, cítricos, y principalmente pastos para la producción ganadera (Vinqvist 2000). En Costa Rica la producción nacional presenta una marcada tendencia a la disminución como consecuencia del cambio de uso del suelo y del abandono de muchos productores de la actividad cafetera por pérdida de rentabilidad (Flores *et ál.* 2002).

¹ Saco de 46 Kg. de café oro

Gran parte del área dedicada a la caficultura en Nicaragua se encuentra en sistemas bajo sombra, un 32% del área en Costa Rica responde a sistemas agroforestales, mientras que en Colombia este tipo de sistemas ha sido promovido en los últimos años (Vinqvist 2000, Flores *et ál.* 2002). El paisaje de las zonas cafeteras ha experimentado cambios notables y producto de la crisis es frecuente encontrar áreas de producción ganadera dentro de los hogares cafeteras. No obstante la mejoría que en los precios del café se han experimentado en los últimos dos o tres años, el desafío sigue siendo la generación de sistemas de producción sostenibles, en este sentido, los sistemas agroforestales (SAF) tanto para el cultivo del café como de pasturas manejados con criterios adecuados pueden ser parte importante en la generación de alternativas productivas a la crisis cafetera.

En la actualidad existe un creciente interés por la implementación, adopción y desarrollo de modelos de producción que incorporen el concepto de sustentabilidad, entendiéndose por esta la habilidad de un sistema de mantener la productividad aun cuando sea sometido a perturbaciones (Conway 1994). Este concepto aplicado a la agricultura la orienta hacia un modelo de agricultura que en el largo plazo promueve la calidad del medio ambiente y los recursos bases de los cuales depende, provee los bienes y servicios necesarios para el ser humano, es económicamente viable y mejora la calidad de vida de los agricultores y de la sociedad en su conjunto; es un modo de agricultura que intenta proporcionar rendimientos sostenidos a largo plazo (American Society of Agronomy 1989, Hansen 1996, Altieri 1999).

Dentro de este enfoque de agricultura la finca es entendida como un sistema y más específicamente como un ecosistema natural que recibe la intervención del ser humano transformándolo en agroecosistema. En este sentido los agroecosistemas pueden entenderse como ecosistemas integrados por componentes bióticos y abióticos, en el primer grupo de componentes se ubican las poblaciones de plantas y animales, donde al menos una de ellas tiene un fin productivo (agrícola, pecuario o forestal), mientras en el segundo grupo se encuentran todos los aspectos relacionados con el ambiente físico (suelo, agua, condiciones climáticas, entre otros) (Hart 1985, Altieri 1999, Gliessman 2002).

En este sentido los sistemas agroforestales (SAF) se constituyen en agroecosistemas donde suelo, plantas, animales, biodiversidad y hombre interactúan y se interrelacionan en condiciones ambientales determinadas para cumplir con una función productiva establecida. La comprensión de los SAF debe fundamentarse en su entendimiento como un

agroecosistema donde los diferentes componentes interactúan con una estructura y funcionamiento determinados y mediados por las condiciones ambientales y por un entorno socioeconómico.

Estos agroecosistemas funcionan a través de múltiples interacciones entre árboles, cultivos animales, ambiente y ser humano, generando un sin número de procesos biológicos y productivos relacionados con el ciclaje de nutrientes, el flujo de energía, el desarrollo de cultivos y su nivel de producción, así como efectos derivados de las condiciones ambientales y del entorno social y económico. Son muchos los beneficios ofrecidos por los SAF, entre ellos la modificación del microclima del cultivo, aporte de materia orgánica y reciclaje de nutrientes, reducción de costos de producción y en la utilización de insumos, a la vez que pueden ofrecer ingresos adicionales por la venta de otros productos (Beer *et ál.* 1998). Sin embargo, muchos de estos beneficios no son fácilmente medibles o evaluables en el tiempo, por lo cual resulta de gran utilidad aproximarse a su evaluación a través de la utilización de indicadores, que permitan tener información numérica y que al tiempo aporten información útil en la descripción de procesos y fenómenos ocurridos dentro del agroecosistema de manera sistemática (Maserá *et ál.* 1999).

El presente trabajo presenta una aproximación metodológica para la evaluación de indicadores agroecológicos en SAF con café y pasturas, que permite de manera sistemática recolectar la información y mediciones en campo en una forma práctica motivando la participación activa de los productores, de forma tal que adopten la práctica de evaluación y monitoreo de indicadores agroecológicos y puedan utilizar la información obtenida para fortalecer el nivel de conocimiento de sus sistemas productivos y optimizar la toma de decisiones para su rentabilidad y sustentabilidad.

Existen múltiples factores tanto internos como externos que ejercen influencia directa e indirecta sobre los agroecosistemas y afectan la toma de decisiones y la capacidad de los hogares para alcanzar su desarrollo y sustentabilidad. En el presente trabajo se incorporan de forma complementaria el enfoque de medios de vida (EMVS) y el marco de los capitales de la comunidad (MCC) como herramientas para el entendimiento de los factores que determinan los diferentes tipos de productores, así como sus estrategias para alcanzar el bienestar (Alwang *et ál.* 2005).

1.2 Objetivos del estudio

1.2.1 Objetivo General

Medir el impacto agroecológico de los sistemas de producción agroforestal en café y pastos en fincas de zonas cafeteras de Colombia, Costa Rica y Nicaragua

1.2.2 Objetivos específicos

- Realizar la tipificación de fincas cafeteras y ganaderas.
- Seleccionar indicadores agroecológicos para medir la sustentabilidad agroambiental en sistemas agroforestales con café y pasturas en fincas de la zona cafetera de los tres países
- Diseñar una metodología participativa para la evaluación de sustentabilidad agroambiental en fincas agroforestales de las zonas cafeteras

1.3 Preguntas de investigación

¿Cuáles son las diferencias ecológicas y socioeconómicas de hogares en las zonas cafeteras de Colombia, Costa Rica y Nicaragua de acuerdo al enfoque de medios de vida sostenibles (EMVS) y al marco de los capitales de la comunidad (MCC)?

¿Qué relación existe entre la dotación de capitales de los hogares y la sustentabilidad agroambiental de las fincas analizadas?

¿La utilización de indicadores agroecológicos sobre la agrobiodiversidad, salud del suelo, estado del cultivo y estado de la sombra; constituyen una herramienta metodológica viable para la evaluación de sustentabilidad agroambiental de los sistemas agroforestales presentes en fincas de zonas cafeteras?

¿La sustentabilidad agroambiental de los sistemas agroforestales con café y pasturas de acuerdo a indicadores agroecológicos difiere entre las fincas cafeteras de la zona de estudio?

2 MARCO CONCEPTUAL

2.1 El cultivo del café

2.1.1 Origen y distribución

El café arábigo (*C. arabica* L; *C. vulgaris* Moench, *C. laurijolia* Salisb.) es nativo de las florestas tropicales de Etiopía (África), en donde crece en altitudes de 1.600 – 2.800 msnm, las lluvias al año son bien distribuidas, variando de 1.600 a más de 2.000 mm con un periodo seco definido que dura aproximadamente cuatro meses (DaMatta y Rena, 2002). En ese ambiente el cafeto se ha encontrado en estado silvestre como vegetación del sub-bosque, es decir, permanentemente bajo sombra (DaMatta y Rena, 2002). Fue introducido en Costa Rica procedente de Cuba y Guatemala por los años 1796 y 1798 (ICAFFE, 1998), en Nicaragua entre los años 1846 y 1848 (Guharay *et ál.* 2000), y aunque no es clara la época de ingreso a Colombia se cree que fue alrededor de los años de 1735 (Fonseca 2002).

El género *Coffea* posee un importante número de especies y de variedades, sin embargo las especies Arábica y *Canephora* son las más ampliamente distribuidas en diferentes zonas productoras alrededor del mundo. Cerca del 80% del café consumido en el mundo pertenece a cultivares desarrollados a partir de la especie arábica, alrededor de 2/3 del café negociado en bolsas es Arábica y el otro tercio es *Canephora* (DaMatta y Rena, 2002). La producción de café en Centroamérica y los países productores de Suramérica se basa en diferentes variedades pertenecientes a la especie Arábica (Sánchez, 1991).

2.1.2 Condiciones favorables para el cultivo del café:

La planta de café requiere de una serie de condiciones biofísicas y ambientales para su desarrollo, no obstante ha mostrado tener una importante elasticidad ecológica al crecer y desarrollarse en ambientes diversos (ICAFFE 1998). El rango de altitud que favorece el cultivo de café se ubica entre 1200 – 1800 msnm, sin embargo para el caso de Nicaragua y Costa Rica se encuentran áreas productoras a 500 y 550 msnm (ICAFFE 1998, Guharay *et ál.* 2000), mientras que para el caso de Colombia es común encontrar plantaciones a alturas que superan los 1800 msnm.

La precipitación es un factor determinante en la producción del grano, siendo tan importante la cantidad como la distribución de las lluvias con relación al ciclo de la planta y su comportamiento año tras año. El rango óptimo de precipitación es amplio y puede variar entre los 1500 y los 2800 mm anuales, presentándose limitaciones con niveles por debajo de 1000 mm o superiores a 3000 mm. El cultivo se ve favorecido por temperaturas que van de los 16 a 25°C y los suelos profundos, bien drenados, con buena retención de humedad, textura franca, con una reacción entre neutra y ligeramente ácida, son los ideales para el cultivo de café. (ICAFE 1998, Guharay 2000).

2.1.3 Grupos de productores de café

En Costa Rica la estructura de producción cafetera se caracteriza por el predominio de unidades pequeñas de altos rendimientos, siendo los hogares pequeños y medianos con áreas promedio entre 0.24 – 2.1 ha los más representativas; mientras que los hogares grandes tienen en promedio 20 ha (Galloway y Beer 1997, Flores *et ál.* 2002). Según la productividad, tamaño y tipo de organización, de acuerdo con Flores *et ál.* (2002) la caficultura en Costa Rica se puede clasificar en tres grandes grupos:

Compañías cafetaleras familiares: generalmente y de acuerdo a la tradición son hogares que llevan muchos años dedicadas a esta actividad, poseen niveles importantes de organización y su productividad supera los 1900 Kg ha⁻¹, son responsables de cerca del 50% de la producción nacional.

Mediano productor: son fincas de menor tamaño y buenos niveles de tecnificación que les permite obtener producciones semejantes al promedio de las compañías cafetaleras familiares, son responsables del 21% de la producción nacional. En las zonas bajas del país este tipo de fincas presenta diversificación del café con caña de azúcar,

Pequeño productor: son fincas de menos de 3 ha, presenta bajos niveles de tecnificación y una productividad menor al promedio nacional, no obstante este grupo es responsable del 28% de la producción del país. Las labores de la finca son realizadas por la familia y es común el trabajo en otras actividades externas como complemento para el sustento económico.

En Nicaragua el área cafetalera comprende cerca de 108.000 ha y de acuerdo al tamaño, productividad y nivel organizativo se diferencian 3 tipos de productores: grandes, medianos y pequeños (Galloway y Beer 1997, Flores *et ál.* 2002):

Grandes productores: poseen el 16% del área cafetalera con predios de más de 35 ha y representan el 0.8% de los productores. Poseen el más alto nivel tecnológico del país lo que les permite alcanzar rendimientos entre 1350 – 2300 Kg ha⁻¹, y aportar el 36% de la producción nacional.

Medianos productores: representan el 1.5% de los productores. Las propiedades dentro de este grupo tienen áreas entre 14 – 35 ha lo cual representa cerca del 10% del área cafetalera del país. Sus rendimientos están alrededor de 460 Kg ha⁻¹, con lo cual aportan el 39% de la producción nacional.

Pequeños productores: los predios en este grupo tienen áreas menores a 14 ha representan el 97,7% de los productores del país. Sus rendimientos promedio son bajos alcanzando 160 Kg ha⁻¹, representan el 24% de la producción nacional.

En Colombia los productores de café se agrupan en 3 tipos, (Federación Nacional de Cafeteros de Colombia 2001, Fonseca 2002),

Economía cafetera empresarial: poseen fincas con áreas mayores a 20 ha representan el 5% del total de caficultores del país y cerca del 12% del área total cafetera; su principal característica es que conciben la actividad cafetera con criterio de empresa agrícola, aportan el 45% de la producción nacional.

Economía cafetera campesina: las unidades productivas tienen áreas entre 5 – 20 ha, representan el 31% de los productores y alrededor del 26% del área cafetera, aportan el 40% de la producción nacional.

Economía cafetera minifundista: posee fincas con menos de 5 ha representan el 64% del total de productores y cerca del 62% del área total destinada al cultivo; su aporte a la producción nacional equivale al 15%.

2.2 Enfoque de agroecosistemas

2.2.1 Definición

Un agroecosistema puede entenderse como un ecosistema conformado por una comunidad biótica y un ambiente físico con el que esta comunidad interactúa. La comunidad biótica esta formada generalmente por poblaciones de plantas y animales, con al menos una población de utilidad agrícola. A diferencia de los ecosistemas los agroecosistemas integran el componente humano, una vez que el desempeño de un agroecosistema está regulado por la intervención del hombre en sus dimensiones de orden social, cultural, político y económico (Altieri 1999). Los agroecosistemas o también llamados ecosistemas agrícolas, se entienden como ecosistemas en los cuales el hombre ha promovido un proceso de intervención basado en la selección intencionada de sus componentes, al arreglo estructural de estos dentro de un espacio geográfico determinado para el cumplimiento de fines previamente establecidos orientados a la producción de alimentos y otros bienes y servicios (Hart 1985, Altieri 1999, Gliessman 2002).

Dado que el concepto de agroecosistema se fundamenta en el entendimiento de los ecosistemas naturales y en sus principios ecológicos, se parte de la similaridad existente entre ellos en términos de sus componentes, interacciones y funciones. De acuerdo con Altieri (1999) aspectos importantes de los agroecosistemas son:

- Como unidad ecológica principal el agroecosistema contiene componentes abióticos y bióticos que son interdependientes e interactivos, a través de los cuales es posible el flujo de nutrientes y de energía.
- El cultivo es la principal unidad funcional dentro del agroecosistema, y al igual que la biodiversidad asociada juega un papel importante en el flujo de energía y ciclaje de nutrientes.
- Los cambios y fluctuaciones en el ambiente (explotación, alteración y competencia) se evidencia en forma de presión selectiva sobre los individuos, poblaciones y comunidades que conforman el agroecosistema.
- Los agroecosistemas varían de acuerdo a la naturaleza de sus componentes, a su arreglo en el tiempo, en el espacio y al nivel de intervención humana.

2.2.2 Recursos de un agroecosistema

La naturaleza de un agroecosistema esta definida por sus componentes, estos pueden ser diversos, Norman (1979) citado por Altieri (1999) presenta cuatro grandes categorías de recursos que en forma general conforman un agroecosistema:

- Recursos naturales: Hace referencia a todos aquellos elementos que provienen de la naturaleza tales como el suelo, el agua, el clima, las especies de fauna y flora, que son aprovechados por el hombre para la producción agrícola.
- Recursos humanos: son todas las personas que tienen relación con el agroecosistema, ya sea por que habitan dentro de él o realizan actividades en el aprovechamiento de la oferta de recursos naturales.
- Recursos de capital: son los bienes y servicios utilizados para posibilitar el desarrollo de las actividades productivas dentro del agroecosistema.
- Recursos de producción: comprende todos aquellos productos obtenidos en las actividades agrícolas y pecuarias, generalmente son productos para la venta y autoconsumo de los hogares productoras.

2.2.3 Clasificación de los agroecosistemas

Los agroecosistemas se definen en función del arreglo de sus componentes y en la interacción de estos con el entorno, esto hace que se presenten múltiples configuraciones de acuerdo a condiciones locales tales como: factores ambientales, condiciones del suelo, aspectos biológicos, modelos de producción y aspectos socioeconómicos y culturales.

Whittlesay (1936) citado por Altieri (1999) reconoció cinco criterios para clasificar los agroecosistemas de una región:

- La asociación de cultivos y ganado
- Los métodos para producir los cultivos y el ganado
- La intensidad en el uso de la mano de obra, capital, organización y la producción resultante
- La distribución de los productos para el consumo
- El conjunto de estructuras usadas para la casa y para facilitar las operaciones de la finca

2.3 Agrobiodiversidad

De forma general y amplia la agrobiodiversidad se define como la parte de la naturaleza que nutre al hombre y que a su vez es nutrida por el hombre, en este sentido las dimensiones de la agrobiodiversidad abarcan los recursos genéticos para la alimentación y la agricultura, que comprende recursos fitogenéticos, zoogenéticos, insectos, microorganismo, y todos aquellos elementos bióticos y abióticos que ofrecen servicios ecológicos, así como las dimensiones socio-culturales y económicas. La agrobiodiversidad se refiere al conjunto de especies de plantas, animales y microorganismos que existen e interactúan dentro de un agroecosistema (Letourneau y Altieri 1999, Grupo Técnico Nacional de Agrobiodiversidad 2003).

El término agrobiodiversidad, propuesto por Brookfield y Stocking (1999), incluye aspectos ecológicos, tecnológicos, socioeconómicos e históricos. La agrobiodiversidad es un concepto más específico y se refiere a la diversidad temporal y espacial, derivada de la presencia de componentes bióticos cultivos, arvenses, insectos, microorganismos y su interacción con los factores abióticos en un sistema agropecuario. La diversidad espacial de un agroecosistema se puede expresar en base a la cantidad de especies cultivadas y a la proporción de superficie que ocupan, mientras que la diversidad temporal se puede definir por la secuencia de cultivos o condiciones de las distintas parcelas que componen un sistema.

La agrobiodiversidad presente de un determinado agroecosistema está representada por diferentes componentes, los cuales desempeñan roles ecológicos y funciones ecosistémicas importantes en la dinámica de los mismos, como el ciclaje de nutrientes, el ciclaje de energía y el manejo de plagas y enfermedades, entre otros. Dichos componentes varían de un agroecosistema a otro, dependiendo de las condiciones ambientales, de suelo, climáticas y de manejo e intervención humana presentes en cada localidad.

2.4 Enfoque de medios de vida sostenibles y marco de los capitales de la comunidad

De acuerdo con Chambers y Conway (1992) citados por DFID (1999) un medio de vida comprende las posibilidades o activos (que incluyen recursos tanto materiales como sociales) y actividades necesarias para ganarse la vida. Un capital es entendido como un

recurso invertido para crear nuevos recursos a largo plazo, una estrategia de vida es la forma como los hogares utilizan sus activos y dotación de capitales. Los capitales natural, humano y natural constituyen la base fundamental que las personas pueden transformar en capital social, físico, financiero y político (Flora *et ál.* 2004).

El enfoque de los medios de vida sostenible (EMVS) permite el análisis de los impactos que sobre el desarrollo humano y la calidad de vida tienen los sistemas de manejo y la adopción de tecnologías, incorporando elementos que van más allá de los indicadores económicos e índices de pobreza utilizados comúnmente. Identifica cinco categorías de activos principales o tipos de capital: humano, natural, social, físico y financiero (DFID 1999).

Sin embargo, Meinen-Dick, *et ál.* (2004) expresan que existen factores no cubiertos dentro de este enfoque y que son de gran importancia para entender como las personas perciben y conocen su entorno, la forma como estos construyen la realidad en la que viven, como responden a los cambios, a nuevas tecnologías y como se da el proceso de toma de decisiones frente a su adopción. El marco de los capitales de la comunidad (MCC) operativiza el capital cultural a través del conocimiento de las creencias, valores y costumbres; así como el capital político a través del conocimiento del marco legal y de las relaciones de poder (Flora *et ál.* 2004, Gutiérrez-Montes 2005).

2.4.1 Capital Humano

El capital humano se refiere a las características de cada individuo, la inteligencia, habilidades, aptitudes, conocimientos, capacidades laborales, nivel de educación, estado de salud, que son el producto de las condiciones biológicas de cada uno y a su vez el resultado de su interacción con el entorno social (DFID 1999, Flora *et ál.* 2004, Flora *et ál.* 2005).

2.4.2 Capital Cultural

El capital cultural es una construcción de las personas, comprende los valores, creencias, tradición, costumbres, identidad, historia, experiencias, el idioma, las maneras de actuar, la forma en que cada individuo percibe el mundo y define desde su percepción las cosas factibles de cambio. (Flora *et ál.* 2005).

2.4.3 Capital Natural

Esta representado por el ambiente y la oferta de recursos naturales y se constituye en la base alrededor de la cual las personas actúan y construyen sus otros capitales, este capital ofrece las posibilidades y los límites a las acciones humanas, de él hacen parte el agua, el suelo, la biodiversidad representada en las especies vegetales y animales, las características propias del paisaje como la topografía, y las condiciones ambientales (DFID 1999, Flora *et ál.* 2004, Flora *et ál.* 2005).

2.4.4 Capital Social

De acuerdo con Flora 2004 el capital social es una característica de las comunidades basada en las interacciones entre los individuos y grupos. El capital social se desarrolla alrededor de redes y conexiones, relaciones de confianza mutua, reciprocidad, identidad colectiva, cooperación, solidaridad y sentido de un futuro compartido (DFID 1999, Flora *et ál.* 2004, Flora *et ál.* 2005).

2.4.5 Capital Físico o Construido

El capital físico está constituido por la infraestructura de carácter pública o privada y el conjunto de bienes y servicios con los que cuentan las personas para satisfacer sus necesidades básicas, realizar actividades productivas y alcanzar su desarrollo y bienestar (DFID 1999). De acuerdo con Flora *et ál.* (2005) las mejoras registradas en el capital físico pueden ser el resultado del trabajo conjunto de la comunidad, así mismo este capital cumple una importante función en la medida que apoya el crecimiento de los otros capitales.

2.4.6 Capital Financiero

El capital financiero está representado por los recursos financieros con que cuenta una familia, grupo o población, este incluye capital de inversión, créditos, ahorros, impuestos, donaciones. Es un capital importante en la definición de las estrategias de desarrollo que adopta cada hogar (DFID 1999).

2.4.7 Capital Político

El capital político citando a Flora *et ál.* (2005) comprende la capacidad de influir la distribución de recursos, la presencia de los individuos en organizaciones de manejo de los recursos y las conexiones entre organizaciones a varios niveles. Se relaciona así mismo con las normas y reglas que regulan el desempeño de las organizaciones a su interior y en su interacción con el entorno en las diferentes esferas en que se desenvuelve el habitante rural.

3 BIBLIOGRAFÍA

- Altieri, M.A. 1999. Agroecología Bases científicas para una agricultura sustentable. Montevideo, UY. 338 p.
- Alwang, J; Jensen, G. P; Siegel, P. B; Pichón, F. 2005. El espacio geográfico, los activos, los medios de vida y el bienestar en las zonas rurales de Centro América: Evidencia empírica de Guatemala, Honduras y Nicaragua. Documento de trabajo de la Development Strategy and governance division. DSGD. IFPRI. N° 26.
- American Society of Agronomy. 1989. Decisions reached on sustainable agriculture. Agronomy News.
- Beer, J; Muschler, R; Kass, D; Somarriba, E. 1998. SHade management in coffee and cacao plantations. Agroforestry Systems 38:139-164.
- Brookfield, H; Stocking, M.. 1999. Agrodiversity: definition, description and design. Global Environmental CHange 9:77-80.
- Conway, G. R. 1994. Sustainability in agricultural development: Trade-offs between productivity, stability and equitability. Journal for Farming Systems and Research-Extensions 4(2):1-14.
- DaMatta, F. M; Rena. A. B. 2002. Ecofisiologia de cafezais sombreados e a pleno sol. *In* Zambolim, L. ed. O estado da arte de tecnologias na producao de café. Universidad Federal de Vicosa. Departamento de Fitopatología. Vicosa – Minas Gerais. 93-124 p.
- DFID (Depatment for Internacional Development, UK). 1999. Hojas orientativas sobre los medios de vida sostenibles: Marco (en línea). Londres, UK. 50 p. Consultado el 5 junio, 2006. Disponible en http://www.livelihoods.org/info/info_guidanceSheets.html .

- FEDERACIÓN NACIONAL DE CAFETEROS DE COLOMBIA. 2001. “Estudio sobre experiencias de FEDERACAFE en Gestión de Fincas Cafeteras” Programa de Reestructuración Cafetera.
- Flora, CB; Flora, J; Fey, S. 2004. Rural Communities: Legacy and Change. Second Edition. Westview Press. Boulder, CO.
- Flora, C.B; Emery, M; Fey, S; Bregendahl, C. 2005. Los grandes retos para el desarrollo de una agricultura alternativa (en línea). NCRCD (Centro Regional Centro-Norte para del Desarrollo Rural, US). 22 p. Consultado 27 noviembre. 2006. Disponible en www.raaa.org/D4-Cornelia.ppt
- Flores, M; Bratescu, A; Martínez, J. O; Oviedo, J. A; Acosta, A. 2002. Centroamérica: El impacto de la caída de los precios del café. Serie Estudios y perspectivas. Sede Subregional de la CEPAL en México. Unidad de desarrollo agrícola. Unidad de desarrollo económico (en línea). México D.F. Consultado 25 oct 2006. Disponible en: <http://www.eclac.cl/publicaciones/xml/9/9679/L517.pdf>
- Fonseca, L. A. 2002. Colombia: Escenario social, económico e institucional de la actual crisis cafetera. Comisión Económica para América Latina y el Caribe. CEPAL. Desarrollo productivo y empresarial (en línea). Consultado 3 sep 2007. Disponible en <http://www.edac.org/publicaciones/>
- Galloway, G; Beer, J. 1997. Oportunidades para fomentar la silvicultura en cafetales en América Central. Serie técnica. Informe técnico No. 285. Proyecto agroforestal CATIE-GTZ. CATIE, Turrialba, CR. 168 p.
- Gliessman, S. R. 2002. Agroecología Procesos Ecológicos en Agricultura Sostenible. Turrialba, CR. 359 p.
- GRUPO TÉCNICO NACIONAL DE AGROBIODIVERSIDAD DOCUMENTO BASE EL PROGRAMA NACIONAL DE AGROBIODIVERSIDAD. 2003. (En línea) Lima PE. Consultado 18 de septiembre de 2006. Disponible en <http://www.conam.gob.pe/endb/>
- Guharay, F; Monterrey, J; Monterroso, D; Staver, C. 2000. Manejo integrado de plagas en el cultivo de café. Managua, Nicaragua. Serie Técnica. Manual Técnico No. 44. CATIE. 267 p.
- Gutiérrez-Montes, I. A. 2005. Healthy communities equal healthy ecosystems? Evolution (and breakdown) of a participatory ecological research project towards a

- community natural resource management process, San Miguel Chimalapa MX. Thesis Ph.D. Ames, US, Iowa State University. 185 p.
- Hansen, J. W. 1996. Is agricultural sustainability a useful concept? *Agricultural Systems*. 50:43-117.
- Hart, R. D. 1985. *Agroecosistemas, Conceptos Básicos*. Turrialba, CR. CATIE.
- ICAFFE, Instituto de café de Costa Rica. 1998. Centro de Investigaciones en café. Unidad de Investigación y Transferencia de tecnología en café. Manual de recomendaciones para el cultivo. San Jose de Costa Rica. 195 p.
- Letourneau, D.K; Altieri, M. A. 1999. Environmental management to enhance biological control in agroecosystems. *In* Bellows, T.S; Fisher, T.W. eds. *Handbook of Biological Control: Principles and Applications*. San Diego US. 319-353.
- Masera, O; Astier, M; López-Ridaura, S. 1999. Sustentabilidad y manejo de Recursos Naturales. El Marco de la evaluación MESMIS. México. 109 p.
- Meinzen-Dick, R; Adato, M; Haddad, L; Hazell, P. 2004. Science and poverty: an interdisciplinary assessment of the impact of agricultural research. Washington, S, IFPRI (International Food Policy Research Institute, US). 22 p.
- Sánchez, J. C. 1991. *Caficultura moderna*. 3ª edición. Serie Comunicación Agrícola. Guatemala. 180 p.
- Vinqvist, M. 2000. Asistencia para Diseño de Políticas de Ganadería Sostenible de Pastoreo en el Quindío, Colombia. Borrador Final. LEAD. CD-ROM. 48 p.

4 ARTICULO 1.

Caracterización de grupos de fincas cafeteras y ganaderas en zona cafetera de Colombia, Costa Rica y Nicaragua.

4.1 Introducción

La adopción de nuevas tecnologías por parte de los hogares rurales es un proceso complejo que involucra un importante componente referido a la técnica como tal, pero al mismo tiempo conlleva una serie de factores relacionados con la familia y derivados de su relación con el entorno biofísico y social. De acuerdo con Antaki *et ál.* (1996) las personas construyen la realidad en la que viven, y las comunidades y los grupos tienen su propio desarrollo histórico y cultural.

Para aproximarse al conocimiento de una determinada población o grupo de personas es importante entender las formas de vida, la realidad local y el conjunto de aspectos que integran la estructura y dinámica particular que la caracterizan y la diferencian de otros grupos, se hace necesario incorporar en el análisis un conjunto de aspectos o factores que inciden de manera directa e indirecta en la forma como las personas alcanzan su desarrollo y bienestar y avanzan en la adopción de nuevas tecnologías (Meinzen Dick *et ál.* 2004). Hay un conjunto de aspectos como los geográficos y biofísicos que ya marcan diferencias entre los grupos de productores, pero sumado a estos hay un conjunto de condiciones heterogéneas al interior de cada zona productora que comprende recursos materiales y sociales que deben ser incluidos en un análisis integral (DFID 1999, Alwang *et ál.* 2005).

En este sentido el Enfoque de Medios de vida sostenible (EMVS) y el Marco de los Capitales de la Comunidad (MCC) son herramientas importantes cuyo fundamento yace en los principios de la investigación cualitativa. Un marco basado en los medios de vida incluye: los activos (productivos y sociales, específicos de cada lugar), el contexto (políticas, instituciones y riesgos), el comportamiento de los hogares (estrategias de vida) y los resultados (medición del bienestar del hogar), la interfaz entre activos-contexto-estrategias de vida genera los diferentes niveles de bienestar (Moser 1998, Rakodi 1999, Siegel y Alwang 1999).

El Enfoque de Medios de Vida Sostenibles (EMVS) y el Marco de los Capitales de la Comunidad (MCC) permiten abordar de manera holística e integrada los procesos a través de los cuales la gente alcanza su desarrollo, permite identificar tanto obstáculos como debilidades (DFID 1999). El EMVS se fundamenta en el análisis de cinco capitales: humano, social, natural, físico o construido y financiero, y el MCC enriquece el análisis con la inclusión de los capitales cultural y político (Flora *et ál.* 2004, Gutiérrez-Montes 2005), que son elementos decisivos y determinantes en la forma como los hogares satisfacen sus necesidades y deciden sobre la adopción de nuevas tecnologías. Los activos o capitales de un hogar constituyen el grupo de recursos que se utilizan para generar bienestar, algunos activos son eficaces si se combinan con otros, por lo cual debe tomarse en cuenta la condición de complementariedad que los caracteriza y las sinergias que se dan entre ellos (Siegel y Alwang 1999, Flora *et ál.* 2005).

Dado que los medios de vida tienen efecto directo sobre las posibilidades de alcanzar el bienestar, este enfoque tiene gran potencial no solo en la caracterización de grupos sino en la formulación de estrategias y políticas (Alwang *et ál.* 2005). Si partimos del principio de que toda comunidad dispone de los recursos necesarios para su evolución y transformación, y que es a partir de ellos que construyen su propio desarrollo, es preciso mejorar las capacidades locales para que sean ellas mismas quienes identifiquen y analicen sus limitantes, posibilidades y oportunidades.

Un reto es entender cómo la selección de las tecnologías agrícolas es influenciada por diferentes condiciones socioeconómicas que conforman las estrategias de sustento utilizadas por los hogares rurales. La investigación debe permitir por lo tanto identificar y medir las dimensiones importantes del bienestar como la vulnerabilidad, las relaciones de poder, las relaciones con las instituciones, que no son fácilmente medibles sino a través de la integración de métodos cualitativos y cuantitativos de investigación y análisis (Meinzen-Dick *et ál.* 2004).

A través del presente trabajo pretendemos una aproximación al conocimiento de los hogares de productores cafeteros, mediante la descripción y análisis de sus medios de vida y la dotación de capitales, que permitan enriquecer la caracterización de los diferentes grupos ya establecidas. El análisis de los medios de vida rurales se basa en la caracterización de la dotación de activos y capitales, en el análisis y descripción de las estrategias de vida de los

hogares (forma en la cual cada hogar utiliza sus activos) y en la descripción de los diferentes componentes y tecnologías utilizadas en los sistemas productivos.

4.1.1 *Objetivos*

Realizar la tipificación de fincas cafeteras y ganaderas en la zona cafetera de Colombia, Costa Rica y Colombia.

Establecer si existe relación entre la dotación de capitales y la sustentabilidad agroambiental de los hogares analizados.

4.1.2 *Preguntas de investigación*

¿Cuáles son las diferencias ecológicas y socioeconómicas de hogares en las zonas cafeteras de Colombia, Costa Rica y Nicaragua de acuerdo al enfoque de medios de vida sostenibles (EMVS) y al marco de los capitales de la comunidad (MCC)?

¿Qué relación existe entre la dotación de capitales de los hogares y la sustentabilidad agroambiental de las fincas analizadas?

4.2 *Materiales y Métodos*

4.2.1 *Descripción del área de estudio*

La presente investigación se llevó a cabo en áreas escogidas de tres países: Colombia, Costa Rica y Nicaragua dentro del proyecto “Opciones para la vinculación al mercado y la innovación tecnológica de sistemas agrosilvopastoriles en zonas cafeteras en Colombia, Costa Rica y Nicaragua” ejecutado por el CATIE en convenio con instituciones representantes de cada país (CATIE, 2005).

El área geográfica del proyecto de investigación se concentra en las zonas de transición o integración de café con ganadería intensiva de carne y leche, y para las cuales los sistemas agrosilvopastoriles representan una opción técnica. El área de estudio comprende la zona Sur en Costa Rica (Cantones de Pérez Zeledón y Coto Brus), el departamento de Caldas, zona centro occidente de Colombia y el departamento de Jinotega en la zona norte de Nicaragua.

Pérez Zeledón y Coto Brus (Costa Rica)

Pérez Zeledón

El cantón de Pérez Zeledón pertenece a la Provincia de San José, las coordenadas del cantón son 9°17'58'' de latitud norte y 83°39'16'' de longitud oeste.

Presenta una extensión aproximada de 1998 Km², está situado a 550 msnm, posee una precipitación promedio anual de 2.649 mm, una humedad relativa de 85% y una temperatura promedio anual de 23 °C (máxima 28.5 °C y mínima 17.6 °C). Cuenta con aproximadamente 111.950 habitantes y una densidad poblacional de 59 habitantes Km⁻², en el área rural se ubica el mayor porcentaje de la población del cantón con 73.2% en relación con un 26.8% de la población localizada en la zona urbana.

De la población económicamente activa (30.5%) el 60.1% trabaja en el sector primario, es decir, se dedican a la agricultura o actividades afines como la ganadería, la silvicultura, la pesca e incluso la cacería. La actividad agrícola se centra en la producción de café como cultivo principal seguida de otros cultivos como maíz, fríjol y caña de azúcar.

Coto Brus

El cantón de Coto Brus pertenece a la provincia de Puntarenas, se encuentra circunscrito al sector pacífico en zona fronteriza con Panamá. Las coordenadas del cantón son 8°53'41'' de latitud norte y 82°54'58'' de longitud oeste, entre los paralelos 294-328 norte y los meridianos 556-604 longitud este.

Presenta una extensión aproximada de 933.91 Km² distribuidos en cinco distritos San Vito con 142.37 Km², Sabalito con 356.74 Km², Agua Buena con 61.13 Km², Limoncito con 11.57 Km² y Pittier con 255.05 Km². Se estima que Coto Brus tiene una población de 38.263 habitantes, de los cuales el 51.8% son hombres y el 48.2% mujeres. Un 20% de la población se encuentra en la zona urbana mientras que el 80% restante habita en la zona rural.

La actividad productiva de este cantón está básicamente concentrada en el sector agropecuario, principalmente en las actividades ganaderas y cafetaleras. Adicionalmente se realizan otras actividades agrícolas como la producción de maíz, fríjol, naranja dulce, macadamia, aguacate, tiquizque, chile picante y naranjilla. El cultivo del café como cultivo principal ocupa cerca de 11.600 ha con unos 7.940 productores.

El Cuá Bocay – Jinotega (Nicaragua)

El municipio del Cuá Bocay esta ubicado en la zona norte del departamento de Jinotega a los 13°22' de latitud norte y 85°40' de longitud oeste. Está ubicado en el trópico húmedo y presenta un relieve accidentado con áreas montañosas de abundante vegetación y alturas muy variables que van desde los 300 hasta los 1.795 msnm.

Cuenta con una extensión territorial de 4.234 Km², presenta temperaturas que oscilan entre los 24 y 25 °C, precipitaciones anuales entre 1600 a 2000 mm. De acuerdo al censo del año 2000 su población es de 76.625 con una densidad de 13.5% habitantes Km⁻². El 94% de su población se encuentra en la zona rural, es considerado como un municipio multiétnico dado que cuenta con 12 comunidades de la etnia Mayangna-Surno y 12 comunidades de la etnia Miskita.

La actividad económica más importante del municipio es la agricultura, existen alrededor de 4.000 propietarios de tierra de los cuales 400 sobrepasan las 70 ha siendo la mayoría pequeños productores con fincas de menos de 14 ha. La producción de granos básicos maíz, arroz y frijol ocupa unas 23.000 ha. El café ocupa el segundo rubro de importancia, a este cultivo de exportación se dedica un área de 7.000 ha con rendimientos promedio de 518 Kg ha⁻¹, el 70% de los cafetales se siembran en asocio con musáceas.

El municipio cuenta con condiciones agroclimáticas favorables para la actividad ganadera, posee aproximadamente unas 42.000 ha de pasto de excelente calidad. La actividad bovina se desarrolla de manera extensiva, concentrando unas 8.000 cabezas de ganado vacuno del cual el 50% está destinado para fines de doble propósito que se comercializa en el interior y en el exterior del país, un 25% a la producción de carne y un 25% a la producción de leche con un rendimiento de 4 litros por cabeza.

Departamento de Caldas (Colombia)

La zona de estudio en Colombia comprende fincas ubicadas en los municipios de Manizales, Neira, Filadelfia y Villamaría, en el departamento de Caldas. El departamento de Caldas esta situado en el centro occidente de la región andina, localizado entre los 5°46'51'' y los 4°48'20'' de latitud norte, y los 74°38'01'' y 75°55'45'' de longitud oeste.

Cuenta con una superficie de 7.888 Km², la temperatura varía de acuerdo con la altitud y el relieve, alterada por los vientos alisios del noreste y del sureste. La distribución

de los pisos térmicos es cálido el 32% del total del departamento, templado 36%, frío 23% y el piso bioclimático de páramo 9%.

De acuerdo al censo realizado en el año 2005 cuenta con 1.172.510 habitantes distribuidos en 27 municipios. La economía del departamento de Caldas está concentrada en la prestación de servicios como el comercio, la banca, el transporte y las comunicaciones. En segundo lugar se encuentran las actividades agropecuarias, representadas por el cultivo de café (segundo productor a nivel nacional), papa, cacao, maíz y algunas hortalizas y frutas. La ganadería está localizada en el valle del río Magdalena.

4.2.2 Análisis de Medios de Vida Sostenibles MVS

El análisis de medios de vida sostenibles fue realizado como parte de la primera fase del Proyecto FONTAGRO “Opciones para la vinculación al mercado y la innovación tecnológica de sistemas agrosilvopastoriles en zonas cafeteras en Colombia, Costa Rica y Nicaragua”, este análisis se constituyó en la etapa inicial para la caracterización y descripción de los grupos de hogares encontrados en la zona de estudio.

En la zona cafetera de cada país se escogieron alrededor de 100 hogares teniendo como principales criterios de selección la existencia de manera conjunta de cultivos de café y producción ganadera, la presencia permanente de la familia en la finca y que la actividad agropecuaria constituya la principal fuente de ingreso.

Para el desarrollo de esta fase se contó con una encuesta estructurada. El diseño y validación, la aplicación en campo, la elaboración de las bases de datos, el análisis estadístico y la determinación de grupos de hogares fue realizado por el equipo de profesionales del proyecto FONTAGRO, sus resultados fueron tomados como referencia y punto de partida para el presente trabajo.

En total fueron realizadas 322 encuestas a hogares, 99 en Colombia, 102 en Costa Rica y 121 en Nicaragua. Con la información obtenida en campo fueron elaborados indicadores para la cuantificación de la dotación de los capitales humano, natural, social, físico y financiero que conforman los medios de vida de los hogares.

Se construyeron cinco índices de la dotación de capitales humano, natural, social, físico y financiero de los medios de vida de los hogares encuestados. En la construcción de cada índice se utilizaron variables empíricas determinadas en las encuestas aplicadas en campo. Para cada índice compuesto se establecieron clases, estas fueron calificadas en una

escala likert, de esta forma se procedió a asignar calificación a cada uno de los indicadores compuestos de los cinco capitales. Con la sumatoria de los índices compuestos se obtuvo el Índice Integral de Medios de Vida (IMV) (Mora-Delgado 2007).

Procedimiento estadístico

Con la información colectada a través de las encuestas se determinaron las siguientes medidas estadísticas:

- Análisis de Conglomerados ó Análisis de cluster (AC): usando el método de Ward el cual permitió agrupar los hogares según la similitud en la dotación del portafolio de medios de vida. Este método formó grupos donde la variabilidad de sus elementos es la mínima y entre grupos la máxima. Los grupos formados corresponden con los grupos de hogares a caracterizar.
- Análisis de Componentes Principales (ACP): permitió seleccionar variables de mayor importancia.
- Análisis Discriminante Canónico (ADC): permitió identificar el conjunto de variables de mayor peso en la discriminación para la formación de los grupos o cluster.
- Pruebas de varianza Duncan: permitió comprobar la significancia de cada variable dentro del análisis (Mora-Delgado 2007).

4.2.3 Marco de los Capitales de la Comunidad MCC

Selección de hogares para la aplicación del marco de los capitales de la comunidad

Del total de hogares encuestados (alrededor de 100 por país) fueron seleccionados 20 para cada una de las áreas de estudio. En estos se aplicó la encuesta estructurada con base en el marco de los capitales de la comunidad, obteniendo información relacionada con los capitales cultural y político utilizada para complementar la descripción y caracterización de los hogares de la zona de estudio.

Los 20 hogares se clasificaron en 10 hogares o fincas piloto y 10 hogares o fincas control, de acuerdo a los criterios de selección (Cuadro 1).

Cuadro 1. Criterios de selección fincas piloto y fincas control.

FINCAS PILOTO	FINCAS CONTROL
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Familia que deriva al menos el 80% de sus ingresos de la actividad agropecuaria ▪ Integración de diferentes subsistemas de producción de café y sistemas de producción ganadero con componente forestal ▪ Anuencia para la realización de mejoras en su finca ▪ Interés en participar en el proceso de evaluación y monitoreo de indicadores agroecológicos 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Distribuidas en las mismas zona que las fincas piloto ▪ Poca o ausente participación en procesos de capacitación y asistencia técnica ▪ Predominio de sistemas de manejo tradicional

(Fuente: Proyecto “Opciones para la vinculación al mercado y la innovación tecnológica en sistemas agrosilvopastoriles en zonas cafeteras en Colombia, Costa Rica y Nicaragua).

Integración capitales cultural y político

En la presente investigación se implementaron de manera complementaria el enfoque de Medios de Vida Sostenibles (MVS) y el Marco de los Capitales de la Comunidad (MCC). La aplicación de la encuesta de medios de vida sostenible permitió caracterizar los hogares en cuanto a la dotación de sus capitales humano, social, natural, físico y financiero. La aplicación del marco de los capitales permitió incorporar al análisis los capitales cultural y político, que representan gran importancia para el entendimiento de los procesos que las comunidades generan frente a la adquisición de conocimientos y a la adopción de nuevas tecnologías o sistemas de manejo innovadores.

La integración de los dos enfoques se fundamenta en el hecho de que existe una relación en doble dirección entre las prácticas culturales predominantes, y las relaciones de poder, reglas y normas, sobre los tipos y estructuras de los sistemas de manejo que los hogares implementan para el aprovechamiento de los recursos disponibles y la satisfacción de sus necesidades. Los capitales, medios de vida o activos con que cuenta un hogar tienen un significado y adquieren valor dependiendo del entorno cultural, institucional, organizativo y legal de cada contexto de estudio.

4.2.4 Determinación grupos de hogares

De acuerdo al análisis de la dotación de capitales de los hogares encuestados, se establecieron conglomerados (grupos) por cada país, estos conglomerados representan los

diferentes grupos de hogares encontrados en las zonas de estudio. La caracterización de los grupos de hogares cafeteros y ganaderos de acuerdo con el análisis de medios de vida y los capitales de la comunidad, se consigue describiendo los principales aspectos que conforman la dotación de capitales como se muestra en las siguientes figuras.

Capital Humano: resume la información colectada en los hogares y relacionada con la composición familiar, el nivel de escolaridad y la cobertura del servicio de salud (Figura 1).



Figura 1. Estructura de análisis para el Capital Humano.

Capital Cultural: retoma el nivel de conocimiento que sobre el manejo de los sistemas agroforestales (SAF) tienen los productores y sus familias, la forma en que estos han sido adquiridos y la forma como son transmitidos al interior de la familia y en la comunidad, analiza la percepción de los hogares acerca de los beneficios de los SAF y que aspectos orientan la toma de decisiones (Figura 2).

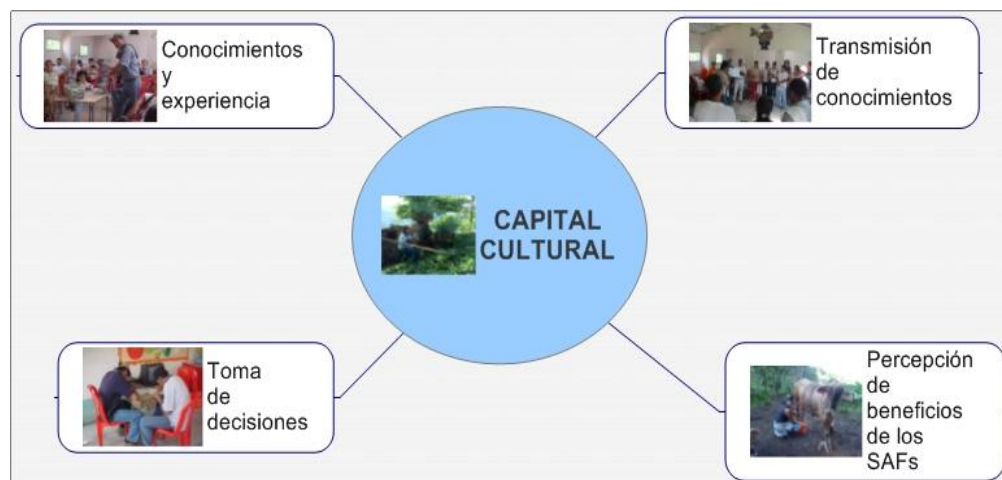


Figura 2. Estructura de análisis para el Capital Cultural.

Capital Natural: se describe en función del área destinada a cada uso del suelo con relación al área total de la finca (cultivos permanentes, conservación, bosque natural, otros cultivos o actividades). Así mismo se caracteriza el recurso hídrico definiendo el inventario de nacimientos propios y vecinales con los que cuenta cada finca, el nivel de protección de estos nacimientos generado por la familia y la existencia de bancos de forraje (Figura 3).

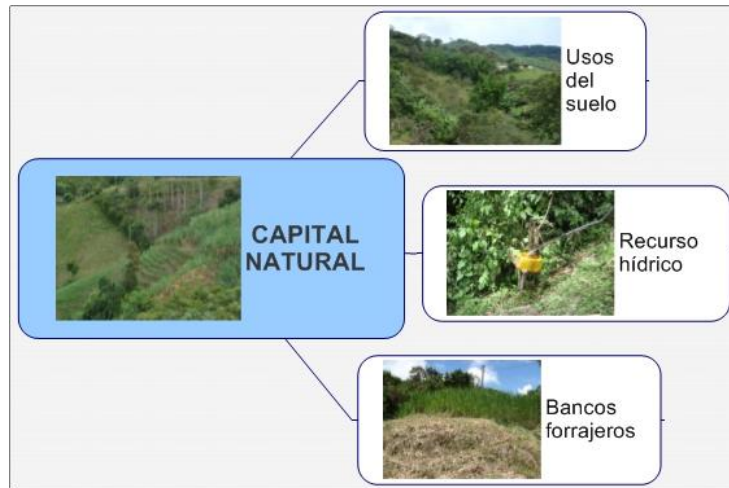


Figura 3. Estructura de análisis para el Capital Natural.

Capital Social: hace referencia a la pertenencia a grupos, la realización de intercambios entre vecinos (semillas, animales, información, la asistencia a eventos de capacitación, la participación en programas y proyectos y la asistencia técnica recibida de organizaciones e instituciones de la zona (Figura 4).



Figura 4. Estructura de análisis para el Capital Social.

Capital Físico: describe las principales formas de acceso al predio o finca, los servicios públicos o estatales con los que cuentan los hogares, las fuentes de energía utilizadas en lo hogares, las características de la vivienda o infraestructura doméstica y la dotación en instalaciones agropecuarias (Figura 5).

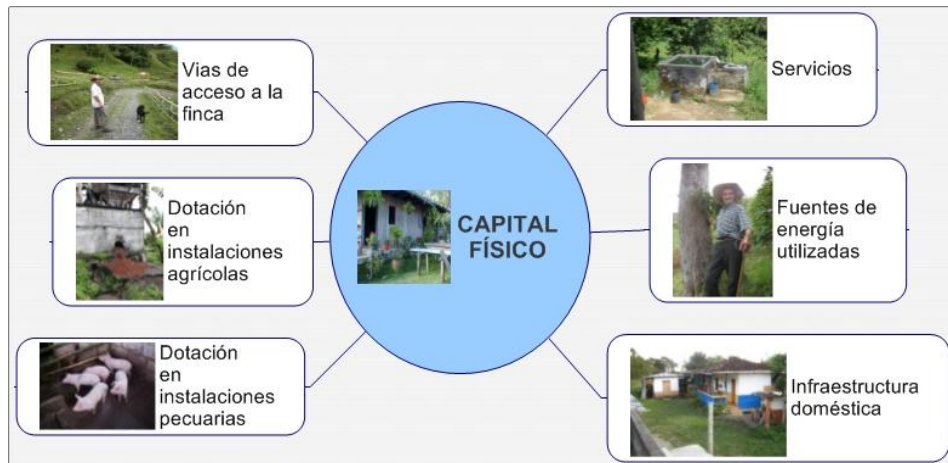


Figura 5. Estructura de análisis para el Capital Físico.

Capital Financiero: comprende la relación de ingresos discriminados por rubro o actividad, en este sentido discrimina ingresos percibidos por café, por actividad pecuaria, ingresos provenientes de actividades no agrícolas, por crédito, ingresos generados fuera de la finca y otro tipo de ingresos. De igual manera presenta la relación de hogares que tienen o han tenido algún tipo de crédito, el motivo de la inversión (compra de terrenos, animales, insumos agrícolas, mejoramiento infraestructura) y el nivel de ahorro de los hogares (Figura 6).

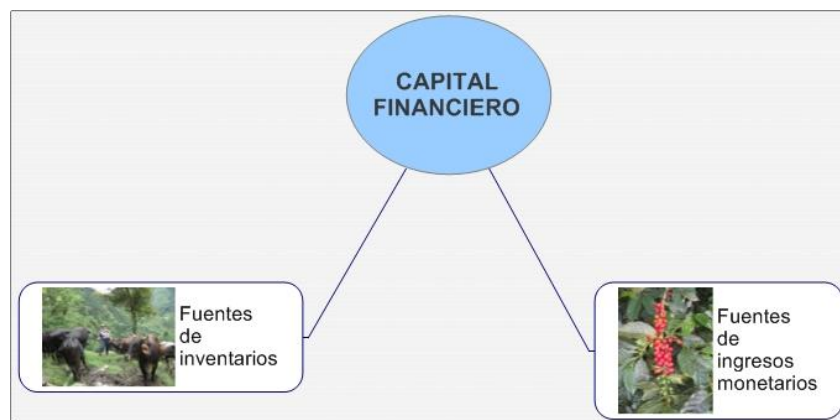


Figura 6. Estructura de análisis para el Capital Financiero.

Capital Político: describe el nivel de participación que los hogares tienen en las organizaciones, la ocupación de cargos dentro las organizaciones y sobre el desempeño

dentro de ellas. El conocimiento que los hogares tienen sobre las reglas y leyes que afectan de manera positiva o negativa los sistemas de producción (Figura 7).

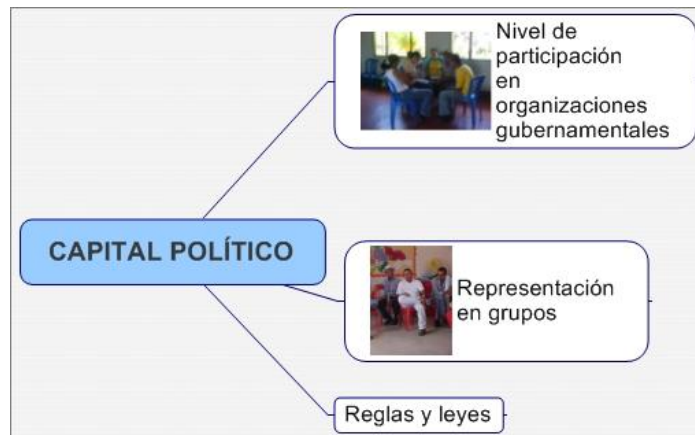


Figura 7. Estructura de análisis para el Capital Político.

4.3 Resultados y Discusión

4.3.1 Tipificación de los hogares de la zona cafetera de Colombia, Costa Rica y Nicaragua.

Se presenta la comparación de la información obtenida a través de las encuestas de medios de vida y capitales de la comunidad para la zona de estudio en los tres países, resaltando las diferencias más notables y aquellos aspectos relevantes para los capitales: cultural, humano, natural, social, físico, financiero y político.

Capital Cultural

En términos generales los hogares encuestados en la zona de estudio en Colombia presentan los valores más altos en el capital cultural. En más alto porcentaje los jefes de hogar encuestados en Colombia y Costa Rica expresan que sus conocimientos sobre el manejo de los SAF fueron recibidos de sus padres y parientes, seguido en importancia por los adquiridos a través de actividades de capacitación. Los jefes de hogar en la zona de estudio en Costa Rica expresan que aproximadamente en igual proporción sus conocimientos han sido transmitidos por sus padres y parientes y adquiridos en eventos de capacitación.

En los hogares de Costa Rica y Nicaragua con mayor frecuencia los jefes de hogar reconocen que enseñan a sus hijos el manejo de los SAF. El intercambio de conocimientos

entre vecinos es una estrategia importante y desarrollada en la zona de estudio de los tres países.

La toma de decisiones sobre las acciones a ejecutar en la finca están influenciadas en primer lugar por la disponibilidad de mano obra, seguido de la disponibilidad de capital fijo, tendencia que se evidencia similar en la zona de estudio de Colombia, Costa Rica y Nicaragua (Cuadro 2).

Cuadro 2. Resumen de la principales características del capital cultural para los hogares encuestados en la zona cafetera de Colombia, Costa Rica y Nicaragua (% promedio de hogares por capital).

CAPITAL CULTURAL	COLOMBIA	COSTA RICA	NICARAGUA
Conocimientos sobre el manejo de los SAF transmitido por padres y parientes	78	32.7	77.7
	67 - 100	20 - 45	66 - 100
Conocimiento sobre el manejo de los SAF adquiridos en eventos de capacitación	72.3	35.7	44.3
	50 - 100	20 - 54	0 - 100
Transmite a sus hijos los conocimientos sobre el manejo de los SAF	36	76.3	89
	0 - 58	60 - 100	67 - 100
Comparte sus conocimientos con vecinos y amigos	61.3	66.3	72.7
	50 - 67	40 - 92	66 - 85
Selecciona las especies para los SAF con café por su uso futuro en la finca	91.7	63	77.7
	83 - 100	20 - 100	66 - 100
Selecciona las especies para los SAF con pasturas por su uso futuro en la finca	88.7	42.3	44.3
	83 - 100	20 - 67	0 - 67
Selecciona las especies para los SAF con pasturas por el bienestar a los animales	52.7	18.7	33.3
	50 - 58	0 - 33	0 - 100
En la toma de decisiones un factor considerado es la disponibilidad de capital fijo	53	13.3	11
	42 - 67	0 - 40	0 - 33
En la toma de decisiones un factor considerado es la disponibilidad de mano de obra	94.3	64	77.7
	83 - 100	40 - 85	66 - 100

Capital Humano

Los hogares de Colombia y Costa Rica presentan en promedio similitud en el número de integrantes por familia, mientras las familias más numerosas se encuentran en la zona de estudio en Nicaragua.

Los hogares encuestados en Costa Rica presentan el mayor porcentaje de integrantes con estudios de primaria completa, los hogares de Nicaragua presentan el mayor porcentaje de integrantes con primaria incompleta, mientras que los hogares de la zona de estudio en Colombia presentan el mayor porcentaje de integrantes con los niveles de bachillerato completo. El mayor nivel de analfabetismo se presenta en los hogares de la zona de estudio en Nicaragua, siendo este valor aproximadamente dos veces el encontrado en las zonas de estudio de Costa Rica y Colombia. La cobertura en servicio de salud presenta valores cercanos en los tres países estudiados (Cuadro 3).

Cuadro 3. Resumen de la principales características del capital humano para los hogares encuestados en la zona cafetera de Colombia, Costa Rica y Nicaragua.

CAPITAL HUMANO	COLOMBIA	COSTA RICA	NICARAGUA
Integrantes familia (# y rango)	4.9	4.7	6.0
	4.1 – 6.6	4.3 – 5.1	5.4 – 6.4
Nivel educativo: primaria completa (% promedio de hogares y rango)	28.1	45.3	17.9
	19.9 – 32.5	42.5 – 48.2	11.8 – 24.2
Nivel educativo: primaria incompleta (% promedio de hogares y rango)	19.4	35.0	40.2
	3.6 – 26.3	30 – 41.6	36.5 – 45.1
Nivel educativo: bachillerato completo (% promedio de hogares y rango)	18.3	2	2.4
	11.9 – 30.6	0 – 5.5	1.2 – 3.1
Nivel educativo: analfabetismo (% promedio de hogares y rango)	9.4	6.7	20.8
	5.3 - 17	5.7 – 8	10.4 – 32.5
Cobertura del servicio de salud (% promedio de hogares y rango)	91.3	90.3	89.3
	85 - 100	80 – 97	81 - 100

Capital Natural

El uso del suelo esta marcado principalmente por las áreas destinadas a cultivos permanentes (café y pasturas). Las fincas en Nicaragua destinan cerca del 70% del área total a este uso del suelo, mientras que en Costa Rica y Colombia se destina aproximadamente el 50% del área total.

Los productores de la zona de estudio en Costa Rica son lo que mayor porcentaje de área dedican a cobertura de bosque natural 2.6%, así como a otros cultivos generalmente anuales 22%. El porcentaje de área destinada a actividades de conservación es mayor en los productores de la zona de estudio de Nicaragua con cerca del 8% (Cuadro 4).

Cuadro 4. Resumen de la principales características del capital natural para los hogares encuestados en la zona cafetera de Colombia, Costa Rica y Nicaragua.

CAPITAL NATURAL	COLOMBIA	COSTA RICA	NICARAGUA
Uso del suelo: cultivos permanentes (% área)	53.1 52.5 – 53.9	72.9 72.7 – 73.2	56.9 55.3 – 58.9
Uso del suelo: área de conservación (% área)	6.9 6.6 – 7.3	2.5 2.4 – 2.6	8.4 7.8 – 9.1
Uso del suelo: bosque natural (% área)	1.1 0.7 – 1.3	2.6 2.4 – 2.7	0.9 0.5 – 1.1
Uso del suelo: otros cultivos generalmente anuales (% área)	4.5 4.1 – 4.7	22 20.4 – 24.5	12.5 11.9 – 13.3

Capital Social

El capital social más fortalecido se evidencia en los hogares de la zona de estudio de Costa Rica, a excepción de la cobertura del servicio de asistencia técnica que presentó el mayor porcentaje de familias cubiertas en la zona de estudio en Colombia con cerca del 80%.

Los hogares encuestados en Costa Rica presentaron los más altos porcentajes de participación en actividades de intercambio con sus vecinos, actividades de capacitación y en programas y proyectos desarrollados en la zona, así como el más alto porcentaje en la pertenencia a grupos como cooperativas y asociaciones de productores (Cuadro 5).

Cuadro 5. Resumen de la principales características del capital social para los hogares encuestados en la zona cafetera de Colombia, Costa Rica y Nicaragua (% promedio de hogares por capital).

CAPITAL SOCIAL	COLOMBIA	COSTA RICA	NICARAGUA
Familias beneficiarias del servicio de asistencia técnica	79.8 70 - 93	39.7 25 - 67	41.7 23 - 77
Familias que practican intercambios recíprocos entre vecinos	7.5 2.0 - 18	24.7 22 - 26	9.7 4.0 - 17
Familias que pertenecen a grupos	5.0 0 – 13.0	28.7 24 - 33	10.2 5.7 – 16.7
Familias que participación en eventos de capacitación	21.5 0 – 47	54.3 28 - 75	49.3 25 - 93
Familias que participación en programas y proyectos desarrollados en la zona	17.5 0 – 40	42.7 33 - 53	25.7 14 - 38

Capital Físico

El acceso a las fincas en las zonas de estudio de los tres países se hace principalmente por caminos destapados, en lastre o en tierra. Los hogares con mayor porcentaje de cobertura de servicios públicos como acueducto y alcantarillado, electricidad, centros educativos y centros de atención médica es Costa Rica, seguida de los hogares de Colombia y con el menor cubrimiento los hogares encuestados en la zona de estudio en Nicaragua.

En Costa Rica y Colombia los hogares utilizan de manera complementaria el gas y la leña como fuentes de energía para la preparación de alimentos y otras necesidades domésticas. Cerca del 99% de los hogares de Nicaragua dependen de la leña como fuente única de energía para satisfacer sus necesidades.

En el área de estudio en Costa Rica se encontró el mayor porcentaje de hogares que cuentan con instalaciones agropecuarias básicas (Cuadro 6).

Cuadro 6. Resumen de la principales características del capital físico para los hogares encuestados en la zona cafetera de Colombia, Costa Rica y Nicaragua (% promedio de hogares por capital).

CAPITAL FÍSICO	COLOMBIA	COSTA RICA	NICARAGUA
Acceso al predio por camino destapado ²	83	94	73.7
	75 - 93	93 - 97	72 - 75
Disponibilidad de servicios públicos	66.5	74	22.3
	60 - 76	54 - 85	17 - 25
Fuente de energía utilizada por la familia: gas+leña	62.3	43.3	0.7
	55 - 71	40 - 51	0 - 2
Fuente de energía utilizada por la familia: leña	12.5	39.3	99
	0 - 27	22 - 60	97 - 100
Instalaciones agropecuarias	61	77	52.3
	57 - 64	62 - 87	45 - 38

Capital Financiero

La mayor diversificación de fuentes de ingreso se observó en los hogares de la zona de estudio en Costa Rica, seguida por los hogares encuestados en la zona de estudio de Colombia. En los hogares encuestados en Nicaragua cerca del 80% de sus ingresos provienen de la actividad cafetalera (Cuadro 7).

² Camino destapado en Colombia, camino en lastre en Costa Rica y camino de tierra en Nicaragua.

Cuadro 7. Resumen de la principales características del capital financiero para los hogares encuestados en la zona cafetera de Colombia, Costa Rica y Nicaragua (% promedio de hogares por capital).

CAPITAL FINANCIERO	COLOMBIA	COSTA RICA	NICARAGUA
Ingresos por actividad agrícola producción de café respecto a los ingresos totales	58.8	50.3	81.1
	53.1 – 69.9	44.7 – 54.4	76.6 – 85.1
Ingresos por actividad pecuaria respecto a los ingresos totales	37.3	34.3	15.8
	32.7 – 44.7	31.4 - 38	11.6 – 22.1
Otros ingresos	3.8	15.4	2.8
	0 – 10.3	14.1 -17.2	1.2 – 4.4

Capital Político

En Nicaragua se encontró el mayor porcentaje de hogares que tienen algún tipo de relación con instituciones del estado, así como el más alto porcentaje de hogares que conocen las reglas y leyes que de alguna manera afectan positiva o negativamente su actividad productiva (Cuadro 8).

Cuadro 8. Resumen de la principales características del capital político para los hogares encuestados en la zona cafetera de Colombia, Costa Rica y Nicaragua (% promedio de hogares por capital).

CAPITAL POLÍTICO	COLOMBIA	COSTA RICA	NICARAGUA
Pertenencia instituciones oficiales (frecuencia/rango)	8.3	27.0	63.8
	0 - 17	8.0 - 40	33 - 100
Conocimiento de normas y leyes (frecuencia/rango)	69.7	40.7	79.7
	42 - 100	15 - 67	67 - 100

4.3.2 Grupos de hogares: caso Colombia (Municipios de Manizales, Neira, Filadelfia y Villamaría)

Con la información de campo obtenida en las encuestas aplicadas en 99 hogares se calcularon índices integrales por capital. El análisis de conglomerados con los índices integrales permitió la formación de grupos diferenciados por sus características socioeconómicas y biofísicas (Figura 8).

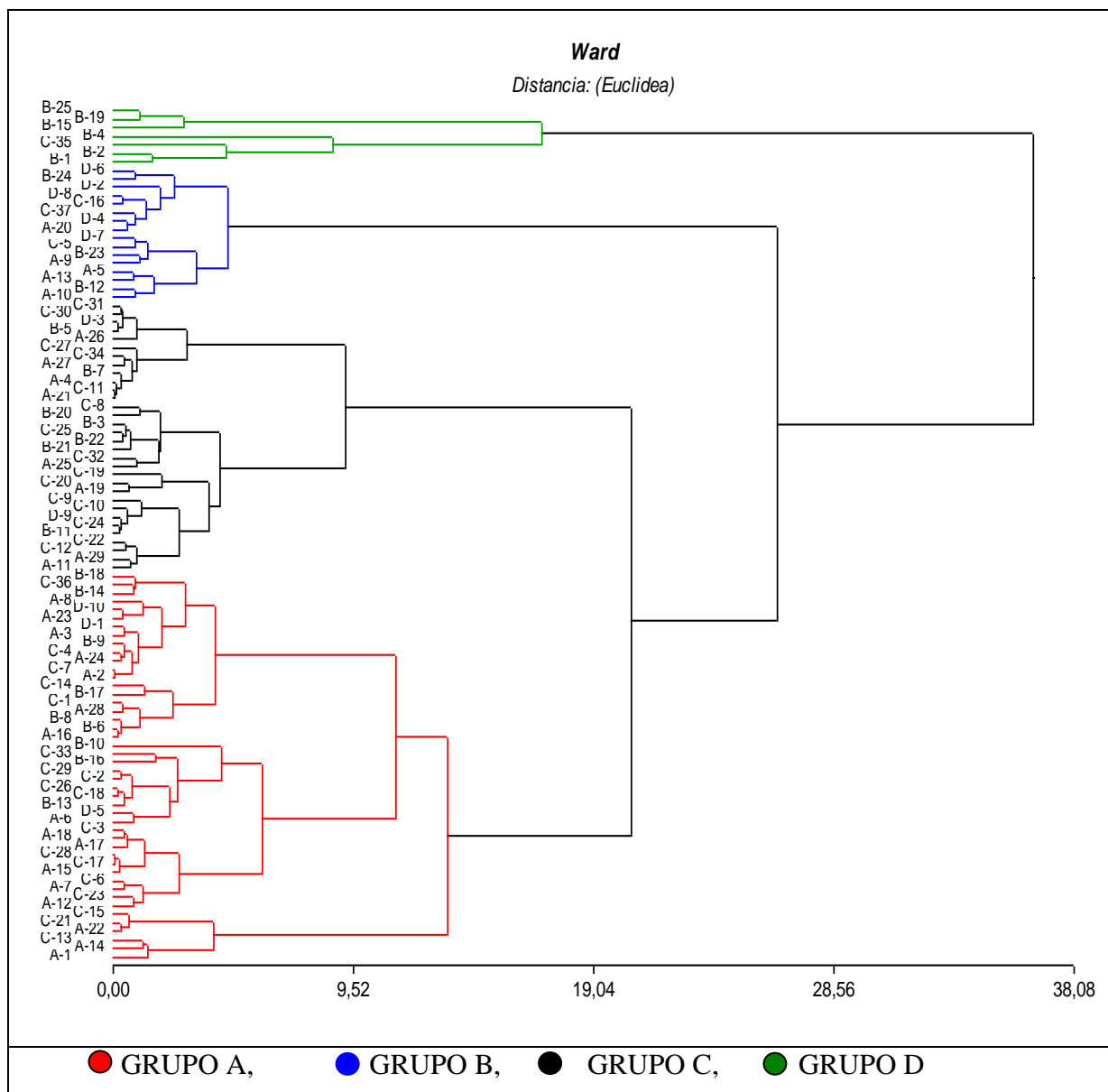


Figura 8. Dendrograma de grupo de hogares en función de los medios de vida de hogares de la zona cafetera de Colombia (Tomado de Mora-Delgado 2007).

Se identificaron cuatro grupos de hogares cafeteros en la zona de estudio en Colombia, la principal variable tipológica (capital) que define la conformación de los conglomerados es el capital natural. De acuerdo con Fonseca (2002) los grupos A, B y C corresponden a la tipología economía cafetera campesina con áreas entre 5 – 20 ha. El grupo D a la tipología economía cafetera empresarial con fincas de más de 20 ha.

El grupo A esta representado por el 46.5% de los hogares encuestadas, el tamaño promedio de los hogares es de 12.3 ha con variaciones entre 1.3 – 86.0 ha. El grupo B representa el 15.2% de los hogares encuestadas con un área promedio de 10.3 ha con

variaciones entre 2.0 – 32.0 ha. El 31.2% de los hogares se ubican en el grupo C, con áreas promedio de 8.5 ha y un rango de distribución entre 1.0 – 25.6 ha. El grupo D integra el 7.1% de los hogares encuestadas, con un área promedio de 89.0 ha y variaciones entre 20.0 – 171.0 ha.

Comparación entre grupos de hogares:

Con el fin de contribuir con la caracterización se describen las principales diferencias respecto a los capitales humano, cultural, natural, social, físico, financiero y político que permiten una caracterización más integral de los grupos de hogares. Se resaltan los principales aspectos que caracterizan cada grupo de acuerdo a la dotación de capitales de la comunidad y los medios de vida sostenibles (Cuadro 9).

Cuadro 9. Resumen de la dotación de capitales para los cuatro grupos de hogares descritos en la zona cafetera de Colombia.

G	CAPITAL HUMANO	CAPITAL CULTURAL	CAPITAL NATURAL	CAPITAL SOCIAL	CAPITAL FÍSICO	CAPITAL FINANCIERO	CAPITAL POLÍTICO
GRUPO A	Hogar con 4.4 personas. El 32.5% con primaria completa, el 11.6% con primaria incompleta y el 15.6% con bachillerato completo. El 6.4% de analfabetismo. El 85% de los hogares con servicio de salud.	El 67% de los jefes de hogar aprendió el manejo de los SAF de sus padres y en capacitación con organizaciones. El 33% conociendo alguna experiencia se motivó a hacerlo. El 67% comparte conocimientos con los vecinos. Las especies asociadas a los SAF son seleccionadas por su uso futuro en los hogares y por el bienestar de los animales.	Área promedio de fincas es de 12.3 ha. El 53.9% del área se dedica a cultivos permanentes. El 76% de los hogares cuentan con nacimientos propios. Cerca del 17% de los hogares cuenta con bancos forrajeros.	El 85% de los hogares reciben asistencia técnica y el 26% participa en actividades de capacitación. El 15% pertenece a las JAC, un 2% a cooperativas y asociaciones. El 3% de los hogares participan en intercambios recíprocos.	El 93% acceden a sus fincas por camino destapado. El 80% cuentan con acueducto y alcantarillado, el 100% con electricidad, el 78% tiene acceso a un centro educativo y el 20% a un centro de salud.	El 53.1% de los ingresos totales provienen de la actividad cafetera y el 43.3% de la actividad pecuaria.	El 50% de los hogares conocen las reglas y leyes que regulan el manejo de los recursos naturales e influyen el desarrollo de los sistemas productivos.
	Hogares con 4.5 personas. El 29.7% con primaria completa, el 26.3% con primaria incompleta y	Todos los jefes de hogar dicen haber aprendido el manejo de los SAF en actividades de capacitación.	Área promedio de fincas 10.3 ha. El 52.9% del área se dedica a cultivos permanentes.	El 93% de los hogares recibe asistencia técnica y el 47% de los hogares participa en	El 73% acceden a sus fincas por camino destapado. El 80% cuentan con acueducto y	El 56.9% de los ingresos totales son generados por la actividad cafetera y el 32.7% proviene de la	El 67% de los hogares conocen las reglas y leyes relacionadas con sus sistemas de producción y

G R U P O B	el 15% con bachillerato completo. El 5.3% de analfabetismo. El 93% de los hogares con servicio de salud.	Además el 67% lo aprendió de sus padres y comparte sus conocimientos con los vecinos. Las especies asociadas a los SAF son seleccionadas por su uso futuro en los hogares, y por el bienestar de los animales.	El 60% de los hogares cuenta con nacimientos propios y el 13% cuenta con bancos de forraje.	actividades de capacitación. El 47% pertenece a las JAC y el 13% a cooperativas. El 18% de los hogares participan en intercambios recíprocos.	alcantarillado, el 100% con electricidad, el 93% tiene acceso a un centro educativo y el 7% a un centro de salud.	actividad pecuaria.	el manejo de los recursos naturales.
G R U P O C	Hogares con 4.1 personas, el 30.3% con primaria completa, 28% con primaria incompleta y el 11.9% con bachillerato completo. El 17% de analfabetismo. El 87% de los hogares con servicio de salud.	En el 100% de los hogares el manejo de los SAF ha sido transmitido a través del conocimiento familiar. El 50% adquirió sus conocimientos participando en actividades de capacitación. Las especies asociadas a los SAF son seleccionadas por su uso futuro en los hogares, y por el bienestar de los animales.	Área promedio de fincas 8.5 ha. El 53% del área en cultivos permanentes. El 74% de los hogares cuenta con nacimientos propios y cerca del 6% cuenta con bancos forrajeros.	El 70% de los hogares recibe asistencia técnica y el 13% participa en eventos de capacitación. El 13% pertenece a la JAC, no se registra pertenencia a otros grupos. El 3% participan en intercambios recíprocos entre vecinos.	El 80% acceden a sus fincas por camino destapado. El 73% de los hogares cuentan con acueducto y alcantarillado, el 100% con electricidad, el 93% tiene acceso a un centro educativo y el 40% a un centro de salud.	El 55.3% de los ingresos totales provienen de la actividad cafetera y el 44.6% de la actividad pecuaria.	Los hogares no tienen conocimiento de las normas y leyes que regulan el manejo de los recursos naturales.
G R U P O D	Hogares con 6.6 personas en promedio, el 19.9% con primaria completa, el 3.6% con primaria incompleta y 30.6% con bachillerato completo. El 8.9% de analfabetismo. La totalidad de los hogares con servicio de salud.	No se cuenta con la información de este capital.	Área promedio de fincas es de 89 ha. El 52.5% del área en cultivos permanentes. El 29% de los hogares cuenta con nacimientos propios.	El 71% de los hogares recibe asistencia técnica. No se reporta pertenencia a grupos, ni participación en eventos de capacitación. El 14% participan en intercambios recíprocos entre vecinos.	El 86% acceden a sus fincas por camino destapado. El 86% de los hogares cuentan con acueducto y alcantarillado, el 100% cuenta con electricidad y tiene acceso a un centro educativo, y el 71% a un centro de salud.	El 69.9% de los ingresos totales se generan por la producción de café y el 28.71% por la producción pecuaria.	No se cuenta con la información de este capital.

Capital Humano: la composición familiar es bastante semejante en los grupos A, B y C con 4.4, 4.5 y 4.1 integrantes respectivamente, valores que concuerdan con los expuestos por Fonseca (2002) quien expresa que el número de personas por hogar cafetero en la región central colombiana es de 4.3 personas en promedio. El grupo D presenta el mayor promedio con 6.6 integrantes. El más alto porcentaje de analfabetismo lo muestran los grupos C y D con 17.0 y 8.9 respectivamente.

Capital Cultural: el conocimiento sobre el manejo de los SAF ha sido transmitido principalmente como parte de la tradición familiar. Alrededor del 50% de los hogares de los grupos A, B y C complementan sus conocimientos a través de la participación en talleres de capacitación. En esta estrategia los hogares reconocen una oportunidad importante para adquirir conocimientos que redundan en el mejoramiento del manejo de sus sistemas de producción.

La principal razón que orienta la selección de especies para asociar tanto al café como a las pasturas es el uso potencial de estas en la finca. El segundo aspecto en importancia es el bienestar que estas especies puedan ofrecer a los animales. Malla (2000) expone que los factores que influyen en la toma de decisiones de los productores respecto a los árboles que dejan asociados a pasturas pueden ser económicos, sociales, ecológicos y agronómicos, y a su vez la decisión responde a factores adicionales como la disponibilidad de tierra, usos potenciales en la finca y el hogar (leña, madera postes, autoconsumo), así como las posibilidades de mercado.

Capital Natural: las fincas del grupo C son las de menor área con 8.1 ha en promedio, seguido de los grupos A y B que tienen en promedio 12.3 y 10.3 ha respectivamente, siendo las de mayor área las fincas del grupo D con un promedio de 89.0 ha. La cobertura promedio por usos del suelo y área total de la finca no presenta diferencias considerables entre los cuatro grupos. El área ocupada por cultivos permanente representa alrededor del 50% del área total de la finca, mientras que para conservación se destina cerca del 6.5% del área total. Para los bosques naturales se destina cerca del 1.0% del área de la finca y para otros cultivos generalmente anuales los hogares dedican entre 4 y 5 % de su área total.

Capital Social: dentro del capital social es considerado el nivel de pertenencia de los hogares a los grupos u organizaciones de la zona. En el área de estudio para Colombia los hogares pueden hacer parte de juntas de acción comunal (JAC), cooperativas y

asociaciones. El capital social más fortalecido lo presentan los hogares del grupo B con un mayor porcentaje de hogares participando en los grupos de la zona, recibiendo asistencia técnica (ofrecida por la UMATA, y el CMC), participando en los diferentes programas y proyectos que las instituciones adelantan en la zona y vinculándose en procesos de intercambios recíprocos de semillas y animales principalmente.

Capital Físico: en términos generales más del 70% de los hogares en los cuatro grupos acceden a sus predios por caminos destapados³. Alrededor del 80% de los hogares cuentan con el servicio de acueducto y alcantarillado, el servicio de energía eléctrica cubre el 100% de los hogares de los cuatro grupos. En general el cubrimiento en servicios domiciliarios está por encima del promedio nacional para la zona rural, esto se explica por las inversiones realizadas en este campo por el Fondo Nacional del Café (FNC) (Fonseca 2002). Más del 60% de los hogares utilizan de manera simultánea el gas y la leña en la preparación de alimentos y otras demandas del hogar, lo cual indica que sigue existiendo una demanda alta de fuentes de leña en los hogares. Cerca del 60% de los hogares cuentan con instalaciones agropecuarias básicas como cercas, cercas vivas y bodegas.

Capital Financiero: en promedio los ingresos por venta de café representan alrededor del 50% de los ingresos totales para los hogares de los grupos A, B y C, mientras que en el grupo D esta actividad es responsable del 70% de los ingresos. Se evidencia en los grupos A y C que la actividad pecuaria ha alcanzado un nivel importante en la diversificación de ingresos, estas fincas perciben por actividades pecuarias cerca del 45% de sus ingresos totales, proporción muy cercana a lo percibido por venta de café, mientras que en los hogares del grupo B cerca del 30% y para el grupo D las actividades pecuarias representan el 28.7% en promedio.

Capital Político: el 100% de los hogares del grupo B expresan tener conocimiento de los programas y proyectos que se realizan en la zona, esto explica que sea el grupo que manifestó el mayor nivel de participación (capital social). Los hogares del grupo C expresan no tener conocimiento de las normas, reglas y leyes relacionadas con el manejo de los recursos naturales, mientras que al menos el 40% de los hogares de los grupos A, B y D manifiestan tener conocimiento de las regulaciones sobre el manejo del agua y de los

³ Camino destapado: camino de tierra, camino sin pavimentar o asfaltar.

bosques expedidas por la Corporación Autónoma Regional de Caldas, autoridad ambiental en el departamento.

4.3.3 Grupos de hogares: caso Costa Rica (Cantones de Pérez Zeledón y Coto Brus)

Fueron aplicadas 102 encuestas a hogares cafeteros y calculados índices integrales por capital. El análisis de conglomerados con los índices integrales permitió la formación de grupos diferenciados por sus características socioeconómicas y biofísicas (Figura 9).

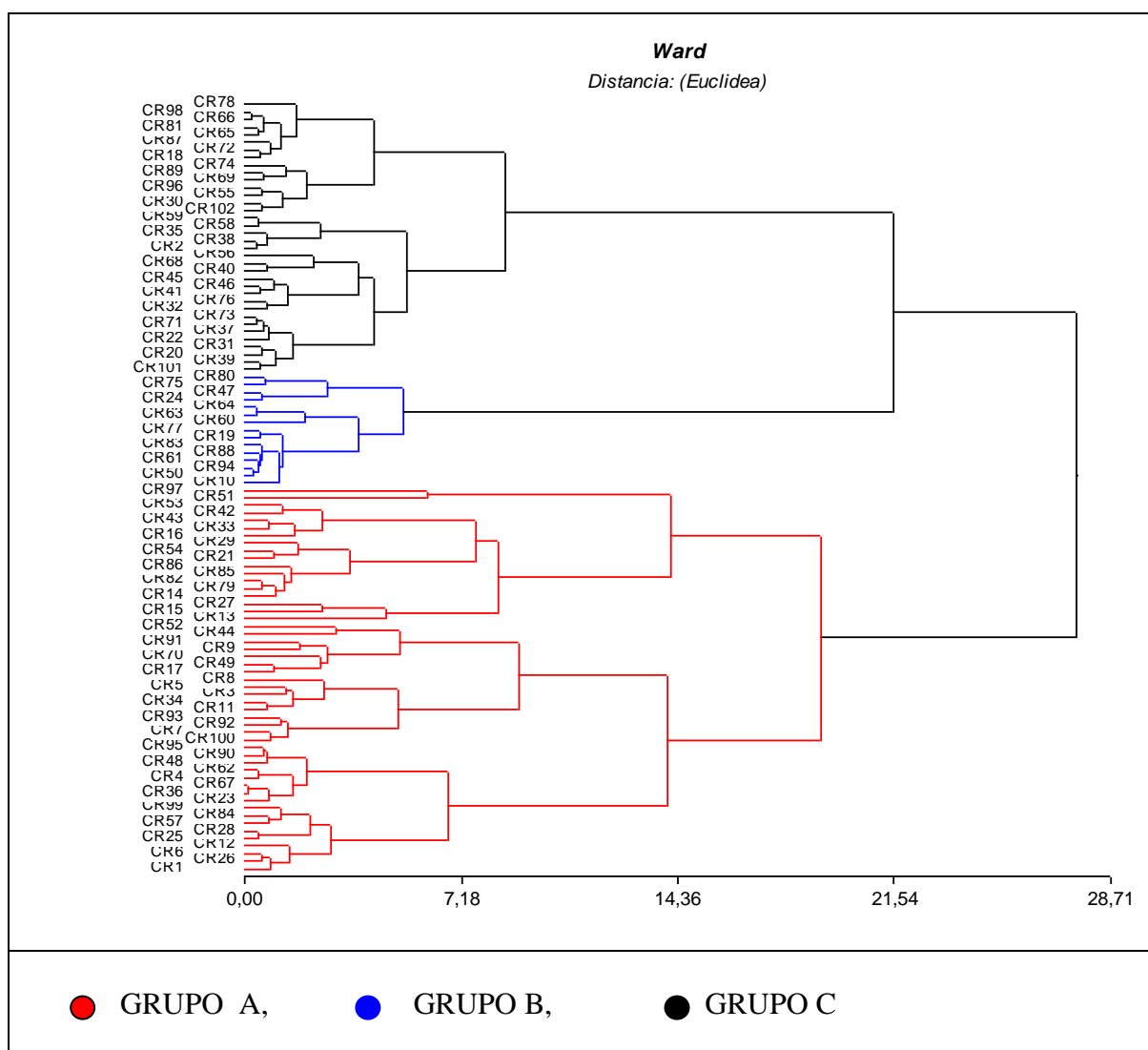


Figura 9. Dendrograma de grupos de hogares en función de los medios de vida de hogares de la zona cafetera de Costa Rica (Tomado de Mora-Delgado 2007).

En la zona de estudio en Costa Rica se identificaron tres grupos de fincas cafeteras, el capital natural es la principal variable tipológica una vez que define la conformación de los conglomerados. De acuerdo con Flores *et ál.* (2002) los tres grupos A, B y C corresponden a fincas de medianos productores con áreas entre 3 – 20 ha.

La grupo A esta representado por el 50% de los hogares encuestadas, en promedio cuentan con un área de 18.3 ha con fincas distribuidas desde 2 – 90 ha. En el grupo B se integra el 14.7% de los hogares, con un área promedio de 4,6 ha con variaciones entre 1.4 – 10 ha. El grupo C representa el 35.3% de los hogares con un área promedio de 7.8 ha y variaciones entre 1 – 36 ha.

Comparación entre grupos de hogares:

Con el fin de contribuir con la caracterización se describen las principales diferencias respecto a los capitales humano, cultural, natural, social, físico, financiero y político que permiten una caracterización más integral de los grupos de hogares. Se resaltan los principales aspectos que caracterizan cada grupo de acuerdo a la dotación de capitales de la comunidad y los medios de vida sostenibles (Cuadro 10).

Cuadro 10. Resumen de la dotación de capitales para los tres grupos de hogares descritos en la zona cafetera de Costa Rica.

G	CAPITAL HUMANO	CAPITAL CULTURAL	CAPITAL NATURAL	CAPITAL SOCIAL	CAPITAL FÍSICO	CAPITAL FINANCIERO	CAPITAL POLÍTICO
G R U P O A	Hogar con 4.8 personas. El 45.1% con primaria completa, el 30% con primaria incompleta y el 5.5% con bachillerato completo. El 8% de analfabetismo. El 94% de los hogares con servicio de salud.	El 54% de los jefes de hogar aprendieron el manejo de los SAF de sus padres y en actividades de capacitación. El 92% comparte conocimientos con los vecinos. Las especies asociadas a los SAF son seleccionadas por su uso futuro en los hogares, por recomendación de otras personas y por el bienestar de	Área promedio de fincas es de 18.3 ha. El 72.8% del área se dedica a cultivos permanentes. El 76.5% de los hogares cuentan con nacimientos propios. Cerca del 51% de los hogares cuenta con bancos forrajeros.	El 67% de los hogares reciben asistencia técnica y el 75% participa en actividades de capacitación. El 33% de los hogares pertenece a algún tipo de organización como cooperativas y asociaciones de productores. El 84% de los hogares participan en	El 92% acceden a sus fincas por camino destapado. El 59% cuentan con acueducto y alcantarillado, el 100% con electricidad. La totalidad de los hogares tienen acceso a un centro educativo y el 96% a un centro de salud.	El 51.8% de los ingresos totales provienen de la actividad cafetera y el 33.3% de la actividad pecuaria.	El 15% de los hogares conocen las reglas y leyes que regulan el manejo de los recursos naturales e influyen el desarrollo de los sistemas productivos.

		los animales.		actividades de intercambio de información y asesorías.			
G R U P O B	Hogares con 5.1 personas, el 48.2% con primaria completa, el 41.6 con primaria incompleta. Ningún miembro con bachillerato completo. 6.5% de analfabetismo. El 80% de los hogares con servicio de salud.	El 33% de los jefes de hogar han adquirido sus conocimientos sobre el manejo de los SAF de sus padres y parientes y en actividades de capacitación. El 67% comparte sus conocimientos con los vecinos. Las especies que se asocian a los SAF son seleccionadas por su uso futuro en los hogares, y por el bienestar de los animales.	Área promedio de fincas 4.6 ha. El 73.2% del área se dedica a cultivos permanentes. El 46.7% cuentan con nacimientos propios y cerca del 33% tiene bancos forrajeros.	El 27% de los hogares recibe asistencia técnica. El 60% participa en eventos de capacitación. El 29% de los hogares pertenece a algún tipo de organización como cooperativas y asociaciones de productores. El 73% de los hogares participan en intercambios de información y asesoría con sus vecinos.	El 93% de los hogares acceden a sus fincas por caminos destapados. El 27% cuentan con servicio de acueducto y alcantarillado, el 60% con electricidad. El 73% tiene acceso a un centro educativo y el 67% a un centro de atención médica.	El 44.7% de los ingresos totales son generados por la actividad cafetera y el 38% de la actividad pecuaria.	El 67% de los hogares conocen las reglas y leyes relacionadas con sus sistemas de producción y el manejo de los recursos naturales.
G R U P O C	Hogares con 4.3 personas, el 42.5% con primaria completa, el 33.4% con primaria incompleta y el 0.5% con bachillerato completo. El 97% de los hogares con servicio de salud.	El 20% de los jefes de hogar han aprendido sobre el manejo de los SAF de sus padres y parientes, también de sus vecinos y conociendo otras experiencias. El 40% comparte sus conocimientos con sus vecinos. Las especies se asocian a los SAF por su uso futuro en la finca, por recomendación de otras personas y por el bienestar de los animales.	Área promedio de fincas 7.8 ha. El 72.7% del área en cultivos permanentes. El 61.1% de los hogares cuenta con nacimientos propios y alrededor del 66.7% posee bancos forrajeros.	El 25% de los hogares recibe asistencia técnica. El 28% de los hogares participa en actividades de capacitación. El 24% de los hogares pertenece a tipos de organización como cooperativas y asociaciones de productores. El 26% participa en intercambios entre vecinos.	El 97% de los hogares acceden a la finca por camino destapado. El 83% cuenta con servicio de acueducto y alcantarillado y el 94% con electricidad. El 97% tiene acceso a un centro educativo y el 94% a un centro de salud.	El 54.4% de los ingresos totales provienen de la actividad cafetera y el 31.4% de la actividad pecuaria.	El 40% de los hogares conocen las normas y leyes que regulan el manejo de los recursos naturales y los sistemas productivos.

Capital Humano: en términos del capital humano los tres grupos presentan composición familiar bastante similar con 4.8, 5.1 y 4.3 integrantes respectivamente. Los hogares de la grupo A poseen en promedio un nivel educativo ligeramente superior con relación a los otros dos grupos, esta diferencia es evidente en el nivel de bachillerato completo con 5.5% de los integrantes de los hogares del grupo A, con estudios técnicos el 0.5% y con estudios a nivel universitario 1.3%.

Capital Cultural: los hogares de los tres grupos han adquirido los conocimientos sobre el manejo de los SAF a través de dos vías principalmente: como parte de la tradición familiar y en la participación en talleres de capacitación. Los hogares de los grupos A y B seleccionan las especies para asociar tanto al café como a las pasturas considerando el uso potencial de estas en la finca y además por la recomendación de otras personas, el segundo aspecto en importancia es el bienestar que estas especies puedan ofrecer a los animales.

Capital Natural: en promedio las fincas del grupo B son las de menor área con 4.6 ha seguidos por el grupo C con 7.8 ha y el grupo A con las fincas de mayor área con 18.3 ha. En los tres grupos el área destinada a cultivos permanentes es considerable y esta por el orden del 70% del área total de la finca, para otros cultivos generalmente anuales los hogares destinan en promedio cerca del 25% del área total de las unidades de producción.

Capital Social: uno de los aspectos considerados dentro del capital social es la participación de los hogares en los grupos u organizaciones de la zona. En el área de estudio para Costa Rica los hogares pueden hacer parte de grupos de amistad, cooperativas y asociaciones principalmente. El grupo A presenta el capital social más fortalecido con relación a los grupos B y C. El mayor nivel de pertenencia a grupos lo tiene el grupo A con un 33% de los hogares integrando cooperativas y asociaciones principalmente. El grupo B y el grupo C con el 29% y 24% respectivamente. Los intercambios entre vecinos se dan en términos de semillas, animales y asesoría e información, siendo esta última la más frecuente dentro de los hogares encuestados. El 26% de los hogares dentro de los grupos A y C realizan algún tipo de intercambio, mientras que esta relación se da entre un 22% de los hogares del grupo B.

El servicio de asistencia técnica ofrecido en la zona de estudio es de gran importancia para los hogares encuestados, siendo el Ministerio de Agricultura (MAG) y el Instituto de Café de Costa Rica (ICAFE) quienes ofrecen este servicio. El grupo A presenta

el mayor cubrimiento del servicio con el 67% de los hogares, los grupos B y C reportan un 27% y 25% de los hogares respectivamente recibiendo asistencia técnica.

Los grupos A y B presentan el nivel más alto de hogares que participan en actividades de capacitación 75% y 60% respectivamente, el 28% de los hogares del grupo C participan de este tipo de eventos. La participación de los hogares en programas y proyectos realizados en la zona esta distribuida desde un 33% de los hogares en el grupo B, un 42% de los hogares del grupo C y el mayor nivel en el grupo A con el 53% de sus hogares.

Capital Físico: en términos generales más del 90% de los hogares en los tres grupos acceden a sus predios por caminos en lastre⁴. Los grupos A y C muestran el mayor cubrimiento en servicios públicos o estatales, cerca del 80% de los hogares cuentan con servicios de acueducto y alcantarillado, electricidad, telefonía, acceso a centros educativos y centros de atención médica básica. Alrededor del 54% de los hogares del grupo B cuentan con dichos servicios. Las fuentes de energía utilizadas por los hogares en la preparación de alimentos y otras demandas del hogar son el gas y la leña principalmente, siendo esta última la más demandada. El mayor consumo de leña lo registran los hogares del grupo B con un 60%, seguido del grupo C donde un 36% de los hogares la utilizan como única fuente de energía, y el grupo A con 22% de los hogares. El resto del consumo esta representado por leña y gas de manera complementaria o solo gas.

Alrededor del 80% de los hogares pertenecientes a los grupos A y C cuentan con instalaciones agropecuarias básicas como cercas, cercas vivas y bodegas, en el grupo B equivale al 62% de los hogares.

Capital Financiero: la proporción de los ingresos por venta de café es similar para los grupos A y C, 51.8% y 54.4% de los ingresos totales respectivamente, mientras que para los hogares del grupo B representan el 44.7%. Los ingresos por actividades pecuarias están por el orden del 30% con relación a los ingresos totales para los tres grupos.

Capital Político: el grupo B presenta su capital político más fortalecido en relación a los otros dos grupos. El 67% de los hogares conocen parcialmente tanto los programas y proyectos de la zona como la normatividad relacionada con el manejo de los recursos naturales y el componente ambiental, los encuestados hacen referencia a la Ley Forestal principalmente. El 69% y el 20% de los hogares de los grupos A y C conocen los

⁴ Camino en lastre: nombre dado en Costa Rica a los caminos en cuya superficie se encuentra una capa de piedra.

programas y proyectos que se desarrollan en la zona y un 15% y 40% respectivamente conocen parcialmente la normatividad ambiental.

4.3.4 Grupo de hogares: caso Nicaragua (Municipio del Cuá Bocay)

Con la información de campo obtenida en las encuestas aplicadas en 121 hogares se calcularon índices integrales por capital, el análisis de conglomerados con los índices integrales permitió la formación de grupos claramente diferenciados por sus características socioeconómicas y biofísicas (Figura 10).

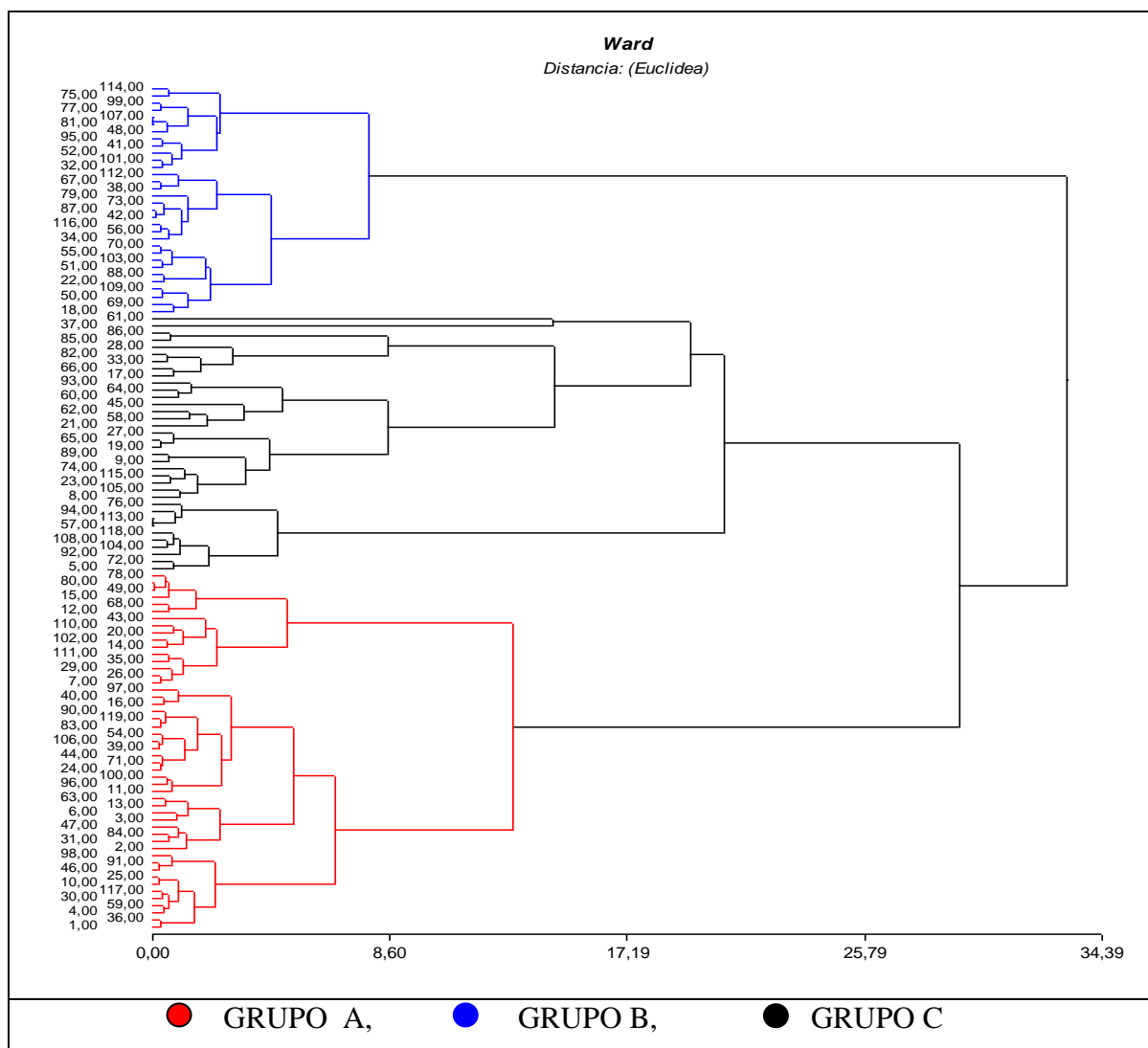


Figura 10. Dendrograma de grupo de hogares en función de los medios de vida de hogares de la zona cafetera de Nicaragua (Tomado de Mora-Delgado 2007).

Fueron identificados tres grupos de hogares cafeteros en la zona de estudio en Nicaragua, la variable tipológica capital natural fue la de mayor peso en la definición de los

grupos. De acuerdo con Flores *et ál.* (2002) los grupos A y B corresponden a la tipología de productores medianos con áreas entre 14 –35 ha. El grupo D se identifica con la tipología de los productores grandes con fincas de más de 35 ha.

El grupo A reúne al 40.5%% de los hogares encuestados, cuentan con un área promedio de 23.9 ha con áreas distribuidas entre 2.8 – 84.3 ha. El grupo B representa el 22.3% con área promedio de 20.7 ha con variaciones entre 2.1 – 65.3 ha. El grupo C con el 37.2% de los hogares encuestados, un área promedio de 93.6 ha y variaciones entre 2.8 – 428.6 ha.

Comparación entre grupos de hogares:

Con el fin de contribuir con la caracterización se describen las principales diferencias respecto a los capitales humano, cultural, natural, social, físico, financiero y político que permiten una caracterización más integral de los grupos de hogares. Se resaltan los principales aspectos que caracterizan cada grupo de acuerdo a la dotación de capitales de la comunidad y los medios de vida sostenibles (Cuadro 11).

Cuadro 11. Resumen de las dotación de capitales para los tres grupos de hogares descritos para la zona cafetera de Nicaragua.

G	CAPITAL HUMANO	CAPITAL CULTURAL	CAPITAL NATURAL	CAPITAL SOCIAL	CAPITAL FÍSICO	CAPITAL FINANCIERO	CAPITAL POLÍTICO
GRUPOS A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K, L, M, N, O, P, Q, R, S, T, U, V, W, X, Y, Z	Hogar con 6.3 personas. El 17.7% con primaria completa, 45.1% con primaria incompleta y el 3.1% con bachillerato completo. 19.5% de analfabetismo. El 87% de los hogares con servicio de salud.	El 66% de los jefes de hogar han aprendido el manejo de los SAF de sus padres y parientes. Mientras que 33% lo aprendieron en actividades de capacitación. El 85% de los productores comparte sus conocimientos con sus vecinos. Las especies se asocian a los SAF por su uso futuro en los hogares y por que se dispone de semilla.	Área promedio de fincas 23.9 ha. El 55.3% del área se dedica a cultivos permanentes. Cerca del 85% de los hogares cuenta con nacimientos de agua. Alrededor del 18% de los hogares cuenta con bancos forrajeros.	El 77% de los hogares reciben asistencia técnica. E 36% de los hogares pertenece a cooperativas y el 13% a asociaciones de productores. El 17% participa en intercambios principalmente de información y semillas con los vecinos.	El 74% acceden a sus fincas por camino destapado. El 18% cuenta con acueducto y alcantarillado, el 21% con electricidad. El 85% tiene acceso a centro educativo y el 23% a centro de salud.	El 81.7% de los ingresos totales provienen de la actividad cafetera y el 13.7% de la actividad pecuaria.	El 72% de los hogares conocen las reglas y leyes que regulan el manejo de los recursos naturales e influncian los sistemas productivos.

G R U P O B	<p>Hogares con 5.4 personas, el 11.8% con primaria completa, el 36.5% con primaria incompleta y el 1.2% con bachillerato completo. El 32.5% de los hogares con servicio de salud.</p>	<p>La totalidad de los productores aprendieron el manejo de los SAF en talleres de capacitación y un 67% lo aprendió de sus padres. El 70% de los productores reconoce que comparte sus conocimientos con sus vecinos. Las especies se asocian a los SAF por su uso futuro en los hogares, por disposición de semilla y por recomendación de otras personas.</p>	<p>Área promedio de fincas 20.7 ha. El 58.9% del área se dedica a cultivos permanentes. Alrededor del 77% de los hogares cuenta con nacimientos de agua propios. Cerca de 12% de los hogares posee bancos forrajeros.</p>	<p>El 23% de los hogares recibe asistencia técnica. El 9% de los hogares pertenece a cooperativas y a asociaciones de productores. El 8% de los hogares participa en actividades de intercambio de semillas e información con sus vecinos.</p>	<p>El 72% acceden a sus fincas por camino destapado. El 9% cuenta con acueducto y alcantarillado. El 7% de los hogares cuenta con energía eléctrica. El 77% tiene acceso a centro educativo y el 12% a centro de salud.</p>	<p>El 85.1% de los ingresos totales son generados por la actividad cafetera y el 11.6% de la actividad pecuaria.</p>	<p>El 67% de los hogares conocen las reglas y leyes relacionadas con sus sistemas de producción y el manejo de los recursos naturales.</p>
G R U P O C	<p>Hogares con 6.4 personas, el 24.2% con primaria completa y el 39% con primaria incompleta. El 2.8% con bachillerato completo. El 10.4% de los hogares con servicio de salud.</p>	<p>El 67% de los productores aprendieron de sus padres y parientes el manejo de los SAF. La totalidad de los hogares manifiestan que también han aprendido en actividades de capacitación. El 67% de los productores comparten sus conocimientos con sus vecinos. Las especies se asocian a los SAF por su uso futuro en los hogares y por el bienestar de los animales.</p>	<p>Área promedio de fincas 93.6 ha. El 56.6% del área en cultivos permanentes. El 92% de los hogares cuenta con nacimientos propios.</p>	<p>El 25% de los hogares recibe asistencia técnica y participa en actividades de capacitación. El 33% de los hogares pertenece a cooperativas de productores. El 4% de los hogares participa en actividades de intercambio de información y asesorías.</p>	<p>El 75% acceden a sus fincas por camino destapado. El 17% cuenta con acueducto y alcantarillado. El 25% de los hogares cuenta con energía eléctrica. El 75% tiene acceso a centro educativo y el 25% a centro de salud.</p>	<p>El 76.6% de los ingresos totales provienen de la actividad cafetera y el 22.1% de la actividad pecuaria.</p>	<p>El 67% de los hogares tienen conocimiento de las normas y leyes que regulan el manejo de los recursos naturales.</p>

Capital Humano: la composición familiar es bastante similar en los grupos A y C donde los hogares están integradas por 6.3 y 6.4 personas en promedio, los hogares del

grupo B tienen en promedio 5.4 integrantes. El nivel educativo es bajo para las tres grupos, menos del 25% de los integrantes de los hogares cuentan con los niveles de primaria completa, y menos del 3% con bachillerato completo, solo el grupo B registra estudios técnicos con el 0.6%. Estudios a nivel universitario reportan el grupo B con 1.6% y el grupo C con 6.7%.

Capital Cultural: en los tres grupos el conocimiento sobre el manejo de los SAF ha sido transmitido por los padres y parientes, también ha sido adquirido a través de la participación en talleres y eventos de capacitación. El motivo principal para seleccionar las especies asociadas al café y a las pasturas es el uso potencial en los hogares y el bienestar que estas puedan ofrecer a los animales.

Capital Natural: las fincas del grupo B son las de menor área promedio con 20.7 ha seguido del grupo A con fincas de 23.9 ha en promedio y el grupo C con las fincas de mayor área con 93.6 ha en promedio. En cuanto a la cobertura promedio por usos del suelo no se encuentran diferencias considerables entre los tres grupos analizadas, el área ocupada por cultivos permanente representa un poco más del 55% del área total de la finca, mientras que el área de conservación está entre el 7.8% y el 9.1% del área total. Para otros cultivos generalmente anuales los hogares dedican en promedio el 10% de su área total.

Capital Social: la pertenencia y participación de la familia en los grupos de su comunidad o región representa parte importante del capital social. En este sentido los hogares encuestados en la zona cafetera de Nicaragua pertenecen a cooperativas y asociaciones principalmente. Las cooperativas son las que reúnen el mayor número de hogares para los tres grupos: el 36% de los hogares del grupo A, el 33% del grupo C y el 9% del grupo B.

Los intercambios entre vecinos se dan en términos de semillas, animales, asesoría e información principalmente. El grupo A presenta el nivel más alto de intercambios recíprocos con un 17%, seguido del grupo B con un 8% y el grupo C con 4% que corresponde al nivel más bajo. El servicio de asistencia técnica ofrecido en la zona de estudio es de gran importancia para los hogares encuestados, se presenta una cobertura que va desde 77% de los hogares en el grupo A, hasta cerca de un 20% de los hogares en los grupos B y C. El servicio de asistencia técnica en la zona del estudio es ofrecido por el Instituto Nitalpan, Fondeagro, Cuculmecca y Serviteca principalmente.

El 93% de los hogares del grupo A participa en actividades de capacitación y un 38% se vincula a programas y proyectos realizados en la zona. Del grupo C un 25% de hogares participa en actividades de capacitación y en proyectos y programas. El grupo B presenta un 30% de participación en eventos de capacitación y un 14% en proyectos y programas desarrollados en la zona.

Capital Físico: en más del 70% de los hogares para los tres grupos el acceso al predio se hace por camino en tierra⁵. Mientras que alrededor del 25% de los hogares disponen de trochas o senderos para el acceso a sus predios.

El 100% de los hogares encuestados en los tres grupos reportan como fuente principal de energía la leña. Solo en el grupo A se reporta el 3% de los hogares utilizando el gas como fuente alterna de energía. Alrededor del 50% de los hogares de los tres grupos cuentan con instalaciones agropecuarias básicas como cercas, cercas vivas y bodegas.

Capital Financiero: En promedio los hogares de los grupos A y B tienen representados en los ingresos por venta de café más del 80% de sus ingresos totales, mientras que en el grupo C esta actividad es responsable del 76% de los ingresos. Los mayores ingresos por actividades pecuarias los reporta el grupo C con un 22% en relación a los ingresos totales, para los grupos A y B el ingreso por esta actividad contribuye con un poco más del 10% de los ingresos totales.

Capital Político: la totalidad de hogares de los grupos B y C tienen algún conocimiento de los programas y proyectos desarrollados en la zona, mientras que en el grupo A este conocimiento lo tienen cerca del 70% de los hogares. En lo relacionado con el conocimiento de normatividad ambiental los hogares manifiestan conocimiento relacionado con la prohibición de la práctica de quema y el manejo de las especies forestales principalmente, 72%, 100% y 67% para los grupos A, B y C respectivamente.

4.3.5 Síntesis de resultados

Los 99 hogares encuestados en la zona de estudio en Colombia corresponden de acuerdo al enfoque de medios de vida y al marco de los capitales de la comunidad a cuatro grupos de hogares cafetaleros. El capital natural es la variable con mayor peso en la

⁵ Camino en tierra: nombre dado en Nicaragua a los caminos que se encuentran en tierra sin una capa de piedra, cemento u otro material.

formación de los grupos. Los grupos A, B y C tienen en promedio áreas entre 8.5 – 12.3 ha. Los hogares del grupo D cuentan con un área promedio de 89.0 ha.

En la zona de estudio en Costa Rica las 102 fincas encuestadas fueron agrupadas en tres grupos de fincas cafetaleras, el capital natural es la principal variable tipológica una vez que define la conformación de los conglomerados. Los tres grupos A, B y C tienen en promedio áreas entre 4.6 – 18.3 ha.

En la zona de estudio en Nicaragua fueron identificadas tres grupos de fincas cafetaleras, resultantes del agrupamiento de 121 fincas encuestadas, siendo el capital natural la variable tipológica de mayor peso. Los grupos A y B cuentan con área promedio entre 20.7 – 23.9 ha. Mientras los hogares del grupo D poseen en promedio 93.6 ha.

Los capitales humano, cultural y natural constituyen y definen la realidad particular para cada hogar rural, con base en estos, los hogares construyen su relación con el entorno y proyectan su desarrollo y bienestar en el mediano y largo plazo.

Los hogares cafetaleros de la zona de estudio en Nicaragua cuentan en promedio con más integrantes (6.0) que los hogares cafetaleros de Colombia (4.9) y los de Costa Rica (4.7). Costa Rica presenta el nivel más alto de primaria completa con 45.3%. Nicaragua el nivel más alto en primaria incompleta con 40.2% y el nivel más alto de analfabetismo con el 20.8%. Colombia presenta el nivel más alto en bachillerato completo con 18.3%.

Las variables consideradas dentro del capital cultural presentaron los mayores valores en los hogares cafetaleros de la zona de estudio en Colombia, en el 78% de los hogares cafetaleros los conocimientos sobre el manejo de SAF son transmitidos entre generaciones, el 72.3% de los hogares los adquieren en actividades de capacitación con organizaciones.

Dentro del capital natural los hogares cafetaleros estudiados en Costa Rica presentan los mayores porcentajes para los diferentes usos del suelo, 72.9% del área total es destinada

a cultivos permanentes, el 2.5% a áreas de conservación, el 2.6% a bosque natural y el 22% a otros cultivos.

En la zona de estudio de Costa Rica, los hogares cafetaleros mostraron un capital social más fortalecido con relación a los hogares de la zona de estudio en Colombia y Nicaragua. El 24.7% de los hogares participan en intercambios recíprocos entre vecinos. El 28.7% pertenece a grupos organizados en la localidad. Mientras el 54.3% participa de actividades de capacitación y el 42.7% en programas y proyectos realizados en la zona.

4.4 Conclusiones

Al aplicar el enfoque de medios de vida sostenible (EMVS) y el marco de los capitales de la comunidad (MCC) se abordan de manera holística e integral los procesos a través de los cuales los hogares cafetaleros alcanzan su desarrollo. Si bien en la presente investigación el capital natural se constituyó en la variable de mayor peso en el agrupamiento de los hogares, los demás capitales contribuyeron con información valiosa a la caracterización de los mismos. Esto permite una descripción más amplia y detallada de los diferentes grupos de productores cafeteros de las zonas de estudio en Colombia, Costa Rica y Nicaragua.

A continuación se presentan una serie de aspectos relevantes que muestran las principales diferencias ecológicas y socioeconómicas de los hogares de la zona cafetera de los tres países en donde se ha desarrollado la presente investigación:

- La toma de decisiones sobre las innovaciones en el manejo de los sistemas agroforestales con café y pasturas (capital natural) está directamente influenciada por sinergias entre el capital cultural y el capital financiero principalmente. El conjunto de conocimientos que el productor posee sobre el manejo de los sistemas y sobre los beneficios que estos ofrecen impulsa la adopción de cambios; así mismo la disponibilidad de capital de inversión y de mano de obra define su aplicabilidad. En el 97.1% de los hogares las especies para asociar al café son seleccionadas por su uso futuro en la finca, las

especies para asociar a pasturas son seleccionadas por el bienestar que estas pueden ofrecer a los animales en un 52.7% de los hogares. Los principales factores considerados en la toma de decisiones son en 53% de los hogares la disponibilidad de capital fijo y en el 94.3% la disponibilidad de mano de obra.

- El fortalecimiento del capital social de los hogares rurales a través de la participación en programas de asistencia técnica y actividades de capacitación, promueve una relación de complementariedad con el capital humano y cultural, una vez que los hogares amplían su nivel de conocimiento y mejoran sus capacidades para hacer frente a los cambios.

- Existe un conjunto de bienes y servicios con los cuales los hogares cuentan para satisfacer sus necesidades, estas corresponden al capital físico. Si un hogar cuenta con servicios públicos, infraestructura básica agropecuaria, buenas vías de acceso y movilidad, estas condiciones favorecen el desarrollo de sus actividades productivas y por ende la gestión de desarrollo. En este sentido 74% de los hogares cafetaleros en la zona de estudio de Costa Rica, cuenta con cubrimiento de servicios públicos y un 77% poseen instalaciones agropecuarias básicas, el más alto para los tres países. Mientras que el más alto consumo de leña como fuente de energía lo registraron los hogares de Nicaragua con un 99% de hogares que dependen de este recurso de forma directa.

- Las zonas de estudio en los tres países son por tradición cafetaleras, sin embargo, se nota como los hogares han adoptado la opción de diversificación de las actividades productivas como estrategia para disminuir la vulnerabilidad ante la crisis. Los hogares cafetaleros de Costa Rica y Colombia son los que presentan una mayor participación de las actividades pecuarias en la generación de los ingresos totales de los hogares. El 50.3% de los ingresos totales provienen del café en los hogares de Costa Rica y el 58.8% para Colombia. Los ingresos por actividades pecuarias representan el 34.3% para Costa Rica y 37.3% para Colombia. En Nicaragua se observa que los hogares dependen más en términos económicos de los ingresos generados por la actividad cafetalera que representan el 81,1% de los ingresos totales, el 15,8% corresponde a los ingresos generados por actividades pecuarias.

- Si las personas dentro de una comunidad tienen una visión colectiva de futuro, comparten intereses, construyen estructuras organizativas al interior de la comunidad, establecen vínculos con las organizaciones del estado y tienen algún nivel de conocimiento de las reglas, normas y leyes, aumentan la posibilidad de movilizar recursos tanto interna como externamente para fortalecer la autogestión de su desarrollo, esto es posible a través de la complementariedad entre los capitales social y político que los hogares poseen dentro de una comunidad. El capital político más fortalecido lo evidencian los hogares de la zona de estudio en Nicaragua, el 63.8% de los hogares interactúan con instituciones y organizaciones de carácter gubernamental. El 79.7% tienen conocimiento con las reglas, normas y leyes que regulan el manejo de los recursos naturales y por lo tanto influyen el desarrollo de las actividades productivas en la zona.

La sustentabilidad agroambiental de las fincas es el resultado de la interacción de los recursos disponibles y de la forma como estos son intervenidos y manejados (en una escala de tiempo y espacio definidas). En este sentido se espera que exista una relación directa y/o indirecta entre los medios de vida y la dotación de capitales de un hogar (finca) y la sustentabilidad agroambiental de la misma. En el presente estudio no se encontró relación directa entre la dotación de capitales de los hogares (fincas) encuestados y la sustentabilidad agroambiental medida mediante la aplicación de indicadores agroecológicos. Esta ausencia de relación se explica una vez que la definición de los medios de vida y los capitales de la comunidad no fueron enfocados con los criterios agroecológicos específicos que permitieran que entre los grupos de fincas se evidenciaran diferencias en la sustentabilidad agroambiental derivada de sus características agroecológicas particulares.

4.5 Recomendaciones

El diseño de los instrumentos de colecta de información sobre medios de vida y capitales debe basarse de forma coherente y precisa en los objetivos del estudio a desarrollar. De esta manera los instrumentos de colecta de información en campo serán diseñados de forma tal que en conjunto los siete (7) capitales tengan el mismo peso específico en la caracterización o tipificación de los hogares en las áreas de estudio.

Se hace necesario calcular un índice que integre los siete capitales de la comunidad, con el fin de establecer niveles de correlación entre estos y la sustentabilidad agroambiental representada para el presente estudio por la calificación de los indicadores agroecológicos.

4.6 Bibliografía

- Alwang, J; Jensen, G. P; Siegel, P. B; Pichón, F. 2005. El espacio geográfico, los activos, los medios de vida y el bienestar en las zonas rurales de Centro América: Evidencia empírica de Guatemala, Honduras y Nicaragua. Documento de trabajo de la Development Strategy and governance division. DSGD. IFPRI. N° 26.
- Antaki, C; Rapley, M. 1996. Quality of Life' Talk: the liberal paradox of psychological testing. *Discourse and Society*. 7: 293-316.
- CATIE; Departamento de Agricultura y Agroforestería; Grupo Ganadería y Manejo del Medio Ambiente GAMMA; Universidad de Caldas; Nitlapan –UCA. 2005. Proyecto “Opciones para la vinculación al mercado y la innovación tecnológica de sistemas agrosilvopastoriles en zonas cafeteras en Colombia, Costa Rica y Nicaragua. 41 p.
- DFID (Department for International Development, UK). 1999. Hojas orientativas sobre los medios de vida sostenibles: Marco (en línea). Londres, UK. 50 p. Consultado el 5 junio, 2006. Disponible en http://www.livelihoods.org/info/info_guidanceSheets.html .
- Flora, CB; Flora, J; Fey, S. 2004. *Rural Communities: Legacy and Change*. Second Edition. Westview Press. Boulder, CO
- Flora, C.B; Emery, M; Fey, S; Bregendahl, C 2005. Community capitals: a tool for evaluating strategic interventions and projects (en línea). NCRCRD (Centro Regional Centro-Norte para del Desarrollo Rural, US). 2 p. Consultado 27 noviembre 2006. Disponible en <http://www.ncrcrd.iastate.edu/projects/commcap/7-capitalsHandout.pdf>
- Flores, M; Bratescu, A; Martínez, J. O; Oviedo, J. A; Acosta, A. 2002. Centroamérica: El impacto de la caída de los precios del café. Serie Estudios y perspectivas. Sede Subregional de la CEPAL en México. Unidad de desarrollo agrícola. Unidad de

- desarrollo económico (en línea). México D.F. Consultado 25 oct 2006. Disponible en: <http://www.eclac.cl/publicaciones/xml/9/9679/L517.pdf>
- Fonseca, L. A. 2002. Colombia: escenario social, económico e institucional de la actual crisis cafetera. CEPAL. 25 p.
- Gutiérrez-Montes, I. A. 2005. Healthy communities equal healthy ecosystems? Evolution (and breakdown) of a participatory ecological research project towards a community natural resource management process, San Miguel Chimalapa MX. Thesis Pd.D. Ames, US, Iowa State University. 185 p.
- Malla, Y.B. 2000. Farmers' tree management strategies in a changing rural economy, and factors influencing decisions on tree growing in Nepal. *International Tree Croops Journal* 10: 247-266
- Meinzen-Dick, R; Adato, M; Haddad, L; Hazell, P. 2004. Science and poverty: an interdisciplinary assessment of the impact of agricultural research. Washington, US, IFPRI (Internacional Food Policy Research Institute, US). 22 p.
- Mora-Delgado, J.R. 2007. Análisis de medios de vida en hogares productoras de café y ganado en la zona cafetera de Nicaragua, Costa Rica y Colombia. (Informe Final). 48 p.
- Moser, C. 1998. The Asset Vulnerability Framework: Reassessing Urban Poverty Reduction Strategies. *World Development* 26(1): 1--19.
- Rakodi, C. 1999. A Capital Assets Framework for Analyzing Household Livelihood Strategies. *Development Policy Review* 17(3): 315--42.
- Siegel, P. B; Alwang, J. 1999. An Asset-Based Approach to Social Risk Management: A Conceptual Framework. (en línea). Documento de trabajo 9926. Unidad de Protección Social, Red de Desarrollo Humano, Banco Mundial, Washington, D.C. Consultado 28 agosto 2007. Disponible en www.worldbank.org/sp

5 ARTÍCULO 2.

Evaluación de indicadores agroecológicos en sistemas agroforestales en fincas cafeteras de Colombia, Costa Rica y Nicaragua.

5.1 Introducción

Los sistemas agroforestales y en general los sistemas de cultivos y producción pecuaria pueden ser abordados para su entendimiento y análisis desde el concepto de agroecosistemas. Los agroecosistemas son unidades funcionales que incluyen componentes bióticos y abióticos, así como procesos de interdependencia, regulación, reproducción y evolución. A su vez poseen una naturaleza dinámica, de manera permanente responden a cambios externos e internos, generando impactos tanto positivos como negativos que redundan en el estado del agroecosistema como unidad (Maser *et ál.* 1999).

En este sentido los SAF en café y pasturas se encuentran integrados por una amplia variedad de componentes que interactúan entre si, las especies de cultivo (café y pastos), el componente arbóreo asociado, el componente animal, el suelo, el agua, las condiciones climáticas, la biodiversidad y los aspectos derivados del entorno socioeconómico. En términos generales los SAF de acuerdo al manejo ofrecen beneficios relacionados con la optimización en el uso de los recursos naturales agua, luz y nutrientes, el efecto de los árboles sobre las características y conservación de los suelos, la influencia sobre el microclima, el efecto sobre el manejo de plagas y enfermedades, sobre el rendimiento de los cultivos y la productividad de la especies animales (Montagnini *et ál.* 1992, Jiménez *et ál.* 2001, Beer *et ál.* 2003).

De manera constante tanto agricultores como técnicos se ven frente a la necesidad de tomar decisiones sobre las tecnologías y cambios adecuados para incorporar en los sistemas de manejo y alcanzar la sustentabilidad de los mismos. Sin embargo, es frecuente que se carezca de la información necesaria y suficiente sobre el estado actual de los agroecosistemas y por ende se dificulte la toma de decisiones. En este sentido, es de gran importancia generar y validar herramientas metodológicas que permitan evaluar los diferentes componentes del agroecosistema.

El presente trabajo aplica una metodología basada en la medición de indicadores para el diagnóstico en SAF en café y pasturas. Con base en esta estimación de indicadores,

los productores, técnicos e investigadores pueden aproximarse a determinar el estado agroecológico de los sistemas agroforestales. Esta metodología permite evaluar la sustentabilidad de los agroecosistemas a través del tiempo, monitoreando el comportamiento de los diferentes indicadores (Altieri y Nicholls 2002).

5.1.1 *Objetivos*

Evaluar indicadores agroecológicos para medir la sustentabilidad agroambiental de los sistemas agroforestales con café y pasturas de fincas de la zona cafetera.

5.1.2 *Preguntas de investigación*

¿La utilización de indicadores agroecológicos sobre la agrobiodiversidad, salud del suelo, estado del cultivo y estado de la sombra; constituyen una herramienta metodológica viable para la evaluación de sustentabilidad agroambiental de los sistemas agroforestales presentes en fincas de zonas cafeteras?

¿La sustentabilidad agroambiental de los sistemas agroforestales con café y pasturas de acuerdo a indicadores agroecológicos difiere entre las fincas cafeteras de la zona de estudio?

5.2 Materiales y Métodos

5.2.1 *Descripción del área de estudio*

La presente investigación se llevó a cabo en áreas seleccionadas de tres países: Colombia, Costa Rica y Nicaragua dentro del proyecto “Opciones para la vinculación al mercado y la innovación tecnológica de sistemas agrosilvopastoriles en zonas cafeteras en Colombia, Costa Rica y Nicaragua” ejecutado por el CATIE en convenio con instituciones representantes de cada país (CATIE, 2005).

El área geográfica del proyecto de investigación se concentra en las zonas de transición o integración de café con ganadería intensiva de carne y leche, y para las cuales los sistemas agrosilvopastoriles representan una opción técnica. El área de estudio comprende la zona Sur en Costa Rica (Cantones de Pérez Zeledón y Coto Brus), el

departamento de Caldas, zona centro occidente de Colombia y el departamento de Jinotega en la zona norte de Nicaragua.

Pérez Zeledón y Coto Brus (Costa Rica)

Pérez Zeledón

El cantón de Pérez Zeledón pertenece a la Provincia de San José, las coordenadas del cantón son 9°17'58'' de latitud norte y 83°39'16'' de longitud oeste.

Presenta una extensión aproximada de 1998 Km², está situado a 550 msnm, posee una precipitación promedio anual de 2.649 mm, una humedad relativa de 85% y una temperatura promedio anual de 23 °C (máxima 28.5 °C y mínima 17.6 °C). Cuenta con aproximadamente 111.950 habitantes y una densidad poblacional de 59 habitantes Km⁻², en el área rural se ubica el mayor porcentaje de la población del cantón con 73.2% en relación con un 26.8% de la población localizada en la zona urbana.

De la población económicamente activa (30.5%) el 60.1% trabaja en el sector primario, es decir, se dedican a la agricultura o actividades afines como la ganadería, la silvicultura, la pesca e incluso la cacería. La actividad agrícola se centra en la producción de café como cultivo principal seguida de otros cultivos como maíz, fríjol y caña de azúcar.

Coto Brus

El cantón de Coto Brus pertenece a la provincia de Puntarenas, se encuentra circunscrito al sector pacífico en zona fronteriza con Panamá. Las coordenadas del cantón son 8°53'41'' de latitud norte y 82°54'58'' de longitud oeste, entre los paralelos 294-328 norte y los meridianos 556-604 longitud este.

Presenta una extensión aproximada de 933.91 Km² distribuidos en cinco distritos San Vito con 142.37 Km², Sabalito con 356.74 Km², Agua Buena con 61.13 Km², Limoncito con 11.57 Km² y Pittier con 255.05 Km². Se estima que Coto Brus tiene una población de 38.263 habitantes, de los cuales el 51.8% son hombres y el 48.2% mujeres. Un 20% de la población se encuentra en la zona urbana mientras que el 80% restante habita en la zona rural.

La actividad productiva de este cantón está básicamente concentrada en el sector agropecuario, principalmente en las actividades ganaderas y cafetaleras. Adicionalmente se realizan otras actividades agrícolas como la producción de maíz, fríjol, naranja dulce,

macadamia, aguacate, tiquizque, chile picante y naranjilla. El cultivo del café como cultivo principal ocupa cerca de 11.600 ha con unos 7.940 productores.

El Cuá Bocay – Jinotega (Nicaragua)

El municipio del Cuá Bocay esta ubicado en la zona norte del departamento de Jinotega a los 13°22' de latitud norte y 85°40' de longitud oeste. Está ubicado en el trópico húmedo y presenta un relieve accidentado con áreas montañosas de abundante vegetación y alturas muy variables que van desde los 300 hasta los 1.795 msnm.

Cuenta con una extensión territorial de 4.234 Km², presenta temperaturas que oscilan entre los 24 y 25 °C, precipitaciones anuales entre 1600 a 2000 mm. De acuerdo al censo del año 2000 su población es de 76.625 con una densidad de 13.5% habitantes Km⁻². El 94% de su población se encuentra en la zona rural, es considerado como un municipio multiétnico dado que cuenta con 12 comunidades de la etnia Mayangna-Surno y 12 comunidades de la etnia Miskita.

La actividad económica más importante del municipio es la agricultura, existen alrededor de 4.000 propietarios de tierra de los cuales 400 sobrepasan las 70 ha siendo la mayoría pequeños productores con fincas de menos de 14 ha. La producción de granos básicos maíz, arroz y frijón ocupa unas 23.000 ha. El café ocupa el segundo rubro de importancia, a este cultivo de exportación se dedica un área de 7.000 ha con rendimientos promedio de 518 Kg ha⁻¹, el 70% de los cafetales se siembran en asocio con musáceas.

El municipio cuenta con condiciones agroclimáticas favorables para la actividad ganadera, posee aproximadamente unas 42.000 ha de pasto de excelente calidad. La actividad bovina se desarrolla de manera extensiva, concentrando unas 8.000 cabezas de ganado vacuno del cual el 50% está destinado para fines de doble propósito que se comercializa en el interior y en el exterior del país, un 25% a la producción de carne y un 25% a la producción de leche con un rendimiento de 4 litros por cabeza.

Departamento de Caldas (Colombia)

La zona de estudio en Colombia comprende fincas ubicadas en los municipios de Manizales, Neira, Filadelfia y Villamaría, en el departamento de Caldas. El departamento de Caldas esta situado en el centro occidente de la región andina, localizado entre los 5°46'51'' y los 4°48'20'' de latitud norte, y los 74°38'01'' y 75°55'45'' de longitud oeste.

Cuenta con una superficie de 7.888 Km², la temperatura varía de acuerdo con la altitud y el relieve, alterada por los vientos alisios del noreste y del sureste. La distribución de los pisos térmicos es cálido el 32% del total del departamento, templado 36%, frío 23% y el piso bioclimático de páramo 9%.

De acuerdo al censo realizado en el año 2005 cuenta con 1.172.510 habitantes distribuidos en 27 municipios. La economía del departamento de Caldas está concentrada en la prestación de servicios como el comercio, la banca, el transporte y las comunicaciones. En segundo lugar se encuentran las actividades agropecuarias, representadas por el cultivo de café (segundo productor a nivel nacional), papa, cacao, maíz y algunas hortalizas y frutas. La ganadería está localizada en el valle del río Magdalena.

5.2.2 Definición de indicadores agroecológicos

Se partió del análisis holístico de los agroecosistemas, determinando el conjunto de atributos de la sustentabilidad de interés en la evaluación, hasta definir los indicadores a medir y monitorear en campo (Masera *et ál.* 1999). De acuerdo a la revisión de información secundaria (revisión de literatura, resultados de investigación, tesis y comunicación personal con expertos) se define una serie de puntos críticos y los criterios de diagnóstico relacionados con los atributos de estabilidad, resiliencia y confiabilidad útiles y representativos para medir la sustentabilidad agroambiental de los SAF (Cuadro 12). Se evaluó un total de 11 indicadores agroecológicos en SAF con café y 7 indicadores agroecológicos en SAF con pasturas.

Cuadro 12. Definición de indicadores estratégicos.

DETERMINACIÓN DE INDICADORES ESTRATÉGICOS			
Atributo de sustentabilidad	Sistema de manejo	Criterio de diagnóstico	Indicadores
Estabilidad, Resiliencia y Confiabilidad	Sistemas Agroforestales con café	Estado del cultivo de café	Estado productivo (escala)
			Estado fitosanitarios (escala - niveles críticos)
		Calidad de suelos	Compactación del suelo (Kg cm ⁻²)
			Densidad de lombrices (# m ⁻²)
		Evidencia de erosión (escala)	

			Cobertura del suelo (%)
			Espesor capa de hojarasca (cm)
		Estado de la sombra	Nivel de sombra total (%)
			Distribución de sombra (escala)
			Nivel de sobreposición (%)
		Agrobiodiversidad	Composición de especies (riqueza)
			Diversidad de especies (Índice de Shannon)
		Sistema silvopastoril árboles dispersos en potreros	Estado de la cobertura arbórea
	Cobertura arbórea en pasturas		
	Condición de la pastura		Cobertura del suelo
			Composición botánica
			Disponibilidad de pasto
	Calidad de suelos		Degradación de pasturas
			Compactación del suelo (Kg cm^{-2})
Densidad de lombrices (No m^{-2})			
Evidencia de erosión (escala)			

5.2.3 Selección y caracterización de fincas para la evaluación de indicadores agroecológicos

La evaluación de los indicadores agroecológicos se realizó en una muestra de hogares seleccionados del total de 322 hogares encuestados por el equipo del proyecto FONTAGRO en las zonas cafetaleras de Colombia, Costa Rica y Nicaragua.

La muestra estuvo constituida por un total de 60 hogares, 20 por cada uno de los países. Los 20 hogares se clasificaron en 10 hogares o fincas piloto y 10 hogares o fincas control, de acuerdo a los criterios de selección (Cuadro 13).

Cuadro 13. Criterios de selección fincas piloto y fincas control.

FINCAS PILOTO	FINCAS CONTROL
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Familia que deriva al menos el 80% de sus ingresos de la actividad agropecuaria ▪ Integración de diferentes subsistemas de producción de café y sistemas de producción ganadero con componente forestal ▪ Anuencia para la realización de mejoras en su finca ▪ Interés en participar en el proceso de evaluación y monitoreo de indicadores agroecológicos 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Distribuidas en las mismas zona que las fincas piloto ▪ Poca o ausente participación en procesos de capacitación y asistencia técnica ▪ Predominio de sistemas de manejo tradicional

Fuente: Proyecto “Opciones para la vinculación al mercado y la innovación tecnológica en sistemas agrosilvopastoriles en zonas cafeteras de Colombia, Costa Rica y Nicaragua.

El Proyecto FONTAGRO promueve la implementación de la metodología de Escuelas de Campo en las fincas piloto seleccionadas. Uno de los objetivos es impulsar el establecimiento y promoción de innovaciones tecnológicas orientadas a mejorar el manejo de los sistemas agroforestales con café y pasturas (CATIE 2005).

Se espera a través del tiempo monitorear y evaluar en fincas piloto y fincas control la sustentabilidad agroambiental utilizando indicadores agroecológicos. La aplicación de indicadores agroecológicos permitirá establecer los efectos que sobre la sustentabilidad agroambiental tengan las innovaciones tecnológicas promovidas desde las escuelas de campo y los demás componentes del proyecto.

Con la presente investigación se obtiene la línea base de evaluación y monitoreo del estado agroambiental de los sistemas agroforestales con café y pasturas en fincas piloto y control seleccionadas en la zona cafetera de Colombia, Costa Rica y Nicaragua.

Para cada uno de los 20 hogares seleccionados se tomaron variables agroecológicas relacionada con: área de la finca, altitud y coordenadas (utilizando GPS). Posteriormente se registraron las características biofísicas de los SAF con café y SAF con pasturas, que constituyen los sistemas de manejo a evaluar.

De los SAF con café se registró el área, variedad o variedades cultivadas, distancias de plantación, número de plantas por ha, producción más alta y más baja (registro histórico) y pendiente promedio. De los SAF con pasturas se registró área de los potreros, pendiente promedio y tipos de pasturas cultivadas.

5.2.4 Evaluación participativa de indicadores agroecológicos en Sistemas Agroforestales con café

Caracterización de los sistemas agroforestales con café

La caracterización de los SAF con café fue realizada de acuerdo al tipo de cobertura existente, se utilizó la descripción de tipologías de SAF en cafetales propuestas por De Melo (2005) (Cuadro 14).

Cuadro 14. Descripción de tipologías de sistemas agroforestales con café.

Tipo de cobertura	Descripción
Mezcla de árboles aislados	Muy pocos individuos de 2 a 5 especies diferentes dispersos individualmente o en grupos pequeños dentro del cafetal y que no pasan en total la densidad de 10 individuos por hectárea.
Mezcla intensa de árboles	Fuerte mezcla de diferentes especies, sin predominio evidente de ninguna de ellas, con distribución amplia sobre el área del cafetal.
Mezcla con dominio de frutales	Diferentes especies de árboles (servicios, maderables, etc.) pero con dominio claro y presencia de especies mixtas de frutales (entre ellas cítricos, aguacates, cas, mango, guayaba, anona, marañón, manzana rosa, manzana de agua).
Mezcla con dominio de poró (<i>Erythrinas</i>)	Hay diferentes especies (maderables, servicios, frutales, etc.) pero con dominio evidente de poro a lo largo del área.
Mezcla con dominio de guabas (<i>Ingas</i>)	Con presencia de especies mixtas (maderables, servicios, frutales, etc.) pero evidenciando dominio de ingas a lo largo del cafetal.
Mezcla con dominio de musáceas	Con presencia de especies mixtas (maderables, servicios, frutales, etc.) pero evidenciando dominio de bananos y plátano como sombra de los cafetales.
Musáceas	Con sombra exclusiva de musáceas.
Musáceas y guabas	Ingas, bananos y plátanos compartiendo el dosel de sombra de los cafetales.
Guabas y maderables	Ingas y diferentes especies maderables como componentes principales del dosel de sombra.
Guabas	Con sombra exclusiva de ingas.
Guaba y poró	Ingas y poró compartiendo el dosel de sombra.
Porós y musáceas	Porós y diferentes especies de musas compartiendo el dosel de sobre cafetales.
Porós y maderables	Porós y diferentes especies maderables integrando la sombra de los cafetales.
Porós	Sombra exclusiva de <i>Erythrinas</i> sobre cafetales.
Maderables	Con sombra exclusiva de especies maderables.

(Fuente: De Melo 2005)

Selección parcela de muestreo

La parcela de muestreo se seleccionó teniendo en cuenta la estructura de paisaje o tipo de composición que representó la mayor área del cafetal. La parcela corresponde al

sitio en el cual se tomaron todas las mediciones, estuvo constituida por 400 cafetos (20 filas de 20 plantas) con aproximadamente 800 m² de área de total.

La medición de los indicadores agroecológicos en campo se llevó a cabo con la participación de los productores. En este proceso se explicó a los agricultores la importancia de los indicadores a evaluar, las metodologías a aplicar y la utilidad de los resultados generados a través del trabajo en campo.

5.2.4.1 Estado productivo del café

Se realizó la evaluación del total de las 400 plantas de café analizando el estado productivo planta por planta tomando como referencia la caracterización propuesta por Aguilar y Guharay (2002).

5.2.4.2 Estado fitosanitario del café

Un elemento clave para implementar el manejo integrado de plagas (MIP) es realizar observaciones sistémicas sobre el estado de las plantas, las plagas y los agentes de control natural especialmente en SAF. Estas observaciones se hacen a través del método de recuento integral de plagas que permite obtener información sobre la incidencia de diferentes plagas y enfermedades durante un solo recorrido por el cafetal (Guharay 2001). El método permite una precisión adecuada en la determinación de la incidencia de plagas y enfermedades, es práctico y sencillo de realizar, el mismo productor puede Hacerlo una vez recibidas las orientaciones generales.

En el centro de cada parcela se seleccionó una estación de muestreo conformada por 10 plantas de café, 5 plantas en la fila de la derecha y 5 plantas a la izquierda. En cada planta se selecciona una rama teniendo en cuenta alternar la ubicación (arriba y abajo de la altura media de la planta) (De Melo y Hagggar 2005). En cada rama se cuenta el número de hojas con roya (*Hemileia vastatrix*), número de hojas con *Verticilium*, número de hojas con mancha de hierro (*Cercospora coffeicola*), número de hojas con antracnosis (*Colletotrichum coffeanum*), número de hojas con minador (*Leucoptera coffeillum*), número de hojas con ojo de gallo (*Mycena citricolor*), número de hojas totales, número de frutos perforados por broca (*Hypothenemus hampei*), número de frutos perforados por broca con beauveria, número de frutos totales, número de nudos totales y número de nudos productivos.

5.2.4.3 Calidad de suelos

Los indicadores de calidad del suelo permiten entender como el suelo actúa de forma recíproca con las plantas, animales y ambiente dentro de un ecosistema, la calidad del suelo es una combinación de características físicas, químicas y biológicas. Los indicadores por lo tanto deben ser sensibles, integrados a los procesos de los agroecosistemas, y medidos a largo plazo deben expresar los efectos antrópicos sobre la calidad de los suelos (Knoepp *et ál.* 2000).

Para la presente investigación se han seleccionado por su precisión y aplicabilidad en campo como indicadores para calidad de suelos: compactación de suelos (resistencia a la penetración), densidad de lombrices m^{-2} , evidencia de procesos erosivos, cobertura de suelo y espesor capa de hojarasca.

Dentro del área de muestreo se seleccionaron 4 puntos de manera sistemática dirigida (zigzag) tratando de cubrir el total de la parcela, en cada punto se lanzó un marco metálico de 0.5 x 0.5 m. al interior del cual se tomaron las evaluaciones de compactación y densidad de lombrices, dos puntos fueron tomados en el centro de las calles y los otros dos bajo la copa de los árboles.

Compactación de suelos:

La compactación del suelo puede ser medida a través de tres índices: densidad aparente, resistencia a la penetración del suelo, y el espacio aéreo. La prueba realizada en la presente investigación se basó en medir la resistencia a la penetración (RP) que equivale a la fuerza que el suelo opone a un instrumento de campo cuyo principio es simular el efecto de las raíces al penetrar en el suelo, en este sentido este índice representa una relación directa sobre la capacidad que tienen las raíces de las plantas para penetrar en el suelo, crecer y desarrollarse.

La resistencia a la penetración se mide utilizando un penetrómetro. La prueba consiste en medir el esfuerzo que se debe hacer para introducir un pistón de área y profundidad conocida en el suelo, de esta forma lo que se mide es la falla localizada alrededor del pistón. (Henriquez y Cabalceta, 1999).

Para la medición de la resistencia a la penetración (RP) en la presente investigación se utilizó el penetrómetro de bolsillo para suelos GEOTEST de $4,5 \text{ Kg cm}^{-2}$ de capacidad, para simular el efecto de penetración de las raíces. Se retiró la cobertura del suelo (hierbas,

piedras, hojarasca, etc.), se tomaron 5 lecturas distribuidas de manera uniforme al interior del marco metálico.

Densidad de lombrices por m²:

La evaluación de lombrices de tierra se realizó mediante un recuento físico en un área de 0.5 x 0.5 m. (al interior del marco metálico) y una profundidad de 10 cm; se realizó 4 conteos por parcela de muestreo utilizando una pala o barreno para marcar y romper el suelo.

Evidencia de procesos erosivos:

La evidencia de procesos erosivos se realizó por inspección visual a través de un recorrido por el centro de la parcela de muestreo, donde se observó cada una de las calles y se registró el porcentaje de evidencia de procesos erosivos de acuerdo con la escala adaptada de Barrantes (1999) (Cuadro 15). Posteriormente se totalizó para cada tipo de erosión los valores encontrados, este valor se dividió entre 20 (número de calles) y así se obtuvo el porcentaje de los tipos de erosión presentes en la parcela de muestreo.

Cuadro 15. Escala likert para la medición de evidencia de procesos erosivos en SAF en fincas cafeteras y ganaderas.

Característica	Valor
Ausencia de erosión	5
Erosión laminar incipiente	4
Erosión laminar incipiente y/o en surcos incipientes (raíces desnudas)	3
Erosión en surcos evidente y/o algunas evidencias de formación de cárcavas	2
Erosión con formación de cárcavas	1

(Fuente: Barrantes 1999)

Cobertura del suelo y espesor de la capa de hojarasca:

Es común encontrar diferentes especies creciendo sobre el suelo en cafetales, todas con un posible efecto diferenciado sobre el cultivo. Para evaluar esta variable se adaptó la metodología de evaluación de cobertura propuesta por De Melo (2006) la cual consiste en identificar las especies de cobertura y clasificarlas de acuerdo al tipo de hoja, ciclo de vida y hábito de crecimiento.

Ubicados en el centro de la parcela de muestreo se hizo un recorrido inspeccionando visualmente en cada una de las 20 calles el porcentaje (%) para cada tipo de cobertura

presente, los tipos de cobertura observados fueron: malas hierbas, buenas hierbas, malezas cortadas, suelo desnudo, presencia de piedras y hojarasca. Se consideraron como malas hierbas los bejucos, zacates o pastos y hojas anchas perennes. Adicionalmente se estimó en cada calle el espesor (cm) de la capa de hojarasca. Para calcular el porcentaje de los tipos de cobertura, se suman los valores obtenidos para cada tipo de cobertura y se divide entre 20 (número de calles).

5.2.4.4 Estado de la sombra

Dentro de la evaluación de sombra en los SAF con café se midieron tres variables: nivel de sombra total, distribución de la sombra y nivel de sobreposición. Se aplicó la metodología propuesta por De Melo y Hagggar (2005) basada en la proyección de copa.

Nivel de sombra total, distribución y nivel de sobreposición: esta se evaluó dibujando sobre una hoja la sombra que sobre las plantas de café proyectan los árboles y otras especies presentes en la parcela de muestreo. Una vez dibujada la sombra de todos los árboles presentes se procedió a registrar el número total de cafetos con sombra en invierno, el número total de cafetos con sombra en verano y el número total de cafetos con sobreposición de sombra. Así mismo se registró la distribución espacial de la sombra para cada caso si es uniforme, irregular o muy irregular.

5.2.4.5 Agrobiodiversidad

Riqueza y diversidad:

Para la determinación de la riqueza y diversidad de especies del estrato de sombra presentes en cada grupo se elaboró un listado con el nombre de las especies presentes con sus respectivas abundancias. Estos datos fueron procesados en InfoStat y calculados los índices de diversidad biológica de Simpson y Shannon. De igual forma se elaboró un listado con las especies que el agricultor asocia al cafetal en otras etapas del cultivo (siembra, resiembra, soca o recepo).

5.2.5 Evaluación participativa de indicadores agroecológicos en SAF con pasturas

Caracterización sistemas agroforestales con pasturas

Para establecer la tipología de pasturas de acuerdo al tipo de cobertura y estructura de paisaje existente, se utilizó una adaptación de la descripción de grupos de cobertura propuesta por Murgueitio *et ál.* (2003) que considera los tipos de vegetación y su relación con respecto a las pasturas (Cuadro 16).

Cuadro 16. Descripción tipos de cobertura en pasturas.

Tipo de cobertura	Descripción
Pasturas degradadas	Pastura con < 50% de cobertura en especies deseables, mínima presencia de árboles y arbustos, puede tener señales de erosión evidentes
Pasturas natural sin árboles	Pastura dominada por especies nativas o naturalizadas de baja productividad, ausencia de árboles y arbustos
Pastura natural con baja densidad de árboles	Pastura dominada por especies nativas o naturalizadas, los árboles existentes < 30 ha ⁻¹ tienen más de 5 cm de dap y 2 m de altura
Pastura natural con alta densidad de árboles	Pastura dominada por especies nativas o naturalizadas, árboles con más de 5 cm de dap y 2 m de altura, más de 50 árboles ha ⁻¹
Pastura mejorada sin árboles	Pastura dominada por especies mejoradas introducidas de alto vigor y productividad, con cobertura > 70%. Ausencia de árboles y arbustos
Pastura mejorada con baja densidad de árboles	Pastura dominada por especies mejoradas o introducidas de alto vigor y productividad, los árboles existentes < 30 ha ⁻¹ tienen más de 5 cm de dap y 2 m de altura
Pastura mejorada con alta densidad de árboles	Pastura dominada por especies mejoradas o introducidas de alto vigor y productividad, árboles maduros y con una densidad > a 50 árboles ha ⁻¹ , con más de 5 cm de dap y 2 m de altura
Cercas vivas multiestrato o permanentes	Cercas o cortinas de árboles en libre crecimiento de múltiples estratos o con al menos un estrato superior mínimo de 4 m de ancho, 4 m de alto ó 4 m de copa.
Banco forrajero para corte de leñosas	Plantaciones de leguminosas leñosas con altura mínima de 1 m y en alta densidad.
Banco forrajero de gramíneas	Plantaciones de especies gramíneas de corte, sembradas a alta densidad.

(Fuente: Murgueitio et ál. 2003)

Selección de parcela de muestreo

Una vez descritos los tipos de cobertura en pasturas se seleccionó un potrero que representara el tipo de cobertura en pastura más generalizado dentro de la finca. La pastura seleccionada se constituyó en la parcela de muestreo donde fue medido el conjunto de indicadores agroecológicos.

La medición de los indicadores agroecológicos en campo se llevó a cabo con la participación de los productores. En este proceso se explicó a los agricultores la importancia de los indicadores a evaluar, las metodologías a aplicar y la utilidad de los resultados generados a través del trabajo en campo.

5.2.5.1 Densidad y cobertura de árboles en pasturas

En el potrero seleccionado se determinó el área, se llevó a cabo un inventario de los árboles con $dap \geq 5$ cm y su identificación. Posteriormente, se registraron otras variables como: altura total, altura fuste, diámetro mayor de copa (DC1), diámetro menor de copa (DC2), el arreglo espacial (individual y en grupo: cuando son dos o más árboles que se tocan sus copas).

La densidad de árboles (# individuos ha^{-1}) fue determinada por medio de la relación del total de individuos y el área del potrero. Mientras, el área de cobertura arbórea fue calculada utilizando la fórmula de la elipse ($A = \pi^6 * Radio1 * Radio2$). El porcentaje total de la cobertura arbórea por potrero fue estimado de la suma de todas las áreas de las copas de los árboles existentes dividido por el área total del potrero en referencia (Villanueva *et al.* 2007).

5.2.5.2 Condición de la pasturas

Cobertura del suelo, composición botánica, disponibilidad de pastos y degradación de las pasturas:

La composición botánica se refiere a la proporción en que se encuentran los diferentes componentes vegetales de una pastura a lo largo del tiempo (por ejemplo: pastos mejorados, pastos naturales, leguminosas y malezas; especies deseables, menos deseables e indeseables). Para su estimación existen métodos objetivos y subjetivos. Los métodos objetivos conocidos como métodos destructivos, basados en el corte y pesaje de numerosas muestras seleccionadas en campo. Los métodos subjetivos o no destructivos se hacen mediante estimaciones visuales del material presente en las pasturas (Gutiérrez 1996).

En la presente investigación la composición botánica se estimó a través de la adaptación de un método subjetivo. Mediante un recorrido por la pastura seleccionada se lanzó 30 veces el marco metálico de 0.5 x 0.5 m y se registró el porcentaje observado de especies (pasturas mejoradas, pasturas naturales, leguminosas y hoja ancha), se registró además el porcentaje de cobertura total del suelo. Esta metodología se fundamenta en la relación del área cubierta por las diferentes especies con respecto a la superficie total.

⁶ $\pi = 3.1416$

5.2.5.3 Calidad de suelos

Dentro del área de muestreo se seleccionaron 4 puntos de manera sistemática dirigida (zigzag) tratando de cubrir el total de la parcela, en cada punto se lanzó un marco metálico de 0.5 x 0.5 m al interior del cual se tomaron las evaluaciones de compactación y densidad de lombrices, dos puntos fueron tomados en el centro de las calles y los otros dos bajo la copa de los árboles.

Compactación de suelos:

La compactación del suelo se evaluó a través de la medición de la resistencia a la penetración (RP) para lo cual se utilizó el penetrómetro de bolsillo para suelos GEOTEST de 4,5 Kg cm⁻² de capacidad, el cual simula el efecto de penetración de las raíces. Se retiró la cobertura del suelo (hierbas, piedras, hojarasca, etc.). Se tomaron 5 lecturas distribuidas de manera uniforme al interior del marco metálico.

Densidad de lombrices por m²:

La evaluación de lombrices de tierra se realizó mediante un recuento físico en un área de 0.5 x 0.5 m (al interior del marco metálico) y una profundidad de 10 cm. Se realizaron 4 conteos por parcela de muestreo utilizando una pala o barreno para marcar y romper el suelo.

Evidencia de procesos erosivos:

La evidencia de procesos erosivos se realizó por inspección visual a través de un recorrido por el centro de la parcela de muestreo, durante el recorrido se observó cada una de las calles y se registró el porcentaje de evidencia de procesos erosivos de acuerdo con la escala adaptada de Barrantes (1999) (Cuadro 14). Posteriormente se totalizó para cada tipo de erosión los valores encontrados, este valor se dividió entre 20 (número de calles) y así se obtuvo el porcentaje de los tipos de erosión presentes en la parcela de muestreo.

5.2.6 Escalas de desempeño para indicadores agroecológicos

Los datos de campo de todos los indicadores agroecológicos fueron reunidos en una matriz. Dado que los indicadores agroecológicos se expresan en unidades diferentes razón por la cual se dificulta su análisis conjunto, se elaboraron con base en revisión de literatura y comunicación personal con expertos escalas de desempeño para cada indicador. Las escalas de desempeño van de 0 a 10, considerando que el valor más alto representa el nivel

deseado u óptimo para cada indicador en campo, el valor menor los niveles no deseados (Anexo 2).

Una vez calificados todos los indicadores estos fueron sometidos a Análisis de varianza no paramétrico por el método de Kruskal Wallis mediante el programa InfoStat versión 2007. Este procedimiento permitió establecer las diferencias entre los indicadores para los tratamientos (fincas piloto y fincas control) para cada uno de los países de forma separada.

Con el propósito de analizar la relación existente entre los indicadores y otras variables agroecológicas, en cada finca se tomó la información relacionada con: área total de la finca, área cafetal, altitud (msnm), distancia de plantación, pendiente promedio del suelo (%), tipo de cobertura, media de la producción más alta y media de la producción más baja y área pasturas. Se calculó un índice integral de indicadores agroecológicos sumando la calificación asignada a cada indicador en función de los datos de campo y su equivalente en la respectiva escala de desempeño. Este índice integral se correlacionó de manera lineal con las variables agroecológicas a través de la aplicación del Coeficiente de Correlación de Pearson con el programa InfoStat versión 2007.

Para comprobar la diferencia de los tratamientos (fincas piloto y fincas control) entre los países se llevó a cabo comparaciones múltiples, contrastes ortogonales y análisis de varianza con el programa InfoStat versión 2007.

5.3 Resultados y Discusión

5.3.1 Sistemas agroforestales con café caso Colombia

5.3.1.1 Caracterización tipos de cobertura

Se evaluó la diversidad de sistemas agroforestales (SAF) presentes en las 20 fincas (10 fincas piloto, 10 fincas control) y estos se caracterizaron en función de los principales componentes del estrato de sombra de acuerdo a la tipología propuesta por De Melo (2005). En 17 de las 20 fincas evaluadas se encontró que al menos se cuenta con dos SAF en café. Para los fines de la presente investigación se seleccionó el SAF más representativo de la finca. En las tres fincas restantes no se contaba con SAF y la evaluación de los indicadores se llevó a cabo en cafetales a plena exposición solar.

Las fincas cafeteras de la zona de estudio presentan diferentes tipos de cobertura o estrato de sombra. En las 20 fincas evaluadas se encontraron cuatro tipos de cobertura de acuerdo a la tipología de sistemas agroforestales (Cuadro 17). El tipo de arreglo más abundante es la mezcla con dominio de musáceas, presente en 13 fincas. Le sigue el tipo de arreglo en mezcla con árboles aislados presente en dos fincas. El arreglo con musáceas y el arreglo con maderables se presentaron en una finca respectivamente.

Cuadro 17. Tipos de sistemas agroforestales con café encontrados en 10 fincas piloto y 10 fincas control en la zona cafetera de Colombia.

TIPO DE COBERTURA	NÚMERO DE FINCAS
Mezcla con dominio de musáceas	13
Mezcla de árboles aislados	2
Musáceas	1
Maderables	1
Plena exposición solar	3

El predominio del tipo de cobertura de mezcla con dominio de musáceas, obedece a que de forma tradicional diferentes especies de plátano y banano son sembradas en asocio a los cafetales. Estas especies son usadas para el autoconsumo familiar y en gran número de casos son comercializadas en mercados locales, generando un ingreso adicional para la economía familiar.

5.3.1.2 Indicadores agroecológicos en SAF con café

Cuadro 18. Análisis de varianza para los indicadores agroecológicos evaluados en SAF con café en fincas piloto y control en la zona cafetera de Colombia.

VARIABLES	TRATAMIENTOS		VALOR p
	Fincas Piloto	Fincas Control	
Estado Productivo	7.40	7.20	0.7946
Estado Fitosanitario	7.80	7.60	0.4261
Nudos productivos	4.60	4.60	0.7263
Compactación de suelos	7.00	7.10	>0.9999
Densidad de lombrices	9.20	8.40	0.3415
Evidencia procesos erosivos	7.80	7.80	0.9567
Cobertura del suelo	7.00 a	5.60 a	0.0859
Espesor capa de hojarasca	8.60	6.40	0.2579
Nivel de sombra total	5.00	3.00	0.2166

Nivel de sobreposición	9.00 a	5.80 a	0.0471
Distribución sombra	4.30	4.10	0.7518

* Datos en filas con letras distintas implican diferencias significativas (prueba de Kruskal Wallis, $p < 0.10$).

Las fincas piloto y control no presentaron diferencias significativas para el grupo de indicadores agroecológicos evaluados (Cuadro 18). Sin embargo es de resaltar que en 8 de los 11 indicadores agroecológicos evaluados en SAF con café, las fincas piloto superaron a las fincas control. En 2 indicadores obtuvieron calificaciones similares. Mientras que en 1 indicador fueron superadas las fincas piloto por las fincas control.

Las fincas piloto presentan valores superiores a las fincas control en los indicadores cobertura del suelo, espesor capa de hojarasca, nivel de sombra total y nivel de sobreposición (Figura 11).

En términos generales las fincas piloto evaluadas en la zona cafetera de Colombia presentan niveles de poca sombra (<24%) y sombra moderada (25-45%). Niveles de sobreposición cercanos a 0.5% que corresponde con los niveles óptimos para el cultivo del café.

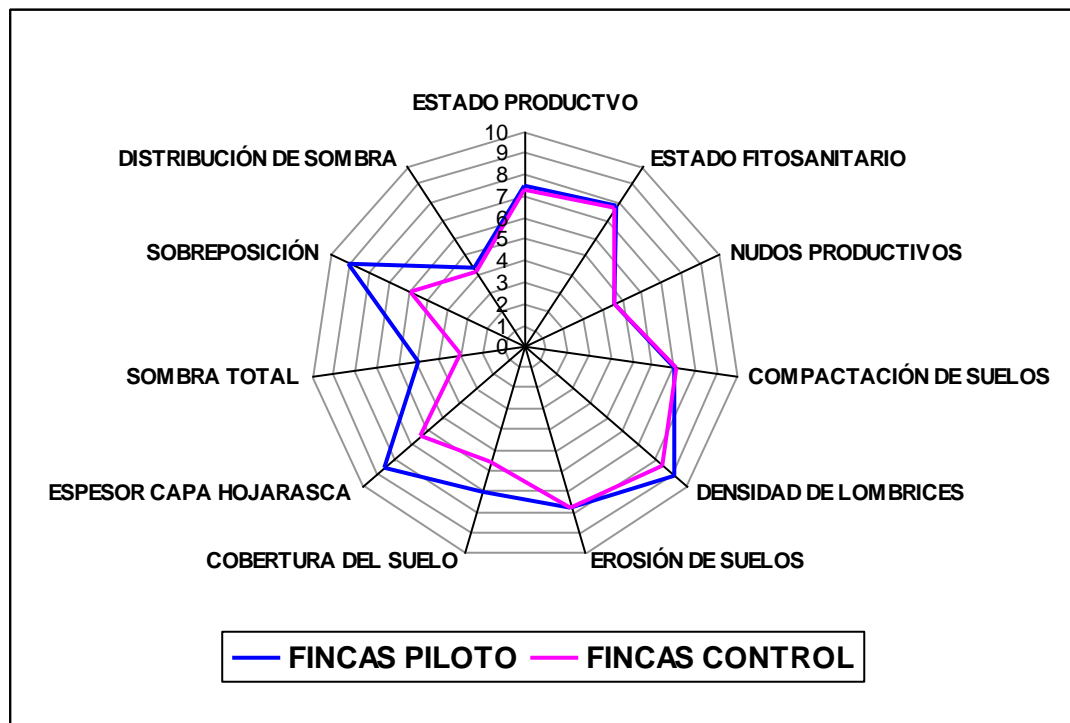


Figura 11. Integración de indicadores agroecológicos en Sistemas Agroforestales con café para fincas piloto y fincas control en la zona cafetera de Colombia.

5.3.1.3 Relación de indicadores con variables agroecológicas

Con un nivel de confianza del 95% no se encontró ningún tipo de relación entre el índice integral de indicadores agroecológicos y las variables agroecológicas consideradas. Estos resultados le dan a los indicadores agroecológicos en el caso de las fincas evaluadas para Colombia una condición de independencia con respecto al área de la finca y el cafetal, la altitud o elevación en msnm, las distancias de plantación utilizadas, las medías de producción más alta y más baja, la pendiente promedio del suelo, el tipo de cobertura predominante en la finca y los índices de diversidad estimados. En este sentido es de esperarse que la calificación de los indicadores agroecológicos esté relacionada con las labores de manejo como trazado para la siembra, práctica de podas y realización de desyerbas, así como con características ambientales y de fertilidad de suelos (Cuadro 19).

Cuadro 19. Correlación entre el índice integral de indicadores y variables agroecológicas en SAF con café en fincas de la zona cafetera de Colombia.

VARIABLES	COEFICIENTE DE CORRELACIÓN (r)	VALOR p
Índice – Área finca	- 0.07	0.76
Índice – Área cafetal	0.41	0.07
Índice – Altitud	- 0.27	0.27
Índice – Plantas ha ⁻¹	0.03	0.92
Índice – Producción más alta	0.23	0.33
Índice – Producción más baja	0.3	0.2
Índice – Pendiente promedio	- 0.06	0.8
Índice – Tipo de cobertura	0.34	0.14
Índice - Índice de diversidad de SHaW	0.13	0.62
Índice - Índice de diversidad de Simpson	-0.23	0.4

5.3.2 Sistemas Agroforestales con café caso Costa Rica

5.3.2.1 Caracterización tipos de cobertura

Se evaluó la diversidad de sistemas agroforestales SAF con café presentes en cada una de las fincas y estos se caracterizaron en función de los principales componentes del estrato de sombra de acuerdo a la tipología propuesta por De Melo (2005). De las 20 fincas evaluadas todas cuentan con al menos un SAF en café. Fueron identificados 9 tipos de cobertura de acuerdo a los grupos de sistemas agroforestales (Cuadro 20).

Cuadro 20. Tipos de sistemas agroforestales con café encontrados en 10 fincas piloto y 10 fincas control en la zona cafetera de Costa Rica.

TIPO DE COBERTURA	NÚMERO DE FINCAS
Mezcla con dominio de poro (<i>Erytrinas</i>)	2
Mezcla con dominio de guabas (<i>Ingas</i>)	2
Mezcla con dominio de musáceas	3
Musáceas	1
Musáceas y guabas	2
Guabas	1
Guabas y poro	2
Porós y musáceas	4
Porós	3

5.3.2.2 Indicadores agroecológicos en SAF con café

Cuadro 21. Análisis de varianza para los indicadores agroecológicos evaluados en SAF con café en fincas piloto y control en la zona cafetera de Costa Rica.

VARIABLES	TRATAMIENTOS		VALOR p
	Fincas Piloto	Fincas Control	
Estado Productivo	7.20	7.78	0.6060
Estado Fitosanitario	6.40	6.22	>0.9999
Nudos productivos	7.20	6.67	0.4290
Compactación de suelos	3.20	3.67	0.5275
Densidad de lombrices	2.00	1.44	0.5773
Evidencia procesos erosivos	6.80	5.89	0.5602
Cobertura del suelo	7.40	8.22	0.4434
Espesor capa de hojarasca	7.50	7.22	>0.9999
Nivel de sombra total	7.00	7.11	0.9827
Nivel de sobreposición	2.70	4.89	0.2684
Distribución sombra	5.70	7.78	0.2325

* Datos en filas con letras distintas implican diferencias significativas (prueba de Kruskal Wallis, $p < 0.10$).

Las fincas piloto y control no presentaron diferencias significativas para el grupo de indicadores agroecológicos evaluados (Cuadro 21). En 9 de los 11 indicadores evaluados las fincas piloto y control mostraron un comportamiento similar con valores cercanos entre ellas. En 2 indicadores las fincas control superaron a las fincas piloto (Figura 12). Las fincas control presentan un nivel de sobreposición entre 0.6-1.9%, y una distribución de sombra entre irregular y uniforme.

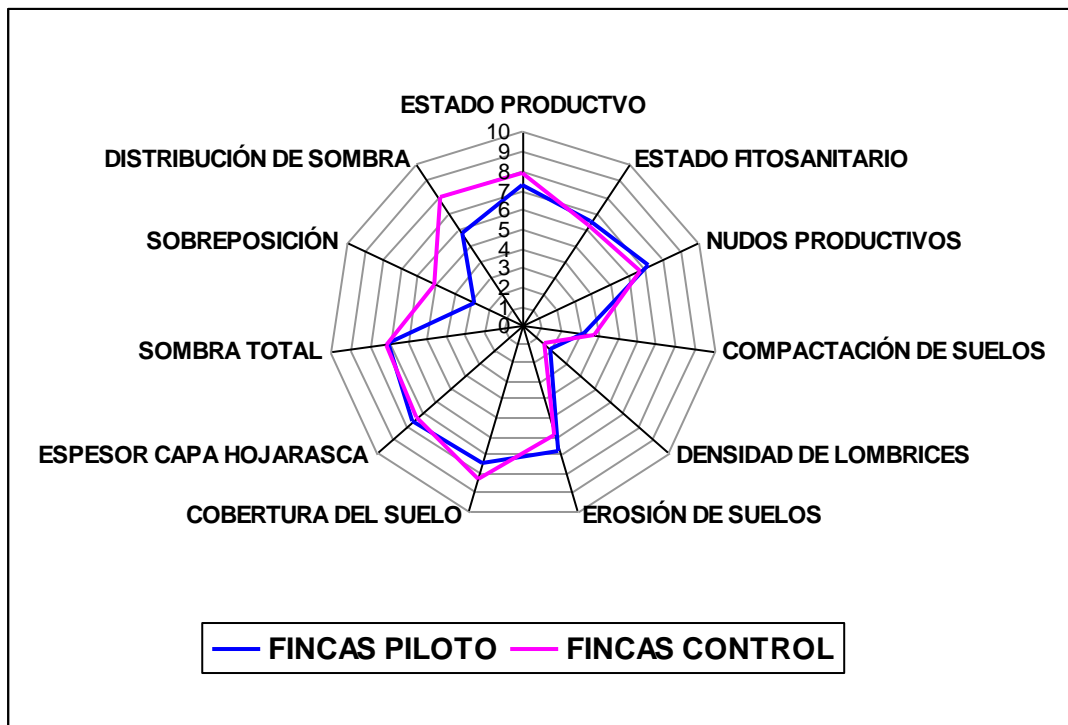


Figura 12. Integración de indicadores agroecológicos en Sistemas Agroforestales con café para fincas piloto y fincas control en la zona cafetera de Costa Rica.

5.3.2.3 Relación de indicadores con variables agroecológicas

Con un nivel de confianza del 95% no se encontró ningún tipo de relación entre el índice integral de indicadores agroecológicos y las variables biofísicas. En el caso de Costa Rica se puede observar una condición de independencia con respecto al área de la finca, el área del cafetal, la altitud o elevación en msnm, las distancias de plantación utilizadas, las medias de producción más alta y más baja, la pendiente promedio del suelo, el tipo de cobertura y los índices de diversidad estimados, razón por la cual se estima que la calificación de los indicadores agroecológicos está relacionada con las labores de manejo como trazado para la siembra, práctica de podas y realización de desyerbas, así como con características físicas, químicas y biológicas del suelo (Cuadro 22).

Cuadro 22. Correlación entre el índice integral de indicadores y variables agroecológicas en SAF con café en fincas de la zona cafetera de Costa Rica.

VARIABLES	COEFICIENTE DE CORRELACIÓN (r)	VALOR p
Índice – Área finca	0.19	0.45
Índice – Área cafetal	0.32	0.19
Índice – Altitud	-0.14	0.56
Índice – Plantas ha ⁻¹	0.29	0.23
Índice – Producción más alta	0.33	0.17
Índice – Producción más baja	0.12	0.62
Índice – Pendiente promedio	-0.04	0.89
Índice – Tipo de cobertura	0.4	0.09
Índice - Índice de diversidad de SHaW	0.48	0.45
Índice - Índice de diversidad de Simpson	-0.22	0.36

5.3.3 Sistemas agroforestales con café caso Nicaragua

5.3.3.1 Caracterización tipos de cobertura

Se evaluó la diversidad de sistemas agroforestales SAF con café presentes en 10 fincas piloto, las fincas control no fueron evaluadas para el caso de Nicaragua. Los SAF encontrados fueron caracterizados en función de los principales componentes del estrato de sombra de acuerdo a la tipología propuesta por De Melo (2005).

De las 10 fincas evaluadas todas cuentan con al menos un SAF en café. Fueron identificados 3 tipos de cobertura de acuerdo a la tipología de sistemas agroforestales. El tipo de cobertura caracterizado por la mezcla de musáceas y guabas es la más abundante al encontrarse en 8 de las fincas evaluadas (Cuadro 23).

Cuadro 23. Tipos de sistemas agroforestales con café encontrados en 10 fincas piloto en la zona cafetera de Nicaragua.

TIPO DE COBERTURA	NÚMERO DE FINCAS
Musáceas y guabas	8
Guabas y maderables	1
Maderables	1

5.3.3.2 Indicadores agroecológicos en SAF con café

En la zona cafetera de Nicaragua solo fueron evaluadas 10 fincas piloto, por lo cual no se cuenta con la información de las 10 fincas control para realizar la comparación entre

estos tratamientos. A manera ilustrativa se presenta el comportamiento de los 11 indicadores agroecológicos evaluados en esta zona de estudio (Figura 13)

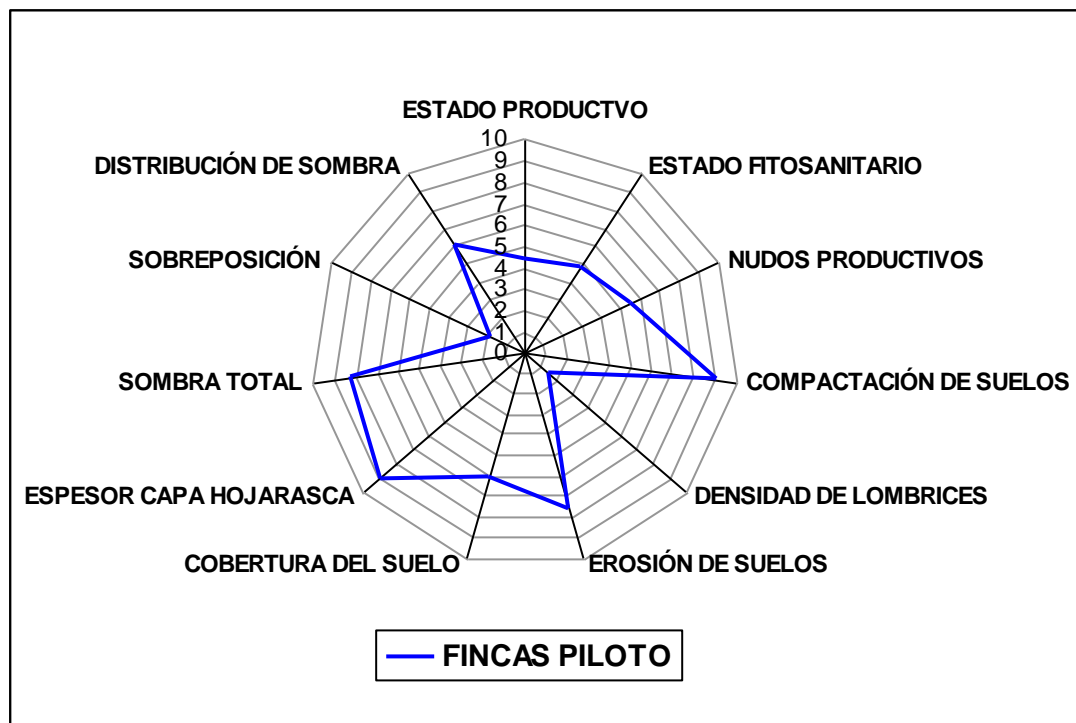


Figura 13. Integración de indicadores agroecológicos en Sistemas Agroforestales con café para fincas piloto en la zona cafetera de Nicaragua.

5.3.3.3 Relación de indicadores con variables agroecológicas

Con un nivel de confianza del 95% se encontró una relación directa pero débil entre el valor del índice integral de indicadores agroecológicos y la variable área del cafetal ($p=0.02$). Esto significa que aumentos en el área del cafetal pueden reflejar aumentos en el índice integral, siempre y cuando se cuente con las condiciones ambientales favorables para el cultivo y se desarrollen buenas prácticas de manejo.

Con un nivel de confianza del 95% se encontró una relación directa débil entre el valor del índice integral de indicadores agroecológicos y la variable producción más alta ($p=0.01$). De manera general puede decirse que aumentos en el valor del índice integral se asocian con aumentos en la producción de café. Las demás variables biofísicas no presentan ningún tipo de relación con el índice integral de indicadores agroecológicos (Cuadro 24).

Cuadro 24. Correlación entre el índice integral de indicadores y variables agroecológicas en SAF con café en fincas de la zona cafetera de Nicaragua.

VARIABLES	COEFICIENTE DE CORRELACIÓN (r)	VALOR p
Índice – Área finca	-0.15	0.68
Índice – Área cafetal	0.02	0.02
Índice – Altitud	0.08	0.08
Índice – Plantas ha ⁻¹	0.59	0.59
Índice – Producción más alta	0.01	0.01
Índice – Producción más baja	0.39	0.39
Índice – Pendiente promedio	0.09	0.09
Índice – Tipo de cobertura	0.57	0.57
Índice - Índice de diversidad de SHaW	0.97	0.97
Índice - Índice de diversidad de Simpson	0.92	0.92

Con un nivel de confianza del 95% se encontró una relación directa pero débil entre el valor del índice integral de indicadores agroecológicos y la variable área del cafetal ($p=0.02$). Esto significa que aumentos en el área del cafetal pueden reflejar aumentos en el índice integral, siempre y cuando se cuente con las condiciones ambientales favorables para el cultivo y se desarrollen buenas prácticas de manejo.

Con un nivel de confianza del 95% se encontró una relación directa débil entre el valor del índice integral de indicadores agroecológicos y la variable producción más alta ($p=0.01$). De manera general puede decirse que aumentos en el valor del índice integral se asocian con aumentos en la producción de café. Las demás variables biofísicas no presentan ningún tipo de relación con el índice integral de indicadores agroecológicos.

5.3.4 Integración indicadores agroecológicos en SAF con café

A un nivel de confianza de 95% se encontró diferencias significativas para el índice integral de indicadores agroecológicos (sumatoria de todos los indicadores) al comparar Sur América (Colombia) y Centroamérica (Costa Rica y Nicaragua) con ($p=0.0005$). De igual manera se encontró diferencias significativas para el índice integral de indicadores agroecológicos (sumatoria de todos los indicadores) para el caso de Colombia entre las fincas piloto y las fincas control ($p=0.0036$).

No se encontró diferencias significativas para el índice integral de indicadores agroecológicos (sumatoria de todos los indicadores) en el caso de Costa Rica entre las

fincas piloto y control ($p=0.2682$). A un nivel de confianza del 95% no se encontró diferencias significativas para el índice integral de indicadores agroecológicos (sumatoria de todos los indicadores) entre Costa Rica y Nicaragua ($p=0.7052$) (Figura 14).

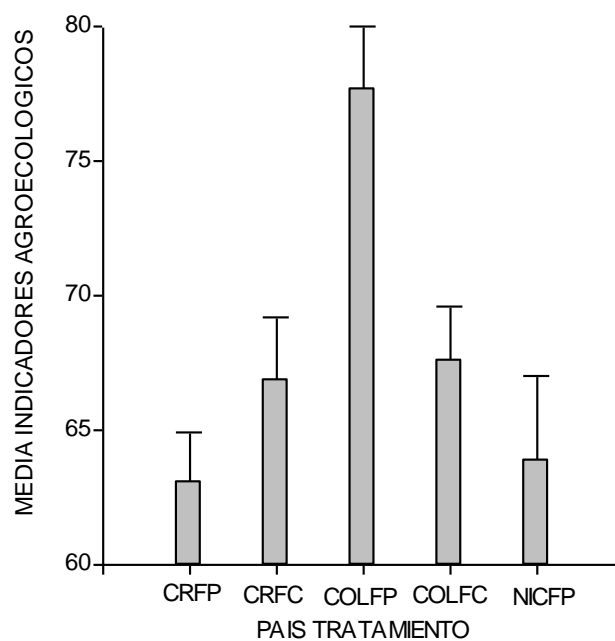


Figura 14. Medias de indicadores agroecológicos en SAF con café para los diferentes tratamientos por país (fincas piloto y control), zona cafetera de Colombia, Costa Rica y Nicaragua. CRFP: Costa Rica fincas piloto, CRFC: Costa Rica fincas control, COLFP: Colombia fincas piloto, COLFC: Colombia fincas control, NICFP: Nicaragua fincas piloto.

Dado que la evaluación que se hace en la presente investigación se enfoca en los SAF, cobra relevancia conocer el desempeño de los indicadores agroecológicos estado del cultivo y calidad de suelos con relación a los indicadores del componente arbóreo o estrato de sombra (nivel de sombra total, nivel de sobreposición y distribución de sombra).

El nivel de sombra total en los SAF evaluados para Colombia presenta valores que van desde cafetales sin sombra (0%) hasta cafetales con sombra moderada (25-45%), con valores intermedios poca sombra (<24%) y exceso de sombra (>60%). Los SAF sin sombra, poca sombra y con exceso de sombra presentaron en promedio entre 41-60% de plantas en estado productivo. Mientras que los SAF con sombra moderada presentaron en promedio entre 41-80% de plantas en estado productivo, esta diferencia puede deberse a los niveles de

distribución de sombra y sobreposición. Al combinar una sombra moderada y un bajo nivel de sobreposición se encontró entre 61-80% de plantas en estado productivo, mientras que al combinar la sombra moderada con un nivel alto de sobreposición el estado productivo se ubicó entre 41-60% disminuyendo en un 20% aproximadamente.

En Costa Rica los niveles de sombra encontrados varían desde poca sombra (<24%) hasta sombra media (45-59%). La sombra media con más de 2% de sobreposición presentó entre 41-60% de plantas productivas, el mismo nivel de sombra con bajo nivel de sobreposición incrementó en 20% la proporción de plantas en estado productivo. Niveles medios de sombra (45-59%) y sombra moderada (25-45%) con altos niveles de sobreposición (más de 2%) caracterizan los SAF evaluados en Nicaragua, estos niveles de sombra coinciden con diagnósticos productivos que oscilan desde menos de 20% de plantas productivas Hasta 60% de plantas en estado productivo.

Angrand *et ál.* (2004) encontraron en ensayos realizados en condiciones subóptimas en el Sur de Costa Rica, que los cafetos desarrollados bajo SAF con manejo de sombra regulada presentaron mejores crecimientos en altura, largo no lignificado de bandola, área foliar por bandola y diámetro del tallo del cuello del cafeto que estos medidos a plena exposición solar. Además explican como la regulación en el microambiente que se experimenta en los SAF induce la mayor permanencia de hojas y un mejor desarrollo de los cafetales. Una sombra excesiva o mal regulada puede generar competencia entre los árboles y el café, principalmente por nutrientes, agua y radiación solar, en detrimento de su desarrollo vegetativo y reproductivo (Beer 1987, Beer *et ál.* 1998). Mientras que una sombra moderada puede favorecer una mejor recuperación diaria de las plantas de café y optimizar su asimilación neta total durante gran parte del día (Siles *et ál.* 2002), incrementar el tiempo de permanencia de las hojas, así como un área mayor por hoja (Aguilar 2000).

En Colombia los cafetales con bajo niveles de sombra presentaron todas las enfermedades dentro del nivel crítico, mientras que los cafetales a plena exposición solar y con niveles moderados de sombra presentaron por lo menos el 50% de las enfermedades abajo del nivel crítico, es decir, un mejor estado fitosanitario comparado con el registrado en bajos niveles de sombra. En Costa Rica y Nicaragua niveles medios de sombra con más del 2% de sobreposición incrementaron la incidencia de plagas y enfermedades, se observó que al disminuir el nivel de sobreposición disminuye también el nivel de incidencia. Las

especies de sombra ejercen una acción reguladora sobre la cantidad de luz, temperatura, lluvia, humedad y viento, que modifican el microclima dentro de los SAF, como consecuencia se puede favorecer o perjudicar el desarrollo de las plagas y enfermedades (Montagnini *et ál.* 1992, Schroth *et ál.* 2000). En los cafetales con niveles bajos de sombra y sin sombra se presentó la mayor incidencia de *Cercospora Coffeicola*, esto probablemente relacionado con el estrés que sufren las plantas a pleno sol y a posibles deficiencias nutricionales (Guharay *et ál.*, 2000).

Uno de los indicadores físicos de compactación de suelos es la resistencia a la penetración (RP), para la zona de estudio en Colombia se encontró en promedio valores entre 1.1 – 1.9 Kg cm⁻². En Costa Rica en condiciones de poca sombra se encontraron valores de RP > 3.0 Kg cm⁻² y para Nicaragua valores de RP ≤ 1.0 Kg cm⁻². Sadeghian *et ál* (1999) en estudios realizados en el departamento del Quindío, zona cafetera colombiana encontraron para cultivos de café tradicional RP de 1.24 Kg cm⁻², para suelos destinados a ganadería de ceiba (ganadería de engorde) RP de 3.0 Kg cm⁻² y para bosque nativo RP de 0.6 Kg cm⁻².

Los indicadores biológicos hacen parte del conjunto de aspectos para medir la calidad de los suelos, la presencia de macrofauna como las lombrices de tierra influyen los procesos biológicos, el ciclaje de nutrientes y la estructura del suelo, disminuyen la densidad del suelo, aumentan el espacio poroso, y mejoran la estructura de los agregados (Knoepp *et ál.* 2000, Decaens *et ál.* 2003, Sánchez de León y Zou 2004). Las fincas evaluadas en Colombia presentan en promedio desde 40 hasta más de 100 lombrices m⁻², en Costa Rica y Nicaragua se registraron menos de 39 lombrices m⁻². Es importante considerar que las evaluaciones en Colombia se realizaron en época de lluvias y que los suelos se encontraban cerca de la capacidad de campo, mientras que las evaluaciones en Costa Rica y Nicaragua coincidieron con la época seca. Sin embargo para los tres países los valores son inferiores a los encontrados por Feyoo *et ál.* (2003) quienes en su ensayo realizado en Colombia en época seca encontraron en cultivo tradicional de café un promedio de 498 lombrices m⁻².

La distribución de las lombrices dentro del perfil del suelo está determinada por los factores abióticos como la humedad y la temperatura y bióticos como su comportamiento,

la humedad del suelo es un factor esencial que determina el grado de actividad y la localización de las lombrices en el suelo, ya que son animales de respiración cutánea que extraen del suelo el agua que ingieren (Martín y Lavelle 1992, Jiménez *et ál.* 2003).

En Colombia el tipo de cobertura predominante se caracteriza por una proporción entre el 40-79% de buenas hierbas y hojarasca. En Costa Rica y Nicaragua se encuentran coberturas entre 60 hasta más de 80% de buenas hierbas y hojarasca, y en contraste entre 60-79% de malas hierbas y suelo desnudo. Attridge (1990); Kozlowski *et ál.* (1991) citados por Guharay *et ál.* (2000) relacionan los efectos de la sombra sobre los niveles tróficos presentes en el cafetal, sobre los autótrofos o hierbas acompañantes. La sombra reduce la cantidad de radiación solar que llega al sistema en porcentajes que varían desde un 20-80% lo cual altera la latencia de semillas en el suelo, así como la arquitectura de las plantas en los estratos inferiores. En cafetales a pleno sol el crecimiento de plantas en otros estratos es mayor dada la disposición de luz solar. Cafetales bajo sombra normalmente tienen menos presencia de hierbas espontáneas de acción perjudicial para el cultivo ya que compiten por agua y nutrientes (Nestel y Altieri 1992). Se ha reportado también crecimiento de cierta cobertura natural que protege el suelo en cafetales bajo sombra, así como especies nocivas como bejucos y trepadoras que pueden afectar el café y son favorecidas por la sombra (Staver 2001).

La evidencia de procesos erosivos permite observar que en las fincas evaluadas tanto las especies de sombra como la cobertura del suelo ejercen una función de protección del mismo frente a los procesos erosivos. Los valores encontrados evidencian procesos de erosión laminar incipiente para el caso de los hogares evaluadas en Colombia, esto en relación con el tipo de cobertura encontrado (predominio de buenas hierbas y hojarasca) y que resulta positiva si se consideran que el rango de pendiente del suelo está entre 23-76.5%. Arellano *et ál.*(sf) en su ensayo encontraron que el tratamiento café con árboles fue más eficiente al controlar la erosión hídrica, una vez que fue un 97% más efectiva que el barbecho desnudo, un 49% que el café con frutales y un 23% más que el café sin sombra. En los casos de Costa Rica y Nicaragua se encontró evidencias de erosión laminar y en surcos ambos en nivel incipiente, esto en relación con el predominio de cobertura del suelo con alto porcentaje (60-79%) de malas hierbas y suelo desnudo; mientras que en suelos que

con coberturas de más de 80% de buenas hierbas y hojarasca no se encontró evidencia de erosión, La cobertura del suelo disminuye la erosión dado que aumenta la capacidad de absorción e infiltración del agua (DaMatta y Rena, 2002).

El espesor de la capa de hojarasca contribuye a explicar los resultados de los dos indicadores anteriores, en promedio para los hogares evaluadas se encontró un predominio de capas de hojarasca de +/- 3.0 cm de espesor para los tres países. Arellano *et ál.* (sf) en su ensayo encontraron que el tratamiento café con árboles a pesar de presentar la mayor pendiente (42%) la pérdida de suelo fue baja, esto relacionado con la presencia de una cobertura de hojarasca.

5.3.5 Sistemas agroforestales con pasturas caso Colombia

5.3.5.1 Caracterización tipos de cobertura

Se caracterizaron los grupos de pasturas de acuerdo al tipo de cobertura y estructura de paisaje existente. Se utilizó una adaptación de la descripción de grupos de cobertura propuesta por Murgueitio et ál. (2003) que considera los tipos de vegetación y su relación con respecto a las pasturas (Cuadro 16).

En las 20 fincas evaluadas se encontraron tres tipos de cobertura: pastura natural sin árboles (PNSA), pastura natural con baja densidad de árboles (PNBDA), y bancos forrajeros de gramíneas (BFG). En tres fincas se encontró de manera simultánea dos tipos de cobertura, una que representa la mayor extensión (PNBDA) y otra complementaria (BFG) (Cuadro 25). El tipo de cobertura más abundante es (PNBDA) presente en 19 de las fincas evaluadas.

Cuadro 25. Tipos de cobertura en SAF con pasturas encontrados en 10 fincas piloto y 10 fincas control en la zona cafetera de Colombia.

TIPO DE COBERTURA	NÚMERO DE FINCAS
Pastura natural sin árboles	1
Pastura natural con baja densidad de árboles	19
Bancos forrajeros de gramíneas	3

5.3.5.2 Indicadores agroecológicos en pasturas

Cuadro 26. Análisis de varianza para los indicadores agroecológicos evaluados en SAF con pasturas en fincas piloto y control en la zona cafetera de Colombia.

VARIABLES	TRATAMIENTOS		VALOR p
	Fincas Piloto	Fincas Control	
Cobertura arbórea	2.70	3.70	0.7784
Densidad de árboles	4.90	5.50	0.8370
Composición botánica	8.80	8.20	0.2514
Cobertura del suelo	7.80 a	6.60 a	0.0212
Compactación de suelos	4.60	4.80	0.9255
Densidad de lombrices	8.30	7.90	0.6865
Evidencia procesos erosivos	7.20	6.70	0.9666

* Datos en filas con letras distintas implican diferencias significativas (prueba de Kruskal Wallis, $p < 0.10$).

Las fincas piloto y control no presentaron diferencias significativas ($p > 0.10$) para el grupo de indicadores agroecológicos evaluados en los SAF con pasturas (Cuadro 26). De acuerdo al indicador densidad de árboles, los SAF evaluados en ambos tipos de fincas (piloto y control) tienen alrededor de 30 árboles ha^{-1} .

La composición botánica de estas pasturas se caracteriza por un 50-80% de pastura natural, y entre un 5-15% de especies de hoja ancha. El indicador cobertura del suelo señala que aproximadamente entre un 16-30% del suelo está sin cobertura, lo cual corresponde con niveles de erosión laminar incipiente y en surcos incipiente observados en los sistemas evaluados (Figura 15).

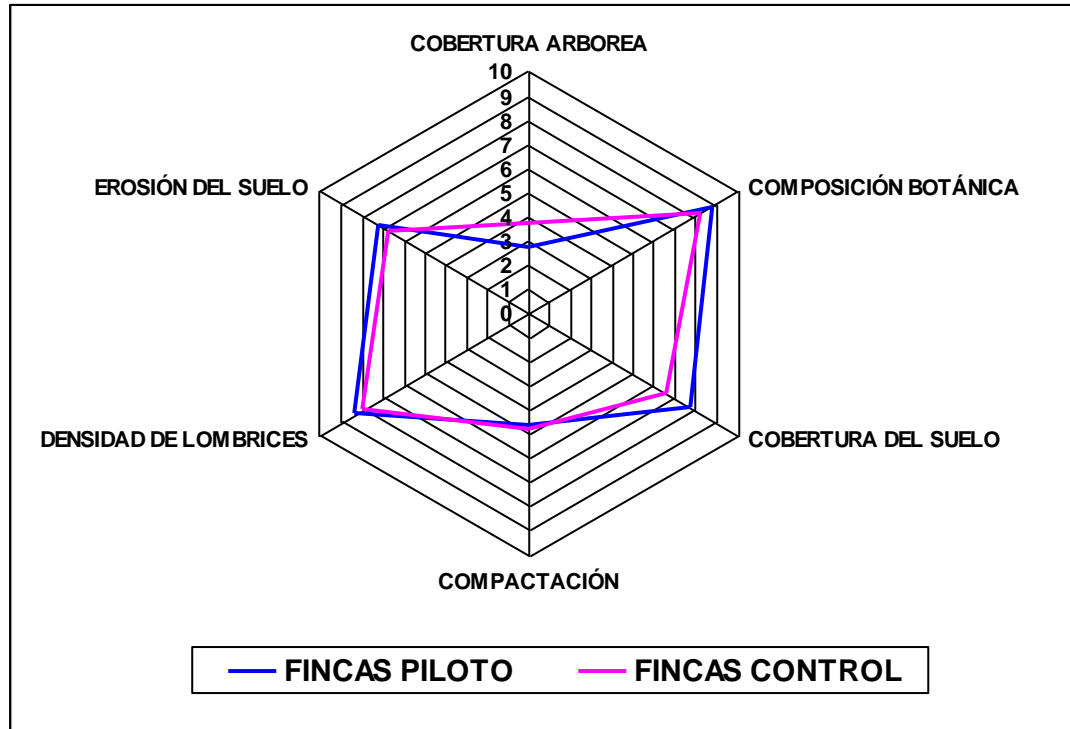


Figura 15. Integración de indicadores agroecológicos en Sistemas Agroforestales con pasturas para fincas piloto y fincas control en la zona cafetera de Colombia.

5.3.5.3 Relación de indicadores agroecológicos con otras variables

Con un nivel de confianza del 95% no se encontró ningún tipo de relación entre el índice integral de indicadores agroecológicos y las variables biofísicas consideradas. Estos resultados le dan a los indicadores agroecológicos en pasturas en el caso de los hogares evaluadas para Colombia una condición de independencia con respecto al área de la finca y de las pasturas, la altitud o elevación en msnm, la pendiente promedio del suelo, el tipo de cobertura y los índices de diversidad estimados. En este sentido es de esperarse que la calificación de los indicadores agroecológicos esté relacionada con las labores de manejo, con los tipos de pasturas, la unidad de carga animal, las condiciones climáticas y propiedades generales de los suelos (Cuadro 27).

Cuadro 27. Correlación entre el índice integral de indicadores y variables agroecológicas en SAF con pasturas en fincas de la zona cafetera de Colombia.

VARIABLES	COEFICIENTE DE CORRELACIÓN (r)	VALOR p
Índice - Área de la finca	0.45	0.05
Índice - Área pastura	0.37	0.11
Índice - Altitud	0.18	0.45
Índice - Pendiente promedio del suelo	-0.27	0.24
Índice - Tipo de cobertura	-0.28	0.23
Índice - Índice de diversidad de SHaW	0.19	0.47
Índice - Índice de diversidad de Simpson	0.32	0.23

5.3.6 Sistemas agroforestales con pasturas caso Costa Rica

5.3.6.1 Caracterización tipos de cobertura

Se caracterizaron los grupos de pasturas de acuerdo al tipo de cobertura y estructura de paisaje existente, se utilizó una adaptación de la descripción de grupos de cobertura propuesta por Murgueitio et ál. (2003) que considera los tipos de vegetación y su relación con respecto a las pasturas (Cuadro 16).

Cuadro 28. Tipos de cobertura en SAF con pasturas encontrados en 10 fincas piloto y 10 fincas control en la zona cafetera de Costa Rica.

TIPO DE COBERTURA	NÚMERO DE FINCAS
Pastura natural baja densidad de árboles	7
Pastura mejorada baja densidad de árboles	12

En las 19 fincas evaluadas se encontraron dos tipos de cobertura, la más abundante representante en 12 fincas es pastura mejorada con alta densidad de árboles (PMADA), mientras que el 7 fincas se encontró pastura natural con baja densidad de árboles (PNBDA) y (Cuadro 28).

5.3.6.2 Indicadores agroecológicos en pasturas

Cuadro 29. Análisis de varianza para los indicadores agroecológicos evaluados en SAF con pasturas en fincas piloto y control en la zona cafetera de Costa Rica.

VARIABLES	TRATAMIENTOS		VALOR p
	Finca Piloto	Finca Control	
Cobertura arbórea	1.00	1.00	0.1323
Densidad de árboles	1.90 ab	1.00 a	0.0098
Composición botánica	10.00 c	8.44 ab	0.0001
Cobertura del suelo	6.10 ab	5.78 a	0.0001
Compactación de suelos	2.60 a	1.22 ab	0.0001
Densidad de lombrices	1.60 a	1.89 a	0.0001
Evidencia procesos erosivos	7.90	8.22	0.1678

* Datos en filas con letras distintas implican diferencias significativas (prueba de Kruskal Wallis, $P < 0.10$).

Las fincas piloto y control evaluadas en los SAF con pasturas en la zona de estudio en Costa Rica presentan diferencias significativas ($p=0.0001$) para el indicador composición botánica (Cuadro 29). En las fincas piloto en promedio la pastura esta representada en más del 80% por especies de pasto mejorado y natural y menos del 5% se encuentra cubierto por especies de hoja ancha, condición considerada como deseada para una pastura. Las fincas control por su parte muestran en promedio entre un 50-80% de pastura mejorada o natural y entre 5-15% de especies de hoja ancha (Figura 16).

Para algunos de los indicadores agroecológicos a pesar de encontrarse diferencias ($p < 0.10$) estas no alcanzan a ser significativas. Es importante resaltar que estos SAF se caracterizan por presentar entre 0-15 árboles ha^{-1} tanto en fincas piloto como fincas control.

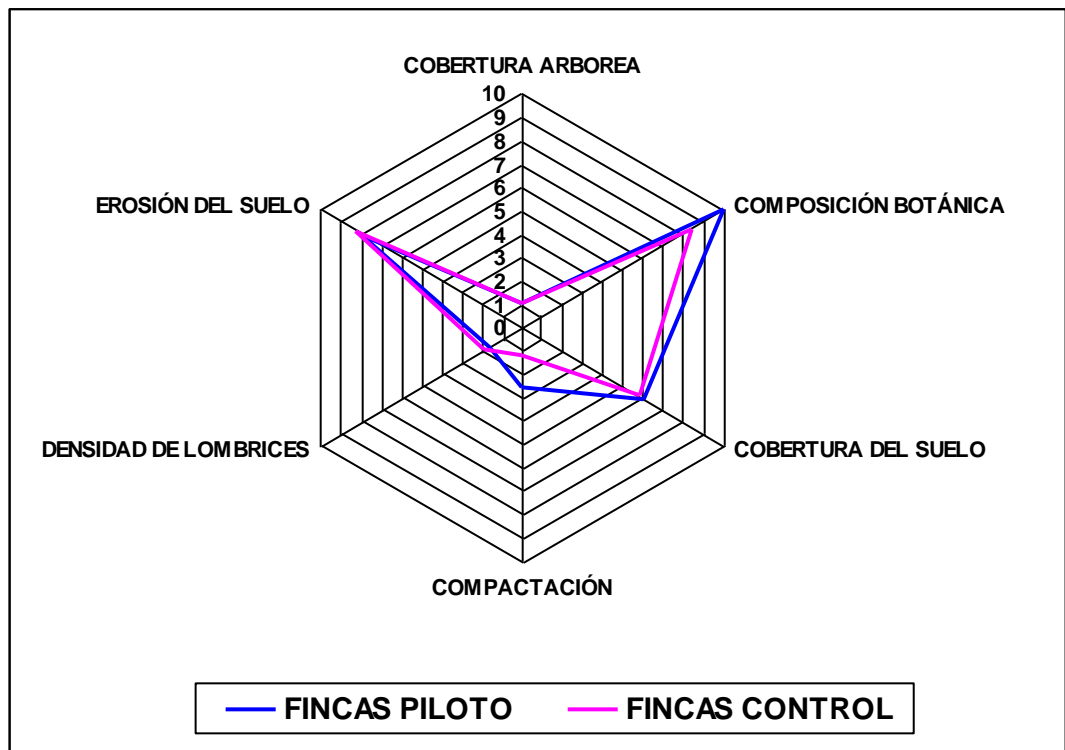


Figura 16. Integración de indicadores agroecológicos en Sistemas Agroforestales con pasturas para fincas piloto y fincas control en la zona cafetera de Costa Rica.

5.3.6.3 Relación de indicadores agroecológicos con otras variables

Con un nivel de confianza del 95% se encuentra una relación moderada positiva entre el índice integral de indicadores agroecológicos en pasturas y la variable altitud ($p=0.03$), lo cual indica que se evidenció un efecto positivo de la altitud sobre la evaluación de los indicadores agroecológicos, los hogares ubicadas a mayor altitud presentaron una mejor calificación en los diferentes indicadores (Cuadro 30).

Cuadro 30. Correlación entre el índice integral de indicadores y variables agroecológicas en SAF con pasturas en fincas de la zona cafetera de Costa Rica

VARIABLES	COEFICIENTE DE CORRELACIÓN (r)	VALOR p
Índice - Área de la finca	0.17	0.48
Índice - Área pastura	0.23	0.37
Índice - Altitud	0.49	0.03
Índice - Pendiente promedio del suelo	-0.35	0.14
Índice - Tipo de cobertura	-0.47	0.09
Índice - Índice de diversidad ShaW	0.46	0.13
Índice - Índice de diversidad Simpson	-0.05	0.87

5.3.7 *Sistemas agroforestales con pasturas en Nicaragua*

5.3.7.1 **Caracterización tipos de cobertura**

Se caracterizaron los grupos de pasturas de acuerdo al tipo de cobertura y estructura de paisaje existente, se utilizó una adaptación de la descripción de grupos de cobertura propuesta por Murgueitio et ál. (2003) que considera los tipos de vegetación y su relación con respecto a las pasturas. En las 10 fincas evaluadas se encontraron cuatro tipos de cobertura: pasturas degradadas (PD), pastura natural sin árboles (PNSA), pastura natural con baja densidad de árboles (PNBDA) y pastura mejorada con baja densidad de árboles PMBDA (Cuadro 31).

Cuadro 31. Tipos de cobertura en SAF con pasturas encontrados en 10 fincas piloto y 10 fincas control en la zona cafetera de Nicaragua.

TIPO DE COBERTURA	NÚMERO DE FINCAS
Pasturas degradadas	1
Pastura natural sin árboles	1
Pastura natural con baja densidad de árboles	4
Pastura mejorada con baja densidad de árboles	4

5.3.7.2 **Indicadores agroecológicos en pasturas**

En la zona cafetera de Nicaragua solo fueron evaluadas 10 fincas piloto, por lo cual no se cuenta con la información de las 10 fincas control para realizar la comparación entre estos tratamientos. A manera ilustrativa se presenta el comportamiento de los indicadores agroecológicos evaluados en esta zona de estudio (Figura 17).

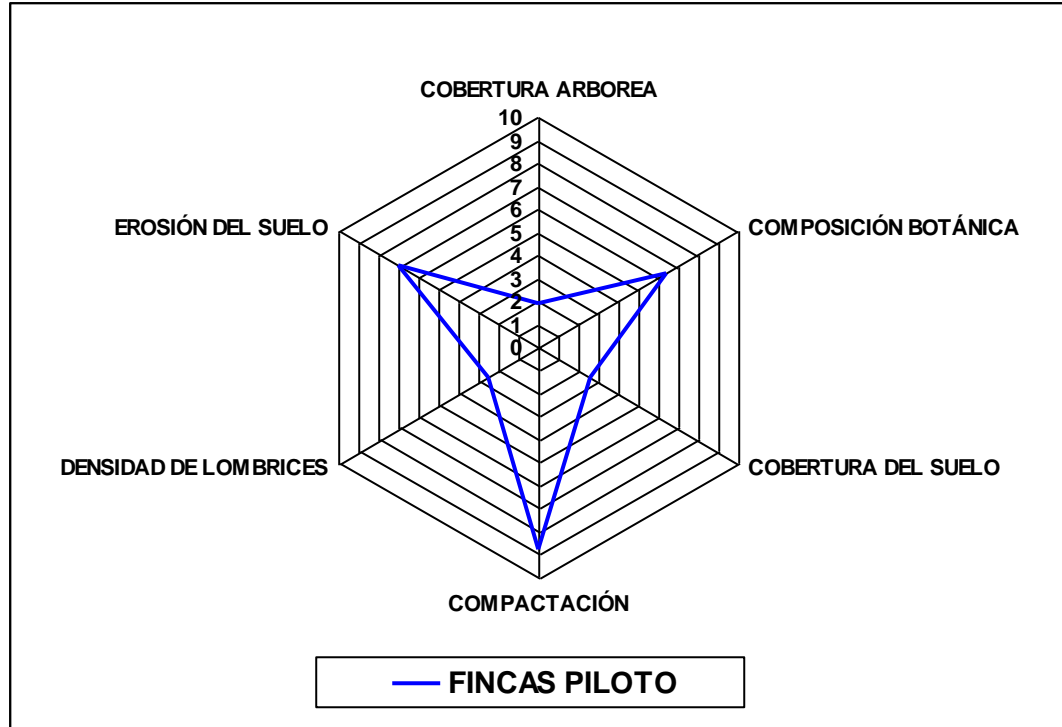


Figura 17. Integración de indicadores agroecológicos en Sistemas Agroforestales con pasturas para fincas piloto en la zona cafetera de Nicaragua.

5.3.7.3 Relación de indicadores con variables agroecológicas

Con un nivel de confianza del 95% se encontró relación directa moderada entre el índice integral de indicadores agroecológicos en pasturas y la variable tipo de cobertura ($p=0.03$), en este sentido los tipos de vegetación existentes y su relación con respecto a las pasturas pueden influir en el comportamiento de los indicadores agroecológicos (Cuadro 32).

Cuadro 32. Correlación entre el índice integral de indicadores y variables agroecológicas en SAF con pasturas en fincas de la zona cafetera de Nicaragua.

VARIABLES	COEFICIENTE DE CORRELACIÓN (r)	VALOR p
Índice - Área de la finca	-0.12	0.74
Índice - Área pastura	-0.42	0.23
Índice - Altitud	0.08	0.82
Índice - Pendiente promedio del suelo	-0.19	0.6
Índice - Tipo de cobertura	0.69	0.03
Índice - Índice de diversidad SHaW	0.63	0.05
Índice - Índice de diversidad Simpson	-0.17	0.63

5.3.8 Integración entre indicadores agroecológicos para SAF con pasturas

A un nivel de confianza de 95% se encontraron diferencias significativas entre Sur América (Colombia) y Centroamérica (Costa Rica y Nicaragua) con ($p < 0.0001$). No se encontraron diferencias significativas en el caso de Colombia entre las fincas piloto y control ($p = 0.7739$). No se encontró diferencia significativa en el caso de Costa Rica entre las fincas piloto y control ($p = 0.2738$). No se encontró diferencia al comparar los casos de Centroamérica, es decir, a un nivel de confianza del 95% no se encontraron diferencias significativas entre Costa Rica y Nicaragua ($p = 0.5183$) (Figura 18).

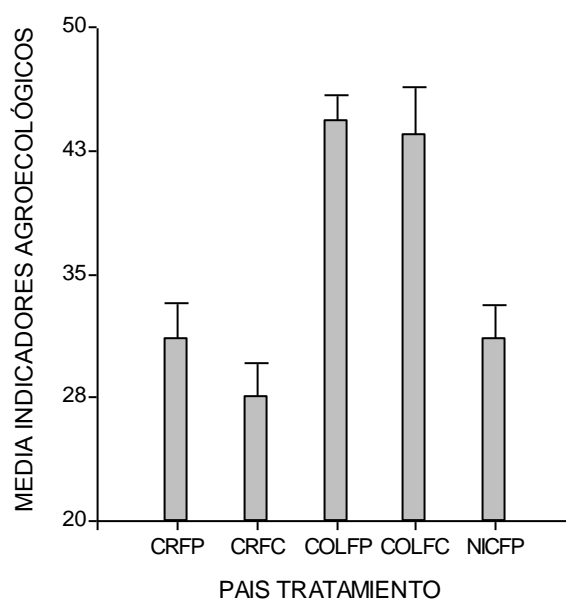


Figura 18. Medias de indicadores agroecológicos en SAF con pasturas para los diferentes tratamientos por país (fincas piloto y control), zona cafetera de Colombia, Costa Rica y Nicaragua. CRFP: Costa Rica fincas piloto, CRFC: Costa Rica fincas control, COLFP: Colombia fincas piloto, COLFC: Colombia fincas control, NICFP: Nicaragua fincas piloto.

Para Costa Rica y Nicaragua se encontró un predominio de densidad de árboles entre 0-15 árboles ha^{-1} , mientras que en el caso de Colombia se estima en promedio una densidad de alrededor de 30 árboles ha^{-1} (la más alta en las tres zonas de estudio) que corresponde al tipo de cobertura pastura con baja densidad de árboles de acuerdo con Murgueitio *et ál.* (2003).

De acuerdo con McLennan y Bazill (1995) de manera tradicional se encuentran árboles asociados a las pasturas, los productores a través de su experiencia perciben y

reconocen sus beneficios económicos, ecológicos y ambientales. Souza de Abreu *et ál.* (2000) reportaron una densidad de árboles dispersos en pasturas de 12-22 árboles ha⁻¹ en el trópico húmedo de Costa Rica, mientras que para el trópico seco de Nicaragua reportaron entre 14-82 árboles ha⁻¹. Villanueva *et ál.* (2003) en su estudio realizado en la zona de Cañas en Costa Rica reportó una densidad de 13.9 árboles ha⁻¹ en sistemas pequeños de producción de carne.

El nivel de degradación de pasturas considerado como un cambio negativo en la condición de las pasturas, está asociada con cambios ecológicos y ambientales y con la disminución en la calidad de las pasturas (Szott *et ál.* 2000). La composición botánica de la pastura, el porcentaje de cobertura del suelo y el nivel de erosión son algunos de los factores que permiten medir el nivel de degradación de las pasturas. La composición botánica de las pasturas tuvo un comportamiento bastante similar para Colombia y Costa Rica, entre el 50-80% del suelo con cobertura vegetal deseada (pastura natural o mejorada) en algunos casos, y potreros donde más del 80% de la cobertura corresponde a pastos deseados para la alimentación animal. En Nicaragua se encontró pastizales con coberturas entre el 50-80% y el 20-50% de pasturas naturales y mejoradas.

El porcentaje de suelo sin cobertura se estimó entre 1-30% para los hogares de Colombia y entre 1-49% para los hogares evaluadas en Costa Rica y Nicaragua, este factor relacionado con las pendientes encontradas entre 5-60% para la zona de estudio en Colombia, 5-70% para Costa Rica y 9-46% para Nicaragua explica en parte los niveles de erosión encontrados para los tres países y que corresponden con erosión laminar incipiente y erosión en surcos incipiente.

La densidad de lombrices fue superior en los hogares evaluadas en Colombia donde se encontraron pastizales con 40 lombrices m⁻² hasta más de 100 lombrices m⁻² (época de lluvias), en Costa Rica y Nicaragua las densidades fueron menores a 39 lombrices m⁻² (época seca). Las densidades encontradas en los tres países son inferiores a las reportadas por Decaens *et ál.* (2003a) en su estudio realizado en los Llanos orientales de Colombia quienes encontraron en pastizales de *Brachiaria decumbens* 231 lombrices m⁻², en pastizales de *Brachiaria decumbens* en asocio con especies leguminosas 139 lombrices m⁻². Jiménez *et ál.* (2003a) encontraron densidad media anual de 80.1 lombrices m⁻² con fluctuación entre 24 y 215.8 lombrices m⁻².

5.4 Conclusiones

El concepto de agroecosistema ofrece un marco de referencia para el análisis y entendimiento de los sistemas agroforestales con café y pasturas, una vez que permite el análisis integral de sus componentes y de las interrelaciones entre ellos,

La utilización de indicadores agroecológicos relacionados con la salud del suelo, estado del cultivo y estado de la sombra; constituyen una herramienta metodológica viable para el monitoreo y evaluación de la sustentabilidad agroambiental de los sistemas agroforestales con café y pasturas presentes en fincas de zonas cafeteras de Colombia, Costa Rica y Nicaragua. Los indicadores agroecológicos aplicados permiten conocer efectos que los diferentes sistemas de manejo tienen sobre el desarrollo y estado productivo del cultivo de café, la incidencia de plagas y enfermedades, y aspectos de calidad de suelos, como cobertura, densidad de lombrices, procesos erosivos y compactación. Así mismo, permitieron evaluar en los sistemas agroforestales con pasturas la densidad y cobertura arbórea y aspectos de calidad de suelos compactación, densidad de lombrices y procesos erosivos.

La presente investigación permitió establecer una línea base de sustentabilidad agroambiental mediante la evaluación de indicadores agroecológicos en sistemas agroforestales con café y pasturas en fincas piloto y control de la zona cafetalera de Colombia, Costa Rica y Nicaragua. Esta información se constituye en el punto de referencia para la futura evaluación y monitoreo de los indicadores agroecológicos dentro del proyecto FONTAGRO, una vez se implementen las Escuelas de Campo en las fincas piloto y con ellas las innovaciones tecnológicas en el manejo de los sistemas agrosilvopastoriles.

La sustentabilidad agroambiental de los sistemas agroforestales con café y pasturas de acuerdo al monitoreo y evaluación de indicadores agroecológicos no presento diferencias en las fincas cafeteras de la zona de estudio. Esto debido a que la comparación de resultados se hizo contrastando las fincas piloto y las fincas control. Para esta primera evaluación no se habían implementado aun las escuelas de campo, mediante las cuales se promueve innovaciones tecnológicas orientadas a mejorar el manejo de los sistemas agroforestales con

café y pasturas. Es de esperar que en futuras evaluaciones y monitores se empiecen a hacer evidentes diferencias asociadas a los tipos de manejo incorporados por los productores en las fincas piloto (fincas de aprendizaje).

Las correlaciones entre los indicadores y las variables agroecológicas no fueron significativas en la presente investigación, lo cual permite establecer que se contó con un conjunto de indicadores robusto y sólido frente a diferencias agroecológicas propias de las zonas de estudio.

5.5 Recomendaciones

Dado el nivel de adopción de los SAF por parte de los hogares cafeteros en las zonas estudiadas de los tres países, es importante ofrecer a técnicos y productores herramientas metodológicas sencillas, prácticas y eficientes para la evaluación y monitoreo de los impactos generados por la incorporación de especies de sombra en sus cultivos.

Es importante familiarizar a los productores con la necesidad de evaluar y monitorear el desarrollo de los sistemas agroforestales, con el fin de contar con información suficiente y necesaria en el momento de toma de decisiones, incorporación de cambios y adopción de nuevas tecnologías.

La evaluación en campo de los indicadores agroecológicos debe complementarse con la descripción general del cultivo al momento de la evaluación (edad, apariencia general en cuanto a nutrición, desarrollo, entre otras) y con la descripción de propiedades físicas del suelo como textura y estructura que pueden ofrecer información importante para la interpretación y entendimiento de los resultados obtenidos.

Si el objetivo es analizar el comportamiento de los indicadores agroecológicos de acuerdo al tipo de manejo utilizado, es importante contar un número mayor de fincas por tipo de manejo. Es decir, con una muestra más significativa para que el análisis sea

representativo y poder establecer si la sustentabilidad agroambiental se debe al tipo de manejo de los sistemas productivos.

5.6 Bibliografía

- Aguilar, A. 2000. Evaluación de sistemas agroforestales con café asociado con *Eucalyptus deglupta* o *Terminalia ivorensis* e implicaciones metodológicas. Tesis M.Sc. Turrialba, CR, CATIE. 73 p.
- Aguilar, A; Guharay, F. 2002. Cómo realizar un diagnóstico productivo en nuestro cafetal. Serie Cuadernos de campo. CATIE. p.19.
- Altieri, M. A; Nicholls, C. I. 2002. Un método agroecológico rápido para la evaluación de la sostenibilidad de cafetales. Manejo Integrado de Plagas y Agroecología. (64):17-24.
- Angrad, J; Vaast, P; Beer, J; Benjamín, T. 2004. Comportamiento vegetativo y productivo de *Coffea arabica* a pleno sol y en tres sistemas agroforestales en condiciones subóptimas en Costa Rica, Agroforestería en las Américas. 41-42: 77-82.
- Arellano, R; Paredes, E; Vásquez, Y. sf. Influencia de la cobertura sobre la erosión en agroecosistemas de café. Scientific registration (1675) Symposium (20).
- Barrantes, R. E. 1999. Investigación. Un Camino al Conocimiento: un enfoque cuantitativo y cualitativo. San José, CR. EUNED. 280 p.
- Beer, J. 1987. Advantages, disadvantages and desirable characteristics of shade trees for coffee, cacao and tea. Agroforestry Systems 5:3-13.
- Beer, J; Muschler, R; Kass, D; Somarraba, E. 1998. Shade management in coffee and cacao plantations. Agroforestry Systems 38:139-164
- Beer, J; Harvey, C; Ibrahim, M; Harmand, J.M; Somarriba, E; Jiménez, F. 2003. Servicios ambientales de los Sistemas Agroforestales. Agroforestería en las Américas 10(37):80-87.
- CATIE; Departamento de Agricultura y Agroforestería; Grupo Ganadería y Manejo del Medio Ambiente GAMMA; Universidad de Caldas; Nitlapan –UCA. 2005. Proyecto “Opciones para la vinculación al mercado y la innovación tecnológica de

sistemas agrosilvopastoriles en zonas cafeteras en Colombia, Costa Rica y Nicaragua. 41 p.

- DaMatta, F. M; Rena. A. B. 2002. Ecofisiología de cafezais sombreados e a pleno sol. *In* Zambolim, L. ed. O estado da arte de tecnologias na producao de café. Universidad Federal de Vicosa. Departamento de Fitopatología. Vicosa – Minas Gerais. 93-124 p.
- Decaens, T; Lavelle, P; Jiménez, J. J; Escobar, G; Rippstein, G; Schneidmull, J; Sanz, J. L; Hoyos, P; Thomas, R. J. 2003. Impacto del uso de la tierra en la macrofauna del suelo de los Llanos Orientales de Colombia. *In* Jiménez, J. J; Thomas, R. El Arado Natural: Las comunidades de macroinvertebrados del suelo en las sabanas neotropicales de Colombia. Cali CO. p 21-45.
- Decaens, T; Galvis, J. H; Amézquita, E. 2003a. Propiedades de las estructuras construidas por los ingenieros del ecosistema en la superficie del suelo de una Sabana Colombiana. *In* Jiménez, J. J; Thomas, R. El Arado Natural: Las comunidades de macroinvertebrados del suelo en las sabanas neotropicales de Colombia. Cali CO. p 171-197.
- De Melo, E.V.F; Hagggar, J. 2005. ¿Cómo analizo y manejo los árboles en mi cafetal? Guía para evaluación con productores (as). Versión preliminar Abril 2005. Turrialba, CR. CATIE – CEDECO. 43 p.
- De Melo, E. V. F. 2005. Evaluación de los sistemas agroforestales con café en fincas vinculadas al consorcio de cooperativas de caficultores de Guanacaste y Montes de Oro- COOCAFE: un aporte a la construcción de la sostenibilidad. Informe final de estudio. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza – CATIE Fundación Café Forestal – FUNCAFOR Consorcio de Cooperativas de Caficultores de Guanacaste y Montes de Oro - COOCAFE Islas de Paz - VECO
- De Melo, E. V. F. 2006 CATIE. Formatos de prácticas y capacitación. Comunicación personal.
- Feyoo, A; Knapq, E. B; Lavelle, P; Moreno, A. G. 2003. Cuantificación de la macrofauna del suelo en una cuenca hidrográfica de Colombia. *In* Jiménez, J. J; Thomas, R. El Arado Natural: Las comunidades de macroinvertebrados del suelo en las sabanas neotropicales de Colombia. Cali CO. p 46-53.

- Guharay, F; Monterrey, J; Monterroso, D; Staver, C. 2000. Manejo integrado de plagas en el cultivo de café. Managua, Nicaragua. Serie Técnica. Manual Técnico No. 44. CATIE. 267 p.
- Guharay, F. 2001. ¿Cómo manejar las plagas y enfermedades en cafetales con sombra? Agroforestería en las Américas 8(29):33-36.
- Gutiérrez, M. A. 1996. Pastos y forrajes de Guatemala: Su manejo y utilización base de la producción animal. Guatemala. P 278-298.
- Henríquez, H. C; Cabalceta, G. A. 1999. Guía práctica para el estudio introductorio de los suelos con un enfoque agrícola. Sociedad Costarricense de la Ciencia del Suelo. San José CR. 110 p.
- Jiménez, F; Muschler, R; Köpsell, E. 2001. Funciones y aplicaciones de Sistemas Agroforestales. Colección Módulos de Enseñanza Agroforestal No. 6. CATIE-GTZ. Turrialba, C.R. 187 p.
- Jiménez, J. J; Moreno, A. G; Decaens, T; Lavelle, P; Fisher, M. J; Thomas, R. J. 2003. Las comunidades de lombrices en las sabanas nativas y en los pastizales introducidos en los Llanos Orientales de Colombia. In Jiménez, J. J; Thomas, R. El Arado Natural: Las comunidades de macroinvertebrados del suelo en las sabanas neotropicales de Colombia. Cali CO. p 57-75.
- Jiménez, J. J; Decaens, T. 2003a. Distribución vertical de las lombrices de tierra en los suelos de los Llanos de Colombia cubiertos por especies forrajeras, In Jiménez, J. J; Thomas, R. El Arado Natural: Las comunidades de macroinvertebrados del suelo en las sabanas neotropicales de Colombia. Cali CO. p 96-113.
- Knoepp, D. J; Coleman, D. C; Crossley, Jr; Clark. 2000. Biological indices of soil quality: an ecosystem case study of their use. Forest Ecology and Management 138:357-368
- Masera, O; Astier, M; López-Ridauro, S. 1999. Sustentabilidad y manejo de Recursos Naturales. El Marco de la evaluación MESMIS. México. 109 p.
- Martin, S; Lavelle, P. 1992. A simulation model of the vertical movements of an earthworm population (*Millsonia anomala*, *Omodeo*, *Megascolecidae*) in an African savanna (Lammto, Ivory Coast). Soil Biol Biochem. 24(12):1419-1424.
- McLennan, A.B; Bazill, J. 1995. Experiencias del proyecto reforestación en fincas ganaderas, con énfasis en aspectos pecuarios. En: Sistemas Pecuarios Sostenibles

- para las Montañas Tropicales. Memorias del IV Seminario Internacional, Cali 13-16 Septiembre 1995, CIPAV-CENDI, Cali, Colombia. pp. 241-248.
- Montagnini, F y colaboradores. 1992. Sistemas Agroforestales: Principios y aplicaciones en los trópicos. Organización para estudios tropicales. San José, CR. 622 p
- Murgueitio, E; Ibrahim, M; Ramírez, E; Zapata, A; Mejía, C; Casasola, F. 2003. Usos de la tierra en fincas ganaderas: guía para el pago de servicios ambientales en el proyecto Enfoque Silvopastoriles integrados para el manejo de ecosistemas. Primera Edición. Editorial Apotema Ltda., Medellín, Colombia. Cali, Colombia. 97 p
- Nestel, D; Altieri, M. 1992. The weed community of Mexican coffee agroecosystems: effect of management upon plant biomass and species composition. *Acta Ecológica* 13:715-726.
- Sadeghian, S; Rivera, J. M.; Gómez M. E. 1999. Impacto de la ganadería sobre las características físicas, químicas y biológicas de suelos en los Andes de Colombia. *Agroforestería para la Producción Animal en América Latina. Estudio FAO Producción y Sanidad Animal Roma Italia.* (143):123-144.
- Sánchez-de León, Y; Zou Xiaming: 2004. Plant influences on native and exotic earthworms during secondary sucesión in old tropical pastures. *Pedobiología* 48:215-216
- Schroth, G; Krauss, U; Gasparotto, L; Duarte, J; Vohland, K. 2000. Pests and diseases in agroforestry systems of the humid tropics. *Agroforestry Systems* 50:199-241
- Siles Gutiérrez, P; Vaast, P. 2002. Comportamiento fisiológico del café asociado con *Eucalyptus deglupta*, *Terminalia ivorensis* o sin sombra. *Agroforestería en las Américas* 9(35-36): 44-49.
- Szott, L; Ibrahim, M; Beer, J. 2000. The hamburger connection hangover: cattle pasture land degradation and alternative land use in Central America. Turrialba, CR, CATIE. Serie Técnica 313. 71 p.
- Souza, MH; Ibrahim, M; Harvey, C; Jiménez, F. 2000. Caracterización del componente arbóreo en los sistemas ganaderos de La Fortuna de San Carlos, Costa Rica. *Agroforestería en las Américas* 7(26): 53-56.
- Staver, C. 2001. ¿Cómo tener más hierbas de cobertura y menos malezas en nuestros cafetales? *Agroforestería en las Américas* 8(29):30-32

- Villanueva, C; Ibrahim, M; Harvey, C; Esquivel, H. 2003. Topologías de fincas con ganadería bovina y cobertura arbórea en pasturas en el trópico seco de Costa Rica. *Agroforestería de las Américas*. 10(39-40).
- Villanueva, C; Tobar, D; Ibrahim, M; Casasola, F; Barrantes, J; Arguedas, R. 2007. Árboles dispersos en potreros en fincas ganaderas del Pacifico Central de Costa Rica. *Agroforestería en las Américas* 45:12-20.

ANEXOS

Anexo 1. Formato de encuesta capitales cultural y político.

1. ASPECTOS GENERALES		
1.1 Nombre propietario:	1.2 Nombre finca:	
1.3 Localización		
Departamento:	Municipio:	Vereda:
Altitud:	Coordenadas:	Fecha:
2. CAPITAL CULTURAL		
<p>2.1 ¿Cómo aprendió a manejar su cultivo de café y pastos en asocio con otras especies?</p> <p>01() conocimiento familiar transmitido por los padres o parientes</p> <p>02() con los vecinos</p> <p>03() conociendo alguna experiencia se motivo a hacerlo</p> <p>04() en capacitación con organizaciones</p> <p>05() otra forma Cuál: _____</p>		
<p>2.2 ¿Considera importante transmitir sus conocimientos sobre el manejo de los SAF a sus hijos y familiares?</p> <p>Si ___ No___</p> <p>¿Lo hace? Si ___ No___</p> <p>¿Cómo lo hace? _____</p>		
<p>2.3 ¿Comparte usted sus conocimientos sobre el manejo de los SAF con otras personas?</p> <p>Si ___ No___</p> <p>¿Con quién o con quienes? _____</p> <p>¿Cómo lo hace?</p> <p>01() visitando otras fincas</p> <p>02() en talleres de capacitación</p> <p>03() cotando sus experiencias</p> <p>04() compartiendo material escrito</p> <p>05() otra forma Cuál: _____</p>		
<p>2.4 ¿Cómo selecciona las especies que asocia al cafetal?</p> <p>01() por su uso futuro en la finca</p> <p>02() por recomendación de otra persona</p> <p>03() por que dispone de semillas o material propagativo</p> <p>04() otra Cuál: _____</p>		
<p>2.5 ¿Cómo selecciona las especies que asocia a las pasturas?</p> <p>01() por su uso futuro en la finca</p> <p>02() por recomendación de otra persona</p> <p>03() por que dispone de semillas o material propagativo</p> <p>04() por el bienestar de los animales</p> <p>05() otra Cuál: _____</p>		

<p>2.5 ¿Qué función considera usted cumplen las especies asociadas al café?</p> <p>01() sombra benéfica para el cultivo</p> <p>02() protección del suelo</p> <p>03() aporte materia orgánica</p> <p>04() atrae fauna y conserva la biodiversidad</p> <p>05() otras Cuáles: _____</p> <p>_____</p>
<p>2.6 ¿Qué función considera usted cumplen las especies asociadas a los pastos?</p> <p>01() sombra benéfica para el cultivo</p> <p>02() protección del suelo</p> <p>03() aporte materia orgánica</p> <p>04() atrae fauna</p> <p>05() bienestar para los animales</p> <p>06() otras Cuáles: _____</p> <p>_____</p>
<p>2.6 ¿Cómo evalúa o valora usted el efecto de las especies asociadas a sus cultivos?</p> <p>01() por el estado de desarrollo del cultivo (café y pasturas)</p> <p>02() por la producción de café y de pastos</p> <p>03() por que le sirven como madera, frutos, leña</p> <p>04() otras Cuáles: _____</p>
<p>2.7 ¿Cómo ha sido el comportamiento de la producción en los últimos 3 años? (regular/irregular, muy buena/ buena/ mala)</p> <p>3 años: _____ 2 años: _____ 1 año: _____</p>
<p>2.8 ¿Cada cuánto recuerda usted se presenta una mala cosecha de café en su finca?</p> <p>_____</p>
<p>2.9 ¿En qué lugar comercializa sus productos?</p> <p>_____</p> <p>¿Cuál es la distancia al lugar donde comercializa sus productos?</p> <p>_____</p>
<p>2.10 ¿Qué factores influyen en la toma de decisiones de lo que usted hace en la finca?</p> <p>01() disponibilidad de mano de obra</p> <p>02() disponibilidad de capital fijo/dinero</p> <p>03() los precios en el mercado</p> <p>04() el estado de las vías y la distancia a los sitios de mercado</p> <p>05() la tradición familiar</p> <p>06() otras Cuáles: _____</p>
<p style="text-align: center;"><i>3. CAPITAL POLÍTICO</i></p>
<p>3.1 Cuáles organizaciones trabajan en la zona?</p> <p>_____</p>

<p>3.2 Participa usted o algún miembro de su familia en organizaciones o instituciones gubernamentales? Si ___ No ___ Cuales: _____</p>
<p>3.3 Pertenece usted o algún otro miembro de la familia a otro tipo de organización? Si ___ No ___ Cual o cuales: _____</p>
<p>3.4 Ha ocupado usted o algún miembro de la familia un cargo dentro de una organización? Si ___ No ___ Cual: _____</p>
<p>3.5 ¿Tiene conocimiento de los programas o proyectos que desarrollan las organizaciones y que se relacionan con su actividad productiva? Si ___ No ___ Cual o cuales: _____</p>
<p>3.6 ¿Tiene conocimientos de regulaciones o leyes que afecten positiva o negativamente sus sistemas de producción? Si ___ No ___ Cual o cuales: _____</p>

Anexo 2 Escalas de desempeño indicadores agroecológicos

Escalas de desempeño de indicadores agroecológicos en SAF con café

Cuadro Diagnóstico productivo de café

DESCRIPTOR	ESCALA
Más del 81% de las plantas en estado productivo	10
Entre el 61% - 80% de las plantas en estado productivo	8
Entre el 41% - 60% de las plantas en estado productivo	6
Entre el 21% - 40% de las plantas en estado productivo	4
Menos de 20% de las plantas en estado productivo	1

Fuente: Elias de Melo comunicación personal (2007)

Cuadro Diagnóstico fitosanitario. Sanidad del cultivo⁷

DESCRIPTOR	ESCALA
Todas las enfermedades abajo del nivel crítico	10
Por lo menos el 50% de las enfermedades abajo del nivel crítico	8
Todas las enfermedades dentro del nivel crítico	6
Por lo menos una enfermedad con nivel de incidencia superior al nivel crítico	4
Todas las enfermedades arriba del nivel crítico	1

Cuadro Diagnóstico de Nudos productivos

DESCRIPTOR	ESCALA
Más del 81% de los nudos en estado productivo	10
Entre el 61% - 80% de los nudos en estado productivo	8
Entre el 41% - 60% de los nudos en estado productivo	6
Entre el 21% - 40% de los nudos en estado productivo	4
Menos de 20% de los nudos en estado productivo	1

Fuente: Elias de Melo comunicación personal (2007)

Calidad de suelos

Cuadro Compactación de suelos

DESCRIPTOR	ESCALA
$< 1 \text{ Kg cm}^{-2}$	10
Entre $1.1 - 1.9 \text{ Kg cm}^{-2}$	7
Entre $2.0 - 2.5 \text{ Kg cm}^{-2}$	5
Entre $2.6 - 2.9 \text{ Kg cm}^{-2}$	3
$> 3 \text{ Kg cm}^{-2}$	1

Fuente: Elias de Melo comunicación personal (2007)

⁷ Tomado Tesis de N.Duarte (De Melo 2005 Comunicación personal)

Cuadro Densidad de lombrices

DESCRIPTOR	ESCALA
Más de 100 lombrices por m ²	10
Entre 40 – 99 lombrices por m ²	6
Menos de 39 lombrices por m ²	1
Ausencia de lombrices por m ²	0

Fuente: Elias de Melo comunicación personal (2007)

Cuadro Evidencia de procesos erosivos

DESCRIPTOR	ESCALA
Ausencia de erosión	10
Erosión laminar incipiente	8
Erosión laminar incipiente y/o en surcos incipiente	6
Erosión en surcos o alguna evidencia de formación cárcavas	4
Erosión con formación de cárcavas	1

Fuente: (Barrantes 1999)

Cuadro Cobertura del suelo

DESCRIPTOR	ESCALA
Cobertura del suelo más del 80% por buenas hierbas y hojarasca de árboles	10
Cobertura del suelo entre el 60-79% por buenas hierbas, hojarasca	8
Cobertura del suelo entre el 40-50% por buenas hierbas, hojarasca	6
Cobertura del suelo entre el 60-79% por malas hierbas y/o suelo desnudo	4
Cobertura del suelo más de 80% por malas hierbas y/o suelo desnudo	1

Fuente: Elias de Melo comunicación personal (2007)

Espesor capa de hojarasca

DESCRIPTOR	ESCALA
La capa de hojarasca tiene un espesor ≥ 3.0 cm	10
La capa de hojarasca tiene un espesor < 3.0 cm	5
No Hay capa de hojarasca	1

Fuente: Elias de Melo comunicación personal (2007)

Diagnóstico de sombra

Cuadro Nivel de sombra

DESCRIPTOR	ESCALA
Sombra moderada 25 a 45%	10
Sombra media 45 a 59%	8
Exceso de sombra > 60%	4
Poca sombra < 24%	2
Sin sombra 0%	0

Fuente: Elias de Melo comunicación personal (2007)

Cuadro Distribución de sombra

DESCRIPTOR	ESCALA
Sombra distribuida de manera uniforme	10
Sombra distribuida de manera irregular	5
Sombra distribuida de manera muy irregular	1

Fuente: Elias de Melo comunicación personal (2007)

Cuadro Nivel de sobreposición

DESCRIPTOR	ESCALA
Menos de 0.5%	10
Entre 0.6% – 1.9%	5
Más de 2%	1

Fuente: Elias de Melo comunicación personal (2007)

Escalas de desempeño de indicadores agroecológicos en SAF con pasturas

Cuadro Diagnóstico de densidad arbórea

DESCRIPTOR	ESCALA
15 – 30 árboles Ha ⁻¹	10
Más de 30 árboles Ha ⁻¹	5
0 -15 árboles Ha ⁻¹	1

Fuente Villanueva C. comunicación personal (2007)

Cuadro Diagnóstico de cobertura arbórea

DESCRIPTOR	ESCALA
15 – 30 m ² Ha ⁻¹	10
Más de 30 m ² Ha ⁻¹	5
0 -15 m ² Ha ⁻¹	1

Fuente Villanueva C. comunicación personal (2007)

Diagnóstico de degradación de pasturas

Cuadro Cobertura del suelo

DESCRIPTOR	ESCALA
No Hay suelo desnudo	10
Entre 1-15% de suelo desnudo	8
Entre 16-30% de suelo desnudo	6
Entre 31-49% de suelo desnudo	4
Más del 50% de suelo desnudo	1

Fuente: Adaptación escala propuesta por el Proyecto CATIE/NORUEGA/PD para la estratificación de niveles de degradación

Cuadro Composición botánica

DESCRIPTOR	ESCALA
Más del 80% de pasturas mejoradas y/o naturales y menos del 5% de hoja ancha	10
Entre 50-80% de pasturas mejoradas y/o naturales y entre 5-15% de especies de hoja ancha	8
Entre 20-50% de pasturas mejoradas y/o naturales y entre 16-30% de especies de hoja ancha	6
Menos de 20% de pasturas mejoradas y/o naturales y entre 31-49% de especies de hoja ancha	4
Menos del 20% de pasturas mejoradas y/o naturales y más del 50% de hoja ancha	1

Fuente: Adaptación escala propuesta por el Proyecto CATIE/NORUEGA/PD para la estratificación de niveles de degradación

Diagnóstico de calidad de suelos

Cuadro Compactación de suelos

DESCRIPTOR	ESCALA
$< 1 \text{ Kg cm}^{-2}$	10
Entre 1.1 – 1.9 Kg cm^{-2}	7
Entre 2.0 – 2.5 Kg cm^{-2}	5
Entre 2.6 – 2.9 Kg cm^{-2}	3
$> 3 \text{ Kg cm}^{-2}$	1

Fuente: Elias de Melo comunicación personal (2007)

Cuadro Densidad de lombrices

DESCRIPTOR	ESCALA
Más de 100 lombrices por m^2	10
Entre 40 – 99 lombrices por m^2	6
Menos de 39 lombrices por m^2	1
Ausencia de lombrices por m^2	0

Fuente: Elias de Melo comunicación personal (2007)

Cuadro Evidencia de procesos erosivos

DESCRIPTOR	ESCALA
Ausencia de erosión	10
Erosión laminar incipiente	8
Erosión laminar incipiente y/o en surcos incipiente	6
Erosión en surcos o alguna evidencia de formación cárcavas	4
Erosión con formación de cárcavas	1

Fuente: (Barrantes 1999)